

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



**EVALUACIÓN DE ELICITORES PARA EL INCREMENTO DE LA
RESISTENCIA EN MAÍZ (*Zea mays* L.) A *Tetranychus urticae* KOCH**

Por:

EDUARDO VÁZQUEZ MOLINA

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo del 2010

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN DE ELICITORES PARA EL INCREMENTO DE LA
RESISTENCIA EN MAÍZ (*Zea mays*) A *Tetranychus urticae* KOCH

Por:

EDUARDO VÁZQUEZ MOLINA

TESIS

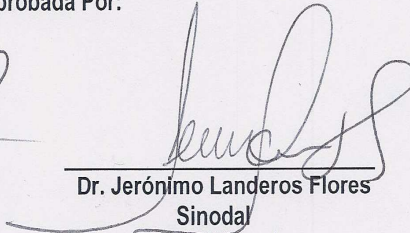
Que se somete a consideración del H. jurado examinador como
requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

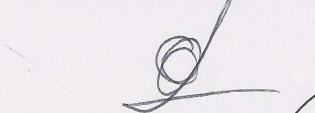
Aprobada Por:



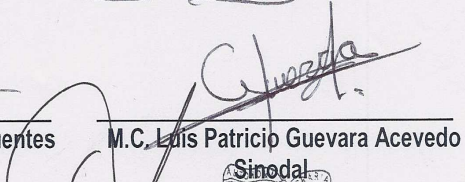
Dr. Ernesto Cerna Chávez
Presidente del jurado



Dr. Jerónimo Landeros Flores
Sinodal



Dra. Yisa María Ochoa Fuentes
Sinodal



M.C. Luis Patricio Guevara Acevedo
Sinodal



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coordinador de la División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Coordinación
de la División de Agronomía

Mayo del 2010

DEDICATORIAS

PRIMERO QUE A NADIE QUIERO DARLE GRACIAS A MI PADRE DIOS, POR DARME NO TAN SOLO LA VIDA SINO POR DARME UNOS PADRES YA QUE DE ELLOS HE NACIDO YO, POR ESO MI PRIMER AGRADECIMIENTO ES PARA TI DIOS.

TAMBIÉN TE AGRADEZCO QUE ME HAYAS DADO LA SUFICIENTE CAPACIDAD FÍSICA Y MENTAL Y SOBRETUDO LA FUERZA DE VOLUNTAD PARA PODER HABER TERMINADO UNA CARRERA.

A **MI PADRE** EL ING. EDUARDO VÁZQUEZ SEGURA POR DARME LA VIDA Y POR DARME TODO LO QUE ESTA AHORA TENGO, POR CREER EN MI Y TENERME LA CONFIANZA, DE HABERME DADO LA OPORTUNIDAD DE IRME DE MI CASA PARA ESTUDIAR UNA CARRERA PROFESIONAL, POR BRINDARME APOYO INCONDICIONAL, PORQUE NUNCA ME DEJO RENDIRME Y SIEMPRE ME IMPULSO PARA ADELANTE, POR LAS LLAMADAS DE ATENCIÓN QUE A VECES ME HACÍAN FALTA PARA VOLVER A ENDEREZAR MI CAMINO, POR LOS CONSEJOS Y LAS ASESORÍAS EN LAS MATERIAS QUE MAS TUVE PROBLEMAS DURANTE MI CARRERA.

POR EL ESFUERZO Y SACRIFICO QUE HICISTE AL TENERME ESTUDIANDO UNA CARRERA PROFESIONAL FUERA DE MI HOGAR.

POR MIL COSAS MAS QUE QUISIERA DESCRIBIRTE...

A **MI MADRE** HERIBERTHA ALICIA MOLINA AVALOS, LA PERSONA MÁS LINDA Y PURA QUE CONOZCO, A LA PERSONA QUE MAS AMO AL IGUAL QUE MI PADRE. PORQUE SIEMPRE ESTAS VELANDO POR MI CUANDO ESTOY FUERA DE CASA, PORQUE JAMÁS ME DEJASTE RENDIRME Y ME DABAS ESAS PALABRAS DE ALIENTO CUANDO MAS LAS NECESITABA, POR LAS LLAMADAS DE ATENCIÓN CUANDO ERAN NECESARIAS HACERLAS, POR TUS BENDICIONES.

A **MI HERMANA** ANA BERTHA VAZQUEZ MOLINA, POR EL LAZO DE HERMANDAD Y CARIÑO QUE NOS UNE.

A LA MEMORIA DE MIS **ABUELOS PATERNOS:**
AURORA SEGURA PIÑEIRO (+)
AUTREBERTO VAZQUEZ OLIVARES (+)

A MIS **ABUELOS MATERNOS** CON CARIÑO Y RESPETO
LUCIO MOLINA LOPEZ
NATIVIDAD AVALOS ORTIZ

A TODOS MIS **TÍOS** CON RESPETO

AGRADECIMIENTOS

AGRADEZCO A DIOS, A LA VIRGEN MARÍA Y A SAN JUDAS TADEO POR ESCUCHAR MIS PETICIONES QUE TANTO LES PEDÍA DURANTE EL TIEMPO QUE ESTUVE ESTUDIANDO MI CARRERA.

AL DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA AGRÍCOLA Y SUS INGENIEROS QUE LO CONFORMAN, YA QUE GRACIAS A ELLOS OBTUVE ESTOS CONOCIMIENTOS.

A TODAS LAS PERSONAS AQUELLAS QUE CONOCÍ DURANTE EL TIEMPO QUE ESTUVE RADICANDO EN LA CD. DE SALTILLO, COAHUILA QUE DE ALGÚN MODO ME BRINDARON AYUDA Y APOYO.

AL DR. ERNESTO CERNA CHÁVEZ POR SU INVALORABLE AYUDA Y DISPONIBILIDAD BRINDADA EN LAS CORRECCIONES, SUGERENCIAS, CONSEJOS Y APORTACIONES HIZO POSIBLE LA CULMINACIÓN DE ESTE TRABAJO. QUIERO AGRADECERLE POR DARME LA OPORTUNIDAD DE NO SOLO VERLO COMO MI ASESOR DE ESTA INVESTIGACIÓN, SINO COMO UN AMIGO. AGRADEZCO QUE ME HAYA HABLADO COMO UN AMIGO Y NO COMO MI ASESOR EN MAS DE UNA VEZ, EL TIEMPO QUE ESTUVO AL PENDIENTE DE MI, LAS LLAMADAS DE ATENCIÓN QUE ALGUNAS OCASIONES Y BIEN MERECIDAS ME DIO.

AL M.C. LUIS PATRICIO GUEVARA ACEVEDO POR EL DESINTERESADO APOYO RECIBIDO Y POR SUS SUGERENCIAS Y CORRECCIONES EN EL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN REALIZADO.

AL DR. LUIS ALBERTO URIBE AGUIRRE POR SU PARTICIPACIÓN EN LAS CORRECCIONES PARA LA REALIZACIÓN DE ESTA INVESTIGACIÓN.

AL DR. JERÓNIMO LANDEROS FLORES POR SU PARTICIPACIÓN EN CORRECCIONES DE ESTE TRABAJO REALIZADO.

A MI "ALMA MATER" POR ABRIRME SUS PUERTAS, BRINDARME UNA PROFESIÓN Y POR ALGUNA VEZ HABER SIDO MI HOGAR.

NUEVAMENTE A MIS PADRES YA QUE ESTE ES EL RESULTADO DE TODO EL ESFUERZO Y SACRIFICIO QUE

HICIERON POR MÍ, NO LOS DEFRAUDARÍA NUNCA.

A TODOS MIS AMIGOS Y PAISANOS POR ESTAR CONMIGO EN LOS MOMENTOS BUENOS Y MALOS; POR BRINDARME SU AMISTAD Y COMPAÑÍA , POR LOS MOMENTOS DE FELICIDAD Y ALEGRIA., POR EL APOYO MORAL, POR LAS ATENCIONES Y POR MIL COSAS MAS. NO ME ATRIVI A MENCIONARLOS POR TEMOR A OLVIDAR PONER A ALGUNO.

INDICE DE CONTENIDO	PAG
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE.....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Ubicación taxonómica del maíz.....	4
Características botánicas del maíz, hoja tallo, raíz, fruto.....	5
Plagas y enfermedades.....	8
Enfermedades.....	8
Bacteriosis (<i>Xanthomonas stewartii</i>).....	8
Bacteriosis (<i>Pseudomonas alboprecipitans</i>).....	9
Bacteriosis (<i>Helminthosporium turcicum</i>).....	9
Antracnosis (<i>Colletotrichum graminocolum</i>).....	9
Roya común (<i>Puccinia sorghi</i>).....	9
Carbón del maíz (<i>Ustilago maydis</i>).....	9
Plagas.....	10
Gusano trozador (<i>Agrotis sp</i>).....	10
Gusano cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>).....	10
Gusano elotero (<i>Heliothis zea</i>).....	11
Gallina ciega (<i>Phyllophaga sp</i>).....	11
<i>Tetranychus urticae</i>	11

<i>Generalidades de Tetranychus urticae</i>	12
Distribución.....	14
Distribución mundial.....	14
Distribución en México.....	15
Importancia económica.....	15
Ubicación taxonómica de <i>T. urticae</i>	16
Morfología y biología de <i>Tetranychus urticae</i>	16
Huevo.....	17
Larva.....	18
Ninfa.....	18
Adulto.....	20
Hembra.....	2
Macho.....	20
Tipos de control de araña roja.....	21
Control cultural.....	21
Control biológico.....	22
Control químico.....	24
Control integrado.....	25
Niveles de resistencia.....	25
Inmunidad.....	26
Resistencia alta.....	26
Resistencia moderada.....	26
Resistencia hereditaria.....	27
Mecanismos de resistencia.....	27
Antixenosis.....	28

Antibiosis.....	28
Tolerancia.....	29
Defensas vegetales nutricionales.....	29
Vitaminas, minerales y enzimas.....	30
Lignina, celulosa, pectina.....	30
Aleloquímicas.....	31
Defensas mecánicas.....	32
Grosor.....	32
Consistencia.....	33
Tamaño.....	34
Forma.....	35
Epidermis.....	36
Cutícula.....	36
Cera.....	37
Estomas.....	37
Tricomas.....	37
III. MATERIALES Y METODOS.....	43
Ubicación.....	43
Establecimiento del cultivo.....	44
Variables a evaluar.....	46
Análisis estadístico.....	47
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
V. CONCLUSIÓN.....	58
VI. LITERATURA CITADA.....	59
APENDICE.....	70

INTRODUCCIÓN

El maíz (*Zea mays L.*) es una gramínea anual originaria de la América, introducida en Europa en el siglo XVI. Actualmente, es el cereal con mayor volumen de producción en el mundo, superando al trigo y arroz. La importancia de este cultivo no solo radica en la superficie y producción anual que presenta, si no por la gran cantidad de productos que se obtienen de este, tanto para la alimentación humana y animal, así como para uso industrial. Más de 600 millones de toneladas métricas se producen en ciento cincuenta millones de hectáreas y nuestro continente es el de mayor producción; el consumo per cápita de 142.2 Kg. por año.

En México el cultivo del maíz es uno de los más importantes, durante la última década, se han producido cerca de 18 millones de toneladas anuales en una extensión aproximada de ocho millones de hectáreas, lo que representa una cuarta parte de nuestra superficie cultivable. Sin embargo, esta producción resulta insuficiente para cubrir las necesidades nacionales, por lo que se importan alrededor de ocho millones de toneladas más de maíz por año, cantidad que va en aumento.

Este cultivo en nuestro país presenta diferentes factores fitosanitarios que dificultan su explotación, dentro de estos factores se encuentran las

enfermedades que son uno de los grandes problemas para aumentar el rendimiento. Los principales problemas en cuanto a enfermedades del maíz son causadas por hongos, que causan tizones foliares, royas, varios carbones, varios virus.

El otro aspecto importante dentro de los problemas fitosanitarios de este cultivo son las plagas ya que estas repercuten en doble aspecto, causan daño al alimentarse de las plantas y al transmitir enfermedades en el caso de los vectores. Dentro de este complejo de plagas que atacan al cultivo del maíz, podemos mencionar, a algunas larvas de gusanos, chinches entre otros organismos de tipo insectil; sin embargo en los últimos años ha venido incrementando su importancia como plaga de este cultivo un organismo perteneciente al orden ácaro y conocido como el acaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*), quien puede causar pérdidas de hasta el 80 % cuando son infestaciones altas. Donde el principal tipo de control de estos organismos dañinos, es a través de aplicaciones periódicas de productos agroquímicos. Es por ello que; el uso de variedades resistentes, juega un papel primordial dentro del esquema de manejo integrado, (MIP) dando como resultado un menor número de aplicaciones de plaguicidas y por ende menor contaminación; Sin embargo las variedades resistentes presentes en el mercado son pocas y con resistencia específica a factores bióticos y abióticos, por lo que el uso de elicitors, que son sustancias que le permiten a cualquier tipo de planta manifestar los factores morfológicos o bioquímicos de resistencia, en relación a la regulación poblacional de las plagas que la afecten. Por esto el objetivo de

este trabajo es evaluar elicitores que proporcionen resistencia a plantas de maíz sobre poblaciones del acaro de dos manchas *T. urticae* Koch.

