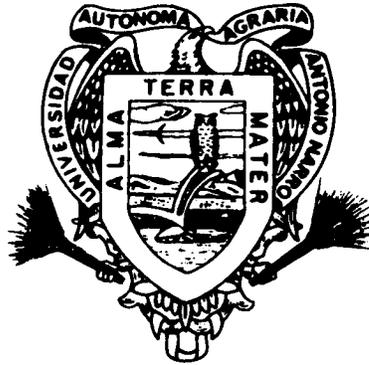


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA
"ANTONIO NARRO"**

DIVISION DE AGRONOMIA



**RESPUESTA FUNCIONAL DE *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS
– HENRIOT, SOBRE HUEVOS DE *Tetranychus urticae* KOCH,
(ACARI: PHYTOSEIIDAE: TETRANYCHIDAE). EN TRES
VARIETADES DE ROSAL**

Por:

María Martha Ríos Raya

TESIS

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el
Título de:**

Ingeniero Agrónomo Parasitólogo

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Septiembre de 1999.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGIA AGRICOLA

**RESPUESTA FUNCIONAL DE *Phytoseiulus persimilis* ATHIAS–HENRIOT,
SOBRE HUEVOS DE *Tetranychus urticae* KOCH (ACARI: PHYTOSEIIDAE:
TETRANYCHIDAE) EN TRES VARIEDADES DE ROSAL.**

POR

MARIA MARTHA RIOS RAYA

TESIS

**QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE**

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

APROBADA POR:

EL PRESIDENTE DEL JURADO

DR. JERONIMO LANDEROS FLORES

SINODAL

DIRECTOR EXTERNO

ING. SERGIO RODRIGUEZ MARTINEZ

DR. MOHAMMAD H. BADI Z.

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M. C. REYNALDO ALONSO VELASCO

Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Septiembre de 1999.

DEDICATORIA

A DIOS:

Por permitirme existir.

A MIS PADRES:

CELIA RAYA Y ALFREDO RIOS por darme la vida, cariño, amor y comprensión a quienes les debo todo cuanto soy.

A MIS HERMANOS:

RAFAEL
IGNACIO
MARIA DEL ROSARIO
MARIA ELENA

Por el cariño y apoyo que me dan por ser como son y por dejarme ser, a todos ustedes muchas gracias.

A MI ESPOSO SERGIO RODRIGUEZ MTZ. Gracias por compartir conmigo parte de tu vida y por tu apoyo en la realizacion de este trabajo.

A MIS AMIGOS:

ANGELICA, AIDA, NIEVES, PATY, ISABEL, EPIFANIO, CONSTANTINO, gracias por brindarme su amistad desinteresada, por sus consejos y por compartir conmigo los buenos y malos momentos que vivimos en nuestra "ALMA TERRA MATER".

A MI SUEGRA LA SEÑORA LEOBARDA MARTINEZ, A TODOS MIS CUÑADOS, CUÑADAS, Y LOS NIÑOS: MARCOS, CLEOTILDE, ANA INDIRA, ELIZABETH, ALAN, OSCAR Y MIGUEL ANGEL.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES:

Al Dr. JERONIMO LANDEROS FLORES, Dr. MOHAMMAD H. BADI Z. y al Ing. SERGIO RODRIGUEZ MARTINEZ, por sus aportaciones, revision y sugerencias que me brindaron en el transcurso del presente trabajo.

A TODOS MIS PROFESORES

Que paulatinamente fueron objeto de apoyo científico y moral para alcanzar esta meta propuesta.

A MI "ALMA TERRA MATER"

Que un día me abrió las puertas para integrarme a ella y ofrecerme una formación profesional.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
INTRODUCCIÓN	1
REVISION DE LITERATURA	3
Generalidades del Cultivo del Rosal	3
Descripción Botánica	4
Raíz	4
Tallo	4
Hojas	5
Flores	5
Pedúnculo	5
Fruto	6
Ubicación Taxonómica	6
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i>	7
Distribución	7
Ubicación Taxonómica	8
Aspectos Biológicos y de Comportamiento	8
Huevo	9
Larva	9
Ninfa	10
Adulto	10
Mecanismos de Dispersión	12
Proporción de Sexos	13
Diapausa	14
Control Biológico	14
Importancia	14
Generalidades de Phytoseiidae	17
Importancia	17
Alimentación	18
Generalidades de <i>Phytoseiulus persimilis</i> Athias – Henriot	20
Importancia	20
Desarrollo, Reproducción y Biología	21
Influencia de la Temperatura y Humedad Relativa	23
Hábitos Alimenticios	25

Dispersión y Búsqueda	26
Métodos de Liberación	28
Importancia de la Respuesta Funcional	31
Modelos de Transformación de Woolf	34
Modelo de Holling	34
MATERIALES Y METODOS	36
Obtención de <i>Tetranychus urticae</i>	36
Obtención de <i>Phytoseiulus persimilis</i>	37
Cría de <i>Phytoseiulus persimilis</i>	37
Procedimiento del Experimento	37
Análisis de Datos	39
RESULTADOS Y DISCUSION	43
CONCLUSIONES	53
RESUMEN	54
LITERATURA CITADA	57
APÉNDICE	65

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Página
2.1	Pesticidas empleados comúnmente para huevos y adultos de <i>Phytoseiulus persimilis</i> .	30
4.1	Promedio de huevos de <i>Tetranychus urticae</i> consumidos por <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre discos de hoja de rosal en las variedades Royalty, Starlite y Pareo a diferentes densidades de la presa en periodos de 24 horas a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$.	44
4.2	Parámetros de la respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en la variedad Royalty a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.	45
4.3	Parámetros de la respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en la variedad Starlite a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.	46
4.4	Parámetros de la respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en la variedad Pareo a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.	46
4.5	Respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> con huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en las diferentes variedades de rosal a las 24 horas.	47
4.6	Análisis comparativo del promedio de huevos de <i>T. urticae</i> consumidos por <i>P. persimilis</i> a diferentes densidades y la mortalidad esperada según Holling en la variedad Royalty.	51
4.7	Análisis comparativo del promedio de huevos de <i>T. urticae</i> consumidos por <i>P. persimilis</i> a diferentes densidades y la mortalidad esperada según Holling en la variedad Starlite.	52
4.8	Análisis comparativo del promedio de huevos de <i>T. urticae</i> consumidos por <i>P. persimilis</i> a diferentes densidades y la mortalidad esperada según Holling en la variedad Pareo.	52

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Página
2.1	Tipos de Respuesta Funcional según Holling (1959).	33
3.1	Técnica de la hoja-arena.	42
4.1	Respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de rosal variedad Royalty a las 24 horas.	49
4.2	Respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de rosal variedad Starlite a las 24 horas.	49
4.3	Respuesta funcional de <i>Phytoseiulus persimilis</i> sobre huevos de <i>Tetranychus urticae</i> en hojas de rosal variedad Pareo a las 24 horas.	50

INTRODUCCION

Desde antes de la conquista de los Españoles, la floricultura era una actividad agrícola en nuestra sociedad mexicana, actualmente está adquiriendo mayor importancia económica debido a que se tiene una gran diversidad de microclimas, muchos de ellos ideales para la producción de plantas ornamentales.

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 1998), menciona que, en México existen 10,067.157 hectáreas cultivadas con ornamentales a campo abierto e invernaderos, los principales estados productores son: Distrito Federal, Sonora, Veracruz, Puebla, Morelos, Guerrero, Michoacán, Baja California, Jalisco, Oaxaca y otros.

En años recientes, una de las principales plagas en invernaderos, son los ácaros, uno de ellos es *Tetranychus urticae* Koch, considerando como la plaga principal de las plantas ornamentales y vegetales crecidas en invernadero a través del mundo. Sin embargo, a esta especie en la mayoría de las veces se le controla con productos químicos cada vez resulta más claro que la estrategia de la confianza unilateral en el control químico no debe ser la

solución al problema, esto debido a: a) desarrollo de la resistencia a los productos químicos b) el efecto perjudicial de éstos productos químicos a fauna benéfica c) reacciones fitotóxicas por las plantas tratadas. 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* Athias-Henriot. Sin embargo, en contra de las líneas genéticas de este depredador en nuestro país poco a nada se sabe.

Por todo lo mencionado anteriormente se considera importante evaluar los atributos biológicos de poblaciones de esta especie en contra de *T. urticae*. Ante esta situación y basándonos en el hecho de que un depredador debe ser evaluado de acuerdo a su adaptabilidad a medios heterogéneos, capacidad de búsqueda, respuesta funcional, respuesta numérica, sincronización espacio-temporal con la presa y especificidad. Se consideró importante una investigación tendiente al conocimiento de *P. persimilis* como agente regulador de las poblaciones de *T. urticae*. Para esto se planteó como objetivo fundamental determinar la eficiencia de la capacidad depredadora *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, sobre huevos de *T. urticae* en tres variedades de rosal híbridos de Tea Royalty Starlite y Pareo mediante la evaluación de su respuesta funcional.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Cultivo del Rosal

Desde tiempos remotos la rosa ha representado una parte en los mitos populares, leyendas y literatura. La historia de la rosa 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 Maria y a principios del siglo XIX, el desarrollo de las flores cultivadas adquirió un nuevo impulso para la colección de la emperatriz Josefina. Esta colección reunía todas las especies y variedades hasta entonces conocidas. En ese entonces por accidente las cruces se daban espontáneamente en la mayoría de las colecciones; ya que se practicaba la polinización artificial (Svododa 1966).

Descripción Botánica

La familia a la que pertenecen las rosas presenta una 3,000 especies agrupadas en 100 géneros, se encuentran en la mayor parte del mundo pero son mas comunes en las regiones templadas. Tienen hojas alternas, estipuladas, flores perigineas a epigineas en su mayor parte con cinco pétalos separados y numerosos estambres insertados en el hipantio. Las semillas por lo general carecen de endospermo. Los carpelos pueden estar separados o unidos y solitarios a numerosos. La familia es también muy variable en varios otros aspectos, pero los diferentes géneros claramente pertenecen todos a un grupo (Cronquist 1982).

Raíz.- es primaria en forma de eje (fusiforme) y se desarrolla de la radícula del embrión. De la raíz primaria se originan numerosas ramificaciones que constituyen las raíces secundarias (Ruíz et al 1980).

Tallo.- puede encontrarse derecho o inclinado, unas veces ramificado o sarmentoso. Las espinas se encuentran en los tallos y son producto del desarrollo de la epidermis en forma suberosa (acorchada), en la mayor parte de las especies estas espinas están recubiertas por una capa apergaminada y bien dura que casi siempre adopta la forma de una uña curva. Estas espinas se separan fácilmente dejando visible cicatriz. Los tallos son leñosos, persistentes y de corteza verde, gris o rojiza, según las especies y la edad de las mismas (Gajón 1948).

Hojas.- son altamente terminadas en número impar, los foliolos están profundamente aserrados y los limbos están estipulados en su base. Casi siempre son caducos y muy pocas veces persistentes (Gajón 1948).

Flores.- son completas, actinomorfas, pentámeras, generalmente perigineas con el receptáculo elevado en sus bordes alrededor del gineceo y que lleva insertos los sépalos en la parte exterior y al mismo tiempo sostiene también los pétalos en la parte superior interna, donde se encuentran los estambres; cáliz generalmente de color verde y formado por cinco piezas soldadas (sépalos) en su parte interior, estos protegen a la flor mientras se forma. La corola está compuesta por pétalos conteniendo varios matices y colores. Protege a los órganos hembra y macho y al mismo tiempo facilita la caída del polen en el estigma del gineceo. El androceo presenta estambres con anteras compuestas por dos sacos en donde se produce el polen, el cual se adhiere al gineceo por una sustancia gomosa y desciende por el tubo polínico hasta transformarse de nuevo en semilla (Gajón 1948)..

