

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Interacción Titrófica En Un Sistema Depredador- Presa- Planta (*Phytoseiulus persimilis*- *Tetranychus urticae*- *Rosa* spp.)

Por:

**ISAAC IRVING CAMACHO AGUILAR**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Interacción tritrófica en un sistema depredador- presa- planta (*Phytoseiulus persimilis*- *Tetranychus urticae*- *Rosa* spp.)

Por:

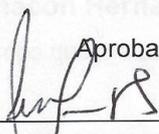
**ISAAC IRVING CAMACHO AGUILAR**

TESIS

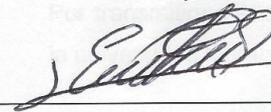
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada

  
Dr. Jerónimo Landeros Flores

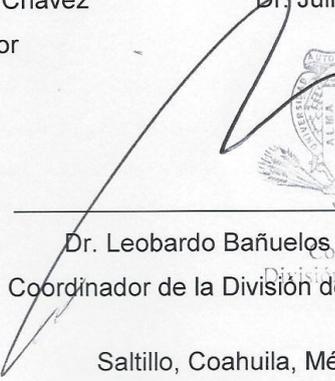
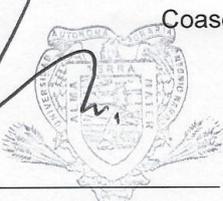
Asesor Principal

  
Dr. Ernesto Cerna Chávez

Coasesor

  
Dr. Julio César Chacón Hernández

Coasesor

  
  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo, 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por darme la fortaleza para no rendirme y permitir haber concluido mis estudios satisfactoriamente.

### **“A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”**

Un total y profundo agradecimiento a mi **ALMA MATER** por la atención, preparación y cobijo que me dio durante mi estancia en ella logrando mi formación profesional.

### **Al Dr. Jerónimo Landeros Flores**

Por brindarme la atención y creer en mí para la realización de esta tesis.

### **Al Dr. Ernesto Cerna Chávez**

A él por la asesoría y tiempo que me brindo para hacer esta tesis.

### **Al Dr. Julio César Chacón Hernández**

A él por la asesoría y tiempo que me brindo para hacer esta tesis.

### **A todos mis maestros de la universidad**

Por transmitirme sus conocimientos, experiencias y orientarme por mí paso en la universidad logrando integrar un profesionista más al mundo laboral.

# Dedicatorias

## *A DIOS:*

Por estar siempre a mi lado, por cuidarme y llenarme de bendiciones

## *A MIS PADRES:*

Isaac Camacho Ramírez y Concepción Aguilar De Paz por creer en mí por el gran cariño y apoyo incondicional y por los cuales he llegado a cumplir mis metas

## *A MIS HERMANOS:*

Luis Eduardo y Arianna Monserrat por darme su cariño, por estar conmigo en las buenas y en las malas por llenarme de risas y momentos placenteros

## *A MI NOVIA*

Yazmin Alvizo por el amor apoyo y comprensión incondicional mil gracias por todo el tiempo que has estado conmigo

## *A MIS AMIGOS:*

Marco Antonio Tucuch y José Francisco Jiménez gracias por su amistad y por los tan innumerables buenos ratos que hemos pasado y a todos mis compañeros de la generación gracias por todo lo bueno y lo malo.  
A la familia Alvizo Medrano gracias por su cariño y amistad y por abrirme las puertas de su casa a la cual siento como si fuera mía

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	I
<b>DEDICATORIAS</b> .....	II
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	V
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VI
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>OBJETIVO</b> .....	2
<b>HIPÓTESIS</b> .....	2
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	3
Generalidades del rosal.....	3
Historia.....	3
Morfología.....	4
Ubicación taxonómica.....	6
Producción.....	6
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i> .....	7
Ubicación Taxonómica.....	7
Distribución .....	8
Aspectos biológicos.....	8
Huevo.....	8
Larva.....	9
Ninfa.....	9
Adulto.....	9
Mecanismos de defensa.....	10
Proporción de sexo.....	11
Diapausa.....	12
Daño.....	13
Control biológico.....	13
Importancia.....	13
Generalidades de Phytoseiidae.....	15

Importancia.....	15
Alimentación.....	16
Generalidades de <i>Phytoseiulus persimilis</i> .....	16
Ubicación taxonómica.....	16
Importancia.....	17
Desarrollo, reproducción y biología.....	17
Influencia de temperatura y humedad relativa.....	19
Hábitos alimenticios.....	21
Dispersión y búsqueda.....	21
Métodos de Liberación.....	22
Daño causado por <i>Tetranychus urticae</i> .....	23
Cadena tritrófica.....	25
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	27
Localización del trabajo.....	27
Origen de los ácaros.....	27
Cultivo de dos variedades de rosal.....	28
Variables de evaluación.....	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	31
<b>CONCLUSIONES</b> .....	45
<b>RESUMEN</b> .....	46
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	48
<b>ANEXO</b> .....	57

## ÍNDICE CUADROS

1	Definición de la intensidad del daño causado por <i>T. urticae</i> .....	29
---	--	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

1	Incremento de la población <i>Tetranychus urticae</i> .....	24
2	Estados Móviles de <i>Tetranychus urticae</i> .....	27
3	Estado Móvil de <i>Phytoseiulus persimilis</i> .....	28
4	Relación entre número de días (x) que las plantas fueron expuestas al ácaro de dos manchas ( <i>T. urticae</i> ) y (A) la cantidad de clorofila, (B) daño causado por la plaga, (C) números de ácaros por cm <sup>2</sup> .....	28
5	Relación entre número de días (x) que las plantas fueron expuestas al ácaro de dos manchas ( <i>T. urticae</i> ) y (A) la cantidad de clorofila, (B) daño causado por la plaga, (C) números de ácaros por cm <sup>2</sup> ...Ojo de Toro.....	35
6	Relación entre número de días (x) que las plantas fueron expuestas al ácaro de dos manchas ( <i>T. urticae</i> ) y (A) la cantidad de clorofila, (B) daño causado por la plaga, (C) números de ácaros por cm <sup>2</sup> . Variedad Virginia.....	38

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de plantas ornamentales se remonta a tiempos tan ancestrales como en la época de los antiguos filósofos de Atenas, los emperadores romanos y en México desde la época de los Mexicas, se utilizaban para ceremonias religiosas y culturales, para decoración y para plantas de jardín, hoy en día las plantas ornamentales han adquirido un gran auge debido a las altas demandas en las fechas como el día de la madre, de los muertos, de San Valentín, en los cuales las flores se han hecho símbolo de estos días; las plantas ornamentales más demandadas son la rosa, el clavel y el crisantemo siendo la rosa la que acapara la mayoría del mercado a nivel mundial, los principales productores de rosa a nivel mundial son: Ecuador 3000 Ha, Colombia con 2500 Ha, Kenia 2100 Ha, Países Bajos 700 Ha, por su parte México cuenta con 700 Ha de cultivo de rosas (SAGARPA, 2014).

El rosal es muy susceptible a plagas y enfermedades siendo *Tetranychus urticae* (arañita roja) una de las principales plagas del cultivo del rosal, el principal daño que ocasiona esta plaga es cuando se alimenta de las hojas introduciendo su aparato bucal en forma de estilete, lo que ocasiona una baja calidad en la flor y por consecuencia pérdidas económicas importantes. En cultivos de crisantemo se ha utilizado *Phytoseiulus persimilis* como medida de control biológico para la arañita roja obteniendo resultados prometedores y los cuales son parecidos a los resultados que se obtienen con el control químico de dicha plaga. En el cultivo del rosal diversos estudios han demostrado la efectividad del *Phytoseiulus persimilis* como control biológico ya que reduce la densidad de población de la arañita roja manteniéndolos debajo del límite de tolerancia

Actualmente la arañita roja ha generado resistencia a los acaricidas químicos, así como también la fauna benéfica se ve afectada ya que los plaguicidas no son selectivos, las tierras cada vez están más contaminadas por el uso desmesurado de agentes químicos.

Por lo anterior, el uso de *Phytoseiulus persimilis* como control biológico es una alternativa viable para el control de *T. urticae* en rosal, ya que, al ser un agente biológico no contamina ni genera resistencia en las plagas, además, la fauna benéfica no se ve afectada.

### **OBJETIVO GENERAL**

Determinar el efecto de *P. persimilis* sobre la relación de *T. urticae* y las plantas de rosal.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Determinar la relación entre la condición de la planta y la densidad de *T. urticae*,

Determinar el efecto de la presencia de *P. persimilis* y la eficiencia del depredador,

Determinar cuál es la variedad de rosal más susceptible y/o resistente al ataque de *T. urticae*,

Determinar en qué variedad se desempeña mejor *P. persimilis*.

### **HIPOTESIS**

*Phytoseiulus persimilis* modifica el comportamiento poblacional de *Tetranychus urticae* en relación a la condición de la planta.

## REVISION DE LITERATURA

### Generalidades de rosal

#### Historia del rosal

Los actuales cultivares de rosa, son todos híbridos provenientes de distintas especies de generaciones remotas (Larson, 1980).

Las especies silvestres, con sus rudimentarias y sencillas flores, ofrecen su elegancia, lo que motivo en tiempos remotos, a los amantes de las flores quienes las obtuvieron de su estado silvestre para cultivares con el propósito de mejorarlas, consiguiendo superar a todas las demás especies ornamentales. (Juscafresa, 1979).

El género *Rosae* consta de multitud de especies, distribuidas ampliamente por todo el mundo. (López ,1980) comenta que los primeros fósiles encontrados tienen una antigüedad de más de 30 millones de años. La verdadera historia moderna de las rosas comienza con la emperatriz Josefina, a principios del siglo XIX, quien colecciono en los jardines de Malmaiso todas las variedades que pudo, dedicándose al mejoramiento de esas variedades con la ayuda de jardineros, técnicos, etc. y desde ese momento se extendió el cultivo fuera de los jardines imperiales (Albertos, 1969),

En la época contemporánea las rosas no solo cumplen un papel ornamental o religioso, si no que han llegado a formar parte de la vida cotidiana de la gente al darle otros usos tales como la farmacoterapia, la dieta y la cosmetología (Anaya 1978). Tan antiguo que se pierde en la lejanía de los tiempos, el cultivo de las plantas ornamentales constituye una ocupación básica de la humanidad. La habilidad del hombre en la propagación y en el cultivo de las variedades, no estuvo solo en función de su uso alimentario o de protección, sino también como búsqueda espiritual del recreo y la satisfacción estética (Rodríguez, 1999).

En la actualidad es la especie más conocida, cultivada y solicitada como flor cortada, su insuperable belleza, la amplia variedad de sus colores, tonos y combinaciones que presentan su suave fragancia y diversidad de formas, hacen de la rosa un elemento de exquisita plasticidad, que ocupa un lugar preferente en la decoración y el gusto del público consumidor.

Las rosas cultivadas hoy en día son el resultado de numerosos procesos de cruzamiento y selección ,que han dado lugar al establecimiento de tipos de acuerdo al tamaño y números de flores y al uso que se destinan, pero lo llamados híbridos de té son los más utilizados (Caballero, et al, 1999). En la actualidad, dentro del sector de flor cortada es el cultivo más importante a escala mundial, calculándose que hay más de 4., 000 hectáreas destinadas a su cultivo. Ocupa junto al clavel y al crisantemo un lugar destacado en el comercio internacional de flores (Banssou, 2001). En la mayoría de los países cálidos, ha sido siempre una de las especies que más éxito ha alcanzado, superando incluso a crisantemos y a claveles. Concretamente, al inicio de la década de los 90, su liderazgo se ha consolidado principalmente debido q una mejora de la variedades, ampliación de la oferta durante todo el año y a la creciente demanda de rosas para el uso doméstico, completándose así la demanda del mercado tradicional basada en rosas de largo tallo (Horticom, 2001)

### **Morfología.**

La familia rosaceae comprende plantas muy variadas en su aspecto, pues incluye desde plantas que no tienen más de 1 cm de altura, pasando por todos los tamaños y formas de arbustos, hasta trepadoras que superan los 12 m (Gibson, 1995). Son cultivadas principalmente por sus hermosas flores que presentan desde la belleza y sencillez de la rosa silvestre, hasta majestuosos capullos de decenas de pétalos que caracterizan a algunas de las rosas más antiguas

**Raíz.** La rosa posee una raíz pivotante, vigorosa y profunda, en las plantas que proceden de estacas esta característica se pierde, ya que el sistema radical se vuelve proporcionalmente pequeño (aproximadamente entre el 5 y 10 % del peso total), por lo que su capacidad productiva es menor y al cabo de 1 o 2 años la calidad de las flores baja significativamente. En las plantas injertadas el sistema radicular está completamente desarrollado, lo que permite que tengan una capacidad productiva mayor y buena calidad de flores (Vidalie, 1992)

**Tallo,** los rosales presentan ramas lignificadas, crecimiento erecto o semierecto, color verde o tintes rojizos o cuando son jóvenes presentan un tono marrón, tornándose grisáceo a medida que van envejeciendo, con agujones desarrollados variados en formas, existiendo variedades inermes o con muy pocos de ellos (Weyler y kusery). El tallo es leñoso y termina siempre en flor, en caso de que un aborto no ocurra (Fainstein, 1997),

**Hoja,** la hoja típica del rosal es de superficie lisa puesta en cinco o siete foliolos. Esto se presenta en casi todas las variedades de jardín, pero el brillo de la superficie de las hojas es muy variado entre variedades. Las hojas de muchas variedades oscilan entre extremos por eso se han clasificado en tres grupos básicos: brillantes, semibrillantes y mate. No todas las hojas tiene 5 o 7 foliolos y algunas tienen un follaje denso, muy atractivo compuesto de numerosos foliolos pequeños; además la superficie de las hojas no siempre es lisa, existen hojas con nervaduras profundas rugosas, las cuales proporcionan un aspecto característico

**Flores.** En su tipo, las flores son completas, de 5 pétalos y perigineas, es decir, con tálamo de bordes más o menos elevado alrededor del gineceo, lo que confiere formas de tasa o copa, y lleva insertos en lo alto de los sépalos, pétalos y estambres (Weyler y Kusery, 2001)

**Fruto.** Los frutos son secos, indehiscentes, monospermos y muy duros. Después de la caída de las flores, las vainas del fruto coloreadas y carnosas de algunos rosales arbustivos, constituyen una nueva y hermosa decoraciones un jardín otoñal (Fainstein, 1997)

## Ubicación taxonómica

Reino..... Plantae  
División..... Magnoliophyta  
Clase..... Magnoliopsida  
Subclase .....Rosoidae  
Orde..... Rosales  
Familia .....Rosaceae  
Subfamilia.....Rosoideae  
Género..... *Rosa*  
Especie .....Sp.

## Producción

En México la producción de ornamentales genera 3,600 millones de pesos anuales con variedades como Gladiolo, Crisantemo y Rosa, además de forraje, el 80% se destina al mercado nacional y el resto a la exportación. Sin embargo México se encuentra por debajo del consumo anual per cápita, lo cual podría revertirse si se logra llegar a más gente. En México existen aproximadamente 10 mil productores dedicados al cultivo de la flor con una extensión cercana a las 22 mil hectáreas, de las cuales 52%, es decir, 12,884 hectáreas, se dedican al cultivo ornamental; mientras que el 48% restante se destina a otro tipo de industria, como la cosmética y alimentaria; entre las entidades importantes en producción de ornamentales están: Baja California, Coahuila, Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y el Estado de México, que destaca en forma considerable. En México, se producen alrededor de 50 tipos diferentes de flores, pese a la gran variedad que se pueden producir, el comercio exterior está centrado en un número reducido de éstas, entre las que destacan la Rosa, Gladiola, Statice, Margarita y Clavel, entre otras (SAGARPA, 2012).

