

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Comportamiento Poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en Cinco Variedades de Rosal (*Rosa* sp.)

Por:

**LUIS ANGEL PALACIOS BAZALDÚA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo, 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Comportamiento Poblacional de *Tetranychus urticae* (Koch) y *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) en Cinco Variedades de Rosal (*Rosa* sp.)

Por:

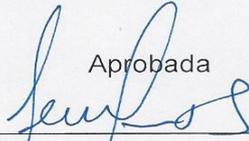
**LUIS ANGEL PALACIOS BAZALDÚA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada



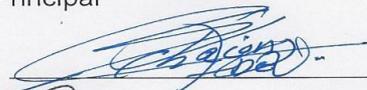
Dr. Jerónimo Landeros Flores

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.

Marzo, 2015

## **AGRADECIMIENTOS**

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

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

Un total y profundo agradecimiento a mi **ALMA TERRA 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 Cesar Chacón Hernández**

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

### **Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera**

Por transmitirme sus conocimientos y experiencias dándome más razones para amar más mi universidad y mi profesión.

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

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

## DEDICATORIA

### **A mi madre: Sra. Maria Dolores Bazaldúa Solis**

Por darme la vida, su tiempo y darme la oportunidad de terminar una carrera profesional, ya que esta es la más grande herencia que se puede ofrecer, por ser la mejor base (el conocimiento) para emprender un camino para la superación y realización. También por enseñarme lo que son los triunfos, pero sobre todo que existen los fracasos y la forma de cómo salir adelante cuando se presentan.

### **A mis hermanos: José Guadalupe y Francisco Javier**

Con quien siempre he contado para cualquier cosa, porque cada uno de ustedes me ha dado su tiempo y consejos. Por esos momentos cuando juntos realizamos tantos sueños estando en las buenas y en las malas siempre apoyándonos.

### **A toda mi familia: \*Ramiro, Teresa, Rosalinda, Efraín, Refugio Miguel, Ramiro, Abigail, Etc...**

Por tantos momentos felices que hemos disfrutado juntos, por enseñarme a ver la vida de otra manera con humildad y sencillez. Además que las metas se obtienen con esfuerzo, trabajo, pero sobre todo dedicación y paciencia.

### **A mi novia: Cindy Pamela**

A ti que ocupas un lugar muy importante en mi corazón y en mis pensamientos, quien me apoyo en cada momento dándome fuerzas para seguir adelante día con día, para ti el amor de mi vida y la compañera de mis sueños.

## 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
Etimología.....	3
Descripción botánica .....	4
Clasificación de Flores.....	4
Plagas y Enfermedades.....	4
No insectos.....	5
Insectos.....	5
Enfermedades.....	6
Ubicación taxonómica.....	8
Producción.....	8
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i> .....	9
Importancia y tipos de daño de <i>Tetranychus urticae</i> .....	9
Distribución .....	10
Ubicación taxonómica.....	11
Aspectos biológicos y comportamiento.....	12
Huevo.....	12
Larva.....	12
Ninfa.....	12
Adulto.....	12
Proporción de sexo.....	14
Diapausa.....	14

Control biológico.....	14
Importancia.....	14
Generalidades de Phytoseiidae.....	16
Importancia.....	16
Alimentación.....	18
Generalidades de <i>Phytoseiulus persimilis</i> .....	19
Ubicación taxonómica.....	19
Importancia.....	20
Desarrollo, reproducción y biología.....	20
Influencia de temperatura y humedad relativa.....	22
Hábitos alimenticios.....	22
Dispersión y búsqueda.....	23
Distribución Espacial.....	24
Tipos de Distribución espacial.....	25
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	28
Localización del trabajo.....	28
Origen de los ácaros.....	28
Cultivo de las cinco variedades de rosal.....	29
Distribución Espacial.....	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	33
<b>CONCLUSIONES</b> .....	47
<b>RESUMEN</b> .....	48
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	50
<b>ANEXO</b> .....	61

## ÍNDICE CUADROS

1	Modelos de índices de agregación.....	32
2	Índices de agregación de <i>Tetranychus urticae</i> en cinco variedades de rosal.....	35
3	Población Obtenida de <i>Tetranychus urticae</i> en cinco variedades de rosal.....	38
4	Índices de agregación de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en cinco variedades de rosal.....	43
5	Población Obtenida de <i>Phytoseiulus persimilis</i> en cinco variedades de rosal.....	45
6	<i>Tetranychus urticae</i> presente en cinco variedades de rosal bajo invernadero.....	61
7	<i>Phytoseiulus persimilis</i> presente en cinco variedades de rosal bajo invernadero.....	62

## Índice de Figuras

1	Patrones Básicos de Disposición Especial.....	27
2	Incremento de la población <i>Tetranychus urticae</i> .....	28
3	Estados Móviles de <i>Tetranychus urticae</i> .....	30
4	Estado Móvil de <i>Phytoseiulus persimilis</i> .....	30

## INTRODUCCIÓN

En México la producción de ornamentales genera 3,600 millones de pesos, en 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 de plantas ornamentales, lo cual podría revertirse si se logra llegar a más gente (SAGARPA, 2008).

Entre las rosas de flor grande y tallos largos, las variedades Royalty, Samantha, Red Success, Visa y Vega, son las preferidas por los consumidores (Cabrera y Orozco, 2003).

La principal plaga del rosal es el ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari:Tetranychidae), causando daños en las hojas, el cual consiste en la remoción del contenido celular de los cloroplastos impidiendo que se lleve a cabo la fotosíntesis (Jeppson *et al.*, 1975), también causa daño en la reducción del tallo. Landeros y colaboradores (2004) mencionan que a densidades entre 10 y 50 ácaros por hoja la reducción oscila entre un 17 y 26%, además de que se reduce la calidad de la flor en un 6 y 17% en la longitud del botón floral en relación al testigo.

El control de *T. urticae* en la mayoría de los cultivos, se realiza casi exclusivamente con agroquímicos (Takematsu *et al.*, 1994). Sin embargo, el mayor problema que se enfrenta con el control químico de este ácaro es su rápida habilidad para desarrollar resistencia después de pocas generaciones. La resistencia desarrollada por el ácaro *T. urticae* está demostrada a nivel mundial, donde ya han sido reportados hasta 200 casos (Stumpf *et al.*, 2001; Stumpf y Nauen, 2002).

Con respecto a esta situación, en la mayoría de los invernaderos comerciales, hay una necesidad crítica de integrar agentes biológicos a los métodos cultural y químico ya existentes. Uno de los depredadores más ampliamente utilizados en el mundo es la especie *Phytoseiulus persimilis*.

La distribución espacial de una población o la descripción del modelo de distribución de los individuos en el espacio que ocupan, es uno de los aspectos de mayor relevancia en ecología descriptiva (Greig-Smith, 1964).

El patrón, modelo o distribución espacial, se considera una propiedad fundamental de los sistemas vivos y su estudio constituye un tema de gran importancia en multitud de trabajos, incidiendo en la eficiencia del programa de muestreo y en el análisis e interpretación de los datos (Rojas, 1964).

El estudio del modelo espacial, tiene como objetivo fundamental el análisis metodológico que conduce a la interpretación ecológica del comportamiento de una población. En una etapa inicial cuyos resultados permiten una mejor comprensión del problema, así como la formulación de nuevas hipótesis para investigaciones posteriores (Santos, 1982).

### **OBJETIVO GENERAL**

- Estudiar el comportamiento poblacional de *T. urticae* y *P. persimilis* en plantas de rosal en las variedades Red Baiser, Samuray, Royal, Keiro y Anastasia.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Evaluar el efecto de *P. persimilis* sobre el comportamiento poblacional de *T. urticae*.
- Evaluar la relación de de *T. urticae* y *P. persimilis* mediante su distribución espacial.

### **HIPOTESIS**

*Phytoseiulus persimilis* modifica el comportamiento poblacional de *Tetranychus urticae*.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del Rosal

Desde tiempos remotos, la rosa ha representado una parte en los mitos populares, leyendas y literatura. La historia de esta planta es larga, se han descubierto rosas fosilizadas que tienen 30 millones de años de antigüedad. Los persas en el siglo XII a.c. las cultivaban y las introducían en los países conquistados. En la Grecia antigua estuvo muy extendido el culto a la rosa; fue allí donde se originó la costumbre de extender las rosas sobre las tumbas. (Seymour, 1978).

En Grecia y Roma a esta flor la tenían como símbolo de Afrodita y de Venus respectivamente; los cristianos dedicaron esta flor a la virgen María y a principios del siglo XIX, el desarrollo de las flores cultivadas adquirió un nuevo impulso para la colección de la emperatriz Josefina, la cual reunía todas las especies y variedades conocidas. En ese entonces las cruces se daban espontáneamente en la mayoría de las colecciones de manera accidental, ya que se practicaba la polinización artificial (Svododa, 1966).

### Etimología

El término «rosa» proviene del latín *rosa*, con el significado que conocemos: «la rosa» o «la flor del rosal». En cuanto a la base, el núcleo deriva de una raíz indoeuropea *vardh-* «crecer», «erguir (se)»; donde en sánscrito *Ward-as*, significa «germinante», y *wardhati*, «elevar (se)», «prosperar». Por otra parte, puede ser un derivado de una raíz grecolatina *VRAD-*, «plegarse», «hacerse flexible». Y por ahí también el griego *rodamos*, *redinos*, y el eólico *bradinós*, «blando» o «flexible», Color claro. Rosa también es un término coincidente con varios nombres germánicos que tienen la raíz con el significado de «gloria» ([www.infoagro.com](http://www.infoagro.com)).

## **Descripción botánica**

Sus tallos son leñosos, persistentes, de corteza verde, gris o rojiza según la especie y la edad de la planta, los aguijones se encuentran en éstos y son producto del desarrollo de la epidermis en forma suberosa (acorchada); en la mayor parte de las especies estos aguijones están recubiertos por una capa apergaminada y dura que casi siempre toman forma curva. Las hojas son alternas, terminadas en impar, los foliolos están profundamente aserrados y los limbos están estipulados en la base. Casi siempre son caducas y en muy pocos casos son persistentes. Las flores de los rosales son completas, actinomorfas, pentámeras, con el receptáculo más o menos elevado en sus bordes alrededor del gineceo, que lleva insertos los sépalos en la parte exterior y al mismo tiempo sostienen los pétalos en la parte superior interna, donde también se encuentran los estambres. El fruto del rosal es un cinorrodón de superficie exterior lisa o revestida de pelos no urticantes y flexibles; en su interior se encuentran los óvulos ligados cada uno a un pistilo o carpelo. Las semillas son de tegumento membranoso y su albumen es un embrión carnoso, con una radícula súpera y dos cotiledones alargados, pero unidos unos a otros por su fase interna plana (Gajón, 1984).

