

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISION DE AGRONOMIA



Determinación de la Respuesta Funcional de *Amblyseius californicus* (McGregor)
en Función de la Densidad de *Tetranychus urticae* (Koch)
(Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae)

Por:

ODILON SANDOVAL SILVESTRE

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Agosto de 1999

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

"DETERMINACION DE LA RESPUESTA FUNCIONAL DE *Amblyseius californicus* (McGregor) EN
FUNCION DE LA DENSIDAD DE *Tetranychus urticae* (Koch)
(ACARI: PHYTOSEIIDAE: TETRANYCHIDAE)"

POR

ODILON SANDOVAL SILVESTRE

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

INGENIERO AGRONOMO PARASITOLOGO

APROBADA POR:

PRESIDENTE DEL JURADO

DR. JERONIMO LANDEROS FLORES

SINODAL

SINODAL

ING. PEDRO AARON CERDA GARCIA

ING. SERGIO RODRIGUEZ MARTINEZ

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

M. C. REYNALDO ALONSO VELASCO

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MEXICO; AGOSTO DE 1999

**El hombre es el único animal
para quien su propia existencia
constituye un problema que debe resolver
y del cual no puede evadirse.**

Erich Fromm (1947)

DEDICATORIA

A lo más hermoso que tengo en la vida,

dedico este trabajo:

A MIS PADRES

Odilón Sandoval Pliego
Bertha Silvestre Medina

Así como también a la persona con quien
he convivido toda mi vida:

A MI HERMANO

Juan C. Sandoval Silvestre

Y sin olvidar, al ser más dulce y comprensible,
con quien convivo una etapa muy hermosa.

Graciela Cedillo Pliego

Con mucho cariño.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo, pero en especial: al Dr. Jerónimo Landeros Flores por todas las facilidades ofrecidas, al Ing. Pedro A. Cerda García, por su gran interés en la realización de este trabajo, así como por todos los comentarios y observaciones que fueron de gran ayuda, al Ing. Sergio Rodríguez Martínez, por su disponibilidad para ser sinodal en este trabajo.

A todos ustedes mil gracias.

INDICE GENERAL

	PAG.
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
INDICE GENERAL.....	iv
INDICE DE CUADROS.....	vi
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
Generalidades de <i>Tetranychus urticae</i>.....	3
Distribución	3
Ubicación taxonómica.....	4
Características.....	4
Mecanismos de dispersión	5
Tiempo de desarrollo.....	6
Reproducción y crecimiento de la población.....	6
Requerimientos climáticos.....	7
Daños sobre el hospedero.....	7
Diapausa.....	8
Importancia del control biológico.....	8

Importancia de la sistemática en el control biológico.....	9
Importancia de los depredadores en el control biológico.....	9
Familia Phytoseiidae.....	10
Importancia de la familia Phytoseiidae.....	10
Características morfológicas.....	11
Características biológicas.....	12
Hábitos alimenticios.....	13
Generalidades del género <i>Amblyseius</i>.....	14
Distribución.....	14
Ubicación taxonómica.....	14
Descripción.....	15
Biología y hábitos.....	15
Importancia de la Respuesta Funcional.....	17
Modelo de transformación de Woolf.....	19
Modelo de Holling.....	19
MATERIALES Y METODOS.....	21
RESULTADOS Y DISCUSION	24
CONCLUSIONES.....	30
APENDICE.....	31
LITERATURA CITADA.....	36

INDICE DE CUADROS

Cuadro

pag.

1. Desarrollo de *Tetranychus urticae* (Koch) sobre diferentes temperaturas de acuerdo a Malais y Ravensberg, (1992).....
6
2. Parámetros de la respuesta funcional de *Amblyseius californicus* (McGregor) sobre las etapas de vida de *Tetranychus urticae* (Koch) a diferentes lapsos de tiempo según el modelo de transformación de Holling..... 25

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pag.
1. Tipos de respuesta funcional según Holling (1959).....	18
2. Técnica de la hoja- arena.....	23
3. Respuesta funcional de <i>Amblyseius californicus</i> (McGregor) sobre huevecillos de <i>Tetranychus urticae</i> (Koch) en un período de tiempo de 24 horas.....	27
4. Respuesta funcional de <i>Amblyseius californicus</i> (McGregor) sobre larvas de <i>Tetranychus urticae</i> (Koch) en un período de tiempo de 24 horas.....	27
5. Respuesta funcional de <i>Amblyseius californicus</i> (McGregor) sobre ninfas de <i>Tetranychus urticae</i> (Koch) en un período de tiempo de 24 horas.....	28
6. Respuesta funcional de <i>Amblyseius californicus</i> (McGregor)	

**sobre adultos de *Tetranychus urticae* (Koch) en un período de
tiempo de 24 horas..... 28**

INTRODUCCION

En México, el manzano es uno de los frutales templados de mayor importancia; esto se refleja en la expansión y actualización permanentemente de las técnicas de cultivo. En años recientes la producción de manzana en México ha aumentado notablemente, debido a la demanda que tiene esta fruta para consumo en fresco, así como para industrialización (Ramírez, 1993). Es importante señalar, que el desarrollo del frutal y la producción que se obtiene por unidad de superficie no es lo deseable, esto debido al gran número de factores, dentro de los cuales podemos citar al complejo de plagas (Cepeda y Hernández, 1983).

Dentro de las plagas comunes del manzano, Sánchez (1992), menciona a : la palomilla de la manzana *Cydia pomonella*, pulgón lanígero *Eriosoma lanigerum*, picudo negro *Anametis sp*, escama de San José *Quadraspidiotus perniciosus*, trips amarillo *Frankliniella occidentalis*, además de ácaros, como es el caso de *Tetranychus urticae*, esta es considerada como una plaga ocasional, pero debido a su alto potencial reproductivo, bajo condiciones favorables para su desarrollo, esta puede causar grandes daños.