Pedúnculo.- es un pedicelo delgado que une la flor al tallo y termina en un ligero ensanchamiento comúnmente denominado como receptáculo; el pedúnculo suele ser largo o muy corto a casi reducido; por lo general es de color verde y forma cilíndrica. Consta de una epidermis con pocos estomas, de un colenquima que le proporciona resistencia y elasticidad, y un último al llegar a la región superior, se ramifica y distribuye por las demás partes de la flor (Ruíz et al 1980).

Fruto.- es un cinorrodon 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; estos se encuentran revestidos de pelos no urticantes hasta la mitad del pistilo. Generalmente son de escasa pulpa aunque hay también carnosos. El fruto está tapizado de un tejido glandular y termina en una expansión circular un poco fuera de la intersección del perianto sobre los bordes de la bolsa receptácular formando un abultamiento circular que se denomina disco y es donde están insertos los estambres en gran número (Gajón 1948).

Ubicación Taxonómica

De acuerdo a Cronquist 1982.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Rosidae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Subfamilia	Rosoideae
Género	Rosa
Especie	sp.

Generalidades de *Tetranychus urticae*

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

Distribución

La especie *T. urticae* se encuentra ampliamente distribuida en el mundo. En México se le reporta ocasionando daño en las zonas freseras de Irapuato, Guanajuato y Zamora, Michoacán y en menor grado en Jalisco, México, Puebla y Querétaro (Teliz y Castro, 1973). En los estados de Puebla, Morelos, México y Guanajuato ocasiona pérdidas en cacahuate, fresa y papayo (Estébanes, 1989). Por su parte, Yañes (1989) menciona que en el estado de México *T. urticae* afecta la calidad de la flor de crisantemo y rosal al deformar sus pétalos.

Ubicación taxonómica

El ácaro de dos manchas según Krantz (1970) se ubica en los siguientes taxas:

Phyllum: Arthropoda

Subphyllum: Chelicerata

Clase: Arachnida

Subclase: Acarida

Orden: Acariformes

Suborden: Prostigmata

Supercohort: Promata

Cohort: Eleutherogonina

Superfamilia: tetranychoida

Familia: Tetranychidae

Subfamilia: Tetranychinae

Tribu: Tetranychini

Género: *Tetranychus*

Especie: *urticae*

Aspectos biológicos y de comportamiento

El primer paso importante para el conocimiento de la biología del grupo de las especies de arañas de dos manchas fue dado a principios de los años 20's cuando se encontró que el macho de estas especies tenía un número de

cromosomas haploide y la hembra diploide. Actualmente se conoce que esta especie presenta tres pares de cromosomas y partenogénesis de tipo arrhenotokia (Helle y Bolland citados por Helle y Pijnacker, 1985).

Huevo

Los huevecillos de *T. urticae* miden en promedio entre 110 y 150 μm . Son de color translúcido a opaco blanquecino y cambian a color café conforme se va desarrollando el embrión, la superficie del córion es lisa con leves irregularidades. En la última etapa del desarrollo embrionario se presenta un cono respiratorio que se proyecta sobre la superficie del huevecillo (Crooker, 1985).

El mismo autor estudió el ciclo de vida de estos ácaros en el laboratorio (además de algunas observaciones de campo) y describió varios estados de vida, características de alimentación y hábitos de apareamiento. Así mismo, observó los efectos de la temperatura sobre el periodo de incubación de los huevecillos, reportando que a 24°C el período de incubación era de tres días, mientras que se necesitaban 21 días a una temperatura de 11°C. El tiempo de desarrollo fue de 5 a 20 días para machos (con un tiempo promedio de vida de 28 días).

Larva

Las larvas son redondas y poseen tres pares de patas. Al emerger del huevo son blancas y únicamente se les notan las manchas oculares de color

rojo carmín. Conforme pasa el tiempo se tornan de color verde claro y las manchas dorsales de color gris se empiezan a volver aparentes (Jeppson *et al.*, 1975).

Ninfa

Las protoninfas son ovaladas y poseen cuatro pares de patas. Son de color verde claro con manchas dorsales bien definidas y peritremas de forma de hoz. La deutoninfa es muy similar a la protoninfa de tal forma que resulta difícil diferenciarlas., es ligeramente mas oscura, de mayor tamaño y se les puede reconocer el sexo. (Jeppson *et al.*, 1975). El macho adulto es de coloración mas pálida y mas pequeño que la hembra, posee un abdomen puntiagudo y el mismo número de setas. Las manchas dorsales son casi imperceptibles y de color gris.

Adultos

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

supervivencia de seis especies de arañas y encontró que bajo condiciones de baja humedad (0 a 35 por ciento de humedad relativa) las hembras de *T. urticae* ponen mas huevecillos y viven más. El autor concluye que el fenómeno es debido a que las condiciones anteriores ocasionan que la hembra ingiera alimento en mayor cantidad de tal forma que se concentra mas en el cuerpo por la razón de que también hay mayor evaporación a través de la cutícula.

Todos los ácaros de la familia Tetranychidae pasan por las fases inmaduras de larva, protoninfa, deutoninfa y finalmente adulto. Los estados inmaduros se alimentan y entre cada uno de ellos hay períodos intermedios de quiescencia llamados protocrisálida, deutocrisálida y teliocrisálida, respectivamente. Durante los períodos de inactividad el ácaro se adhiere al substrato y forma una nueva cutícula (Crooker,1985). Al igual que muchos artrópodos el patrón de oviposición de los tetraníquidos comprende un período corto de preoviposición, un rápido pico de incremento pocos días después y por último un decremento paulatino. Aun cuando ésto puede variar dependiendo de la temperatura con un óptimo para el ácaro de dos manchas de 28-32°C en el cual se presenta un período de preoviposición de 0.5 días en promedio (Bravenboer, citado por Van de Vrie *et al.*, 1972).

Mecanismos de dispersión

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

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

Los tetránquidos han desarrollado algunos mecanismos que les ayudan a dispersarse y colonizar plantas ampliamente separadas y pueden servir también como mecanismos de escape de los enemigos naturales. Para Kennedy y Smitley (1985) este mecanismo es el movimiento de individuos a partir de colonias altamente pobladas, pudiendo ocurrir de las partes infestadas a las no infestadas en una misma planta o bien hacia plantas diferentes. Según Hassey, Parr y Coates (citados por Kennedy y Smitley, 1985), la dispersión entre plantas en algunas especies es el resultado de la tendencia de un grupo de hembras prereproductivas a emigrar de las hojas en las cuales ellas se desarrollaron. Una vez que han ovipositado, pocas hembras de *Tetranychus urticae* tiene la tendencia a colonizar hojas nuevas o al menos lo hacen en menor grado que las hembras que no han iniciado la oviposición.

Proporción de sexos

La proporción sexual 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 hijas. En tanto que si se completa habrá una descendencia mayor de ellas, pudiendo considerarse como normal una producción de tres hembras por cada macho. Helle y Pijnacker (1985) mencionan a su vez que en caso de que las hembras no hayan sido fecundadas se producirán machos por partenogénesis.

Diapausa

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

Control Biológico

Importancia

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

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

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

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

- c) Alto potencial reproductivo.- Especies como *P. persimilis* presentan mayor potencial reproductivo que otras especies de Phytoseiidae, a causa principalmente de su alta fecundidad y del tiempo de desarrollo tan corto que tienen si lo comparamos con el de su presa, *T. urticae*. Así, varias generaciones del depredador pueden ser producidas con una generación de la presa. Es importante anotar que el depredador especializado requiere abundante cantidad de presa para sobrevivir y reproducirse.
- d) Voracidad.- De acuerdo con Sabelis (1981), una hembra grávida de *P. persimilis* tiene alta capacidad de depredación: consume por día de 14 a 23 huevos de *T. urticae*.
- e) Alto grado de especificidad de la presa.- Este carácter indica una buena adaptación biofisiológica al huésped, y una dependencia aparente directa de los cambios de población de la presa.
- f) Características morfológicas y agrupamientos taxonómicos.- Según McMurtry (1982), las tres especies consideradas más efectivas (*Phytoseiulus persimilis*, *Typhlodromus occidentalis* y *Amblyseius fallacis*), como depredadores específicos de Tetranychidae, presentan una seta larga en posición media del escudo dorsal (alguna de las setas dorsales D o J-j), similar a las de la serie de setas laterales L o S del escudo dorsal. La posesión de estas setas indica probablemente convergencia, y sugiere que la predación especializada de ácaros tetraníquidos evolucionó independientemente en varios grupos de Phytoseiidae.

Generalidades de Phytoseiidae

Importancia

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

Los Phytoseiidae son de vida libre, terrestres y se encuentran en el follaje, corteza y humus en todas partes del mundo y han captado la atención debido a su capacidad depredadora, su utilidad para estudios experimentales de depredación y al interés en su sistemática y taxonomía (Sabelis, 1985). Su eficiencia depredadora puede evaluarse con base en seis características: 1) adaptabilidad a medios heterogéneos, (lo anterior indica que deben soportar una variedad amplia de cambios en los factores ambientales); 2) capacidad de búsqueda, (en ésta se incluye la movilidad, relativa al área en la que se desplazan en un tiempo definido); 3) aumento en el poder de reproducción cuando disponen de mayor cantidad de la presa (respuesta numérica); 4) poder de consumo en función de la densidad de presa (respuesta funcional), es decir, que la cantidad de presas consumidas aumente al aumentar la densidad de las

mismas, siempre y cuando no hayan llegado al nivel de saciedad; por lo tanto, pueda esperarse un aumento en la reproducción del depredador con tendencia a su máxima capacidad; 5) sincronización espacio-temporal con la presa; y 6) especificidad. Característica que debe considerarse en base a la abundancia de la presa; es decir, que cuando la densidad de la presa sea alta el depredador la prefiera como fuente de alimento y cuando sea baja el depredador sobreviva a base de la utilización de otras fuentes de alimento (Huffaker *et.al.*, 1974).

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

Alimentación

Los órganos de ingestión de alimento de los Phytoseiidae están localizados en el gnatosoma; aquí se encuentran las glándulas salivales que están muy desarrolladas; se cree que producen una saliva rica en enzimas que es inyectada en la presa para facilitar la predigestión y remover luego cómodamente el contenido de la presa. Chant, (1985). El mismo autor considera que el éxito de succionar este contenido dependería de la desintegración de los tejidos y ésta sería imposible sin la inyección apropiada

de enzimas en la presa. La cavidad bucal, dentro de la cual sobresale la boca, se abre internamente en una faringe provista de fuertes músculos que se dilatan y contraen, actuando como bomba de succión para remover el contenido del cuerpo de la presa.

En 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 investigador señala que por lo regular, succionan a sus presas hasta dejarlas totalmente secas, y parece que están adaptados para ingerir grandes volúmenes de alimento de una sola vez, y a intervalos irregulares según el momento en que se capture la presa.

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

Generalidades de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot

Ubicación taxonómica según (Athias-Henriot)(Krantz, 1978).

Phyllum Arthropoda.
Subphyllum Chelicerata.
Clase Acarida.
Orden Parasitiformes.
Suborden Gamasida.
Supercohort Monogynaspides.
Cohort Gamasina.
Superfamilia Phytoseioidea.
Familia Phytoseiidae.
Género *Phytoseiulus*.
Especie *persimilis*.

Importancia

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

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

Desarrollo, Reproducción y Biología

La fase de desarrollo de *P. persimilis* es similar a la de arañita de dos puntos, es decir, pasa por los estados de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Laing, 1968; Sabelis, 1981). Los huevos son ovales y son puestos cerca de la comida. Son naranja claro y translúcidos cuando están recién depositados, pero conforme pasa el tiempo se van obscureciendo. Los huevos del depredador pueden ser distinguidos de los de la presa por el color o bien por la forma.

La larva es hexapoda, al parecer no se alimenta y permanece inactiva al menos que sea perturbada. La primera comida es efectuada por la protoninfa, de hecho inmediatamente después de que la larva tira el exoesqueleto para

convertirse en protoninfa empieza a buscar comida. Se alimenta y continua buscando, con periodos intermitentes de inactividad. La deutoninfa come en todo su tiempo de vida y más tarde muda, y da lugar al adulto.