PALABRAS CLAVE: Elicitores, Ácaro de dos manchas, Maíz, Tricomas.

REVISIÓN DE LITERATURA

El cultivo del maíz (*Zea mays*), es un cultivo importante, ya que forma parte de la dieta del mexicano, es el cultivo de mayor superficie sembrada en nuestro país y el de mayor consumo per cápita, sin embargo tenemos que importar ocho millones de toneladas, (Ruiz y Cruz, 1992).

Ubicación taxonómica del maíz

Según Robles (1985), el maíz (*Zea mays* L.) esta comprendido dentro de la siguiente clasificación taxonómica:

Reino *vegetal*

División *Tracheophyta*

Subdivisión *Pteropsida*

Clase *Angiospermae*

Subclase *Monocotiledónea*

Grupo *Gluniflora*

Orden *poales*

Familia *Gramineae*

Tribu *Maydeae*

Genero *Zea*

Especie *mays*

Características botánicas de maíz

Ruiz *et al.* (1960), establecieron que el maíz es una planta herbácea anual originaria del continente Americano, es una de las plantas cultivadas mas antiguas, ya no sobrevive en forma silvestre y solo se reproduce bajo cultivo proporcionándole las condiciones adecuadas, además señalaron que representa la siguiente descripción botánica.

Raíz: Consta de una raíz principal y varias muy ramificadas llamadas primarias o seminales, que perduran por lo general, toda la vida. En cuanto a las secundarias se distinguen dos clases: unas verticales y otras laterales, además, del tercer o cuarto nudo basal nacen raíces adventicias, gruesas y poderosas, denominadas raíces aéreas, las cuales cumplen la finalidad de dar a la planta mayor fijación en el suelo. Delrit y Ahigren (1985).

Tallo: Descrito por Delrit y Ahigren (1985), quienes señalaron que el maíz posee tallos mas o menos cilíndricos, formado por nudos y entrenudos, los cuales son variables, los nudos de la base son mas cortos pero a posiciones superiores son mas grandes hasta culminar en el entrenudo de la espiga.

Hojas: Descritas por Robles (1975) y Tocagoni (1982) señalaron que las hojas son alcinas y todas ellas son envainadoras, largas, angostas con venación ensiforme, ancho y terminado en punta, la cantidad de hojas es variable y nacen en cada nudo, son de color verde intenso. Tanaka y Yamaguchi (1977), citados por Hernández, (1989) establecieron que las hojas mas grandes y la que esta situada debajo de la primera mazorca, así como las tres de arriba, representan mas del 60% del área foliar, las hojas superiores son las que le brindan la mayor cantidad de nutrientes para la información de la mazorca y para el llenado del grano.

Flores: Ruiz *et al.* (1960), señalaron que el maíz es una planta monoica que cuenta con flores unisexuales, masculinas y femeninas en la misma planta. Las flores masculinas se encuentran situadas en la región terminal del tallo, dispuesta en pares de espiguillas, las cuales en número de 12 o más se agrupan formando un racimo. El conjunto constituye una inflorescencia llamada panícula (racimo de espigas). Cada espiguilla consta de dos brácteas protectoras externas denominadas glumas, de una escama protectora interna o lema y encierra dos flores muy reducidas. Cada flor esta formada de una cubierta floral externa (perigonio) representada por dos sépalos membranosos, de otra cubierta floral interna constituido de 2 pequeñas escamitas (lodiculos), y de tres estambres con largos y delgados filamentos que terminan en anteras lineales.

Al madurar las anteras salen de las escamas protectoras y al ser agitadas por el viento, sueltan polen el cual es llevado por este medio hacia las flores femeninas.

Las flores femeninas se agrupan en inflorescencia en espádice, situados en las axilas de las hojas, protegidas por numerosas brácteas (espetadas) verdosas que solo dejan salir al exterior un penacho de estigmas largos y delgados. Las flores se disponen en filas dobles sobre un eje solidó que constituye el "olote" del espádice o mazorca, la cubierta floral esta formada de seis brácteas diminutas que protegen a un pequeño ovario previsto de un solo ovulo que se prolonga por un largo estigma filiforme, de color verdoso al principio y rojizo después. Los estigmas sobre salen de las espatas, lo que permite que los granos de polen arrastrados por el viento caigan sobre ellos. Después de la fecundación, cada ovario se transforma en un fruto de cariósida, que lleva en su interior una sola semilla, la cual contiene bastantes sustancias de reserva como endospermo y lleva en su parte basal el embrión, este se adosa al endospermo por una porción ensanchada llamada escudete que parece representar el único cotiledón y se encarga de absorber los materiales de reserva durante la germinación.

Fruto: Es una cariósida conocida como semilla o grano. Los frutos pertenecientes a la especie *Zea mays* L. pueden dividirse en varios grupos que difieren en las características de las semillas.

Los tipos de maíz, según Sturtevon (1899) citado por Robles (1975) son: Dentado, cristalino, dulce, harinoso, reventón, ceroso, tunicado.

El maíz es el cereal mas importante del continente americano, ya que se puede utilizar toda la planta, las hojas y tallos secos como alimento del ganado, las hojas y brácteas secas para envolver tabaco y hacer cigarros, así como de envoltura de alimento (tamales), las mazorcas tiernas (elotes) para elaboración de pan, con el grano seco se hacen tortillas, pinole atole, bebidas alcohólicas y muchos otros productos. El maíz constituye la base de la alimentación de las clases populares mexicanas y en general, de la mayor parte de los pueblos latinoamericanos (Robles, 1975).

Plagas y Enfermedades del maíz

Enfermedades

Bacteriosis. *Xanthomonas stewartii* ataca al maíz dulce. Los síntomas se manifiestan en las hojas que van desde el verde claro al amarillo pálido. En tallos de plantas jóvenes aparece un aspecto de mancha que ocasiona gran deformación en su centro y decoloración. Si la enfermedad se intensifica se puede llegar a producir un bajo crecimiento de la planta.

Pseudomonas alboprecipitans. Se manifiesta como manchas en las hojas de color blanco con tonos rojizos originando la podredumbre del tallo. (Anónimo, 1998).

Helminthosporium turcicum. Afecta a las hojas inferiores del maíz. Las manchas son grandes de 3 a 15 cm. y la hoja va tornándose de verde a parda. Sus ataques son más intensos en temperaturas de 18 a 25° C. Las hojas caen si el ataque es muy marcado (Luttrell, 1989).

Antracnosis. Lo causa *Colletotrichum graminocolum*. Son manchas color marrón-rojizo y se localizan en las hojas, producen arrugamiento del limbo y destrucción de la hoja. Como método de lucha está el empleo de la técnica de rotación de cultivos y la siembra de variedades resistentes (Wils, 1963).

Roya. La produce el hongo *Puccinia sorghi*. Son pústulas de color marrón que aparecen en el envés y haz de las hojas, llegan a romper la epidermis y contienen unos órganos fructíferos llamados teleutosporas (Hooker y Yarwood, 1966).

Carbón del maíz. *Ustilago maydis*. Son agallas en las hojas del maíz, mazorcas y tallos. Esta enfermedad se desarrolla a una temperatura de 25 a

33° C Su lucha se realiza basándose en tratamientos específicos con funguicidas.

Uno de los factores más importantes que ocasionan que se pierdan considerables porcentajes de la cosecha cada año, son las plagas de insectos, las cuales podemos encontrarlas atacando todas las partes de la planta durante todo su desarrollo.

Plagas

Gusano trozador. *Agrotis* sp. Esta plaga es importante desde la emergencia del cultivo hasta que las plantas tienen alrededor de 30 centímetros de altura.

Trips. *Caliotrips Phaseoli* (Hood). Normalmente es una plaga de inicio de temporada del cultivo, no obstante se le detecta a nivel de presencia en el resto del ciclo vegetativo.

Gusano cogollero. *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith). Se considera una de las plagas más importante del maíz. La larva se localiza en el cogollo alimentándose de las hojas tiernas, las cuales al desarrollarse se observan agujeradas, lo que ocasiona retraso en el desarrollo del cultivo. Esta plaga es importante desde que la planta emergente hasta que tiene alrededor de 50 centímetros de altura.

Gusano elotero. *Heliothis zea* (Boddie). Los adultos ovipositan los huevecillos en los estigmas del jilote y aun cuando el numero de huevecillos es alto únicamente queda una larva por elote debido al canibalismo. El daño principal consiste en la destrucción de los granos de la punta del elote. Puede llegar a causar perdidas del 10 al 30% de la producción.

Gallina ciega. Es una denominación general que abarca un complejo de especies de escarabajos del género *Phyllophaga*. El ciclo completo de esta plaga se extiende por uno a dos años, según la especie. El problema lo ocasionan las larvas al alimentarse de raíces, por lo general de gramíneas, principalmente maíz y sorgo. El daño es mayor en el maíz ya que el ataque incluye las raíces de anclaje.

Sin embargo en los últimos años el incremento de pérdidas económicas por esta arañita roja ha ido en gran escala.

***Tetranychus urticae* Koch**

Los daños directos que provoca la araña roja se deben fundamentalmente a la acción sobre las partes verdes de las plantas, producidas por los estiletos, y la reabsorción del contenido celular en la alimentación. El síntoma más característico son las punteaduras o manchas

amarillentas en el haz, producido por la desecación de los tejidos. Las manchas pueden afectar los frutos que sin llegar a tocarlos deprecian su valor comercial (Pritchard y Baker citados por Jeppson *et al.*, 1975).

En el envés de las hojas puede verse presencia de araña roja en todos sus estadios, y tela. Debido a su alimentación provoca una disminución de la superficie foliar, lo cual implica una disminución de la fotosíntesis o intercambios gaseosos. Los daños son más importantes en los primeros estados de desarrollo de la planta, provocando un retraso en su crecimiento, disminución de la producción y calidad de la misma. En casos extremos de grandes poblaciones de araña roja, pueden llegar a desecar la planta por completo (Pritchard y Baker citados por Jeppson *et al.*, 1975).

Generalidades de *Tetranychus urticae* Koch.

Bravo *et al.*, (1988) señala que a pesar de su gran fecundidad y su amplia distribución, los ácaros son poco conocidos por el hombre debido a su tamaño tan pequeño, aunque algunos son bien conocidos por sus daños a la agricultura como: “Las arañas rojas” (*Tetranychidae*), los aradores (*Eriophyidae*) y la “araña ciclamina” (*Tarsonemidae*).

Otero (1992), señala que la importancia de los ácaros fitófagos como plagas agrícolas ha ido en aumento. De ser organismos poco conocidos presentes en muchos cultivos, pero de importancia secundaria, en tiempos

recientes han surgido como plagas extremadamente dañinas que han obligado a tomar medidas para su control y han estimulado a desarrollar actividades de investigación para conocer diversos aspectos sobre su taxonomía, biología y ecología.

El acaro de dos manchas, “arañita roja” o “acaro del invernadero”, *Tetranychus urticae* Koch, antiguamente formaba parte de un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes hospederas (Pritchard y Baker citados por Jeppson *et al.*, 1975).

La arañita roja *Tetranychus urticae* Koch se ha reportado en 180 especies de plantas cultivadas en invernaderos, en condiciones de campo y en algunas especies forestales (Kim *et al.*, 2004), causando marchitamiento y desecación de follaje y la muerte de las plantas Gould (1987), por tal razón sigue siendo difícil saber con exactitud las especies de plantas dañadas únicamente por *T. urticae*. (Jeppson *et al.*, 1975).

Debido a que esta especie presenta un rango amplio de hospederos, podemos mencionar que los daños o lesiones provocados son similares en todas las especies vegetales atacadas por esta plaga. Little (1972) la menciona como plaga en una gran diversidad de cultivos; menciona además que su daño lo ocasionan al alimentarse del envés de las hojas, raspando y succionando la savia, las arañitas se cubren con una seda fina que cuando las infestaciones son severas, logran cubrir por completo la planta, a su vez se reporta que *T. urticae* inverna en las plantas de porte bajo y que las violetas son favorables

para empezar su infestación luego de invernar. Las condiciones favorables de desarrollo son temperaturas altas y secas (Mac Gregor y Gutiérrez, 1983).

Distribución

La especie *T. urticae* se encuentra ampliamente distribuida en el mundo principalmente en zonas templadas, (Cruz, 1984). Se le ha asociado a más de 50 especies de plantas hospederas de importancia económica.

Distribución mundial

Tetranychus urticae se encuentra ampliamente distribuida en el mundo principalmente en zonas templadas (Milley y Conell citados por cruz., 1984). Esta especie se le ha reportado en árboles frutales deciduos en la región boreal de Estados Unidos de América y Europa (Tuttle y Baker, 1968). Mullin (1984) indica que el acaro de dos manchas se encuentra atacando cultivos de frijol, papa, maíz y algodón en el estado de Michigan, EE.UU. Doreste (1988), señala que en Venezuela arañita roja ataca al cultivo de tomate, melón y berenjena.