Los miembros de la familia Phytoseiidae son considerados como importantes depredadores de ácaros de la familia Tetranychidae y por lo mismo que se han utilizado dentro de programas de manejo integrado de plagas (Sabelis, 1985).

Un depredador debe ser evaluado de acuerdo a: su adaptabilidad a medios heterogéneos, capacidad de búsqueda, respuesta numérica, respuesta funcional, sincronización espacio-temporal con la presa y especificidad (Huffaker et. al., 1974).

La especie *Amblyseius californicus*, es un depredador eficaz, el cual puede ser parte del control sobre *Tetranychus urticae* en manzano, por tal motivo:

El objetivo de la presente investigación es determinar la respuesta funcional de *Amblyseius californicus* (McGregor) sobre varias densidades de *Tetranychus urticae* (Koch).

REVISION DE LITERATURA

Generalidades de *Tetranychus urticae* (Koch)

La araña roja se encuentra dentro del orden Acarina en la familia Tetranychidae, la cual contiene varias especies dañinas. La araña roja de los invernaderos también es llamada araña de dos manchas, es el ácaro de mayor importancia dentro de los cultivos de invernadero. Es una plaga muy severa en muchos cultivos del mundo (Malais y Ravensberg, 1992).

El ácaro de dos manchas, *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 principalmente en zonas templadas (Milley y Conell citados por Cruz, 1984). Esta especie es muy conocida en árboles frutales deciduos en la región boreal de Estados Unidos de América y Europa (Tuttle y Baker, 1968). 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 cacahuete, 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

Segun Krantz (1978), esta especie se ubica taxonomicamente de la siguiente manera:

Clase	Aracnida
Subclase	Acari

Orden	Acariformes
Suborden	Prostigmata
Supercohort	Promatides
Cohort	Eleutherozoa
Subcohort	Raphignate
Superfamilia	Tetranychoidae
Familia	Tetranychidae
Subfamilia	Tetranychinae
Tribu	Tetranychini
Genero	<i>Tetranychus</i>
Especie	<i>urticae</i>

Características

Este ácaro pasa por los estados de desarrollo de: huevo, larva, primer estado ninfal o protoninfa, segundo estado ninfal o deutoninfa, y adulto.

La mayoría de los huevecillos de araña roja se concentran en el envés de la hoja. Son redondos y tienen un diámetro alrededor de 0.14 mm. y son de un color transparente justo después de la oviposición (Malais y Ravensberg, 1992). Los mismos autores reportaron que las larvas tienen tres pares de patas y cuando estas emergen son incoloras, únicamente con sus ojos rojos. Después de alimentarse, su color cambia a verde ligero, amarillo o verde intenso. En este estado aparecen dos manchas sobre la parte media del dorso. En relación a las ninfas mencionan que, las protoninfas tienen cuatro pares de patas y son ligeramente más grandes que las larvas. Sus colores varían de verde ligero a intenso. Sus dos manchas son más grandes y claras que en la larva. Después de un periodo de alimentación la protoninfa cambia a deutoninfa. Esta ninfa es más grande, pero es similar en colores a la protoninfa.

La hembra adulta de *T. urticae* es de forma oval y redondeada en la parte posterior del abdomen. Los colores pueden variar desde naranja, amarillo ligero, verde ligero, verde intenso, café rojizo o hasta negro en ocasiones. El macho es más activo que la hembra. Su cuerpo es más pequeño y puntiagudo en la parte final del abdomen. Su coloración varía de naranja a amarillo ligero hasta amarillo intenso o café. A menudo el color de los ácaros adultos depende del cultivo en el cual ellos se presentan (Malais y Ravensberg, 1992).

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 (Saito, 1985).

Tiempo de desarrollo

El tiempo de desarrollo de la araña roja depende de la temperatura, humedad relativa, el cultivo y la edad de la hoja. De estos factores la temperatura es la más importante. En el cuadro 1, Malais y Ravensberg (1992), mencionan la variación del tiempo de desarrollo a diferentes temperaturas.

Cuadro 1. Desarrollo de *Tetranychus urticae* sobre diferentes temperaturas de acuerdo a Malais y Ravensberg, 1992.**

Temperatura	Huevo	Larva	Protoninfa	Deutoninfa	Huevo Adulto	Huevo Huevo
15° C	14.3	6.7	5.3	6.6	32.9	36.4
20° C	6.7	2.8	2.3	3.1	14.9	16.6
25° C	2.8	1.3	1.2	1.4	6.7	7.3

**** Datos en días.**

Reproducción y crecimiento de la población

Una población de araña roja consiste de cerca de un 75% de hembras y un 25% de machos (3 : 1), una vez fertilizada la hembra ésta empieza a ovipositar en un periodo de 0.5 a 3 días, dependiendo de la temperatura. El número de huevecillos que ella oviposita depende de la temperatura, el cultivo, la humedad, la nutrición de la planta y la cantidad de exposiciones a pesticidas. Bajo condiciones favorables, una hembra puede poner más de 100 huevecillos. Una población de ácaros puede desarrollarse rápidamente en invernaderos en temperaturas de verano (Malais y Ravensberg, 1992).

Requerimientos climáticos

La araña roja es una gran plaga en áreas agrícolas donde las condiciones son favorables para su desarrollo (Jeppson et al., 1975 y Van der Geest, 1985; citado por Gimenez et al., 1994). Esta es sensible a la temperatura y a la humedad y se reproduce rápidamente bajo condiciones relativamente calientes y secas, condiciones que favorecen una reproducción rápida dando como resultado un gran daño a los cultivos (Preece, 1993).

Daños sobre el hospedero

Los daños los causan las formas móviles al alimentarse. Estos clavan los estiletes y absorber los jugos celulares. Al vaciar las células, el tejido afectado adquiere una coloración amarillenta que se torna marrón con el paso del tiempo.