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

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

En este estudio, la tasa intrínseca de crecimiento (r_m) para el depredador fue mas alta que la de la presa 0.219 y 0.143 respectivamente. Dados estos resultados, no es sorprendente que *P. persimilis* es uno de los enemigos naturales más efectivos de las arañitas de dos puntos que se sabe.

De hecho en un tiempo este puede ser demasiado efectivo, estos pueden 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 comidas por la fase más voraz (la hembra joven ovipositando) generalmente crece cuando las temperaturas se incrementan (Force, 1967). El mismo autor menciona que a una humedad relativa de 75 por ciento., el promedio de consumo de deutoninfas de arañita de dos puntos por una sola hembra del depredador fue de 8.8 a 17°C mientras que de 13.5 a 26°C. Pruszyński, (1976) también demostró que el consumo de la presa aumenta conforme disminuye la humedad relativa y aumenta la temperatura.

La tasa en que *P. persimilis* se desarrolla está en función de la temperatura y se describe por una línea recta por encima del rango de

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

La tasa de oviposición, como se mencionó anteriormente depende de la edad de la hembra. El efecto de la temperatura por lo general en la interacción depredador-presa fue estudiado por Force (1967). Este autor usó temperaturas constantes de 15, 20, 25, y 30°C y obtuvo mejor control de arañita de dos puntos a 20°C, muestran que este depredador a 30°C, *P. persimilis* fue incapaz de efectuar un control adecuado mientras que a 15 y 25°C, la presa fue controlada pero no tan drásticamente como a 20°C.

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

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

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

Hábitos Alimenticios

Todas las etapas de desarrollo de la araña de dos puntos sirven de alimento a la hembra adulta de *P. persimilis*. La etapa larval del depredador no

se alimenta, pero la protoninfa y deutoninfa podría alimentarse de huevecillos, larvas y protoninfas de arañita de dos puntos (Takafuji y Chant, 1976). El número de cada estado comido, depende de la densidad de la presa y el depredador así como la temperatura, humedad, la etapa de alimentación del depredador y que etapa de la presa son disponibles (Ashihara *et al.*, 1978, Chant 1961). Ashihara *et al.*, (1978) reportó que este depredador se alimentó, reprodujo y completó su desarrollo solo de arañas de la subfamilia tetranychinae y al igual que Chant (1961) observó a *P. persimilis* comiendo a trips jóvenes. Llegando *P. persimilis* a practicar el canibalismo en ausencia de su presa (Dosse, 1958; Laing, 1968).

Dispersión y Búsqueda

McMurtry, 1982 reporta al comparar *P. persimilis* con otras cinco arañas depredadoras, con un mejor porcentaje de fuerza de dispersión, y esta distribución y la de estas presas estuvieron altamente correlacionadas. La habilidad de *P. persimilis* a dispersarse y encontrar nuevas colonias de presas depende de las características físicas del medio ambiente, distribución y densidad de la presa, densidad del depredador, y la duración de infestación o la cantidad de telaraña de la araña presente (Takafuji 1977). El mismo investigador reporta que una característica importante medioambiental es la densidad de las plantas dentro del invernadero. Por ejemplo, cuando las plantas infestadas son de hojas lo suficientemente densas y están en contacto, el depredador puede dispersarse fácilmente, cuando las plantas tienen poca

continuidad física, la habilidad del depredador a dispersarse se puede reducir por aproximadamente 20%, la densidad de ambos, depredador y presa obligaran a que el depredador abandone las plantas infestadas y busque nuevas fuentes de comida si este se encuentra en mayor densidad.

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

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

Métodos de Liberación

La fase más crítica en la implementación de cualquier programa de control biológico es la fase de liberación (French *et al.*, 1976; Gould, 1970. (Stenseth, 1980). Este último señala que también es importante el momento adecuado para liberar la arañita depredadora ya que muchas veces se a fracasado al intentar controlar biológicamente al descubrir las infestaciones de arañitas naturales demasiado tarde.

Se han desarrollado métodos para aumentar la probabilidad de liberación con buen éxito para controlar a *T. urticae* con *P. persimilis*. Existe un método conocido como “la plaga es primero” este consiste en que para el caso de espacios cerrados como invernaderos se trata de liberar uniformemente al ácaro plaga y una vez que se establece se libera su depredador. El objetivo de

lo anterior es estabilizar la población de éste último de tal forma que cuando llegan las poblaciones naturales de araña roja ya se encuentre el enemigo natural disponible, otro sistema consiste en liberar al mismo tiempo el ácaro fitoparásito y su depredador (Markkula y Tiittanen, 1976; Ravensberg *et al.*, 1983). Esto se recomienda por que hay ocasiones en que ocurre daño en el periodos de tiempo en que aparecen las poblaciones del ácaro plaga.

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

Se han registrado estudios para determinar a que producto químico *P. persimilis* puede tener más tolerancia, de esta forma se podría utilizar en programas de manejo integrado de plagas, acaricidas tolerados por el depredador con efecto mortal en la arañita de dos manchas.

Cuadro 2.1 se resumen algunos pesticidas con cierto grado de tolerancia por *P.*

persimilis.

QUÍMICO	MÉTODO DE APLICACIÓN **	HUEVOS ***	ADULTOS
Insecticidas y Acaricidas			
Acephato	HV	-	H
Aldicarb	GRANULOS	-	H
Bacillus thuringiensis	HV	S	S
Carbaryl	HV	-	H
Diazinon	HV	-	H
Diazinon	EMPAPADO	-	S
Diazinon	ULV	-	H
Dicofol	HV	-	H
Dimetoato	HV	H	H
Dimetoato	EMPAPADO	H	-
Endosulfan	HV	-	H
Oxido de fenbutatin	HV	-	S
Lindano	HV	H	H
Lindano	EMPAPADO	-	I
Lindano	HUMO	S	H
Malation	HV	H	H
Metomilo	HV	-	H
Nicotina	HV	-	I
Ticotina	HUMO	S	S
Paration	HV	H	H
Paration	EMPAPADO	H	H
Paration	HUMO	H	H
Permetrina	HV	-	H
Permetrina	NIEBLA	-	H
Pirimicarb	HV	S	S
Piretrina	HV	H	H
Propargite	HV	H	-
Fungicidas			
Benomyl	HV	H	H
Captafol	HV	S	S
Captan	HV	S	S
Chlorothalonil	HV	S	S
Dinocap	HV	-	S
Iprodione	HV	S	S
Mancozeb	HV	-	S
Maneb	HV	-	S
Metalaxyl	HV	-	H
Thiram	HV	I	S
Triforine	HV	S	S
Zineb	HV	-	S

1.- Estos datos fueron copilados Hassan y Oomen 1985; Steiner y Elliott 1983.

** HV = alto volumen ULV = ultra bajo volumen

*** Llaves de símbolos S = seguro; I = intermedio; H = dañino y - Desconocido.

Importancia de la Respuesta Funcional

Naturalmente, una de las cosas más importantes para un consumidor es la densidad de su alimento ya que, por regla general, cuando mayor es la densidad del alimento, tanto más come el consumidor. La relación entre la tasa de consumo de un individuo y la densidad del alimento recibe el nombre de respuesta funcional del consumidor (Solomon, 1949), donde la máxima cantidad de presas muertas está determinada por el efecto combinado del tiempo de manipulación y la saciedad (Holling, 1959).

El mismo investigador reporta en una publicación posterior. (Holling, 1961), que los componentes de la respuesta funcional son: la tasa de éxito en la búsqueda, tiempo de exposición, tiempo de manipuleo, hambre, aprendizaje del depredador, inhibición por la presa, explotación, interferencia entre depredadores, facilidad social y el aprendizaje de la presa a evitar ser depredada. Las clasifica en tres tipos: La respuesta funcional de tipo I en la cual el depredador consume sus presas en un principio en forma uniforme en relación al tiempo y llega un momento en que se estabiliza es decir ya no aumenta su consumo. Un ejemplo de lo anterior está representado en la Figura No.1.A. En la respuesta funcional de tipo II en la que la tasa de consumo aumenta con la densidad de la presa, Figura No.1.B, pero disminuye la velocidad de aumento hasta alcanzar una plataforma en la que la tasa de consumo permanece constante, independientemente de la densidad de la presa. La explicación de Holling (1959) para la respuesta de tipo II puede ser

resumida del siguiente modo. Un consumidor ha de dedicar un cierto tiempo de manipulación a cada presa que consume (es decir, perseguir, dominar y consumir la presa, y luego prepararse para la siguiente búsqueda). A medida que aumenta la densidad de las presas, cada vez resulta más fácil encontrar una. Sin embargo, la manipulación de una presa continúa exigiendo el mismo tiempo, y por lo tanto la manipulación total ocupa una proporción creciente del tiempo de consumidor hasta llegar a una densidad tal de las presas que el consumidor pasa realmente todo su tiempo manipulándolas. Por consiguiente, la tasa de consumo se aproxima y alcanza luego un máximo (plataforma) determinado por el número máximo de tiempos de manipulación que caben en el tiempo total disponible. Por último, la respuesta funcional de tipo III, tiene la misma explicación que esta última. Sin embargo, cuando la densidad de la comunidad es baja, la respuesta de tipo III tiene una fase de aceleración durante la cual un incremento de la densidad conduce a un aumento más que lineal de la tasa de consumo. Por lo tanto, en conjunto, una respuesta de tipo III es sigmoïdal o en "S", Figura No.1.C.

Las respuestas funcionales de tipo II recibían antes el nombre de respuestas funcionales de los invertebrados, y las de tipo III el de respuestas funcionales de los vertebrados, ya que las alteraciones del comportamiento asociadas a las respuestas de tipo III estaban limitadas en gran parte a los vertebrados. Sin embargo hoy en día, y tal como tiende a confirmarlo el estudio de la permutación, parece probable que las respuestas funcionales de tipo III se encuentran tanto en los vertebrados como en los invertebrados.

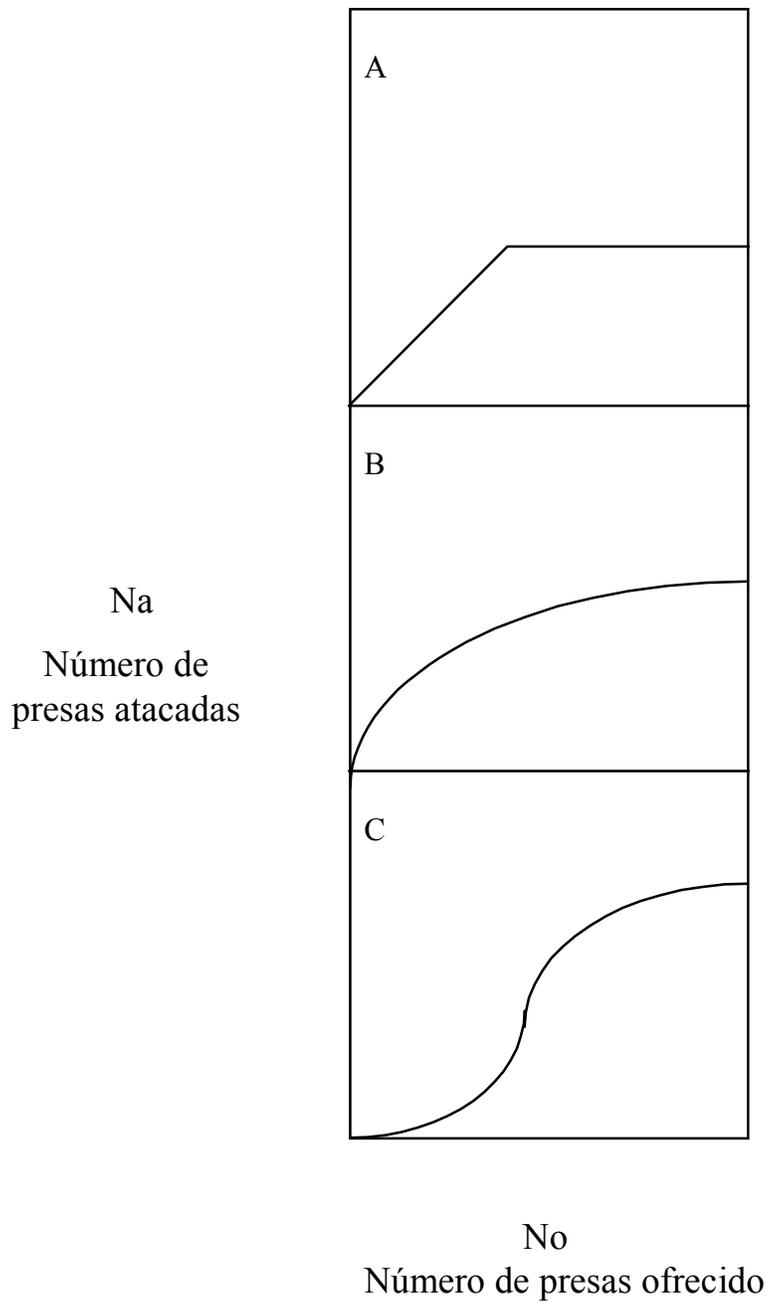


Fig. No. 1. Curvas de respuesta funcional (Holling, 1959)
A) Tipo I, lineal. B) Tipo II, asintótica.
C) Tipo III, sigmoidal.