## **Clasificación de flores**

Se clasifican de acuerdo al número de pétalos y pueden ser: sencilla, inferior a 8 pétalos; semidoble, de 8 a 20 pétalos; y doble, la cual a su vez se divide en tres: moderadamente llena, de 21 a 29 pétalos; llena de 30 a 39 pétalos; y muy llena, de 40 pétalos o más. Los colores de la flor se clasifican en monocolor, bicolor, multicolor, combinado, jaspeado y pintado a mano (Hessayon, 1986).

## **Plagas y enfermedades**

Alpi (1984) menciona que el parásito más importante de la rosa es el hongo *Sphaerotheca panosa* o mal blanco de la rosa, que ataca brotes y cáliz, cuyo ataque es más severo en ambientes secos, y su daño puede ser contrarrestado

con azufre o caratene. Además señala como plaga importante a la araña roja *Tetranychus* sp., la cual se desarrolla en clima seco, con un ciclo de 21 días de 30 a 32°C; cada hembra ovípara de 90 a 120 huevos. Su combate puede ser con dicofol y tetradifón entre otros. Así mismo, en relación al tratamiento de suelos para prevenir enfermedades, señala al bromuro de metilo como uno de los plaguicidas más efectivos para fumigar el mismo antes de la plantación.

Larson (1988) enuncia las principales plagas y enfermedades que se presentan en el cultivo de la rosa:

### **a). No Insectos**

#### **1. Ácaros**

El ácaro rojo de dos manchas (*Tetranychus urticae*) es la plaga más común de las rosas de invernadero. Aunque frecuentemente se les llama arañas rojas, las encontradas en este hábitat son verdes con dos puntos negros en el dorso de los adultos. El ciclo de vida bajo condiciones de invernadero es de aproximadamente 12 a 14 días. Las hojas infestadas con esta plaga muestran áreas manchadas y finalmente se vuelven café-amarillentas. Una infestación severa resulta en una caída prematura de la misma.

### **b). Insectos**

#### **1. Áfidos o Pulgones**

Al menos tres especies de pulgones atacan a las rosas bajo techo, son de color verde y miden de 4 a 5 mm. Se alimentan de brotes, hojas jóvenes y botones florales. El daño consiste en la deformación de las hojas y pétalos exteriores.

#### **2. Trips**

Los trips migratorios (*Frankliniella tritici*) son extremadamente abundantes en el Este de los Estados Unidos y una de las plagas más difícil de controlar en México; entran al invernadero a través de los ventiladores del mismo. Los adultos se introducen a los botones florales en etapa cerrada y se alimentan de las orillas de los pétalos, causando un color café y deformación de los pétalos conforme las flores se desarrollan. Se pueden colocar pantallas sobre los ventiladores laterales para reducir el número de trips que entran al invernadero.

### **c). Enfermedades**

Muchas enfermedades de origen fungoso atacan al follaje y tallos del rosal, las cuales se pueden inhibir o prevenir manteniendo condiciones apropiadas de medio ambiente en el invernadero. Los programas de aspersiones de fungicidas pueden ayudar a reducir las pérdidas por algunas enfermedades, pero su erradicación sería muy difícil si no se corrigen las condiciones que favorecen el crecimiento del organismo causante de la enfermedad.

#### **1. Cenicilla o mildiu polvoriento (*Sphaerotheca pannosa*)**

La cenicilla es la enfermedad más importante de las flores, follaje y tallo que los productores deben enfrentar. La enfermedad cubre de micelio blanco al tejido joven de yemas, hojas y tallos y aún espinas. Las condiciones que se han encontrado que conducen al crecimiento y dispersión de este organismo son bajas temperaturas en el invernadero y alta humedad relativa en la noche, aparejadas con alta temperatura y baja humedad durante el día. La eliminación de estos ciclos de temperatura y humedad contribuyen en gran medida al control, aunados a aplicaciones de productos químicos como Benomyl o Pipron, también son efectivas las vaporizaciones con azufre.

#### **2. Moho gris o Botrytis (*Botrytis cinerea*)**

Esta enfermedad ataca a flores y tallos. Su apariencia es de una masa gris que es cuando las esporas aparecen en manchas en las flores o tallos. Con frecuencia la infección forma un anillo alrededor de la corteza del tallo y éste muere. Se puede aplicar Benomyl contra cepas susceptibles del hongo y Zineb contra otras.

#### **3. Roya (*Phragmidium disciflorum*)**

La roya es otra enfermedad de importancia entre los productores de rosal. Bajo condiciones de invernadero, la alta humedad favorece su crecimiento y disseminación. El hongo aparece como manchas anaranjadas o pústulas en hojas y en otras partes de la planta. Una ventilación apropiada a final del día ayuda a prevenir el incremento y dispersión del organismo.

#### 4. Mancha negra (*Diplocarpon rosae*)

Las esporas de la mancha negra que surgen con el agua se pueden diseminar por salpicaduras o inyecciones. Las manchas aparecen en la superficie superior de las hojas y en tallos jóvenes. Las infecciones severas de las hojas causan defoliación. Las hojas infectadas se deben quitar y quemar y se debe mantener baja la humedad relativa.

#### 5. Mildiu veloso o tizón (*Peronospora sparsa*)

Manchas moradas oscuras aparecen en las hojas de crecimiento activo. Los cuerpos fructíferos se pueden ver en el envés de la hoja, las cuales caen ya sea como foliolos o como hojas completas. La alta humedad relativa u hojas mojadas favorecen el crecimiento del patógeno. La presencia de la enfermedad también se favorece si se cierran los ventiladores y no se calienta el ambiente durante condiciones de nubosidad y alta humedad. La humedad relativa debe estar por abajo del 85% en el invernadero.

#### 6. Agalla de la corona (*Agrobacterium tumefaciens*)

Son agallas o tumores que se forman en el tallo aproximadamente a una altura de 50 cm o en las raíces. La enfermedad penetra por las heridas cuando la planta crece en el suelo infestado, el cual debe esterilizarse con vapor antes de la plantación, y los tumores se deben pintar con Gallex si se presenta la enfermedad.

#### 8. Virus

Hay varios virus como el Apple Mosaic Virus y el Prunus Necrotic Ringspot Virus que inducen diseños de una figura definida en las hojas y distorsionan el crecimiento y desarrollo del tallo. No hay curación una vez que la enfermedad se presenta y el único modo de combatir las enfermedades de este tipo es eliminando plantas enfermas y utilizando material vegetal libre de virus. A menudo los virus se transmiten por patrones o yemas infectadas; no obstante, existe evidencia de que pueden ser transmitidos por pulgones, psílidos y otros hemípteros (Mitidieri, 2012).

## Ubicación taxonómica de la rosa

De acuerdo a Cronquist 1982, esta planta se clasifica de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Rosoideae
Género	<i>Rosa</i>
Especie	<i>Rosa</i> 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, Stalice, Margarita y Clavel, entre otras (SAGARPA, 2012).

## **Generalidades de *Tetranychus urticae* Koch**

El ácaro de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) está catalogado como una de las especies que más problemas ocasiona a la agricultura en el mundo. Su alto potencial reproductivo le permite incrementar la población rápidamente, de tal manera que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman medidas de control pertinentes (Gould, 1987).

Flores *et al.* (1998) menciona que los tetraníquidos son el grupo más importante de ácaros plaga. Todos sus miembros son fitófagos, poseen quelíceros muy modificados, las bases de estos están fusionadas para formar un estilóforo. El dedo móvil está modificado en un estilete (el dedo fijo se pierde) y penetra en el tejido de la planta (Jeppson *et al.*, 1975).

### **Importancia y tipo de daño de *Tetranychus urticae***

El ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae*) antiguamente formaba parte de un complejo de cerca de 59 sinónimos descritos para diferentes hospederos (Jeppson *et al.*, 1975). Estos también mencionan que los ácaros de este complejo atacan a más de 150 especies de plantas cultivadas, por tal motivo es difícil conocer con exactitud las especies de plantas dañadas por éste; sin embargo, se sabe que esta especie es un serio problema en frutos deciduos, árboles de sombra y arbustos especialmente en climas templados.

*T. urticae*, se alimenta del contenido celular de las plantas, por lo cual ocasiona la reducción del contenido de clorofila y daño físico al mesófilo esponjoso y de empalizada; además, se ha determinado que los tejidos afectados o estomas tienden a permanecer cerrados, lo que disminuye la tasa de transpiración (Sánchez, 1998).

Se ha encontrado que los daños causados por los ácaros a las plantas debido a sus hábitos alimenticios, dependen generalmente de las condiciones del medio ambiente, del estado fisiológico de la planta y de la naturaleza de las sustancias inyectadas como toxinas o reguladores de crecimiento, los tetránquidos al alimentarse introducen su estilete en el tejido vegetal provocando un daño mecánico que consiste en la remoción del contenido celular, los cloroplastos desaparecen y se aglutinan pequeñas cantidades de material celular coagulado, originando manchas de color ámbar (Jeppson *et al.*, 1975).

La araña roja desarrolla sus colonias en el envés de las hojas, los daños ocasionados por éstas se debe a que se alimentan de las células de la hoja. Se estima que cada individuo destruye alrededor de 20 células por minuto. Clavan sus quelíceros transformados en estiletes en la pared de una célula epidérmica hasta vaciarla total o parcialmente (Sadrás *et al.*, 1998).

El daño en general consiste en la remoción del contenido celular, quedando la célula prácticamente vacía con ligero contenido del material, el cual se seca para formar una masa color ámbar. Cuando hay pocos individuos sobre la superficie foliar, éstos causan daños aislados en las células, pero a medida que la población aumenta y la alimentación continúa, se incrementa el tamaño de las manchas cloróticas, hasta afectar completamente la superficie foliar, causando necrosis y caída de hojas (Aponte y McMurtry, 1997).

### **Distribución de *Tetranychus urticae***

Esta especie se encuentra ampliamente distribuida en todo el mundo, principalmente en zonas templadas.

Jeppson (1975) menciona que estos organismos son encontrados en cualquier parte del mundo donde florecen plantas cultivadas de tipo alimenticio, industrial y ornamental, con frecuencia dañando o matando a los hospederos que parasitan. Smith (1981) reporta a esta especie en Sudáfrica atacando a cultivos

de algodón, crisantemo y rosales, así como a *T. cinnabarinus* en algodón, fresa y tomate.

Esta especie es muy conocida en árboles frutales deciduos en la región boreal de Estados Unidos de América (Tuttle y Baker, 1968). En México se reporta en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán y en menor grado en Jalisco, Estado de México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En los estados de Puebla, Morelos, México y Guanajuato ocasiona pérdidas en cacahuate, fresa y papayo (Estébanez, 1989).

### **Ubicación Taxonómica**

*T. urticae* según Krantz (1970) tiene la siguiente ubicación taxonómica:

Phylum: Arthropoda

Subphylum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acarida

Orden: Acariformes

Suborden: Prostigmata

Superfamilia: Tetranychoidae

Familia: Tetranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tetranychini

Género: *Tetranychus*

Especie: *T. urticae*

## **Aspectos Biológicos y de Comportamiento**

### **Huevo**

Los huevos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150  $\mu\text{m}$ . Son de color translucido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va desarrollando el embrión, la superficie del corion es lisa con leves irregularidades. En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevo (Crooker, 1985).