En las hojas las poblaciones se sitúan en el envés. Los daños se manifiestan en el haz por la aparición de zonas enrojecidas o amarillentas en áreas lisas (hojas formadas) o abombadas (hojas en formación). Cuando las densidades son elevadas las hojas más viejas llegan a desecarse. Las partes tiernas ven reducido su crecimiento, cubriendo la planta al final de telarañas sobre las que caminan los adultos. Estas telas sedosas tejidas por las hembras, protegen de sus potenciales enemigos a los huevecillos, larvas, ninfas y fases inmóviles (Nuez, 1995).

Malais y Ravensberg,(1992), reportan que los efectos en la planta son: la clorofila es destruida, con lo cual el crecimiento de la planta es disminuido. En cultivos como tomate y cucurbitáceas se presentan pérdidas, cuando un 30% del área foliar es dañada. Introducen sustancias hacia el interior de la planta, las cuales son probablemente tóxicas, sin embargo poco se sabe de esto y se forman manchas sobre las hojas, además de que la telaraña daña la apariencia del cultivo. Esto último es especialmente un problema en cultivos ornamentales.

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 arañas 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.

Importancia del control biológico

Hace unos cuarenta años, la eficacia de los agentes de control biológicos 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. Los agroquímicos se han convertido en un instrumento experimental muy útil para demostrar el valor de los enemigos naturales. El control biológico no solamente ha generado en credibilidad sino que ha mejorado su metodología. La biosistemática, el transporte aéreo, y muchas tecnologías y técnicas nuevas han sido elementos clave en la maduración de este control como ciencia (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 refiere usualmente a 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 enemigos naturales de ésta.

Importancia de la sistemática en el control biológico

La sistemática es básica en el desarrollo de programas de control biológico. La adecuada identificación de una plaga y de sus enemigos naturales es fundamental, porque sin un nombre científico no podrían examinarse bien las referencias previas de las especies

consideradas. Es importante mencionar que, por no reconocer las diferencias entre especies similares, los taxónomos han hecho fracasar, durante muchos años, la importación de nuevas especies para el control biológico de algunas plagas.

Otra tarea de la sistemática es organizar toda la información que exista sobre las relaciones de predador – presa, hospederos alternos, lugar de origen de las especies, y temas afines. Así proporcionara información sobre el lugar adecuado para un proyecto de exploración, los rasgos típicos del huésped implicados en un proyecto, las referencias importantes biológicas y ecológicas que se encuentran disponibles para conocer ciclos de vida y hacer estudios de producción masiva, y los datos sobre razas, cepas o biotipos de una especie (Chant, 1985).

Importancia de los depredadores en el control biológico

Los más espectaculares ejemplos de éxito en el control biológico se han dado empleando depredadores; esto se explica porque la mayoría de estas especies tienen hábitos alimenticios específicos, y por ello responden rápidamente a los cambios en la densidad de presa.

Sin embargo, hay depredadores que tienden a habitar lugares restringidos, no son específicos en sus hábitos alimenticios, y pueden ser muy importantes en la regulación de plagas agrícolas. Este tipo de depredador generalista, aunque sea incapaz de hacer un control natural que mantenga la plaga por debajo del nivel económico de daño, puede contener el incremento de las plagas potenciales o reducir los picos máximos de infestación cuando los enemigos naturales específicos hayan sido reducidos por otros factores (DeBach, 1968).

Familia Phytoseiidae

Importancia de la familia Phytoseiidae

Durante los últimos años, el interés del papel de los fitoseidos 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 fitoseidos son de vida libre, terrestres y se encuentran en el follaje, corteza y humus en todas partes del mundo. Los fitoseidos han captado la atención debido a su capacidad depredadora, su utilidad para estudios experimentales de depredación y debido 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 cual indica que deben soportar una variedad amplia de cambios en los factores ambientales; (2) capacidad de búsqueda, donde 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; (6) especificidad, característica que debe considerarse con base en 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).

Características morfológicas

La familia Phytoseiidae está compuesta por ácaros pequeños de 270 a 500 micras de longitud. Con una sola excepción, su cuerpo o idiosoma está constituido por una sola placa dorsal sobre la cual se encuentran menos de 24 pares de setas; ventralmente están provistos de tres escudos. Estas estructuras son de importancia taxonómica (Muma y Denmark, 1970).

Muma y Denmark (1970) reportan que en su parte anterior, es decir en el gnatosoma, son notorios los apéndices peribucales o quelíceros, que están constituidos por un dígito fijo y otro móvil provisto de dientes; en los machos hay un espermodáctilo para la transferencia de esperma a la espermoteca de las hembras. Los palpos son del tipo raptorial, así como el primer par de patas y son utilizados para la manipulación del alimento y su transporte al área bucal. En general, las patas son largas y los movimientos son más rápidos que los de sus presas.

Características biológicas

En el desarrollo de los Phytoseiidae hay cinco estados biológicos: huevo, larva, protoninfa, deutoninfa, y adulto. A diferencia de los Tetranychidae, no se observan estados quiescentes, los huevos son colocados por lo regular, en el envés de las hojas; cuando están frescos son translúcidos y brillantes, y con el desarrollo se tornan opacos. Algunos presentan sustancias pegajosas que los adhieren al sustrato, el estado larval es hexápodo; algunas especies no requieren alimentación para desarrollarse hasta protoninfa e incluso hasta deutoninfa. Los estados ninfales se mueven rápidamente cuando son disturbados o cuando están buscando alimento; su apariencia es brillante y casi transparentes (Muma y Denmark, 1970)

Los adultos pueden variar de color (blanco, rojo, ámbar o café) lo que depende, en muchos casos, del color de la presa ingerida. Al aumentar en edad, el cuerpo de las hembras se agranda mucho más que el de los machos y adquiere forma de pera; así pueden ser vistas sin ayuda de lupa en el campo. El apareamiento puede ocurrir inmediatamente después de la emergencia del adulto, y es requisito para que ocurra la oviposición, excepto en aquellas especies que presentan telitoquia.