El objetivo final de un estudio de depredación es comprender y definir los factores y mecanismos responsables de la estabilidad del sistema depredador-presa (Badii y McMurtry, 1990).

Modelo de Transformación de Woolf

El modelo de la transformación de Woolf (Fan y Pettit, 1994) predice el número de presas muertas (N_a) en función de la densidad de presas ofrecidas (N_o), limitado por el tiempo de manipulación, que incluye el tiempo gastado por el depredador después de que ha capturado su presa, hasta que inicia la búsqueda de la próxima presa. El número máximo de presas atacadas bajo condiciones experimentales se estima:

$$N_o/N_a = 1 / a' + T_h N_o$$

Donde:

N_a = no. de presas muertas.

N_o = no. de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

T_h = tiempo de manipulación.

Modelo de Holling

El modelo de Holling (1959) predice que el número de presas muertas (N_a) por un depredador aumenta en forma inversa con la densidad de presa (N_o), hasta aproximadamente a la saciedad. El número máximo de presas

atacadas en condiciones experimentales está determinado por la división del tiempo total de exposición (T_t) entre el tiempo de manipulación (T_t/T_h); la rapidez con que este número es alcanzado está determinada por la tasa instantánea de descubrimiento (a'), la cual está en función de la tasa de búsqueda multiplicada por la probabilidad de descubrimiento de una presa.

$$Na/No = a' (T_t - T_h Na)$$

$$Na/No = a' T_t - a' T_h Na$$

$$Na = (a' T_t No) / (1 + a' T_h No)$$

Donde:

Na = no. de presas muertas.

No = no. de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

T_t = tiempo total de exposición depredador-presa.

T_h = tiempo de manipulación.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (U.A.A.A.N), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Durante el periodo comprendido de enero a mayo de 1999. Las especies utilizadas para el estudio biológico de depredación, fueron *Tetranychus urticae* Koch como presa y *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot como depredador (Acari: Tetranychidae: Phytoseiidae).

Obtención de *Tetranychus urticae*

Los especímenes utilizados en el estudio, se colectaron de tres variedades de rosal Royalty, Starline y Pareo, estas se encuentran establecidas en el invernadero de Horticultura localizado en el bajío de la U.A.A.A.N. Las variedades se encontraban con poblaciones de *T. urticae*. Se colectaron hojas infestadas, transportándolas en bolsas de plástico, tomando 20 ácaros como muestra de cada variedad y se depositaron en alcohol al 70 por ciento para su identificación.

Obtención de *Phytoseiulus persimilis*

Los ácaros utilizados como progenitores, se obtuvieron de la empresa productora de organismos benéficos Berrymex, S. A. de C.V. (Localizada en Jocotepec, Jalisco). Para el presente estudio se adquirió una botella cuyo contenido era de aproximadamente 4,000 ácaros, el cual fue mantenido a temperaturas 25 – 27°C antes de su empleo en la investigación.

Cría de *Phytoseiulus persimilis*

La cría de los depredadores *P. persimilis* que se usaron para realizar los estudios de respuesta funcional, se llevó a cabo dentro de un invernadero, a una temperatura de $27 \pm 2^\circ\text{C}$, con una humedad relativa de 50 - 55 por ciento y con un régimen de 12 horas luz. El alimento consumido por el depredador fue *T. urticae* sobre plantas de frijol.

Procedimiento del experimento

Todo el proceso de respuesta funcional se realizó en una cámara del Departamento de Parasitología de la U.A.A.N., a una temperatura de $28 \pm 2^\circ\text{C}$, 60 por ciento de humedad relativa, durante 24 horas continuas de luz fluorescente.

Se colectaron hojas de rosal infestadas y no infestadas de ácaros de las variedades en estudio, enseguida se trasladaron a la cámara de crecimiento en donde las hojas libres de ácaro se lavaban con agua y, con un sacabocados se obtenían las hojas disco, para después colocarse sobre su haz en cajas petri provistas de una almohadilla de algodón saturadas de agua destilada.

De las hojas de rosal infestadas, los ácaros hembras de *T. urticae* se transferían con un pincel de pelo de camello (1/0) a la hoja-disco de rosal mencionada anteriormente, donde se colocaban de 2 a 20 hembras de *T. urticae* en cada hoja-disco, y una vez infestadas se mantenían dentro de la cámara de crecimiento a una temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$, 60 por ciento de HR, durante 24 horas continuas de luz fluorescente, esto con la finalidad de alcanzar el número deseado de huevecillos en la hoja-disco, estas son a 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 100 cada densidad constó de 15 repeticiones para las tres variedades de rosal a evaluar.

Una vez que las hojas disco de rosal se ajustaron a las densidades, los ácaros hembras de *T. urticae* se retiraron y los discos se mantuvieron sobre el haz colocandolos sobre papel humedo, el cual estaba sobre una base de vidrio de 5X5 cm; sobre el disco de hoja se colocaba un acrílico de 5X5 cm perforado de un diámetro de 2.7 cm y una altura de 0.5 cm, Las hembras grávidas de *P. persimilis* fueron introducidas con la ayuda de un pincel fino (1/0) dentro de

cada hoja disco. Para evitar el escape de la hembra de *P. persimilis* se tapaba con un acetato pinchado para permitir la oxigenación, el cual se sujetaba con una banda de caucho y así facilitar los conteos en el estereoscopio; para evitar la deshidratación de los huevecillos y las hojas disco de rosal.

Posteriormente se colocaba en una cajas petri provistas de una almohadilla de algodón saturada de agua. Este sistema evita que la hoja-disco y huevecillos de *T. urticae* no se deshidraten, el número de huevecillos de la arañita de dos puntos presentes en cada disco fue contado a las 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 24 horas más tarde.

Análisis de los datos

Los datos de depredación (Respuesta funcional) se analizaron mediante el analisis de varianza (ANVA) utilizando para dicho análisis en el número de presas muertas en cada densidad ofrecida y en cada prueba, los datos fueron transformados a logaritmo ($x + 1$).

Además de lo anterior se recurrió a un ajuste de los valores del número de presas muertas observadas entre los estimados (Holling), bajo una prueba de concordancia X^2 5 por ciento (Zar, 1974). El análisis de varianza (ANVA) y la regresión lineal fueron realizados usando el modelo general lineal (MGL), procesando los datos en SAS (SAS Institute Inc; 1985). Para hacer todas las comparaciones múltiples que son posibles con los diferentes tratamientos se

utilizo la prueba de medias Tukey , para todo el análisis estadístico se analizo al nivel de significancia al 5 por ciento.

Para simular la respuesta funcional se utilizo el modelo “aleatorio depredador” transformación de Woolf (Fan y Petitt , 1994) y Holling (1959). Para ello del conteo de las presas muertas, se tomaron los resultados totales, de tal forma que la media correspondió a el número de presas muertas (N_a); enseguida, por medio de una regresión lineal, se determinó los valores de a y β , donde los valores del eje Y corresponden a las diferentes densidades de población de la presa y los valores del eje X son los cocientes de la relación N_o/N_a (Modelo de transformación de Woolf) y N_a/N_o (Modelo de Holling). Estos valores fueron sustituidos en: $a = 1/a'$ y $\beta = Th$, para obtener los parámetros de a' (tasa instantánea de descubrimiento de presa) y Th (tiempo de manipuleo) para el modelo de la transformada de Woolf ; y en: $a = a'$ y $-\beta = a' Th$, para estimar la a' y Th del modelo de Holling.

Al obtener los parámetros de a' y Th , se estimó el número de presas muertas con los modelos para respuesta funcional de transformación de Woolf (Fan y Petitt, 1994):

$$N_a = a' N_o / (1 + a' Th N_o)$$

donde a' y Th se obtienen de:

$$N_o / N_a = 1 / a' + Th N_o$$

y Holling (1959):

$$N_a = a' Tt N_o / (1 + a' Th N_o)$$

donde a' y T_h se estiman :

$$Na / No = a' T_t - a' T_h Na$$

Donde:

Na = número de presas muertas.

No = número de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

T_t = tiempo total de exposición depredador/presa.

T_h = tiempo de manipulación.

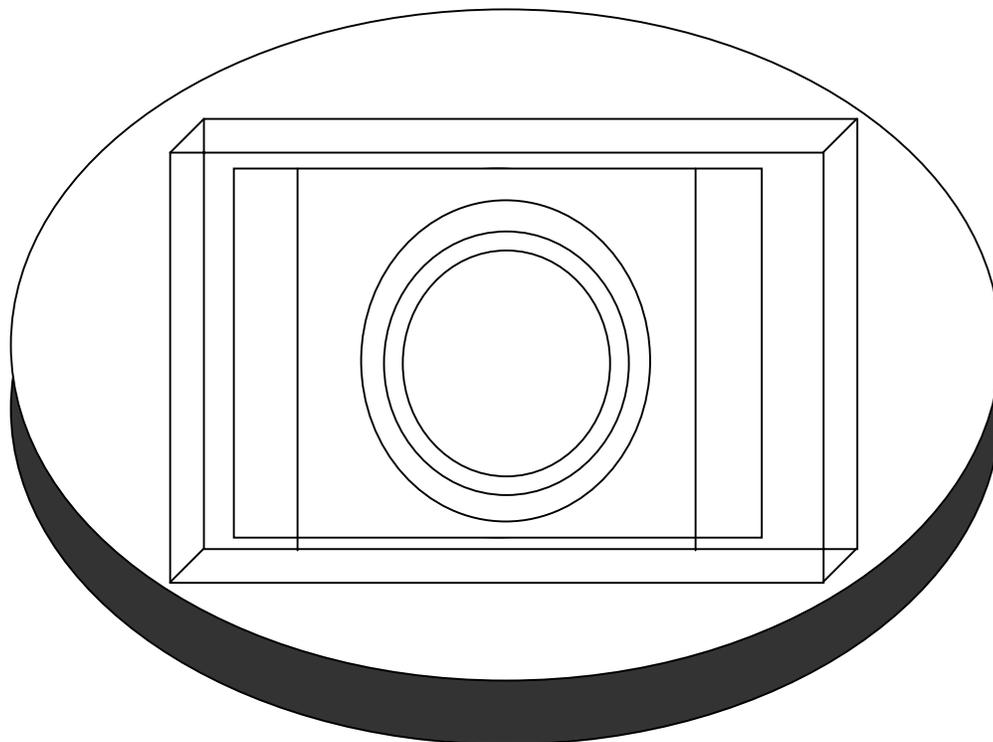


Figura 3.1. Técnica de la “hoja-arena” utilizado para los estudios biológicos y de depredación de *Phytoseiulus pesimilis* Caja petri (A), Algodón (B), Base de vidrio (5x5cm) (C), Papel absorbente (D), Hoja de frijol (E) Acrílico perforado (5x5cm) (F), Acetato pinchado (G), Bandas de caucho (H).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de depredación ocurrida se registra en los Cuadros A. 1 al A. 21, de estos se tomó el promedio de huevos consumidos para cada densidad y variedad de rosas a las 24 horas, estos datos se consignan en el Cuadro 4.1. Observamos que los valores promedios más altos de presas consumidas se presenta en las dos últimas densidades y los menores cuando solo se expone un huevo. Sin embargo para todos los casos las dos últimas densidades se observó un decremento en la velocidad de depredación (No de presas atacadas/No de presas disponibles) es decir, conforme se aumentó la densidad, bajo la depredación. Lo anterior indica que el depredador a reducido su nivel de consumo ha llegado o se acerca al punto de saciedad.