### **Larva**

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 en 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 en esta fase de desarrollo ya se puede identificar el sexo (Jeppson *et al.*, 1975).

### **Adulto**

El macho adulto es de coloración más pálida y es más pequeño que la hembra. Posee un abdomen puntiagudo y tiene el mismo número de setas que la hembra. Las manchas dorsales son casi imperceptibles y de color gris. El primer tarso presenta cuatro pares de setas táctiles y dos sensoriales próximas a la dúplex proximales. La primer tibia presenta nueve setas táctiles y cuatro sensoriales (Jeppson *et al.*, 1975).

Las hembras pueden ovipositar hasta 300 huevos en todo su ciclo, lo que les permite tener alto potencial reproductivo. Si no se toman las medidas adecuadas para su manejo, esta plaga puede ocasionar deshidratación masiva del follaje y muerte de las plantas en pocos días, rebasando así los umbrales económicos de los cultivos afectados como frutales y hortalizas (Goodwin *et al.*, 1995).

La duración de desarrollo total varía mucho con la temperatura, la humedad y la planta hospedera. En general, la relación hembra: macho es de 3:1. A menudo un macho hace la guardia encima de una deutoninfa en su etapa de reposo para aparearse en cuanto haya terminado su desarrollo. Las hembras no fecundadas solo producen descendientes machos (partenogénesis). La hembra pone la totalidad de sus huevos en 10 días a 35°C y en 40 días a 15°C, mientras que a 20°C pone aproximadamente 40 huevos en total. Bajo circunstancias favorables puede poner hasta 100 huevos. Con clima caliente y seco la araña roja puede desarrollarse muy rápido.

El ciclo biológico de *T. urticae* es típico de ácaros de clima cálido. Completa su desarrollo de huevo a adulto en 7 – 8 días a las 27.5 – 32.5 ° C y además todos los estadios de vida se presentan a todo lo largo del año, a merced de las condiciones ambientales (Helle y Sabelis 1985). El desarrollo se realiza lentamente cuando la temperatura es mínima, requiriendo de hasta cuatro semanas para la duración del ciclo total. Las plantas huésped, la nutrición de la misma, la edad de la hoja, y el estrés de la humedad también influyen en el desarrollo del ácaro de dos manchas. (Helle y Sabelis 1985).

Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por las fases inmaduras de larva, protoninfa, deutoninfa y finalmente adulto. Entre los estados inmaduros hay periodos intermedios de quiescencia llamados protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida respectivamente. Durante los periodos de inactividad el ácaro se adhiere al substrato y forma una cutícula (Crooker, 1985).

## **Proporción de Sexos**

La proporción de sexo según Overmeer (citado por 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 hembras. En tanto que si se completa habrá una descendencia mayor de las mismas, pudiéndose considerarse como normal una producción de tres hembras por cada macho. Helle y Pijnacker (1985) mencionan 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 ampliamente (Van de Vrie *et al.*, 1972; Veerman, 1985). Veerman (1977) comenta que se ha demostrado ampliamente la importancia del fotoperíodo en la inducción de la diapausa en arañitas rojas. Bondarenko (1950) fue 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 de esta especie. Bajo un régimen de 15 horas luz no existe diapausa.

## **Control Biológico**

### **Importancia**

Antiguamente la eficacia de los agentes de control biológico se basaba principalmente en creencias e hipótesis, y no en hechos científicos; su importancia era, por tanto, 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 la misma.

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, similar a las de la serie de setas laterales. La posesión de estas setas indica probablemente convergencia, y sugiere que la depredación especializada de ácaros tetránquidos 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 tetránquidos 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, 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 incrementarse la densidad de las mismas, siempre y cuando no hayan llegado al nivel de saciedad; por lo tanto, puede esperarse un aumento en la reproducción del depredador con tendencia a su máxima capacidad; 5) sincronización espacio-tiempo 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 vid en el occidente de Norteamérica; y *Neoseiulus fallacis* sobre frutales de hoja caduca en el este oriental de Norteamérica (McMurtry, 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 Phytoseiidae 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 autor 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*

### Ubicación taxonómica

según Krantz (1978).

**Phyllum:** Arthropoda.

**Subphylum:** Chelicerata.

**Clase:** Acarida.

**Orden:** Parasitiformes.

**Suborden:** Gamasida.

**Supercohort:** Monogynaspides.

**Cohort:** Gamasina.

**Superfamilia:** Phytoseioidea.

**Familia:** Phytoseiidae.

**Género:** *Phytoseiulus*.

**Especie:** *P. persimilis*.

## **Importancia**

Este depredador se introdujo aparentemente en forma accidental a plantas de pimiento en Alemania en 1958 (Dosse, 1958). De Alemania se dispersó 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 manchas. 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 *T. urticae*, es decir, pasa por los estados de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Laing, 1968; Sabelis, 1981).

Los huevos son ovales y son puestos cerca del alimento. 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 hexápoda, 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 (Laing, 1968; Sabelis, 1981).

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 cuatro hembras por cada macho (Laing, 1968). Una vez que la hembra ha sido apareada puede ovopositar durante todo el periodo de su vida (Sabelis, 1981).

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, el mismo autor determinó que *P. persimilis* podría desarrollarse de huevo a adulto en un promedio de 7.45 días y reporta que representa la mitad del tiempo que requiere para el desarrollo de la arañita de dos manchas 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* sea uno de los enemigos naturales más efectivos de las arañitas de dos puntos. De hecho en un tiempo este puede ser demasiado efectivo, pudiendo con frecuencia erradicar la presa en invernaderos.

La tasa de oviposición en general no depende de la edad de la hembra, pero el número de huevos en condiciones de oviposición 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 oviposición 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, oviposición y longevidad de *P. persimilis* (Sabelis, 1981; Takafuji y Chant, 1976). El número de deutoninfas consumidas 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 %, 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 a 26°C fue de 13.5. 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.

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

## **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 huevos, larvas y protoninfas de arañita de *T. urticae* (Takafuji y Chant, 1976). El número de cada estado ingerido, depende de la densidad de la presa y el depredador así como

la temperatura, humedad, etapa de alimentación del depredador y que etapa de la presa están disponibles (Ashihara *et al.*, 1978; Chant, 1961). Ashihara *et al.*, (1978) reportaron 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* ingiriendo 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 a *P. persimilis* con otras cinco arañitas depredadoras, con un mejor porcentaje de fuerza de dispersión, y esta distribución y la de sus 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 que el ácaro presente (Takafuji 1977). El mismo investigador reporta que una característica importante medioambiental es la densidad de las plantas dentro del invernadero.

La hembra joven del depredador incrementa su tasa cuando la 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 empiecen a dispersarse (Takafuji, 1977).

La telaraña producida por la arañita de dos manchas 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 a sus presas dos veces más rápido cuando la

telaraña estaba presente comparado con la ausencia de la misma (Schmidt, 1976). El mismo autor también reportó que los huevos de arañita roja tienen un efecto similar. Las kairomonas son olores químicos que pueden ser responsables para esta búsqueda de comportamiento no aleatoria.

### **Distribución Espacial**

Distribución: se refiere a distribución en tres términos; primero el área geográfica en donde se encuentra a la población (distribución geográfica), segundo la palabra distribución o dispersión espacial se usa para indicar el patrón de colocación de los individuos en el espacio; cabe mencionar que la distribución espacial es resultado de dos factores; de tipo intrínsecos (la biología y el comportamiento) y de tipo extrínsecos (la distribución de los recursos y la heterogeneidad ambiental), por tanto la distribución espacial es el resultado de la interacción evolutiva entre estos dos factores y el producto final es una adaptación evolutiva en parte de la población para optimizar el uso de los recursos y en consecuencia, la distribución espacial refleja el nicho poblacional. El tercer uso de la palabra de distribución se refiere a la distribución de frecuencias; que se trata de clases de edades o de instares que indican la distribución de los individuos de una población en términos de las frecuencias de diferentes clases de edades o instares, respectivamente (Hurlbert, 1981; Leibold, 1995).

La distribución espacial es una de las propiedades más características de las especies, porque produce parámetros que las segregan y éstos son expresiones poblacionales del comportamiento a nivel individual. Se le puede definir como el producto de la heterogeneidad ambiental y el crecimiento de la población y reproducción, actuando sobre procesos aleatorios y dirigidos de movimiento y mortalidad (Badii *et al.*, 2000)

## **Tipos de distribución espacial**

El patrón de distribución espacial en término general se clasifica en uno de tres tipos básicos: aleatorio, uniforme y en agregados.

Una distribución aleatoria implica que la probabilidad de encontrar a un individuo es la misma para todos los puntos del espacio, o que todos los individuos tienen la misma probabilidad de ser hallados en cada punto del espacio. De manera general, una distribución uniforme significa que las distancias entre individuos son aproximadamente las mismas dentro de la población, mientras que una distribución agregada implica que los individuos se agrupan en aglomerados o parches, dejando porciones del espacio relativamente desocupadas (Figura 1).

Parece claro que estos tres conceptos son más fácilmente aplicables cuando los organismos bajo estudio son sésiles, ya que los patrones espaciales son relativamente independientes del tiempo. En este caso, nos referiremos a estas distribuciones como patrones de disposición espacial. La situación para organismos con alta movilidad con respecto al periodo de muestreos será diferida para la siguiente sección. Sin embargo, los conceptos generales aquí expuestos aplican a ambas clases de organismos. Como cabe suponer, la mayor parte de los métodos y conceptos para el estudio de la disposición espacial han sido desarrollados por ecólogos vegetales (Krebs, 1972).

¿Qué factores causan un patrón determinado de disposición espacial? Las características de una población están determinadas por las interacciones múltiples entre factores extrínsecos e intrínsecos de la biología de los organismos. Podemos así plantear las causas para cada uno de los patrones espaciales en estos términos (Krebs, 1972):

- **Un patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos con el medio.** Para que la probabilidad de encontrar un individuo sea la misma en todos los puntos del espacio, es necesario

que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones, lo cual no implica que estas condiciones sean favorables. Asimismo, la presencia de un individuo no debe afectar de ninguna manera la presencia de otro, es decir, los individuos no deben presentar ningún tipo de atracción o segregación, lo cual no implica que puedan ejercer alguna clase de efecto unidireccional de estas índoles sobre otras especies dentro de una comunidad.