Distribución en México

En México se encuentra una amplia distribución de ácaros parásitos en todo el país (Quintanilla, 1978). *T. urticae* se le reporta ocasionando daños económicos en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán y en menor grado en Jalisco, México, Puebla y Querétaro (Telliz y Castro, 1973). En los estados de Puebla, Morelos, México y Guanajuato ocasionando pérdidas en fresa, papaya y cacahuete (Estebanes, 1989). Yáñez (1989), menciona que en el estado de México afecta la calidad de la flor del crisantemo al deformar sus pétalos.

Importancia económica

T. urticae ha aumentado su importancia debido a que es un acaro cosmopolita y muy polífago, dado que afecta prácticamente a todos los cultivos protegidos, cultivos al aire libre, y gran número de especies espontáneas. Su importancia se debe parcialmente a que los nuevos pesticidas han reducido sus enemigos naturales, y/o han hecho a las plantas más favorables para su desarrollo y parcialmente debido también a que ajustan sus mecanismos de resistencia a una velocidad alarmante una gran variedad de agentes químicos de control.

Ubicación taxonómica

Tetranychus urticae de acuerdo a Krantz (1978), se ubica en los siguientes taxa:

Phyllum: Artrópoda

Subphyllum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acari

Orden: Acariforme

Suborden: Prostigmata

Superfamilia: Tranychoidea

Familia: Tranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tranychus

Genero: *Tetranychus*

Especie: *urticae*

Morfología y Biología

El primer paso importante para el conocimiento de la biología del grupo de las especies de las arañas de dos manchas fue dado a principios de los años 20's cuando se encontró que el macho de estas especies tenía un número de cromosomas haploide y la hembra diploide. Actualmente se conoce que esta especie presenta tres pares de cromosomas y partenogénesis de tipo arrhenotokia (Helle y Pinacker, 1985).

Esta especie al igual que todos los miembros de familias *Tetranychidae* pasa por los estados de huevo, larva, dos o tres estados ninfales y adulto. En el estado de ninfa hay periodos de inactividad conocidos como protocrisalidas, deutocrisalidas y tritocrisalida durante los cuales el acaro se adhiere a las hojas o a la seda. Las hembras prefieren el envés de las hojas para ovipositar, pero en infestaciones severas ovipositan en toda la superficie de la planta produciendo una gran cantidad de seda que a veces llega a cubrir todo el vegetal. Las temperaturas para el desarrollo de este acaro va de 12 a 40 grados centígrados, aunque se sabe que puede soportar temperaturas desde 8.8 a 43.8° C, con una optima de 26° C. Se ha observado que a temperaturas de 30 a 32° C, el desarrollo desde huevo a adulto se completa de 8 a 12 días, la longevidad de la hembra es de 30 días y durante esta etapa ovipositan de 90 a 110 huevecillos (Jeppson *et, al.*, 1975; Doreste 1984; Citados por Resendiz 1988).

Huevo. Los huevecillos miden en promedio entre 110 y 150 um. Son de color translucido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va desarrollando el embrión, la superficie del corion es lisa con leves irregularidades (Jeppson *et, al.*, 1975)

En la última etapa de desarrollo se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo para el intercambio de gases (Dittrich y Streibert, 1972). Estudiando la anatomía del huevecillo, han determinado que esta consiste en una capa granular exterior, una capa densa media y una capa interna transparente. Están conectados estigmas

embrionarios de estructura complicada que penetran la red del huevo durante la fase contractiva de la banda germinal, a una parte altamente especializada de la membrana intermedia que cubre el embrión, esta membrana tiene numerosas perforaciones las cuales forman un plastrón de aire de 0.2 a 0.3 entre la pared del huevecillo y el embrión (Crocker, 1985; Monthes y Seitz, citados por Crocker, 1985).

En 1949 Cagle (citados por Nelson y Stafford., 1972). Estudio el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio y descubrió varios estados de vida, característica de alimentación y hábitos de apareamiento. Así mismo, estudio los efectos de la temperatura sobre el periodo de incubación de los huevecillos, reportando que a 24 °C era de tres días, mientras que se necesitaban 21 días a una temperatura de 10 °C.

Larva. Las larvas son redondeadas y poseen tres pares de patas. Al emerger del huevo son blancas y únicamente se les notan las manchas oculares de color rojo carmín. Conforme pasa el tiempo se tornan de color verde claro y las manchas dorsales de color gris se empiezan a volver aparentes (Jeppson *et al.*, 1975). Crocker (1985) observo que a 22.8 °C el desarrollo del estado larval era un día, mientras que a 12.5 °C tardaba 11 días.

Ninfa. Posee dos estadios ninfales. Protoninfa y Deutoninfa. En ambos son del mismo color que las larvas, aunque las manchas en los laterales del dorso aparecen más grandes y nítidas. Poseen cuatro pares de patas. La diferencia entre ambos estadios radica en el tamaño, mayor en la deutoninfa. En este estado se pueden ya diferenciar según las formas de ninfas que darán

origen a hembras, y cuales son las precursoras de los machos, siendo las hembras de mayor tamaño, más voluminosas y redondeadas.

Protoninfa. La emergencia de esta se puede advertir porque la larva quiescente adopta un aspecto de momificación, la cutícula se torna brillante y de apariencia quebradiza. Al dar inicio la emergencia, la cutícula vieja se divide en dos partes. La protoninfa se desprende primero de la parte anterior de la exuvia no habiendo dificultad para deshacerse de ella, ya que como se haya adherida a la hoja retrocede y queda libre. La protoninfa presenta 8 patas y al emerger tienen una coloración amarilla clara, no se observan las dos manchas oscuras y es ligeramente ovoide; cuando desarrolla, tiene un color verde claro a amarillo oscuro y con las dos manchas oscuras grandes, la parte superior del cuerpo se redondea y al igual que las larvas pueden tejer "telaraña". Los peritremas adquieren forma de hoz (Jeppson *et al.*, 1975; Hernández., 1978).

Una vez que ha terminado la protoninfa sigue un estado de reposo conocido como; Deutocrisalis. Esto es igual que la Protoceisalis, con la única diferencia de que tiene cuatro pares de patas y es de mayor tamaño (Hernández, 1978).

Deutoninfa. Es muy similar a la protoninfa (coloración, ausencia de manchas, cuatro pares de patas) la diferencia es únicamente el tamaño, generalmente es más oscura. En esta etapa ya se puede reconocer el sexo ya que hay dos tipos, unas presentan mayor tamaño, la parte posterior del cuerpo redondeada y originan hembras. Las que originan a los machos son más

pequeñas y con la parte posterior del cuerpo gradualmente más angosta. Los dos tipos presentan las manchas oscuras grandes y un color amarillo oscuro. Al terminar su desarrollo se inactiva y pasa a otro estado de reposo conocido como: Teliocrisalis.- de forma variada de acuerdo al sexo y con las mismas características que las otras formas de reposo (Hernández 1978).

Adulto: El macho adulto es de coloración pálida y más pequeño que la hembra. Posee un abdomen puntiagudo y el mismo número de setas. Las manchas dorsales son casi imperceptibles y de color gris. El primer tarso presenta cuatro pares de setas táctiles y dos sensoriales, cercanas a las duplex proximales. La primer tibia presenta nueve táctiles y cuatro sensoriales.

Hembra: Al principio es blanca con dos manchas dorsales bien limitadas, el abdomen presenta 26 setas dorsales lanceoladas y curvadas hacia atrás. La parte posterior del cuerpo es redondeada y más grande que el macho, con una mayor capacidad de producción de “telaraña.” Los ojos son de rojo carmín y en sus últimos días de vida presentan una coloración café clara, las manchas negras se tornan rojizas y el cuerpo da una apariencia de pérdida de agua (Jeppson *et al.*, 1975; Hernández, 1978).

Macho: Los machos presentan una coloración más pálida que la hembra, comúnmente de color crema, más pequeño con la parte posterior del cuerpo gradualmente más angosta; a medida que se acerca a la parte distal del opistosoma. Por su tamaño los ocelos resaltan considerablemente; los machos son más activos que las hembras y no producen “telarañas”, las manchas

dorsales son casi imperceptibles y de color gris (Jeppson *et al.*, 1975); (Krantz, 1978; Hernández, 1978).

Tipos de control contra *Tetranychus urticae* Koch.

Debido a la problemática que ocasiona *T. urticae* se han practicado una serie de acciones para mantener bajas sus poblaciones. A continuación se señalan algunos métodos de control usados para regularlas, entre los cuales están; el control cultural, biológico y químico.

Control cultural.

El control cultural consiste en la labranza del suelo. Este método ayuda a que las poblaciones de hembras invernantes del suelo se reduzcan, así mismo eliminar malezas cercanas al cultivo, ya que estas actúan como hospederos alternos para el ácaro, sobre todo si son malezas emparentadas taxonómicamente con el cultivo. Al respecto Media (2000) menciona que una forma de control es destruir las malezas alrededor del campo tras la cosecha o antes de la resiembra y que no es aconsejable la destrucción de las malezas colindantes durante la temporada de cultivo, ya que esto obliga a los ácaros a emigrar al campo, además se deben seleccionar variedades de semillas con resistencia a la araña roja.

Control biológico.

Este método de control se ha practicado desde hace mucho tiempo y consiste en usar y/o dejar actuar a los enemigos naturales de una plaga, para así mantener sus fluctuaciones de poblaciones por debajo de los umbrales económicos. Los enemigos naturales son agentes muy importantes en la reducción o regulación de las poblaciones de ácaros que se alimentan de las plantas; entre los agentes más importantes están ácaros, insectos y en algunos casos pueden presentarse entomopatógenos (Jeppson *et al.*, 1975).

Según Krantz (1971), dentro de las principales familias de ácaros predadores debe citarse a Phytoseiidae, Ascidae, Anystidae, Cheyletidae, Bdellidae y Cunaxidae, siendo los miembros más importantes como depredadores de Tetranychidos. Al respecto Gould (1966) y Goowin (1984), hacen mención de la especie *Phytoseiulus* en un predador efectivo de *T. Urticae* Koch.

Algunos reportes acerca de trabajos referente al control biológico, son el de Oatman (1977) citado por Doreste (1984), quien demostró que poblaciones de *T. urticae* en fresa podían ser reducidas significativamente con la liberación en masa de *Phytoseiulus persimilis* y *Amblyseius californicus*; ambos de la familia Phytoseiidae.

Por otra parte Helle y Sableeis (1985), mencionan que *P. persimilis* es el depredador más usado en invernaderos para el control de *T. urticae*. Actualmente, se usa este depredador en USA, Canadá, Rusia, Japón, Israel y otros países. Dicha especie se emplea comercialmente sobre chile, tomate, pepino, berenjena y fresa, además sobre algunas plantas ornamentales con algún grado de éxito en control biológico de este acaro (Badii *et al.*, 2000).

Tirado (1977), señala a cuatro especies de ácaros de predadores: *Amblyseius elongatus* como predador de tetraniquidos y *eriofidos*, *Cunaxa taurus* predador de tetraniquidos, *Bdella mexicanus* y *B. longicornis* sobre varias especies de ácaros fitófagos.

Jerónimo (1980) citado por Bravo *et al.* (1989), llevo a cabo un estudio sobre la capacidad de depredación *Orius Tristicolor* (White) y *O. thyestes* sobre *T. urticae*; donde observó que la densidad poblacional de enemigos naturales por planta para mantener a las poblaciones por debajo del umbral económico es de 15 ejemplares.

Un reporte anónimo (1980) citado por Robert, *et al.*, (1989), señala que la familia Phytoseiidae agrupa a 43 géneros de ácaros predadores que son efectivos sobre *T. urticae* en una variedad de cultivos; también reporta a *hippodamia* como un buen predador ya que un solo ejemplar en estado de larva consume 5000 arañas rojas.

Dentro de los insectos depredadores de *T. urticae* los escarabajos del genero *Stethorus* (*Coccinellidae*) y los trips de seis manchas de la familia *Thripidae* *Scolothrips sexmaculatus* han ofrecido buen control de poblaciones altas de arañas rojas (Badii *et al.*, 2000).

Control químico

El control de *T. urticae* se realiza principalmente con acaricidas y en consecuencia esta especie ha desarrollado resistencia a la mayoría de los productos que se utilizan para su combate (Devine *et al.*, 2001).

Este método de control se ha usado desde los albores de la agricultura y constantemente se ha tenido que buscar sustancias con mayor capacidad de control y menor grado de toxicidad para el hombre y medio ambiente. Los primeros pesticidas fueron la naftalina para el uso de invernadero y posteriormente el azufre en la década de los 20's, y además del aceite de petróleo) Velasco y Pacheco, 1968); y en la década de los treinta se descubren los primeros acaricidas orgánicos como los dinitrofenoles, sin embargo, presentan el problema de ser fitotóxicos debido a que su uso es ilimitado. En los 40's se utilizaron los insecticidas organofosforados para el control de ácaros fitófagos, carbamatos aparecen en 1946 y en los 50's los organoclorados (Jeppson *et al.*, 1975).