Los resultados de depredación de *P. persimilis* sobre *T. urticae* en esta investigación son mayores a los reportados por Sabelis (1981) quien reporta que una hembra gravida de *P. persimilis* consume por día de 14 a 23 huevos de *T. urticae* aunque no reporta bajo que condiciones se presentan estos resultados.

Cuadro 4.1. Promedio de huevos de *T. urticae* consumidos por *P. persimilis* sobre discos de hoja de rosal en las variedades Royalty, Starlite y Pareo a diferentes densidades de la presa en periodos de 24 horas a $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

PROMEDIO DE HUEVOS CONSUMIDOS (Na)						
No	ROYALTY		STARLINE		PAREO	
	Na	RANGO	Na	RANGO	Na	RANGO
1	1.0000	1-1	1.0000	1-1	0.9333	0-1
2	1.9333	1-2	2.0000	2-2	2.0000	2-2
4	4.0000	4-4	4.0000	4-4	3.9333	3-4
8	8.0000	8-8	8.0000	8-8	8.0000	8-8
16	16.0000	16-16	15.9333	15-16	15.8000	14-16
32	32.7333	29-32	31.1333	28-32	31.4000	29-32
64	51.0000	40-62	51.6000	43-55	45.6000	32-58
100	56.0000	42-64	56.2666	45-68	53.8000	40-72

En relación a la tasa instantánea de descubrimiento (a') y el tiempo de manipulación (T_h) los resultados se consignan en los Cuadros 4.2, 4.3 y 4.4 como se puede observar los valores más altos de el coeficiente de ataque (a') corresponden en el tiempo de 0 a 2 horas con un valor de 1.2628 y un tiempo de manipulación de 0.2577255 lo que corresponde aproximadamente a 31 minutos para la variedad Royalty, para las variedades Starlite y Pareo correspondió al tiempo de 2 a 4 horas, en donde (a') tiene un valor de 0.34 y 0.30 con un tiempo de manipulación (T_h) de, 24 y 19 minutos respectivamente. Es decir en los tiempo de 0 a 4 horas la hembra de *P. persimilis* tuvo una mayor tasa instantánea de descubrimiento del huevo de *T. urticae*.

Los parámetros para respuesta funcional de *Euseius hibisci* sobre *T. urticae* obtenidos por Hernandez (1994) indican que presentan una baja tasa instantánea de descubrimiento $a' = 0.8068$ con huevos mientras que en esta investigación la menor tasa instantánea de descubrimiento (variedad Pareo) es 1.3160 veces mayor.

Cuadro 4.2. Parámetros de la respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en la variedad Royalty a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.

Tiempo en Horas	Tasa Instantánea de Descubrimiento (a')	Tiempo de Manipulación (T_n)
0 - 2	1.2628	0.257725
2 - 4	0.5389	0.258065
4 - 6	0.1430	0.104295
6 - 8	0.0900	0.089265
8 - 10	0.0523	0.015553
10 - 12	0.0410	0.007456
12 - 24	0.0998	0.025476

Cuadro 4.3. Parámetros de la respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en la variedad Starlite a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.

Tiempo en Horas	Tasa Instantánea de Descubrimiento (a')	Tiempo de Manipulación (T_h)
0 - 2	0.2536	0.164306
2 - 4	0.3401	0.196513
4 - 6	0.2252	0.195938
6 - 8	0.1090	0.090404
8 - 10	0.0680	0.017549
10 - 12	0.0372	0.008575
12 - 24	0.0830	0.035260

Cuadro 4.4. Parámetros de la respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en la variedad Pareo a diferentes periodos de tiempo según el modelo de transformación de Woolf.

Tiempo en Horas	Tasa Instantánea de Descubrimiento (a')	Tiempo de Manipulación (T_h)
0 - 2	0.2326	0.129687
2 - 4	0.3037	0.153231
4 - 6	0.1622	0.178872
6 - 8	0.1477	0.113053
8 - 10	0.0955	0.158577
10 - 12	0.1167	0.003179
12 - 24	0.0877	0.171381

Como se observa el Cuadro 4.5. los valores relativos a la tasa instantánea de descubrimiento (a') fueron de 1.0722, 1.0764 y 1.0617 en las variedades Royalty, Starlite y Pareo respectivamente. Estos datos resultan altos a los propuestos por otros investigadores por ejemplo, estudios similares de Everson (1979) consignó que *P. persimilis* sobre *T. urticae* presentó una tasa instantánea de descubrimiento de 0.194 lo anterior representa una dependencia de 5.4731 veces mayor con respecto a la variedad Pareo.

En lo que se refiere al tiempo de manipulación (T_h) es decir, el tiempo que tarda el depredador en identificar, consumir y digerir a su presa, en el Cuadro 6 se presentan los resultados para las tres variedades en estudio, se puede observar que a las 24 horas el (T_h) fue de 0.007148, 0.007126 y 0.008140 para la variedad Royalty, Starlite y Pareo respectivamente, en términos de tiempo corresponden a 10, 10 y 11 minutos, es decir el depredador toma estos tiempos en identificar consumir y digerir a su presa.

Cuadro 4.5. Respuesta funcional de *P. persimilis* con huevos de *T. urticae* en las diferentes variedades de rosas a las 24 horas.

Huevos en las variedades	Tasa instantánea de descubrimiento (a')	Tiempo de manipulación (T_h)
Royalty	1.0722	0.007148
Starlite	1.0764	0.007126
Pareo	1.0617	0.008140

En las Figuras 4.1, 4.2 y 4.3 se graficaron los número de huevos consumidos (Na observados) y el número de huevos esperados (Na Holling) y se observa mediante una línea curvilíneal que los datos obtenidos en esta investigación se ajustaron al modelo tipo II de Holling para las tres variedades de rosal. Aunque no se determinó el punto exacto donde el depredador llega a la saciedad. Sin embargo conforme se aumentó la densidad, bajó la depredación. Mediante la prueba de Tukey (apendice) en los datos tomados a las 24 horas se observó que todos los tratamientos (densidades) para las tres variedades de rosal estadísticamente son diferentes, todos estos resultados nos indican que *P. persimilis* tiene capacidad para consumir mas de 56 huevos de *T. Urticae*.

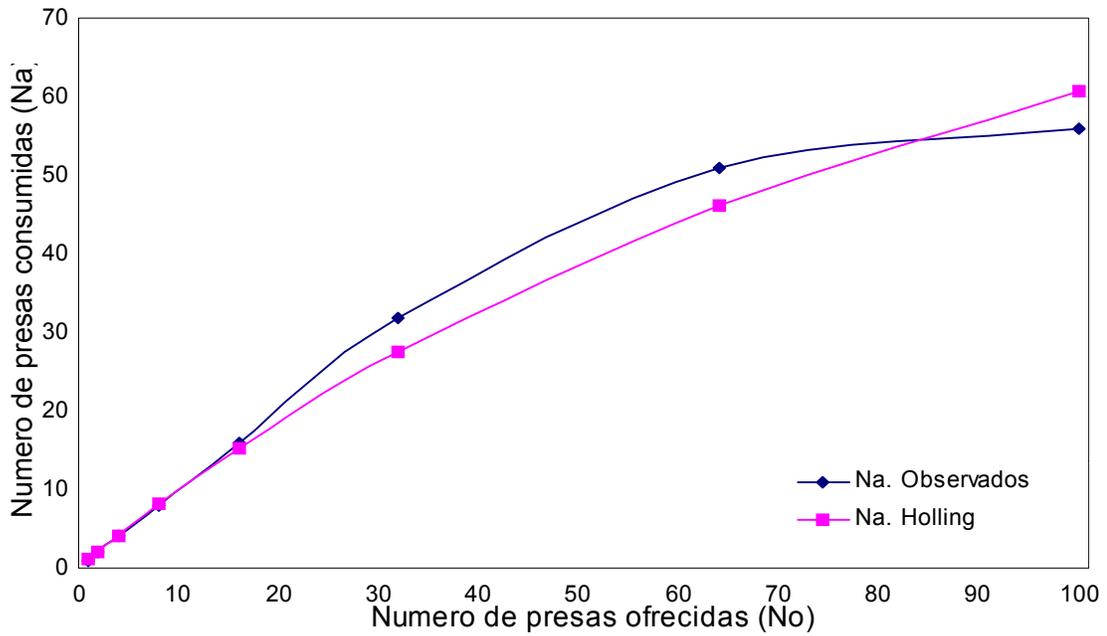


Fig. 4.1. Respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en hojas de rosal variedad Royalty a las 24 horas.

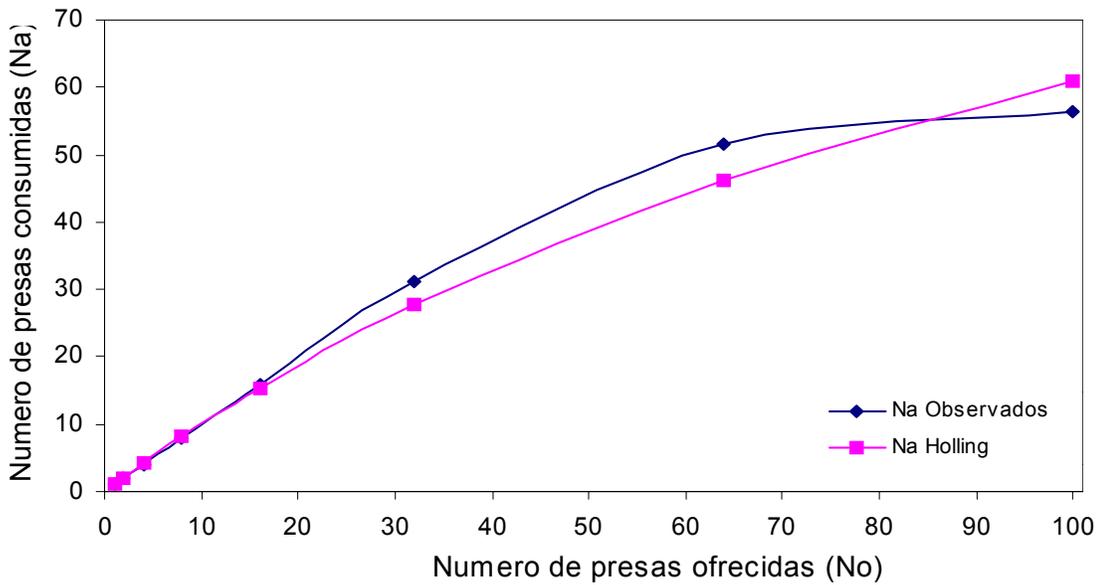


Fig. 4.2. Respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en hojas de rosal variedad Starlite a las 24 horas.