- **Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio.** Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos o el medio bajo estudio. Si sólo consideramos factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones sociales, tales como la organización para realización de tareas como la búsqueda del alimento o la crianza. Asimismo, podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población (ejemplo: gemación o baja dispersión de semillas, larvas o juveniles). Si consideramos además factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición de los recursos o los peligros en el medio: comportamientos defensivos, o aprovechamiento de parches de alta calidad y despoblamiento de zonas pobres. Estas dos clases de factores pueden igualmente interactuar de muchas formas, y afectar la trayectoria evolutiva de la población o especie a todos los niveles de organización.
- **Un patrón uniforme es el resultado de interacciones negativas entre los miembros de la población.** Dado que es difícil suponer que *de manera natural* los recursos se dispongan equidistantes en el espacio, una disposición espacial de este tipo debe estar causada únicamente por factores intrínsecos. Dado que el espacio es finito, interacciones negativas o de segregación, tales como la competencia o el comportamiento agresivo intraespecífico parecen ser los principales

agentes causales de un patrón uniforme, dado que es éste en el cual la supervivencia se maximiza y las interacciones hostiles se llevan a un mínimo.

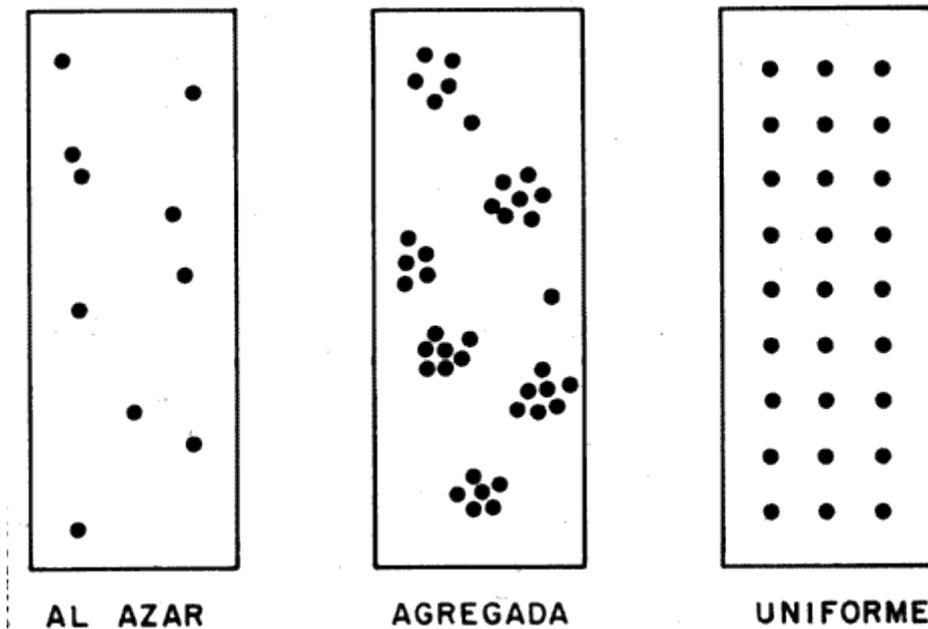


Figura 1. Patrones Básicos de Disposición Especial

Debemos resaltar que hay dos tipos de dispersión aleatoria:

- a. La distribución normal, para los conteos altos (tamaños de muestras altas), y cuando existe una homogeneidad de varianzas.
- b. La distribución Poisson, una indicación de rareza y cuando la varianza muestral ( $v$ ) es igual a la media muestral ( $m$ ). Se puede describir el modelo de Poisson mediante sólo un parámetro, ya que según este modelo,  $m = v$ . Se usa el modelo de bondad de ajuste ( $X^2$ ) para determinar la concordancia entre los datos observados (campo) y esperados (generados por el modelo) (Badii, *et al.*, 2000).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### 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 cinco variedades de rosal (*Rosa* sp.).

### 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, 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 KOOPER Biological Systems SA de CV.



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

## Cultivo de las cinco variedades de Rosal

El estudio se llevó a cabo en una cama de siembra de 60 cm x 9 m; se utilizaron cinco variedades de rosal para la realización del experimento: 1.- Red Baiser, 2.- Samuray, 3.- Royal, 4.-Keiro, 5.- Anastasia. 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), nitrato 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 las plagas más comunes en rosal: *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae), *Trialeurodes vaporariorum* (Weestwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) y *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (*Thysanoptera: Thripidae*). Posteriormente, se dejaron las variedades sin fertilizar una semana para evitar algún efecto de los macro elementos (Wermelinger *et al.*, 1985; Wermelinger *et al.*, 1991; Kielkiewicz *et al.*, 2006; Najafabadi *et al.*, 2011). Posteriormente se realizó una infestación inducida con 100 ácaros hembras adultas fertilizadas de 24 horas antes en cada variedad de rosal en discos de frijol pinto de 2.5 cm de diámetro, una semana después se realizó el conteo para obtener el cohorte.

## Distribución Espacial

Las observaciones se realizaron semanalmente; tomando al azar 9 folíolos, tres por cada estrato (superior, medio e inferior) en 8 plantas de rosal, se tomaron los datos de móviles de *Tetranychus urticae* (larva, ninfa y adultos (hembra y macho)) y *Phytoseiulus persimilis* (ninfas y adultos (hembra y macho)).



Figura 3. Estados Móviles de *Tetranychus urticae*.



Figura 4. Estado Móvil de *Phytoseiulus persimilis*.

El período de estudio comprendió desde el 20 de Septiembre de 2013 al 18 de Noviembre del mismo año. Los muestreos fueron realizados en períodos aproximados de una semana. Los individuos fueron contados con ayuda de un Microscopio portátil de 30x sobre los folíolos. Los métodos estadísticos empleados para el análisis de los modelos espaciales de las poblaciones abarcaron desde el ajuste a distribuciones de probabilidad hasta el empleo de diferentes índices de agregación (Elliot, 1977; Southwood, 1978). Los índices de agregación escogidos se han utilizado tanto para el análisis del total de la captura como para el estudio del modelo espacial estacional.

**Cuadro 1. Modelos de índices de agregación**

Índice	Formula	Toma de Decisión			Referencia
		Uniforme	Al Azar	Agregada	
Varianza Relativa	$S^2/\bar{X}$	VR<1	VR=1	VR>1	Andreawartha y Birch, 1954.
Lexis «I» <sub>L</sub>	$S/\sqrt{\bar{X}}$	«I» <sub>L</sub> <0	«I» <sub>L</sub> =0	«I» <sub>L</sub> >0	Elliot 1977.
Green «I» <sub>G</sub>	$(S^2/\bar{X}) - 1/\sum X - 1$	«I» <sub>G</sub> <0	«I» <sub>G</sub> =0	«I» <sub>G</sub> >0	Green, 1966.
David y Moore «I» <sub>D&amp;M</sub>	$(S^2/\bar{X}) - 1$	«I» <sub>D&amp;M</sub> <0	«I» <sub>D&amp;M</sub> =0	«I» <sub>D&amp;M</sub> >0	David y Moore, 1954.
Coefficiente de Charlier «C <sub>C</sub> »	$100(\sqrt{S^2 - \bar{X}/\bar{X}})$	«C <sub>C</sub> »<0	«C <sub>C</sub> »=0	«C <sub>C</sub> »>0	Elliot 1977.
Morisita «I» <sub>δ</sub>	$[\sum(X(X-1)) / ((\sum X)(\sum X - 1))]N$	«I» <sub>δ</sub> <1	«I» <sub>δ</sub> =1	«I» <sub>δ</sub> >1	Morisita, 1959.
La Ley de Potencia de Taylor «b»	$S^2 = a\bar{X}^b$	«b»<1	«b»=1	«b»>1	Taylor, 1961.
Iwao «β»	$\bar{X}^* = \alpha + \beta\bar{X}$	«β»<1	«β»=1	«β»>1	Iwao, 1968.
Binomial Negativa «k»	$\bar{X}^2/(S^2 - \bar{X})$			$\chi_C^2 < \chi_T^2$	Southwood, 1978.

Donde: X Es el número de individuos por unidad muestral.  $\bar{X}$  Es la media de la muestra.  $S^2$  Es la varianza muestra.  $\sum X$  Número total de individuos en la muestra. N es el número total de unidades muestrales. a Es el antilogaritmo de la intersección de la regresión del modelo con la ordenada. b Es la pendiente de la línea de regresión que determina el tipo de dispersión espacial. α Es la intersección de la regresión del modelo con la ordenada. β Es la pendiente de la línea de regresión que determina el tipo de dispersión espacial.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El índice de relación varianza-media para la población de *T. urticae* presenta valores mayores a uno. Por lo anterior se puede afirmar que la población de *T. urticae* presenta una distribución de tipo agregado. Esta clase de distribución caracteriza las poblaciones de *T. urticae*, las cuales tienden a alcanzar altas densidades poblacionales al formar focos. Este resultado concuerda con trabajos realizados por Nachman (1981), Jones (1990), Zhang y Sanderson (1995), Hilarión et al., (2008) entre otros.

En una primera aproximación se puede utilizar la varianza relativa ( $S^2/\bar{X}$ ) para evaluar el grado de agregación de una población (Andrewartha y Birch, 1954). En el cuadro 2 se observa la poblaciones de *Tetranychus urticae* en diferentes variedades de rosal que poseen valores elevados para este índice ( $S^2/\bar{X} > 1.28$ ) excepto en la variedad Samuray en la última semana que se observaron fitófagos. Sin embargo, la utilización de la varianza relativa para determinar el nivel de agregación de una población presenta graves inconvenientes, ya que depende directamente de su abundancia (Leveche, 1972). Así, en la variedad Royal, el ácaro de dos manchas posee los valores más altos, mientras que en la variedad Samuray los valores más bajos (Cuadro 2).

Otro índice empleado y basado en el cociente  $S^2/\bar{X}$  es el de Lexis « $I_L$ », este índice pone de manifiesto distribuciones contagiosas para todas las poblaciones estudiadas (Cuadro 2). De igual forma, se ven afectados por las mismas consideraciones formuladas para la varianza relativa.

El coeficiente de Charlier « $C_C$ » es independiente del número total de individuos capturados y del valor medio de su abundancia, pero no del tamaño de la muestra. En este estudio se han utilizado el mismo número de unidades de muestreo para estimar la densidad de cada población. Por tanto, los valores obtenidos del índice « $C_C$ » pueden ser considerados como buenos indicadores del nivel de agregación de las poblaciones. Según este índice, la población de *T. urticae* en cada variedad de rosal presentan valores de agregación muy

elevados. El índice de Green « $I_G$ » proporciona resultados semejantes a los de Charlier, al ser dependiente de los mismos factores mencionados (Cuadro 2)

Taylor (1961) ideó un índice de agregación «b» que consistía en la regresión de la varianza sobre la media. Posee la ventaja de que puede ser ilustrado mediante una recta de regresión. Además, al operar con los valores obtenidos en cada uno de los muestreos realizados durante el período de estudio, tiene en cuenta las fluctuaciones del modelo espacial. En el cuadro 2, se observa como en algunas variedades de rosal (Keiro y Anastasia) presentan valores medios de contagio para los índices anteriormente calculados a partir de las capturas totales, con la ley de potencia de Taylor expresan diferentes niveles de distribución, como niveles de agregación muy elevados. Este hecho es debido a que esta especie posee fuertes niveles de agregación, pero con la interacción con *P. persimilis*, el índice de Taylor, al tener en cuenta los diferentes períodos de muestreo interactuando las dos especies, detecta esta situación, mientras que los índices anteriores no son capaces de apreciarla, al operar con la captura total.

