



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO



DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA

MAESTRÍA EN PROTECCIÓN VEGETAL

**USO DE PRODUCTOS SINTÉTICOS Y DE ORIGEN
NATURAL PARA EL CONTROL DE ÁCAROS EN
FRESA.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO DE:**

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL



**DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES**

PRESENTA:

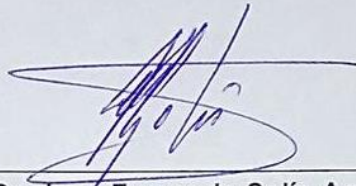
Francisco Javier Salinas Vázquez

Chapingo, Edo. de México. Enero de 2016

La presente tesis titulada **USO DE PRODUCTOS SINTÉTICOS Y DE ORIGEN NATURAL PARA EL CONTROL DE ÁCAROS EN FRESA** , fue realizada por **Francisco Javier Salinas Vázquez**, bajo la dirección y asesoría del consejo particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN PROTECCIÓN VEGETAL

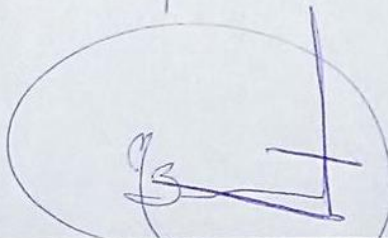
CONSEJO PARTICULAR:



Dr. Juan Fernando Solís Aguilar
Director



Dr. Samuel Ramírez Alarcón
Asesor



Dr. Néstor Bautista Martínez
Asesor

Chapingo, Edo. de México, Enero del 2016

AGRADECIMIENTO

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico para la realización de mis estudios de Maestría.

A mi alma mater, Universidad Autónoma Chapingo y en especial al Programa de Posgrado en Protección Vegetal, por brindarme la oportunidad de continuar con mi preparación profesional.

Al Dr. Juan Fernando Solís Aguilar por su dirección, asesoría, apoyo, confianza y amistad en todo momento.

A los profesores del programa de Protección Vegetal por sus valiosos conocimientos transmitidos, que de alguna manera contribuyeron en mi formación académica y humana. De igual manera a mis asesores: al Dr. Néstor Bautista Martínez y al Dr. Samuel Ramírez Alarcón.

A mi familia querida por el gran apoyo.

Con respeto y admiración

¡GRACIAS!

DEDICATORIA

A mis padres, Emilio Salinas Vázquez e Isabel Vázquez Romero, por su apoyo, consejos, respeto, amor y cariño. Gracias por su confianza y creer siempre en mi para lograr esta meta.

A mí querida novia Virginia por su apoyo, amor y compañía.

A mis hermanos Cruz y Martha Lorena por su cariño y apoyo en todo momento.

A mi sobrina Emily Itzel por darme tanta alegría.

A todos mis profesores por su formación a mi persona.

A todos mis compañeros y amigos por su amistad.

Con cariño:

Javier

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL	I
INDICE DE CUADROS	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
RESUMEN	1
ABSTRACT	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS	4
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
4.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO	4
4.1.1 <i>Especies e híbrido</i>	5
4.2 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	5
4.3 IMPORTANCIA DEL CULTIVO	10
4.4 VARIEDADES CULTIVADAS EN MÉXICO.....	12
4.4.1 <i>Variedad Festival (Universidad de Florida USA)</i>	12
4.4.2 <i>Variedad Camino real (Universidad de California USA)</i>	13
4.4.3 <i>Variedad Albión (Universidad de California USA.)</i>	13
4.5 PLANTA “MADRE” DE FRESA.....	14
4.6 ARAÑA ROJA (<i>TETRANYCHUS URTICAE</i>)	17
4.6.1 <i>Importancia</i>	17
4.6.2 <i>Distribución</i>	18
4.6.3 <i>Ubicación taxonómica</i>	18
4.6.4 <i>Morfología y biología</i>	19
4.6.5 <i>Mecanismos de dispersión</i>	21
4.6.6 <i>Hospederos</i>	22
4.6.7 <i>Daños</i>	23
4.7 CONTROL DE LA ARAÑA ROJA (<i>TETRANYCHUS URTICAE</i>)	24
4.7.1 <i>Control cultural</i>	27
4.7.2 <i>Control biológico</i>	28
4.7.2.1 <i>Entomopatógenos</i>	32
4.7.3 <i>Control orgánico (extractos vegetales de uso agrícola)</i>	37
4.7.3.1 <i>Nim (azadirachtina)</i>	38
4.7.3.2 <i>Ajo (Dialil–disulfito)</i>	40
4.7.3.3 <i>Pimientos y chile (Piperinas y capsaicina)</i>	40
4.7.4 <i>Control químico</i>	41
4.8 MONITOREO DEL ÁCARO DE LA FRESA	41
V. MATERIALES Y METODOS	44
5.1 UBICACIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL	44
5.2 TECNOLOGÍA DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	45
5.3 PLAGA (S) OBJETIVO	46

5.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	46
5.5 APLICACIONES.....	47
5.6 TRATAMIENTOS A EVALUADOS.....	48
5.6.1 <i>Productos evaluados</i>	49
5.6.1.1 Biológicos.....	49
5.6.1.1.1 ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	49
5.6.1.2 Orgánicos	50
5.6.1.2.1 EcoA-Z® (<i>Allium sativum</i>).....	50
5.6.1.2.2 L'EcoMix® (<i>Allium sativum</i> y <i>Capsicum</i> spp.)	51
5.6.1.3 Químicos	52
5.6.1.3.1 OBERON® SC 240 (spiromesifen)	52
5.6.1.3.2 ENVIDOR® (Spirodiclofen)	53
5.6.1.3.3 MAGÍSTER® 200 SC (Fenazaquin).....	54
5.6.1.3.4 AGRIMEC® 1.8% CE (ABAMECTINA).....	54
5.6.1.3.5 Voliam Targo®	56
5.6.1.3.6 OBERON SPEED® 240 SC	56
5.6.1.3.7 Envidor Speed® SC	57
5.7 VARIABLES A EVALUAR	57
5.7.1 <i>Número de individuos (adultos y ninfas)</i>	57
5.7.2 <i>% Efectividad biológica en el control de ácaros, en el cultivo de fresa.</i>	59
5.7.3 <i>% fitotoxicidad al cultivo (en caso de existir).</i>	59
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
6.1 EVALUACIÓN PREVIA.....	61
6.2 APLICACIONES DE SOLO UN PRODUCTO FORMULADO.....	62
6.2.1 <i>Primera evaluación</i>	62
6.2.2 <i>Segunda evaluación</i>	63
6.2.3 <i>Tercera evaluación</i>	64
6.2.4 <i>Cuarta evaluación</i>	65
6.3 APLICACIONES COMBINADAS DE DOS PRODUCTOS FORMULADOS	67
6.3.1 <i>Primera evaluación</i>	67
6.3.2 <i>Segunda evaluación</i>	68
6.3.3 <i>Tercera evaluación</i>	69
6.3.4 <i>Cuarta evaluación</i>	70
6.4 EVALUACIÓN GENERAL.....	74
6.4.1 <i>Primera evaluación</i>	74
6.4.2 <i>Segunda evaluación</i>	75
6.4.3 <i>Tercera evaluación</i>	76
6.4.4 <i>Cuarta evaluación</i>	77
6.5 % FITOTOXICIDAD AL CULTIVO	81
VII. CONCLUSIONES.....	82
VIII. LITERATURA CITADA	84

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Agrupación de especies e híbridos.	5
Cuadro 2. Épocas de cosecha y mercado de fresa en Atlixco. Puebla, con respecto a las distintas regiones productoras.	10
Cuadro 3. Hongos entomopatógenos empleados en el control biológico.	35
Cuadro 4. Tratamientos evaluados.	48
Cuadro 5. Información de la composición de ENTOMAXX 5X2 ®	50
Cuadro 6. Información de la composición de EcoA-Z®.	51
Cuadro 7. Información de la composición de L'EcoMix®.	52
Cuadro 8. Información de la composición de OBERON®.	53
Cuadro 9. Información de la composición de Envidor®.	53
Cuadro 10. Información de la composición de MAGÍSTER®	54
Cuadro 11. Información de la composición de AGRIMEC®.	55
Cuadro 12. Información de la composición de Voliam Targo®.	56
Cuadro 13. Información de la composición OBERON SPEED®.	56
Cuadro 14. Información de la composición Envidor Speed®.	57
Cuadro 15. Escala de puntuación EWRS para evaluar el efecto fitotóxico.	60
Cuadro 16. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> en la evaluación previa, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	61
Cuadro 17. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la primera evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	63
Cuadro 18. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la segunda evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	64
Cuadro 19. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la tercera evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	65
Cuadro 20. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la cuarta evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	66
Cuadro 21. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la primera evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	68

Cuadro 22. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la segunda evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	69
Cuadro 23. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la tercera evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	70
Cuadro 24. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la cuarta evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	71
Cuadro 25. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la primera evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	74
Cuadro 26. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la segunda evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	75
Cuadro 27. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la tercera evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	76
Cuadro 28. Comparación de medias del número de individuos móviles de <i>T. urticae</i> de la cuarta evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Morfología de una típica planta de fresa (Miserendino, 2007).....	6
Figura 2. Sistema radicular fibroso de la planta de fresa. (Fotografía; Salinas, 2015).	7
Figura 3. Mostrando las principales características de las hojas de la planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).	8
Figura 4. Floración del cultivo de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).	9
Figura 5. Forma cónica recomendada del fruto (Fotografía; Salinas, 2015).	9
Figura 6. Porcentaje de la producción de fresa de las distintas regiones en México (SIAP-SAGARPA, 2011).....	11
Figura 7. Empaque para el mercado nacional (Fotografía; Salinas, 2015).	11
Figura 8. Vivero de planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).	15
Figura 9. Cosecha de la planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).....	16
Figura 10. Estados fenológicos de <i>Tetranychus urticae</i>	20
Figura 11. Ciclo de vida de <i>Tetranychus urticae</i>	21
Figura 12. Daño típico de <i>Tetranychus urticae</i> en plantas de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).	23
Figura 13. Depredadores de araña roja; izquierda <i>Phytoseiulus persimilis</i> , derecha <i>Amblyseius californicus</i>	31
Figura 14. Mecanismo de infección de un entomopatógeno.	36
Figura 15. Diagrama de la distribución de muestras de follaje para monitoreo del ácaro de la fresa. ..	42
Figura 16. Localización del municipio de Atlixco, Puebla.	44
Figura 17. Localización de área de trabajo, en el municipio de Atlixco, Puebla.....	45
Figura 18. Sistema de producción, mediana tecnología del cultivo de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).	45
Figura 19. Araña roja (<i>Tetranychus urticae</i>),	46
Figura 20. Distribución de los tratamientos del área experimental	46
Figura 21. Material y equipo para la aplicación de los tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).	47
Figura 22. Preparación y aplicación de los distintos tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).	47
Figura 23. Colaboración del señor Emilio Salinas Vázquez en los trabajos de investigación.....	48
Figura 24. Etiquetado de las distintas parcelas experimentales.....	49
Figura 25. Evaluación de los distintos tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).....	58
Figura 26. Evaluación por campo de lupa (Fotografía; Salinas, 2015).	58
Figura 27. Área atacada por <i>T. urticae</i> (Fotografía; Salinas, 2015).	59

Figura 28. Efectividad biológica de los tratamientos a base de solo un producto.	67
Figura 29. Efectividad biológica de los tratamientos a base de combinaciones de aplicaciones de dos productos.....	73
Figura 30. Comportamiento Efectividad biológica de todos tratamientos aplicados en general.	80
Figura 31. Mejoría de área afectada por <i>T. urticae</i> en la última evaluación.....	81

USO DE PRODUCTOS SINTÉTICOS Y DE ORIGEN NATURAL PARA EL CONTROL DE ÁCAROS EN FRESA.

USE OF SYNTHETIC AND NATURAL PRODUCTS FOR THE CONTROL OF MITES IN STRAWBERRY

Francisco Javier Salinas Vázquez¹, Juan Fernando Solís Aguilar², Samuel Ramírez Alarcón³, Néstor Bautista Martínez³.

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la efectividad biológica de acaricidas para el control de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en el cultivo de fresa Variedad Festival, en Atlixco, Puebla, el experimento se realizó en el mes de Enero del 2015. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con tres repeticiones, 21 tratamientos y el testigo absoluto. Se evaluaron productos contra araña roja, de diferentes grupos químicos, formulaciones y origen (químico, biológico y orgánico). Todos los tratamientos fueron evaluados en condiciones de campo, con un sistema de media tecnología de producción del cultivo. Los tratamientos se aplicaron de forma individual de productos formulados y en combinaciones de aplicaciones de diferentes productos. Los mejores tratamientos fueron aquellos de ingredientes activos del grupo de los ácidos tetrónicos: Envidor®, Envidor Speed®, Oberon Speed® y Oberon®, presentando una efectividad biológica superior del 80%. De los tratamientos a base de aplicaciones de un solo producto formulado con un ingrediente activo, sobresale MAGISTER® (fenazaquin). Mientras que tratamientos de menor efectividad fueron los de productos orgánicos aplicados individualmente; L'ECOMIX® y ECO'AZ®, con una efectividad menor al 60%. El producto AGRIMEC® (abamectina) fue el que presentó la menor efectividad biológica de todos los productos químicos evaluados.

Palabras clave: araña roja, formulación, producto químico, producto orgánico, producto biológico, efectividad biológica, fresa.

ABSTRACT

In order to evaluate the biological effectiveness of acaricides to control two-spotted spider mites (*Tetranychus urticae* Koch) in the cultivation of the strawberry variety Strawberry Festival in Atlixco, Puebla, the experiment was conducted in January 2015. A randomized complete block experimental design with three replications, 21 treatments and a control was used. Products used against red spider and of different chemical groups, formulations and origin (chemical, biological and organic) were used. All treatments were evaluated in field conditions, with an average crop production technology system. The treatments consisted of formulated products applied individually and combinations of applications of different products. The best treatments were those containing active ingredients from the group of tetronic acids: Envidor®, Envidor Speed®, Oberon Speed® and Oberon®, featuring superior biological effectiveness of 80%. Of the treatments based on applications of a single product formulated with an active ingredient, MAGISTER® (fenazaquin) stands out, while the least effective treatments were the organic compounds applied individually: L'ECOMIX® and ECO'AZ®, with less than 60% effectiveness. The product AGRIMEC® (abamectin) was the one that presented the lowest biological effectiveness of all chemical products tested.

Keywords: two-spotted spider mites, formulation, chemical product, organic product, biological product, biological effectiveness, strawberry.

¹ Tesista

² Director de Tesis

³ Asesores

I. INTRODUCCIÓN

De la producción mundial de berries, el 62% corresponde al cultivo de fresa. El mayor productor es Estados Unidos seguido de Turquía, España y México (FAO, 2009). Las principales entidades productoras de esta frutilla en México son: Baja California, Guanajuato, Estado de México y Michoacán; en esta última entidad se concentra la mayor producción nacional (SIAP, 2014).

Aunque el Estado de Puebla no tiene registros de ser productor de fresa, en la actualidad ya se tienen resultados satisfactorios en el desarrollo y producción del cultivo de fresa en la región de Atlixco. Pero se han presentado algunos problemas de manejo y control de plagas.

Las plagas de mayor importancia económica para el cultivo de fresa en son: 1) araña roja (*Tetranychus urticae*); 2) chinche ligus (*Lygus hesperus*); 3) trips occidental de la flor (*Frankliniella occidentalis*); 4) gusano del elote de maíz (*Helicoverpa zea*); y 5) gallina ciega (*Phyllophaga ssp.*). Durante los últimos años, *T. urticae* ha sido la principal plaga que afecta la planta de fresa debido a la disminución de los carbohidratos de la savia de las hojas, lo cual reduce el rendimiento, calidad y vigor de la planta (Klamkowski *et al.*, 2007).

Cabe destacar que los ácaros que atacan el cultivo, tiene un historial de desarrollo de resistencia rápida a los acaricidas cuando se aplica alguno varias veces a la misma población. Como también de tener un ciclo de desarrollo desde huevo a adulto muy rápido.

Actualmente la fresa variedad Festival es líder en los estados productores de Guanajuato, Michoacán y Estado de México, de igual forma en la región de Atlixco, Pue. Se estima que se está utilizando en el 60% de las plantaciones; produce fruta abundante y de excelente calidad.

Lo anterior nos ayuda a plantear la necesidad de realizar este trabajo en el control de ácaros en el cultivo de fresa, en Atlixco, Puebla. Dando y desarrollando nuevas alternativas del manejo de control de araña roja en fresa.

II. OBJETIVOS

- Evaluar y comparar la efectividad biológica de los distintos productos, en aplicación individual y en combinación para el control del ácaros araña roja (*Tetranychus urticae* Koch) en el cultivo de fresa variedad Festival.
- Determinar el mejor agente (tratamiento) para el control de araña roja.
- Proporcionar alternativas de productos para disminuir daños y/o presencia de ácaros en el cultivo de fresa.

III. HIPOTESIS

Al realizar un manejo con base en distintos productos para el control de ácaros, estos disminuirán su incidencia en el cultivo, mejorando el desarrollo y producción del cultivo. Y además se evitará el surgimiento de alguna resistencia futura a los productos comúnmente utilizados.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Generalidades del cultivo

El cultivo de fresa, perteneciente a la familia Rosaceae y al género *Fragaria*, aparece en estado silvestre en América, Asia y Europa. El cultivo de las especies de fruto pequeño (*F. vesca*, *F. alpina* y *F. viridis*) se extendió en Europa hasta el final del siglo XIX, momento en el que comenzaron a surgir híbridos entre las especies europeas y las americanas de frutos grandes (*F. chiloensis* y *F. virginiana*), dando origen a los híbridos con frutos de mayor tamaño que se conocen como fresones (Joublan & Veraga, 2003).

4.1.1 Especies e híbrido

Cuadro 1. Agrupación de especies e híbridos.