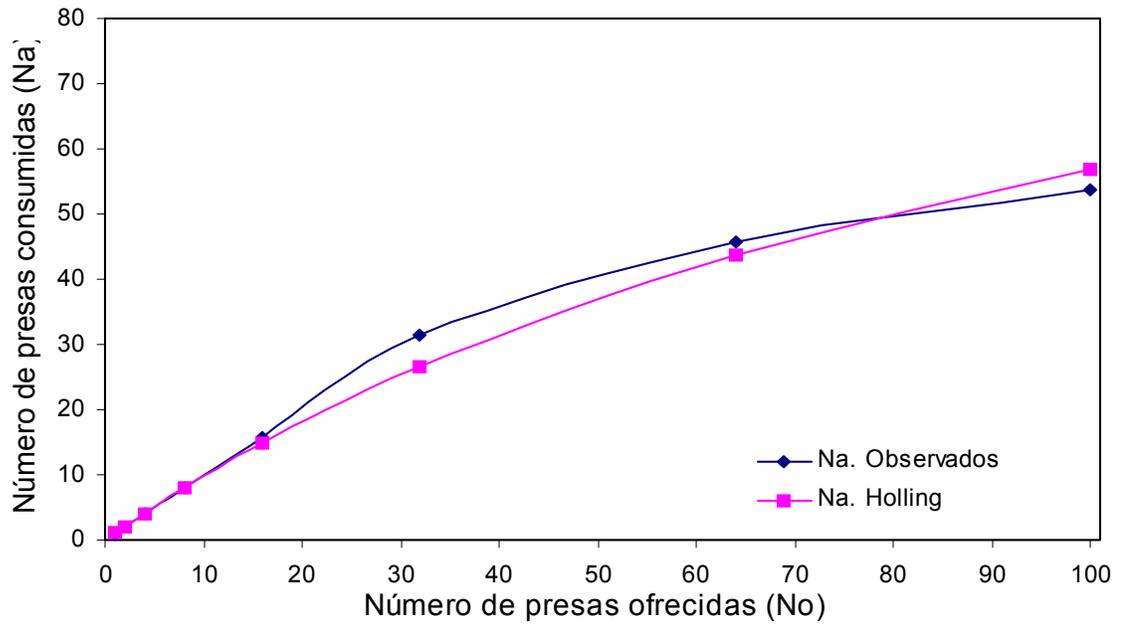


Fig. 4.3. Respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* en hojas de rosal variedad Pareo a las 24 horas.

Al realizar las pruebas de bondad de ajuste X^2 ($p \leq 0.05$), entre los valores observados experimentalmente y los teóricos esperados con el modelo de Holling, mostraron significancia ya que la $X^2_{calculada}$ para huevos fueron de 1.592027, 1.464419, 1.188767 en las variedades Royalty, Starlite y Pareo respectivamente, los cuales fueron menores que X^2_{tabla} 14.067. Los valores observados experimentales se ajustaron a los teóricos esperados por lo que las diferencias o desviaciones no son significativas; es decir, hay concordancia estos datos se observan en los cuadros 4.6, 4.7 y 4.8.

Cuadro 4.6. Análisis comparativo del promedio de huevos de *T. urticae* consumidos por *P. persimilis* a diferentes densidades Royalty y la mortalidad esperada según el modelo de Holling en la variedad Royalty.

No	Na Observados	Na Holling	X^2
1	1.0000	1.0641	0.003863
2	1.9333	2.1121	0.015141
4	4.0000	4.1614	0.006267
8	8.0000	8.0825	0.000843
16	16.0000	15.2821	0.033722
32	31.7333	27.5541	0.633875
64	51.0000	46.0397	0.534411
100	56.0000	60.6998	0.363903
			Σ1.592027

No = número de presas ofrecidas

Cuadro 4.7. Análisis comparativo del promedio de huevos de *T. urticae* consumidos por *P. persimilis* a diferentes densidades y la mortalidad esperada según Holling en la variedad Starlite.

No	Na Observados	Na Holling	X ²
1	1.0000	1.0682	0.004360
2	2.0000	2.1203	0.006832
4	4.0000	4.1775	0.007550
8	8.0000	8.1136	0.001591
16	15.9333	15.3402	0.022928
32	31.1333	27.6569	0.436961
64	51.6000	46.2066	0.629534
100	56.2666	60.9147	0.354670
			Σ1.464419

Cuadro 4.8. Analisis comparativo del promedio de huevos de *T. urticae* consumidos por *P. persimilis* a diferentes densidades y la mortalidad esperada según Holling en la variedad Pareo.

No	Na Observados	Na Holling	X ²
1	0.9333	1.0526	0.013531
2	2.0000	2.0874	0.003665
4	3.9333	4.1051	0.007195
8	8.0000	7.9448	0.000382
16	15.8000	14.9245	0.051354
32	31.4000	26.6154	0.860087
64	45.6000	43.7516	0.078089
100	53.8000	56.9521	0.174461
			Σ 1.188767

CONCLUSIONES

La respuesta funcional del depredador *Phytoseiulus persimilis* sobre huevos de la araña de dos puntos *Tetranychus urticae* en las tres variedades de rosal fue de tipo II; teniendo un promedio de depredación con 56,0000, 56.26666 y 53.8000 en la densidad de 100 huevos presa, en un periodo de 24 horas para las variedades Royalty, Starlite y Pareo respectivamente.

El valor de la a' fue de 1.0722, 1.0764, 1.0617 y para el Th fue de 0.007148, 0.007126 y 0.008140 a las 24 horas, para las variedades Royalty, Starlite y Pareo respectivamente.

RESUMEN

El principal problema de plagas en invernaderos son los ácaros siendo uno de ellos la arañita de dos puntos *Tetranychus urticae* es el mas importante en cultivos ornamentales y vegetales. Actualmente se ha dificultado el control químico con acaricidas debido a que ha desarrollado resistencia, perjudicado a fauna benéfica y a provocado reacciones fitotóxicas hacia la planta tratada. Por todo esto *T. urticae* Koch es la primera plaga controlada comercialmente, usando para ello el depredador *Phytoseiulus . persimilis*.

Una de las alternativas mas a los métodos ya existentes químico y cultural es el control biológico este se puede definir como la acción de enemigos naturales que mantienen la densidad demográfica de un parásito en uno mas bajo que no ocurriría en ausencia de estos enemigos.

La presente investigación tuvo por objetivo determinar el tipo de respuesta funcional de *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot sobre huevos de *Tetranychus urticae* en tres variedades de rosal Royalty, Starlite y Pareo.

La investigación se llevó a cabo durante el semestre primavera verano de 1999. El experimento se realizó dentro de una cámara bioclimática del

departamento de Parasitología Agrícola en la UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO" siguiendo la técnica de la hoja arena en discos de hoja de rosal de cada una de las variedades mencionadas anteriormente y con una temperatura de $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ con una humedad relativa de 60 por ciento a 24 horas continuas de luz flourecente.

Para medir la depredación sobre huevos de *T. Urticae* en las variedades Royalty, Starlite y Pareo, se contó con 15 repeticiones para cada una de las densidades ofrecidas 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 y 100 con registros a las 2, 4, 6, 8, 10, 12 y 24 horas.

Los datos obtenidos en esta investigación se les aplicó el Modelo de Transformación de Woolf (Fan y Pettit, 1994) para determinar la tasa instantánea de descubrimiento ('a) y el tiempo de manipulación (T_h) posteriormente se usó el modelo de Holling (1959), bajo una prueba de concordancia X^2 .

El estudio de respuesta funcional de *P. persimilis* sobre huevos de *T. urticae* indicó que es de tipo II observándose mediante una línea curvilíneal para las tres variedades de rosal estudiadas.

En las tres variedades de rosal los huevos de *T. urticae* son atacados por *P. persimilis*, presentado una media a la densidad de 100 de 56.0000, 56.2666 y 53.8000 a las 24 horas en las variedades Royalty, Starlite y Pareo.

Se determinaron los valores de tasa instantánea de descubrimiento (a') 1.0722, 1.0764 y 1.0617 con un tiempo de manipulación (T_h) de 0.007148, 0.007126 y 0.008140 a las 24 horas para las variedades Royalty, Starlite y Pareo respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Ahmadi, A. 1983. Demographic toxicology as a method for studying the dicofolthospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) system. Jour. Econ. Entomol. 76:239-242 pp.
- Amano, H., and D. A. Chant. 1978a. Mating behavior and reproductive mechanisms of two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* Chant (Acarina: Phytoseiidae). Acarologia 20:196-213. pp.
- Amano, H., and D.A. Chant. 1978b. Some factors affecting reproduction and sex ratios in two species of predacious mites, *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acarina:Phytoseiidae). Can. J. Zool. 56:1593-1607. pp.
- Andrews, K. 1989. "Introducción a los conceptos del manejo integrado de plagas." En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro . Andrews, K & Quezada, J.R. (ed). p. 4-20.
- Ashihara, W., T. Hamamura, and N. Shinkaji. 1978. Feeding reproduction, and development of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina:Phytoseiidae) on various food substances. Bull. Fruit Tree Res. Stn. Ser. E 1978. 2:91- 98.
- Badii, M.H. y J.A. McMurtry. 1990. Field Experiments of Predation: Dispersion, regulation and Population Changes. Publ. Biológicas, F.C.B./U.A. N. L. 4:43-48. pp.
- Begjarow, 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.
- Birch, L. C. 1948. The Intrinsic Rate of Natural Increase of an Insect Population. J. Anim. Ecol. 17:15-26.pp.

- Blommers. L., P. Lobbes. P. Vink. 1977. Studies on the response of *Amblyseius bibens* (Acarina: Phytoseiidae) to conditions of prey scarcity. *Entomophaga* 22:247-258. pp.
- Boudreaux, H. B. 1958. The effect of relative humidity on egg-laying, hatching, and survival in various Spider mites. *Jour. Insect. Physiol.* 2: 65-72. pp.
- Boys, F.E., and P.P. Burbutis. 1972. Influence of *Phytoseiulus persimilis* on populations of *Tetranychus turkestanii* at the economic threshold on roses. *J. Econ. Entomol.* 65:114-117. pp.
- 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. & Sabellis, M.W. (ed.). Elsevier Science Pub. Leiden, Holanda. p. 17-19.
- Cronquist, Arthur 1982. Introducción a la botánica. 2 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.
- Cruz, M. P. 1984. Acaros fitófagos de los principales cultivos de México. En Vera G. J., E. Prado y A. Lagunes (Editores) Chapingo, México. pp 251-259.
- Daftari, A. 1979. Studies on feeding, reproduction and development of *Amblydeius aberrans* (Acarina: Phytoseiidae) on various food substances. *Z. Ang. Entomol.* 88:449-453. pp.
- 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.
- Estebanez, M. L. 1989. Acaros en Frutales del Estado de Morelos. Instituto de Biología de la UNAM y Dirección General de Sanidad y Protección forestal SARH, México, D.F.360 pp.
- 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 emigration rates, and the numerical response to prey density (Acarina:Phytoseiidae). *Ibid.* 60:630-638. pp.

Everson, P. 1979. The functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) To various densities of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Can. Ent.* 111:7-10.

Fan, Y.Q. y Pettitt, F. L. 1994. Parameter estimation of functional response. *Environ. Entomol.* 23(4): 785-794. 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.

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*. 2 Edición. Bartolomé Trucco. Ed. México.

Gerson U. 1985. Webbing. En Helle y Sabelis (Editores) *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company. pp. 223-230.

Gould, H.J. 1970. Preliminary studies of an integrated control programme for cucumber pests and an evaluation of methods of introducing *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot for the control of *Tetranychus urticae* Koch. *Ann. Appl. Biol.* 66:505-13. pp

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.

Hamlen, R.A. 1980. Report of *Phytoseiulus persimilis* management of *Tetranychus urticae* on greenhouse grown dieffenbachia. *Bull. SROP/WPRS* 1980 III/3: 65-74.

Hamlen, R.A. and R.K. Lindquist. 1981. Comparison of two *Phytoseiulus* species as predators of twospotted spider mites on greenhouse ornamentals. *Environ. Entomol.* 10:524-527 pp.

Hassan, S. A. and P. A. Oomen. 1985. Testing the side effects of pesticides on beneficial organism by OILB working party. In N. W. Hussey and N. Scopes, (eds.) *Biological Pest Control: The glasshouse experience*. Blandford press, Dorset, UK 237 pp.