## Generalidades de *Tetranychus urticae*

El ácaro de dos manchas “arañita roja” o “ácaro del invernadero”, *Tetranychus urticae* Koch, antiguamente formaba parte de un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes hospedadoras. Los ácaros de éste complejo de arañitas rojas se les reporta atacando a más de 150 especies de plantas cultivadas, por tal motivo es difícil conocer con exactitud las especies de plantas dañadas únicamente por *T. urticae*. Sin embargo, se sabe que esta especie es un serio problema en frutos deciduos, árboles de sombra y arbustos especialmente de climas templados (Jeppson et al., 1975).

### Ubicación taxonómica (Krantz, 1970)

Phyllum: .....Arthropoda

Subphyllum:..... Chelicerata

Clase: .....Arachnida

Subclase.....: Acarida

Orden.....: Acariformes

Suborden: .....Prostigmata

Supercohort:..... Promata

Cohort: .....Eleutherogonina

Superfamilia:..... tetranychoidae

Familia: .....Tetranychidae

Subfamilia: .....Tetranychinae

Tribu: .....Tetranychini

Género: .....*Tetranychus*

Especie: .....*urticae*

## **Distribución**

La especie *T. urticae* se encuentra ampliamente distribuida en el mundo. En México se conoce que tiene prevalencia en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán y en menor grado en Jalisco, México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En los estados de Puebla, Morelos, México y Guanajuato causa daños en los cultivos de cacahuate, fresa y papayo (Estébanes, 1989).

Yañes (1989) menciona que en el Estado de México *T. urticae* afecta la calidad de la flor de crisantemo y rosal al deformar sus pétalos.

## **Aspectos biológicos y de comportamiento**

El primer paso importante para el conocimiento de la biología del grupo de las especies de 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 Pijjnacker, 1985).

## **Huevo**

Los huevecillos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150  $\mu\text{m}$ . Son de color translúcido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va desarrollando el embrión, la superficie del corion es lisa con leves irregularidades. En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo (Crooker, 1985). El mismo autor estudió el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio y describió varios estados de vida, características de alimentación y hábitos de apareamiento. Así mismo, observó los efectos de la temperatura sobre el periodo de incubación de los huevecillos, reportando que a 24°C el periodo de incubación era de tres días, mientras que se necesitaban 21 días a una

temperatura de 11°C. El tiempo de desarrollo fue de 5 a 20 días para machos (con un tiempo promedio de vida de 28 días).

### **Larva**

Las larvas son redondas 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).

### **Ninfa**

Las protoninfas son ovaladas y poseen cuatro pares de patas. Son de color verde claro con manchas dorsales bien definidas y peritremas de forma de hoz. La deutoninfa es muy similar a la protoninfa de tal forma que resulta difícil diferenciarlas., es ligeramente más oscura, de mayor tamaño y se les puede reconocer el sexo. (Jeppson et al., 1975). El macho adulto es de coloración más 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.

### **Adultos**

Se ha demostrado que el tiempo de desarrollo postembrionario está íntimamente asociado con la temperatura. Crooker (1985), observó que a 22.8°C el desarrollo del estado larval era un día, mientras que a 12.5°C tardaba 11 días. El estado de protoninfa según este último autor es de un día a 23.3°C y de 13 días a 9°C. La deutoninfa tardó un día en completar su desarrollo a 23.4°C y el tiempo de desarrollo se prolongó hasta 45 días cuando éstas se expusieron a 4.3°C. Además de la temperatura, la humedad está también muy relacionada con el desarrollo del ácaro de dos manchas. Boudreaux (1958) estudió el efecto de la humedad relativa en la ovipostura, eclosión y supervivencia de seis especies de arañas y encontró que bajo condiciones de

baja humedad (0 a 35 por ciento de humedad relativa) las hembras de *T. urticae* ponen más huevecillos y viven más. El autor concluye que el fenómeno es debido a que las condiciones anteriores ocasionan que la hembra ingiera alimento en mayor cantidad de tal forma que se concentra más en el cuerpo por la razón de que también hay mayor evaporación a través de la cutícula. Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por las fases inmaduras de larva, protoninfa, deutoninfa y finalmente adulto. Los estados inmaduros se alimentan y entre cada uno de ellos hay períodos intermedios de quiescencia llamados protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente. Durante los períodos de inactividad el ácaro se adhiere al substrato y forma una nueva cutícula (Crooker, 1985). Al igual que muchos artrópodos el patrón de ovoposición de los tetraníquidos comprende un período corto de preoviposición, un rápido pico de incremento pocos días después y por último un decremento paulatino. Aun cuando esto puede variar dependiendo de la temperatura con un óptimo para el ácaro de dos manchas de 28-32°C en el cual se presenta un período de preoviposición de 0.5 días en promedio (Van de Vrie et al., 1972).

### **Mecanismos de dispersión**

Una de las características de los miembros de la subfamilia Tetranychinae a la que pertenece la especie *T. urticae* es la de producir una especie de hilo que utilizan en la construcción de telarañas. La forma y característica de la telaraña va de acuerdo a cada especie en particular. En el caso del ácaro de dos manchas, una vez iniciada la invasión de las plantas empiezan a construir telarañas de forma muy irregular en la superficie de la hoja. Cuando la población crece considerablemente se presenta en la telaraña numerosos gránulos de excremento, huevecillos y desechos corporales de los individuos muertos, la telaraña se adhiere a la hoja de tal forma que en invasiones severas la envuelve completamente y no la deja desprenderse una vez que ésta ha muerto (Saitó, 1985).

El patrón de comportamiento de las hembras cambia como respuesta al desarrollo de la tela en hojas recién invadidas. Durante el inicio de la invasión las hembras comen activamente y giran sobre el hilo que se ha formado. Una vez que se ha cubierto parte de la hoja con telaraña su actividad se reduce y se esconden bajo la telaraña en donde se alimentan y ovipositan. Esto ocurre después de 6 a 7 horas de la invasión según el mismo Saitó. La telaraña además de las funciones ya mencionadas sirve también para dar protección contra factores climáticos adversos, enemigos naturales, acaricidas y puede marcar una especie de territorialidad contra individuos fitoparásitos de otras especies (Gerson, 1985).

Los tetraníquidos han desarrollado algunos mecanismos que les ayudan a dispersarse y colonizar plantas ampliamente separadas y pueden servir también como mecanismos 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 a las no infestadas en una misma planta o bien hacia plantas diferentes. Según (Kennedy y Smitley, 1985), la dispersión entre plantas en algunas especies es el resultado de la tendencia de un grupo de hembras prereproductivas a emigrar de las hojas en las cuales ellas se desarrollaron. Una vez que han ovipositado, pocas hembras de *Tetranychus urticae* tiene la tendencia a colonizar hojas nuevas o al menos lo hacen en menor grado que las hembras que no han iniciado la oviposición.

### **Proporción de sexos**

La proporción sexual (Helle y Pijnacker, 1985) depende esencialmente de la cantidad de esperma transferido a la hembra. Si durante el apareamiento se interrumpe la cópula se produce un número inferior de hijas. En tanto que si se completa habrá una descendencia mayor de ellas, pudiendo considerarse como normal una producción de tres hembras por cada macho. Helle y Pijnacker (1985) mencionan a su vez que en caso de que las hembras no hayan sido fecundadas se producirán machos por partenogénesis.

## **Diapausa**

El fenómeno de diapausa en el ácaro de dos manchas ha sido estudiado por un buen número de acarólogos (Van de Vrie et al., 1972; Veerman, 1985). Así por ejemplo, Veerman (1977) comenta que se ha demostrado ampliamente la importancia del fotoperíodo en la inducción de la diapausa en arañitas rojas. De acuerdo con el mismo Veerman, Bondarenko fue en 1950 el primero en reportar que *T. urticae* entraba en diapausa bajo la inducción de días cortos, de modo que bajo un régimen de cuatro horas luz por día indujeron la diapausa en la totalidad de los individuos de una colonia del ácaro de dos manchas. Bajo un régimen de 15 horas luz no existe diapausa

## **Daño**

La arañita roja provoca un manchado amarillo fino sobre las hojas, sobre todo a lo largo de las nervaduras, y en ataques severos produce amarillez y desecación de las hojas (Pape 1976).

Aparecen en condiciones de intenso calor y sequía, que es cuando se multiplica con rapidez en el envés de la hoja. Las hojas especialmente en la base de la planta adquieren un aspecto marchito, al observar la hoja a través de una lupa se pueden ver las arañitas traslucidas con los característicos dos puntos negros en la parte dorsal, el aspecto de la planta puede ser fácilmente confundido con lo que resulta en condiciones de sequía (Ross. 1976)

## **Control Biológico**

### **Importancia**

Hace unos 40 años, la eficacia de los agentes de control biológico se basaba principalmente en creencias e hipótesis, y no en hechos científicos; su importancia era, por ello, relativa. Actualmente hay pocas dudas sobre el papel clave que desempeñan los enemigos naturales en el control de plagas. Irónicamente, este interés deriva del uso amplio de insecticidas que ocasionó rebrotes de especies anteriormente sometidas al control biológico natural. (Andrews, 1989).

Según De Bach (1968), el control biológico se considera, desde el punto de vista ecológico, como una fase del control natural; puede definirse entonces como la acción ejercida por parásitos, depredadores o patógenos para mantener la densidad de la población de otro organismo en un promedio más bajo que el que tendría en ausencia de ellos. El mismo autor opina que el control biológico aplicado se desarrolla en contra de organismos que son plagas actuales o potenciales. Si un organismo no logra llegar al status de plaga, es obvio que las condiciones climáticas y otros factores le son desfavorables; por consiguiente, uno de los mejores medios para modificar las condiciones ambientales que tienden a deprimir permanentemente la población de una plaga es el empleo de los enemigos naturales de ésta.

Según McMurtry (1982), las características que determinan la eficiencia de un depredador, (concretamente un Phytoseiidae de hábitos especializados) son:

- a) Alto poder de dispersión.- Algunas especies de Phytoseiidae se dispersan entre los cultivos con las corrientes de aire, y otras muestran alta movilidad bajo condiciones de invernadero. Sin embargo este factor está muy relacionado con algunas condiciones climáticas como la temperatura.
- b) Distribución respecto a la presa.- este aspecto debe mirarse con cuidado, pues la distribución del depredador puede cambiar con la hora del día o con las condiciones climáticas; y algunas especies son atraídas por la telaraña que forman algunos tetraníquidos.
- c) Alto potencial reproductivo.- Especies como *P. persimilis* presentan mayor potencial reproductivo que otras especies de Phytoseiidae, a causa

principalmente de su alta fecundidad y del tiempo de desarrollo tan corto que tienen si lo comparamos con el de su presa, *T. urticae*. Así, varias generaciones del depredador pueden ser producidas con una generación de la presa. Es importante anotar que el depredador especializado requiere abundante cantidad de presa para sobrevivir y reproducirse.

d) Voracidad.- De acuerdo con Sabelis (1981), una hembra grávida de *P. persimilis* tiene alta capacidad de depredación: consume por día de 14 a 23 huevos de *T. urticae*.

e) Alto grado de especificidad de la presa.- Este carácter indica una buena adaptación biofisiológica al huésped, y una dependencia aparente directa de los cambios de población de la presa.

f) Características morfológicas y agrupamientos taxonómicos.- Según McMurtry (1982), las tres especies consideradas más efectivas (*Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus occidentalis* y *Amblyseius fallacis*), como depredadores específicos de Tetranychidae, presentan una seta larga en posición media del escudo dorsal (alguna de las setas dorsales D o J-j), similar a las de la serie de setas laterales L o S del escudo dorsal. La posesión de estas setas indica probablemente convergencia, y sugiere que la predación especializada de ácaros tetraníquidos evolucionó independientemente en varios grupos de Phytoseiidae

## **Generalidades de Phytoseiidae**

### **Importancia**

Durante los últimos años, el interés del papel de los miembros de la familia Phytoseiidae como depredadores de ácaros tetraníquidos se ha generalizado. Muchos de los fitoseidos son ahora usados como agentes de control biológico en algunos ecosistemas agrícolas y otros son factores importantes en sistemas de manejo integrado de plagas (Sabelis, 1985). Sin embargo, el uso actual de programas de control biológico se confina en Estados Unidos de América para ácaros de huertos y en Inglaterra y Holanda para ácaros de invernaderos (McMurtry, 1982).

Los Phytoseiidae son de vida libre, terrestres y se encuentran en el follaje, corteza y humus en todas partes del mundo y han captado la atención debido a su capacidad depredadora, su utilidad para estudios experimentales de depredación y al interés en su sistemática y taxonomía (Sabelis, 1985). Su eficiencia depredadora puede evaluarse con base en seis características: 1) adaptabilidad a medios heterogéneos, (lo anterior indica que deben soportar una variedad amplia de cambios en los factores ambientales); 2) capacidad de búsqueda, (en ésta se incluye la movilidad, relativa al área en la que se desplazan en un tiempo definido); 3) aumento en el poder de reproducción cuando disponen de mayor cantidad de la presa (respuesta numérica); 4) poder de consumo en función de la densidad de presa (respuesta funcional), es decir, que la cantidad de presas consumidas aumente al aumentar la densidad de las mismas, siempre y cuando no hayan llegado al nivel de saciedad; por lo tanto, pueda esperarse un aumento en la reproducción del depredador con tendencia a su máxima capacidad; 5) sincronización espacio-temporal con la presa; y 6) especificidad. Característica que debe considerarse en base a la abundancia de la presa; es decir, que cuando la densidad de la presa sea alta el depredador la prefiera como fuente de alimento y cuando sea baja el depredador sobreviva a base de la utilización de otras fuentes de alimento (Huffaker et.al., 1974).

Dentro de las especies depredadoras que mayor éxito han alcanzado en programas de control biológico de arañas se incluye a: *Phytoseiulus persimilis* en cultivos de invernadero; *Typhlodromus occidentalis* en cultivos de hoja caduca tal como el manzano, nogal, y uvas en el occidente del Norte de América; y *Neoseiulus fallacis* sobre frutales de hoja caduca en el este oriental del Norte de América (McMutry, 1982).

## **Alimentación**

Los órganos de ingestión de alimento de los Phytoseiidae están localizados en el gnatosoma; aquí se encuentran las glándulas salivales que están muy desarrolladas; se cree que producen una saliva rica en enzimas que es

inyectada en la presa para facilitar la predigestión y remover luego cómodamente el contenido de la presa. Chant, (1985). El mismo autor considera que el éxito de succionar este contenido dependería de la desintegración de los tejidos y ésta sería imposible sin la inyección apropiada de enzimas en la presa. La cavidad bucal, dentro de la cual sobresale la boca, se abre internamente en una faringe provista de fuertes músculos que se dilatan y contraen, actuando como bomba de succión para remover el contenido del cuerpo de la presa.

En Phytosiidae hay por lo menos dos divertículos o ciegos gástricos, los cuales proporcionan una cavidad adicional con más superficie para que la digestión se lleve a cabo. Estos ciegos son extensiones de los ventrículos, y cuando se llenan con material alimenticio se puede a veces ver a través del idiosoma translúcido, una estructura en forma de H. (Chant, 1985). El mismo investigador señala que por lo regular, succionan a sus presas hasta dejarlas totalmente secas, y parece que están adaptados para ingerir grandes volúmenes de alimento de una sola vez, y a intervalos irregulares según el momento en que se capture la presa.