ESPECIES E HÍBRIDOS			
Diploides	Tetraploides	Hexaploides	Octaploides
<i>Fragaria daltoniana</i> <i>Fragaria nipponica</i> <i>Fragaria nubicola</i> <i>Fragaria vesca</i> (fresa silvestre) <i>Fragaria viridis</i>	<i>Fragaria moupinensis</i> <i>Fragaria orientalis</i>	<i>Fragaria moschata</i> (fresa alemana)	<i>Fragaria ananassa</i> (fresa o frutilla) <i>Fragaria chiloensis</i> (fresa chilena) <i>Fragaria virginiana</i> <i>Fragaria ovalis</i>

Es importante anotar que los híbridos octaploides son los de mejor calidad, productividad, con frutos grandes y de muy buen sabor, con abundante producción de estolones, en algunos casos tolerantes al ataque de ciertos hongos como *Colletotrichum* sp., *Botrytis cinérea*, así como artrópodos plaga como es el caso de ácaros *Tetranychus* sp., *Brevipalpus* sp. y *Steneotarsonemus pallidus*.

4.2 Descripción botánica

La planta se caracteriza por ser herbácea, estolonífera, perenne y de vida productiva relativamente corta. El tallo es muy corto, semi-subterráneo y recibe el nombre de corona, del cual se desarrollan las raíces, estolones, hojas e inflorescencias. Los estolones o tallos rastreros tienen la capacidad de emitir raíces a partir del segundo nudo. Un estolón puede formar de cuatro a seis

plantas y de cada corona pueden salir 10 a 12 estolones (Sudzuki, 1992; Giaconi y Escaff, 1998; Pritts y Handley, 1999).

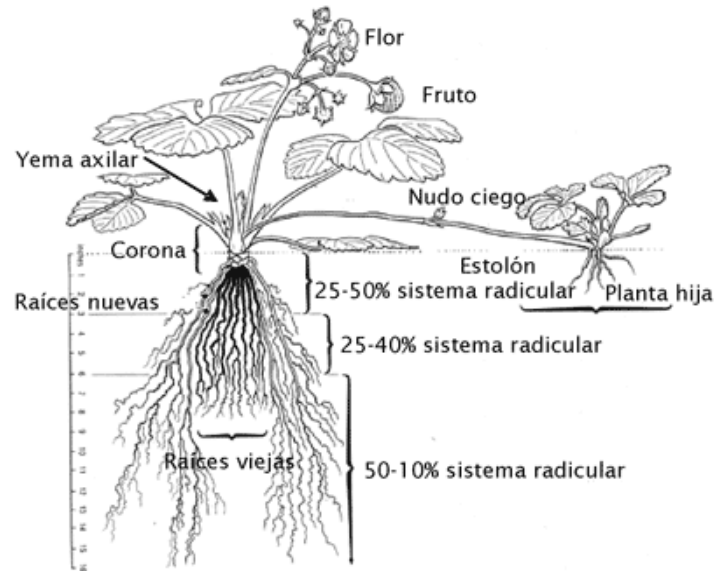


Figura 1. Morfología de una típica planta de fresa (Miserendino, 2007).

La raíz es fasciculada debido a que de la base del tallo salen muchas raíces del mismo largo formando una frondosa cabellera. Son superficiales no profundizan mucho (máximo 30 cm), desarrollando la mayor actividad en los primeros 20 cm, por su consistencia se puede decir que son fibrosas. Emergen de la corona en la zona cercana al nivel del suelo, además los estolones produce raíces adventicias que dan origen a una nueva planta. Las raíces adventicias son aquellas que emergen fuera de su sitio habitual es decir de la semilla y de las ramificaciones normales de la raíz (Angulo, 2009).



Figura 2. Sistema radicular fibroso de la planta de fresa. (Fotografía; Salinas, 2015).

Es importante anotar que por la cantidad de raicillas muy ramificadas se requiere de suelos muy sueltos, bien aireados y con buen drenaje para impedir que se presenten pudriciones en su sistema radicular. El tallo que sale del suelo o corona es un tallo acortado que contiene los tejidos vasculares del cual salen los pecíolos, que son largos y los cuales sostienen las hojas (Angulo, 2009).

Las hojas son trifoliadas y los folíolos son ovales, aserrados, pubescentes, grisáceos en el envés y con muchos estomas para poder realizar una intensa transpiración. En las axilas se forman yemas vegetativas o productivas, dando origen las primeras a estolones y las segundas a las inflorescencias que van a producir los frutos (Angulo, 2009).



Figura 3. Mostrando las principales características de las hojas de la planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

Las flores generalmente son perfectas o hermafroditas, es decir que en la misma flor se encuentran los dos sexos, y están reunidas en inflorescencias que poseen, regularmente, cinco pétalos ovales de color blanco. El cáliz está formado por cinco sépalos persistentes (www.inta.gob.ar). Las flores de la fresa se agrupan en inflorescencias que son un conjunto de flores que salen del mismo brote. La inflorescencia típica posee un eje primario, dos secundarios, cuatro terciarios y ocho cuaternarios, llevando cada eje en su extremo una flor, pero cada variedad puede presentar diferentes tipos de inflorescencias. La polinización es predominantemente cruzada y realizada por insectos (Angulo, 2009).



Figura 4. Floración del cultivo de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

La frutilla propiamente dicha es un fruto agregado, formado por un receptáculo muy desarrollado como consecuencia de la fecundación de los óvulos. El receptáculo, que es la parte comestible o fruto hortícola, sostiene a los verdaderos frutos que son los aquenios. La forma del fruto es variable, pudiendo ser globoso, cónico, con o sin cuello, etc (www.inta.gob.ar).



Figura 5. Forma cónica recomendada del fruto (Fotografía; Salinas, 2015).

4.3 Importancia del cultivo

De la producción mundial de berries, el 62% corresponde al cultivo de fresa. Conforme a la información de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO (2009) a nivel mundial se obtuvo una producción anual en el 2009 de 4,178,152 toneladas de fresa. Los principales productores fueron Estados Unidos de Norteamérica, Turquía, España y México. Estados Unidos ocupó el primer lugar con una producción de 1,270,690 toneladas.

Cuadro 2. Épocas de cosecha y mercado de fresa en Atlixco. Puebla, con respecto a las distintas regiones productoras.

COSECHA DE FRESA Y EPOCA DE MERCADO												
REGIONES	MESES DEL AÑO											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
CALIFORNIA USA												
MICHOACAN												
IRAPUATO												
B. C. NORTE												
ATLIXCO, PUE.												

Para el año 2012, en la República Mexicana se cultivaron más de 9,000 hectáreas de fresa y las principales entidades productoras fueron Michoacán, Baja California, Guanajuato y Estado de México. La producción total nacional para el mismo año fue de más de 360,000 toneladas, con un rendimiento promedio de 40.6 ton·ha⁻¹ (SIAP, 2014).

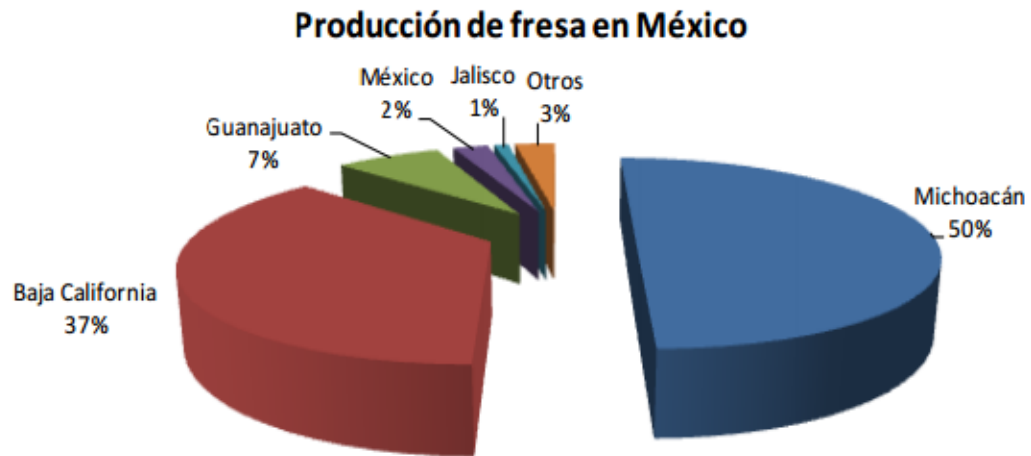


Figura 6. Porcentaje de la producción de fresa de las distintas regiones en México (SIAP-SAGARPA, 2011).

Michoacán y Baja California producen aproximadamente el 87% del total de fresa en México. El estado de Baja California destina la mayor parte a la exportación a Estados Unidos, debido a la cercanía con el país vecino, por tal motivo es mayor su valor de producción; los productores obtienen mayor retribución por su cosecha que es destinada a la exportación (SIAP, 2011).



Figura 7. Empaque para el mercado nacional (Fotografía; Salinas, 2015).

4.4 Variedades cultivadas en México

En México se cultivan diferentes variedades, cada una con características específicas; y con diferentes rendimientos debido a: épocas de producción, resistencias a plagas y enfermedades, sabor, color, tamaño, por mencionar algunas. Las variedades se puede expresar de manera diferente dependiendo de la región donde se establezcan estas.

Cabe mencionar que las variedades más utilizadas en México han sido desarrolladas por la Universidad de California USA, Universidad de Florida USA y empresas privadas productoras de esta frutilla.

De acuerdo al Sistema Producto Fresa (2012), entre las variedades más utilizadas en México se encuentran:

4.4.1 Variedad Festival (Universidad de Florida USA)

Actualmente esta es la variedad líder en los estados productores de los de estados de Guanajuato, Michoacán y Estado de México. Se estima que se está utilizando en el 60% de las plantaciones; Produce fruta abundante y de excelente calidad, tanto para consumo en fresco como para la industria. Planta vigorosa de día o fotoperiodo cortó, productora en invierno con producción temprana, consistente y uniforme, es gran productora de estolones y presenta buen rendimiento. Produce fresa brillante y roja de forma cónica, de textura firme con excelente sabor. El fruto mantiene un tamaño mediano a grande a lo largo de la

producción. Es susceptible a antracnosis de fruto (*Colletotrichu maculatum*), pudrición de corona (*Colletotrichum gloeosporodies*) y bacterias.

4.4.2 Variedad Camino real (Universidad de California USA)

Esta es la variedad que más demanda tiene de los materiales que produce la Universidad de California. Los productores de fresa en México la consideran como muy buena, como variedad tardía (comienza a producir a mediados de noviembre). Variedad de día corto con producción tardía, plantas compactas, el fruto es grande con buen sabor, altamente tolerante al daño por la lluvia. Presenta sensibilidad a las aspersiones con azufre y es relativamente tolerante a las enfermedades causadas por los hongos *Phytophthora* y *Verticillium*. Se describe como planta de porte pequeño y erecta lo que permite grandes densidades de plantación por hectárea y bajo buen manejo produce buen volumen de fruta. Es de buen tamaño, firmeza y calidad de fruta.

4.4.3 Variedad Albión (Universidad de California USA.)

Esta es la segunda variedad en importancia de la Universidad de California, es precoz y los productores la catalogan como muy buena. Esta variedad es de reciente introducción a México, ya que se conoció apenas en el 2006 y tiene una demanda ascendente. Su fruta es de muy buena calidad tanto para exportación como para el mercado nacional. Presenta plantas de día neutro, moderadamente vigorosas con alta resistencia a condiciones climatológicas adversas, además de que posee altos rendimientos. El fruto es grande de excelente sabor, color rojo interno y externo. Es tolerante a la mayoría de patógenos en el suelo (*Verticillium*,

Phytophthora), moderadamente tolerante a cenicilla (*Sphaerotheca macularis*) y araña roja.

Las variedades nuevas que han empezado a tomar un lugar en los productores actualmente por sus buenos resultados son: variedad Fortuna y variedad San Andreas. Existen otras variedades pero debido a diferentes factores como son bajos rendimientos, susceptibilidad a plagas y enfermedades, entre otras, no se han adoptado en México.

4.5 Planta “madre” de fresa

A partir de la década de los 50's, los productores de fresa han estado condicionados en la adquisición de plantas “madre” de fresas provenientes de los EE. UU (Dávalos, 2011), entre las que destacan actualmente las antes mencionadas. El productor adquiere la planta “madre” en cada ciclo a través de un intermediario o directamente de Ekland Marketing o Euro Semillas S. A. de C. V. pagando USD\$500-1 000 por millar de plantas según la variedad, más regalías que en el periodo 2001 a 2005 aumentaron hasta 300% (Sánchez, 2008), así como trámites de importación, transporte, entre otros, lo cual genera una disminución en la rentabilidad del cultivo.



Figura 8. Vivero de planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

Dada la trascendencia de lo anterior, en México cuatro instituciones incluyen en sus líneas de investigación el mejoramiento de variedades de fresa mexicanas: El Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas (CP) en colaboración con la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), las cuales han desarrollado las variedades CP Zamorana, CP Jacona, CP Roxana y CP Paola diseñadas para la zona productora de Michoacán (Rodríguez-Bautista *et al.*, 2012), el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) en colaboración con el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados-IPN (CINVESTAVIPN), Unidad Irapuato, han desarrollado las variedades Buenavista, Cometa, Nikté y Pakal (Dávalos *et al.*, 2011) para clima prevaeciente en la región “El Bajío” estado de Guanajuato, fotoperiodo neutro y corto con bajo requerimiento de frío, precocidad y productividad alta, tolerancia a las enfermedades como *Fusarium oxysporum* y el complejo viral de la fresa, y calidad para mercado fresco e industria. Según los productores estas variedades no han podido sustituir a las extranjeras debido a que presentan un menor rendimiento (León *et al.*, 2014).

Estudios comparativos sobre la calidad de la fruta de las variedades mexicanas con las variedades extranjeras reportan adecuada calidad; sin embargo, las variedades nacionales requieren un manejo cuidadoso en poscosecha debido a su menor firmeza. Asimismo, estudios sobre la calidad de propagación en viveros de Michoacán, reportaron que las variedades mexicanas son altamente sensibles a las condiciones de altitud en las que se establecen los viveros, generando una menor capacidad de producción de estolones y plantas “hijas” en comparación con la variedad Festival, aunque superan al genotipo Albion en la producción de vivero (Rodríguez-Bautista *et al.*, 2012).

La “Planta Madre” al llegar a México se establece en viveros para su reproducción y posteriormente se trasplanta en las áreas comerciales, donde se desarrollará hasta lograr la producción final.



Figura 9. Cosecha de la planta de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

La fresa en México es atacada por enfermedades y plagas que disminuyen considerablemente su rendimiento y calidad, ya sea para su consumo directo como fruta fresca o para su utilización en la elaboración de productos derivados.

4.6 Araña roja (*Tetranychus urticae*)

4.6.1 Importancia

Los miembros de la familia *Tetranychidae* son una plaga que se presenta en una gran diversidad de plantas que le ocasionan daños severos como la disminución del vigor del árbol y el manchado, así como la caída de las hojas provocado por la alimentación del ácaro (Kheradpir *et al.*, 2007). Dentro de esta familia, la especie que más ha reportado problemas de daños en los cultivos es el ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch, catalogada como una de las especies que más problemas ocasiona a la agricultura (Flexner *et al.*, 1995).

Los ácaros denominados arañas rojas no constituían una amenaza en el sector agrícola a pesar de su asociación con los cultivos agrícolas desde prácticamente el inicio de la agricultura hace aproximadamente 12,000 años en registros históricos (Badii *et al.*, 2000). A medida que la agricultura se fue modernizando, una de las herramientas de fitoprotección fueron los plaguicidas en la producción intensiva de cultivos.

Es una de las especies más importante de fitófagos en la familia *Tetranychidae*. Cerca de 200 especies de plantas son hospederas de *T. urticae*, incluyendo un

número de cultivos económicamente importantes como el algodón, maíz, tomates y ornamentales (Jeppson *et al.*,1975).

4.6.2 Distribución

T. urticae se encuentra ampliamente distribuida en el mundo, principalmente en zonas templadas, considerada una plaga de gran importancia agrícola. Actualmente encabeza la lista de plagas, siendo resistente al mayor número de ingredientes activos por encima de insectos plaga como *Plutella xylostella*, *Myzus persicae*, *Leptinotarsa decemlineata* y *Musca domestica* (IRAC, 2011).

En México se reporta ocasionando daños en zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán; así como en menor grado en Jalisco, México, Puebla y Querétaro (Estebanés, 1989).

4.6.3 Ubicación taxonómica

De acuerdo a Krantz (1970), *T. urticae* se ubica en;

Reino: Animalia

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Chelicerata

Clase: Acarida

Orden: Acariformes

Suborden: Prostigmata

Superfamilia: Tetranychoidae

Familia: Tetranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tetranychini

Género: *Tetranychus*

Especie: *urticae*

4.6.4 Morfología y biología

Los huevos del ácaro de dos manchas (araña roja) son puestos en el lado inferior de las hojas y son redondos, claros e incoloros al ser puestos, pero se vuelven de color blanco aperlado cuando se acerca el momento en que salgan las ninfas. Las ninfas, los machos adultos, y las hembras adultas reproductivas tienen una forma ovalada y son generalmente de color amarillento o verdusco. Tienen una o más manchas oscuras a cada lado del cuerpo, en la parte de arriba del abdomen no tienen manchas. Las hembras adultas pueden dejar de reproducirse durante los meses más fríos del invierno. Sobreviven las heladas del invierno en el suelo como hembras apareadas e inactivas. Sin embargo, en inviernos templados, ellos se mantienen activos en la fresa y en una gran variedad de vegetales cultivados y vegetación silvestre (Boris *et al.*, s/f).

La “araña de dos manchas” pasa por cinco estados de desarrollo durante su ciclo de vida: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto, con un estado de quiescencia luego de cada estado inmaduro, llamados ninfocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente (van de Vrie *et al.*, 1972).