Generalmente, el período de desarrollo de huevo a adulto de muchas especies de Phytoseiidae varia de 4 a 7 días, a una temperatura de 25°C. Esta característica hace que se les considere candidatos importantes para el control biológico de Tetranychidae puesto que, mientras transcurre una generación (huevo a adulto) de la presa, se pueden desarrollar dos de Phytoseiidae. La fecundidad varía considerablemente desde 0.1 a 4 huevos por hembra por día, en las diferentes especies, y es afectada por factores abióticos como el tipo de alimento, el sustrato, etc. (Muma y Denmark, 1970).

Hábitos alimenticios

Los órganos de ingestión de alimento de los fitoseidos 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 (Starovir, 1973, citado por 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, presenta por lo menos dos divertículos o ciegos gástricos, los cuales proporcionan una cavidad adicional con más superficies para que la digestión se lleve a cabo. Estos ciegos son extensiones de los ventrículos, y cuando se llenan con material alimenticio se puede ver através del idiosoma translúcido, una estructura en forma de H (Starovir, 1973, citado por Chant, 1985).

Los fitoseidos, 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 fitoseidos 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 (Starovir, 1973, citado por Chant, 1985).

Generalidades del género *Amblyseius sp.*

Distribución

Este genero esta ampliamente distribuido por todo el mundo (Muma y Denmark, 1970), encontrándolo en forma natural sobre muchos cultivos como son: avellano (Villaronga et al., 1998), fresa (González et al., 1998), manzana (Costa et al., 1994), maíz

(Iraola et al., 1997), uva (Nicotina, 1997), pera y durazno (Iraola et al., 1994), frijol (Ferreira y Carmona, 1994), caña de azúcar (Ramírez et al., 1998), entre otros.

Además también se reporta sobre malezas: *Potentilla reptans* L., *Rumex spp.*, *Trifolium pratense* L., *Convolvulus arvensis* L., *Bromus madrilensis* L. y *Rubus sp.* (Costa et al, 1994).

Ubicación taxonómica.

Según Krantz (1978), esta especie se ubica taxonomicamente de la siguiente manera:

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

Descripción

Las hembras de este género se distinguen por los cuatro pares de setas dorsales, tres pares de setas medias de las cuales M4 es alargada, parecida a un látigo e indistintamente plumosa, ocho pares de setas laterales, algunas alargada, parecidas a látigo; dos pares de setas sublaterales sobre la membrana interescutal; tres pares de setas esternales; tres pares de setas preanal ventrianal (Muma y Denmark, 1970).

Los machos son mas pequeños que las hembras; pero por todo lo demás es similar. Los adultos tienen forma de pera. Son translúcidos y solo hasta que se alimentan toman la coloración de su presa. Los huevos son en forma de pera y transparentes. Las larvas son transparentes y es difícil observarlas a simple vista (Kain y Nyrop, 1995).

Biología y hábitos

Las hembras representan el 66–75% de la población adulta. Estas hembras ovipositan de 1 – 5 huevecillos por día durante su vida adulta, la cual dura de 1-81 días (con un promedio de 41 días) a 26.6°C. La mas alta producción de huevecillos es registrada con una gran disponibilidad de alimento. A 21°C, la duración del ciclo es mas largo 24 a 80 días (en promedio 62). El período de oviposición hasta la emergencia

del adulto es de 7.3 y 3.3 días a 21°C y 32°C, respectivamente. El ciclo completo generalmente toma de 7 a 9 días (Kain y Nyrop, 1995).

Los mismos autores reportan que *Amblyseius* se alimenta sobre una variedad de especies de ácaros, pero también exhibe comportamiento canibal. Este es capaz de alimentarse sobre todos los estados de vida de su presa. Este prefiere a las arañas rojas como alimento, pero en ausencia de estas también puede alimentarse de otros ácaros. Croft et al., (1997); citado por Pratt et al., (1997), menciona que *A. californicus* puede sobrevivir y reproducirse bien sobre trips y polen de maíz.

Castagnoli y Simoni (1994), en un estudio realizado con *Amblyseius californicus*, sobre los efectos de diferentes constantes de humedad y temperatura sobre los huevecillos y larvas de esta especie, concluye que este depredador se adapta muy bien a climas con temperaturas y humedad relativa ligeramente altas. Y agrega que la eclosión de los huevecillos fue significativamente más prolongados cuando la humedad relativa fue decreciendo.

En estudios realizados para conocer los movimientos de *A. californicus* y *A. fallacis*, tanto dentro como entre plantas, la conclusión es que *A. californicus* tiene un mayor movimiento de dispersión que *A. fallacis* dentro de la planta, pero *A. fallacis* se movió más rápido y a distancias más grandes entre plantas. Estas diferencias concluyen que *A. californicus* tiene características de dispersión más parecidas a las de un depredador generalista (Pratt et al, 1997).

Amblyseius sp. usa dos patrones de búsqueda, según investigaciones en Nebraska. Cuando la plaga es abundante usa un patrón de caminar al azar, permitiéndoles utilizar más ácaros. Cuando la presa es escasa, los depredadores caminan a lo largo del borde de la hoja incrementando el cambio de movimiento a una hoja nueva. Por otra parte, trabajos realizados en Massachusetts han demostrado que *Amblyseius sp.* usa signos químicos de la seda de su presa y excrementos para encontrarla, y además usan sus propias marcas de feromonas para marcar previamente áreas buscadas (Kain y Nyrop, 1995).

Importancia de la Respuesta Funcional

La importancia de la respuesta funcional es que determina el cambio del número de presas muertas por un depredador por unidad de tiempo, como función del cambio en la densidad de presa (Solomón, 1949), donde la máxima cantidad de presas muertas está determinada por el efecto combinado del tiempo de manipulación y la saciedad (Holling, 1959).

Holling (1961) reporta 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.