La mayoría de los insecticidas, aun cuando no tenga suficiente toxicidad para causar la muerte de los ácaros, pueden en muchos casos provocar cierta irritación, que se manifiesta con una dispersión de las colonias, aumento de su capacidad reproductiva o acortamiento del ciclo de vida, sino también en forma indirecta a la alteración de la savia de la planta hospedera, al provocar cambios en la relación potasio – calcio (Doreste, 1984).

Control integrado

Consiste en manejar en forma simultánea diversos métodos de control como los antes mencionados, control legal, control biológico, etc. más el uso de productos químicos en caso de ser necesarios aplicando las dosis adecuadas para mantener bajo control la población y no ayudar a crear disturbios en el ambiente, el hombre y en el aspecto económico. El uso de variedades de plantas resistentes a ataques de plagas y enfermedades incorporadas a un sistema de control integral ayuda a reducir la población.

Niveles de resistencia

Painter (1951), establece varios niveles para medirla relativamente:

Inmunidad

Es la capacidad varietal bajo cualquier condición conocida, salir indemne frente a poblaciones de insectos perjudiciales (en rigor, no hay inmunidad entre organismos coevolucionados).

Resistencia alta

Es el máximo de defensas que posee un cultivar contra una plaga, resultando en un daño mínimo de insectos específicos bajo un conjunto determinado de condiciones.

La resistencia moderada

Resistencia moderada o nivel intermedio de resistencia. Estos grados de resistencia los liga con susceptibilidad (capacidad de recibir un daño promedio o poco mayor que el promedio) y alta susceptibilidad (cuando el insecto ocasiona mucho más daño que el promedio). La resistencia baja indica que una planta posee cualidades que le permiten manifestar menos daño o infestación que el promedio de su variedad.

Resistencia hereditaria

Siendo hereditaria, la resistencia vegetal puede ser poligénica (controlada por muchos genes), oligogénica (controlada por pocos genes mayores) o monogénicas (controlada por un solo gen mayor); adicionalmente, los genes responsables de ella pueden ser genes mayores (los que, por definirla totalmente pueden ser fácilmente identificados) o menores (los genes que individualmente aportan una porción mínima de la resistencia que manifiesta el cultivar).

Mecanismos de resistencia

Desde el punto de vista operativo, Painter (1951), reconoce tres componentes a los que llama mecanismos de resistencia.

La no preferencia (o preferencia) que es atribuida al insecto cuya conducta, inducida por la planta, le conducen a (o impiden) alimentarse, refugiarse u ovipositar en ella; por tanto, podría definirse mejor, en términos de Kogan y Ortman (1978), como antixenosis, o capacidad del vegetal para mantener alejados a los insectos, al inducir en ellos una conducta que les impide utilizarlo como refugio, sitio de oviposición, cópula o alimentación.

Antixenosis es una resistencia que afecta el comportamiento de un insecto plaga y usualmente se expresa como no preferencia del insecto por una planta no resistente en comparación una planta susceptible (Teetes 2009).

Antibiosis

El segundo mecanismo es la antibiosis que, en general, es la disminución o paro del desarrollo de un organismo debido a las sustancias emitidas por otro y que, en las simbiosis planta-insecto, pueden manifestarse como un simple efecto adverso en la biología del insecto que se alimenta de un cultivo, o en su muerte, limitar, dañar o destruir la vida (del insecto), es la definición concisa que propone Painter, 1951.

Antibiosis es una resistencia que afecta la biología del insecto de modo que la abundancia de la plaga y el daño subsiguiente se reducen en comparación con el que sufriría si el insecto estuviera en una variedad de cultivo susceptible. La resistencia por antibiosis a menudo resulta en aumento de la mortalidad o reducción en la longevidad y reproducción del insecto (Teetes 2009).

Tolerancia

El tercer mecanismo es la tolerancia o capacidad de un vegetal para crecer, reparar daños y producir, bajo presiones poblacionales de insectos que matarían o incapacitarían a otras variedades susceptibles (Painter, 1951).

Tolerancia es una resistencia en la cual una planta es capaz de resistir o se puede recuperar del daño causado por una abundancia del insecto plaga igual a la que dañaría una planta sin los caracteres de resistencia (susceptible). La tolerancia es la respuesta de una planta a un insecto plaga. Entonces, la resistencia por tolerancia difiere de la resistencia por antibiosis y antixenosis en cómo afecta la relación entre el artrópodo y la planta. La resistencia por antibiosis y antixenosis generan una respuesta del insecto; cuando el hexápodo trata de usar la planta resistente para alimento, oviposición, o refugio. (Teetes 2009).

Defensas vegetales nutricionales

La proporción nitrógeno-agua, que todavía puede ser obstáculo para que muchos artrópodos se hagan fitófagos, como los bajos contenidos o mal balance de nutrientes; o como los excesos de celulosa o lignina.

Vitaminas, minerales y enzimas

El metabolismo neto del insecto puede ser negativamente influido si alteramos algún proceso catabólico o anabólico; esto podrá lograrse sólo mediante el conocimiento del papel que juegan las vitaminas, minerales y enzimas en la alimentación insectil, y la forma de influenciarles mediante cambios genéticos, en aquellas fracciones que gobiernen algún proceso clave.

Lignina, celulosa y pectina

De mayor a menor complejidad, estas tres moléculas son importantes desde el punto de vista nutricional pues, siendo componentes celulares omnipresentes en los vegetales, modifican el balance nutricional cuando el tejido consumido es abundante en lignina o celulosa; también definen la alta o baja digestibilidad del alimento.

Lignina

Quiere decir, literalmente, leña, madera. La celulosa y la hemicelulosa ligadas por un polímero fenólico de alto peso molecular, la lignina, constituye la leña que abunda en células vasculares o esclerénquima. Es la responsable principal del soporte y de la indigestibilidad de las plantas; es, junto con la celulosa, la llamada fibra cruda. Evidentemente, a mayor contenido de lignina

mayor defensa nutricional por indigestibilidad, simplemente porque una planta leñosa puede repudiar al insecto configurándose un caso de antixenosis, aunque el insecto se niegue a abandonarla.

Entre las fibrillas de celulosa y llenado de los espacios creados, se encuentra otro polisacárido, la pectina, que abunda más en la laminilla intercelular o lamina media (la que se define por la unión de dos células vecinas).

Los tres polímeros forman la pared que envuelve y protege a la verdadera membrana celular, que es la encargada de las funciones de absorción y excreción a ese nivel del metabolismo. (Romero y Villanueva, 2000).

Aleloquímicas

Constituidas por la presencia de compuestos modificadores del ciclo y/o de la conducta del insecto. La toxicidad es la forma más conocida de este tipo de defensa vegetal, pero hay muchos tipos de xenobióticos agazapados, como las antihormonas o los bloqueadores de enzimas. Se estima en no menos de 100,000 los compuestos químicos producidos durante el desarrollo y crecimiento de más de 30,000 plantas floridas, siendo la mayoría de ellos de carácter secundario no esencial a la fisiología y reproducción.

Esas defensas son, al menos en parte, fruto de la presión de selección causada por los insectos, mas no debe perderse de vista que, desde antes, las plantas contaban con lignina, celulosa, poco nitrógeno y algunas otras características no diseñadas contra insectos, como el color verde, pero que no dejaban de ser un obstáculo para que éstos, como consumidores primarios, obtuvieran su energía de las plantas, productoras primarias por excelencia.

Las moléculas en un vegetal se clasifican en nutrientes y metabolitos secundarios (o aleloquímicos xenobióticos), siendo nutrientes las sustancias que se requieren para el crecimiento, desarrollo y reproducción del organismo, y xenobiótico los no esenciales a el.

Defensas vegetales mecánicas

El grosor, consistencia, tamaño, forma, volumen del todo o las partes, y densidad, por ejemplo la densidad de los pelillos. (Romero y Villanueva, 2000).

Grosor

Dentro de una especie cultivada o no, hay variabilidad en el grosor de los tejidos epidérmico, parenquimatoso, vascular, etc.

La epidermis, normalmente de una capa celular de grueso, rara vez es defensa mecánica; sin embargo, hay trabajos que relacionan la resistencia de algunos cultivares con esa estructura. También los hay de resistencia vegetal dependiente del grueso de los demás tejidos.

Las epidermis contactadas por los insectos herbívoros suelen estar cubiertas de capas protectores de origen secrecional y, generalmente, de naturaleza cerosa; estas capas protectoras varían de grosor y confieren antixenosis cuando el insecto prueba, y abandona una planta o estructura por encontrarla demasiado gruesa.

Consistencia

Si el grosor de un tejido es capaz de conferir resistencia a un cultivar, la adición de una consistencia dura puede aumentar su oposición al insecto que se alimenta de él. Las inclusiones de silicio, calcio, oxalatos y otros agentes minerales frecuentemente confieren consistencia dura, al igual que la presencia de células pétreas y/o fibrosas del esclerénquima; lo mismo puede afirmarse de los tejidos vasculares, ya que unos pueden ser más consistentes que otros.

Un vegetal con tejidos y cubiertas altamente consistentes puede ser antixenótico. Podría suceder que el repudio no fuese total y que parte de la población que se estableciera en estas plantas sufriera un efecto antibiótico producto de la naturaleza de inclusiones más o menos tóxicas (calcáreas,

silícicas u oxálicas). En casos como éste, es difícil definir el mecanismo de resistencia, mas el causal sería siendo el mismo: defensa mecánica, originada por la consistencia de la parte afectada y, si se comprueba que las inclusiones son tóxicas, también antibiosis.

La consistencia muy lisa o muy rugosa (incluso la pegajosa), de algunas superficies vegetales o del interior de cogollos, flores, axilas y otras estructuras, son defensas mecánicas, identificadas como antixenosis cuando los insectos llegan y abandonan la planta después de intentar colonizarla; y no es antibiosis, aun cuando esas superficies interiores funcionen como trampas mortales (producto del hábito de crecimiento cuando se forman axilas y cuencos). Las plantas carnívoras digieren con químicos a los insectos presa, pero eso no es resistencia vegetal.

Tamaño

El tamaño de cualquier planta cultivada en condiciones diferentes a las generales, puede ser mayor o menor que el del resto, lo cual podría propiciar su escape de los insectos (pseudo resistencia), o una mayor concentración (pseudo susceptibilidad) de los mismos; en ambos casos los datos colectados serían falsos ya que no reflejarían resistencia o susceptibilidad. Si una planta fuese genéticamente enana o gigante con respecto a las demás, permaneciendo el resto de sus características constante, su resistencia o susceptibilidad serían las mismas excepto que con el tamaño va aparejado al

volumen, las plantas más grandes podrían mostrar alguna tolerancia al ataque de sus herbívoros, mientras que las genéticamente pequeñas podrían sucumbir frente a un número igual de invasores.

Forma

En cuanto a la forma de una variedad cultivada, existen investigaciones que inequívocamente, demuestran la preferencia que algunos insectos tienen por determinadas estructuras o plantas completas, lo que determinan mayores o menores grados de infestación o antixenosis.

El volumen de una variedad, órgano o estructura, todo lo demás siendo igual, puede determinar grados diferentes de repudio, especialmente si el insecto está siendo enfrentado a algo de mayor o menor volumen a lo que estaba genéticamente capacitado para reconocer y para citar.

En lo que no hay lugar a duda, es en el papel que juegan algunas estructuras (escamas, espinas, brácteas o pelillos, etc.), como barreras que limitan o impiden el acceso de algún insecto a su fuente de alimentación, cuando están densamente insertadas en el órgano a proteger, o cuando no lo están. (Romero y Villanueva, 2000).

Epidermis

La es la capa más exterior de las células de hojas, partes florales, frutos y semillas. Adicionalmente, la epidermis se encuentra en una posición única, es la interfaz entre el ambiente y la planta, por un lado los tejidos vegetales están protegidos y por el otro lado se encuentra el ambiente exterior, del cual la planta ejerce poco o ningún control. Un número grande de fuerzas, tanto biológicas como no biológicas, puede epidérmicas proveen a la planta de una fuerza mecánica que permite tanto el crecimiento como la flexibilidad de los tejidos (Glover, 2000).

Cutícula

La cutícula vegetal es una membrana lipídica extracelular, compuesta por la cutina. Se ha identificado a la cutina como parte importante de la impregnación de las membranas, (cutinización), sustancia grasa que determina la limitación de la transpiración por la epidermis. (Essau, 1972).

La cutícula actúa como una interfase entre la célula epidérmica vegetal y el medio ambiente externo. De ese modo, la membrana cuticular juega un papel clave en procesos tan importantes como la absorción y difusión de xenobióticos exógenamente aplicados y en la defensa frente al ataque de patógenos. El espesor de la cutícula puede variar en las diferentes especies, las condiciones ambientales pueden influir sobre su desarrollo (Mauseth, 1988).

Cera

Todas las partes aéreas de la superficie vegetal, están cubiertas por ceras epicuticulares (capa de cera mas externa) que forman a su vez, una importante interfase entre la planta y el ambiente.