Los machos de *T. urticae* usualmente se desarrollan más rápido que las hembras. Mientras en los estados adultos no se alimentan pero activamente están en busca de hembras en estados de deutoninfas y espera a que emerjan (Mitchell, 1973). Este comportamiento es conocido como “guarding”, es inducido parcialmente por la producción de feromonas liberadas en la parte media de la región dorsal de la hembra (Cone *et al.*, 1971). *T. urticae* es una “especie

arrenotoca” las hembras no apareadas producen mediante partenogénesis solo machos (haploides) y las apareadas producen hembras y machos (diploides) (Potter *et al.*, 1976). Esta especie presenta una proporción de sexos entre 2:1 y 9:1 a favor de las hembras (Macke *et al.* 2011).



Figura 10. Estados fenológicos de *Tetranychus urticae*.

Las infestaciones en campos freseros suelen comenzar desde finales de noviembre y persisten hasta el final de la cosecha en abril y mayo. Las poblaciones máximas se presentan normalmente durante febrero y marzo. El desarrollo desde huevo a adulto bajo condiciones normales de clima cálido puede tomar de dos a tres semanas. El desarrollo es más rápido durante períodos calientes ($\sim 30^{\circ}\text{C}$) y secos (9 días) (Herbert 1981; Carey & Bradley 1982). Las hembras adultas viven entre tres a cuatro semanas y pueden depositar entre 100 a 200 huevos durante su vida adulta. Esta especie es un estratega “r”, la población puede crecer más del 40% por día (Shih *et al.*, 1976).

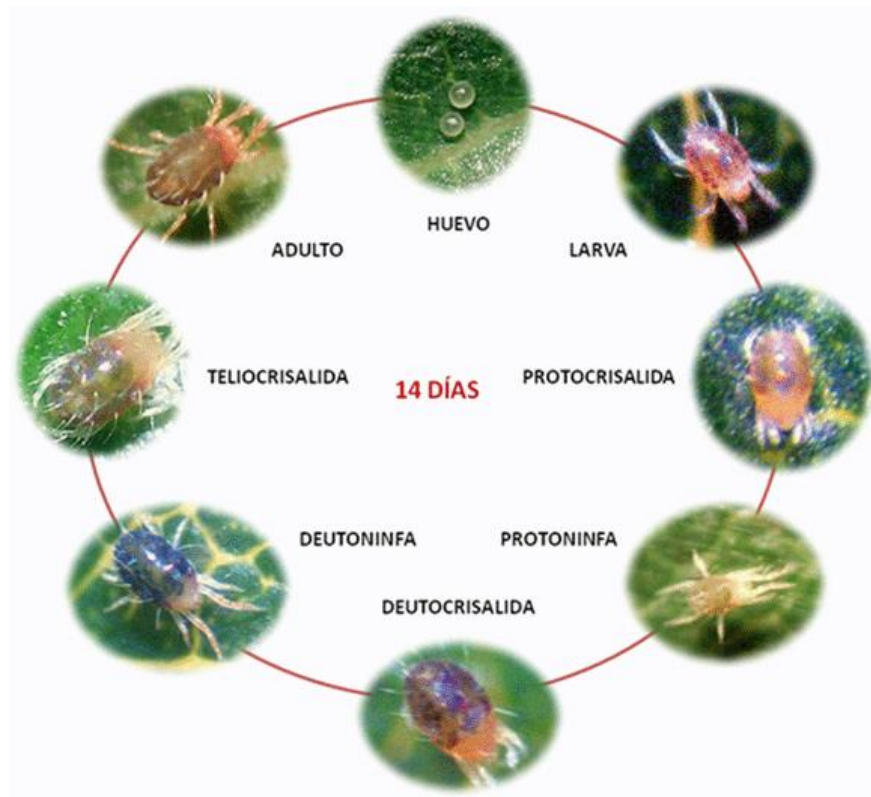


Figura 11. Ciclo de vida de *Tetranychus urticae*.

Cuando la población crece, estos ácaros forman una densa tela sobre la superficie de la planta hospedera. Ésta cumple diversas funciones, entre ellas sirve como lugar de excreción (Saito, 1983; Oku, 2008) y de protección frente a condiciones climáticas adversas y depredadores (Lemos *et al.*, 2010), así como para dispersarse a otras plantas (Bell *et al.*, 2005), además les protegen de los acaricidas.

4.6.5 Mecanismos de dispersión

Los tetraniqídos han desarrollado algunos mecanismos que les ayudan a dispersarse y colonizar plantas ampliamente separadas y pueden servir también como mecanismo de escape de los enemigos naturales. Para Kennedy y Smitley

(1985), este mecanismo es el movimiento de individuos a partir de colonias altamente pobladas, pudiendo ocurrir de las partes infestadas en una misma planta o bien hacia plantas diferentes. Según Hassey y Coates (citados Kennedy y Smitley, 1985), la dispersión entre plantas en algunas especies es el resultado de la tendencia de un grupo de hembras pre-reproductivas a emigrar de las hojas en las cuales ellas se desarrollaron.

Una vez que han ovipositado, pocas hembras de *T. urticae* tienen la tendencia a colonizar hojas nuevas o al menos lo hacen en menor grado que la hembras que no han iniciado la oviposición. En el caso de invadir plantas alejadas a la colonia, esta invasión se produce al viajar hembras pre-reproductivas a través de las corrientes de aire, otra forma es a través de material vegetativo que se transporta de un lugar a otro o por los mismos trabajadores por medio de ropa o herramienta (Romero, 2012).

4.6.6 Hospederos

La araña roja o ácaro de dos manchas se considera que es uno de los ácaros económicamente más importantes. Este ácaro ha sido reportado en más de 200 especies de plantas. Algunas de las plantas ornamentales más comunes atacadas incluyen Thuja o conocido también como árbol de la vida, azalea, camelia, cítricos, árboles de hoja perenne, acebo, aligustre, clavo verde, pingüica, rosa y bola de nieve . El ácaro es también una plaga de los árboles y puede dañar el arce y el olmo. Se ha encontrado ocasionalmente en otros árboles (Johnson 1991). Algunos frutales atacados incluyen moras, arándanos y

duraznos. En cultivos hortícolas puede dañar el tomate, la calabaza, berenjena, pepino, melón, sandía entre otros. Es también una plaga de mucha importancia en invernaderos, así como en campo abierto cultivado de crisantemos, maíz, sorgo, fresas, papas, tomates, chiles, maíz, hortalizas, entre muchos otros (Fasulo *et al.*, 2000; Moraes & Flechtmann, 2008; Koppert, 2013).

4.6.7 Daños

El daño es causado cuando los ácaros se alimentan y perforan con sus partes bucales las células localizadas principalmente del envés de las hojas. Los ácaros vacían el contenido de las células, causando colapso y muerte celular. Este daño resulta en un punteado en el haz de las hojas que luego se tornan de color bronceado (Park & Lee 2002). Las hojas afectadas eventualmente mueren y caen.



Figura 12. Daño típico de *Tetranychus urticae* en plantas de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

Las plantas afectadas pierden su vigor y experimentan una disminución en el tamaño, calidad y cantidad de frutos. Al no ser controladas a tiempo, las poblaciones del ácaro crecen rápidamente y sobrepasan el umbral de acción. Poblaciones altas del ácaro causan daños visibles al follaje, como ser bronceo en el haz de las hojas, malformación foliar, hojas cafés y secas, poca floración, y achaparramiento de las plantas. Infestaciones severas durante la época de producción puede conllevar a daños directos al fruto, resultando en frutas malformadas. Infestaciones elevadas pueden ocasionar muerte prematura de plantas. También se ha visto que bajas poblaciones llegan a causar daños severos lo que hace suponer que durante el período de alimentación inyectan toxinas o reguladores a la planta (Jeppson *et al.*, 1975).

4.7 Control de la araña roja (*Tetranychus urticae*)

Desde los inicios de la civilización el hombre ha luchado para mejorar sus condiciones de vida, con el deseo de producir los alimentos necesarios, ha combatido las plagas que compiten por la comida. Esta idea de combatir a las plagas no es de todo nueva; por ejemplo, el azufre fue utilizado desde el año 1000 a. de C. (Cremlym, 1985), hasta llegar a la introducción de los compuestos orgánicos; con el desarrollo de estos se pensó que las plagas estaban destinadas a desaparecer, sin embargo, empezó a notarse que a pesar de las aplicaciones continuas; estas persistían e inclusive tendían a incrementarse (Lagunes y Villanueva, 1994). De tal manera, el hombre tuvo que buscar diferentes métodos de control que pudieran controlar a estas plagas.

Las plagas agrícolas pueden ser controladas eficazmente aplicando la estrategia de manejo integrado, una alternativa racional para disminuir la dependencia en el uso de insecticidas químicos. Se basa en las prácticas culturales con orientación al control de plagas, la capacidad que tienen las plantas para tolerar o resistir daños por plagas y la acción de los factores naturales de mortalidad de las plagas, como son parasitoides, depredadores y patógenos. Es la alternativa de control más usada, para substituir el uso inadecuado de los insecticidas (Alatorre *et al.*, 2014).

Dentro de este marco, el control de plagas debe seguir los lineamientos del Manejo Integrado de Plagas (MIP), que surge de la necesidad de disminuir el uso de plaguicidas químicos (Kogan, 1998; Maredia, 2003). Según Kogan (1998) el MIP se define como “un sistema de manejo que, en el contexto del ambiente asociado y la dinámica poblacional de la plaga, utiliza todas las técnicas y métodos disponibles y compatibles para mantener a la población en niveles por debajo de aquellos que causan daño económico”.

Durante los últimos 40 a 50 años el combate de los insectos y ácaros que son plagas en la agricultura y el medio rural, se ha hecho principalmente por medio de insecticidas químicos. Algo similar se ha hecho en contra de otros grupos de organismos perjudiciales. Esta práctica ha sido muy útil en la protección de las cosechas a través de esos años, pero también ha ocasionado perjuicios relativos a la salud y a vida del hombre, al medio ambiente, a organismos benéficos para la agricultura y ha provocado que muchos insectos y ácaros se hayan convertido

en plagas mucho más difíciles de controlar que lo que eran antes del uso de los insecticidas químicos.

Para el cultivo de la fresa, existen algunas plagas citadas como potenciales, a otras se les considera secundarias porque su control puede ser indirecto al utilizar las medidas apropiadas.

Además es fundamental combinar los aspectos biológicos del cultivo, los físicos y los químicos con el objeto de disminuir el costo de producción y con ello los efectos ambientales negativos y de riesgo para el ser humano. Razón por lo que se debe echar mano del manejo integrado de plagas.

Las plagas de mayor importancia económica para el cultivo de fresa en son: 1) araña roja (*Tetranychus urticae*); 2) chinche ligus (*Lygus hesperus*); 3) trips occidental de la flor (*Frankliniella occidentalis*); 4) gusano del elote de maíz (*Helicoverpa zea*); y 5) gallina ciega (*Phyllophaga* ssp.). Durante los últimos años, *T. urticae* ha sido la principal plaga que afecta la planta de fresa debido a la disminución de los carbohidratos de la savia de las hojas, lo cual reduce el rendimiento, calidad y vigor de la planta (Klamkowski *et al.*, 2007).

Las plagas de ácaros en el cultivo de fresa se han hecho resistentes a los insecticidas y acaricidas químicos y además la peligrosidad de estos productos para la salud del hombre es más evidente, lo que está ocasionando la prohibición o la restricción del uso de un buen número de ellos. Ante la necesidad de implementar estrategias de buenas prácticas agrícolas, inocuidad, y certificaciones de productos libres de pesticidas en la gran mayoría de los

productos de exportación, hoy en día es necesario buscar nuevas estrategias para el control de las plagas del cultivo de fresa; por ejemplo, estudios sobre rotación de agroquímicos para no generar resistencia y combinación de otros agentes de control para el mismo fin.

A continuación se mencionan algunos métodos de control contra las poblaciones de araña roja (*Tetranychus urticae*).

4.7.1 Control cultural

Las variedades de fresas varían en su susceptibilidad a la infestación y en su tolerancia a la alimentación de los ácaros. Cuando el trasplante ocurre en el otoño, las variedades de día corto en general son menos tolerantes al alimentarse los ácaros que las variedades de día neutral, especialmente más tarde en la temporada de producción de la fruta. Cuando el trasplante ocurre en el verano, las variedades de día-corto son relativamente tolerantes al alimentarse de los ácaros (Zalom *et al.*, 2005).

Los ácaros de la fresa pueden ser trasladados fácilmente de un sitio a otro por los cosechadores, las abejas, los pájaros, y el equipo. Las plantas del vivero infestadas son la principal fuente de esta plaga en los plantíos anuales; asegúrese de plantar plantas de vivero no infestadas. Cuando se sabe que los trasplantes están infestados, trátelos en agua caliente a 44°C por 30 minutos antes de plantar. Evite plantíos de segundo año en zonas con problemas. Para retardar la diseminación de infestaciones, saque las plantas infestadas tan pronto como aparezcan los síntomas.

Asegúrese de que los trasplantes hayan recibido un enfriamiento (vernalización) adecuado y que reciban el riego y la fertilización adecuados, ya que estimula directamente el vigor de la planta (Zalom *et al.*, 2005).

Otros factores que pueden ser controlados y pueden usarse para mejorar el vigor de la planta son la preparación y fumigación del suelo, el uso de cobertura plástica de polietileno y el riego adecuado para prevenir daños por falta de agua. El control de polvo de los caminos también es importante para reducir las infestaciones de los ácaros. Las variedades y las prácticas culturales varían entre las regiones de producción. Y prevenga su introducción en campos de fresas siguiendo prácticas culturales buenas (Zalom *et al.*, 2005).

4.7.2 Control biológico

El control biológico puede interpretarse de tres formas:

- a) Como un campo de estudio en diferentes áreas, tales como Ecología de Poblaciones, Biosistemática, Comportamiento, Fisiología, y Genética;
- b) Como un fenómeno natural, casi todas las especies cuentan con enemigos naturales que regulan sus poblaciones; y
- c) Como una estrategia de control de plagas a través de la utilización de parasitoides, depredadores y patógenos.

Ventajas y desventajas;

El control biológico posee muchas ventajas (Summy y Frech 1988), como:

- 1) Poco o ningún efecto nocivo colateral
- 2) Casos raros de resistencia
- 3) Control de largo plazo
- 4) Elimina por completo o sustancialmente el uso de insecticidas
- 5) Relación beneficio/costo muy favorable
- 6) Evita plagas secundarias
- 7) No provoca intoxicaciones
- 8) Se puede usar como parte del Manejo Integrado de Plagas (MIP).

Entre las desventajas se tienen:

- 1) Ignorancia sobre los principios del método
- 2) Reducido apoyo económico
- 3) Escaso personal especializado
- 4) Poca disponibilidad
- 5) Problemas de uso con umbrales económicos bajos
- 6) Dificultad para aplicarlo en complejos de plagas
- 7) Los agentes de control biológico son susceptibles a los plaguicidas
- 8) Los enemigos naturales se incrementan con retraso en comparación a las plagas que atacan, por lo cual, no proveen la supresión inmediata que se obtiene con los insecticidas

- 9) Los resultados del control biológico no son tan espectaculares en el corto plazo como los insecticidas y por lo mismo, el agricultor tiene temor de perder su cosecha.

Dos especies de ácaros (arañas) que ocurren naturalmente y son depredadores de los ácaros del ciclamino son *Typhlodromus bellinus* y *T. reticulatus*, pero sus poblaciones aumentan muy lentamente para proveer control económico. Soltar poblaciones del ácaro depredador, disponible comercialmente, *Amblyseius californicus*, al inicio de la temporada, quizás pueda controlar este ácaro nocivo. No se ha visto que sea efectivo soltar poblaciones de *Amblyseius cucumeris*.

Se puede comprar ácaros depredadores, tales como *Phytoseiulus persimilis*, *Galendromus occidentalis*, *Amblyseius californicus*, y *Neoseiulus fallacis* para soltarlos. De los ácaros depredadores disponibles comercialmente, se usa más *Phytoseiulus persimilis* para suprimir las poblaciones de los ácaros tetránicos. Éste se alimenta agresivamente, se multiplica y se dispersa rápidamente. Sin embargo, saldrán del campo si las poblaciones de los ácaros tetránicos bajan a un nivel inadecuado para mantener la población de los depredadores (Zalom et al., 2005).

Se recomienda soltar los ácaros depredadores temprano en la temporada antes que las poblaciones de los ácaros tetránicos empiecen a aumentar o después de los tratamientos invernales contra los ácaros tetránicos hechos con el propósito de reducir las poblaciones que invernán. La aplicación de un acaricida con un residuo breve para reducir las poblaciones de ácaros tetránicos antes de soltar

depredadores puede mejorar el control biológico bajo algunas condiciones (Zalom *et al.*, 2005).

Después de soltar los ácaros depredadores, es importante monitorear las poblaciones de los ácaros tetránicos atentamente para evaluar la eficiencia de los ácaros depredadores en mantener los ácaros tetránicos por debajo de los niveles económicamente dañinos. Los insecticidas, acaricidas, y fungicidas que no son selectivos matarán a los depredadores.

Otros enemigos naturales incluyen la chinchita pirata (*Orius tristicolor*), una pequeña catarina negra (*Stethorus* spp.), un pequeño escarabajo vago negro (*Oligota oviformis*), las chinches ojonas (*Geocoris* spp.), las crisopas cafés (*Hemerobius* spp.), las crisopas verdes (*Chrysopa* spp.), el trips de seis manchas (*Scolothrips sexmaculatus*), la chinche damisela (*Nabis* spp.), la larva de una mosca cecidomyiid (*Feltiella acarivora*) y el ácaro depredador occidental (*Galendromus occidentalis*) (Zalom *et al.*, 2005).



Figura 13. Depredadores de araña roja; izquierda *Phytoseiulus persimilis*, derecha *Amblyseius californicus*.

4.7.2.1 Entomopatógenos

Los micoinsecticidas (productos formulados con hongos entomopatógenos) constituyen una pequeña fracción de los biopesticidas (Charnley 1997). Sin embargo, el incremento en el costo de producción de los pesticidas químicos, la resistencia desarrollada por las plagas y la presión que existe por reducir la contaminación en el ambiente han asegurado el creciente interés en estrategias alternativas para el manejo de plagas incluyendo los hongos entomopatógenos (Rodgers 1993, Thomas 1997, Butt *et al.* 2001).