En los phytoseiidae especialistas, predominan los hábitos alimenticios de depredadores o carnívoros, aunque algunas especies complementan su dieta con materiales de origen vegetal, como el polen o las secreciones de las plantas. En general, los ácaros Tetranychidae son su presa preferida, pero hay algunas especializaciones o preferencias.

### **Generalidades de *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot)**

Ubicación taxonómica (según Krantz, 1978).

Phyllum .....Arthropoda.

Subphyllum .....Chelicerata.

Clase .....Acarida.

Orden .....Parasitiformes.

Suborden .....Gamasida.

Supercohort .....Monogynaspides.  
Cohort .....Gamasina.  
Superfamilia .....Phytoseioidea.  
Familia..... Phytoseiidae.  
Género .....*Phytoseiulus*.  
Especie..... *persimilis*.

## **Importancia**

Este depredador se introdujo aparentemente en forma accidental a plantas de pimienta en Alemania en 1958 (Dosse, 1958). De Alemania se envió posteriormente a otras partes del mundo, incluyendo a California (McMurtry et al., 1978) y Florida (Hamlen, 1980). Según Kennett y Caltagirone (1968). hay dos sinónimos para *P. persimilis*: *Phytoseiulus riegeli* Dosse y *Phytoseiulus tardi* (Lombardini).

Durante los inicios de los 60's se condujeron investigaciones sobre esta especie en Gran Bretaña, Holanda Canadá y los Estados Unidos. Desde entonces estos estudios iniciales demostraron la habilidad de este depredador para controlar la arañita de dos puntos. Se ha tenido éxito en muchas plantas, incluyendo pepino, tomate (French et al., 1976), hiedra ornamental, rosal (Simmonds, 1972; Boys y Burbutis, 1972), fresa (Laing y Huffaker, 1969). También en fresa se condujeron estudios bajo condiciones de invernadero o en cámaras de crecimiento, y se obtuvieron evidencias de que *P. persimilis* puede ser un enemigo natural dentro de plantaciones de este cultivo (McMurtry et al., 1978).

## **Desarrollo, Reproducción y Biología**

La fase de desarrollo de *P. persimilis* es similar a la de arañita de dos puntos, es decir, pasa por los estados de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Sabelis, 1981). Los huevos son ovals y son puestos cerca de la comida. Son naranja claro y traslúcidos cuando están recién depositados, pero conforme

pasa el tiempo se van obscureciendo. Los huevos del depredador pueden ser distinguidos de los de la presa por el color o bien por la forma.

La larva es hexapoda, al parecer no se alimenta y permanece inactiva al menos que sea perturbada. La primera comida es efectuada por la protoninfa, de hecho inmediatamente después de que la larva tira el exoesqueleto para convertirse en protoninfa empieza a buscar comida. Se alimenta y continúa buscando, con periodos intermitentes de inactividad. La deutoninfa come en todo su tiempo de vida y más tarde muda, y da lugar al adulto.

El apareamiento generalmente ocurre pocas horas después de que mudó la deutoninfa y se convirtió en adulto. En el caso de *P. persimilis* aunque un solo apareamiento puede completar la ovoposición, la proporción sexual es aproximadamente 4 hembra, 1 macho (Laing, 1968). Una vez que la hembra ha sido apareada puede poner huevecillos durante todo el periodo de su vida.

Laing (1968) Estudió las tablas de vida y desarrollo de *P. persimilis* y *T. urticae*. Esta investigación se realizó en cámaras de crecimiento bajo temperaturas que fluctuaron entre los 18–35°C. Se registró el tiempo gastado en cada fase de desarrollo así como aspectos relacionados con su reproducción y biología. Bajo estas condiciones experimentales, Laing (1968) determinó que *P. persimilis* podría desarrollarse de huevo a adulto en promedio de 7.45 días; y reporta que representa la mitad del tiempo que requiere para el desarrollo de la arañita de dos puntos bajo condiciones similares.

En este estudio, la tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ) para el depredador fue más alta que la de la presa 0.219 y 0.143 respectivamente. Dados estos resultados, no es sorprendente que *P. persimilis* es uno de los enemigos naturales más efectivos de las arañitas de dos puntos. De hecho en un tiempo este puede ser demasiado efectivo, estos pueden con frecuencia erradicar la presa en invernaderos.

La tasa de ovoposición en general no depende de la edad de la hembra, pero el número de huevos en condiciones de ovoposición máxima o hasta que la

hembra muere de vejez es de aproximadamente 50 días (Sabelis, 1981). Las condiciones más importantes que influyen en la tasa de ovoposición son temperatura, humedad y densidad de la presa.

### **Influencia de la Temperatura y Humedad Relativa**

Se ha demostrado que la temperatura influye en el consumo de la presa, tiempo generacional, ovoposición y longevidad de *P. persimilis* (Sabelis, 1981; Takafuji y Chant, 1976). El número de deutoninfas comidas por la fase más voraz (la hembra joven ovipositando) generalmente crece cuando las temperaturas se incrementan (Force, 1967). El mismo autor menciona que a una humedad relativa de 75 por ciento., el promedio de consumo de deutoninfas de arañita de dos puntos por una sola hembra del depredador fue de 8.8 a 17°C mientras que de 13.5 a 26°C. Pruszyński, (1976) también demostró que el consumo de la presa aumenta conforme disminuye la humedad relativa y aumenta la temperatura.

La tasa en que *P. persimilis* se desarrolla está en función de la temperatura y se describe por una línea recta por encima del rango de temperaturas entre 15 y 30°C (Sabelis, 1981); en donde a medida que las temperaturas aumentan el tiempo necesitado para desarrollarse disminuye. De cualquier modo los tiempos de desarrollo en la literatura son bastante variables y son tal vez dependientes sobre la característica estudiada, por citar un ejemplo se reporta una máxima reproducción de 75 huevos a 26°C; con un rango óptimo de reproducción 17-28°C (McClanahan, 1968; Sabelis, 1981). Los mismos investigadores reportan que a temperaturas constantes fuera de este rango, las hembras ovipositan pocos huevos.

La tasa de ovoposición, como se mencionó anteriormente depende de la edad de la hembra. El efecto de la temperatura por lo general en la interacción depredador-presa fue estudiado por Force (1967). Este autor usó temperaturas constantes de 15, 20, 25, y 30°C y obtuvo mejor control de arañita de dos puntos a 20°C, muestran que este depredador a 30°C, *P. persimilis* fue incapaz

de efectuar un control adecuado mientras que a 15 y 25°C, la presa fue controlada pero no tan drásticamente como a 20°C.

El tiempo de desarrollo puede también ser afectado por la humedad relativa. Investigaciones conducidas por (Begjarow, 1967; y Stenseth, 1979), registraron un ligero incremento en el tiempo de desarrollo del depredador cuando se aumentó la humedad de 40 al 70 por ciento. Pralavorio y Almaguel-Rojas (1980) reportaron además que a humedades relativas a bajo del 70 por ciento se observó una reducción significativa en la habilidad de los depredadores inmaduros al mudar de una fase a otra.

La humedad también ejerce una influencia en la supervivencia de los huevecillos del depredador. A temperaturas de 21°C. A 27°C y 40 por ciento de humedad relativa, se registra una eclosión de 7.5% de los huevos mientras que a 80% humedad relativa la eclosión fue de 99.7 por ciento a 21°C (Stenseth, 1979). Otra investigación desarrollada por Beglrow (1967) demostró que cuando se obtuvieron huevos a una humedad relativa del 50 por ciento estos parecieron arrugarse a temperaturas entre 13 y 37°C; mientras a 60 por ciento de humedad relativa la incubación era exitosa.

La búsqueda comportamiento y actividad de *P. persimilis* también varía en respuesta a la humedad relativa. Mori y Chant 1966a, 1976b) investigaron la influencia de este factor en el comportamiento y actividad de este depredador y concluyeron que era un factor importante que limita el número de presas consumidas por el depredador. En estos estudios, la actividad del depredador y el número de presas consumidas por el depredador aumentó cuando la humedad relativa disminuye de 100 a 33 por ciento, esta situación combinada con la evidencia de que *P. persimilis* es capaz de detectar olores (kairomonas) provenientes de las arañas en plantas infestadas incrementará la oportunidad del depredador de descubrir y consumir la araña de dos puntos.

## Hábitos Alimenticios

Todas las etapas de desarrollo de la arañita de dos puntos sirven de alimento a la hembra adulta de *P. persimilis*. La etapa larval del depredador no se alimenta, pero la protoninfa y deutoninfa podría alimentarse de huevecillos, larvas y protoninfas de arañita de dos puntos (Takafuji y Chant, 1976). El número de cada estado comido, depende de la densidad de la presa y el depredador así como la temperatura, humedad, la etapa de alimentación del depredador y que etapa de la presa son disponibles (Ashihara et al., 1978, Chant 1961). Ashihara et al., (1978) reportó que este depredador se alimentó, reprodujo y completó su desarrollo solo de arañitas de la subfamilia tetranychinae y al igual que Chant (1961) observó a *P. persimilis* comiendo a trips jóvenes. Llegando *P. persimilis* a practicar el canibalismo en ausencia de su presa (Dosse, 1958; Laing, 1968).

## Dispersión y Búsqueda

McMurtry, 1982 reporta al comparar *P. persimilis* con otras cinco arañitas depredadoras, con un mejor porcentaje de fuerza de dispersión, y esta distribución y la de estas presas estuvieron altamente correlacionadas. La habilidad de *P. persimilis* a dispersarse y encontrar nuevas colonias de presas depende de las características físicas del medio ambiente, distribución y densidad de la presa, densidad del depredador, y la duración de infestación o la cantidad de telaraña de la arañita presente (Takafuji 1977). El mismo investigador reporta que una característica importante medioambiental es la densidad de las plantas dentro del invernadero. Por ejemplo, cuando las plantas infestadas son de hojas lo suficientemente densas y están en contacto, el depredador puede dispersarse fácilmente, cuando las plantas tienen poca continuidad física, la habilidad del depredador a dispersarse se puede reducir por aproximadamente 20%, la densidad de ambos, depredador y presa obligaran a que el depredador abandone las plantas infestadas y busque nuevas fuentes de comida si este se encuentra en mayor densidad.

La hembra joven del depredador incrementa su tasa en que ellos salen o se marchan de una colonia cuando su densidad se incrementa y la de la presa disminuye (Sabelis, 1981; Eveleigh y Chant, 1982). Cuando la densidad de la presa es baja en relación al número del depredador presente, el depredador adulto empieza a dispersarse y buscar nuevas fuentes de comida. En cambio las ninfas de *P. persimilis* tienen capacidad y tendencia más baja a dispersarse como lo hacen los adultos y como resultado, ellos permanecen detrás de cualquier tipo de comida antes de que ellos empiecen a dispersarse (Takafuji, 1977). Estas características de comportamiento puede ser un factor que contribuye a la extinción de la presa. También, la eliminación o extinción de la presa en invernaderos es un hecho posible porque *P. persimilis* tiene un muy grandioso potencial de dispersión que su presa. (Nachman, 1981). En casos donde pocos o ninguno de los daños se pueden tolerar por arañitas, tal como en plantas ornamentales, esta es una situación deseable. Porque algunos daños pueden ser tolerados en cultivos como pepino y tomate, esto sería deseable tener una interacción estable entre el depredador y la presa por encima de un periodo extendido de tiempo.

La telaraña producida por la arañita de dos puntos ayuda al depredador a encontrar a su presa. Cuando el depredador se pone en contacto con la telaraña intensifica su búsqueda en un área inmediata, la telaraña parece actuar como un interruptor para la dispersión del depredador. En un estudio, las hembras podían encontrar sus presas dos veces más rápido cuando la telaraña era presente comparado cuando la telaraña era ausente (Schmidt, 1976). El mismo autor también reportó que los huevecillos de arañita tiene un efecto similar, pero en menor grado. Las kairomonas son olores químicos que pueden ser responsables para esta búsqueda de comportamiento no aleatoria.

### **Métodos de Liberación**

La fase más crítica en la implementación de cualquier programa de control biológico es la fase de liberación (French et al., 1976; Gould, 1970. (Stenseth,

1980). Este último señala que también es importante el momento adecuado para liberar la arañita depredadora ya que muchas veces se ha fracasado al intentar controlar biológicamente al descubrir las infestaciones de arañitas naturales demasiado tarde.

Se han desarrollado métodos para aumentar la probabilidad de liberación con buen éxito para controlar a *T. urticae* con *P. persimilis*. Existe un método conocido como “la plaga es primero” este consiste en que para el caso de espacios cerrados como invernaderos se trata de liberar uniformemente al ácaro plaga y una vez que se establece se libera su depredador. El objetivo de lo anterior es estabilizar la población de éste último de tal forma que cuando llegan las poblaciones naturales de araña roja ya se encuentre el enemigo natural disponible, otro sistema consiste en liberar al mismo tiempo el ácaro fitoparásito y su depredador (Markkula y Tiittanen, 1976; Ravensberg et al., 1983). Esto se recomienda porque hay ocasiones en que ocurre daño en los periodos de tiempo en que aparecen las poblaciones del ácaro plaga.

En climas semejantes a Florida la influencia de la masa de arañitas como resultado de terminación de diapausa es muy rara, en este caso las arañitas ocurren en todo el año y empiezan como una pequeña isla dentro del cultivo por eso, las técnicas de liberación son diseñadas para liberar depredadores cuando las infestaciones naturales se encuentran primero y son mejor las condiciones uniformes (French et al 1976). Suficientes números de depredadores son liberados para crear una deseable proporción de depredador presa, por ejemplo 1:10 en pepino (Markkula y Tiittanen 1976) o 1:6 – 1:25 en plantas ornamentales (Hamlen y Lindquist 1981).

### **Daño causado por *Tetranychus urticae***

El daño causado por este fitófago se debe a su actividad alimenticia. Para alimentarse el ácaro inserta sus estiletes en el tejido de la hoja, succionando el contenido de las células epidérmicas y parenquimáticas. El vaciado causa el colapso y muerte de las células que originan manchas cloróticas en las

hojas (Figura 1), disminuyendo la tasa de transpiración y la actividad fotosintética de la planta (Park & Lee 2002; Martínez-Ferrer et al. 2006). Las larvas, ninfas y adultos de araña roja, se alimentan en el envés de las hojas originando manchas de color amarillo incluso toda la hoja se puede tornar amarilla, esto se traduce en un descenso del crecimiento de la planta y de la producción para posteriormente finalizar con la muerte de la planta a causa de la alta infestación por el ácaro. Tanto adultos y ninfas producen telas que pueden dañar el aspecto del cultivo, si la densidad poblacional de la plaga es alta las plantas pueden ser cubiertas con telas completamente (Koppert, 2013).



Figura 1. Daño causado por *Tetranychus urticae*

Los efectos sobre el rendimiento en maíz son más severos cuando los ácaros dañan las hojas en o arriba del nivel de la mazorca. Las infestaciones severas se parecen al estrés por sequía ya que el daño progresa de la base de la planta hacia arriba (CESAVEG, 2008).

En cultivo como calabaza, melones, sandías la pérdida de las hojas puede tener un impacto significativo en la producción así como producir quemaduras de las mismas por el sol. En cultivos tales como el frijol donde las vainas son

atacadas, los ácaros pueden causar daño directo. En plantas ornamentales, los ácaros no son solo una preocupación estética, sino que puede matar las plantas si las poblaciones son muy altas. Los ácaros son plagas también importantes de las rosas cultivadas en el campo (Godfrey, 2011).