Las propiedades físicas y químicas de las superficies cerosas en las plantas tienen una función muy importante en la resistencia vegetal a diversos factores del estrés ambiental como protección contra ataques de bacterias, hongos patógenos, virus e insectos fitófagos. (Jenks y Ashworth, 1999).

Estomas

Los estomas formados por un par de células oclusivas y la abertura situada entre éstas son canales de comunicación e intercambio gaseoso (Willmer, 1983).

Tricomas

Los tricomas son apéndices epidérmicos con diversa forma, estructura y función. Su nombre proviene del griego trichos, que significa cabellera.

Pueden estar en cualquier órgano de la planta, pueden persistir durante toda la vida de esos órganos o ser efímeros. Las células pueden permanecer vivas o perder el protoplasto; hay varios tipos de tricomas en la misma planta, y varían entre distintas especies. Son útiles en taxonomía, para caracterizar especies, géneros o a veces grupos más grandes.

Los pelos se originan a partir de meristemoides epidérmicos. Se inician como una protuberancia que se agranda y puede o no dividirse.

Los tricomas presentan paredes celulósicas, recubiertas de cutícula, o paredes secundarias lignificadas. La cutícula puede ser lisa o escultrada. A veces las paredes están impregnadas de sílice o carbonato de calcio. El contenido citoplasmático varía con la función, en general están altamente vacuolados, pueden tener cristales o cistolitos. Frecuentemente los pelos unicelulares grandes tienen núcleos poliploides.

Clasificación

Papilas: abultamientos poco pronunciados, muchas veces sensitivos, pueden ser delgadas, parecidas a pelos. Pétalos de Rosa.

Pelos tectores: pelos no secretores, pueden estar compuestos de una o varias células.

Pelos simples unicelulares. La porción que se inserta en la epidermis se llama pie, el resto es el cuerpo. Por ejemplo: los pelos de la semilla de *Gossypium hirsutum* (algodón) con paredes secundarias celulósicas, pueden

tener hasta 6 cm. de longitud. Comercialmente estos pelos se denominan "fibras" y actualmente es la fibra textil más importante en el mundo. Los pelos de la cara interna del fruto de *Ceiba pentandra* (kapok) se utilizan industrialmente para relleno de almohadones y tapicería.

Pelos simples pluricelulares: presentan una o varias filas de células

Pelos ramificados unicelulares: pueden tener forma de T, o sea con dos brazos opuestos, son los denominados pelos malpigiáceos. También pueden presentar varios brazos, en ese caso son estrellados.

Pelos ramificados pluricelulares. Según como se dispongan las células reciben diferente denominación. Los pelos dendríticos son semejantes a árboles; los pelos estrellados presentan ramas en el mismo plano o en planos diferentes; cuando poseen un brazo central notoriamente más largo que los demás, se llaman porrecto-estrellados. Las células que rodean al pie suelen ser diferentes a las restantes células epidérmicas.

Escamas o pelos peltados: son tricomas pluricelulares que presentan todas las células en el mismo plano, formando un escudo, pueden ser sésiles o pedunculadas.

Pelos glandulares o secretores: pueden ser unicelulares o pluricelulares muy complejos, generalmente tienen un pie y una cabeza secretora. En muchos tricomas secretores la cutícula se separa durante el proceso de secreción.

Efecto de tricomas en *Tetranychus urticae* Koch

La presencia de tricomas en las plantas puede provocar repelencia a los herbívoros y sus enemigos naturales, y también puede impedir la circulación de los artrópodos y / o aumentar la zona que se alimentaban de los depredadores (Gamarra *et al.*, 1998; Krips *et al.*, 1999, Roda *et al.*, 2000; Michalska, 2003).

La densidad de tricomas presenta una correlación negativa con la fecundidad reducida y el porcentaje de oviposición en diferentes cultivos (Levin, 1973, Juniper y Southwood, 1986; Marquis, 1992), debido a que la densidad de tricomas de la hoja está considerada como un mecanismo de defensa de las plantas para impedir o disminuir el daño por herbívoros (Levin, 1973; Rodriguez *et al.*, 1984; Marquis, 1992).

La resistencia de las plantas a *T. urticae* esta positivamente correlacionada con el numero de tricomas y se ha observado que la disminución de estos resulta en un aumento en la oviposición de este ácaro en plantas de *Buddleia L taxa* (Gilman *et al.*, 1999), resultados similares reportan Yiem *et al.* (1993) para fresa (*Fragaria Chiloensis Duch*), algodón (Levinsh 2002) y tomate (Aragáo, 2000).

Elicitores

Numerosas plantas

Numerosas plantas silvestres y cultivadas muestran respuesta inducidas por el daño producido por los insectos. Estas respuestas inducidas son

cambios que ocurren después del ataque de herbívoros. Muchos estudios han documentado efectos negativos de las respuestas inducidas sobre la preferencia del herbívoro. Los elicitores son compuestos que inician respuestas inducidas a la herbivoría cuando son aplicados al follaje o las raíces, los elicitores son una forma práctica para inducir respuestas de la planta (Camarena, 2002).

En términos generales cuando las plantas sienten que están siendo afectadas por organismos, inducen una variedad de respuestas de defensa; como son la producción de fitoalexinas y cambios estructurales en sus paredes celulares. Con respecto a la síntesis de fitoalexinas se relaciona con la presencia de la interacción hospedero-patógeno, los cuales actúan como elicitores para la síntesis de esta, Chester (1933), al final de una revisión exhaustiva determinó que las plantas presentaban un fenómeno de inmunidad fisiológica adquirida, que podía estar asociada no solo a la interacción planta-patógeno, si no a compuestos exógenos que incitaban la síntesis de estas. Dentro de estos compuestos encontramos al ácido acetil salicílico y el ácido benzoico.

Por otra parte se ha reportado, que el silicio juega un papel importante en la planta. Se encuentra presente en los tejidos de la planta en cuatro formas que son, que son la mineral, orgánica, polimérica y cristalina. Esta última se encuentra en la superficie de las hojas, proporcionándole brillo y formando parte de la estructura de los tricomas y fitolitos, los cuales caen al suelo promoviendo el reciclado, además este elemento controla el desarrollo del sistema radicular, la asimilación y distribución de nutrientes minerales,

incrementa la resistencia de la planta al estrés abiótico (alta y baja temperatura, viento, alta concentración de sales y metales pesados, hidrocarburos, Aluminio (Al), etc.) y biótico (insectos, hongos, enfermedades), (Quero,2006).

El silicio protege a las plantas contra el ataque de las enfermedades, hongos e insectos. Se ha empleado eficazmente para controlar numerosas enfermedades causadas por hongos y ataques de insectos, tanto como, los pesticidas y fungicidas, pero sin efectos negativos para el medio ambiente. La cantidad de tricomas se estimula de un 20 a un 80%.

El silicio forma parte de la estructura de los tricomas. En plantas de frijol, caña de azúcar, papa, chile, tomate, maíz el silicio incrementa el número y tamaño de tricomas estructurales y glandulares, ya que forma parte de su estructura, y este puede ser el mecanismo por el cual el silicio mejora e incrementa la resistencia de los cultivos al ataque de insectos, hongos y bacterias.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

El presente trabajo fue realizado dentro de la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro” de agosto - noviembre del 2009.

El experimento fue desarrollado en dos fases, la primera etapa se trabajó en el invernadero de túnel del departamento de parasitología agrícola y en la segunda faceta; las actividades se realizaron en el laboratorio de toxicología de la misma institución.

Establecimiento del cultivo de maíz

Para esta investigación se utilizó plantas de maíz variedad AN-423; la siembra se efectuó el día 22 de junio del 2009. Colocándose dos semillas por bolsa negra con capacidad de seis kilogramos; conteniendo un sustrato arcillo-limoso; para este trabajo, se utilizó un diseño de bloques al azar. Obteniéndose, así un total de 6 tratamientos con 13 repeticiones.

A los 25 días de la siembra se procedió a infestar las plantas de maíz con hojas procedentes de una colonia madre establecida en el mismo invernadero en plantas de maíz, que consistió en colocar una hoja proveniente de la colonia madre y colocarla a la altura de la segunda y tercera hoja de planta a infestar, esto se realizó en dos ocasiones con un lapso de 15 días entre una y otra infestación.

Productos a evaluar

A los 30 días de la infestación se aplicaron los tratamientos (Cuadro 1) con 5 repeticiones y en un diseño completamente al azar.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron las siguientes actividades: fertilización, riegos de auxilio y una aplicación de insecticida

Cuadro 1. Productos elicitores evaluados para el control de adultos de araña roja *Tetranychus urticae* Koch.

TRATAMIENTO	PRODUCTO	DOSIS (ml/lts)
1	TESTIGO	-
2	XCITER 1	10
3	XCITER 2	20
4	XCITER 3	30
5	SILICIO	15
6	DICOFOL	20

Labores culturales. Los deshierbes se hicieron cada ocho o quince días según se presentara el problema de malezas. Esta actividad se hacía manualmente planta por planta. En dos ocasiones se rellenaron un poco las bolsas con tierra esto fue en algunas plantas que lo requerían.

Fertilización. La fertilización consistió en tres aplicaciones Nitrato de calcio Ca (NO₃); la primera aplicación fue a los 71 días aproximadamente a temprana hora aplicando una dosis de 3 grs. por planta depositando los gránulos del fertilizante alrededor del tallo de la planta. La siguiente aplicación fue a los 79 días y siendo la última vez en que se le aplicó el fertilizante a los 87 días. Las aplicaciones se hicieron en forma manual.

Control de plagas. Debido al problema que empezó a presentar el cultivo con ataques de gusano cogollero se hizo una aplicación de un insecticida del

grupo de los fosforados llamado Diazinon a los 101 días (Cuidando que el producto no tuviera acción acaricida).

Riegos. El riego se hizo mediante cubetas de 20 litros en forma manual, dos veces por día durante todo el proceso del experimento.

Variables a evaluar

Las variables que se evaluaron para este experimento fueron dos: arañita roja *Tetranychus urticae* Koch y los tricomas de las hojas de maíz.

En cuanto a la evaluación del acaro de dos manchas se realizo de la siguiente manera:

Conteo de ácaros. Después de haberse infestado las plantas de maíz con *T. urticae*, se realizaron conteos poblacionales durante un mes por espacio de 8 días cada uno; esto se realizó tomando 3 hojas de la planta (estrato superior, medio, e inferior, las cuales al comienzo del experimento se etiquetaron. Se contabilizaron ácaros adultos localizados en el haz y envés de las hojas, y así el mismo procedimiento para todos los conteos.

Conteo de tricomas. Para el conteo de tricomas se realizo únicamente un solo conteo general a los 165 días después de la siembra. Para realizar el conteo de tricomas, se utilizo la técnica descrita por Moraes *et al.* (2004), la

cual consistió en colocar una capa de pegamento para PVC (Silicón) en el haz de la hoja, posteriormente se cubría con una banda de cinta diurex, de aproximadamente 7 cm de largo, una vez que secura el pegamento, la cinta se retiraba de un solo movimiento, para después sujetarla sobre un porta objetos y poder realizar los conteos en el microscopio compuesto.

Después de haber terminado este trabajo de los tricomas en campo, se continuó en el laboratorio para observarlos por el microscopio. Colocando el portaobjetos con tricomas en el microscopio y realizando el conteo de los mismos, posteriormente mediante una regla de tres se extrapolo el número de tricomas por centímetro cuadrado.