Un parámetro muy utilizado como índice de agregación es «K» de la Distribución Binomial Negativa. Este índice está influenciado por el tamaño de la muestra y de la unidad de muestreo (Colé, 1946; Morris, 1954). Sin embargo, manteniendo constantes estos factores, proporciona una media muy útil del nivel de agregación de una población, siendo a la vez muy sensible al tipo de hábitat y al estado de desarrollo de las poblaciones (Hairston, 1959; Waters, 1954). Por otra parte, sus valores son inversos a los del índice de Morisita « $I_{\delta}$ » (Morisita, 1959), que es el índice global más eficaz, al no depender del tamaño de la captura ni de la densidad media (Elliot, 1977).

**Cuadro 2. Índices de agregación de *Tetranychus urticae* en cinco variedades de rosal.**

Fecha	Red Baiser											Samuray										
	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K
20/09/14	30.89	1057.11	34.22	5.85	0.12	33.22	576.39	1.96	1.48	1.49	0.93	12.22	117.44	9.61	3.10	0.08	8.61	293.41	1.63	0.85	1.15	1.42
30/09/14	27.11	1025.36	37.82	6.15	0.15	36.82	606.80	2.21	2.15	2.48	0.74	9.22	73.69	7.99	2.83	0.09	6.99	264.40	1.68	1.04	1.74	1.32
07/10/14	60.56	1420.53	23.46	4.84	0.04	22.46	473.90	1.33	0.04	0.48	2.70	18.22	195.94	10.75	3.28	0.06	9.75	312.30	1.48	1.73	1.40	1.87
14/10/14	40.22	474.44	11.80	3.43	0.03	10.80	328.57	1.24	4.92	1.41	3.73	5.00	23.50	4.70	2.17	0.08	3.70	192.35	1.67	0.96	1.12	1.35
21/10/14	42.33	949.75	22.44	4.74	0.06	21.44	462.98	1.45	1.61	1.24	1.97	44.11	723.11	16.39	4.05	0.04	15.39	392.34	1.31	1.03	0.75	2.87
28/10/14	35.44	436.03	12.30	3.51	0.04	11.30	336.18	1.28	3.48	1.34	3.14	10.33	63.50	6.15	2.48	0.06	5.15	226.83	1.45	1.07	1.12	2.01
04/11/14	43.78	1667.69	38.09	6.17	0.09	37.09	609.05	1.76	2.40	1.39	1.18	4.78	26.19	5.48	2.34	0.11	4.48	211.72	1.85	0.98	1.04	1.07
11/11/14	18.56	204.28	11.01	3.32	0.06	10.01	316.37	1.48	1.47	1.39	1.85	0.33	0.25	0.75	0.87	-0.13	-0.25	£	Φ	**	**	-1.33
18/11/14	4.11	15.86	3.86	1.96	0.08	2.86	169.06	1.64	0.76	0.73	1.44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

	Royal											Keiro										
	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K
20/09/14	60.00	2685.00	44.75	6.69	0.08	43.75	661.44	1.65	2.74	1.32	1.37	42.22	3774.44	89.39	9.45	0.23	88.39	940.18	2.87	2.31	4.11	0.48
30/09/14	87.33	9617.50	110.12	10.49	0.14	109.12	1044.62	2.11	1.74	1.63	0.80	3.44	37.03	10.75	3.28	0.33	9.75	312.25	3.60	1.55	1.77	0.35
07/10/14	152.67	6422.00	42.07	6.49	0.03	41.07	640.82	1.24	4.54	1.50	3.72	15.56	172.53	11.09	3.33	0.07	10.09	317.66	1.58	2.76	1.68	1.54
14/10/14	55.22	554.44	10.04	3.17	0.02	9.04	300.67	1.15	-1.20	1.13	6.11	29.44	484.53	16.46	4.06	0.06	15.46	393.14	1.47	0.96	1.02	1.91
21/10/14	63.67	1084.75	17.04	4.13	0.03	16.04	400.47	1.22	-0.23	0.58	3.97	13.67	150.50	11.01	3.32	0.08	10.01	316.42	1.66	0.53	0.46	1.37
28/10/14	37.44	274.28	7.32	2.71	0.02	6.32	251.49	1.15	1.84	1.07	5.92	5.11	34.11	6.67	2.58	0.13	5.67	238.20	2.01	0.84	0.63	0.90
04/11/14	20.89	107.86	5.16	2.27	0.02	4.16	204.05	1.18	1.82	1.10	5.02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11/11/14	6.67	21.00	3.15	1.77	0.04	2.15	146.63	1.29	-2.06	0.52	3.10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/14	1.00	1.50	1.50	1.22	0.06	0.50	70.71	1.50	0.13	-0.50	2.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

$\mu$ : Media muestral  $\sigma^2$ : Varianza muestral;  $\sigma^2/\mu$ : Varianza relativa 1:Lexis; 2:Green; 3:David y Moore; 4:Charlier; 5:Morirsita; 6:Taylor; 7:Iwao

\*: Distribución al azar (aleatorio); z: Distribución uniforme; \*\*: Ausencia de ácaros móviles en dos de los tres estratos; £: Varianza menor que la media; ξ: Varianza igual a la media; Φ: Dividendo es igual cero; 0: No se observaron ácaros.

## Continuación

	Anastasia										
	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K
20/09/14	27.89	802.61	28.78	5.36	0.11	27.78	527.06	1.89	6.59	2.56	1.00
30/09/14	11.33	84.75	7.48	2.73	0.06	6.48	254.52	1.51	-0.61	-0.19	1.75
07/10/14	14.33	568.00	39.63	6.30	0.30	38.63	621.51	3.41	1.98	1.98	0.37
14/10/14	11.44	312.28	27.29	5.22	0.26	26.29	512.70	3.06	2.20	2.13	0.44
21/10/14	3.44	28.53	8.28	2.88	0.24	7.28	269.86	2.94	2.62	3.38	0.47
28/10/14	1.67	8.75	5.25	2.29	0.30	4.25	206.16	3.43	1.75	2.42	0.39
04/11/14	0.56	1.28	2.30	1.52	0.33	1.30	114.02	3.60	2.00	2.93	0.43
11/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Como se puede apreciar, existen importantes fluctuaciones en el nivel de agregación para cada población en cada variedad de rosal. De una forma general se pueden apreciar en los resultados determinados patrones de distribución temporal, entre los que destacan:

- a. Mediante el modelo de la Ley de Taylor, *T. urticae* en la variedad Royal y Anastasia comienzan con un fuerte nivel de agregación y posteriormente cambia a una distribución uniforme y en seguida se regresa a ser agregada.
- b. En la variedad Samuray empezá fluctúa de una semana con un tipo de dispersión aleatoria y posteriormente dos semanas seguidas se incrementan gradualmente a tipo agregado y así sucesivamente a lo largo del periodo de estudio.
- c. En la variedad Keiro empezá con valores fuertes de agregación y posteriormente disminuye gradualmente y para las últimas semanas de estudio se la población de *T. urticae* tiene una distribución aleatoria.
- d. En la variedad Red Baiser empezá con un nivel de agregación medio a fuerte, posteriormente cambia a aleatorio y en seguida va cambiando gradualmente a de medio a fuerte la distribución agregada.

Los valores encontrados en el índice de Taylor fluctúan dentro del periodo de estudio probablemente por la presencia de *P. persimilis*. Mencionan Guisan y Zimmermann (2000) que existen factores ambientales que controlan la distribución de especies y comunidades. Sin embargo, éstos no son los únicos factores que determinan la distribución de las especies; otros, como las interacciones interespecíficas, ya sean depredación y competencia, pueden tener un efecto significativo en la distribución y abundancia de ciertas especies (Morin, 1981). En un estudio realizado por Trumble (1985) observa una disminución en el valor de «b» (agregación), por la aplicación de Cyhexatin (Tricyclohexyltin hydroxide), que va de 1.92 a 1.60 y de 1.95 a 1.82 para los años 1983 y 1984 respectivamente para las etapas activas de *T. urticae*.

**Cuadro 3. Poblacional Obtenida de *Tetranychus urticae* en cinco variedades de rosal.**

Fecha	Total de ácaros	RED BAISER												Total de ácaros	SAMURAY											
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior					Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior			
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
20/09/14	278	86	28.67	0	26.27	33	11.00	0	13.89	159	53.00	0	44.84	110	49	16.33	1	16.01	49	16.33	0	5.77	12	4.00	1	5.29
30/09/14	244	91	30.33	0	33.47	34	11.33	0	12.06	119	39.67	0	47.01	83	40	13.33	1	14.05	32	10.67	0	2.52	11	3.67	1	4.04
07/10/14	545	212	70.67	0	37.29	218	72.67	0	41.00	115	38.33	0	38.68	164	72	24.00	0	15.72	27	9.00	0	7.21	65	21.67	0	17.01
14/10/14	362	65	21.67	0	2.89	161	53.67	0	28.38	136	45.33	0	16.04	45	14	4.67	0	1.15	31	10.33	0	3.51	0	0.00	3	0.00
21/10/14	381	90	30.00	0	19.08	199	66.33	0	39.72	92	30.67	0	23.69	397	202	67.33	0	28.15	82	27.33	0	28.31	113	37.67	0	2.31
28/10/14	319	107	35.67	0	26.27	145	48.33	0	22.48	67	22.33	0	6.43	93	36	12.00	0	7.81	19	6.33	0	6.51	38	12.67	0	10.69
04/11/14	394	38	12.67	0	6.03	129	43.00	0	38.97	227	75.67	0	46.23	43	11	3.67	1	3.21	6	2.00	2	3.46	26	8.67	0	6.81
11/11/14	167	42	14.00	1	13.11	58	19.33	0	15.28	67	22.33	0	18.93	0	0	0.00	3	0.00	3	1.00	0	0.00	0	0.00	3	0.00
18/11/14	37	5	1.67	2	2.89	19	6.33	0	4.93	13	4.33	1	3.79	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00