### **Cadena tritrófica**

A lo largo de la evolución, tanto las plantas como los insectos han ido adaptándose a las presiones ambientales a las que han estado sometidos (Rodríguez-Saona, 2012). Todos los organismos dentro de un ecosistema están inter-conectados unos con otros por medio de cadenas alimenticias y redes tróficas (Hunter y Price, 1992; Polis y Winemiller, 1996; Schmitz, 1998; Polis, 1999; Ohgushi, 2005), y la comunicación entre ellos es facilitada por señales químicas presentes en el medio ambiente (Vet & Dicke, 1992; Karban & Baldwin, 1997; Turlings & Wäckers, 2004; Ohgushi, 2005; Poelman et al., 2008). Las plantas han desarrollado diferentes mecanismos por los cuales, por un lado, atraen a insectos que son beneficiosos para ellas y por otro, se defienden frente al ataque producido por insectos fitófagos (Rodríguez-Saona, 2012). Por su parte, los insectos han desarrollado estrategias para evadirse de las defensas generadas por las plantas, creándose así un equilibrio dinámico entre plantas e insectos (Harborne, 1982).

Históricamente, los estudios sobre interacciones inter-específicas entre organismos han involucrado sólo dos niveles tróficos y se han realizado de una manera independiente (Verkerk, 2004). Por ejemplo, científicos en el área de resistencia en plantas contra herbívoros han estudiado las interacciones entre el herbívoro y sus plantas hospederas, mientras que científicos en el área de control biológico han investigado el impacto de los enemigos naturales en poblaciones de los herbívoros que sirven como presa u hospedero. Recientemente han surgido numerosos estudios en interacciones tri-tróficas entre plantas, insectos herbívoros, y los enemigos naturales de estos herbívoros (también referidos como carnívoros e incluyen depredadores y parasitoides). Estas interacciones ocurren frecuentemente entre organismos

sobre y bajo el suelo y son mediadas principalmente por compuestos químicos en las plantas, los cuales pueden afectar positiva o negativamente a los enemigos naturales de los herbívoros (Masters & Brown, 1997; Van der Putten et al., 2001; Wenke et al., 2010).

Como resultado de la coevolución entre plantas e insectos, las plantas han desarrollado una inmensa variedad de mecanismos de defensa, que pueden ser de tipo físico o químico, gracias a los cuales adquieren una serie de ventajas adaptativas (Boulter, 1993).

Los volátiles en plantas desempeñan una función importante como señales de comunicación en los sistemas tritróficos incluyendo las interacciones entre la planta hospedera, el herbívoro, y los enemigos natural del herbívoro. Los enemigos naturales de los herbívoros deben seguir cuatro etapas durante el proceso de búsqueda y selección de su presa u hospedero: 1) ubicación del hábitat del hospedero; 2) localización del hospedero; 3) reconocimiento y aceptación del hospedero; y 4) regulación del hospedero (Vinson, 1976).

El manejo de variedades contribuye de forma directa al manejo de plagas pero también puede influir en la conservación de entomófagos puesto que existen algunas variedades que poseen mayor presencia de pelos o tricomas que dificultan o inhiben la actividad de parasitoides y predadores. Su desplazamiento y en ocasiones pueden quedarse adheridos a estos, por lo que las características de la superficie de las hojas u otros órganos hay que considerarla respecto a los entomófagos si estos son importantes en dicho cultivo (Castillo, 2013).

## MATERIALES Y METODOS

### Localización del trabajo

La presente investigación se realizó en las instalaciones del Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Para el estudio se utilizaron las especies *T. urticae*, *P. persimilis* y dos variedades de rosal (*Rosa* spp.): Variedad Ojo de Toro y Virginia.

### Origen de los ácaros

La colonia de *Tetranychus urticae* se inició con material biológico recolectado en huertas de manzano en la localidad de Huachichil, Municipio de Arteaga, Coahuila. Los ácaros recolectados en campo (previamente identificados) fueron colocados en plantas de frijol para incrementar la población (Figura 2), bajo condiciones de invernadero a una temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$ . La obtención de *Phytoseiulus persimilis* fue a través de la empresa Koppert Biological Systems SA de CV (Figura 4).



Figura 2. Incremento de la población de *Tetranychus urticae*.



Figura 3. Estados Móviles de *Tetranychus urticae*.

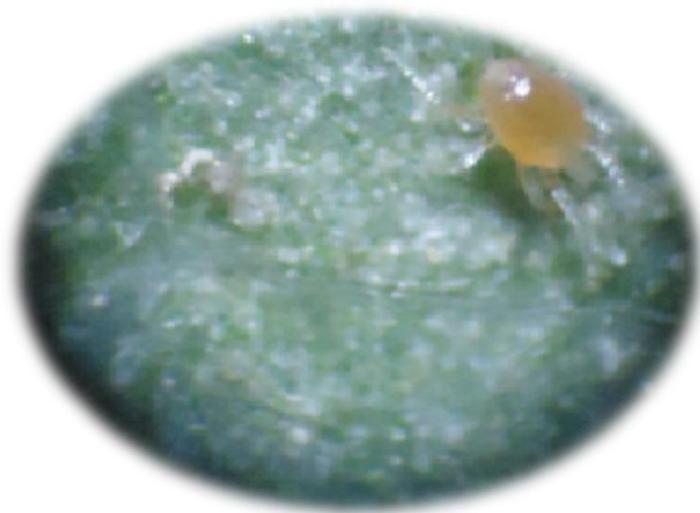


Figura 4. Estado Móvil de *Phytoseiulus persimilis*.

### **Cultivo de las dos variedades de Rosal**

El estudio se llevó a cabo en una cama de siembra de 60 cm x 9 m; se utilizaron dos variedades de rosal para la realización del experimento: 1.- Ojo de Toro, 2.- Virginia. Se colocaron 10 plantas por variedad a una distancia de 10 cm, las cuales se fertilizaron con fosfato monoamónico (12-61-0) (36.10 gr),

nitrate de amonio (12-00-46) (35.16gr) y urea (46-00-00) (13.75) una vez por semana durante un mes; la temperatura en que se desarrollaron éstas fue de  $24\pm 4^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa de  $60\pm 15\%$ . 25 días antes de la infestación con los ácaros se aplicó Dibrol® 2.5 CE (Deltametrina: (S)-alfa-ciano-3-fenoxibencil(1R,3R)-3-(2,2-dibromovinil)-2,2-dimetil ciclopropanocarbo- -xilato) con una dosis de 1mL/L de agua para prevenir otras especies de plaga. 15 días después, se realizó una infestación inducida con 100 ácaros hembras adultas (previamente apareadas 24 horas) por planta por variedad de rosal en discos de frijol pinto de 2.5 cm de diámetro, una semana después se realizó el conteo en nueve foliolos muestreados aleatoriamente para obtener la población inicial, e inmediatamente se liberaron 12 hembras adultas de *P. persimilis* en forma aleatoria, una semana después se inician una serie de muestreos semanales tomando en forma aleatoria nueve foliolos tanto para el depredador como en la presa por variedad. El conteo se realizó con ayuda de un microscopio portátil de 30X.

### Variables de evaluación

A su vez, con los mismos foliolos, se obtuvo la cantidad de clorofila con el equipo SPAD 502 KONICA MINOLTA®, el área foliar de cada foliolo con el equipo LI3100C LI COR® Biosciences, y el porcentaje de daño mediante la metodología de Hussey y Parr (1963b) y utilizado por Nachman y Zemeck (2002)

Cuadro 1. Definición de la intensidad del daño causado por *T. urticae*

Índice de daño	Porcentaje de daño	Definición
0	0	No daño
1	1-20	Incipiente daño, una o dos manchas dañadas
2	21-40	2/3 de la hoja dañada con tendencia a colapsarse
3	41-60	2/3 de la hoja con manchas cloróticas
4	61-80	Densidades de marcas de alimentación sobre la hoja pero aparentemente verdes
5	81-100	Cloróticas

## **Análisis estadístico.**

Se utilizó el análisis de varianza para obtener diferencias entre variedades con respecto al porcentaje de daño/cm<sup>2</sup>, cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>. Previo al análisis estadístico el porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> se transformó a Arcoseno y la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup> se transformaron a raíz cuadrada, también se analizó el número de ácaros/cm<sup>2</sup>, los datos se analizaron mediante PROC GLM y para diferenciar entre tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey (P<0.05) usando el programa S.A.S. (2002).

Se ajustaron modelos de regresión lineal entre las variables y el tiempo de exposición que presentaron las plantas a al ácaro de dos manchas, se asumieron distribución normal y homocedasticidad de varianza. Usando el programa S.A.S. (2002) se llevó a cabo la regresión mediante PROC REG y PROC STEPWISE para estimar los parámetros y sus desviaciones estándares. El ajuste de la selección del modelo es expresado por la fracción de la variación total en la variable dependiente que puede ser explicada por el modelo. Pruebas de t y F fueron usadas para la prueba de significancia de los modelos. Además los métodos de correlación de Spearman y Pearson fueron usados para relacionar entre la variable independiente y dependiente. La suma de cuadrados tipo III fue usado como prueba estadística, para el análisis de regresión múltiple y polinomial, esto para determinar si se excluía o no una variable del modelo. Fue considerado P≤0.05 para la significancia.

## **RESULTADO Y DISCUSION**

El ANVA no arrojó diferencias significativas entre las variedades con respecto al efecto causado por *T. urticae* en las variedades sin la presencia de *P. persimilis*, porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> (F<sub>1,16</sub>=1.03; P>0.05) y la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup> (F<sub>1,16</sub>=1.03; P>0.05), mientras que, en el número de fitófagos/cm<sup>2</sup>

si existen diferencias significativas entre las variedades Ojo de Toro y Virginia (gl=1,16, F=17.54, P<0.05), siendo la variedad Virginia con el mayor promedio con 2.99 ácaros/cm<sup>2</sup> seguida por la variedad Ojo de Toro (0.812.99 ácaros/cm<sup>2</sup>). Después de la liberación del depredador, el ANVA arrojó diferencias significativas entre las variedades con respecto a la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup> (gl= 1,142; F=4.05; P<0.05), siendo la variedad Virginia la que presento mayor promedio (3.779 cantidad de clorofila unidades SPAD/cm<sup>2</sup>) y Ojo de Toro el menor (3.350 cantidad de clorofila unidades SPAD/cm<sup>2</sup>), mientras que para el porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> y el número *T. urticae*/cm<sup>2</sup> el ANVA no arrojó diferencias significativas (F<sub>1,142</sub>=0.23, P>0.05 y F<sub>1,142</sub>=1.32, P>0.05 respectivamente), es decir el ácaro de dos manchas causa el mismo daño en las dos variedades. Con respecto al análisis realizado al número de fitoseidos/cm<sup>2</sup> el ANVA no arrojo diferencias significativas (F<sub>1,142</sub>=0.11; P>0.05).

### **Efecto de *Tetranychus urticae* sobre la clorofila y daño por área de la planta en la variedad Ojo de Toro**

En la figura 5 muestra la relación entre la clorofila/por cm<sup>2</sup> (A), daño/cm<sup>2</sup> (B) y números de ácaros/cm<sup>2</sup> (C) contra el tiempo de exposición del fitófago sobre la planta.

Modelo

$$\begin{aligned} \text{Cantidad de Clorofila/Área cm}^2 &= 4.1015(DE = 0.1808) - 0.1678(DE \\ &= 0.0379)x \end{aligned}$$

Se observa que la regresión es significativa, es decir hay relación entre la cantidad de clorofila /Área cm<sup>2y</sup> el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis H<sub>0</sub>: β<sub>1</sub>=0 contra H<sub>1</sub>: β<sub>1</sub>≠0. El valor P=0.00003 que se observa debajo de PROB>F (Anexo), significa que se puede rechazar la hipótesis de que β<sub>1</sub>=0, con una probabilidad de error de 0.00003. Esto lleva aceptar que el valor de β<sub>1</sub> es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor β<sub>1</sub> calculado.

El r<sup>2</sup>. El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en la cantidad de clorofila /Área cm<sup>2</sup> se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso r<sup>2</sup> fue de 19.81% de las

variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de  $r=0.4451$ , el valor de  $<0.0001$  también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña ( $<0.0001$ ). Por esto se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error de  $0.0001$ , o nivel de confianza de  $1-0.0001=0.9999$ .

Los valores estimados para  $\beta_0$  (intercepto) y  $\beta_1$  (pendiente). En este caso  $\beta_0=4.1015$  y de  $\beta_1=-0.1678$ . Entonces la ecuación para predecir la clorofila /Área  $cm^2$  sería:  $Cantidad\ de\ Clorofila/Area\ cm^2 = 4.1015(DE = 0.1808) - 0.1678(DE = 0.0379)x$  El nivel de significancia para el cual se rechazaría la hipótesis que el parámetro  $\beta_1$  sea cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechaza la hipótesis con nivel de significancia es menor a  $0.0001$ .

#### Modelo

$$\acute{a}caros/\acute{a}rea\ cm^2 = 1.4322(DE=0.2352) - 0.1632(DE=0.0494)x,$$

Se observa que la regresión es significativa, es decir hay relación entre el número de ácaros por área  $cm^2$  y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis  $H_0: \beta_1=0$  contra  $H_1: \beta_1 \neq 0$ . El valor  $P=0.00143$  que se observa debajo de  $PROB>F$  (Anexo), significa que se puede rechazar la hipótesis de que  $\beta_1=0$ , con una probabilidad de error de  $0.00143$ . Esto lleva aceptar que el valor de  $\beta_1$  es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor  $\beta_1$  calculado.

El  $r^2$ . El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en el número de ácaros por área  $cm^2$  se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso  $r^2$  fue de  $12.13\%$  de las variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de  $r=0.3438$ , el valor de  $0.00143$  también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña ( $0.00143$ ). Por

esto se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error de 0.00143, o nivel de confianza de  $1 - 0.00143 = 0.99857$ .

Los valores estimados para  $\beta_0$  (intercepto) y  $\beta_1$  (pendiente). En este caso  $\beta_0 = 1.4322$  y de  $\beta_1 = -0.1632$ . Entonces la ecuación para predecir el número de ácaros por  $\text{cm}^2$  sería:  
 $\text{ácaros/área cm}^2 = 1.4322(DE=0.2352) - 0.1632(DE=0.0494)x$ . El nivel de significancia para el cual se rechazaría la hipótesis que el parámetro  $\beta_1$  sea cero ( es decir que no haya regresión). En este caso se rechaza la hipótesis con nivel de significancia es 0.00143.

Modelo

$$\text{Daño/área cm}^2 = 1.1174(DE=0.2693) - 0.3909(DE=0.1570)x + 0.0448(DE = 0.0188)x^2$$

Se observa que la regresión es significativa, es decir hay relación entre el daño por  $\text{área cm}^2$  y las variables independientes (tiempo y el tiempo al cuadrado de exposición de la planta al ácaro de dos manchas). El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis  $H_0: \beta_1 = 0$  contra  $H_1: \beta_1 \neq 0$ . El valor  $P = 0.050$  que se observa debajo de  $\text{PROB} > F$  (Anexo), significa que se puede aceptar la hipótesis de que las  $\beta = 0$ , con una probabilidad de error de 0.050. Esto lleva rechazar que el valor de las  $\beta$  son diferentes y se puede representar satisfactoriamente con el valor de las  $\beta$  calculadas.

El  $r^2$ . El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en el daño/Área  $\text{cm}^2$  se encontró asociado con el tiempo y tiempo al cuadrado de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso  $r^2$  fue de 7.37% de las variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de  $r = 0.2710$ , el valor de  $P = 0.050$  también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña (0.050). Por esto

se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error de 0.050, o nivel de confianza de  $1 - 0.050 = 0.950 = 95.0\%$ .