Patogenecidad, virulencia y agresividad son conceptos muy comunes dentro del lenguaje de hongos entomopatógenos. La patogenicidad de hongos entomopatógenos está definida como la capacidad de un microorganismo para causar enfermedades (Shaner *et al.*, 1992), la virulencia, como el grado de patogenicidad con que un organismo mata o causa daño a un insecto hospedero específico en condiciones controladas (Aizawa, 1971; Bigler, 1989; Alves, 1986) y la agresividad como la habilidad de un patógeno para invadir a su hospedero (Shaner *et al.*, 1992). A menudo, los conceptos de agresividad, patogenicidad y virulencia son empleados como sinónimos en patología de insectos y se utilizan para indicar el nivel de enfermedad provocado por microorganismos. Se ha demostrado que existe una gran variabilidad en virulencia entre especies de hongos y entre cepas de un mismo hongo, ya que esta característica es gobernada por factores poligenéticos y condiciones ambientales.

El factor del ambiente que más puede afectar la persistencia de los entomopatógenos, es la luz solar. Las temperaturas presentes en la mayoría de los agroecosistemas, que varían entre 10 °C y 40 °C, no afectan adversamente a estos microorganismos. Para una buena esporulación, la humedad relativa (HR) debe ser superior al 80% (Ignoffo, 1992).

Las micosis (enfermedades causadas por los hongos) son comunes y ampliamente distribuidas en poblaciones de insectos plaga, pueden regular o causar una alta mortalidad en poblaciones de los insectos huéspedes, mediante epizootias espectaculares. Esto ilustra el potencial que los hongos tienen y estimula el desarrollo de diversos trabajos de investigación con fines de explotarlos como micoinsecticidas. Los hongos se encuentran asociados con insectos que viven en diversos hábitats, como el agua, suelo y partes aéreas (Carruthers y Hural 1990); por su particular manera de infección, los hongos son los principales microorganismos que infectan insectos chupadores como áfidos, mosquita blanca, escamas, chicharritas y chinches.

A diferencia de las bacterias y virus, los hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana* pueden infectar insectos no solo a través del intestino, sino también por los espiráculos y particularmente en forma directa por penetración del integumento. Esta propiedad es independientemente de los hábitos alimenticios del insecto.

El ataque de este hongo sobre el insecto huésped, se realiza en diferentes etapas divididas en: adherencia, germinación, diferenciación y penetración (Kouassi, 2001)

El primer paso se produce cuando el conidio se adhiere a la cutícula. Para ello es necesario el reconocimiento y compatibilidad (por ejemplo de enzimas y glicoproteínas) entre el conidio y las células del tegumento del insecto. Una vez que se haya adherido, inicia la germinación, que es dependiente de las condiciones que le pueda brindar el insecto y el ambiente. La diferenciación del hongo, inicia con la formación de un tubo germinativo, similar a un aprensorio, el cual ayuda a la penetración de la cutícula por actividad enzimática extracelular y presión mecánica. Este mismo facilita la invasión de la epidermis e hipodermis. Finalmente, se produce la invasión y proliferación de las hifas en el tracto digestivo. Este paso ocurre luego de la muerte del insecto, ocasionado por daño mecánico, desnutrición y toxicidad, y es cuando las hifas secretan un antibiótico (oosporina), que ataca las bacterias del intestino. Suprimidas las barreras inmunes del insecto, el hongo invade el tracto digestivo, se alimenta de su interior y lo momifica.

Según Pucheta Diaz *et al.* (2006), los hongos entomopatógenos tienen un gran potencial como agentes controladores, constituyendo un grupo con más de 750 especies, diseminados en el medio ambiente y provocando infecciones fungosas a poblaciones de artrópodos; Para López-Llorca y Hans-Börje (2001), entre los géneros más importantes están: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*,

Entomophthora, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium*, mientras que para la FAO (2003), los géneros de importancia son *Metarhizium*, *Beauveria*, *Paecilomyces*, *Verticillium*, *Rhizopus* y *Fusarium*.

Esta estrategia (microorganismos entomopatógenos) es incipiente en México, por lo que es necesario que centros de investigación, universidades públicas y sector privado concentren esfuerzos y recursos tanto humanos como económicos hacia el aislamiento, identificación, validación en campo y reproducción de cepas microbianas con actividad biocida contra plagas, ya que a nivel laboratorio se han reportados cepas promisorias de hongos como *Beauveria bassiana*, *Metarrizum anisopliae* y *Verticillium* spp. (Chandler *et al.* 2005)

Cuadro 3. Hongos entomopatógenos empleados en el control biológico.

GENERO	ESPECIE
<i>Metarhizium</i>	<i>M. anisopliae</i> ¹ <i>M. flavoviridae</i>
<i>Beauveria</i>	<i>B. bassiana</i> ⁴ <i>B. brongniartii</i> ¹ <i>B. tenella</i>
<i>Aschersonia</i> <i>Entomophthora</i> <i>Zoophthora</i> <i>Erynia</i> <i>Eryniopsis</i> <i>Akanthomyces</i> <i>Fusarium</i> <i>Hirsutella</i> <i>Hymenostilbe</i>	<i>A. aleyrodii</i> <i>Entomophthora</i> spp. <i>Zoophthora</i> spp. <i>Erynia</i> spp. <i>Eryniopsis</i> spp. <i>Akanthomyces</i> spp. <i>Fusarium</i> spp. <i>H. thompsonii</i> <i>Hymenostilbe</i> spp
<i>Paecilomyces</i>	<i>P. farinosus</i> <i>P. fumosoroseus</i> ¹ (<i>Isaria fumosoroseus</i>) ³ <i>P. tenuipes</i> <i>P. lilacinus</i>
<i>Lecanicillium</i> ² (<i>Verticillium</i>)	<i>L. lecanii</i> <i>L. longispoum</i> <i>L. muscarum</i> (<i>Verticillium lecanii</i>)
<i>Rhizopus</i> <i>Cordyceps</i> <i>Culicinomyces</i> <i>Lagenidium</i> <i>Nomuraea</i> <i>Gliocladium</i> <i>Pochonia</i>	<i>Rhizopus</i> spp. <i>Cordyceps</i> spp. <i>Culicinomyces</i> spp. <i>Lagenidium giganteum</i> <i>N. rileyi</i> <i>Gliocladium</i> spp. <i>P. chlamidiospora</i> ⁴ (<i>Verticillium chlamidiosporium</i>).

En tal contexto, puede ser de utilidad *Lecanicillium* (*Verticillium*) *lecanii*, hongo entomopatógeno de amplia distribución, que ocasiona epizootias de gran magnitud en ambientes cálidos y húmedos (humedad relativa encima de 80% y temperatura entre 20 a 25°C), en un amplio rango de hospederos: insectos de los órdenes Homoptera, Coleoptera, Diptera y Lepidóptera y ácaros de la familia Tetranychidae. Igualmente, *Beauveria bassiana*, otro hongo cosmopolita, que posee gran actividad entomopatógena contra diversas especies de insectos correspondientes a los órdenes Coleóptera, Lepidóptera, díptera, heteróptera, Homóptera y también contra los ácaros de la Familia *Tetranychidae*.

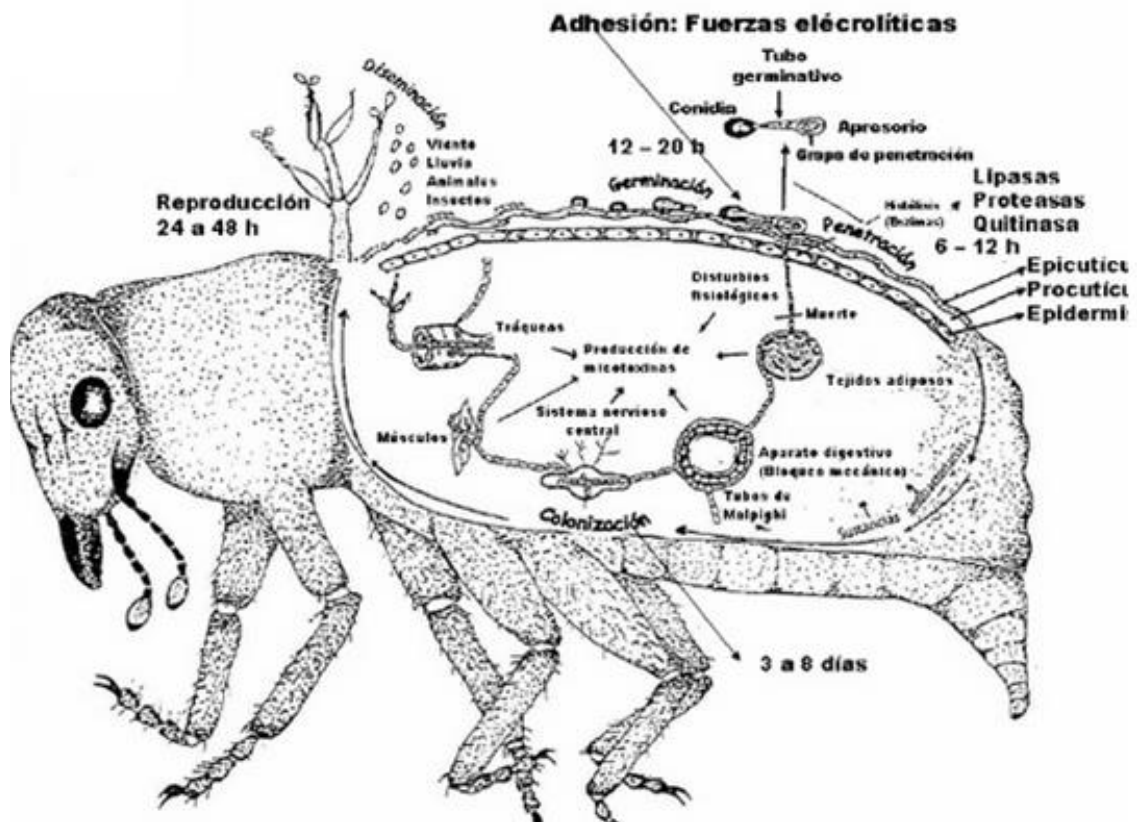


Figura 14. Mecanismo de infección de un entomopatógeno.

Pese a la variedad de géneros reconocidos como patógenos de plagas de artrópodos, mayoritariamente se han estudiado dos especies por su eficacia y facilidad de propagación, *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin y *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, cabe señalar que las especies antes mencionadas se han evaluado sobre sobre ácaros como *T. urticae*, ácaro de dos manchas (Lezama-Gutiérrez *et al.*, 2013).

La evaluación de los hongos entomopatógenos en condiciones controladas contra distintos parásitos presentan resultados favorables, por ejemplo, Klingen y Westrum (2007) mencionan que *M. anisopliae* ataca a ácaros plagas tales como *T. urticae* infestando la superficie del ácaro hasta causarle la muerte a un organismo e incluso a una población entera del ácaro, lo cual resulta importante por que dicha plaga ataca a cultivos agrícolas de gran importancia comercial, tales como la fresa (*Fragaria x annanasa*) Duch (fresa) (Santi *et al.*, 2009; Vega *et al.*, 2009; Lezama-Gutiérrez *et al.*, 2013).

4.7.3 Control orgánico (extractos vegetales de uso agrícola)

Los insecticidas botánicos a lo largo del tiempo se han promocionado como una alternativa atractiva a los insecticidas químicos sintéticos para el control de plagas porque representan supuestamente una amenaza para el medio ambiente o para la salud humana. El cuerpo de la literatura científica que documenta la bioactividad de los derivados de las plantas a las plagas de artrópodos sigue creciendo, sin embargo, sólo un puñado de ingredientes botánicos se utilizan

actualmente en la agricultura este mundo industrializado, y hay pocas perspectivas de desarrollo comercial de nuevos productos botánicos.

Una serie de sustancias de la planta se ha considerado para el uso como antialimentadores o repelentes de insectos, pero aparte de algunos repelentes de mosquitos naturales, poco éxito comercial ha surgido de sustancias vegetales que modifican el comportamiento de artrópodos. Varios factores parecen limitar el éxito de los botánicos, la mayoría de las barreras regulatorias y en particular la disponibilidad de productos de la competencia (nuevos materiales sintéticos, productos de fermentación, microbios) que son rentables y relativamente seguro en comparación con sus predecesores. En el contexto del manejo de plagas agrícolas, los insecticidas botánicos son los más adecuados para su uso en la producción de alimentos orgánicos en los países industrializados, pero pueden jugar un papel mucho más importante en la producción y protección poscosecha de los alimentos en los países en desarrollo.

4.7.3.1 Nim (azadirachtina)

El nim *Azadirachta indica* A. Juss, cuyo principal compuesto activo es la azadirachtina, es un tetranortriterpenoide aislado de las semillas (Rembold, 1989), presenta elevada acción insecticida y acaricida, bajísima toxicidad al hombre y animales domésticos, selectividad a los enemigos naturales y no agrede al ambiente (Castagnoli et al., 2000; El-Gengaihi et al., 2000; Mourão et al., 2004). Otros limonoides (grupo de tetranortriterpenoides), además de la azadirachtina, fueron aislados del árbol de nim, incluyendo la solanina, 14-

epoxiazadiradiona, melantriol, nimbidina, nimbina, melianona, gedunina, nimbolina, ninbinem, deacetilsalanina, azadiractol, azadirona, vilosinina, meliacarpina.

Esas sustancias presentan efectos múltiples sobre artrópodos como: inhibición de la alimentación, repelencia, disminución de la oviposición, interrupción del desarrollo de la ecdisis y reducción de la fertilidad, fecundidad y mortalidad (Dimetry et al., 1993; Castiglioni et al., 2002, Martínez, 2002), y selectividad a los enemigos naturales (Mansour et al., 1993; Spollen y Isman, 1996; Momen et al., 1997; Schmutterer, 1997; Brito et al., 2006; Soto et al., 2011). Una característica importante de productos derivados del nim es que ellos poseen, además de la acción de contacto, acción sistémica y translaminar (Venzon *et al.*, 2005).

Es posible seleccionar dosis de los productos que sean eficientes para el control de la plaga y que no afecten negativamente algunas especies de enemigos naturales. En trabajo realizado por Soto *et al.*, (2011) se verificó la compatibilidad del uso de productos a base de nim (Neem Pro, Organic Neem y Natuneem) y el predador *P. macropilis*, por medio de la aplicación de dosis selectivas a ese predador. La aplicación conjunta de los productos y la liberación del predador presentaron mayores niveles de control de *T. urticae* en plantas de fresa diez días después de la aplicación de los productos, presentándose un incremento de la población de *P. macropilis*}).

4.7.3.2 Ajo (Dialil–disulfito)

El extracto de ajo, *Allium sativum* L., posee varios compuestos organosulfurados con actividad insecticida, entre ellos el principal es el dialil-disulfito (Thomas y Callaghan, 1999). Los extractos de ajo son insecticidas de amplio espectro de acción, por lo tanto, presentan baja selectividad a los enemigos naturales, lo que limita su uso (Olkowski *et al.*, 1995). Existen productos comerciales a base de ajo para el control de algunas plagas, siendo recomendado como repelente, insecticida, acaricida, nematocida, fungicida, garrapaticida y antibactericida (Prakash y Rao, 1997).

4.7.3.3 Pimientas y chile (Piperinas y capsaicina)

El extracto de pimientas del género *Piper* (*Piperaceae*), como la pimienta, presenta una serie de amidas, siendo la más común la piperina. Estas sustancias actúan como neurotoxinas, afectando las funciones del sistema nervioso central y causando rápidamente la parálisis del insecto (Scott *et al.*, 2002). Las piperinas son también inhibidoras del citocromo P450, actuando como sinergistas, además presenta baja toxicidad a mamíferos (Scott *et al.*, 2002). Los extractos acetónicos y metanólicos de *Piper nigrum* en concentraciones de 20 mg/ mL causaron 90% de mortalidad a *Sitotroga cerealella* (*Lepidoptera: Gelechiidae*), con efectos residuales hasta de 90 días (Boff y Almeida, 1995). Otras especies de pimientas del género *Capsicum*, cuyo principal principio activo es la *capsaicina*, presentan efecto neurotóxico, y han sido usadas contra ácaros y pulgones (Szallasi y Blumberg, 1999).

4.7.4 Control químico

Si el crecimiento de las poblaciones de ácaros no es disminuido por sus enemigos naturales y prácticas culturales es necesario recurrir al control químico, para lo cual se debe seleccionar cuidadosamente un acaricida que de preferencia sea selectivo (Vázquez, 2006).

Es frecuente que en los tratamientos fitosanitarios se mezclen dos o más productos, bien sea para controlar más de una plaga o para ahorrar tiempo, mano de obra, combustible de maquinaria, número de entradas en la parcela y agua. Puede que la mezcla no tenga ninguna repercusión y los productos funcionen como si se aplicaran por separado (efecto aditivo). Puede ocurrir también que la mezcla dé lugar a un efecto mucho mayor que la suma de los productos por separado (efecto sinérgico). Así mismo también puede ser que el efecto sea menor a la suma (efecto antagonista)(Cervera y Malangón, s/f).

4.8 Monitoreo del ácaro de la fresa

El monitoreo debe hacerse frecuentemente, desde el inicio de la plantación, tanto a nivel de follaje como a nivel de frutas. Cuando la infestación inicia, las plantas con ácaros deben eliminarse y enterrarse fuera del campo para retardar la diseminación de la plaga. Cuando en el monitoreo se detecta que se ha llegado al nivel crítico ya no se debe eliminar plantas, sino proceder al tratamiento con acaricidas, utilizándolos en forma rotativa. Se debe tener presente que las frutas obtenidas de plantas infestadas de ácaros son más pequeñas de lo normal y las semillas están resaltadas (FHIA, 2007).