Holling (1959) define tres tipos de curvas (Figura 1) para la respuesta funcional:

- I). Aquella en la cual la meseta de la curva es alcanzada en forma lineal, característica de los organismos filtradores, por ejemplo *Daphnia magna* (Crustácea: Cladocera) sobre algas unicelulares.
- II). En este tipo la meseta de la curva es alcanzada en forma curvilínea, y se encuentra en organismos invertebrados (*Notonecta spp.* sobre larvas de culícidos).
- III). Aquí, la respuesta está representada por una curva sigmoidea; se representa en vertebrados (aves).

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).

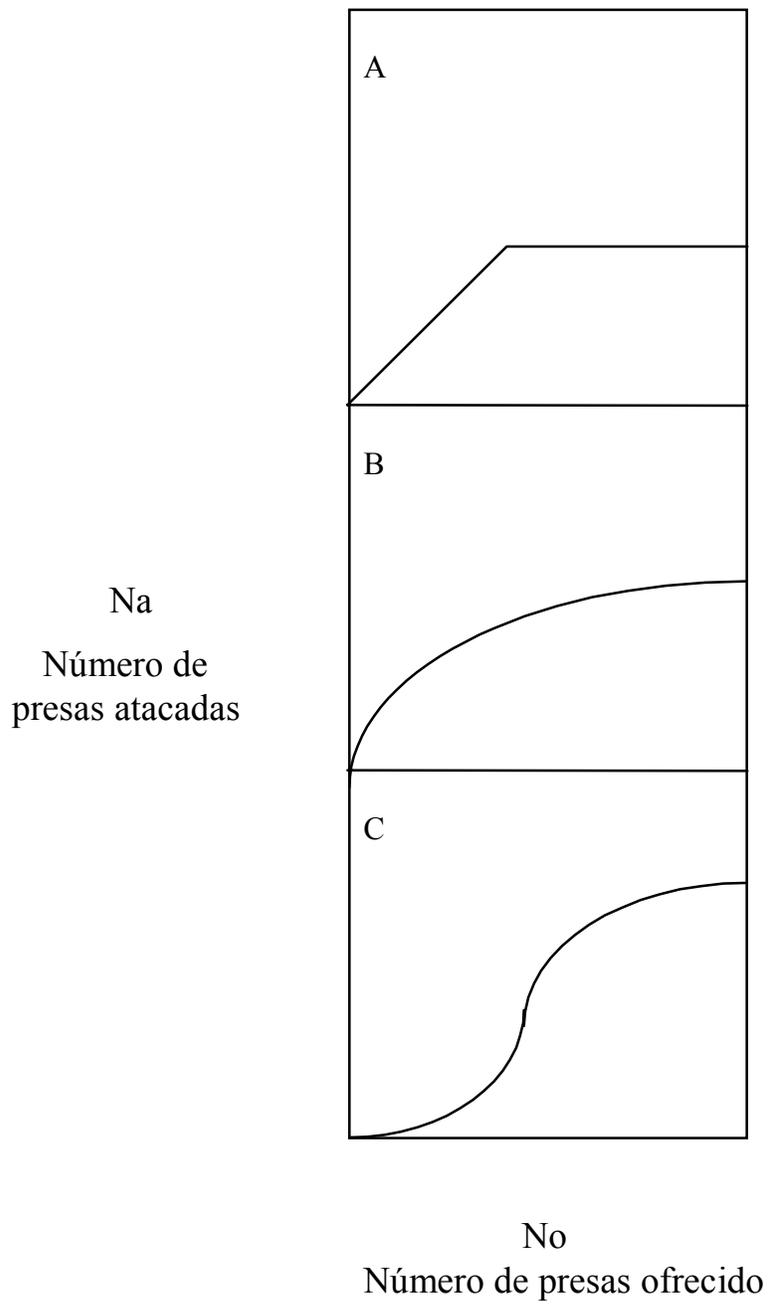


Figura 1. Curvas de respuesta funcional (Holling, 1959)
A) Tipo I, lineal. B) Tipo II, asintótica.
C) Tipo III, sigmoideal.

Modelo de Transformación de Woolf

El modelo de la transformación de Woolf (Fan y Pettit, 1994) predice el número de presas muertas (Na) en función de la densidad de presas ofrecidas (No), 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:

$$No/Na = 1 / a' + Th No$$

Donde:

Na = no. de presas muertas.

No = no. de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

Th = tiempo de manipulación.

Modelo de transformación de Holling

El modelo de Holling (1959) predice que el número de presas muertas (Na) por un depredador aumenta en forma inversa con la densidad de presa (No), hasta aproximadamente a la saciedad. El número máximo de presas atacadas en condiciones experimentales está determinado por la división del tiempo total de exposición (Tt) entre el tiempo de manipulación (Tt/Th); 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.

$$Na/No = a' (Tt - Th Na)$$

$$Na/No = a' Tt - a' Th Na$$

$$Na = (a' Tt No) / (1 + a' Th No)$$

Donde:

Na = no. de presas muertas.

No = no. de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

Tt = tiempo total de exposición depredador-presa.

Th = tiempo de manipulación.

MATERIALES Y METODOS

Se procedió a la cría de *Tetranychus urticae*, iniciando con la siembra de frijol ejotero de la variedad “Zodiac” de la compañía Asgrow . La siembra se hizo en una cama dentro de un invernadero con cubierta de fibra de vidrio establecido dentro de las instalaciones de la UAAAN. Una vez establecidas las colonias de este ácaro, las plantas fueron nuevamente infestadas con el depredador *Amblyseius californicus*, los cuales fueron comprados a una empresa dedicada a la producción comercial de estos fitoseidos (Koppert), bajo el nombre comercial de “Spical”, en una presentación de 2 000 organismos, importados desde Holanda.