Fecha	Total de ácaros	ROYAL												Total de ácaros	KEIRO											
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior					Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior			
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
20/09/14	540	114	38.00	0	21.63	85	28.33	0	7.23	341	113.67	0	60.58	380	166	55.33	0	89.85	135	45.00	0	70.19	79	26.33	0	38.08
30/09/14	786	522	174.00	0	140.04	79	26.33	0	30.83	185	61.67	0	8.50	31	27	9.00	0	8.72	2	0.67	2	1.15	2	0.67	2	1.15
07/10/14	1374	487	162.33	0	121.71	559	186.33	0	73.87	328	109.33	0	27.59	140	17	5.67	0	2.52	61	20.33	0	17.24	62	20.67	0	12.90
14/10/14	497	182	60.67	0	38.00	129	43.00	0	19.47	186	62.00	0	7.55	265	124	41.33	0	24.79	116	38.67	0	15.14	25	8.33	0	9.29
21/10/14	573	244	81.33	0	36.23	184	61.33	0	25.54	145	48.33	0	39.31	123	30	10.00	0	10.15	55	18.33	0	12.66	38	12.67	0	16.86
28/10/14	337	159	53.00	0	15.59	104	34.67	0	13.32	74	24.67	0	7.57	46	31	10.33	0	4.16	12	4.00	2	6.93	3	1.00	2	1.73
04/11/14	188	30	10.00	0	3.61	80	26.67	0	8.74	78	26.00	0	8.66	1	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58
11/11/14	60	13	4.33	0	2.52	28	9.33	0	1.15	19	6.33	0	7.57	1	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58
18/11/14	9	2	0.67	2	1.15	4	1.33	1	1.15	3	1.00	2	1.73	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00

N = Número de individuos por estrato; m= promedio de ácaros por hoja; EE = Error estándar; Po = Número de unidades con cero individuos

Continuación

Fecha	Total de ácaros	ANASTASIA											
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior			
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
20/09/14	251	54	18.00	0	3.46	84	28.00	1	41.76	113	37.67	0	34.12
30/09/14	102	45	15.00	0	4.36	16	5.33	2	9.24	41	13.67	1	12.34
07/10/14	129	8	2.67	1	2.52	104	34.67	0	35.53	17	5.67	1	8.14
14/10/14	103	12	4.00	1	6.08	77	25.67	0	27.43	14	4.67	0	2.08
21/10/14	31	7	2.33	0	0.58	19	6.33	1	9.29	5	1.67	2	2.89
28/10/14	15	3	1.00	2	1.73	11	3.67	1	4.73	1	0.33	2	0.58
04/11/14	3	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58	2	0.67	2	1.15
11/11/14	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
18/11/14	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00

Menciona Santos et al. (1982) que el tamaño e intensidad de los «agregados» vendrá determinado por la distribución de los factores ambientales del medio donde se desarrollan las poblaciones. Las diferencias en el nivel de agregación, detectadas en la población de *Tetranychus urticae* sobre las cinco variedades de rosal, se pueden explicar de una forma general por necesidades microclimáticas, capacidad de dispersión, tamaño de las poblaciones y distintos estímulos de agregación y la interacción con su depredador.

En el cuadro 3 se observa diferentes números de ácaro de dos manchas por cada estrato al inicio del estudio el fitófago, en las variedades Red Baiser, Royal (inferior-superior-medio), y Anastasia (inferior-medio-superior), el número de fitófagos fue mayor en el estrato inferior, en Samuray se dividió en los estratos superior y medio seguido por el inferior, mientras que en la variedad Keiro fue mayor en el estrato superior-medio-inferior. Los resultados observados en la variedad Keiro concuerdan con los reportados por Nachman (1981); ellos encontraron en un estudio realizado en plantas de pepino en invernaderos comerciales que *T. urticae* se localizaba en un 53% en las hojas superiores, el 26% en las intermedias y el 21% inferiores de la planta. En otro estudio realizado por Moya y Ferragut (2009), encontraron que el 76% de *T.*

*urticae* se encontraban en las superiores, que el 24% se encontraba en las hojas inferiores. Con respecto a las demás variedades (Red Baiser, Royal, Samuray y Anastasia) concuerdan con la preferencia del estrato inferior a un estudio reportado por Hilarión et al. (2008); ellos encontraron que la mayor población de *T. urticae* en cultivo de rosal variedad Versilia, se encuentra en la hoja del tercio inferior (alrededor del 72%), mientras que en las hojas del tercio medio y superior se encuentra alrededor del 22% y 6% de la población, respectivamente, pero solo en la variedad Anastasia concuerdan en los tres estratos.

Una semana después que se liberó al depredador el comportamiento de la población del fitófago fluctuó pasando por diferentes estratos, probablemente por la persecución que hace el depredador para captura a su presa. En un estudio realizado por Moya y Ferragut (2009), *T. urticae* modificó su preferencia de ubicación, paso del estrato superior a inferior por la presencia de *P. persimilis*. En otras investigaciones realizados con *P. persimilis* por Nachman (1981) y Ryoo (1996) indican que la dispersión de la presa dentro de la planta y la coincidencia espacial entre el depredador y la misma determinan la respuesta funcional del depredador. Gomez-Moya y Ferragut, (2009) mencionan que, la eficacia del depredador depende de su habilidad para distribuirse espacialmente de acuerdo con su presa, agrupándose en las hojas o partes de la planta donde la población de la araña roja es mayor. Los mismos autores mencionan que la agregación de los fitoseidos está causada por dos hechos: pasan más tiempo en las zonas donde se concentra la presa y su potencial biótico en estos lugares es mayor debido a un incremento en su supervivencia y fecundidad por la gran cantidad de alimento disponible.

Se analizó la efectividad del control de *T. urticae* con el ácaro depredador *P. persimilis* en cinco variedades de rosal. Se encontró menores densidades poblacionales Anastasia seguida por Samaray, Keiro con 634, 935, y 987 respectivamente, en comparación a la variedad Red Baiser con 2,727 y Royal con 4,364 ácaros respectivamente. Con respecto al número de depredadores, en la variedad Red Baiser se observaron 79, seguida por Keiro, Royal con 66 y

61, siendo esta las de menor presencia de fitoseidos Samuray y Anastasia con 43 y 32 ácaros respectivamente; en todo el tiempo que duro el estudio; (Cuadro 3 y 5). El depredador ejerce un efecto sobre la densidad poblacional y la distribución espacial de los fitófagos en las cinco variedades de rosal (Cuadro 2 y 3), a diferencia del ácaro de dos manchas en donde el depredador presenta menores fluctuaciones a lo largo del tiempo y la población se mantuvo a niveles bajos, probablemente al tipo de muestreo (al azar) o mecanismos que pueda presentar la planta y afecta al número de ácaros de de dos manchas. El desarrollo poblacional respondió de diferente forma entre los cultivares en estudio (diferentes números de fitófagos y depredadores). Lo anterior confirma y coinciden los resultado con lo expuesto por Van Lenteren y Noldus (1990), quienes aseveran que un reducido desarrollo y alta tasa de reproducción total de la plaga en plantas hospederas, indican el grado de estabilidad de metabolitos secundarios en las plantas. Así dentro de los efectos que presentan algunos tipos de metabolitos está la anti-alimentación, actividad que es ejercida por los compuestos que al ser ingeridos por el insecto, provocan que se deje de alimentar y, finalmente mueren de hambre (Isman, 2006); y por consecuencia afecta al desarrollo de *P. persimilis*.

Con respecto al número total de *T. urticae* las variedades Royal y Red Baiser presentaron las mayores densidades poblacionales, respecto a esto menciona Berenbaun (1995) y Gorsky (2004) que los terpenos tienen acción atrayente para artrópodos. Canales et al. (2013) encontraron que a una alta tasa de desarrollo poblacional, como resultado del modelo matemático de la regresión múltiple, que muestra una correlación positiva e indica que a mayor concentración de terpenos hay mayor desarrollo poblacional. Por tanto, esto favorece al desarrollo poblacional de *P. persimilis*, lo cual se observó en la variedad Red Baiser (Cuadro 5).

Con respecto a la distribución espacial del depredador fueron diversos los resultados. En la variedad Red Baiser el fitoseido empezó con una distribución agregada, posteriormente paso ser a alzar y después a agregada. Siendo en esta ultima distribución la que mayor frecuencia presento el depredador en esta

variedad durante el periodo de estudio. Mientras que el fitoseido en la variedad Samuray solo se pudo realizar tres regresiones por el método de Taylor, esto debido a la falta de datos, por lo cual empezó con una distribución espacial al azar posteriormente agregado y por ultimo uniforme. El mismo problema se presento en la variedad Anastasia ya que solo se pudo realizar una regresión de Taylor y dando distribución agregada. En las variedades Royal y Keiro, el depredador presento en la mayoría de los muestreos una distribución agregada.

Como se puede observar en los cuadro 4 los resultados variaron en el transcurso del tiempo, esta variación es similar a los presentados por Landeros et al. (2004). Ellos reportaron con los tres tipos de distribución por el método de Taylor al depredador *Euseius mesembrinus* en huertas de naranjos. Contrario a lo reportado por Cross (1984) y García-Marí et al. (1991). Ellos encontraron que *P. persimilis* tiene una distribución agregada en hojas de fresón.



**Continuación Cuadro 4.**

Fecha	Anastasia										
	$\mu$	$\sigma^2$	$\sigma^2/\mu$	1	2	3	4	5	6	7	K
30/09/14	0.11	0.11	1.00	1.00	$\xi$	0.00	0.00	$\theta$	**	**	$\xi$
07/10/14	0.33	1.00	3	1.732	1.00	2	141.421	9	**	**	0.17
14/10/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/10/14	0.67	0.75	1.13	1.06	0.03	0.13	35.36	1.20	$\xi$	$\xi$	5.33
28/10/14	2.00	15.00	7.50	2.74	0.38	6.50	254.95	4.06	1.89	3.43	0.31
04/11/14	0.22	0.44	2.00	1.41	1.00	1.00	100.00	9.00	**	**	0.22
11/11/14	0.11	0.11	1.00	1.00	$\xi$	0.00	0.00	$\theta$	**	**	$\xi$
18/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Cuadros 5. Poblacional Obtenida de *Phytoseiulus persimilis* en cinco variedades de rosal.**

Fecha	Total de ácaros	RED BAISER												Total de ácaros	SAMURAY															
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior					Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior							
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
30/09/14	7	5	1.67	1	2.08	2	0.67	2	1.15	0	0.00	3	0.00	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
07/10/14	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	3	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	3	1.00	2	1.73	0	0.00	3	0.00
14/10/14	4	2	0.67	2	1.15	2	0.67	1	0.58	0	0.00	3	0.00	2	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
21/10/14	5	1	0.33	2	0.58	3	1.00	0	0.00	1	0.33	2	0.58	11	9	3.00	1	3.61	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58
28/10/14	13	3	1.00	1	1.00	1	0.33	2	0.58	9	3.00	0	1.73	24	17	5.67	0	1.15	5	1.67	0	0.58	2	0.67	2	1.15	0	0.00	3	0.00
04/11/14	27	11	3.67	0	1.53	8	2.67	0	2.08	8	2.67	0	1.53	3	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58	1	0.33	2	0.58
11/11/14	11	5	1.67	1	1.53	1	0.33	2	0.58	5	1.67	1	2.08	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
18/11/14	12	1	0.33	2	0.58	4	1.33	1	1.53	7	2.33	1	2.52	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00

Fecha	Total de ácaros	ROYAL												Total de ácaros	KEIRO															
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior					Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior							
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
30/09/14	1	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
07/10/14	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
14/10/14	8	2	0.67	2	1.15	3	1.00	2	1.73	3	1.00	1	1.00	8	2	0.67	1	0.58	4	1.33	1	1.53	2	0.67	1	0.58	0	0.00	3	0.00
21/10/14	2	2	0.67	1	0.58	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	15	6	2.00	1	2.00	6	2.00	1	2.65	3	1.00	1	1.00	0	0.00	3	0.00
28/10/14	9	4	1.33	1	1.53	5	1.67	1	1.53	0	0.00	3	0.00	32	12	4.00	0	1.00	13	4.33	0	3.21	7	2.33	0	1.53	0	0.00	3	0.00
04/11/14	19	2	0.67	2	1.15	9	3.00	1	3.61	8	2.67	1	2.52	11	8	2.67	0	2.89	3	1.00	1	1.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
11/11/14	16	7	2.33	1	2.08	7	2.33	1	2.08	2	0.67	2	1.15	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
18/11/14	6	1	0.33	2	0.58	5	1.67	2	2.89	0	0.00	3	0.00	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00

N = Número de individuos por estrato; m= promedio de ácaros por hoja; EE = Error estándar; Po = Número de unidades con cero individuos.