- 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.
- Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Can. Ent.* 91:385-398.
- Holling, C.S. 1961. Principles of insect predation *Ann. Rev. Entomol.* 6:163-182. pp.
- Hoy, M.A., and J. M. Smilanick. 1979. Sex pheromone produced by immature and adult females of the predatory mite, *Metaseiulus occidentalis*, (Acarina: Phytoseiidae). *Entomol. Exp. Appl.* 26:291-300. pp.
- 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.
- Huffaker, C.B., M. van de Vrie, and J. A. McMurtry. 1969. The ecology of tetranychid mites and their natural control. *Annu. Rev. Entomol.* 14:125-174. pp.
- INEGI. 1998. *La Horticultura Ornamental en México*. 92 pp.
- Jackson, G. J. and J. B. Ford. 1973. The feeding behavior of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae), particularly as affected by certain pesticides. *Ann. Appl. Biol.* 75:165-171. pp.
- Jeppson, L. R., H. H. Keifer, y E. W. Baker. 1975. *Mites Injurious to Economic Plants*. University of California Press. 614 pp.
- Kennedy, G. C. y D. R. Smitley. 1985. Dispersal. En Helle W. y M. W. Sabelis (Editores) *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company. 233-240. pp.
- Kennett, C.E., and L.E. Caltagirone. 1968. Biosystematics of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Acarologia* 10:563-77. pp.
- Kolodochka, L. A. 1983. Ecological features of the predatory mite *Amblyseius longispinosus*. *Vestn. Zool.* 5: 36-42. pp.
- Krantz, G. W. 1970. *A Manual of Acarology*. Oregon State University. Book Stores inc. 509 pp.
- Krantz, G. W. 1978. *A Manual of Acarology*. 2nd ed. Oregon State University. Book Stores. Corvallis. OR, 509 pp.

- Laing, J.E. 1968. Life history and life table of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot. *Acarologia* 10:578-88. pp.
- Laing, J.E., and C.B. Huffaker. 1969. Comparative studies of predation by *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt) (Acarina:Phytoseiidae) on populations of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *Res. Popul. Ecol.* 11:105-126. pp
- Landeros F. J. 1995. Evaluación de parámetros poblacionales de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) expuesta a dosis bajas de avermectina. Disertación Doctoral ITESM; Monterrey, México. 68 pp.
- Maggi, V. L; y T. F. Leigh. 1983. Fecundity response of the twospotted spider mite to cotton treated with methyl parathion or phosphoric acid. *Econ. Entomol.* 76:20 – 25.
- Markkula, M., and K. Tiittanen. 1976. "Pest-in-First" and "natural infestation" methods in the control of *Tetranychus urticae* Koch with *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot on glasshouse cucumbers. *Ann. Agric. Fenn.* 15:81-85. pp.
- McClanahan, R.J. 1968. Influence of temperature on the reproductive potential of two mite predators of the twospotted spider mite. *Can. Entomol.* 100:549-556. pp.
- McMurtry, J.A.; Huffaker, C.B. and van de Vrie, M. 1970. "Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review. I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices." *Hilgardia* 40 (11): 331-330. pp.
- McMurtry, J.A. 1982. The use of phytoseiids for biological control: Progress and future prospects. In M.A. Hoy, [ed.] *Recent advances in knowledge of the Phytoseiidae*. Agricultural Sciences Publications. University of California, Berkeley, CA. 92pp.
- McMurtry, J. A., E. R. Oatman, P. A. Phillips, and C. W. Wood. 1978. Establishment of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) in Southern California. *Entomophaga* 23:175-79. pp.
- Mori, H., and D.A. Chant. 1966a. The influence of prey density, relative humidity, and starvation on the predacious behavior of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.* 44:483-491. pp.
- Mori, H., and D.A. Chant. 1966b. The influence of humidity on the activity of *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and its prey, *Tetranychus urticae* (C.L.Koch) (Acarina:Phytoseiidae, Tetranychidae). *Can. J. Zool.* 44:863-871. pp.

- Nachman, G. 1981. Temporal and spatial dynamics of an acarine predator-prey system. *Ibid.* 50:435-451. pp.
- Nicholl, E. C. I. 1994. Evaluación de *Amblyseius cucumeris* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) como un agente potencial de control biológico de *Frankliniella occidentalis* (THYSANOPTERA: THRIPIDAE). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 66pp.
- 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 humidity relative for development and reproduction of *Phytoseiulus persimilis*. *SROP/WPRS* 1980 III/3, 157-162. pp.
- Pruszyński, S. 1976. Observations on the predatory behavior of *Phytoseiulus persimilis*. *Bull. SROP/WPRS* 4:39-44. pp.
- Rasmy, A. H., S. M. Hafez, and S. A. Elsayy. 1984. Biology and predatory efficiency of predatory mites as affected by various biotic factors. In D. A. Griffiths and C. E. Bowman, eds. *Acarology VI*, Vol. 2. Horwood, Chichester. U. K., 699-702. pp.
- Ravensberg, W.J., J.C. Van Lenteren, and J. Woets. 1983. Developments in application of biological control in greenhouse vegetables in the Netherlands since. *Bull. SROP/WPRS* VI/3:36-48.
- Rock, G. C., D. R. J. Monroe, and D. R. Yeagan. 1976. Demonstration of a sex pheromone in the predatory mite *Neoseiulus fallacis*. *Environ. Entomol.* 5:264-266. pp.
- Ruiz O. M., Nieto R. D. y Larios R. I. 1980. *Botánica*. 2 Edición Editorial porrua. México.
- 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.

- Saitó, Y. 1985. Life Types of Spider Mites. En Helle W. y M. W. Sabelis (Editores). Spider Mites Their Biology, Natural Enemies and Control. Vol. 1A. Elviesier SciencePublishing Company. 253-264. pp.
- SAS Institute Inc., 1985. SAS User's Guide: Statistics, Versión 5 Edition. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- Schmidt, V.G. 1976. Der einfluss der von den beutetieren hinterlassenen spuren auf suchverhalten und sucherfolg von *Phytoseiulus persimilis* A. & H. (Acarina, Phytoseiidae). Z. Ang. Entomol. 82:16-18. pp.
- Schulten, G.G.M., R.C.M. van Arendonk, V.M. Russell, and F.A. Roorda. 1978. Copulation, egg production and sex-ratio in *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius bibens*. Entomol. Exp. Appl. 24:145-153. pp.
- 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.
- Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal populations. J. Anim. Ecol. 18:1-35. pp.
- Steiner. M. Y. And D. P. Elliott. 1983. Biological pest management for interior plantscapes. Vegreville, A. B. Alberta Enviromental Center. 30 pp.
- Stenseth, C. 1979. Effect of temperature and humidity on the development of *Phytoseiulus persimilis* and its ability to regulate populations of *Tetranychus urticae* (Acarina:Phytoseiidae, Tetranychidae). Entomophaga 24:311-317. pp.
- Stenseth, C. 1980. Methods for using *Phytoseiulus persimilis* for control of *Tetranychus urticae* on cucumber. Bull. SROP/WPRS. III/3-221-224. pp.
- Svoboda, P. 1966. Las más Bellas Rosas. Queromón Editores, S. A. de C. V. México D. F.
- 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.
- 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.

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

Trichilo, P. J. y T. F. Leigh. 1985. The use of life tables to assess varietal resistance of cotton to spider mites. *Entomol. Exp. Appl.* 39:27 – 33.

Tuttle, D. M. y E. W. Baker. 1968. Spider Mites of Southwestern United States. and a revision of the family Tetranychidae. The University arizona Press. 129 pp.

Van de Vrie, J. A. McMurtry y C.B. Huffaker. 1972. Biology, Ecology, and Pest Status and Host-Plants Relations of Tetranychids en *Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Enemies: A Review.* *Hilgardia.* 41 (13): 343-432. pp.

Veerman, A. 1977. Aspects of the Indution 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 Ocurrance. pp. 279-310. En Helle W. y M. W. Sabelis. (Editores) *Spider Mites Biology., Natural Enemies and Control.* Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.

Voroshilov, V. 1979. Heat-resistant lines of the mite *Phytoseiulus persimilis* A.-H. *Sov. Genet.* 15:46-50.

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

A P E N D I C E

Cuadro A.1. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 2 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	6	0.4000
2	0	0	0	0	0	1	2	1	0	2	2	0	1	0	0	10	0.6666
4	2	1	0	2	2	0	1	3	1	3	0	1	3	1	0	22	1.4666
8	2	3	2	0	1	5	6	4	0	3	0	4	5	6	0	41	2.7333
16	2	0	4	4	4	2	7	5	4	0	3	3	3	4	5	50	3.3333
32	5	3	0	6	1	6	8	8	4	0	9	3	7	4	2	66	4.4000
64	16	3	3	5	3	21	4	2	10	5	5	8	2	9	3	99	6.6000
100	5	0	6	4	2	0	3	2	9	0	2	3	5	3	3	47	3.1333

Cuadro A.2. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 2 – 4 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0.2000
2	1	1	1	0	2	1	0	0	2	0	0	0	0	1	0	9	0.6000
4	2	2	2	0	1	0	1	1	3	1	1	2	1	1	1	22	1.4666
8	3	3	5	5	7	0	2	4	1	2	0	0	1	0	2	35	2.3333
16	10	2	4	1	2	3	4	1	7	2	3	4	3	2	2	50	3.3333
32	5	7	3	4	5	1	4	3	2	3	2	1	5	8	6	59	3.9333
64	7	3	4	8	4	3	2	5	5	1	6	4	2	3	3	60	4.0000
100	1	3	3	2	5	2	4	1	4	0	2	3	10	6	4	50	3.3333

Cuadro A.3. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 4 – 6 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0.1333	
4	0	1	1	0	1	1		0	0	0	0	0	0	1	0	5	0.3333	
8	1	1	1	3	0	3	0	0	2	0	3	3	1	1	2	21	1.4000	
16	3	1	4	4	1	4	3	1	2	3	5	4	3	4	3	45	3.0000	
32	2	1	3	4	3	3	4	5	6	1	5	5	6	2	3	53	3.5333	
64	10	5	5	1	5	3	5	2	4	1	3	3	1	6	9	63	4.2000	
100	4	6	9	7	6	6	3	6	6	11	3	7	3	3	7	87	5.8000	

Cuadro A.4. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 6 – 8 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1333
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
4	0	0	1	1	0	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	8	0.5333
8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	0	1	3	11	0.7333
16	1	3	4	1	3	4	2	5	0	4	0	2	4	2	2	37	2.4666
32	0	6	6	0	5	6	3	3	6	6	5	2	5	3	6	62	4.1333
64	5	3	4	7	4	2	3	1	5	11	2	0	8	7	3	65	4.3333
100	4	5	5	3	8	8	3	0	5	2	6	0	2	3	8	62	4.1333

Cuadro A.5. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 8 – 10 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0.1333
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
8	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	4	0.2666
16	0	6	0	4	1	3	0	0	0	0	4	2	1	3	0	24	1.6000
32	8	3	7	5	5	2	5	3	4	2	4	6	2	5	4	65	4.3333
64	4	3	4	5	6	6	10	12	6	0	8	4	2	4	2	76	5.0666
100	5	5	4	4	0	6	4	4	5	0	4	3	5	3	0	52	3.4666

Cuadro A.6. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 10 – 12 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.0666
4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0.1333
8	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	1	5	0.3333
16	0	1	0	1	5	0	0	4	1	5	1	0	1	1	0	20	1.3333
32	0	4	1	2	2	7	2	2	3	4	0	6	3	8	2	46	3.0666
64	7	5	2	0	3	5	2	6	3	5	2	3	4	0	5	52	3.4666
100	3	4	4	5	6	3	11	6	4	9	5	4	8	7	6	85	5.6666