Una vez establecidos las dos especies, se dio inicio al trabajo dentro del laboratorio. Para determinar el tipo de respuesta funcional se recurrió a el uso de la técnica de la hoja-arena, exponiendo al ácaro presa a la acción depredadora del fitoseido, que fue una hembra grávida con 24 h de ayuno, a densidades de 1, 2, 4, 8, 16, 32 y 64 de hembras sobre las hojas de manzano. Se utilizaron 15 repeticiones para cada densidad del ácaro presa. El conteo del número de ácaros atacados se realizó únicamente a 6 y 24 horas, en la evaluación de las 6 horas con hembras adultas de *Tetranychus urticae* se retiraron los huevos puestos por las estas hembras, para no interferir en la depredación sobre ellas. De igual manera, las hembras de *Tetranychus urticae* que resultaban ahogadas a las seis horas eran reemplazadas inmediatamente, para no afectar los resultados de la depredación. El experimento se realizó en una cámara bioclimática Biotronette Mark III mantenida a una temperatura de 27 ± 2 °C y un fotoperíodo de 12 horas luz.

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 α y β , donde los valores del eje x corresponden a las diferentes densidades de población de la presa y los valores del eje y 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: $a' = 1/\alpha$ y $T_h = \beta$, para obtener los parámetros de a' (tasa instantánea de descubrimiento de presa) y T_h (tiempo de manipuleo) para el modelo de la transformada de Holling.

Al obtener los parámetros de a' y T_h , se estimó el número de presas muertas con el modelo para respuesta funcional de transformación de Holling:

$$N_a = a' T_t N_o / (1 + a' T_h N_o)$$

Donde:

N_a = número de presas muertas.

No = número de presas ofrecido.

a' = tasa instantánea de descubrimiento de presa.

Tt = tiempo total de exposición depredador/presa.

Th = tiempo de manipulación.

El ajuste de los valores del número de presas muertas observadas entre los estimados fue realizado bajo una prueba X^2 ($P \leq 0.05$).

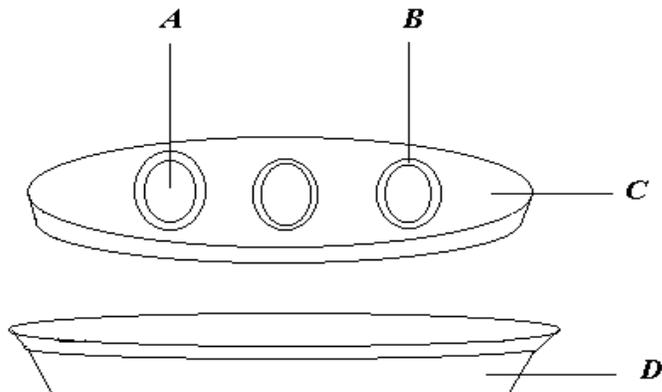


Figura 2. Técnica de la hoja - arena.

A) Hoja de manzano, B) Barrera de papel absorbente, C) Esponja y D) Charola de plástico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Con el fin de conocer la capacidad depredadora de *Amblyseius californicus*, se expuso este ácaro a diferentes densidades poblacionales de *Tetranychus urticae*. De esta forma se fueron registrando datos, los cuales aparecen en los cuadros 1,2,3,4,5,6,7y 8 del apéndice, ahí se pueden observar el numero de ácaros depredados. Como se puede observar si comparamos los datos sobre mortalidad alcanzada a la densidad de 64 ácaros presa en los lapsos de tiempo de 6 y 24 horas, nos podemos dar cuenta que en todos los casos el depredador consumió aproximadamente el 50% del total depredado, en las primeras 6 horas y el otro 50% en las 18 horas siguientes.

El comportamiento de *Amblyseius californicus*, concuerda con lo que Holling (1959), concluye en un estudio, en el que la depredación se incrementa con el incremento en la densidad de la presa, donde la máxima cantidad de presas muertas esta determinado por el efecto combinado del tiempo de manipulación y la saciedad.

Con los datos obtenidos dentro del laboratorio, se procedio a calcular la tasa instantánea de descubrimiento (a') y el tiempo de manipulación (T_h) mediante una regresión lineal, la cual necesito a su vez el calculo de el N_a observado, dichos datos se presentan en el cuadro 2. Como se observa en dicho cuadro, con excepción de la a' observada en el estado de ninfa durante las primeras 6 horas de ataque, en todos los demás casos la a' fue mayor a 1, lo anterior significa que en términos de porcentaje el depredador descubrió en un 100% a su presa, por lo cual si tomamos en cuenta a la a' poco o nada se puede obtener en relación a la diferencia del ataque del depredador en los diferentes estados de desarrollo de la presa.

En relación al tiempo de manipulación (T_h), en el cuadro 2 se observan diferencias en depredación en los estados de desarrollo de la presa. A las 24 horas de depredación, el depredador mostró mayor agresividad en larva, y en menor grado en ninfas, huevos y adultos, respectivamente. Estos datos transformados en unidades de tiempo corresponden a 46, 75, 78 y 629 minutos, lo cual equivale a que el depredador *Amblyseius californicus* puede consumir en un día hasta un total de 31, 19, 18 y 2, larvas, ninfas, huevos y adultos, de *Tetranychus urticae* respectivamente.

Cuadro 2. Parámetros de la respuesta funcional de *Amblyseius californicus* (McGregor) sobre las etapas de vida de *Tetranychus urticae* (Koch), a diferentes lapsos de tiempo según el modelo de la transformación de Holling.

ETAPAS DE DESARROLLO	PERIODOS DE TIEMPO (Hr)	TASA INSTANTENEA DE DESCUBRIMIENTO (a')	TIEMPO DE MANIPULACION (Th)
HUEVO	6	1.2465	0.1259
	24	1.2725	0.0547
LARVA	6	1.0131	0.0975
	24	1.0576	0.0322
NINFA	6	0.7895	0.1343
	24	1.0059	0.0522
ADULTO	6	36.6024	0.8258
	24	5.4149	0.4370

Los datos utilizados para graficar fueron los Na observados junto con los Na esperados, mismos que se presentan en las figuras 3, 4, 5 y 6. Comparando estos datos vemos que la diferencia no es tan grande en todas las graficas, además de que claramente se nota la tendencia asintótica de este modelo, clasico del tipo de respuesta funcional II.