Los valores estimados para  $\beta_0$  (intercepto) y  $\beta_1$  y  $\beta_2$ . En este caso  $\beta_0 = 1.1174$ ,  $\beta_1 = -0.3909$  y de  $\beta_2 = 0.0448$ . Entonces la ecuación para predecir el daño/cm<sup>2</sup> sería:

$$\begin{aligned} \text{Daño/área cm}^2 &= 1.1174(DE=0.2693) - 0.3909(DE=0.1570)x + 0.0448(DE \\ &= 0.0188)x^2 \end{aligned}$$

El nivel de significancia para el cual se rechazarían las hipótesis que los parámetros  $\beta$  sean cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechazan las hipótesis con nivel de significancia para  $\beta_0$  de  $P < 0.0001$ ,  $\beta_1$  de  $P = 0.0149$  y para  $\beta_2$   $P = 0.0199$ .

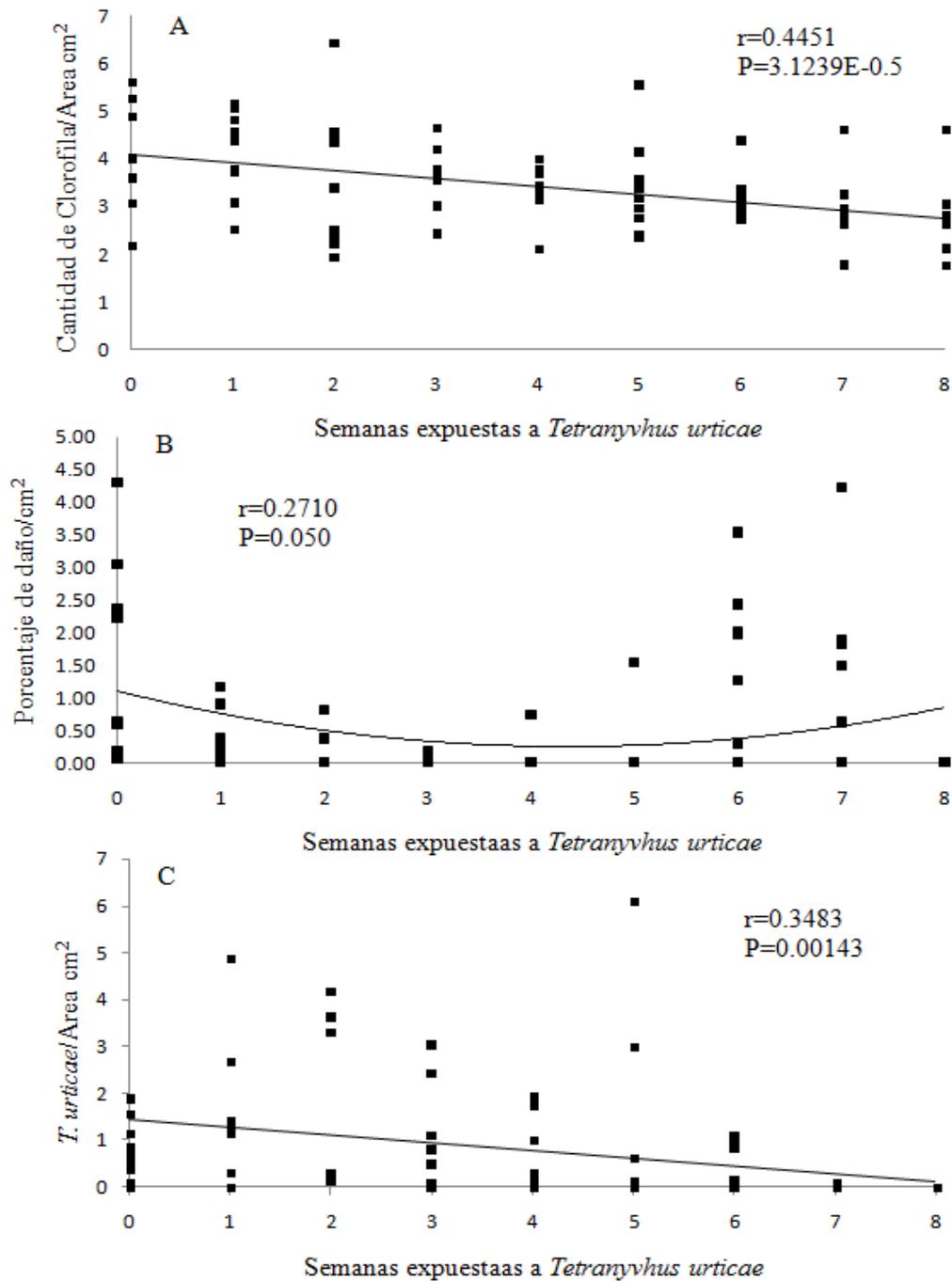


Figura 5. Relación entre número de días (x) que las plantas fueron expuestas al ácaro de dos manchas (*T. urticae*) y (A) la cantidad de clorofila, (B) daño causado por la plaga, (C) números de ácaros por cm<sup>2</sup>. Variedad Ojo de toro

*Relación entre la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup>, y el número de ácaros por cm<sup>2</sup> y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas*

El mejor modelo para describir la relación de la variable independiente (tiempo de exposición ( $x_1$ ) y el número de ácaros/cm<sup>2</sup> ( $x_2$ )) y la variable dependiente (cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>) es el siguiente:

$$\text{Cantidad de Clorofila/Área cm}^2 = 3.7614 - 0.1290x_1 + 0.2374x_2$$

Se observa que la regresión es significativa, es decir hay relación entre la cantidad de clorofila y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas y el número de ácaros por área cm<sup>2</sup>. El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis  $H_0: \beta_1=0$  contra  $H_1: \beta_1 \neq 0$ . El valor  $P < 0.0001$  que se observa debajo de  $PROB > F$  (Anexo), significa que se puede rechazar la hipótesis de que  $\beta_1=0$ , con una probabilidad de error menor de 0.0001. Esto lleva aceptar que el valor de  $\beta_1$  es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor  $\beta_1$  calculado.

El  $r^2$ . El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup> se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas y el número de ácaros por área cm<sup>2</sup>. En este caso  $r^2$  fue de 27.46% de la variación.

Los valores estimados para  $\beta_0$  (intercepto) y  $\beta_1$  (pendiente). En este caso  $\beta_0=3.7614$  y de  $\beta_1=-0.1290$  y  $\beta_2=0.2374$ . Entonces la ecuación para predecir la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup> sería:  
*Clorofila/área cm<sup>2</sup> = 3.7614 (DE=0.2098) - 0.1290 (DE=0.0387)x<sub>1</sub> + 0.2374 (DE = 0.0827)x<sub>2</sub>*. El factor más importante fue el tiempo de exposición  $x_1$  ( $F_{1,78}=21.21$ ;  $P < 0.0001$ ) seguido por el número de ácaros por cm<sup>2</sup>  $x_2$  ( $F_{1,78}=8.23$ ;  $P=0.0053$ ).

**Efecto de *Tetranychus urticae* sobre la clorofila y daño por área de la planta en la variedad Virginia**

En la figura 6 muestra la relación entre la clorofila/por cm<sup>2</sup> (A), daño/cm<sup>2</sup>(C) y números de ácaros/cm<sup>2</sup> (B) contra el tiempo de exposición del fitófago sobre la planta.

Modelo

$$\text{Cantidad de clorofila / área cm}^2 = 3.5193(DE = 0.3780) + 0.4686(DE = 0.2203)x - 0.0724(DE = 0.0265)x^2$$

Se observa que la regresión es significativa (figura 2 A), es decir hay relación entre la cantidad de clorofila /Área cm<sup>2</sup> y el tiempo y el tiempo al cuadrado de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis H<sub>0</sub>: β<sub>1</sub>=0 contra H<sub>1</sub>: β<sub>1</sub>≠0. El valor P=0.0061 que se observa debajo de PROB>F (Anexo), significa que se puede aceptar la hipótesis de que las β=0, con una probabilidad de error de 0.0061. Esto lleva rechazar que el valor de las β es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor de las β calculadas.

El r<sup>2</sup>. El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en la cantidad de clorofila /Área cm<sup>2</sup> se encontró asociado con el tiempo y tiempo al cuadrado de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso r<sup>2</sup> fue de 12.26% de las variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de r= 0.3501, el valor de P=0.0061 también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña (0.0061). Por esto se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error de 0.0061, o nivel de confianza de 1-0.0061=0.9909=99.09%.

Los valores estimados para β<sub>0</sub> (intercepto) y β<sub>1</sub> y β<sub>2</sub>. En este caso β<sub>0</sub>= 3.5186, β<sub>1</sub>= 0.4687 y de β<sub>2</sub>= -0.0724. Entonces la ecuación para predecir la clorofila /Área cm<sup>2</sup> sería:

$$\text{Cantidad de clorofila / área cm}^2 = 3.5193(DE = 0.3780) + 0.4686(DE = 0.2203)x - 0.0724(DE = 0.0265)x^2$$

El nivel de significancia para el cual se rechazarían las hipótesis que los parámetros  $\beta$  sean cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechazan las hipótesis con nivel de significancia para  $\beta_0$  de  $P < 0.0001$ ,  $\beta_1$  de  $P = 0.0366$  y para  $\beta_2$  de  $P = 0.0077$ .

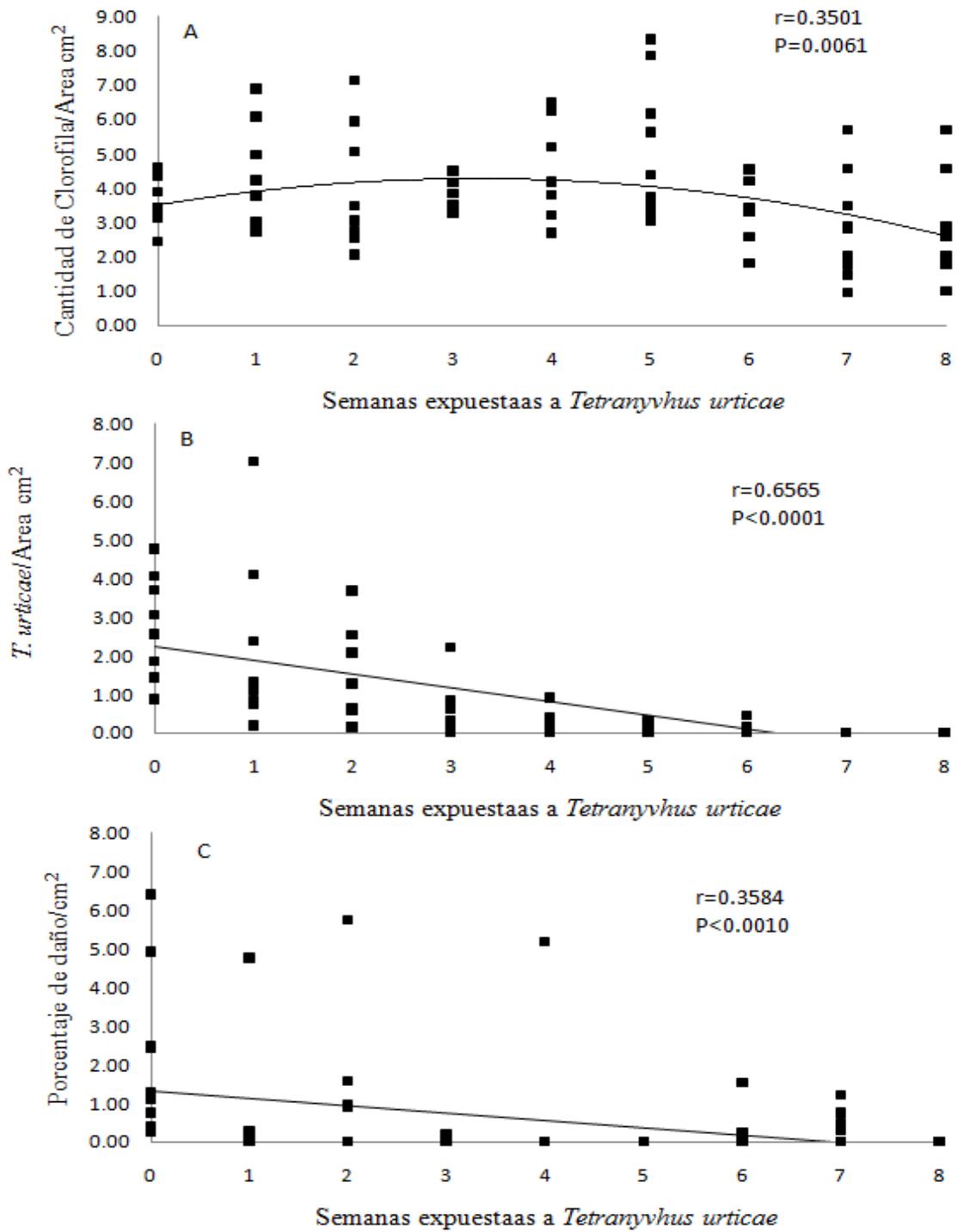


Figura 6. Relación entre número de días (x) que las plantas fueron expuestas al ácaro de dos manchas (*T. urticae*) y (A) la cantidad de clorofila, (B) daño causado por la plaga, (C) números de ácaros por cm<sup>2</sup>. Variedad Virginia.

Modelo

$$\text{Ácaros/área cm}^2 = 2.2272(DE=0.2168) - 0.3523(DE=0.0455)x,$$

Se observa que la regresión es significativa (figura 6 B), es decir hay relación entre el número de ácaros por área cm<sup>2</sup> y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis H<sub>0</sub>: β<sub>1</sub>=0 contra H<sub>1</sub>: β<sub>1</sub>≠0. El valor P<0.0001 que se observa debajo de PROB>F (Anexo), significa que se puede rechazar la hipótesis de que β<sub>1</sub>=0, con una probabilidad de error menor a 0.0001. Esto lleva aceptar que el valor de β<sub>1</sub> es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor β<sub>1</sub> calculado.

El r<sup>2</sup>. El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en el número de ácaros por área cm<sup>2</sup> se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso r<sup>2</sup> fue de 43.10% de las variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de r= 0.6565, el valor de P<0.0001 también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña (<0.0001). Por esto se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error menor a 0.0001, o nivel de confianza de 1- 0.0001=0.9999.

Los valores estimados para β<sub>0</sub> (intercepto) y β<sub>1</sub> (pendiente). En este caso β<sub>0</sub>= 202272 y de β<sub>1</sub>= -0.3523. Entonces la ecuación para predecir el número de ácaros por cm<sup>2</sup> sería:  $\text{Ácaros/área cm}^2 = 2.2272(DE=0.2168) - 0.3523(DE=0.0455)x$ . El nivel de significancia para el cual se rechazaría la hipótesis que el parámetro β<sub>1</sub> sea cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechaza la hipótesis con nivel de significancia menor a 0.0001.

Modelo

$$\text{Daño/área cm}^2 = 1.3019(DE=0.2607) - 0.1869(DE=0.0547)x$$

Se observa que la regresión es significativa (figura 6 C), es decir hay relación entre el daño por área  $\text{cm}^2$  y la variable independiente (tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas). El análisis de varianza en este caso prueba la hipótesis  $H_0: \beta_1=0$  contra  $H_1: \beta_1 \neq 0$ . El valor  $P=0.001$  que se observa debajo de  $\text{PROB}>F$  (Anexo), significa que se puede aceptar la hipótesis de que  $\beta=0$ , con una probabilidad de error de 0.001. Esto lleva rechazar que el valor de  $\beta$  es diferente y puede representar satisfactoriamente con el valor de  $\beta$  calculada.