Procedimiento para el monitoreo según FHIA (2007):

1. Para lotes de una hectárea o menos, se recomienda dividir el lote, imaginariamente, en cuatro cuadrantes y coleccionar muestras representativas de 10 hojas (hojas tiernas) en el centro de todo el lote y en el centro de cada cuadrante (Figura 15), manteniendo separados los cinco grupos de muestras en bolsas plásticas debidamente rotuladas (centro, cuadrante 1, cuadrante 2, etc.).
2. Usando la lupa de 10x, buscar en la vena central del folíolo central de cada hoja coleccionada para determinar la presencia de ácaros.
3. Registrar el número de hojas con ácaros en cada grupo, esto permitirá determinar si la población de ácaros está distribuida uniformemente o si hay zonas con mayor o menor población.

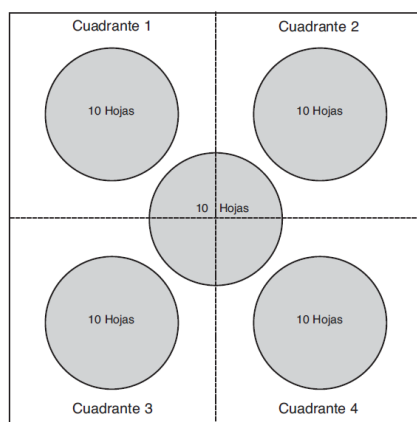


Figura 15. Diagrama de la distribución de muestras de follaje para monitoreo del ácaro de la fresa.

Se recomienda la aplicación de un acaricida cuando se encuentren ácaros en el 10% o más de las hojas recolectadas (5 hojas infestadas de 50 recolectadas).

Se debe realizar el monitoreo en hojas de la parte media de la planta, mediante la evaluación del envés de la hoja con una lupa de mano para contar el número de ácaros. El umbral económico establecido es un promedio de cinco ácaros por hoja (Zalom, 2010). Los umbrales de tratamiento pueden variar un poco dependiendo de la ubicación, el tiempo de la temporada, la variedad, el vigor general de la planta, el potencial de rendimiento y la disponibilidad de un acaricida eficaz (Zalom, 2010).

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Ubicación del sitio experimental

El estudio se realizó en el mes de Enero de 2015 en una parcela comercial, con el cultivo de fresa variedad Festival, propiedad del señor Emilio Salinas Vázquez, ubicada en los terrenos de la ex - hacienda de Xalpatlaco, en el municipio de Atlixco, Puebla.



Figura 16. Localización del municipio de Atlixco, Puebla.

El municipio de Atlixco se localiza en la parte centro Oeste del estado de Puebla. Tiene una altitud promedio de 1840m sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son los paralelos 18° 49` 30" y 18° 58` 30" de latitud norte y los meridianos 98° 18` 24" y 98° 33` 36" de longitud occidental.

Sus principales características son;

- El municipio está situado en un valle.
- Presenta dos variantes de clima: templado y cálido con lluvias en verano
- La temperatura media anual va de 16.1 a 21.8° C



Figura 17. Localización de área de trabajo, en el municipio de Atlixco, Puebla.

5.2 Tecnología del sistema de producción

El sistema de producción en el que se desarrolló la investigación es de mediana tecnología. La irrigación es mediante riego de goteo, utilizando acolchado sobre las camas donde se desarrolla el cultivo. Su rendimiento promedio esperado es de 30 a 40 toneladas por ciclo, dependiendo el medio y manejo. El periodo de producción desde finales de Octubre hasta el mes de Mayo.



Figura 18. Sistema de producción, mediana tecnología del cultivo de fresa (Fotografía; Salinas, 2015).

5.3 Plaga (s) objetivo

Araña roja (*Tetranychus urticae*), en el cultivo de fresa.



Figura 19. Araña roja (*Tetranychus urticae*),

5.4 Diseño experimental

Los tratamientos fueron alojados en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones, cada unidad experimental fue de 3 surcos de 1.40 m. de ancho por 5.5 m de largo para un total de 23.1 m² y de 69.3 m² total por tratamiento. La parcela útil fue el surco central dejando 0.5 m en cada extremo.

Los tratamientos fueron distribuidos de manera aleatoria en cada uno de los bloques como se muestra en la Figura 20.

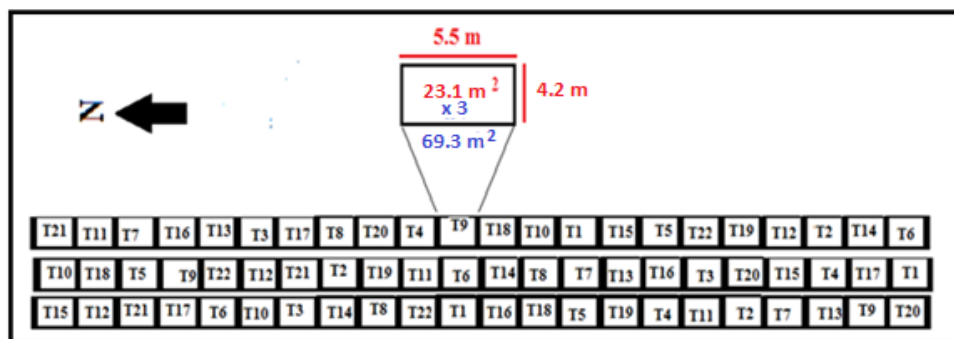


Figura 20. Distribución de los tratamientos del área experimental

5.5 Aplicaciones

Las aplicaciones de tratamientos se iniciaron una vez detectados individuos móviles (ninfas o adultos) de ácaros en el cultivo. Se realizaron cuatro aplicaciones a intervalo de 7 días. Para realizar la aplicación de tratamientos se utilizó una aspersora de mochila motorizada con dos varillas y dos puntas en sus extremos de boquillas de abanico, la cual se calibro dando un gasto de $1300 \text{ L}^* \text{ ha}^{-1}$.



Figura 21. Material y equipo para la aplicación de los tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).



Figura 22. Preparación y aplicación de los distintos tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).

5.6 Tratamientos a evaluados

Cuadro 4. Tratamientos evaluados.

#	PRODUCTOS	INGREDIENTES ACTIVOS	DOSIS
1	OBERON®	<i>spiromesifen</i>	1 L·ha ⁻¹
2	OBERON SPEED®	(<i>Spiromesifen</i> + abamectina)	1 L·ha ⁻¹
3	ENVIDOR®	spirodiclofen	1 L·ha ⁻¹
4	ENVIDOR SPEED®	(Spirodiclofen +abamectina)	1 L·ha ⁻¹
5	MAGISTER®	fenazaquin	1 L·ha ⁻¹
6	VOLIAM TARGO®	(Chlorantraniliprole +abamectina)	1 L·ha ⁻¹
7	ECO´AZ®	<i>Allium sativum</i>	2 L·ha ⁻¹
8	L´ECOMIX®	<i>Allium sativum</i> + <i>Capsicum spp</i>	1.5 L·ha ⁻¹
9	ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	5 cepas de hongos entomopatógenos (C5)	1.5 L·ha ⁻¹
10	AGRIMEC®	abamectina	1 L·ha ⁻¹
11	OBERON SPEED®(1) + ECO´AZ®(2)	(<i>spiromesifen</i> + abamectina) + (<i>Allium sativum</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 2 L·ha ⁻¹
12	OBERON SPEED®(1) + L´ECOMIX®(2)	(<i>spiromesifen</i> + abamectina) + (<i>Allium sativum</i> + <i>Capsicum spp</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
13	ENVIDOR SPEED®(1) + ECO´AZ®(2)	(spirodiclofen + abamectina) + (<i>Allium sativum</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 2 L·ha ⁻¹
14	ENVIDOR SPEED®(1) + L´ECOMIX®(2)	(spirodiclofen + abamectina) + (<i>Allium sativum</i> + <i>Capsicum spp</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
15	VOLIAM TARGO®(1) + ECO´AZ®(2)	(chlorantraniliprole + abamectina) + (<i>Allium sativum</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 2 L·ha ⁻¹
16	VOLIAM TARGO®(1) + L´ECOMIX®(2)	(chlorantraniliprole + abamectina) + (<i>Allium sativum</i> + <i>Capsicum spp</i>)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
17	OBERON®(1) +ENTOMAXX 5 ^{x2} ®(2)	(<i>Spiromesifen</i>) + (5 cepas de hongos entomopatógenos)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
18	ENVIDOR®(1) + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®(2)	(Spirodiclofen) + (5 cepas de hongos entomopatógenos)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
19	MAGISTER®(1) + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®(2)	(Fenazaquin) + (5 cepas de hongos entomopatógenos)	1 L·ha ⁻¹ - 1.5 L·ha ⁻¹
20	ENTOMAXX 5 ^{x2} ®(1) + ECO´AZ®(2)	(5 cepas de hongos entomopatógenos) + (<i>Allium sativum</i>)	1.5 L·ha ⁻¹ - 2 L·ha ⁻¹
21	ENTOMAXX 5 ^{x2} ®(1) + L´ECOMIX®(2)	(5 hongos entomopatógenos)+ (<i>Allium sativum</i> + <i>Capsicum spp</i>)	1.5 L·ha ⁻¹ -1.5 L·ha ⁻¹
22	TESTIGO ABSOLUTO		

(1) Productos aplicados el primer día y a los 21 días; (2) Productos aplicados a los 7 días y los 28 días;
(C5) Cite cuadro 5 para ver la composición específica del producto ENTOMAXX 5^{x2}®.; # Número del tratamiento.



Figura 23. Colaboración del señor Emilio Salinas Vázquez en los trabajos de investigación.



Figura 24. Etiquetado de las distintas parcelas experimentales.

5.6.1 Productos evaluados

5.6.1.1 Biológicos

5.6.1.1.1 ENTOMAXX 5^{X2}®

Es un complejo insecticida Biológico-Botánico, único en su tipo. Está elaborado a base de 5 cepas de hongos entomopatógenos, los cuales ofrecen un amplio espectro de acción sobre las principales plagas de insectos chupadores y herbívoros. Además contiene aceites vegetales de cedro, neem, higuera, ajonjolí y terpenos de cítricos (GreenCorp Biorganiks de México, S.A. De C.V., 2015).

Este producto se basa en el mecanismo de acción de los entomopatógenos sobre el hospedero, pero con un arsenal bioquímico diferente y a la vez complementario para proveer el producto de una acción más diversa y amplio espectro, ante la

eventual presencia de varias plagas a la vez, lo cual es muy común en la mayoría de los cultivos. Su acción es biológica y botánica, efectivo contra el ataque de distintas plagas en conjunto. Parasita y combate plagas por contacto y por acción sistémica (GreenCorp Biorganiks de México, S.A. De C.V., 2015).

Cuadro 5. Información de la composición de ENTOMAXX 5X2 ®

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos	
Concentrado de conidios de:	
<i>Beauveria bassiana</i> (1x10 ⁷ ufc/ml)	20.00%
<i>Nomurea rileyi</i> (1x10 ⁷ ufc/ml)	10.00%
<i>Metarhizium anisopliae</i> (1x10 ⁷ ufc/ml)	15.00%
<i>Verticillium lecanii</i> (1x10 ⁷ ufc/ml)	10.00%
<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (1x10 ⁷ ufc/ml)	15.00%
Concentrado oleico-activo múltiple	15.00%
Agentes emulsificantes	15.00%
Dosis recomendada:	1.5 L· ha ⁻¹

5.6.1.2 Orgánicos

5.6.1.2.1 EcoA-Z® (*Allium sativum*)

Es un repelente natural de ácaros fitófagos (*Tetranychus urticae*), elaborado principalmente a partir de ingredientes activos de alta concentración y pureza presente en la familia Liliacea (*Allium sativum*) (Ecoflora Agro, 2015).

El efecto repelente protege el cultivo del establecimiento de poblaciones de ácaros fitófagos y el daño causado por estos, gracias a sus efectos de antialimentación y antioviposición (Ecoflora Agro, 2015).

Es muy eficaz para el manejo preventivo de nemátodos (*Meloidogyne sp.*, *Paratylenchus sp.* y *Pratylenchus sp.*) y ácaros fitófagos. Es amigable con los ácaros benéficos, ideal para incluir en programas de control biológico (Ecoflora Agro, 2015).

Cuadro 6. Información de la composición de EcoA-Z®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
Extracto de ajo (<i>Allium sativum</i>).	99.0%
Ingredientes inertes:	1.0%
Dosis recomendada:	1-2 L· ha ⁻¹

5.6.1.2.2 L'EcoMix® (*Allium sativum* y *Capsicum spp.*)

Es un repelente e insecticida natural formulado a partir de una mezcla de acción sinérgica de plantas de las familias *Allium sativum* (Liliaceae) y *Capsicum spp* (Solanaceae) (Ecoflora Agro, 2015).

Es un bioinsumo efectivo para el manejo de plagas como minadores (*Liriomyza sp.*), mosca blanca o palomilla (*Trialeurodes sp.*, *Bemisia sp.*), *Prodipliosis sp.* Aunque no es recomendado para el manejo de ácaros, se puede usar como repelente de los mismos (Ecoflora Agro, 2015).

Es el producto ideal para programas de manejo integrado de plagas pues las hace más susceptibles a factores externos y aumenta su vulnerabilidad frente a diversas herramientas de manejo como cintas trampa, aspiradoras, productos biológicos y químicos de acción por contacto. Su uso continuo puede disminuir la necesidad de uso de adulticidas de síntesis química pues su acción repelente y

deterrente previene la alimentación y oviposición de los adultos, rompiendo así el ciclo biológico del insecto (Ecoflora Agro, 2015).

Cuadro 7. Información de la composición de L'EcoMix®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
Extractos de ajo (<i>Allium sativum</i>).	3.0%
Extractos de chile (<i>Capsicum spp</i>).	0.4%
Ingredientes Inertes Sinergizantes:	96.6%
Dosis recomendada:	2-3 L· ha ⁻¹

5.6.1.3 Químicos

5.6.1.3.1 OBERON® SC 240 (spiromesifen)

Del grupo químico Ketoenol, ácido tetrónico con actividad insecticida y acaricida por contacto, no sistémico, presentado en forma de suspensión concentrada para aplicar en pulverización foliar. Resulta efectivo en el control de ninfas de escarabajo (sin efecto frente adultos) y en el de huevos, ninfas y hembras adultas, sin efecto sobre machos adultos, de diversos grupos de ácaros (Bayer CropScience, 2014).

Es un insecticida-acaricida perteneciente al grupo químico de los derivados del ácido tetrónico. Interfiere con la biosíntesis de lípidos, afectando el desarrollo y fecundidad de la mosca blanca y ácaros. Por lo tanto su Mecanismo de Acción en el insecto inhibe la biosíntesis de los lípidos (LBI), lo que interrumpe su fisiología y su metabolismo, como consecuencia pierde la capacidad de crecer y mudar así como ovipositar, en caso de huevos no logran eclosionar por la ausencia de biosíntesis de lípidos (Bayer CropScience, 2014).

Cuadro 8. Información de la composición de OBERON®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
Spiromesifen: 3-Mesitil-2-oxo-1-oxaspirol	23.1%
[4,4]non-3-en-4-il 3,3-dimetilbutirato	(Equivalente a 240 g de I.A./L)
Ingredientes inertes:	76.9%
Dosis recomendada:	0.9-1.2 L· ha ⁻¹

5.6.1.3.2 ENVIDOR® (Spirodiclofen)

Del grupo químico Ketoenol, con actividad insecticida y acaricida por contacto, con ligero efecto traslaminar, presentado en forma de suspensión concentrada para aplicar en pulverización foliar. Actúa por contacto sobre todos los estados de desarrollo de ácaros, incluyendo huevos. Es efectivo tanto en aplicaciones tempranas o preventivas como también durante toda la temporada con presencia de poblaciones mayores de la plaga (Bayer CropScience, 2014).

Es un insecticida-acaricida perteneciente al grupo químico de los derivados del ácido tetrónico. Interfiere con la biosíntesis de lípidos, afectando el desarrollo y fecundidad de la mosca blanca y ácaros. Por lo tanto su Mecanismo de Acción en el insecto inhibe la biosíntesis de los lípidos (LBI), lo que interrumpe su fisiología y su metabolismo, como consecuencia pierde la capacidad de crecer y mudar así como ovipositar, en caso de huevos no logran eclosionar por la ausencia de biosíntesis de lípidos (Bayer CropScience, 2014).

Cuadro 9. Información de la composición de ENVIDOR®.

COMPOSICIÓN	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
Spirodiclofen: 3-(2,4-diclorofenil)-2-oxo-1-oxaspiro [4,5]dec-3-en-4-il 2,2-dimetilbutanoato	22.3%
	(Equivalente a 240 g de I.A./L)
Ingredientes inertes:	77.7%
Dosis recomendada:	0.5-1 L· ha ⁻¹

5.6.1.3.3 MAGÍSTER® 200 SC (Fenazaquin)

Es un insecticida y acaricida de contacto e ingestión. Formulado como suspensión concentrada. Su Ingrediente activo: Fenazaquin, conteniendo 200 gramos de i.a./litro. Pertenece al grupo químico de las Quinazolininas. Efectivo control sobre todos los estados inmaduros y adultos de ácaros fitófagos y también muestra supresión sobre oviposiciones. Presenta un rápido efecto de derribe, alrededor de 4 a 6 horas (DEAQ, 2014).

Su mecanismo de acción es sobre el flujo de electrones en las mitocondrias (ITEM), provocando una rápida paralización de la plaga. Es un producto poco persistente en suelo, con una vida media de 4 días y no se moviliza en el mismo. No le afecta la temperatura al momento de la aplicación. Por su amplio espectro, combate el complejo de ácaros y mosquita blanca, al mismo tiempo (DEAQ, 2014).

Cuadro 10. Información de la composición de MAGÍSTER® .