A los datos registrados de la mortalidad por el depredador, se realizo una prueba de X^2 en cada etapa de desarrollo de la presa, las cuales tubieron valores de 3.5480, 0.4801, 0.2499 y 0.9909, para huevo, larva, ninfa y adulto respectivamente. Los valores calculados no sobrepasan el valor de la X^2 de tablas ($P \leq 0.05$), la cual es de 12.5916, lo que indica que nuestro estudio los resultados tienen confiabilidad estadística.

En el caso de la observación de depredación a las ninfas durante las primeras 6 horas, se supone que tal vez los depredadores tardaron en adaptarse al medio, ya que a las 24 horas, el valor de la a' para esta etapa alcanzo una cifra similar al de los demás tratamientos.

Para el caso de Th (tiempo de manipulación), entre mas pequeño es este valor, mayor sera el numero de ácaros depredados. Los valores que se alcanzaron en este trabajo fueron los siguientes: 0.1259, 0.0975, 0.1343 y 0.8258, para huevecillo, larva, ninfa y adulto, respectivamente, en el caso del lapso de tiempo de 6 horas. En este periodo de tiempo se observa una mayor depredación en la etapa de larva, con el valor mas pequeño de los cuatro citados, lo cual también se puede verificar en los datos del apéndice, alcanzando en esta etapa un valor medio de 8.6 larvas atacadas por un depredador. Y en el caso de adulto fue menor la depredación alcandando solo una media de 1.46 ácaros depredados y el valor mas alto en el Th, sobre las otras etapas. Todo esto nos puede dar el orden de preferencia que *Amblyseius californicus* tiene sobre *Tetranychus urticae* durante las primeras 6 horas de ataque, quedando de la siguiente forma: en primer lugar se encuentra el estadio de larva, seguido por

huevecillo, ninfa y adulto, lo anterior sin embargo, vario a las 24 horas ya que se presentó un cambio en el orden en donde el Th al final del experimento -24 horas- fue menor en ninfas que en

huevos. Aun así la diferencia es mínima ya que utilizando el Th para la obtención de presas atacas en un día, fue de 18 individuos para huevos y 19 para ninfas.

En otras investigaciones con fitoseidos sobre *Tetranychus urticae*, se reportan casos de mayor depredación, Rodríguez (1999) menciona que *Phytoseiullus persimilis*, alcanza valores de depredación de Th de: 0.0082, 0.0044, 0.0149 y 0.0228, para huevecillo, larva, ninfa y adulto. Lo anterior indica que este ultimo es mas voraz.

Otro caso es el de *Euseius mesembrinus* sobre hembras adultas de *Eutetranychus banksi*, Cerda (1998), reporta un Th de 0.0142 para hembras adultas de *E. Banksi*, el cual es mucho menor que el obtenido en este trabajo, el cual es de 0.4369 también para hembras adultas pero de *T. urticae*, lo que indica que *Euseius mesembrinus* es mas voraz sobre hembras adultas de *E. banksi*, que *A. californicus* también sobre hembras adultas pero de *T. urticae*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, el modelo de depredación de *Amblyseius californicus* (McGregor) sobre las diferentes etapas de desarrollo de *Tetranychus urticae* (Koch), se ajusta al de tipo II de Holling.

La capacidad total de depredación de *Amblyseius californicus* (McGregor) sobre *Tetranychus urticae* (Koch) a las 24 horas, puede consumir hasta 18, 31, 19 y 2, huevos, larvas, ninfas y adultos respectivamente.

La tasa instantanea de descubrimiento del depredador sobre los diferentes estados de desarrollo de *Tetranychus urticae* (Koch), a las 24 horas de ataque se ajusta a un 100%.

LITERATURA CITADA

- Andrews, K. 1989. "Introducción a los conceptos de manejo integrado de plagas".
En: Manejo integrado de plagas insectiles en la agricultura; estado actual y futuro. Andrews, K & Quezada, J.R. (ed). Pag. 4 – 20.
- 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.**
- Castagnoli M., Simoni S. 1994. The effect of different constant humidities on eggs and larvae of *Amblyseius californicus* (McGregor) (Acari : Phytoseiidae). Florence, Italy. Redia. Vol. 77:2, 349-359.**
- Cepeda S. M. y Hernandez C. F. D.. 1983. Revisión bibliográfica de enfermedades asociadas al cultivo del manzano *Pyrus malus* L. Boletín No. 8. UAAAN.**
- Cerda G. P.A.. 1998. Determinación de la respuesta funcional de *Euseius mesembrinus* (Dean) en función de la densidad *Eutetranychus banksi* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae:Tetranychidae) Tesis Licenciatura. UAAAN.**
- Chant, D. A. 1985. "Systematics and taxonomic". En: Spider mites: Their biology, natural enemies and control. Helle, W. & Sabellis, M.W. (ed). Elsevier Science Pub. Leiden. Holanda. Pag. 17 – 19.**
- Costa C. J., Santamaria A., Ferragut F., García M. F. 1994. Poblaciones de ácaros en la cubierta vegetal de los huertos de manzano. España. Boletín de Sanidad Vegetal. Vol. 20 (2): 335-339.**
- 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.**
- DeBach P. 1968. Control biológico de insectos plaga y malas hierbas. Compañía Editorial. Continental. México.**
- 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.