El  $r^2$ . El R cuadrado indica en qué proporción de la variación del daño /área  $\text{cm}^2$  se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. En este caso  $r^2$  fue de 12.81% de las variación. El coeficiente de correlación entre estas dos variables es de  $r= 0.3579$ , el valor de  $P=0.001$  también es la probabilidad de error cuando se rechaza la hipótesis de que el coeficiente de correlación es cero. En este caso, se rechaza que la correlación es igual a cero es muy pequeña (0.001). Por esto se rechaza que la correlación sea igual a cero, con una probabilidad de error de 0.001, o nivel de confianza de  $1- 0.001=0.999$ .

Los valores estimados para  $\beta_0$  (intercepto) y  $\beta_1$  (pendiente). En este caso  $\beta_0=1.3019$  y  $\beta_1= -0.1869$ . Entonces la ecuación para predecir el daño/ $\text{cm}^2$  sería:  
*Daño/área  $\text{cm}^2 = 1.3019 - 0.1869x$ .*

El nivel de significancia para el cual se rechaza las hipótesis que el parámetro  $\beta$  sean cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechaza la hipótesis con nivel de significancia de  $\beta_1$  de  $P=0.001$ .

*Relación entre la cantidad de clorofila por  $\text{cm}^2$ , y el número de ácaros por  $\text{cm}^2$  y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas*

El mejor modelo para describir la relación entre las variables independientes (el número de ácaros/cm<sup>2</sup> ( $x_1$ ), tiempo de exposición ( $x_2$ ) y tiempo de exposición ( $x_2^2$ )) y la variable dependiente (cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>) es el siguiente:

$$\text{Cantidad de clorofila /cm}^2 = 2.5529(\text{DE}=0.6042) + 0.3272(\text{DE}=0.1615)x_1 + 0.7876(\text{DE}=0.2673)x_2 - 0.0979(\text{DE} = 0.0288)x_2^2$$

La regresión múltiple arroja que hay relación entre la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup> y el número de ácaros por cm<sup>2</sup> y el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas. El análisis de varianza en este caso prueba las hipótesis  $H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$  contra  $H_1: \beta_i \neq 0$ , donde  $i=0, 1, 2$  y  $3$ . El valor  $P=0.0027$  que se observa debajo de  $\text{PROB}>F$  (Anexo), significa que se puede rechazar la hipótesis de que  $\beta_i=0$ , con una probabilidad de error menor de  $0.0027$ . Esto lleva a aceptar que el valor de  $\beta_i$  es diferente y se puede representar satisfactoriamente con el valor  $\beta_i$  calculado.

El  $r^2$ . El R cuadrado indica en qué proporción de la variación en la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup> se encontró asociado con el tiempo de exposición de la planta al ácaro de dos manchas y el número de ácaros por área cm<sup>2</sup>. En este caso  $r^2$  fue de 16.70% de la variación.

Los valores estimados para  $\beta_0, \beta_1$  y  $\beta_2$ . En este caso  $\beta_0= 2.5529$  y de  $\beta_1=0.3272$  y  $\beta_2=0.7876$  y  $\beta_3=-0.0979$ . Entonces la ecuación para predecir la cantidad de clorofila por cm<sup>2</sup> sería:

$$\text{Cantidad de clorofila /cm}^2 = 2.5529 + 0.3272x_1 + 0.7876x_2 - 0.0979x_2^2$$

El factor más importante fue el tiempo de exposición cuadrado  $x_2^2$  ( $F_{1,77}=11.51$ ;  $P=0.0011$ ) seguido por el número de ácaros por cm<sup>2</sup>  $x_1$  ( $F_{1,77}=2.89$ ;  $P=0.0934$ ) y por último  $x_2$  ( $F_{1,77}=1.05$ ;  $P=0.3097$ ).

El nivel de significancia para el cual se rechaza las hipótesis que el parámetro  $\beta$  sean cero (es decir que no haya regresión). En este caso se rechaza la hipótesis con nivel de significancia para  $\beta_0$  de  $P<0.001$ ,  $\beta_1$  de  $P=0.0463$ ,  $\beta_2$  de  $P=0.0043$  y  $\beta_3$  de  $P=0.0011$ . Por lo tanto los parámetros son confiables.

*Relación entre el porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> y el número de ácaros/cm<sup>2</sup> sobre las variedades Ojo de Toro y Virginia*

Se encontró una asociación entre el de daño/cm<sup>2</sup> y el número de ácaros fitófagos/cm<sup>2</sup> sobre la variedad Virginia ( $R^2=0.1334$ ,  $gl=1,79$ ,  $F=12.16$ ,  $P=0.0008$ ). Mientras que sobre la variedad Ojo de Toro no se encontró una asociación entre estas variables ( $R^2=0.008$ ,  $gl=1,61$ ,  $F=0.51$ ,  $P=0.4789$ )

*Relación entre el número de *P. persimilis*/cm<sup>2</sup> y el número de ácaros/cm<sup>2</sup> sobre las variedades Ojo de Toro y Virginia*

No se encontró una asociación directa entre las variables número de *P. persimilis*/cm<sup>2</sup> y el número de ácaros fitófagos/cm<sup>2</sup> sobre las variedades Ojo de Toro ( $R^2=0.009$ ,  $gl=1,52$ ,  $F=0.50$ ,  $P=0.4812$ ) y Virginia ( $R^2=0.005$ ,  $gl=1,52$ ,  $F=0.29$ ,  $P=0.5900$ ).

En nuestro análisis se observó que *T. urticae* afecta a su hospedero, nosotros usamos la cantidad de clorofila como un indicador de la condición de planta, ya que la clorofila esta directamente asociado con la fotosíntesis y la productividad de la planta (DeAngelis et al. 1983, Itrou et al. 1995)

Se encontraron diferencias significativas en el número de *T. urticae*/cm<sup>2</sup> sobre las variedades de rosal, el comportamiento de las diferencias observadas en este estudio entre variedades son probablemente a la existencia de mecanismos de defensa de la planta (Peralta y Tello, 2011). En este sentido, las dos variedades de rosal ofrecen condiciones diferentes que afectan la biología de *T. urticae*. Estas condiciones involucran aspectos químicos, nutritivos, aspectos físicos como la pubescencia, la resistencia de los tejidos, la estructura superficial de las hojas, la superficie disponible para cada individuo y a los componentes secundarios de las plantas (Agrawal, 2000; Balkema-Boomstra et al., 2003; Biswas et al., 2004). Estos factores pueden reducir la

calidad alimenticia, reduciendo la digestibilidad y afectando a la fertilidad, el crecimiento, la densidad poblacional, la supervivencia, el desarrollo y la mortalidad de los estados juveniles de las arañita roja (Peralta y Tello, 2011). Estos factores probablemente influyeron sobre la población de *P. persimilis*, ya que, en ambas variedades los promedios fueron similares (Prueba de Tukey: Ojo de Toro,  $\bar{x}= 0.008/\text{cm}^2$ ; Virginia,  $\bar{x}= 0.006/\text{cm}^2$ ;  $P>0.05$ ). Mencionan Vázquez *et al.* (2008) que las plantas hospedante y de refugio afectan al depredador, y De Bach (1964) que los semioquímicos son factores que afectan al depredador para su establecimiento.

Sances *et al.* (1979), Brito *et al.* (1986) y Youngman *et al.* (1986) midieron la actividad fotosintética y encontraron una correlación negativa con la densidad del acaro. Iatrou *et al.* (1995) midieron la cantidad de clorofila y la clorofila fluorescente de hojas de frijol dañadas por *T. urticae* y encontraron una correlación negativa entre el contenido de clorofila y la intensidad de cómo se alimentaba el ácaro, sin embargo, Sances *et al.* (1979) no encontraron tal relación entre el número de ácaros/días/cm<sup>2</sup> en un rango de 0 a 50.

A su vez, Johnson (1983) no encontró ninguna correlación entre el número de *Panonychus ulmi* (Koch) y el contenido de clorofila de hojas de manzana muestreadas en un campo experimental, pero se atribuye esto a las circunstancias que el ácaro se mueve entre las hojas en una forma que no determina la calidad de la hoja. En contraste *T. urticae* se mueve principalmente cuando las hojas son de pobre calidad (Li and Margolies 1993), cual puede explicar porque ellos encontraron una correlación negativa entre la densidad del fitófago y la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>. Contrario a lo encontrado en este estudio, ya que se encontró una correlación positiva entre la densidad del ácaro y la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup> en las variedades Ojo de Toro (Pearson  $r= 0.4143$ ,  $P=0.0001$ ) y Virginia (Spearman  $r=0.2099$ ,  $P=0.05$ ). Probablemente por el alto contenido de clorofila en los folíolos de ambas variedades.

En nuestro análisis mostro que el total de clorofila/cm<sup>2</sup> y el porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> disminuye con el transcurso del tiempo sobre las plantas expuestas

al ácaro de dos manchas. Parte del decrecimiento de estos dos variables es debido al decline de la densidad poblacional de *T. urticae* que también decrece con el tiempo. En este estudio se encontró que el número de semanas expuestas las plantas al ácaro de dos manchas explica la parte principal de la variación de la cantidad de clorofila. Lo cual concuerda con el estudio realizado por Nachman y Zemeck (2002). Ellos encontraron que la asociación principal en con la disminución fue el tiempo expuesta al acaro de dos manchas.

## CONCLUSIONES

El ácaro de dos manchas afecta la condición de la planta, disminuyendo la cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>, con respecto al tiempo de exposición de la planta al ácaro.

El fitófago se mueve a partes de la planta donde hay mayor calidad de alimento, aunque a este movimiento puede añadirse la presencia de *P. persimilis*.

La variedad Ojo de Toro es más susceptible que la variedad Virginia, ya que presento mayor índice de daño.

*P. persimilis* presenta la misma eficiencia depredadora sobre *T. urticae* en ambas variedades

## RESUMEN

El rosal es una de las plantas ornamentales debido a su valor cultural y a su alta demanda que está en constante crecimiento, el rosal es muy susceptible a plagas y enfermedades, una de las principales es la plaga de la arañita roja (*Tetranychus urticae*) causando graves daños a las plantas y pérdida de calidad en las flores debido a que cuando se alimenta entierra un estilete en las hojas causando clorosis y defoliación afectando el desarrollo y crecimiento de la planta, el método de control más antiguamente utilizado es el control químico con acaricidas, desafortunadamente han causado efectos secundarios como la resistencia que han generado los ácaros a los productos químicos y la fitotoxicidad en las plantas

Una alternativa a los métodos químicos ya existentes es la utilización de control biológico utilizando el *Phytoseiulus persimilis* que es un acaro depredador de la arañita roja y se utiliza principalmente para mantener baja la densidad de los parásitos

La presente investigación se llevó a cabo en el Departamento de Parasitología de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro para la cual se utilizaron dos variedades de rosa (Ojo de toro y Virginia), el *Phytoseiulus persimilis* se obtuvo de la empresa Koppert Biological Systems SA de CV, mientras que el *Tetranychus urticae* se colectó de un huerto de manzano en la localidad de Huachichil Arteaga Coahuila los cuales fueron puestos en plantas de frijol a una temperatura de  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  en condiciones de invernadero con la finalidad de incrementar su población.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS, las variables evaluadas fueron porcentaje de daño/cm<sup>2</sup>; mediante la metodología de Nachman y Zemeck, se midió la cantidad de cantidad de clorofila/cm<sup>2</sup>, mediante el SPAD

502; área foliar Li 3100C; y ácaros/área  $cm^2$ ; todos los análisis se realizaron mediante PROC GLM y para diferenciar entre tratamientos se aplicó la prueba de rangos múltiples de Tukey ( $P < 0.05$ , se llevó a cabo la regresión mediante PROC REG y PROC STEPWISE para estimar los parámetros y sus desviaciones estándares, los métodos de correlación de Spearman y Pearson fueron usados para relacionar entre la variable independiente y dependiente.

Los resultados obtenidos en esta investigación arrojaron que no hay una relación directa entre la cantidad de individuos de *P. persimilis* con los individuos de *T. urticae*, sin embargo, se encontró relación directa entre el porcentaje de daño de ambas variedades con el número de *T. urticae* así como también se encontró una relación directa entre el nivel de clorofila por  $cm^2$  y el número de *T. urticae* en ambas variedades.

Se llegó a la conclusión de que el número de *Tetranychus urticae* tiene una influencia directa sobre el daño/ $cm^2$  en la hoja, así como también tiene una relación positiva sobre cantidad de clorofila/ $cm^2$ .

**Palabras clave:** *Tetranychus urticae*-Control biológico- *Phytoseiulus persimilis*- Rosal- Clorofila- Daño.

**Correo Electrónico;** Isaac Irving Camacho Aguilar, [Isaac.1812@outlook.es](mailto:Isaac.1812@outlook.es)

## LITERATURA CITADA

- Agrawal, A. 2000. Host-range evolution: adaptation and tradeoffs in fitness of mites on alternative hosts. *Ecology* 81: 500-508.
- Anaya, H. 1978. La Rosa, Reina de las Flores. Geografía Universal. Año 2. Vol 3. No. 6. Madrid. España
- Andrews, K. 1989. "Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas." En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro. Andrews, K & Quezada, J.R. (ed). p. 4-20.
- Ashihara, W., T. Hamamura, and N. Shinkaji. 1978. Feeding reproduction, and development of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina:Phytoseiidae) on various food substances. *Bull. Fruit Tree Res. Stn. Ser. E* 1978. 2:91- 98.
- Balkema-Boomstra, A.; Zijlstra, S.; Verstappen, F.; Inggamer, H.; Mercke, P.; Jongma, M. and Bouwmeester, H. 2003. Role of Cucurbitacin C in resistance to spider mite (*Tetranychus urticae*) in Cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Journal of Chemical Ecology* 29: 225-235.
- Banssou, M. El comercio internacional de la flor cortada. *La Revista Profesional de Flor*, 2001, vol. 29, no. 8, p. 93-97. España
- Begljarov, G. A. 1967. Ergebnisse der Untersuchungen und der Anwendung von *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot als biologische Bekämpfungsmittel gegen Spinnmilben in der Sowjetunion. *Nachrichtenblatt des Pflanzenschutzdienstes*. 21(47):197-200. pp.
- Biswas, G. C.; Islam, W.; Haque, M.M.; Saha, R. K.; Hoque, K. M. F.; Islam, M. S. and Haque, M. E. 2004. Some biological aspects of Carmine Mite, *Tetranychus cinnabarinus* Boisd. (Acari: Tetranychidae) infesting egg-plant from Rajshahi. *Journal of Biological Sciences* 4 (5): 588-591.

- Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various Spider mites. Jour. Insect. Physiol. 2: 65-72. pp.
- Boys, F.E., and P.P. Burbutis. 1972. Influence of *Phytoseiulus persimilis* on populations of *Tetranychus turkestanii* at the economic threshold on roses. J. Econ. Entomol. 65:114-117. pp.
- Boulter, D. (1993). Insect pest control by copying nature using genetically engineered crops. Phytocchemistry 34: 1453-1466.
- Caballero, M. /et al./. Cultivo sin suelo de rosas de invernadero para flor cortada. Fundamentos de aplicación al cultivo hidropónico. En: Hidroponía. Una esperanza para Latinoamérica. Curso Taller Internacional de Hidroponía. 1997, p. 219-231. Lima, Perú
- Crooker A. 1985. Embryonic and Juvenile
- Chant, D. A. 1961. An experiment in biological control of *Tetranychus telarius* (L.) (Acarina:Tetranychidae) in a greenhouse using the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Phytoseiidae). Can. Entomol. 93:437- 43. pp.
- Chant, D.A. 1985. "Systematics and taxanomy." En: Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Helle, W. & Sabellis, M.W. (ed.). Elsevier Science Pub. Leiden, Holanda. p. 17-19.
- Development. pp. 149-160. En Helle W. y W. M. Sabelis (Editores) Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- De bach, P.1968. Control biológico de insectos plagas y malas hierbas. Compañía Editorial Continental, México.
- .
- d., & Isman, M. B. (eds.), Insect Chemical Ecology, an Evolutionary Approach. Chapman & Hall, London.
- Dosse, G. 1958. Uber einige neue Raubmilbenarten (Acarina:Phytoseiidae). Pflanzenschutzber-Berichte 21:44-61. pp.
- Estebanez, M. L. 1989. Acaros en Frutales del Estado de Morelos. Instituto de Biología de la UNAM y Dirección General de Sanidad y Protección forestal SARH, 360 pp. México, D.F.

- Eveleigh, E.S., and D.A. Chant. 1982. Experimental studies on acarine predator-prey interactions: the effects of predator density on immature survival, adult fecundity and emigratin rates, and the numerical response to prey density (Acarina:Phytoseiidae). *Ibid.* 60:630-638.
- Fainstein, R. Manual para el cultivo de rosas en Latinoamérica. Editorial Ecuaooffset, 1997. 247 p. Quito, Perú
- French, N., W.J. Parr, H.J. Gould, J.J. Williams, and S.P. Simmonds. 1976. Development of biological methods for the control of *Tetranychus urticae* on tomatoes using *Phytoseiulus persimilis*. *Ann. Appl. Biol.* 83:177-89. pp.
- Gerson U. 1985. Webbing. En Helle y Sabelis (Editores) Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company. pp. 223-230.
- Gibson, M. Guías Jardín BLUME. Rosales.. Ediciones Castell. 1995, p.91-95  
Barcelona, España
- Godfrey, L. D. 2011. Pest Notes: Spider Mites. Integrated Pest Management for Home Gardeners and Landscape Professionals. UC ANR Publication 7405. 1-4 pp.
- Gould, H.J. 1970. Preliminary studies of an integrated control programme for cucumber pests and an evaluation of methods of introducing *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot for the control of *Tetranychus urticae* Koch. *Ann. Appl. Biol.* 66:505-513.
- Hamlen, R.A. 1980. Report of *Phytoseiulus persimilis* management of *Tetranychus urticae* on greenhouse grown dieffenbachia. *Bull. SROP/WPRS* 1980 III/3: 65-74.
- Hamlen, R.A. and R.K. Lindquist. 1981. Comparison of two *Phytoseiulus* species as predators of twospotted spider mites on greenhouse ornamentals. *Environ. Entomol.* 10:524-527 pp.
- Harborne, J.B. (1982). Introduction to Ecological Biochemistry. Academic Press, New York.
- Helle W. y L. P. Pijnacker. 1985 Partenogenesis, cromosomas y sex. pp. 129-138. En Helle y Sabelis (Editores) Spider Mites Their Biology, Natural

- Enemies and Control. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- Hessayón, D. Rosas. Manual de cultivo y conservación. Editorial BLUME. 1994. 126 p. Barcelona, España
- Horticom. Rosas para todos los gustos. 2001. [11/12/2014]. Disponible en:[http://www.ediho.es/horticom/publicac/juego\\_v/rh124.html#back](http://www.ediho.es/horticom/publicac/juego_v/rh124.html#back)
- Huffaker, C.B., P.S. Messenger y P. De Bach. 1974. The Natural Enemy Component in Natural Control and the Theory of Biological Control, Chapter 2, in Biological Control. Plenum Publishing, New York. 16-26 pp.
- Hussey N.W. and Parr W.J. 1963a. Dispersal of the glasshouse red spider mites *Tetranychus urticae* Koch (Acarina, Tetranychidae). Entomol. Exp. Appl. 6: 207–214.
- Hussey N.W. and Parr W.J. 1963b. The effect of glasshouse red spider mite (*Tetranychus urticae* Koch) on the yield of cucumbers. J. Hort. Sci. 38: 255–263.
- Jeppson, L. R., H. H. Keifer, y E. W. Baker. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. 614 pp. California. USA.
- Juscafresa, B. 1979. Cultivo del Rosal. 3ª. Edición. Editorial Aedos. Barcelona, España.
- Karban, r., & Baldwin, I. T. 1997. Induced Responses to Herbivory. The university of Chicago Press, Chicago.
- Kennedy , G. C. y D. R. Smitley. 1985. Dispersal. En Helle W. y M. W. Sabelis (Editores) Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A Elvesier SciencePublishing Company. 233-240. pp.
- Kennett, C.E., and L.E. Caltagirone. 1968. Biosystematics of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina:Phytoseiidae. Acarologia 10:563-77. Pp
- Kielkiewicz, M., Pitera, E., Olszac, I., Zuranska. 2006. Spider-mite susceptibility of scab Vf –resistant apple genotypes. Biological Letters 43(2): 327-334.
- Koppert México. 2014. En línea. Arañas rojas. [http://koppert.com.mx/pdf/f\\_arana\\_roja.pdf](http://koppert.com.mx/pdf/f_arana_roja.pdf). Fecha de consulta: 12 de Mayo 2014.

- Krantz, G. W. 1970. A Manual of Acarology. Oregon State University. Book Stores inc. 509 pp.
- Krantz, G. W. 1978. A Manual of Acarology. 2nd ed. Oregon State University. Book Stores. Corvallis. OR, 509 pp.
- Laing, J.E. 1968. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Acarologia* 10:578-88. pp.
- Laing, J.E., and C.B. Huffaker. 1969. Comparative studies of predation by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina:Phytoseiidae) on populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Res. Popul. Ecol.* 11:105-126. Pp
- Larson, R. A. 1980. Introduction to floriculture. Academic Press, Inc. New York. USA. 81-105
- López, M. J. 1980. Cultivo del Rosal En Invernadero. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.
- Martínez-Ferrer, M.T., Jacas, J.A., Ripollés-Moles, J.L. y Aucejo-Romero, S. 2006. Approaches for sampling the twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on Clementines in Spain. *J Econ Entomol* 99:1490-1499.
- McClanahan, R.J. 1968. Influence of temperature on the reproductive potential of two mite predators of the twospotted spider mite. *Can. Entomol.* 100:549-556. pp.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: Progress and future prospects. In M.A. Hoy, [ed.] *Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae*. Agricultural Sciences Publications. University of California, Berkeley, CA. 92pp.
- Markkula, M., and K. Tiittanen. 1976. "Pest-in-First" and "natural infestation" methods in the control of *Tetranychus urticae* Koch with *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on glasshouse cucumbers. *Ann. Agric. Fenn.* 15:81-85. pp.
- Masters, g. J., & Brown, V. K. 1997. Host-plant mediated interactions between spatially separated herbivores: effects on community structure, pp. 217-232, en gange, a. C., & Brown, V. K. (eds.), *Multitrophic Interactions in a Changing World*. 36th symposium of the British Ecological society. Blackwell, oxford.

- Mori, H., and D.A. Chant. 1966a. The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis* Athias- Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.* 44:483-491. pp
- Nachman, G. 1981. Temporal and spatial dynamics of an acarine predator-prey system. *Ibid.* 50:435-451. pp.
- Nachman G., y R. Zemek. 2002. Interactions in a tritrophic acarine predator-prey metapopulation system III: Effects of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on host plant condition. *Experimental and Applied Acarology* 25: 27–42.
- Najafabadi S.S.M.; Shoushtari R.V.; Zamani A.; Arbad M. and Farazmand H. 2011. Effect of nitrogen fertilization on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) populations on common bean cultivars. *American-Eurasian Journal of Agriculture & Environmental Sciences* 11:568-576.
- Ohgushi, T. 2005. Indirect interaction webs: herbivore-induced effects through trait change in plants. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 36: 81-105
- Pape, H. 1976. *Plagas de las Flores y de las Plantas Ornamentales*. Oikos- Tau Ediciones. Barcelona, España.
- Park, Y.L. y Lee, J.H. 2002. Leaf cell and tissue damage of cucumber caused by twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *J Econ Entomol* 95:952-957
- Peralta O. y Tello V. 2011. Tabla de vida de *Tetranychus cinnabarinus* (Acari: Tetranychidae) sobre tres variedades de melón, *Cucumis melo*. *Revista Colombiana de Entomología* 37: 21-26.
- Poelman, E. H., Van Loon, J. J. a., y Dicke, M. 2008. Consequences of plant defense for biodiversity at higher trophic levels. *Trends in Plant Sci.* 13: 534-541.
- Polis, g. a. 1999. Why are parts of the world green? Multiple factors control productivity and the distribution of biomass. *Oikos* 86: 3-15.
- Polis, g. a., & Winemiller, K. o. 1996. *Food Webs: Integration of Patterns and Dynamics*. Chapman and Hall, new York.

- Pralavorio, M. y L. Almaguel-Rojas. 1980. Influence of temperature and humidite reltive for developpement and reproduction of *Phytoseiulus persimilis*. SROP/WPRS 1980 III/3, 157-162. pp.
- Price, P. 1993. Practical significance of tritrophic interactions for crop protection. In: Phytochemistry and Agriculture. T. A. van Beek & H. Breteler (edit.). Claredon Press, Oxford, U.K. pp. 87-106.
- Pruszyński, S. 1976. Observations on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis*. Bull. SROP/WPRS 4:39-44. pp.
- Ravensberg, W.J., J.C. Van Lenteren, y J. Woets. 1983. Developments in application of biological control in greenhouse vegetables in the Netherlands since. Bull. SROP/WPRS VI/3:36-48.
- Rodríguez-Saona, C. 2012. La Ecología Química de Interacciones Tri-Tróficas. 315-342. En: J. C. rojas y E. a. Malo (eds.) Temas Selectos en Ecología Química de Insectos. El Colegio de la Frontera sur. México. 446 p
- Rodríguez, A. 1999. El arte de cultivar plantas ornamentales tropicales. La Habana. Editorial José Martí. 144p. 1. Rodríguez, A. El arte de cultivar plantas ornamentales tropicales.. Editorial José Martí. 1999, 144p. La Habana, Cuba
- Ross. D. 1976. Cultivo de Rosas. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Saitó, Y. 1985. Life Types of Spider Mites. En Helle W. y M. W. Sabelis (Editores). Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control.
- Sabelis, M.W. 1985. Development. Spìder Mites. Their Biology, Natural Enemies and Control. vol. 1B. W. Helle and M.W. Sabelis. Eds. Elsevier Science Publishers. B.W., Amsterdam. 43-53. pp.
- SAS Inst. 2002. SAS/STAT User's Guide. 9th edn. Vol. 1 and 2. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schmidt, V.G. 1976. Der einfluss der von den beutetieren hinterlassenen spuren auf suchverhalten und sucherfolg von *Phytoseiulus persimilis* A. & H. (Acarina, Phytoseiidae). Z. Ang. Entomol. 82:16-18. pp.
- Simmonds, S.P. 1972. Observations on the control of *Tetranychus urticae* on roses by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 21-.163-65. pp.
- Stenseth, C. 1979. Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of

- Tetranychus urticae* (Acarina:Phytoseiidae, Tetranychidae).  
Entomophaga 24:311-317. pp.
- Stenseth, C. 1980. Methods for using *Phytoseiulus persimilis* for control of *Tetranychus urticae* on cucumber. Bull. SROP/WPRS. III/3-221-224. Pp.
- Takafuji, A. y D. A. Chant. 1976. Comparative studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae), with special reference to their responsive studies of two species of predacious phytoseiid mites (Acarina:Phytoseiidae), with special reference to their responses to the density of their prey. Ibid 17:255-310.pp.
- Takafuji, A. 1977. The effect of the rate of successful dispersal of a phytoseiid mite, *Phytoseiulus persimilis* Athias- Henriot (Acarina:Phytoseiidae) on the persistence in the interactive system between the predator and its prey. Res. Popul. Ecol. 18:210-222. pp.
- Takabayashi, J., & Dicke, M. 1997. Herbivore-induced plant volatiles with multifunctional effects in ecosystems: a complex pattern of biotic interactions, pp. 131-145, en Abe, T., Levin, S. A., & Higashi, M. (eds.), Biodiversity, an Ecological Perspective. Springer. New York.
- Teliz, O.D. y F. J. Castro. 1973. El cultivo de la fresa en México. Folleto de Divulgación no. 48. INIA-CIAB. México.
- Turlings, T. C. J., y Wäckers, F. L. 2004. Recruitment of predators and parasitoids by herbivore-damaged plants, pp. 21-75, en Cardé, R. T., & Millar, J. (eds.), Advances in Insect Chemical Ecology. Cambridge University Press, Cambridge.
- .
- Van de Vrie, J. A. McMurtry y C.B. Huffaker. 1972. Biology, Ecology, and Pest and Host-Plants Relations of Tetranychids en Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Enemies: A Review. Hilgardia. 41 (13): 343-432. pp.
- Van der Putten, W. H., Vet, L. E. M., Harvey, J. A., y Wäckers, F. L. 2001. Linking above- and belowground multitrophic interactions of plants, herbivores, pathogens, and their antagonists. Trends Ecol. Evol. 16: 547-554.

- Vet, L. E. M., Wäckers, F. L., y Dicke, M. 1991. How to hunt for hiding hosts: the reliability-detectability problem in foraging parasitoids. *Neth. J. Zool.* 41: 202-213.
- Verkerk, R. H. J. 2004. Manipulation of tritrophic interactions for IPM, pp. 55-71, en Koul O., Dhaliwal, G. S., & Cuperus, g. W. (eds.), *Integrated Pest Management: Potential Constraints and Challenges*. CAB International, Wallingford.
- Veerman, A. 1977. Aspects of the Induction and Termination of Diapause in a Laboratory Strain of the Mite *Tetranychus urticae*. *Journal Insect Physiology.* 23:703-711.
- Veerman, A. 1985. Diapause in Tetranychid Mites: Characteristics and Ocurrance. pp. 279-310. En Helle W. y M. W. Sabelis. (Editores) *Spider Mites Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- Vidalie, H. La producción de flor cortada. En: *Producción de Flores y Plantas Ornamentales*. Editorial Mundi-Prensa. 1992, p. 167-178. . Madrid, España
- Vinson, S. B. 1981. Habitat location, pp. 51-78, en nordlund, d. a., Jones, r. L., & Lewis, W. J. (eds.), *Semiochemicals, their Role in Pest Control*. John Wiley, new York.
- Wermelinger, B., J.J. Oertli y V. Delucchi, 1985. Effect of host plant nitrogen fertilization on the biology of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*. *Entomol. Exp. Appl.*, 38: 23-28.
- Wermelinger, B., J.J. Oertli and J. Baumgärtner 1991. Environmental factors affecting the life-tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) III. Host-plant nutrition. *Experimental & Applied Acarol.*, 12: 259-274.
- Wenke, K., Kai, M., & Piechulla, B. 2010. Belowground volatiles of plant roots, fungi and rhizobacteria facilitate interactions between soil organisms. *Planta* 231: 499-506.
- Weyler y Kusery, E. W. Propagation of roses from cuttings. *Hort. Science*, 2001, vol. 15, no. 1, p. 85-86.