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
Fenazaquin: 4-tert-butilfenetil quinazolina-4-il éter	18.32 % (Equivalente a 200 g de I.A./L)
Ingredientes inertes:	81.68 %
Dosis recomendada:	0.5-1 L · ha ⁻¹

5.6.1.3.4 AGRIMEC® 1.8% CE (ABAMECTINA)

Tiene como ingrediente activo a la abamectina, la cual controla ácaros e insectos fitófagos. Este producto tiene actividad translaminar, al ser aplicado apropiadamente penetra en el tejido de las hojas formando un depósito de

ingrediente activo, proporcionando una actividad residual contra las plagas que se alimentan del follaje las cuales son afectadas al ingerir el producto (Syngenta México, 2013).

Requiere ser aplicado con buena cobertura y con la adición de un surfactante que favorezca la penetración en las hojas (evite el uso de etiquetas o adherentes) (Syngenta México, 2013).

Su mecanismo de acción es que estimula la liberación del neurotransmisor provocando que el flujo de iones de cloro interfieran con los impulsos nerviosos de las células ocasionando que los insectos no se alimenten y se paralicen.

En fresa: Aplique cuando las poblaciones de ácaros alcancen un umbral de 5 estadios móviles por foliolo y repita cuando se vuelva a alcanzar este umbral. Asegure una cobertura total. No exceda de 1,000 L de agua/ha y evite el escurrimiento o goteo. Use las dosis mayores en infestaciones altas. Para el caso de Ácaro de dos manchas, realice 2 aplicaciones al follaje a intervalos de 10 días en fructificación. Utilice un volumen de aplicación de 450 L/ha. No aplique más de 2 L/ha por ciclo de cultivo (Syngenta México, 2013).

Cuadro 11. Información de la composición de AGRIMEC®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	
abamectina (avermectina): Mezcla de avermectinas B1; conteniendo no más del 80% de avermectina B1a y no menos del 20% de avermectina B1b.	1.8 % (Equivalente a 18 g/L a 20°C)
Ingredientes inertes:	98.2 %
Dosis recomendada:	0.5-1 L·ha ⁻¹

5.6.1.3.5 Voliam Targo ®

Es un insecticida foliar de amplio espectro que contiene dos ingredientes activos con distinto modo de acción, la abamectina, que estimula la liberación del neurotransmisor provocando que el flujo de iones de cloro interfieran con los impulsos nerviosos de las células ocasionando que los insectos no se alimenten y el clorantraniliprol, que pertenece al grupo de las diamidas antranilicas, que activa el receptor Ryanodina generando una liberación descontrolada de calcio y paralizando los músculos de los insectos (Syngenta, 2011).

Cuadro 12. Información de la composición de Voliam Targo®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos: clorantraniliprol+abamectina	1.72 % abamectina + 4.3 % clorantraniliprol (Equivalente en g /L pf: 18 g ia/L de abamectina+ 45 g ia/L clorantraniliprol)
Ingredientes inertes:	93.98%
Dosis recomendada:	0.6-1 L· ha ⁻¹

5.6.1.3.6 OBERON SPEED® 240 SC

Es un insecticida compuesto por dos ingredientes activos complementarios. Uno actúa inhibiendo la síntesis de lípidos, mientras que el otro actúa como potente inhibidor de la transmisión de señales neuromusculares, efecto que paraliza al insecto (DEAQ, 2015).

Cuadro 13. Información de la composición OBERON SPEED®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos: Spiromesifen + Abamectina: Avermectin B1a y B1b	21.57% Spiromesifen + 1.08% Abamectina: (Equivalente a 228.6 g de I.A./L + 11.4 g de I.A./L)
Ingredientes inertes:	77.35%
Dosis recomendada:	0.6-1 L· ha ⁻¹

5.6.1.3.7 Envidor Speed® SC

Envidor Speed reúne el efecto duradero y la persistencia del spiroticlofen, con el rápido efecto inicial de la abamectina, ofreciendo un excelente control de las principales especies de ácaros en todas sus etapas de desarrollo, incluidos huevos, estados inmaduros y adultos femeninos; por lo cual es ideal para el control de poblaciones mixtas de ácaros (Bayer CropScience Perú, 2015).

Cuadro 14. Información de la composición Envidor Speed®.

COMPOSICION	ESPECIFICACIONES
Ingredientes Activos:	(Spiromesifen 228.6 + Abamectine 11.4 g/L)
Spiromesifen/Abamectine)	
Ingredientes inertes:	-----
Dosis recomendada:	0.6-1 L · ha ⁻¹

5.7 Variables a evaluar

5.7.1 Número de individuos (adultos y ninfas)

Método de muestreo, tamaño de muestra y frecuencia de evaluaciones

Se efectuó una pre-evaluación para detectar individuos de la plaga específica y ver en que densidad se encontraban antes de la aplicación de los tratamientos. Posteriormente, se realizaron evaluaciones visuales utilizando una lupa de campo de 10 X para determinar el efecto del producto en el control de la plaga objetivo a los 6 días después de cada aplicación.



Figura 25. Evaluación de los distintos tratamientos (Fotografía; Salinas, 2015).

Para evaluar las poblaciones de ácaros después de cada tratamiento se tomaron 2 plantas al azar dentro de cada parcela útil, tomando una hoja al azar ubicada en el porte medio de cada planta; se revisó principalmente el envés de dicha hoja y se registró el número de individuos móviles (adultos y ninfas) por campo de lupa de 9 cm² por hoja.



Figura 26. Evaluación por campo de lupa (Fotografía; Salinas, 2015).

5.7.2 % Efectividad biológica en el control de ácaros, en el cultivo de fresa.

Para evaluar la efectividad de los productos, se ocupó la fórmula de Abbott (1925):

$$\%Ef = \frac{Cd - Td}{Cd} * 100$$

Dónde:

% Ef = Eficacia biológica

Cd = Infestación en parcela testigo absoluto después de la aplicación

Td = Infestación en parcela tratada después de la aplicación



Figura 27. Área atacada por *T. urticae* (Fotografía; Salinas, 2015).

5.7.3 % fitotoxicidad al cultivo (en caso de existir).

El efecto fitotóxico de los tratamientos se evaluó únicamente de manera visual utilizando el sistema europeo, sin realizar un análisis estadístico con la escala de puntuación EWRS (Cuadro 15).

Cuadro 15. Escala de puntuación EWRS para evaluar el efecto fitotóxico.

Valor	Efecto sobre el cultivo	% de Fitotoxicidad al cultivo
1	Sin efecto	0.0 - 1.0
2	Síntomas muy ligeros	1.0 - 3.5
3	Síntomas ligeros	3.5 - 7.0
4	Síntomas que no se reflejan en el rendimiento	7.0 – 12.5
5	Daño medio	12.5 – 20.0
6	Daños elevados	20.0 – 30.0
7	Daños muy elevados	30.0 – 50.0
8	Daños severos	50.0 – 99.0
9	Muerte completa	99.0 – 100.0

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Evaluación previa

Cuadro 16. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* en la evaluación previa, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
16 VOLIAM TARGO® + L'ECOMIX®	5.167	a	-----
15 VOLIAM TARGO® + ECO'AZ®	4.900	a	-----
3 ENVIDOR®	4.00	a	-----
10 AGRIMEC®	2.500	a	-----
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	2.333	a	-----
12 OBERON SPEED® + L'ECOMIX®	2.167	a	-----
11 OBERON SPEED® + ECO'AZ®	2.167	a	-----
8 L'ECOMIX®	2.167	a	-----
19 MAGISTER® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	2.167	a	-----
2 OBERON SPEED®	2.00	a	-----
20 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + ECO'AZ®	2.00	a	-----
4 ENVIDOR SPEED®	1.833	a	-----
22 TESTIGO ABSOLUTO	1.667	a	-----
1 OBERON®	1.333	a	-----
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.333	a	-----
5 MAGISTER®	1.167	a	-----
13 ENVIDOR SPEED® + ECO'AZ®	0.833	a	-----
9 ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	0.833	a	-----
7 ECO'AZ®	0.833	a	-----
14 ENVIDOR SPEED® + L'ECOMIX®	0.833	a	-----
21 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + L'ECOMIX®	0.833	a	-----
6 VOLIAM TARGO®	0.500	a	-----
P>F (ANOVA)	0.1201		

Se realizó un muestreo previo a la primera aplicación, esto con el fin de ver como se encontraba la población de la plaga araña roja. Al realizar el ANOVA con los datos obtenidos nos muestra que no hay diferencias estadísticamente significativas. Y se corrobora con la prueba de comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), lo cual nos dice que la distribución de la plaga es estadísticamente homogénea (Cuadro16). Esto se pudo deber a que hubo poblaciones bajas de arañas rojas, debido a aplicaciones previas de acaricidas hechas por el productor.

Sin embargo, numéricamente los datos muestran que en el área de algunos tratamientos ya se sobrepasa el umbral económico establecido de un promedio de cinco ácaros por hoja (Zalom, 2010). Y además de que se encontraron ácaros en más del 10% de las hojas muestreadas. Por lo tanto se inició la aplicación de los tratamientos.

6.2 Aplicaciones de solo un producto formulado

6.2.1 Primera evaluación

En el ANOVA de la primera evaluación, indicó que no hay diferencia significativa ($P = 0.0522$). Mientras que en la prueba de comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), se observó lo contrario, dado que se presentaron diferencias estadísticas significativas de los tratamientos con respecto al testigo, pero no entre los tratamientos (Cuadro17).

Cuadro 17. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la primera evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

	Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22	TESTIGO ABSOLUTO	4.6667	a	0
7	ECO´AZ®	2.8333	ab	39.29
8	L´ECOMIX®	2.3333	ab	50.01
9	ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.8333	ab	60.72
4	ENVIDOR SPEED®	1.6667	ab	64.29
6	VOLIAM TARGO®	1.5000	ab	67.86
1	OBERON ®	1.3333	ab	72.14
3	ENVIDOR®	1.3333	ab	72.14
10	AGRIMEC®	1.1667	ab	75.00
2	OBERON SPEED®	1.0000	b	78.57
5	MAGISTER ®	0.6667	b	85.71
P>F (ANOVA)		0.0522		

En las diferencias estadísticas significativas con respecto al testigo en la primera evaluación, sobresalen como los mejores tratamientos 2 (OBERON SPEED®) y el 5 (MAGISTER ®), los cuales presentaron el menor número de individuos móviles, 1.0000 y 0.6667 respectivamente.

6.2.2 Segunda evaluación

En el ANOVA de la segunda evaluación, muestra que hay diferencias significativas ($P = 0.0004$). De la misma manera se muestran en la prueba de comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde las diferencias son de los tratamientos con respecto al testigo. Además también se observó un pequeño grupo que no mostraron diferencia estadística significativa con el testigo, los cuales fueron el 8 (L´ECOMIX®) y el 7 (ECO´AZ®) al presentar una población semejante, por lo tanto fueron los de menor eficacia. Mientras que los mejores, al presentar el menor número de individuos móviles fueron el tratamiento 4

(ENVIDOR SPEED®) con 0.833 individuos y los tratamientos 5 (MAGISTER ®) y 2 (OBERON SPEED®) registrando 1.000 individuos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la segunda evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

	Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22	TESTIGO ABSOLUTO	6.500	a	0
8	L'ECOMIX®	4.000	ab	38.46
7	ECO'AZ®	3.333	ab	48.72
9	ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.000	b	69.23
6	VOLIAM TARGO®	1.667	b	74.35
10	AGRIMEC ®	1.333	b	79.49
3	ENVIDOR®	1.333	b	79.49
1	OBERON ®	1.167	b	82.05
2	OBERON SPEED®	1.000	b	84.62
5	MAGISTER ®	1.000	b	84.62
4	ENVIDOR SPEED®	0.833	b	87.18
P> F (ANOVA)		0.0004		

6.2.3 Tercera evaluación

El ANOVA de la tercera evaluación indicó que hay diferencias significativas ($P = 0.0005$). Y se corroboró con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), las cuales son de los tratamientos con respecto al testigo y entre los tratamientos. De igual forma que en la evaluación anterior se presentó el mismo grupo de tratamientos (L'ECOMIX® y ECO'AZ®) que no mostraron diferencia estadística significativa con el testigo, siendo los tratamientos con la menor eficacia. Los tratamientos con mayor control en esta evaluación fueron el 1 (OBERON ®) y 2 (OBERON SPEED®) los cuales presentaron una media de 0.667 de individuos móviles, seguido por el 4 (ENVIDOR SPEED®) con 1.000 individuo móvil (Cuadro 19).

Cuadro 19. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la tercera evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

	Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22	TESTIGO ABSOLUTO	6.833	a	0
8	L'ECOMIX®	5.000	ab	26.82
7	ECO'AZ®	3.000	abc	56.10
9	ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.500	bc	63.41
10	AGRIMEC®	2.333	bc	65.86
3	ENVIDOR®	1.833	bc	73.17
6	VOLIAM TARGO®	1.333	bc	80.49
5	MAGISTER®	1.167	bc	82.92
4	ENVIDOR SPEED®	1.000	c	85.37
2	OBERON SPEED®	0.667	c	90.24
1	OBERON®	0.667	c	90.24
	P>F (ANOVA)	0.0005		

6.2.4 Cuarta evaluación

El ANOVA de la cuarta evaluación, mostró que hubo diferencias altamente significativas ($P < .0001$). De la misma manera en la prueba de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), mostró diferencias de los tratamientos y con respecto al testigo. En este caso ningún tratamiento tuvo efecto estadísticamente igual al testigo, esto se puede deber a que la población de ácaros aumentó drásticamente en el testigo ya que el desarrollo fue más rápido durante períodos calientes y secos (Herbert 1981; Carey & Bradley 1982) y la época cuando se realizó la investigación presentó estas características. Los tratamientos 7 y 8 (L'ECOMIX® y ECO'AZ®) mantuvieron eficacia baja ya que presentaron el mayor número de individuos móviles (5.000 y 4.500 respectivamente). El mejor tratamiento fue el 4 (ENVIDOR SPEED®) con un promedio de 0.833 individuos presentes y una eficacia del 91%, seguido del tratamiento 6 (VOLIAM TARGO®) con 1.167 individuos móviles (Cuadro 20).

Cuadro 20. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la cuarta evaluación en los tratamientos de solo un producto formulado aplicado, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	10.000	a	0
7 ECO´AZ®	5.000	b	50.0
8 L´ECOMIX®	4.500	bc	55.0
9 ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	3.833	bc	61.67
10 AGRIMEC®	3.500	bc	65.0
5 MAGISTER®	1.500	bc	85.0
3 ENVIDOR®	1.500	bc	85.0
1 OBERON®	1.333	bc	86.67
2 OBERON SPEED®	1.333	bc	86.67
6 VOLIAM TARGO®	1.167	bc	88.33
4 ENVIDOR SPEED®	0.833	c	91.67
P>F (ANOVA)	<.0001		

En esta evaluación los diferentes tratamientos quedaron agrupados por tipo y origen de formulación; donde el primer grupo de tratamientos fue de productos formulados con dos ingredientes químicos (ENVIDOR SPEED®, VOLIAM TARGO® y ENVIDOR SPEED®), siendo estos los mejores al presentar el menor número de individuos de araña roja y mayor eficacia, seguidos de los productos con un solo ingrediente químico: OBERON®, ENVIDOR®, MAGISTER® y AGRIMEC®. Esto concuerda a lo mencionado por Cervera y Malangón (s/f), que al mezclar dos ingredientes o productos dan lugar a un efecto mucho mayor que la suma de los productos por separado (efecto sinérgico). El último grupo se conformó por los de origen natural, donde sobresale el biológico (ENTOMAXX 5^{X2}®), a base de agentes entomopatógenos y seguido de los orgánicos de extractos vegetales (L´ECOMIX® y ECO´AZ®).

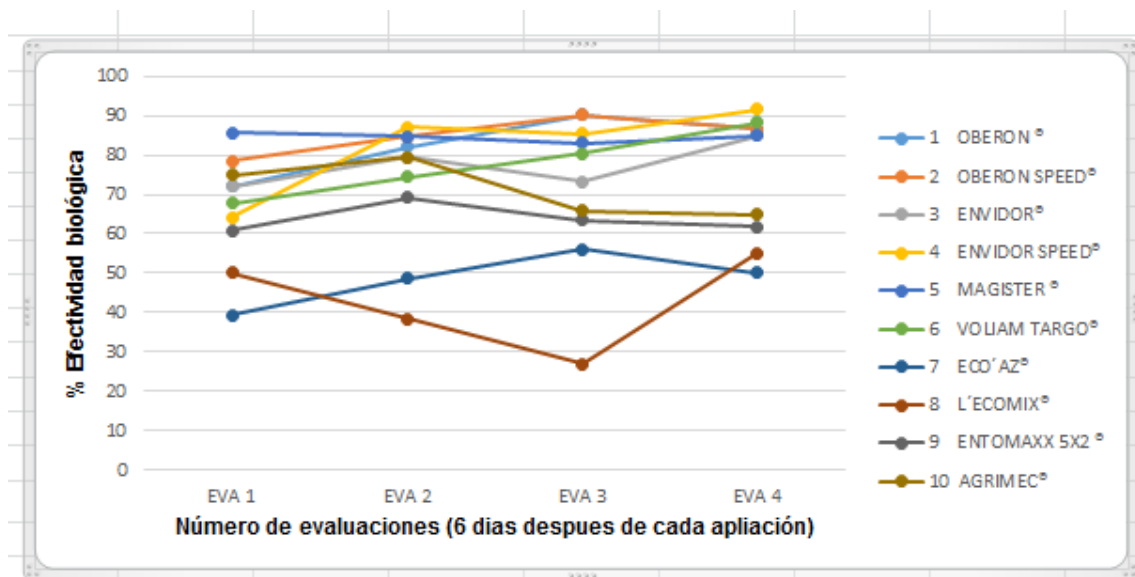


Figura 28. Efectividad biológica de los tratamientos a base de solo un producto.

En la comparación del porcentaje de efectividad biológica se puede apreciar que al aplicar los productos químicos en sus distintas formulaciones, estos tuvieron una tendencia a aumentar su eficacia sobre las poblaciones de *T. urticae*. Pero se presentó un fenómeno en el tratamiento a base de abamectina, ya que al avanzar en las evaluaciones, su efectividad tendió a la baja. En el caso de los tratamientos orgánicos (7 y 8), estos tuvieron la menor eficacia durante todas las evaluaciones, presentando una tendencia inestable. Y en el caso del tratamiento biológico, aunque tuvo una eficacia baja, siempre arriba del 60%, fue más estable y mayor que el de los orgánicos (figura 28).