**Continuación Cuadro 5.**

Fecha	Total de ácaros	ANASTASIA											
		Estrato de Superior				Estrato Medio				Estrato Inferior			
		N	m	Po	EE	N	m	Po	EE	N	m	Po	EE
30/09/14	1	1	0.33	2	0.58	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
07/10/14	3	0	0.00	3	0.00	3	1.00	2	1.73	0	0.00	3	0.00
14/10/14	0	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00
21/10/14	6	3	1.00	1	1.00	3	1.00	1	1.00	0	0.00	3	0.00
28/10/14	18	13	4.33	1	6.66	4	1.33	1	1.53	1	0.33	2	0.58
04/11/14	2	0	0.00	3	0.00	2	0.67	2	1.15	0	0.00	3	0.00
11/11/14	1	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58
18/11/14	1	0	0.00	3	0.00	0	0.00	3	0.00	1	0.33	2	0.58

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos, han puesto de manifiesto que las arañas rojas colonizan los folíolos en las que se han colocado al inicio del estudio antes de dispersarse hacia las diferentes partes de la planta (estrato superior, medio e inferior) por la presencia de *P. persimilis*.

Los resultados de los modelos de distribución espacial, mostraron que el tamaño e intensidad de los agregados está determinado por la presencia de *Phytoseiulus persimilis*. En general, el modelo Taylor y Iwao mostraron que el fitoseido si afecta la distribución del ácaro de dos manchas en las variedades Red Baiser, Samuray, Royal, Keiro y Anastasia; ya que al disminuir la población del fitófago por la depredación cambia la distribución espacial del ácaro de dos manchas; y al no tener alimento suficiente él depredador también cambia su distribución espacial. Otro hecho es que, él depredador provoca el movimiento del fitófago por lo que éste cambia su distribución espacial.

El depredador se agrupa en los folíolos, donde la población de la araña roja es mayor en comparación a los otros estratos; lo cual le permite que la eficiencia dependa de su habilidad para distribuirse espacialmente en relación al movimiento de su presa en la planta.

## RESUMEN

Una de las principales plagas en invernadero son los ácaros; *Tetranychus urticae* Koch, considerado como la plaga principal de plantas ornamentales y vegetales en el mundo. Sin embargo, esta especie es controlada principalmente con productos químicos, resultando cada vez más claro que la estrategia de confianza unilateral en el control químico no debe ser la solución al problema, esto debido a: a) desarrollo de resistencia a los productos químicos, b) el efecto perjudicial de estos productos químicos a la fauna benéfica c) reacciones fitotóxicas por las plantas tratadas.

Durante los últimos años, el interés en 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.

Con el objetivo de obtener una imagen clara y sistemática de estudiar la distribución espacial de *T. urticae* y *P. persimilis* en plantas de rosal de las variedades Red Baiser, Samuray, Royal, Keiro y Anastasia.

La investigación se llevó a cabo durante el semestre otoño-invierno de 2013. El experimento se realizó en el invernadero del departamento de Parasitología Agrícola en la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO, el experimento se llevó a cabo en cinco variedades de rosal: 1.- Red Baiser, 2.- Samuray, 3.- Royal, 4.- Keiro y 5.- Anastasia a una temperatura de  $24\pm 4^{\circ}\text{C}$  con una humedad relativa de  $60\pm 15\%$ .

En la distribución espacial de *T. urticae* y *P. persimilis* se realizaron observaciones semanalmente; tomando al azar 9 foliolos, tres por cada estrato (superior, medio e inferior) en las cinco variedades de rosal, mediante un Microscopio portátil de 30x se tomaron los datos de estados móviles (larva, ninfa y adultos (hembra y macho)) de *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus persimilis* (ninfa y adultos (hembra y macho)).

Se utilizaron los modelos de Lexis, Green, Charlier, Varianza relativa, Parametro K, Taylor y Iwao dispersión espacial. Los resultados de los modelos de distribución espacial mostraron que el tamaño e intensidad de los «agregados» está determinado la presencia de *Phytoseiulus persimilis*. Así como las diferencias en el nivel de agregación, detectadas en la población de *Tetranychus urticae* sobre las cinco variedades de rosal, se pueden explicar de una forma general por la interacción con su depredador así como necesidades microclimáticas, capacidad de dispersión, tamaño de las poblaciones y distintos estímulos de agregación.

PALABRAS CLAVE: principales plagas, ácaros, plantas ornamentales y vegetales, ácaros tetraníquidos.

Correo electrónico de Luis Angel Palacios Basaldua  
,luis\_palacios\_bza@hotmail.com

## LITERATURA CITADA

- 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). 4-20 pp.
- Andrewartha H. G.; Birch L. C, 1954. The distribution and abundance of animáis. Univ. Chicago Press, 783 págs.
- Aponte, O. McMurtry J.A. 1997. Damage on Hass avocado leaves, webbing and nesting behavior of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology 21: 265-272.
- 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.
- Badii, M.H., A.E. Flores, R. Forughbakhch & H. Quiroz. 2000. Fundamentos de muestreo. Pp. 129144. In: M.H. Badii, A.E. Flores & L.J. Galán (eds.). Fundamentos y perspectiva de Control Biológico, UANL, Monterrey.
- 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.

- Berenbaum, M. R. 1995. The chemistry of defense: theory and practice. Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 92:2-8.
- Boys, F.E., and P.P. Burbulis. 1972. Influence of *Phytoseiulus persimilis* on populations of *Tetranychus turkestanii* at the economic threshold on roses. J. Econ. Entomol. 65:114-117. pp.
- Canales, R. Mendoza, R. Landeros, J. Cerna, E. Robles, A. Isiordia, N. 2011. Caracteres morfológicos y bioquímicos de rosa x híbrida contra *Tetranychus urticae* Koch en invernadero.
- 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 taxonomy." En: Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Helle, W. & Sabelis, M.W. (ed.). Elsevier Science Pub. Leiden, Holanda. p. 17-19.
- Colé L. C, 1946. A theory for analyzing contagiously distributed populations. Ecology, 27: 329-341.
- Cronquist, Arthur. 1982. Introducción a la botánica. 2ª Edición. Cita Editorial Continental S. A. de C. V. México D. F.
- Crooker, A. 1985. Embryonic and Juvenile 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.
- Cross, J. V., 1984: Biological control of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*) by *Phytoseiulus persimilis* on strawberries grown in «walk in»

plastics tunnels, and a simplified method of spider mite population assesment. *Plant Pathology*, 33: 417-423.

David, F.N. & P.G. Moore. 1954. Note on contagiousness distributions in plant populations. *Ann. Bot.* 18: 47-53.

De bach, P.1968. Control biológico de insectos plagas y malas hierbas. Compañía Editorial Continental, México.

Dosse, G. 1958. Uber einige neue Raubmilbenarten (Acarina:Phytoseiidae) Pflanzenschutzber-Berichte 21:44-61. pp.

Elliot J. M., 1977. Some methods for the statistical analysis of samples of benthic invertebrates (2nd ed.). *Fresh. Biol. Assoc. Sci.*, Pub. No. 25, 156 págs.

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. pp.

Estébanez, M. L. 1989. Ácaros en Frutales del Estado de Morelos. Instituto de Biología de la UNAM y Dirección General de Sanidad y Protección Forestal SARH, México, D.F.360 pp.

Force, D.C. 1967. Effect of temperature on biological control of twospotted spider mites by *Phytoseiulus persimilis*. *J. Econ. Entomol.* 60:1308-11. pp.

Flores, E. A., Landeros and M. H. Badii. 1998. Evaluation on population Parameters of *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Prostigmata Tetranychidae) exposed to Avermectin. 10 th international congress of acarology.

- 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.
- Gajón, S. C. 1948. La Rosa y su Cultivo. 2ª Edición. Bartolomé Trucco. Ed. México.
- García-Marí F, González JE, Orenge S, Saques F, Laborda R, Soto A, Ribes A. Distribución espacial y asociación entre especies de ácaros fitófagos (Tetranychidae) y depredadores (Phytoseiidae) en hojas de fresón. *Bol San Veg Plagas.* 1991;(17):401-415.
- Gómez-Moya C. y Ferragut, F. 2009 Distribución en la planta y eficacia de *Neoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis* (Acari:Phytoseiidae) en el control de arañas rojas de cultivos hortícolas en condiciones de semicampo. *Bol. San. Veg. Plagas.* 35:377-390.
- Goodwin, S. B., L. S Sujkoski and W. E Fry. 1995. Rapid Evolution of pathogenicity within clonal lineages of the potato late blight disease fungus. *Phytopathology* 85: 669-678.
- Gould, H.J. 1987. Protected crops. En Burn A. J., T.H Croaker y P.C Jepson, Edits: Integrated Pest Management academic. Press Co pp 404-405.
- Green R. H., 1966. Measurement of non-randomness in spatial distributions. *Researches Popul. Ecol. Kyoto Univ.* 8: (1): 1-7.
- Greig-Smlth P., 1964. Quantitative plant ecology (2nd ed.). Butterwoths, London, 256 págs.
- Gorski, R. 2004. Effectiveness of natural essential oils in the monitoring of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporarorium* Westwood. *Folia Hortic.* Ann. 183-187 pp.