Análisis Estadístico

Con lo resultados obtenidos se realizo un análisis de varianza completamente al azar, si este mostraba significancia se procedió a realizar una comparación de medias mediante LSD ($p \geq 0.05$) así mismo se hizo una regresión lineal para observar el efecto del número de tricomas en relación a la población de ácaros; los valores de regresión se transformaron con \sqrt{x} debido a que no presentaban normalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Densidad de población de *Tetranychus urticae*

En relación a la población de adultos del ácaro de dos manchas en el preconteo, al realizar el análisis de varianza este mostró diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro A2) y al realizar una comparación de medias por LSD ($p \geq 0.05$), se observó que el testigo y el tratamiento con Exciter 2 presentaron la menor población de ácaros con 42.93 y 42.06 ácaros respectivamente; seguido por los tratamientos con Exciter 1, Silicio y Dicofol; mientras que el tratamiento con Exciter 3 presentó la mayor densidad de población con 132.53 ácaros (Figura 1 y Cuadro A7)

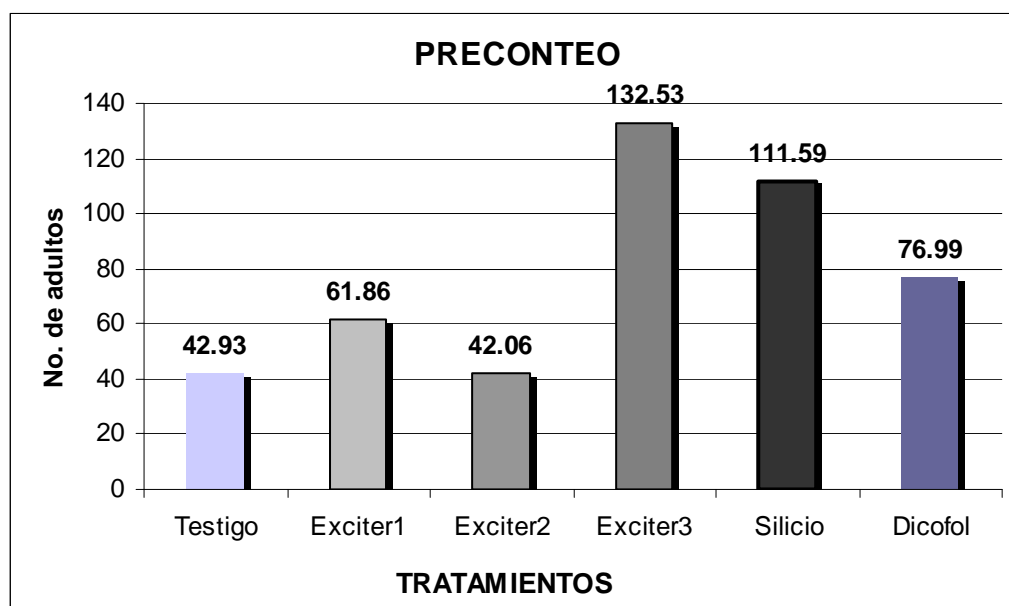


Figura 1. Promedio de ácaros de dos manchas por hoja de maíz

Al realizar un análisis de varianza de los resultados observados en el primer conteo (ocho días después de la infestación), este muestra una alta diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro A3), y al efectuar la comparación de medias por LSD se observó el tratamiento con Exciter1 fue el de menor densidad poblacional con un promedio de 16.99 ácaros por hoja, seguido por el testigo, dicofol, Exciter 2 y Exciter 3 con un 49.65, 84.12, 104.93 y 131.73 ácaros respectivamente, así mismo el tratamiento con mayor población fue el Silicio con un 224.99 adultos del ácaro de dos manchas por hoja.

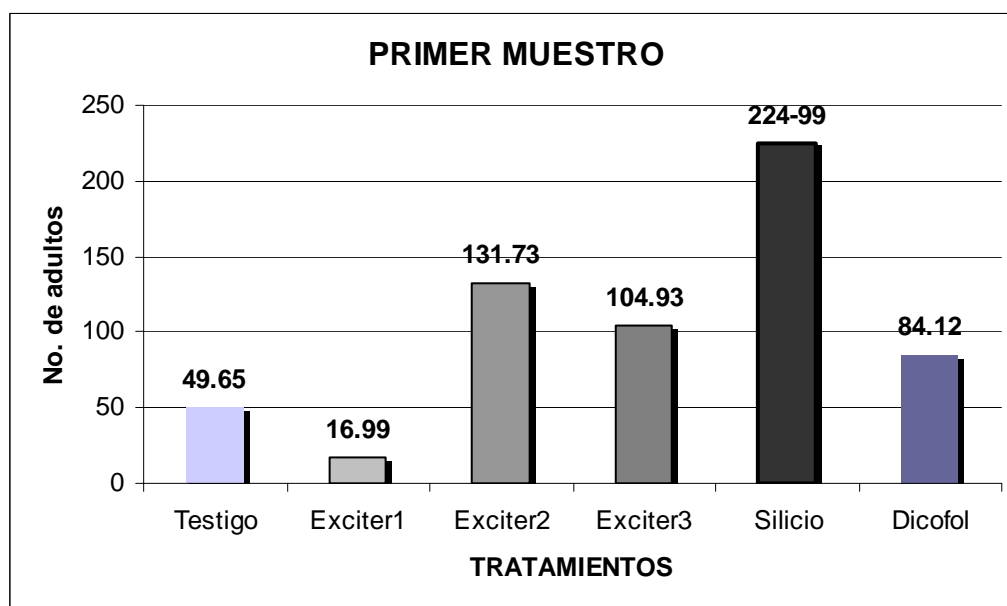


Figura 2. Promedio de ácaros de dos manchas por hoja de maíz a los 8 días después de infestación.

A los 15 días de la infestación (segundo muestreo) podemos observar que existe alta diferencia estadística (Cuadro A4), y al someterse a una comparación de medias se presentaron grupos de respuesta, los tratamientos que resultaron con una menor población para este muestreo fue Exciter2 con 46.062 seguido del Testigo con un promedio de 42.396; el tratamiento con Dicofol presento 76.99 ácaros por hoja; siendo en los tratamientos Silicio y Exciter3 los que presentaron mayores poblaciones con 93.73 y 97.93 ácaros por hoja respectivamente (Figura 3).

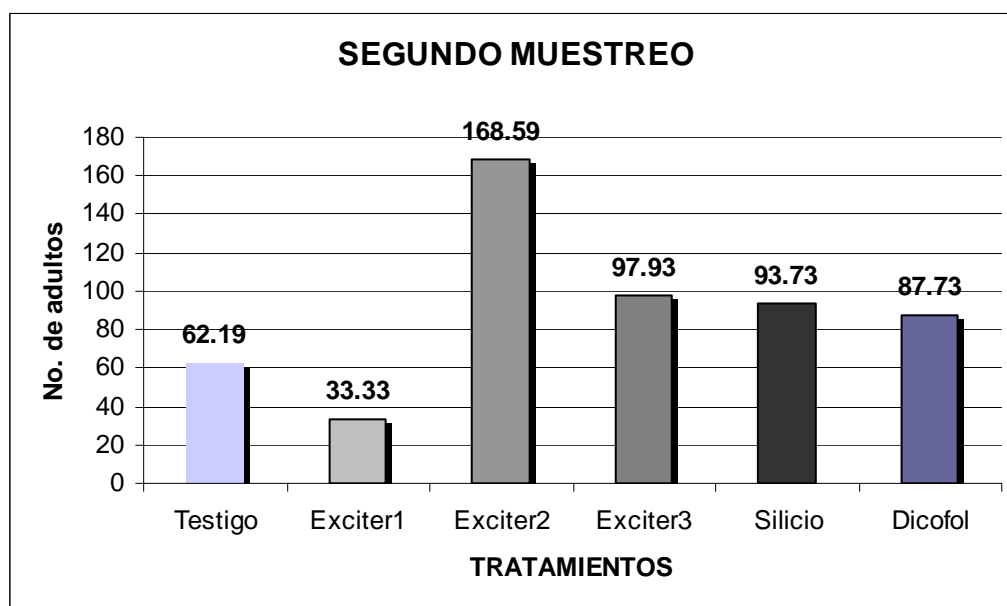


Figura 3. Promedio de ácaros de dos manchas por hoja de maíz a los 15 días después de la infestación.

En relación al tercer muestreo realizado a los 21 días después de la infestación (Cuadro A5), el análisis de varianza muestra significancia entre los tratamientos, y al realizar la comparación de medias (Cuadro A10), se observaron 3 grupos de respuesta, siendo el Testigo, el Exciter1 y el Dicofol los que menor densidad poblacional presentaron con 60.46, 45.33 y 68.39 ácaros por hoja respectivamente y el tratamiento que mayor densidad presentó fue el Exciter 2 con 195.93.

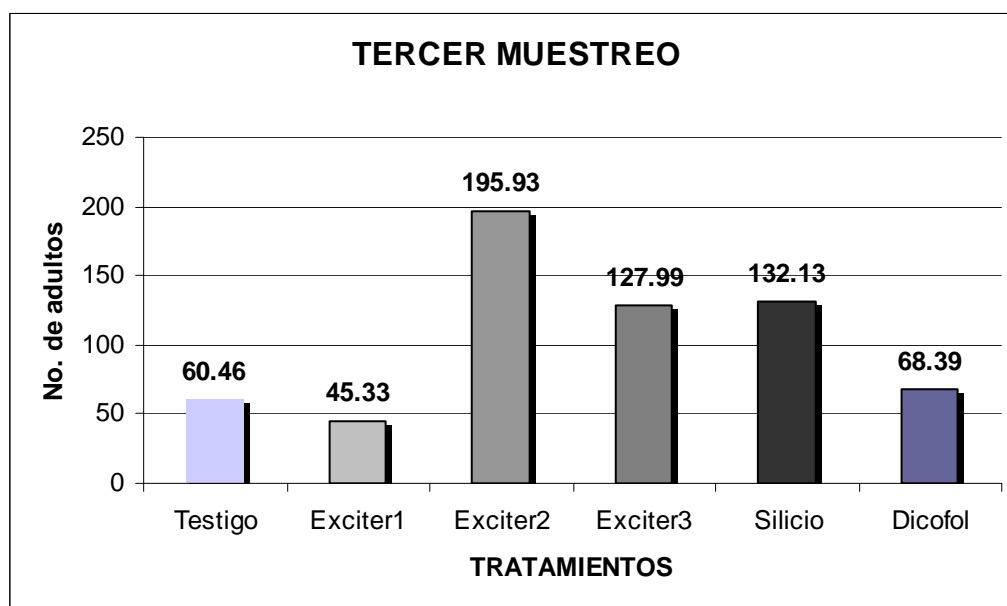


Figura. 4. Promedio de ácaros de dos manchas por hoja de maíz a los 31 días después de la infestación.

Al realizar un análisis de varianza de los resultados observados a los 30 días de la infestación (cuarto muestreo) en la densidad poblacional de *T. urticae* (Cuadro A6), se observó alta significancia entre los tratamientos y al efectuar la comparación de medias se observaron dos grupos de respuesta, siendo el tratamiento con Exciter3 el que mayor población presentó con 144.93 ácaros por hoja respectivamente, y el testigo, Exciter1, Exciter2, Silicio y Dicofol presentaron densidades similares. (Cuadro A11 y Figura 5).

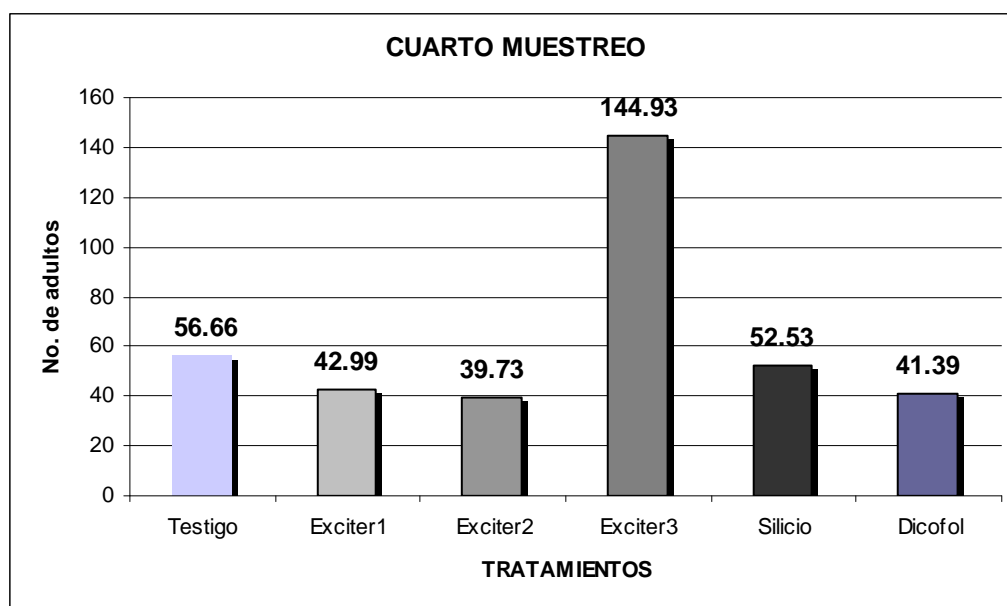


Figura 5. Promedio de ácaros de dos manchas por hoja de maíz a los 46 días después de la infestación.

Se ha demostrado que el tratamiento de las plantas con silicio trae como consecuencia la acumulación de compuestos fenólicos, lignina y fitoalexinas (Aguirre *et al.*, 2007). Aumento en la síntesis de peroxidasa, polifenoloxidasa, glucanasas y quitinasas; estas enzimas están relacionadas con un incremento en la producción de quinonas y especies reactivas de O_2 que tienen propiedades antibióticas, favorecen la mayor lignificación de los tejidos, la disminución en la calidad nutricional y la digestibilidad, todo lo cual genera, consecuentemente, un decremento en la preferencia de los insectos por las plantas (Batista *et al.*, 2005).

Al graficar el promedio de ácaros por hoja durante los cuatro muestreos, se observa que el testigo presenta una estabilidad en cuanto a la densidad poblacional durante todos los conteos, mientras que los tratamientos con Exciter1, Exciter2, Exciter3, Silicio y Dicofol presentan aumentos y

disminuciones de la densidad poblacional, siendo mas pronunciada a los 30 días después de la infestación (Figura 6) esto posiblemente se deba a efecto residual de los productos utilizados, o bien a aumento de los metabolitos secundarios de la planta, al respecto Muchos autores han demostrado que los componentes bioquímicos de plantas están bajo la dependencia de la condición fisiológica de la planta y de el grado de presión de la plaga sobre la planta hospedante (Tomczy, 1989; Herms, y Mattson, 1992). Esto afecta la disponibilidad de nutrientes y la existencia del anti-insecto en las hojas de la planta, y parcialmente puede explicar la falta aparente de resistencia de los materiales de maiz (Herms, y Mattson, 1992).