6.3 Aplicaciones combinadas de dos productos formulados

6.3.1 Primera evaluación

En el ANOVA de la primera evaluación, muestra que hay diferencias significativas ($P= 0.0091$). De la misma manera se muestran estadísticamente en la prueba de

comparaciones de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde son de los tratamientos con respecto al testigo. Además también se observó un pequeño grupo que no mostraron diferencia estadística el testigo (tratamientos 20, 16 y 21) de forma descendente en presencia de individuos móviles. Aunque esto no es muy representativo en esta etapa de experimento ya que no se tiene una población significativa en el testigo para comparar. Además de que se hizo la aplicación de un producto de cada tratamiento. Pero el tratamiento que presento el menor número de individuos de araña roja fue el 18 seguido del 19 y 12 (0.5000, 0.6667, 0.6667 respectivamente) (Cuadro 21).

Cuadro 21. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la primera evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	4.6667	a	0
20 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + ECO´AZ®	2.5000	ab	46.43
16 VOLIAM TARGO® + L´ECOMIX®	2.0000	ab	57.14
21 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + L´ECOMIX®	1.8333	ab	60.72
11 OBERON SPEED® + ECO´AZ®	1.1667	b	74.0
15 VOLIAM TARGO® + ECO´AZ®	1.0000	b	78.57
14 ENVIDOR SPEED® + L´ECOMIX®	1.0000	b	78.57
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	0.8333	b	82.14
13 ENVIDOR SPEED® + ECO´AZ®	0.8333	b	82.14
12 OBERON SPEED® + L´ECOMIX®	0.6667	b	85.71
19 MAGISTER®+ ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	0.6667	b	85.71
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	0.5000	b	89.29
P>F (ANOVA)	0.0091		

6.3.2 Segunda evaluación

En el ANOVA de la segunda evaluación indica que hay diferencias significativas (P= 0.0018). Y se corrobora con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde son con respecto al testigo, mientras que entre los tratamientos

no presentan diferencias estadísticas. En esta etapa del experimento ya se pudo dar una idea más concreta, dado que ya se aplicaron los dos productos planteados en cada tratamiento. Los mejores que presentaron el menor número de individuos fueron el 12 (OBERON SPEED® + L'ECOMIX®) y 15 (VOLIAM TARGO® + ECO'AZ®), presentando el mismo número de 1.000 individuo y una eficacia del 84.6%. El tratamiento que presento más individuos móviles fue el 19 (MAGISTER ®+ ENTOMAXX 5X2 ®), con 2.500, seguido del tratamiento 20 (ENTOMAXX 5X2 ® + ECO'AZ®) con 2.333, con una eficacia apenas superando el 60% (Cuadro 22).

Cuadro 22. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la segunda evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	6.500	a	0
19 MAGISTER ®+ ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	2.500	b	61.54
20 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + ECO'AZ®	2.333	b	64.11
21 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + L'ECOMIX®	2.167	b	66.66
16 VOLIAM TARGO® + L'ECOMIX®	2.167	b	66.66
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.833	b	71.80
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.333	b	79.49
11 OBERON SPEED® + ECO'AZ®	1.333	b	79.49
13 ENVIDOR SPEED® + ECO'AZ ®	1.167	b	82.05
14 ENVIDOR SPEED® + L'ECOMIX®	1.167	b	82.05
15 VOLIAM TARGO® + ECO'AZ®	1.000	b	84.62
12 OBERON SPEED® + L'ECOMIX®	1.000	b	84.62
P>F (ANOVA)	0.0018		

6.3.3 Tercera evaluación

En el ANOVA de la tercera evaluación muestra que hay diferencias significativas ($P = 0.0024$). De igual manera con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde las diferencias con respecto al testigo y entre los tratamientos

tuvieron efectos estadísticamente iguales. En esta etapa se realizó la segunda aplicación del primer producto planteado en cada tratamiento. En este caso el mejor fue el 12 (OBERON SPEED® + L'ECOMIX®), seguido por el 14 (ENVIDOR SPEED® + L'ECOMIX®) y 13 (ENVIDOR SPEED® + ECO'AZ®), con 1.167 y 1.500 individuos, respectivamente. Mientras que los de menor eficacia fueron los que están en combinación de un agente biológico con un orgánico; los tratamientos 20 (ENTOMAXX 5X2® + ECO'AZ®) con 2.667 y 21 (ENTOMAXX 5X2® + L'ECOMIX®) con 2.000 individuos móviles (Cuadro 23).

Cuadro 23. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la tercera evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	6.833	a	0
20 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + ECO'AZ®	2.667	b	60.97
21 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + L'ECOMIX®	2.000	b	70.73
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	2.000	b	70.73
19 MAGISTER® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.833	b	73.17
15 VOLIAM TARGO® + ECO'AZ®	1.833	b	73.17
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.500	b	78.05
16 VOLIAM TARGO® + L'ECOMIX®	1.500	b	78.05
11 OBERON SPEED® + ECO'AZ®	1.500	b	78.05
13 ENVIDOR SPEED® + ECO'AZ®	1.500	b	78.05
14 ENVIDOR SPEED® + L'ECOMIX®	1.167	b	82.92
12 OBERON SPEED® + L'ECOMIX®	0.833	b	87.81
P>F (ANOVA)	0.0024		

6.3.4 Cuarta evaluación

El ANOVA de la cuarta evaluación, indica que hay diferencias altamente significativas ($P < .0001$). De la misma manera en la prueba de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), muestra diferencias de los tratamientos con respecto al testigo, pero no entre los ellos (Cuadro 24).

Cuadro 24. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la cuarta evaluación en los tratamientos de aplicaciones combinadas de dos productos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha=0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	10.0000	a	0
20 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + ECO´AZ®	3.6667	b	63.33
21 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + L´ECOMIX®	2.8333	b	71.67
16 VOLIAM TARGO® + L´ECOMIX®	2.6667	b	73.33
19 MAGISTER ®+ ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.5000	b	75.0
15 VOLIAM TARGO® + ECO´AZ®	2.0000	b	80.0
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.8333	b	81.67
13 ENVIDOR SPEED® + ECO´AZ ®	1.6667	b	83.33
14 ENVIDOR SPEED® + L´ECOMIX®	1.5000	b	85.0
12 OBERON SPEED® + L´ECOMIX®	1.3333	b	86.67
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.1667	b	88.33
11 OBERON SPEED® + ECO´AZ®	1.1667	b	88.33
P>F (ANOVA)	<.0001		

En esta evaluación ya que se realizaron las mismas aplicaciones de los dos productos de cada tratamiento. Donde los mejores fueron el 11 (OBERON SPEED® + ECO´AZ®) y el 17(OBERON® + ENTOMAXX 5X2 ®), mostrando 1.1667 de individuos en cada uno, seguidos por el 12 (OBERON SPEED® + L´ECOMIX®) con 1.333 individuos móviles. De igual forma que en la evaluación anterior, los de menor efecto fueron los que están en combinación de un agente biológico con un orgánico; el 20 (ENTOMAXX 5X2 ® + ECO´AZ®) con 2.667 y 21 (ENTOMAXX 5X2 ® + L´ECOMIX®) con 3.6667 y 2.8333 individuos móviles respectivamente (Cuadro 24).

En términos generales en los tratamientos de aplicaciones de dos diferentes productos, los tratamientos que presentaron mejor efecto sobre los individuos móviles de *T. urticae*, fueron los que están a base de un producto con 2 ingredientes químico (OBERON SPEED® y ENVIDOR SPEED®), en

combinación de aplicación con un producto orgánico (ECO´AZ® o L´ECOMIX®). Mientras los que presentaron un menor efecto fueron los tratamientos a base de combinación de aplicaciones de 2 productos de origen natural. Los cuales son un biológico (ENTOMAXX 5X2 ®) y un orgánico (ECO´AZ® y L´ECOMIX®). Estas diferencias se deben principalmente a la distinta composición y formulación que presenta cada producto; ya que unos son de origen sintético y el resto son orgánicos (Vega, 1989; Makundi y Kashenge, 2002). Cabe mencionar que por definición los productos sintéticos o en combinación con otro sintético son más agresivos en el control de ácaros, puesto que tienen acción bioquímica o fisiológica sobre algún sistema específico del ácaro, como resultado dan un efecto tóxico (March, 1958). Por otra parte los repelentes e insecticidas biológicos no tienen un efecto casi fulminante como lo provocan los insecticidas organosintéticos, más bien tienen efecto subletal que provoca disminución gradual de la densidad de población de las plagas (Rodríguez, 2001).

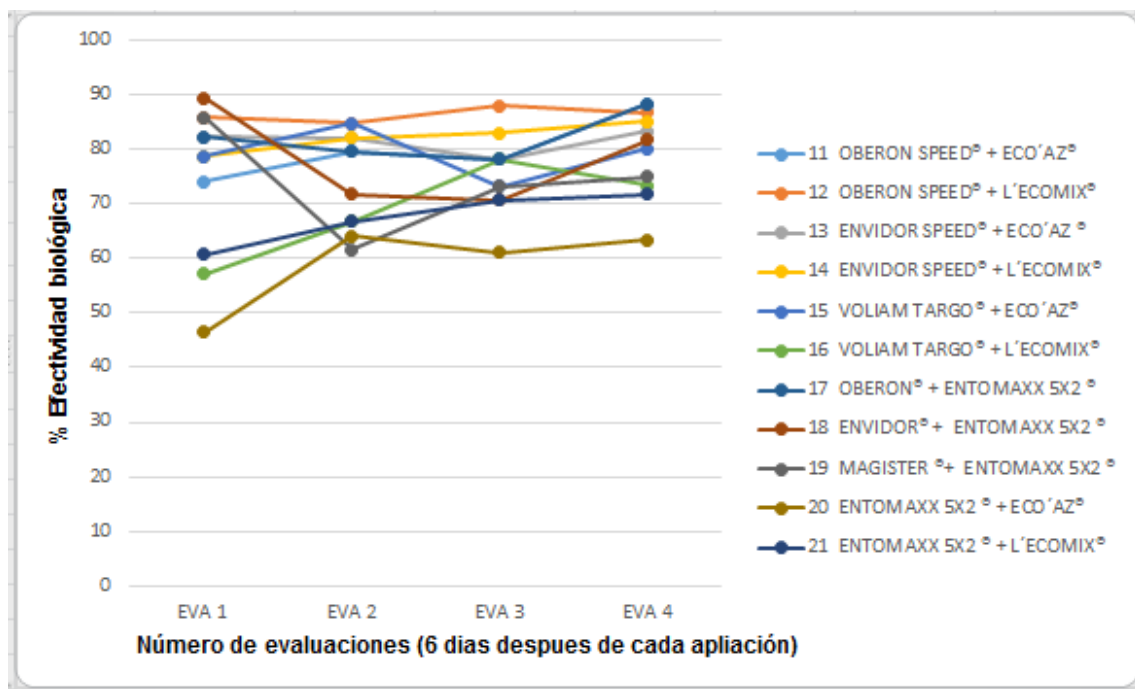


Figura 29. Efectividad biológica de los tratamientos a base de combinaciones de aplicaciones de dos productos.

En este caso, los tratamientos que están a base de un producto químico con dos ingredientes y combinados con aplicaciones de un orgánico o biológico, presentaron las mejores eficacias sobre la plaga de araña roja (mayor del 80%), teniendo un comportamiento no tan variable durante las evaluaciones. En los tratamientos de combinaciones de aplicaciones de productos biológicos con orgánicos, estos mostraron menor eficacia, además que en la primera evolución fue muy baja porque apenas se había aplicado un producto en estos tratamientos, pero al realizar las respectivas combinaciones de aplicaciones, mostraron una tendencia ligeramente a la alza en las posteriores evaluaciones del experimento (Figura 29).

6.4 Evaluación general

6.4.1 Primera evaluación

El ANOVA de la primera evaluación general, muestra que hay diferencias significativas ($P=0.0125$). De la misma manera en la prueba de medias de Tukey ($\alpha=0.05$), las cuales son entre los tratamientos y con respecto al testigo. En este caso el que presento el menor número de ácaros fue el tratamiento 18 (ENVIDOR® + ENTOMAXX 5X2 ®) con apenas 0.500 individuos. Mientras el que presento mayor número de individuos móviles fue el 7 (ECO´AZ®) con 2.8333 presentes, a tal grado que no tuvo una diferencia estadística con respecto al testigo (Cuadro 25).

Cuadro 25. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la primera evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha=0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	4.6667	A	0
7 ECO´AZ®	2.8333	Ab	39.29
20 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + ECO´AZ®	2.5000	Ab	46.43
8 L´ECOMIX®	2.3333	Ab	50.01
16 VOLIAM TARGO® + L´ECOMIX®	2.0000	Ab	57.14
9 ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	1.8333	Ab	60.72
21 ENTOMAXX 5 ^{X2} ® + L´ECOMIX®	1.8333	Ab	60.72
4 ENVIDOR SPEED®	1.6667	Ab	64.29
6 VOLIAM TARGO®	1.5000	Ab	67.86
3 ENVIDOR®	1.3333	Ab	72.14
1 OBERON®	1.3333	Ab	72.14
11 OBERON SPEED® + ECO´AZ®	1.1667	B	74.00
10 AGRIMEC®	1.1667	B	75.00
15 VOLIAM TARGO® + ECO´AZ®	1.0000	B	78.57
2 OBERON SPEED®	1.0000	B	78.57
14 ENVIDOR SPEED® + L´ECOMIX®	1.0000	B	78.57
13 ENVIDOR SPEED® + ECO´AZ®	0.8333	B	82.14
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	0.8333	B	82.14
19 MAGISTER® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	0.6667	B	85.71
12 OBERON SPEED® + L´ECOMIX®	0.6667	B	85.71
5 MAGISTER®	0.6667	B	85.71
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{X2} ®	0.5000	B	89.29
P>F (ANOVA)	0.0125		

6.4.2 Segunda evaluación

En el ANOVA de la segunda evaluación general nos muestra que hay diferencias altamente significativas ($P = <.0001$). Y se corrobora con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde las diferencias son entre algunos tratamientos y con respecto al testigo. El mejor tratamiento fue el 4 (ENVIDOR SPEED®) al presentar solo 0.8333 individuos de araña roja. Igual que en el caso anterior el tratamiento 7 (ECO´AZ®) se mantuvo como el que presento mayor número de individuos, sumándose el 8 (L´ECOMIX®) con 3.333 y 4.000 individuos respectivamente, sin presentar diferencia estadística con el testigo (Cuadro 26).

Cuadro 26. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la segunda evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	6.5000	a	0
8 L´ECOMIX®	4.0000	ab	38.46
7 ECO´AZ®	3.3333	ab	48.72
19 MAGISTER®+ ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.5000	b	61.54
20 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + ECO´AZ®	2.3333	b	64.11
21 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + L´ECOMIX®	2.1667	b	66.66
16 VOLIAM TARGO® + L´ECOMIX®	2.1667	b	66.66
9 ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.0000	b	69.23
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.8333	b	71.80
6 VOLIAM TARGO®	1.6667	b	74.35
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.3333	b	79.49
11 OBERON SPEED® + ECO´AZ®	1.3333	b	79.49
3 ENVIDOR®	1.3333	b	79.49
10 AGRIMEC®	1.3333	b	79.49
13 ENVIDOR SPEED® + ECO´AZ®	1.1667	b	82.05
14 ENVIDOR SPEED® + L´ECOMIX®	1.1667	b	82.05
1 OBERON®	1.1667	b	82.05
12 OBERON SPEED® + L´ECOMIX®	1.0000	b	84.62
15 VOLIAM TARGO® + ECO´AZ®	1.0000	b	84.62
2 OBERON SPEED®	1.0000	b	84.62
5 MAGISTER®	1.0000	b	84.62
4 ENVIDOR SPEED®	0.8333	b	87.18
P>F (ANOVA)	<.0001		

6.4.3 Tercera evaluación

En el ANOVA de la tercera evaluación general indico que hay diferencias altamente significativas ($P = <.0001$). Se comprueba con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde estas son entre los tratamientos y con respecto al testigo. En este caso los mejores tratamientos fueron el 2 (OBERON SPEED®) y 1(OBERON ®), presentando los dos 0.6667 individuos de *T. urticae*. Mientras que el 8 siguió manteniéndose con el mayor número de individuos presentes (5.000), sin tener diferencia estadística con el testigo (Cuadro 27).

Cuadro 27. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la tercera evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	6.8333	a	0
8 L'ECOMIX ®	5.0000	ab	26.82
7 ECO'AZ®	3.0000	b c	56.10
20 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + ECO'AZ®	2.6667	bc	60.97
9 ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.5000	b c	63.41
10 AGRIMEC®	2.3333	bc	65.86
21 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + L'ECOMIX®	2.0000	bc	70.73
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.0000	bc	70.73
3 ENVIDOR®	1.8333	bc	73.17
19 MAGISTER ®+ ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.8333	bc	73.17
15 VOLIAM TARGO® + ECO'AZ®	1.8333	bc	73.17
16 VOLIAM TARGO® + L'ECOMIX®	1.5000	bc	78.05
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.5000	bc	78.05
13 ENVIDOR SPEED® + ECO'AZ ®	1.5000	bc	78.05
11 OBERON SPEED® + ECO'AZ®	1.5000	bc	78.05
6 VOLIAM TARGO®	1.3333	c	80.49
14 ENVIDOR SPEED® + L'ECOMIX®	1.1667	c	82.92
5 MAGISTER ®	1.1667	c	82.92
4 ENVIDOR SPEED®	1.0000	c	85.37
12 OBERON SPEED® + L'ECOMIX®	0.8333	c	87.81
1 OBERON ®	0.6667	c	90.24
2 OBERON SPEED®	0.6667	c	90.24
P>F (ANOVA)	<.0001		

6.4.4 Cuarta evaluación

En el ANOVA de la última evaluación general nos mostró que hay diferencias altamente significativas ($P = <.0001$). Y se corrobora con la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$), donde son con respecto al testigo y entre los tratamientos también se presentan diferencia estadísticas. En este caso el mejor fue el 4 (ENVIDOR SPEED®) con solo 0.8333 individuos móviles presentes. Mientras el que presento menos efecto en general en relación a todos, fue el 7 (ECO´AZ®) con 5.000 individuos, llegando al umbral económico establecido de un promedio de cinco ácaros por hoja (Zalom, 2010) (Cuadro 28).