Yañes, A. G. 1989. Respuesta de 6 variedades de crisantemo (*Crisanthemum morifolium* Ramat) al ataque de araña roja (*Tetranychus urticae* Koch). Depto de Parasitología Agrícola UACH. Chapingo, México

## ANEXO

### ANTES DE LA LIBERACION

**Análisis de varianza y comparación de medias de la variable daño en las variedades Ojo de toro y Virginia**

**Daño transformados raíz arcoseno**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: daño

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	325.805356	325.805356	1.06	0.3193
Error	16	4935.043356	308.440210		
Total correcto	17	5260.848711			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	daño Media
0.061930	60.09969	17.56247	29.22222

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	325.8053556	325.8053556	1.06	0.3193

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	325.8053556	325.8053556	1.06	0.3193

#### Procedimiento GLM

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para daño

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	33.477	9	Virg
A			
A	24.968	9	OjoT

### **Análisis de varianza y comparación de medias de la variable Clorofila por cm<sup>2</sup> de las variedades Ojo de toro y Virginia**

#### **Clorofila por cm<sup>2</sup> transformados a Raíz cuadrada**

#### Procedimiento GLM

Variable dependiente: daño

Suma de Cuadrado de

Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.07735556	0.07735556	1.43	0.2486
Error	16	0.86326444	0.05395403		
Total correcto	17	0.94062000			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dano Media
0.082239	12.00414	0.232280	1.935000

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.07735556	0.07735556	1.43	0.2486

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.07735556	0.07735556	1.43	0.2486

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	2.0006	9	OjoT
A			
A	1.8694	9	Virg

**Análisis de varianza y comparación de medias de la variable Ácaros por cm<sup>2</sup> de las variedades Ojo de toro y Virginia Ácaros por cm<sup>2</sup>**

**Datos originales**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: daño

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	21.53429689	21.53429689	17.54	0.0007
Error	16	19.64755111	1.22797194		
Total correcto	17	41.18184800			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dano Media
0.522907	58.22096	1.108139	1.903333

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	21.53429689	21.53429689	17.54	0.0007

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	21.53429689	21.53429689	17.54	0.0007

Prueba del rango estudentizado de Tukey (HSD) para daño

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	2.9971	9	Virg
B	0.8096	9	OjoT

### DESPUES DE LA LIBERACIÓN

**Análisis de varianza y comparación de medias de la variable clorofila/cm<sup>2</sup> de las variedades Ojo de toro y Virginia**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: cloro

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	6.6282120	6.6282120	4.05	0.0461
Error	142	232.4162928	1.6367345		
Total correcto	143	239.0445048			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	cloro Media
0.027728	35.89056	1.279349	3.564584

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
--------	----	-----------	----------------------	---------	--------

var	1	6.62821199	6.62821199	4.05	0.0461
-----	---	------------	------------	------	--------

Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	6.62821199	6.62821199	4.05	0.0461

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	3.7791	72	virgi
B	3.3500	72	ojo

**Análisis de varianza y comparación de medias de la variable porcentaje de daño/cm<sup>2</sup> para las variedades Ojo de Toro y Virginia**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: daño

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.05971759	0.05971759	0.63	0.4270

Error	142	13.35986680	0.09408357
-------	-----	-------------	------------

Total correcto	143	13.41958440
----------------	-----	-------------

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	daño Media
0.004450	26.98256	0.306730	1.136773

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.05971759	0.05971759	0.63	0.4270

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.05971759	0.05971759	0.63	0.4270

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	1.15714	72	ojo
A			
A	1.11641	72	virgi

PROC UNIVARIATE Example 20:49 Monday, April 5,

2015 171

Procedimiento GLM

Variable dependiente: daño

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.2164186	0.2164186	0.23	0.6339
Error	142	134.9459901	0.9503239		
Total correcto	143	135.1624087			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	dano Media
0.001601	252.9150	0.974846	0.385444

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.21641862	0.21641862	0.23	0.6339

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
var	1	0.21641862	0.21641862	0.23	0.6339

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

Tukey Agrupamiento	Media	N	var
A	0.4242	72	ojo
A			
A	0.3467	72	virgi

### **Regresión Lineal y Múltiple y Polinomial Clorofila/cm<sup>2</sup> en función del tiempo en ambas variedades**

Variable dependiente: y

Suma de Cuadrado de					
Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	15.21380621	15.21380621	19.53	<.0001

Error	79	61.55327685	0.77915540
-------	----	-------------	------------

Total correcto	80	76.76708306
----------------	----	-------------

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.198181	25.73357	0.882698	3.430141

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	15.21380621	15.21380621	19.53	<.0001

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	15.21380621	15.21380621	19.53	<.0001

Error				
Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	4.101542026	0.18084604	22.68	<.0001
x	-0.167850276	0.03798527	-4.42	<.0001

**Regresión lineal daño por cm<sup>2</sup> en función del tiempo en ambas variedades**

Procedimiento GLM

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: y

Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	6.13442	3.06721	3.10	0.0505
Error	78	77.09493	0.98840		
Total corregido	80	83.22936			

Root MSE	0.99418	R-cuadrado	0.0737
Media dependiente	0.57074	Adj R-Sq	0.0500
Coeff Var	174.19141		

Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Valor t	Pr >  t
Término i	1	1.11745	0.26935	4.15	<.0001
xdependie	1	-0.39098	0.15700	-2.49	0.0149
zte	1	0.04488	0.01888	2.38	0.0199

**Regresión lineal numero de ácaros por cm<sup>2</sup> en función del tiempo en ambas variedades**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	14.3907814	14.3907814	10.91	0.0014
Error	79	104.1889079	1.3188469		
Total correcto	80	118.5796893			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.121360	147.3690	1.148411	0.779275

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	14.39078140	14.39078140	10.91	0.0014

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	14.39078140	14.39078140	10.91	0.0014

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	1.432263526	0.23528495	6.09	<.0001
x	-0.163247037	0.04941972	-3.30	0.0014

**Regresión múltiple clorofila por cm<sup>2</sup> en función del tiempo y número de fitófagos en ambas variedades**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	21.08680329	10.54340164	14.77	<.0001
Error	78	55.68027978	0.71384974		
Total correcto	80	76.76708306			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.274685	24.63153	0.844896	3.430141

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	15.21380621	15.21380621	21.31	<.0001
z	1	5.87299707	5.87299707	8.23	0.0053

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	7.90685170	7.90685170	11.08	0.0013

z	1	5.87299707	5.87299707	8.23	0.0053
---	---	------------	------------	------	--------

Error

Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	3.761492572	0.20980723	17.93	<.0001
x	-0.129092000	0.03878832	-3.33	0.0013
z	0.237421011	0.08277376	2.87	0.0053

Procedimiento CORR

3 Variables: y x z

Estadísticos simples

Variable	N	Desviación		Suma	Mínimo	Máximo
		Media	típica			
y	81	3.43014	0.97959	277.84141	1.76296	6.45679
x	81	4.00000	2.59808	324.00000	0	8.00000
z	81	0.77928	1.21748	63.12131	0	6.11111

Coeficientes de correlación Pearson, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	y	x	z
y	1.00000	-0.44518	0.41435
		<.0001	0.0001

x	-0.44518	1.00000	-0.34837
	<.0001		0.0014

z	<b>0.41435</b>	-0.34837	1.00000
	<b>0.0001</b>	0.0014	

**Regresión lineal daño en función de numero de ácaros fitófagos en ambas variedades**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.40855257	0.40855257	0.39	0.5343
Error	79	82.82080299	1.04836459		
Total correcto	80	83.22935556			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.004909	179.3979	1.023897	0.570741

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
x	1	0.40855257	0.40855257	0.39	0.5343

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	0.40855257	0.40855257	0.39	0.5343

Error				
Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	0.6164613080	0.13530247	4.56	<.0001
x	-.0586811274	0.09400060	-0.62	0.5343

### Procedimiento CORR

2 Variables: y x

### Estadísticos simples

Variable	N	Desviación		Suma	Mínimo	Máximo
		Media	típica			
y	81	0.57074	1.01998	46.23000	0	4.30000
x	81	0.77928	1.21748	63.12131	0	6.11111

Coefficientes de correlación Pearson, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	y	x
y	1.00000	-0.06985
x	-0.06985	0.5355

x -0.06985 1.00000  
0.5355

**Regresión lineal clorofila contra número de ácaros en ambas variedades**

Sistema SAS 20:52 Wednesday, April 14, 2015

21

Procedimiento GLM

Número de observaciones 81

Sistema SAS 20:52 Wednesday, April 14, 2015 22

Procedimiento GLM

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	13.17995158	13.17995158	16.37	0.0001
Error	79	63.58713148	0.80490040		
Total correcto	80	76.76708306			

R-cuadrado 0.171688  
Coef Var 26.15526  
Raiz MSE 0.897162  
y Media 3.430141

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
z	1	13.17995158	13.17995158	16.37	0.0001

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
z	1	13.17995158	13.17995158	16.37	0.0001

Error				
Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	3.170338791	0.11857106	26.74	<.0001
z	0.333389374	0.08238837	4.05	0.0001

Procedimiento CORR

2 Variables: y z

Estadísticos simples

Desviación

Variable	N	Media	típica	Suma	Mínimo	Máximo
y	81	3.43014	0.97959	277.84141	1.76296	6.45679
z	81	0.77928	1.21748	63.12131	0	6.11111

Coeficientes de correlación Pearson, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

y z

y 1.00000 0.41435  
0.0001

z 0.41435 1.00000  
0.0001

2 Variables: y z

### Estadísticos simples

Variable	N	Desviación		Mediana	Mínimo	Máximo
		Media	típica			
y	81	3.43014	0.97959	3.23418	1.76296	6.45679
z	81	0.77928	1.21748	0.20202	0	6.11111

### Coefficientes de correlación Spearman, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	y	z
y	1.00000	0.46208 <.0001
z	0.46208 <.0001	1.00000

## Regresión no lineal cuadrática clorofila por cm<sup>2</sup> en función del tiempo y el tiempo<sup>2</sup>

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: y

### Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	2	21.22588	10.61294	5.45	0.0061
Error	78	151.87187	1.94708		
Total corregido	80	173.09775			

Root MSE	1.39538	R-cuadrado	0.1226
Media dependiente	3.75136	Adj R-Sq	0.1001
Coeff Var	37.19657		

### Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Valor t	Pr >  t
Término i	1	3.51939	0.37804	9.31	<.0001
xdependie	1	0.46867	0.22036	2.13	0.0366
zte	1	-0.07247	0.02650	-2.73	0.0077

## Regresión lineal número de *T. urticae* por cm<sup>2</sup> en función de tiempo e ambas variedades

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: yte

### Analysis of Variance

Fuente	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	67.04903	67.04903	59.85	<.0001
Error	79	88.50537	1.12032		
Total corregido	80	155.55440			

Root MSE	1.05845	R-cuadrado	0.4310
Media dependiente	0.81778	Adj R-Sq	0.4238
Coeff Var	129.43030		

### Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	Valor t	Pr >  t
Término i	1	2.22726	0.21685	10.27	<.0001
xdependie	1	-0.35237	0.04555	-7.74	<.0001

## Regresión lineal daño por $\text{cm}^2$ en función del tiempo en ambas variedades

Procedimiento REG

Modelo: MODEL1

Variable dependiente: yte

### Analysis of Variance

Sum of	Mean
--------	------

Fuente	DF	Squares	Square	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	18.87204	18.87204	11.65	0.0010
Error	79	127.99173	1.62015		
Total corregido	80	146.86377			

Root MSE	1.27285	R-cuadrado	0.1285
Media dependiente	0.55420	Adj R-Sq	0.1175
Coeff Var	229.67452		

#### Parámetros estimados

Variable	DF	Parameter	Standard	Valor t	Pr >  t
		Estimate	Error		
Término i	1	1.30198	0.26078	4.99	<.0001
xdependie	1	-0.18694	0.05477	-3.41	0.0010

#### **Regresión no lineal cuadrática clorofila por cm<sup>2</sup> en función del número de ácaros por cm<sup>2</sup> y el tiempo y tiempo<sup>2</sup>**

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	3	28.9098510	9.6366170	5.15	0.0027
Error	77	144.1878996	1.8725701		
Total correcto	80	173.0977506			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.167015	36.47796	1.368419	3.751358

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	5.40544135	5.40544135	2.89	0.0934
z	1	1.95837372	1.95837372	1.05	0.3097
w	1	21.54603591	21.54603591	11.51	0.0011

Cuadrado de					
Fuente	DF	Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	7.68397386	7.68397386	4.10	0.0463
z	1	16.24818763	16.24818763	8.68	0.0043
w	1	21.54603591	21.54603591	11.51	0.0011

Error				
Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	2.552910809	0.60422166	4.23	<.0001
x	0.327275504	0.16156214	2.03	0.0463
z	0.787609020	0.26737898	2.95	0.0043
w	-0.097924743	0.02886874	-3.39	0.0011

### Procedimiento CORR

4 Variables: y x z w

### Estadísticos simples

Variable	N	Desviación			Mínimo	Máximo
		Media	típica	Mediana		
y	81	3.75136	1.47096	3.45000	0.96000	8.32000
x	81	0.81778	1.39443	0.15000	0	7.02000
z	81	4.00000	2.59808	4.00000	0	8.00000
w	81	22.66667	21.60208	16.00000	0	64.00000

Coefficientes de correlación Spearman, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	y	x	z	w
y	1.00000	0.20999	-0.23550	-0.23550
		0.0599	0.0343	0.0343
x	<b>0.20999</b>	1.00000	-0.83973	-0.83973
	<b>0.0599</b>		<.0001	<.0001
z	-0.23550	-0.83973	1.00000	1.00000
	0.0343	<.0001		<.0001
w	-0.23550	-0.83973	1.00000	1.00000
	0.0343	<.0001	<.0001	

**Regresión lineal daño en función del número de ácaros fitófagos en ambas variedades**

Procedimiento GLM

Variable dependiente: y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	19.6054411	19.6054411	12.16	0.0008
Error	79	127.3218006	1.6116684		
Total correcto	80	146.9272418			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	y Media
0.133436	228.9474	1.269515	0.554501

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	19.60544114	19.60544114	12.16	0.0008

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	19.60544114	19.60544114	12.16	0.0008

Parámetro	Estimación	Error estándar	Valor t	Pr >  t

Término in	0.2641771279	0.16378655	1.61	0.1107
x	0.3550153730	0.10178803	3.49	0.0008

Procedimiento CORR

2 Variables: y x

Estadísticos simples

Variable	N	Desviación		Suma	Mínimo	Máximo
		Media	típica			
y	81	0.55450	1.35521	44.91457	0	6.39098
x	81	0.81778	1.39443	66.24000	0	7.02000

Coefficientes de correlación Pearson, N = 81

Prob > |r| suponiendo H0: Rho=0

	y	x
y	1.00000	0.36529
x	0.36529	1.00000

0.0008

0.0008

**Regresión lineal *P. persimilis* en función de fitófagos en ambas variedades**

93

## Procedimiento GLM

Variable dependiente: Y

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	1	0.00049177	0.00049177	0.29	0.5900
Error	52	0.08696408	0.00167239		
Total correcto	53	0.08745585			

R-cuadrado	Coef Var	Raiz MSE	Y Media
0.005623	376.8274	0.040895	0.010852

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo I SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	0.00049177	0.00049177	0.29	0.5900

Fuente	DF	Cuadrado de Tipo III SS	la media	F-Valor	Pr > F
x	1	0.00049177	0.00049177	0.29	0.5900

	Error			
Parámetro	Estimación	estándar	Valor t	Pr >  t
Término in	0.0126125721	0.00644254	1.96	0.0556
x	-.0024210195	0.00446462	-0.54	0.5900