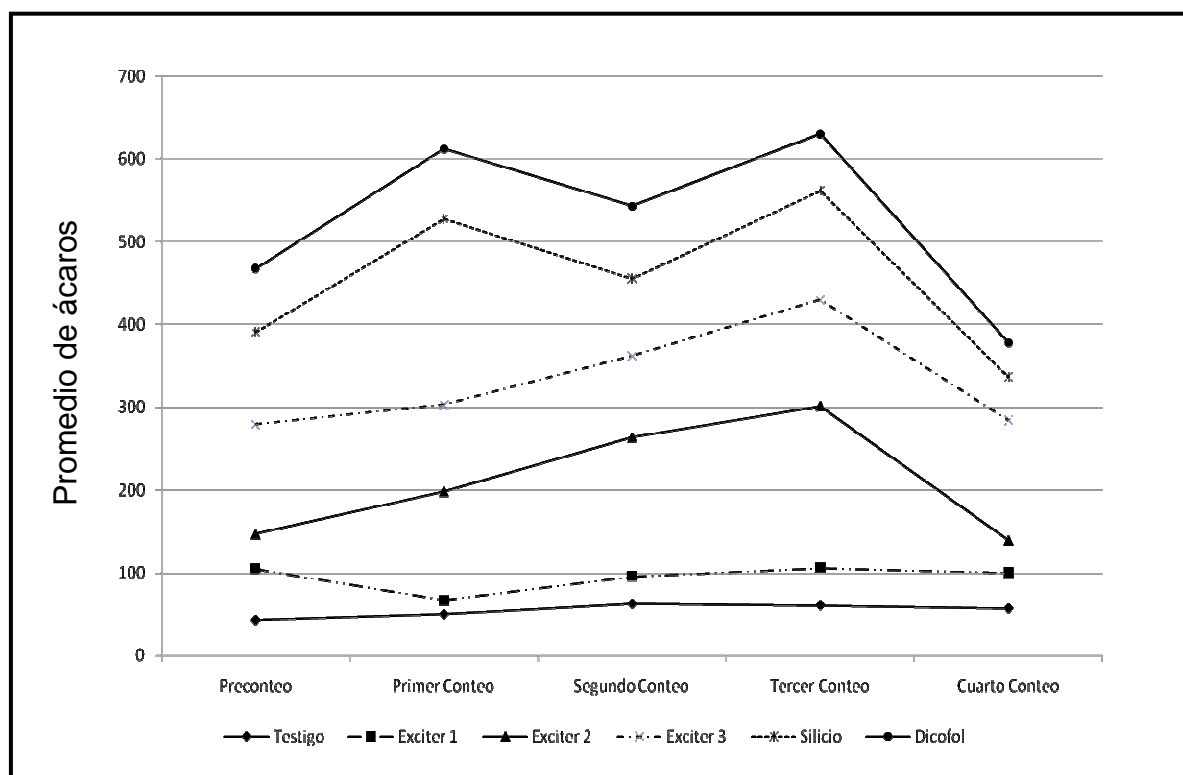


Figura 6. Promedio de ácaros por hoja durante los 4 muestreos en hojas de maíz.

En el caso de los tricomas se hizo únicamente un conteo general a los 170 días después de la siembra.

Al realizar el análisis de varianza (cuadro A6), podemos mencionar que no presentan diferencia entre los tratamientos, pero se puede observar que el tratamiento con Exciter 2 el número de tricomas es dos veces mayor a las que presenta el tratamiento con dicofol (Figura 7), esto es debido a la alta cantidad de sílice que presenta el Exciter 2, al respecto Aguirre *et al.* (2007), menciona que el tratamiento de plantas con silicio trae como consecuencia la acumulación de compuestos fenólicos, lignina y fitoalexinas y aumento en el número de tricomas

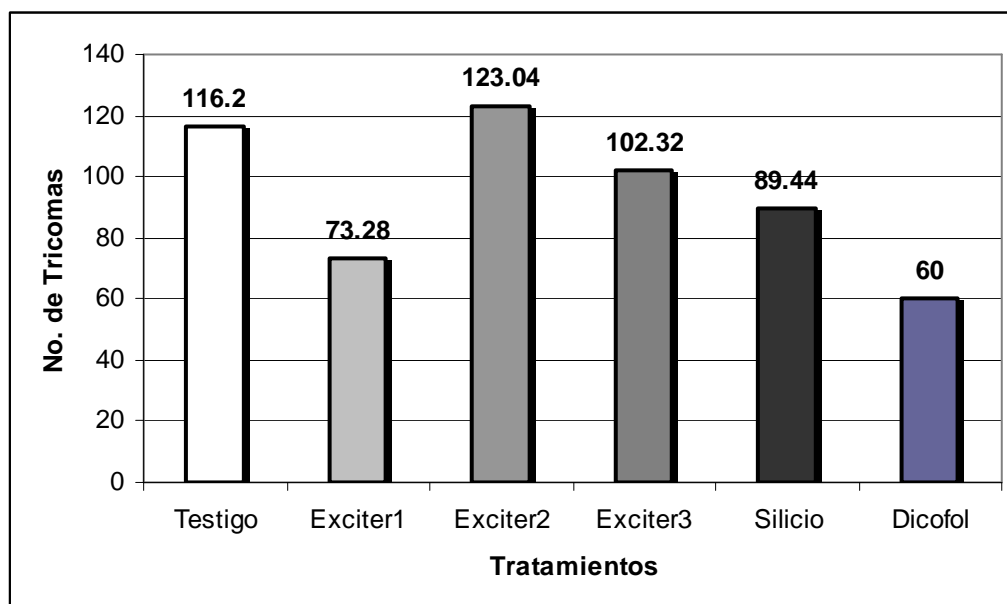


Figura 7. Número de tricomas/cm² de hojas de maíz observadas a los 30 días después de la infestación

Efecto del número de tricomas en la población del acaro de dos manchas

Al relacionar el efecto de la densidad de tricomas de hojas de maíz con respecto al promedio de ácaros de dos manchas por hoja se observó una correlación negativa igual a -0.0539965 , esto concuerda con lo reportado por Jiménez-Ferrer *et al.* (1993, 1994) para fresa, frambuesa (Wilde *et al.*, 1991) y en diferentes especies de *Lycopersicum* (Goffreda y Mustschler, 1989; Wetston *et al.*, 1989) quienes reportan una correlación negativa entre la densidad de tricomas y la densidad de ácaros.

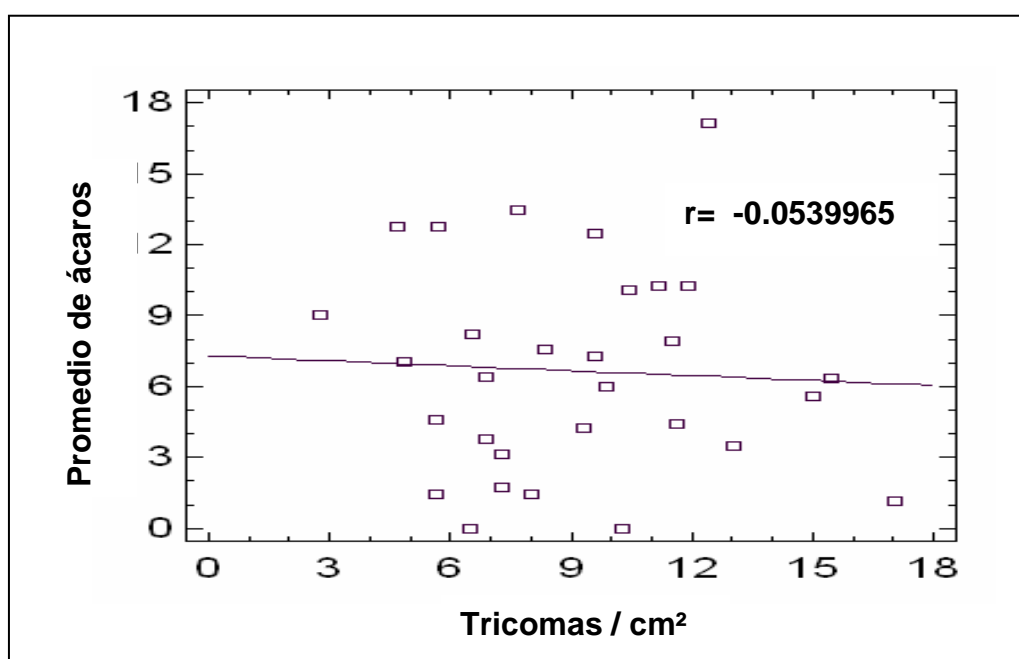


Figura 8. Correlación obtenida entre el índice poblacional del acaro de dos

De la regresión lineal se obtuvo una ecuación de predicción: $\text{ácaros} = 7.2937 - 0.00692 \text{ tricomas}$, lo que indica que para reducir el daño por un ácaro se requiere aumentar 105.06 tricomas cm^{-2} , por lo que se puede mencionar que para este estudio la relación entre la densidad de tricomas y el número de ácaros por hoja es débil.

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados de esta investigación se concluye que:

- No existe efecto de los tratamientos con Exciter1, Exciter2, Exciter3, Silicio en cuanto al aumento de tricomas en hojas de maíz a los 30 días de aplicación.
- La densidad de tricomas por centímetro cuadrado de hojas de maíz tiene una correlación negativa en el crecimiento poblacional de *Tetranychus urticae* Koch.

LITERATURA CITADA

Abbott. Setta, M. M., and C.C. Chinders. 1987. A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mite for biological studies. Florida Entomol. p. 245

Afzal M., Nazir Z., Bashir H. M., and Khan S. B. 2009. Analysis of host plant resistance in some genotypes of maize against *Chilo partellus* (Swinhoe) (Pyralidae: Lepidoptera). Pak. J. Bot. p. 428.

Agrawal A.A. 1998. Induced responses to herbivory and increased plant performance. *Science*. p. 1202.

Aragão C. L., Wilson M. R., Franca D. B., Losada A. M., Avilanes C. M. 2000. Tricomas foliares associados à resistência ao ácarorajado (*Tetranychus urticae* Koch.) em linhagens de tomateiro com alto teor de 2-tridecanona nos folíolos. Ciênc. agrotec., Lavras. P.81

- Araujo Andrade Luis Alberto 1993. Aspectos socioeconómicos de la investigación agronómica en maíz en la región sureste del estado de Coahuila. p. 45
- Archer T. L., A. B. Onken, E. D. Bynum Jr. y G. C. Peterson. 1990. Banks grass mite (*Oligonychus pratensis*) abundance on sorghum cultivars with different levels of nitrogen use and metabolism efficiency. p.182
- Benavides Mendoza A, A M Salazar-Torres, F Ramírez-Godina, V Robledo-Torres, H Ramírez-Rodríguez, R K Maiti (2004) Tratamiento de semilla de chile con ácido salicílico y sulfosalicílico y respuesta de las plántulas al frío. *Terra Latinoamericana*. p.41.
- Cabral Dorado Rodrigo 1975. Evaluación de varios insecticidas en el control del gusano elotero sobre el cultivo de maíz dulce para la región del bajío. p. 29
- Castro Ibarra Leonardo David 2004. Producción de maíz y frijol en el valle del fuerte en el estado de Sinaloa. p. 66
- Centro de investigaciones agrarias 1980. Cultivo de maíz en México. p.18
- Davis, F.M., Williams, W.P. & Wiseman, B.R. 1989. Methods used in screening and determining mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall army-worm. In *CIMMYT 1989. Towards Insect Resistance Maize for the Third World: Proc. Int. Symp. on Methodologies for*

Developing Host Plant Resistance to Maize Insects. Mexico, DF, CIMMYT.

De Moraes G.J., Mc Murtry J.A., Denmark H.A., Campos C.B. (2004) A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. *Zootaxa*. p.494

De Ponti, O.M.B. 1985. Host plant resistance and its manipulation through plant breeding. *in*: Helle, W. and Sabelis, M.W. [Eds.] *Spider Mites, Their Biology, Natural Enemies and Control*. Volume 1B, pp. 395-403. Elsevier, New York, NY.