Cuadro 28. Comparación de medias del número de individuos móviles de *T. urticae* de la cuarta evaluación general de todos los tratamientos, en el cultivo de fresa en Atlixco, Pue. 2015.

Tratamiento	N. de ácaros (MEDIA)	Comparación ($\alpha = 0.05$)	% EB Abbott
22 TESTIGO ABSOLUTO	10.0000	a	0
7 ECO´AZ®	5.0000	b	50.00
8 L´ECOMIX®	4.5000	bc	55.00
9 ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	3.8333	bcd	61.67
20 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + ECO´AZ®	3.6667	bcd	63.33
10 AGRIMEC®	3.5000	bcd	65.00
21 ENTOMAXX 5 ^{x2} ® + L´ECOMIX®	2.8333	bcd	71.67
16 VOLIAM TARGO® + L´ECOMIX®	2.6667	bcd	73.33
19 MAGISTER® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	2.5000	bcd	75.00
15 VOLIAM TARGO® + ECO´AZ®	2.0000	bcd	80.00
18 ENVIDOR® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.8333	cd	81.67
13 ENVIDOR SPEED® + ECO´AZ®	1.6667	cd	83.33
5 MAGISTER®	1.5000	cd	85.00
14 ENVIDOR SPEED® + L´ECOMIX®	1.5000	cd	85.00
3 ENVIDOR®	1.5000	cd	85.00
12 OBERON SPEED® + L´ECOMIX®	1.3333	d	86.67
1 OBERON®	1.3333	d	86.67
2 OBERON SPEED®	1.3333	d	86.67
11 OBERON SPEED® + ECO´AZ®	1.1667	d	88.33
6 VOLIAM TARGO®	1.1667	d	88.33
17 OBERON® + ENTOMAXX 5 ^{x2} ®	1.1667	d	88.33
4 ENVIDOR SPEED®	0.8333	d	91.67
P>F (ANOVA)	<.0001		

En términos generales se puede decir que los mejores tratamientos fueron los que están a base del producto OBERON ® en sus distintas formulaciones o en combinaciones de aplicaciones con otros productos (orgánicos: ECO´AZ® y L´ECOMIX ®). Seguidos de los tratamientos a base de ENVIDOR®, de igual manera en sus distinta modalidades como las antes mencionadas del producto OBERON ®. Esto se le atribuye a que los ingredientes *spiromesifen* y *spirodiclofen* (OBERON ® y ENVIDOR®, respectivamente), por si solos tienen un efecto sobre todos los estados de desarrollo de la araña roja incluyendo huevecillos pero no sobre machos adultos, cuentan con una buena residualidad. En cambio al combinarlo en su formulación con abamectina, esta no tiene efecto ovicida pero si sobre los machos adultos. Y además con la combinación de aplicaciones con algún orgánico o biológico, nos ayuda a mantener bajas la poblaciones de araña roja (Cervera y Malango, s/f).

Mientras que en los tratamientos a base de la aplicación de un producto formulado con un solo ingrediente activo, sobresale MAGISTER ® (*fenazaquin*). Su buena eficacia hace, sin embargo, que este acaricida sea muy toxico para el acaro depredador *Euscius stipulatus*. Esta toxicidad y alta persistencia hacen que MAGISTER ®, con gran impacto sobre otros insectos útiles (Jacas y García Mari, 2001), no se considere adecuado en programas de MIP (Valenciana, 1999; Viggiani y Bernardo, 2001). El que menor efecto tuvo fue AGRIMEC® (*abamectina*), aunque al principio de las aplicaciones de las aplicaciones de las aplicaciones dio un mejor efecto sobre *T. urticae*. Esto se debe a que en la región del estudio el principal acaricida utilizado es a base de *abamectina*, por lo tanto

se dice que las generaciones del ácaro han adquirido un grado de tolerancia o resistencia a este ingrediente activo, ya que el principal problema que enfrenta el control químico de este ácaro es su rápida habilidad para desarrollar resistencia después de pocas generaciones (Stumpf et al., 2001; Stumpf y Nave, 2002). La resistencia de *T. urticae* está demostrada mundialmente, siendo una problemática en la actualidad (NASc, 1972, Citado por Flores, 1992). En este sentido, Campos et al., (1995) reportaron ausencia de tolerancia en poblaciones de *T. urticae* donde se realizan dos aplicaciones de *Avermectina* por temporada. Los mismos autores señalan que las poblaciones de araña de dos manchas que reciben más aplicaciones por temporada, pueden incrementar su tolerancia al acaricida.

Los tratamientos que tuvieron menor efecto sobre araña roja fueron los biológico y orgánicos. Donde sobresalieron los tratamientos a base del producto biológico ENTOMAXX 5X2 ® (de 5 cepas de hongos entomopatógenos) (Cuadro 4), y en combinaciones de aplicaciones con otros productos (orgánicos: ECO´AZ® y L´ECOMIX®). El buen efecto de ENTOMAXX 5X2 ® se puede deber a que en la misma formulación se tienen 5 cepas con 2 extractos, uno es de Neem y el otro de Cedro, lo cual aumenta su efectividad sobre *T. urticae* y además al combinar aplicaciones con un producto orgánico se mantienen las poblaciones bajas. Esto coincide con lo dicho Según Elósegui y Elizondo (2010), donde mezclas de aislados fúngicos pueden usarse para aumentar el rango de tolerancia a la temperatura y acción sobre la plaga, comparado con sola especie fúngica. Los insecticidas biológicos no tienen un efecto fulminante como lo provocan los

insecticidas organosintéticos, más bien tienen efecto subletal que provoca disminución gradual de la densidad de población de las plagas (Rodríguez, 2001). Mientras los que tuvieron el menor eficacia sobre los ácaros de todos los tratamientos son los tratamientos a base de productos orgánicos (extractos vegetales), los cuales son L'ECOMIX® (*Allium sativum* + *Capsicum spp*) y ECO'AZ® (*Allium sativum*). Esto se debe a que todos los demás productos utilizados tienen un efecto insecticida o acaricida, mientras que estos dos productos aplicados (orgánicos) funcionan como preventivos o repelentes (DEA, 2003; Camacho, 2002).

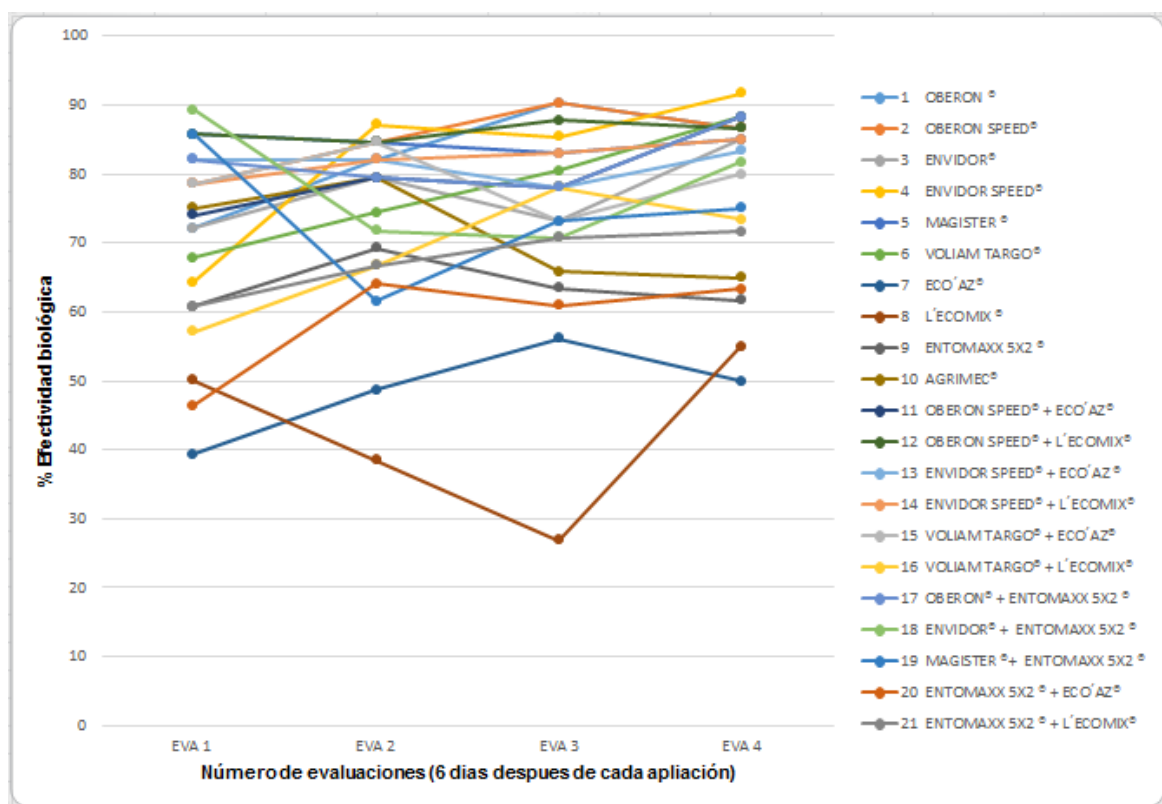


Figura 30. Comportamiento Efectividad biológica de todos tratamientos aplicados en general.

En esta comparación general se puede decir que los mejores tratamientos son los que están a base de ingredientes activos del grupo de los ácidos tetrónicos: Envidor®, Envidor Speed®, Oberon Speed® y Oberon®, estos en sus aplicaciones individuales y en combinaciones con productos orgánicos y biológicos (Presentando una efectividad biológica mayor al 80%). Los tratamientos que tuvieron menor eficacia, fueron los de aplicaciones de solo un producto orgánico durante todo el experimento (L'ECOMIX® y ECO'AZ®), pero mejoraron su eficacia al combinar con aplicaciones de un producto biológico (ENTOMAXX 5X2 ®). Cabe mencionar que el producto biológico tuvo mayor eficacia (< 60%) sobre araña roja que los productos orgánicos en su aplicación individual (Figura 30).

6.5 % fitotoxicidad al cultivo

Durante todo el ciclo del experimento no se encontraron indicios de fitotoxicidad al cultivo de fresa variedad Festival, en las diferentes modalidades y épocas de aplicación de los tratamientos.



Figura 31. Mejoría de área afectada por *T. urticae* en la última evaluación

VII. CONCLUSIONES

- Los mejores tratamientos son los que están a base de ingredientes activos del grupo de los ácidos tetrónicos: Envidor®, Envidor Speed®, Oberon Speed® y Oberon®, estos en sus aplicaciones individuales y en combinaciones de productos orgánicos y biológicos (Presentando una efectividad biológica mayor del 80%).
- De los tratamientos a base de aplicaciones de un solo producto formulado con un ingrediente activo, sobresale MAGISTER ® (*fenazaquin*), por su buena efectividad biológica y menor presencia de individuos plaga durante el experimento.
- Los tratamientos que tuvieron el menor efecto sobre los individuos de araña roja, fueron los de productos orgánicos (extractos vegetales) aplicados individualmente; L'ECOMIX® (*Allium sativum* + *Capsicum spp*) y ECO'AZ® (*Allium sativum*).
- Dada a su efectividad biológica obtenida durante el experimento (>60%), de las combinaciones de aplicaciones del producto biológico (ENTOMAXX 5X2 ®) con los orgánicos (L'ECOMIX® y ECO'AZ®). Se puede concluir que es buena opción para el control de *T. urticae* en un sistema de producción orgánica.

- La baja efectividad presente del producto AGRIMEC® (*abamectina*), se debe a que en la región del estudio el principal acaricida utilizado es a base de *abamectina*, por lo tanto se puede decir que las generaciones del ácaro han adquirido un grado de tolerancia o resistencia a este ingrediente activo.
- Al realizar combinaciones de aplicaciones de productos de diferentes orígenes (químicos, biológicos y orgánicos), se tuvieron muy buenos resultados sobre el control de la plaga, ampliando el rango de aplicación de un mismo producto.
- Todos los productos evaluados en sus distintas modalidades y épocas de aplicación, no mostraron efectos fitotóxicos sobre el cultivo del de fresa variedad Festival.
- En términos generales se puede concluir y recomendar que el uso de la abamectina debiera restringirse a no más de dos aplicaciones por temporada, ya que después de la segunda evaluación su efectividad biológica disminuyó drásticamente. Además ampliar y rotar el uso de acaricidas (nuevos ingredientes activos) en la región, para el control de araña roja en fresa, tomando en cuenta la molécula y su modo de acción. Todo esto nos ayudara a tener un buen control de *Tetranychus urticae* en el cultivo y además evitaremos una futura resistencia a los distintos productos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *J. Econ. Entomol.* 18: 265-267.
- Alatorre, R., Bravo, H., Leyva, J.L. Manejo integrado de plagas. Colegio de Postgraduados. Ficha técnica. México.
- Alayo, E., Wilson, J., 2014. Efecto de *Lecanicillium lecanii* y *Beauveria bassiana* sobre el ácaro *Panonychus citri* en condiciones de laboratorio. REBIOL: Revista Científica de la Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo. Perú. Núm. 34, Vol. 1: 42-50 pp.
- Angulo, R. 2009. Fresa *Fragaria ananassa*. Ficha para personal. Bayer CropScience S. A. Colombia. 44p.
- Anónimo. Sin año. MANEJO DE LA ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae* Koch) EN EL VALLE DEL MEZQUITAL. 9p.
- Ayala, A. 2009. INSECTICIDAS/ACARICIDAS PARA EL CONTROL DE TRIPS (*Frankliniella occidentalis* Pergande) Y ÁCAROS (*Tetranychus urticae* Koch) EN EL CULTIVO DEL ROSAL, EN VILLA GUERRERO, ESTADO DE MEXICO. Tesis de Licenciatura. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 72 p.
- Boris, A., Dale, K. El Acaro Bimaculado en el Cultivo de Fresas. BUG BIZ. Ficha técnica. Centro de Agricultura de la Universidad Estatal de Louisiana.

- Calvo, L., 2015. Afectividad Biológica de Extracto de Neem *Azadirachta indica* Sobre Araña Roja *Tetranychus urticae* Koch Sobre Hojas de Rosal. TESIS de licenciatura. UAAAN, Departamento de Parasitología. Saltillo, Coahuila, México. 30p.
- Gordillo, I. 2005. Control del ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch.) en zarzamora (*Rubus spp.*), cultivar 'tupy' en Los Reyes, Michoacán. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 69 p.
- Gugole, M. F. 2012. Manejo integrado de plaga *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) en cultivos de frutilla del Cinturón Hortícola Platense. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata.
- Guía para el manejo de enfermedades. 2005. Universidad DE California. 13-14, 29-33 pp.
- Guía técnica para el cultivo de fresa. 2005. Gobierno del Estado de México.
- Jiménez, S., et al., 2014. EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE CEPAS NATIVAS DEL ESTADO DE GUANAJUATO DE *Metarhizium anisopliae* (METSCHNIKOFF) SOROKIN SOBRE LA ARAÑA ROJA (*Tetranychus urticae*, KOCH) EN CONDICIONES DE LABORATORIO. Revista Entomología Mexicana, México. vol. 1: 310 – 314 pp.

- López, L., Guzmán, D., et al. 2014. Consideraciones para mejorar la competitividad de la región “El Bajío” en la producción nacional de fresa. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. México. Vol.5 Núm.4: 673-686 pp.
- Ochoa, R. 1989. Combate químico de la arañita roja (*Tetranychus urticae* Koch) en fresa (*Fragaria* sp.). Manejo integrado de plagas. Costa Rica. No. 11. 51-60 pp.
- Ortiz, F. 2015. Evaluación de la Efectividad Biológica del acaricida Envidor Speed (Spirodiclofen+Abamectina) para el Control de Araña Roja Europea *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en Manzano. TESIS de Licenciatura. UAAAN, Parasitología Agrícola. Saltillo, Coahuila, México. 39 p.
- PIONEER. Araña roja. Ficha técnica. México. 1p.
- Romero, G. 2012. Resistencia de *Tetranychus urticae* Koch a Oxido de fenbutatin y Bifenazate en los cultivos de berries. TESIS de Maestría. UAAAN, Parasitología Agrícola. Saltillo, Coahuila, México. 62p.
- Sepúlveda, P. 2012. Manejo integrado de enfermedades en berries (frutilla, frambuesas, zarzaparrilla) bajo ambientes controlados. Presentación. INIA, Chile.

SISTEMA PRODUCTO FRESA. 2011. Presentación: Plan rector 2012 de proyectos durante la reunión anual del Comité Nacional del Sistema producto Fresa. Zamora, Michoacán, México. 43p.

Soto, A. 2013. MANEJO ALTERNATIVO DE ÁCAROS PLAGAS. Revista de CIENCIAS AGRÍCOLAS. Universidad de Nariño. Colombia. Núm. 30. Vol. 2: 34 – 44 pp.

Toledo, M. 2007. Prácticas culturales para prevenir la diseminación y el daño del ácaro de la fresa. Hoja Técnica. Proyecto de la FHIA en La Esperanza, Intibucá. 40 p.

Cerna, E., Landeros, J., et al. 2009. Tolerancia del ácaro *Tetranychus urticae* Koch a cuatro acaricidas de diferente grupo toxicológico. Revista Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Núm. 44: 4-10 pp.

Vázquez, A., López, J. M. 2008. Alternativas químicas al uso de bromuro de metilo en el cultivo de fresa. SEMARNAT, México. 12-30 pp.