Cuadro A.7. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 12 – 24horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.000
2	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	2	6	0.4000	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	3	0.2000	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	3	0.2000	
16	0	3	0	1	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	4	14	0.9333	
32	12	8	12	11	11	4	6	7	7	10	7	9	4	6	11	125	8.3333	
64	13	28	27	20	26	22	19	23	23	17	17	33	23	27	32	350	23.333	
100	38	22	29	30	25	30	36	23	27	25	30	31	24	27	30	427	28.466	

Cuadro A.8. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 24 horas en la variedad Royalty.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1.0000
2	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1.9333
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4.0000
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	120	8.0000
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	240	16.000
32	32	32	32	32	32	29	32	31	32	32	32	32	32	32	32	476	31.7333
64	62	50	49	46	51	62	45	51	56	40	43	55	42	56	57	765	51.000
100	60	55	60	55	52	65	64	42	60	47	62	51	57	52	58	840	56.0000

Cuadro A.9. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 2 horas en la variedad Starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0.2000
2	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	1	1	1	0	0	8	0.5333
4	0	2	0	2	0	4	0	1	0	0	2	1	0	0	2	14	0.9333
8	0	2	3	2	2	3	0	0	1	4	2	0	2	3	0	24	1.6000
16	3	6	0	2	4	4	5	7	5	5	4	2	9	7	4	67	4.4666
32	3	1	4	2	3	4	0	3	4	0	5	0	5	0	3	37	2.4666
64	13	3	1	2	2	2	6	2	6	5	2	9	6	0	6	65	4.3333
100	8	6	6	10	2	3	2	6	2	2	11	4	7	3	5	77	5.1333

Cuadro A.10. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 2 – 4 horas en la variedad Starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5	0.3333
2	0	0	1	1	2	2	1	0	0	1	0	0	1	2	2	13	0.8666
4	3	0	4	0	0	0	2	2	1	2	1	0	1	0	2	18	1.2000
8	2	2	2	5	2	5	3	6	3	0	0	5	1	0	0	36	2.4000
16	10	1	3	4	3	6	5	4	3	0	2	8	6	5	1	61	4.0666
32	0	2	1	2	2	0	3	2	1	0	1	4	3	3	2	26	1.7333
64	7	11	7	3	5	7	6	8	7	6	6	1	8	8	3	93	6.2000
100	7	3	4	3	6	5	6	0	0	6	3	6	2	6	7	64	4.2666

Cuadro A.11. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 4 – 6 horas en la variedad Starlite.

No	R	e	p	e	t	i	c	i	o	n	e	s	Total	X			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ	NA
1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	5	0.3333
2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0.2000
4	1	2	0	1	0	0	2	1	2	2	0	0	3	0	0	14	0.9333
8	3	3	2	1	0	0	3	2	3	4	1	2	2	0	2	28	1.8666
16	0	4	1	0	4	1	2	1	7	6	5	3	1	2	5	42	2.8000
32	3	0	7	4	8	1	7	5	5	5	5	3	1	3	4	61	4.0666
64	2	2	4	2	5	5	0	5	3	3	4	0	1	4	0	40	2.6666
100	4	3	3	9	4	2	3	9	8	4	4	3	7	5	4	72	4.8000

Cuadro A.12. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 6 – 8 horas en la variedad Starlite.

No	R	e	p	e	t	i	c	i	o	n	e	s	Total	X			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Σ	NA
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0.0666
2	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	4	0.2666
4	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	0	0	0	6	0.4000
8	1	0	1	0	3	0	2	0	1	0	2	0	1	5	1	17	1.1333
16	0	2	2	3	2	1	3	4	1	2	3	2	0	2	2	29	1.9333
32	1	4	3	4	0	3	1	0	2	5	3	3	4	4	2	39	2.6000
64	2	5	6	0	1	4	2	7	3	6	5	4	0	6	12	63	4.2000
100	5	6	5	2	11	5	7	7	7	4	2	6	6	3	5	81	5.4000

Cuadro A.13. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 8 – 10 horas en la variedad Starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0.0666	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	
8	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0.2000	
16	3	2	0	6	1	3	0	0	0	0	1	0	0	2	18	1.2000		
32	6	6	3	7	2	6	7	6	5	6	5	7	7	8	9	90	6.0000	
64	6	0	6	7	6	7	2	9	3	9	2	8	3	3	7	78	5.2000	
100	7	3	6	3	7	3	4	4	3	4	2	7	7	7	6	73	4.8666	

Cuadro A.14. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 10 – 12 horas en la variedad starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
8	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	5	0.3333
16	0	1	3	1	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	11	0.7333
32	3	9	3	1	0	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	61	4.0666
64	2	7	2	17	5	2	7	2	2	3	6	1	5	2	3	66	4.4000
100	6	5	0	2	2	3	6	5	4	3	6	5	1	3	5	56	3.7333

Cuadro A.15. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 12 – 24 horas en la variedad Starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0.1333
4	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0	7	0.4666
8	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3	7	0.4666
16	0	0	6	0	2	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	11	0.7333
32	9	10	8	12	7	13	8	13	9	11	9	13	12	8	12	154	10.266
64	23	26	30	12	26	28	29	22	18	20	25	24	28	27	20	358	23.866
100	23	32	30	33	23	33	27	24	27	23	19	29	38	29	32	422	28.133

Cuadro A.16. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 24 horas en la variedad Starlite.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	1.000
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	2.000
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	60	4.000
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8.000
16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	239	15.93
32	28	32	29	32	30	32	31	32	32	31	31	32	32	31	32	467	31.13
64	55	54	56	43	50	55	52	55	52	52	50	47	52	50	51	774	51.60
100	50	58	64	62	55	55	55	55	51	46	45	60	68	56	64	844	56.26

Cuadro A.17. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 2 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	0.2000
2	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	2	1	0	1	9	0.6000
4	0	2	2	1	1	4	1	4	3	1	0	3	4	4	3	33	2.2000
8	0	0	0	0	0	4	3	4	1	1	2	1	0	1	2	19	1.2666
16	0	1	0	0	2	5	0	2	0	1	0	3	3	1	4	23	1.5333
32	2	8	4	4	4	4	4	4	4	1	3	2	3	6	4	57	3.8000
64	4	10	2	2	9	7	2	7	8	14	12	10	1	1	3	92	6.1333
100	0	0	8	10	5	5	6	11	4	7	4	6	14	3	0	83	5.5333

Cuadro A.18. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 2 – 4 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	1	5	0.3333
2	2	0	0	0	1	0	1	0	1	2	1	0	1	2	0	11	0.7333
4	0	2	2	1	1	0	1	0	1	2	0	1	0	0	1	12	0.8000
8	0	0	3	0	1	0	4	1	3	6	1	3	0	4	4	30	2.0000
16	1	1	3	2	4	5	0	5	6	4	1	3	0	5	4	44	2.9333
32	1	2	6	0	3	6	2	6	2	5	3	6	8	1	4	55	3.6666
64	8	6	4	11	3	0	5	5	5	0	1	6	3	7	1	65	4.3333
100	10	0	0	7	2	4	1	11	17	4	7	6	6	3	8	86	5.7333

Cuadro A.19 . Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 4 – 6 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0.2000
2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	3	0.2000
4	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	5	0.3333	
8	2	1	3	4	0	0	0	3	0	1	5	2	4	1	1	27	1.8000
16	0	3	0	0	3	1	2	3	5	2	5	2	3	1	3	33	2.2000
32	7	3	4	3	8	2	3	1	6	1	2	2	5	4	3	54	3.6000
64	3	7	0	1	0	6	1	7	6	8	8	0	8	3	1	60	4.0000
100	2	6	2	1	3	3	11	2	4	5	7	2	4	3	2	57	3.8000

Cuadro A.20. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 6 – 8 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0.2666
4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0.2000
8	3	2	5	3	1	2	1	0	0	0	0	1	3	2	1	24	1.6000
16	4	2	3	0	4	1	0	3	1	3	2	1	3	8	0	35	2.3333
32	1	2	0	4	1	4	5	5	0	3	7	5	5	6	5	53	3.5333
64	2	5	0	0	2	3	6	5	4	2	2	2	2	7	6	48	3.2000
100	6	6	5	9	0	6	2	0	7	9	6	8	0	2	3	69	4.6000

Cuadro A.21. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 8 – 10 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1333
2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0666
4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	3	0.2000
8	2	1	0	1	3	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	11	0.7333
16	3	4	3	4	4	2	4	3	1	2	2	4	5	1	2	44	2.9333
32	0	5	4	3	3	2	7	2	3	3	2	1	2	0	2	39	2.6000
64	5	0	5	0	5	4	2	6	1	2	6	2	10	0	4	52	3.4666
100	8	5	8	0	12	2	2	17	23	2	4	6	2	4	6	103	6.8666

Cuadro A.22. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 10 – 12 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1333
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0.2666
16	2	4	3	3	1	2	2	0	3	3	1	1	0	0	0	25	1.6666
32	0	4	3	3	4	4	5	4	4	4	6	3	2	4	7	57	3.8000
64	3	6	8	10	3	5	6	3	5	5	0	4	2	2	2	64	4.2666
100	1	3	2	10	5	5	2	0	2	3	3	2	6	5	2	51	3.4000

Cuadro A.23. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 12 – 24 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15			Σ
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0.1333	
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000	
8	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	4	0.2666	
16	2	4	3	3	1	2	2	0	3	3	1	1	0	0	0	25	1.6666	
32	0	4	3	3	4	4	5	4	4	4	6	3	2	4	7	57	3.8000	
64	3	6	8	10	3	5	6	3	5	5	0	4	2	2	2	64	4.2666	
100	1	3	2	10	5	5	2	0	2	3	3	2	6	5	2	51	3.4000	

Cuadro A.24. Registro del número de huevos de *T. Urticae* consumidos por *P. persimilis* de 0 – 24 horas en la variedad Pareo.

No	R e p e t i c i o n e s															Total	X
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	0.93
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	30	2.00
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	59	3.93
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	120	8.00
16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	237	15.80
32	29	32	32	32	32	31	32	32	31	30	32	32	30	32	32	471	31.40
64	44	51	32	45	45	37	58	48	45	58	50	46	44	41	40	684	45.60
100	50	52	62	64	52	43	43	64	72	59	54	56	54	40	42	807	53.80

Cuadro A.25. Análisis de varianza (ANVA) de huevos de *T. urticae* depredados por hembras de *P. persimilis* sobre discos de rosál variedad Royalty, Starlite y Pareo en diferentes densidades a un periodo de 24 horas a $28 \pm 2^\circ\text{C}$.

Presa Huevo	Fuente de variación	gl	SC	CM	F calculada	P
Royalty	Densidad	7	175.7824	25.1117	4618.0100	0.0001
	Error	112	0.6090	0.0054		
	Total	119	176.3915			
				$R^2=0.9965$	$C_V=2.9685$	
Starlite	Densidad	7	175.3176	25.0051	9955.3600	0.0001
	Error	112	0.2813	0.0025		
	Total	119	175.3176			
				$R^2=0.9983$	$C_V=2.0148$	
Pareo	Densidad	7	170.1744	24.3106	2156.9300	0.0001
	Error	112	1.2623	0.0112		
	Total	119	171.4367			
				$R^2=0.9926$	$C_V=4.3207$	

Cuadro A.26. Pruebas de rango múltiple (Tukey) de los diferentes tratamientos (densidades) en las tres variedades de rosal del fitoparásito *T. urticae* expuestos al depredador *P. persimilis*.

No	Var. Royalty		Var. Starlite		Var. Pareo	
	Media	Tukey	Media	Tukey	Media	Tukey
1	0.6931	H	0.6931	H	0.6469	H
2	1.0715	G	1.0986	G	1.0986	G
4	1.6094	F	1.6094	F	1.5945	F
8	2.1972	E	2.1972	E	2.1972	E
16	2.8332	D	2.8291	D	2.8208	D
32	3.4881	C	3.4691	C	3.4777	C
64	3.9428	B	3.9606	B	3.8309	B
100	4.0368	A	4.0413	A	3.9900	A