Doreste S. Ernesto – San José C. R. (colección, investigación y desarrollo) 1988. *Acarología*. p. 13

Estrada Alemán Pedro Hugo 1986. *Enemigos naturales de las principales plagas del maíz*. p. 13

Freitas, J. A., M.F.N. Brandão, V. S. Souza, W. R. Maluf, A. I. Ciociola Jr. Y G. L. D. Leite. 2002. *Relações entre acilaçúcares, tricoma glandular e resistência do tomateiro à mosca branca*. Maringá. p.1316

Galston. 1989. *The life of the green plant*. 3ª. Edición. Interamericana Mc-Grill. USA. p. 65

- Gilman, J.H., M.A. Dirr y S.K. Braman. 1999. Gradients in susceptibility and resistance mechanisms of *Buddleia* L. taxa to the two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.). J. Amer. Soc. Hort. Sci. p.114
- Gimenez-Ferrer, R.M., J.C. Scheerens and W. A. Erb. 1993. In vitro screening of 76 strawberry cultivars for two spotted spider mite resistance. HortScience. p.841
- Gimenez-Ferrer, R.M., W.A. Erb, B.L. Bishop and J.C. Scheerens, 1994. Host-pets relationships between the two spotted spider mite and strawberry cultivars with differing levels of resistance. J. Econ. Entomol. p.168
- Godffreda, J.C. y M. A. Mutschler. 1989. Iheritance of potato aphid resistance in hybrid between *Lycopersicon sculentum* and *L. pennellii*. Theor. Applied Genet. p.210
- Granados, G. y Paliwal R.L. 2001. EMejoramiento para resistencia a los insectos. En:El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Paliwal, R. L., Granados G., Lafitt R: H., Violic D. A.,Marathée J. P. Colección FAO: Producción y protección vegetal. p.28
- Herms, D.A., Mattson, W.J. 1992. The dilemma of plants: To grow or defend. Quart. Rev. Biol. p.283
- Jaenike, J., 1990. Host specialization in phytophagous insects. Annu. Rev. Ecol. Syst. p.243

Jiménez Negrete Juan Manuel 1990. Efecto del molibdato de amonio sobre poblaciones de (*Tetranychus urticae* Koch) en plántula de frijol. p. 29

Juniper, B. y Southwood, T.R.E. 1986. *Insects and the Plant Surface*. Edward Arnold, London. p.78

Lam W.K. y Pedigo L.P. 2001. Effect of trichome density on soybean pod feeding by adult bean leaf beetles (Coleoptera: Chrysomelidae). *J. Econ. Entomol.* p. 1459

Lesur Luis (coordinación) 2005. *Manual del cultivo de maíz*. Editorial Trillas. P.66

Levin, D.A. 1973. The role of trichomes in plant defence. *Quart. Rev. Biol.* p.3

Maluf, W. R., Inoue, I. F., Ferreira D. R. P., Gomes A. L. A., de Castro M. E. y Cardoso das G. M. 2007. Higher glandular trichome density in tomato leaflets and repellence to spider mites. *Pesq. Agropec. Bras.* p.42(9) Brasília Sept. 2007

Mansour F.A., y Z. Karchi. 1994. Resistance to carmine spider mite in watermelon. p.43

- Mansour, F., Bar-Zur, A. and Abo-Moch, F. 1993. Resistance of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae): evaluation of antibiosis of selected lines at different growth stages. *Maydica* p.309
- Mansour, F., Karchi, Z. and Omari, N. (1987) Resistance of melon to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus* (Boisduval) (Acari: Tetranychidae). *Bull. Entomol. Res.* p.603
- Marquis, R.J. 1992. The selective impact of herbivory. In: Plant Resistance to Herbivory and Pathogens. Ecology, Evolution and Genetics (R. S. Fritz & E. L. Simms, eds), pp. 301. The University of Chicago Press, Chicago.
- Mauricio R., Rausher M.D., Burdick D.S. 1997. Variation in the defense strategies of plants: are resistance and tolerance mutually exclusive? *Ecology*. p.1301
- McMurtry J. A. Croft B. A. 1997. Life styles of phytoseiid mites and their roles as biological control agents. *Ann. Rev. Entomol.* p.291
- Meagher, R. L Jr. 1994. Resistance of Bedding to Twospotted Spider Mite and Sweetpotato Whitefly. *Subtropical Plant Science.* p.62

- Méndez Gómez Ricardo 1995. Función del ácido abscísico (ABA) en el desarrollo de yemas y bayas en varios cultivares de la vid (*Vitis vinifera* L.).p. 54
- Mendoza Villarreal Rosalinda 1986. Respuesta del maíz (*Zea Mays*) variedad Lucio Blanco (AN – 361) a la inoculación de *Azospirillum lipoferum*, *A. brasilense* y *Azospirillum* spp en Derramadero, Coahuila. p. 12
- Mijares Asquer José 1969. Aplicación de Sevin 80% H. y Malatión 50% en dos épocas para el control de complejo de insectos en el cultivo de maíz en Buenavista, Coahuila. p. 56
- Mora Avelar Nemesio 1995. Evaluación de dos formulaciones de alfacipermetrina sobre *Frankliniella* spp, *Dalbulus* spp y *Rhopalosiphum* spp en el cultivo de maíz. p. 78
- Ortega, A.C. 1987. Insect Pest of maize: A Guide for Field Identification. CIMMYT, México, D.F. México. p. 56
- Painter, R.H. 1951. Insect Resistance in Crop Plants. The Macmillan Co., New York, NY. p.302
- Pérez, B.H., y Chan, C. J. L. 1986. Densidad estomatal del duraznero y nectarino de riego y del duraznero de temporal. Fitotecnia. p.186.
- Pickett, C.H. y Gilstrap, F. E. 1985. Dynamics of spider mite species (Acarina: Tetranychidae) composition infesting corn. J. Kans. Entomol. Soc. p.503

Ramalho, F.S., W.L. Parrott, J.N. Jenkins y J.C. Mccarty. 1984. Effects of cotton leaf trichomes on the mobility of newly hatched tobacco budworms (Lepidoptera:Noctuidae). *Jour. Econ. Entomol.* p.619

Ramírez González Ramón 1986. Comparación de dos métodos de selección recurrente y estimación de parámetros de estabilidad en maíz. P.113

Ramírez Peña Juan 1985. Evaluación de insecticidas en diferentes épocas para el combate de plagas del suelo en maíz temporal. p. 22

Ranger C.M., Hower A.A. 2001. Role of the glandular trichomes in resistance of perennial alfalfa to the potato leafhopper (Homoptera: Cicadellidae). *J. Econ Entomol.* p. 950

Rodriguez, E., Healy, P.L. & Mehta, I., eds. 1984. *Biology and Chemistry of Plant Trichomes.* Plenum, New York. p.45

Ruiz García Alejandro 1992. Respuesta del maíz (*Zea mays*) variedad "Lucio Blanco" (AN – 361) al biofertilizante líquido anaerobio del estiércol de bovino bajo condición riego en Derramadero Coahuila. p. 19

Saeidi, A. y Baharath M. 2006. In vitro Screening of 67 *Lycopersicon* accessions/Cultivars for Resistance to Two-Spotted Spiter Mite. Journal of Biological Sciences. p.847

SAS Institute Inc. 2002. Guide for personal computers. SAS institute, Cary, N.C.

Salazar Torres Alicia M. 2001. Efecto de la aplicación del acido salicílico y sulfosalicílico en la respuesta al estrés del frío de chile serrano. p. 42

Santiago G. Ángel Roberto Efecto del acido salicílico y acido benzoico en la germinación y biomasa de betabel y lechuga 2002. p. 41

Servicio de extensión cooperativo, Universidad de Illinois y servicio de extensión del departamento de agricultura de EUA – Buenos Aires, Argentina. Editorial Hemisferio sur. p. 63

Smith, C. M. 1994. An Overview of the Mechanisms and Bases of Resistance in Maize. In *Insect Resistant Maize: Recent Advances and Utilization*, Mihm, J. A., Ed. Proceedings of an International Symposium, International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT), Mexico, D. F., 1994, CIMMYT, El Batan, Mexico. p.12

- Steinite I., G. Levinsh. 2003. Possible role of trichomes in resistance of strawberry cultivars against spider mite. *Acta Universitatis Latviensis. P. 59*
- Stumpf, N. y R. Nauen. 2001. Cross-resistance, inheritance, and biochemistry of mitochondrial electron transport inhibitor-acaricide resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *J. Econ. Entomol.* p.1577
- Tadmor, Y., Lewinsohn, E., Abo-Moch, F., Bar-Zur, A., and Mansur, F. 1999. Antibiosis of maize inbred lines to the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica.* p.27
- Takematsu, A.P., N.S. Filho, M.F. de Souza Filho, y M.E. Sato. 1994. Sensibilidade de *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) proveniente de roseira (*Rosa* sp.) de Holambra-SP a algunos acaricidas. *Rev. Agric. (Piracicaba)* p.129
- Tomczyk, A. (1989) *Physiological and Chemical Responses of Different Host Plants to Infestation by Spider Mites (Acarina: Tetranychidae)*. Warsaw Agricultural University Press, Warsaw, Poland. P. 78
- Vázquez Castillo Wilson A. 1993. Temperatura, fenología y calidad física en la semilla de maíz. p. 22
- Vázquez Reyes José A. 2001. Aplicación del ácido salicílico en hojas de banano. p. 34

- Vera J. y E. prado A. Lagunas 1990. Ácaros fitopatógenos de los principales cultivos de México (biología y combate).p 19
- Villa Hernández Roberto 1994. Caracterización fenológica de los progenitores del híbrido de maíz AN – 447 y evaluación del modelo Ceres maize. p. 23
- Weston, P.A., D.A. Johnson, H.T. Burton and J.C. Snyder, 1989. Trichome secretion composition, trichome densities and spider mite resistance of ten accessions of *Lycopersicon hirsutum*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. p.492
- Whittaker, J. B. & Feeny, P. P., 1971. Allelochemicals: chemical interactions between species. Science. p. 757
- Wilde, G., W. Thomas and H. Hall, 1991. Plant resistance to two spotted spider mite (Acari:Tetranychidae) in raspberry cultivars. J. Econ. Entomol., p. 251
- Yiem M.S., An J.H., Lee Y.I. 1993. Relationships between morphological characteristics of apple leaf and resistance to two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae* Koch.). J. Agr. Sci. Hort. p.464

APENDICE

Cuadro A1.- Calendario de actividades realizadas durante la investigación

ACTIVIDADES	FECHAS
Siembra	22/06/09
Infestación	17/07/09
Fertilización	11/08/09, 18/08/09, 25/08/09
Deshierbes	18/08/09, 25/08/09
Control de plagas ajenas a la investigación	1/09/09
Preconteo de adultos	31/08/09
Primera aplicación	7/09/09
Primer muestreo	14/09/09
Segundo muestreo	21/09/09
Segunda aplicación	28/09/09
Tercer muestreo	28/09/09
Cuarto muestreo	5/10/09
Conteo general de tricomas	15/11/09

Cuadro A2. Análisis de varianza del preconteo de población de araña roja en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	34613.625000	6922.725098	2.2792	0.078
Error	24	72897.921875	3037.413330		
Total	29	107511.546875			

Cuadro A3. Análisis de varianza del primer conteo de población de araña roja en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	131491.281	26298.255	6.36	.001
Error	24	99167.968	4113.998		
Total	29	230659.250			

Cuadro A4. Análisis de varianza del segundo conteo de población de araña roja en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	51207.218750	10241.443359	1.6409	0.187
Error	24	149795.093750	6241.462402		
Total	29	201002.312500			

Cuadro A5. Análisis de varianza del tercer conteo de población de araña roja en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	82085.937500	16417.187500	3.3638	0.019
Error	24	117133.718750	4880.571777		
Total	29	199219.656250			

Cuadro A6. Análisis de varianza del cuarto conteo de población de araña roja en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	41352.460938	8270.492188	2.0010	0.114
Error	24	99195.796875	4133.158203		
Total	29	140548.257813			

Cuadro A7. Comparación de medias del preconteo de poblaciones del acaro de dos manchas en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423.

Tratamiento	Media	LSD*
3	42.0620	A
1	42.3960	A
2	61.8640	AB
6	76.9960	AB
5	111.5960	AB
4	132.5300	C

Cuadro A8. Comparación de medias del primer conteo de poblaciones del acaro de dos manchas en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

Tratamientos	Media	LSD*
2	16.9960	A
1	49.6500	AB
6	84.1280	AB
4	104.9300	B
3	131.7300	B
5	224.9960	C

Cuadro A9. Comparación de medias del segundo conteo de poblaciones del acaro de dos manchas en el cultivo de maíz.

Tratamientos	Medias	LSD*
3	168..59	C
1	62.198	A
2	33.33	A
6	87.73	AB
5	93.73	AB
4	97.93	AB

Cuadro A10. Comparación de medias del tercer conteo de poblaciones del acaro de dos manchas en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

Tratamientos	Medias	LSD*
2	45.3300	A
1	60.4620	A
6	68.3960	A
4	127.9980	AB
5	132.1300	AB
3	195.9300	C

Cuadro A11. Comparación de medias del cuarto muestreo de poblaciones del acaro de dos manchas en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423.

Tratamientos	Medias	LSD*
3	39.7320	A
6	41.3960	A
2	42.9980	A
5	52.5300	A
1	56.6640	A
4	144.9300	B

Cuadro A12. Análisis de varianza sobre el muestreo de tricomas en el cultivo de maíz *Zea mays* var. AN 423

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	5	1504184.000000	300836.812500	0.5896	0.710
Error	24	12245324.000000	510221.843750		
Total	29	13749508.000000			