- Guisan, A., and Zimmermann, N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecological Modelling* 135: 147-186
- Hairston N. G., 1959. Species abundance and organisation. *Ecology*, 40: 404-416.
- Hamlen, R.A. 1980. Report of *Phytoseiulus persimilis* management of *Tetranychus urticae* on greenhouse grown dieffenbachia. *Bull. SROP/WPRS* 1980 III/3: 65-74.
- Helle, W. and Sabelis, M. W. (eds.). 1985. Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Volume 1A. Elsevier, Amsterdam, 406 p.
- 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.
- Hessayon, D. (1986). Rosas, manual de cultivo y conservación (1ª edición en español). Barcelona, España.: Blume.
- Hilarión, Alejandra, Niño, Angie, Cantor, Fernando, Rodríguez, Daniel, Cure, José Ricardo. Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Parasitiformes: Phytoseiidae) en cultivo de rosa *Agronomía Colombiana* [en línea] 2008, 26 (Sin mes) : [Fecha de consulta: 1 de junio de 2014] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180314729009> SSN 0120-9965
- 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.

- Hurlbert, S. H. 1981. A gentle depilation of the niche: Dicean resource sets in resource hyperspace. *Evol. Theor.* 5: 177-184.
- Isman, M. B. 2006. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. *Annual Review Entomol.* 51:45-66.
- Iwao, S. 1968. A new regression method for analyzing the aggregation pattern of animal populations. *Res. Popul. Ecol.* 10: 1-20.
- Jepsson, L.R.H., H. Keifert and E.W Baker. 1975. *Mites Injurious to Economic Plants* Univ. Calif. Press. Los Angeles.
- Jones, V. P., 1990. Developing sampling plans for spider mites (Acari: Tetranychidae): those who don't remember the past may have to repeat it. *J. Econ. Entomol.* 83: 1656-1664
- Kennett, C. E., and L. E. Caltagirone. 1968. Biosystematics of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina:Phytoseiidae. *Acarologia* 10:563-577 pp.
- Kielkiewicz, M., Pitera, E., Olszac, I., and Zuranska. 2006. Spider-mite susceptibility of scab Vf –resistant apple genotypes. *Biological Letters* 43(2): 327-334.
- Krantz, G. W. 1970. *A Manual of Acarology*. Oregon State University. Book Stores inc. 509 pp.
- Krebs, Ch.J. 1972. *Ecology: The Experimental analysis of distributions and abundance*. Harper & Row: New York.
- 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. (1988). Introducción a la Floricultura (1ª ed.). México, DF.: AGT Editor, SA.
- Leibold M. A. 1995. The niche concept revisited: mechanistic models and community context. Ecology 76: 1371-1382.
- Leveche CH., 1972. Mollusques benthiques du Lac Tchad: ecologie, etude des peuplements et estimation des biomasses. Cah. O.R.S.T.O.M., ser Hidrobiol., 6 (1): 3-45.
- 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.
- McMurtry, J. A., and B. A. Croft. 1997. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Annu. Rev. Entomol. 42: 291:321.
- 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.
- Mitidieri, M. 2012. Enfermedades que afectan a los rosales. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. Buenos Aires, Argentina. Ediciones INTA.

- Morisita, M. 1959. Measuring the dispersion of individuals and analysis of the distributional patterns. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. 2: 215-235.
- Morin, P.J. 1981. Predatory salamanders reverse the outcome of competition among three species of anuran tadpoles. Science 212: 1284-1286
- Morris R. F., 1954. A sequential sampling technique for spruce bud worm egg surveys. Can. J. Zool., 32: 302-313.
- Nachman, G. 1981. Temporal and spatial dynamics of an acarine predator-prey system. J. Animal Ecology, 50: 435-451.
- 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.
- Overmeer, W. P. J. and A. Q. Van Zon. 1984. The preference of *Amblyseius potentillae* Garman (Acarina: Phytoseiidae) for certain plant substrates. In D. A. Griffiths and C. E. Bowman, eds. Acarology VI, Vol. 1. Horwood. Chichester, U. K., 591-596. pp.
- Pralavorio, M. and 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.
- Pruszynski, S. 1976. Observations on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis*. Bull. SROP/WPRS 4:39-44. pp.
- Rojas B. A., 1964. La Binomial Negativa y la estimación de intensidad de plagas en el suelo. Fitolecna Latinamer. 1 (1): 27-36.

- Ryoo, M.L. 1996. Influence of the spatial distribution pattern of prey among patches and spatial coincidence on the functional and numerical response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina, Phytoseiidae). J. Appl. Entomol., 120: 187:192.
- Sabelis, M.W. 1981. Biological control of twospotted spider mites using phytoseiid predators. I. Agric. Res. Report 910. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Sabelis, M.W. 1985. Development. Spider 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.
- Sadras, V.O., L.J. Wilson, and D.A. Rally. 1998. Water deficit enhanced cotton resistance to spider mite herbivory. Ann. Bot. (London) 81:273-286.
- Sánchez , V. M. 1998. Apuntes de La Materia Manejo Integrado de Plagas. Posgrado. UAAAN. Maestría Parasitología Agrícola.
- Santos de los, Montes, A. y Ramírez-Díaz, L. 1982 Modelos espaciales de algunas poblaciones de coleópteros terrestres en dos ecosistemas del bajo Guadalquivir (S. W. España). Mediterránea Ser. Biol. 6: 65-92.
- 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.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación SAGARPA. 2008. La Floricultura. No. 17/08 Boletín Comercial. 26 p.
- Seymour, J. 1978. Las Rosas. Ediciones Castel S.A. de C.V. San Juan Despi, Barcelona.

Simmonds, S.P. 1972. Observations on the control of *Tetranychus urticae* on roses by *Phytoseiulus persimilis*. Pl. Path. 21-.163-65. pp.

Southwood T. R. E., 1978. Ecological Methods, with particular reference to the study insect populations (2nd ed.). Chapman and Hall, 524 págs.

Takafuji, A. and 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.

Taylor, L.R. 1961. Aggregation, variance and the mean. Nature, 189:732-735.

Teliz, O.D. y F. J. Castro. 1973. El cultivo de la fresa en México. Folleto de Divulgación no. 48. INIA-CIAB. MÉXICO.

Trumble, J. 1985. Implications of changes in arthropod distribution following chemical application. Res. Popul. Ecol. 27:277-285.

Tuttle D. M and E.W Baker. 1986. Spider Mites of southwestern United States and revision of the family Tetranychidae. The University Arizona Press. Pp 129.

[http://: www. Infoagro.com](http://www.infoagro.com)

Van de Vrie, J. A. McMurtry y C.B. Huffaker. 1972. Biology, Ecology, and Pest Status and Host-Plants Relations of Tetranychids in Ecology of

- Tetranychid Mites and Their Natural Enemies: A Review. *Hilgardia*. 41 (13): 343-432. pp.
- Van Lenteren, J. C. and Noldus, L. P. 1990. Whitefly- plant relationship: behavioral, and biological aspects In: Gerling, D. (ed.). *Whitefly: their bionomics, pest status and management*. Intercept Andover. 47-89 pp.
- Veerman, A. 1977. Aspects of the Induction and Termination of Diapause in a Laboratory Strain of the Mite *Tetranychus Urticae*. *J. insect Physiology*. 23:703-711. pp.
- Veerman, A. 1985. Diapause in Tetranychid Mites: Characteristics and Occurrence. pp. 279-310. En Helle W. y M. W. Sabelis. (Editores) *Spider Mites Biology., Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.
- Waters W. E., 1954. A quantitative measure of aggregation in insertes. *J. econ. ent.*, 52: 1.180-1.184.
- Wermelinger, B., J.J. Oertli and 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.
- Zhang, Z. y J. Sanderson. 1995. Twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on greenhouse roses: Spatial distribution and predator efficacy. *Economic Entomol.* 88 (2), 352-357.

**ANEXO**

**Cuadro 6. Número de *Tetranychus urticae* en cinco variedades de rosal bajo invernadero.**

	RED BAISER									SAMURAY									ROYAL								
	Superior			Medio			Inferior			Superior			Medio			Inferior			Superior		Medio		Inferior				
20/09/14	14	59	13	4	27	2	92	4	63	17	0	32	13	13	23	2	10	0	14	56	44	20	32	33	87	71	183
30/09/14	19	68	4	10	24	0	92	26	1	28	12	0	13	11	8	3	0	8	120	333	69	16	2	61	62	70	53
07/10/14	76	105	31	50	120	48	16	16	83	10	41	21	7	3	17	15	9	41	106	302	79	271	153	135	120	78	130
14/10/14	20	20	25	79	23	59	30	62	44	4	4	6	7	10	14	0	0	0	33	45	104	65	36	28	61	55	70
21/10/14	20	18	52	111	53	35	58	16	18	97	64	41	12	60	10	39	35	39	43	86	115	35	86	63	19	33	93
28/10/14	20	66	21	73	29	43	27	25	15	16	17	3	6	13	0	25	6	7	71	44	44	28	26	50	28	16	30
04/11/14	7	12	19	21	20	88	119	81	27	0	5	6	0	6	0	1	11	14	13	6	11	34	17	29	31	16	31
11/11/14	0	26	16	6	16	36	9	14	44	0	0	0	1	1	1	0	0	0	2	4	7	8	10	10	1	15	3
18/11/14	5	0	0	4	12	3	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	0	3	0

	KEIRO						ANASTASIA											
	Superior		Medio		Inferior		Superior		Medio		Inferior							
20/09/14	0	7	159	126	2	7	70	9	0	16	16	22	8	76	0	41	2	70
30/09/14	5	3	19	2	0	0	0	2	0	18	10	17	16	0	0	0	17	24
07/10/14	3	8	6	17	39	5	35	10	17	0	3	5	21	8	75	0	15	2
14/10/14	37	68	19	32	28	56	19	4	2	0	1	11	57	6	14	4	3	7
21/10/14	8	1	21	4	28	23	1	5	32	3	2	2	17	0	2	5	0	0
28/10/14	15	9	7	0	12	0	3	0	0	3	0	0	0	2	9	1	0	0
04/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
11/11/14	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Cuadro 7. Número de *Phytoseiulus persimilis* en cinco variedades de rosal bajo invernadero.**

	RED BAISER						SAMURAY						ROYAL											
	Superior		Medio		Inferior		Superior		Medio		Inferior		Superior		Medio		Inferior							
30/09/14	4	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
07/10/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0
14/10/14	0	0	2	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3	0	2
21/10/14	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	2	7	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
28/10/14	1	2	0	1	0	0	4	1	4	5	7	5	2	1	2	0	2	0	3	1	0	0	2	3
04/11/14	5	4	2	1	2	5	1	4	3	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	7	2	0
11/11/14	2	3	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	3	0	4	3	0	0
18/11/14	0	1	0	3	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5	0	0

	KEIRO						ANASTASIA																
	SUPERIOR		MEDIO		INFERIOR		Superior		Medio		Inferior												
30/09/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07/10/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
14/10/14	1	1	0	1	0	3	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21/10/14	4	2	0	1	0	5	1	2	0	0	1	2	1	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
28/10/14	4	3	5	2	8	3	4	2	1	0	12	1	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0
04/11/14	6	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
11/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
18/11/14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0