- Fan, Y. Q. y Pettitt, F. L. 1994. Parameter estimation of functional response.
Environ. Entomol. 23(4):785-794.
- Ferreira M. A., and Carmona M. M. 1994. Acarofauna of *Phaseolus sp.* in Portugal.
 Boletín de Sanidad Vegetal. Vol 20:1, 111-118.
- Gimenez F. R. M., et al. 1994. Host – pest relationships between the twospotted spider mite (Acari : Tetranychidae) and strawberry cultivars with differing levels of resistance. **Journal of Economic Entomology. 87 (1): 168 – 175.**
- González Z.J.E., García M .T., Saques J., Masiello L. O., Ribes A. 1998. Binomial and sequential sampling programs for *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari:Tetranychidae) and *A. californicus* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae) on strawberry. Spain. **Boletín de Sanidad Vegetal. V. 19(4): 559-586.**
- Holling, C. S. 1959. Some characteristics of simple types of depredation and parasitism. **Can.Ent. 91:385-398.**
- Holling, C.S. 1961. Principles of insect predation **Ann. Rev. Entomol. 6:163-182.**
- 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 pags.
- Iraola V. M., Biurrun R., Moraza M. L., Esparaza M. J. 1994. Predators of the family Phytoseiidae on red spider mite *Panonychus ulmi* (Koch) in orchards in Navarra. Spain. **Boletín de Sanidad Vegetal. Vol. 20: 3, 687-694.**
- Iraola V. M., Moraza M. L. , Biurrun R., Ferragut F.. 1997. Fitoseiidos (Acari:Phytoseiidae) en maíz y en vegetación de ribazo en Navarra. Densidades y composición de especies. España. **Boletín de Sanidad Vegetal. Vol. 23(2): 209- 220.**
- Jeppson, L. R., H. H. Keifer, y E. W. Baker. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. 614 pp.

Kain D. and Nyrop j. 1995. Predatory mites. Insect identification fact sheet. No. 23.
www.nysaes.cornell.edu/ent/biocontrol/predators/

Krantz G. W.. 1978. A manual of acarology . Segunda edición. Oregon State University. Book Store Inc.

Malais M. and Ravensberg W. J.. 1992. Knowing and Recognizing. First edition.
Koppert B. V., Berkel en Rodenrijs. The Netherlands.

**McMurtry, J. A. 1982. The use of Phytoseiids for biological control: progress and
future prospects. In recent advances in Knowledge of Phytoseiidae, M. Hoy
(ed.). Berkeley, Univ. Calif. Special publ. pp. 23-48.**

**Muma, M. H. and Denmark, H. 1970. “ Artropods of Florida and neighboring
land
areas; Phytoseiidae of Florida”. Florida Departament of Agriculture
and
Consumer Services. Vol. 6. Pag. 150.**

**Nicotina M. 1997. Phytoseiid mites foundin the vineyards of the Lazio
region,
Italy. Bollettino del Laboratorio di Entomologia Agraria “Filippo
Silvestri”.
Vol. 52: 117-130.**

Nuez F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. España.

**Pratt P. D., Monetti L. N. Y Croft B. A. 1997. With-in and between plant
dispersal
and distribution of *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari :
Phytoseiidae) in bean and apple plant systems. Departament of
entomology. Oregon State University.**

**Preece J. E. and Read P. 1993. The biology of horticulture. John Wiley and soon.
U.S.A. Pag. 414.**

**Ramírez R.H. y Cepeda S. M. 1993. El manzano. Segunda edición. Editorial Trilla.
Pag. 14.**

**Ramírez L. A., Ramos L., Chico R., Rodriguez H. 1998. *Amblyseius californicus*
(Acari: Phytoseiidae): new report for Cuba. San Jose de las Lajas,
Havanna,**

Cuba. Revista de Protección Vegetal. Vol. 3:1, 53-57.

Rodríguez M. S.. 1999. Respuesta funcional y parámetros poblacionales de *Phytoseillus*

persimilis Athias-Henriot sobre arañitas de dos puntos *Tetranychus urticae*

(Koch) (Acari: Phytoseiidae: Tetranychidae). Tesis Maestría. UAAAN.

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. pp. 43-53.

Saito , 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. Elsevier Science Publishing Company. 253-264. pp.

Sánchez V. V.M. 1992. Plagas del manzano. Memorias del V ciclo internacional de Conferencias sobre el cultivo del manzano. Unión Regional Agrícola de Productores de Manzana del Estado de Coahuila. Saltillo, Coah., México. Pag. 46 – 48.

Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal populations. J. Anim. Ecol. 18:1-35.

Tablas estadísticas. Departamento de Estadística y Cálculo. UAAAN.

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

Tuttle, D. M. y E. W. Baker. 1968. Spider Mites of Southwestern United States. and a revision of the family Tetranychidae. The University of 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: Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A Review. Hilgardia. 41(13):343-432.

Veerman, A. 1977. Aspects of the induction and termination of diapause in a laboratory strain of the mite *Tetranychus urticae*. J. Insects Physiology. 23:703-711.

- Veerman, A. 1985. Diapause in tetranichid mites: Characteristics and occurrence. pp. 279-310. En Helle W. y M. W. Sabelis. (Editores) Spider mites biology., natural enemies and control. Vol. 1A. Elsevier Science Publishing Company.**
- Villaronga P., Garcia M. F.. 1998. The tetranychid mites and their natural enemies of hazelnut cultivation in Catalonia. Spain. Boletín de Sanidad vegetal. 14: 1, 39-44.**
- 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.**

APENDICE

A-1. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio de huevo de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 6 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	10
2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	27
4	4	0	4	1	2	2	4	1	4	0	3	2	4	3	2	36
8	3	4	1	3	4	4	4	4	8	1	8	8	6	6	8	75
16	6	8	7	7	10	7	5	7	6	9	7	7	6	11	6	109
32	6	11	6	12	14	7	9	5	6	8	7	4	6	8	5	114
64	5	16	3	5	4	13	4	5	9	6	8	9	4	6	6	103

A-2. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio

de huevo de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 24 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	13
2	2	0	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	28
4	4	4	4	3	2	2	4	1	4	1	4	4	4	4	4	49
8	8	8	5	3	5	8	8	8	4	8	8	8	8	8	8	105
16	15	16	14	16	15	16	14	15	8	16	16	15	16	16	15	223
32	15	17	15	14	15	16	14	10	12	17	18	19	10	14	14	220
64	14	16	12	7	13	19	11	16	14	8	19	15	19	16	10	209

A-3. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio

de larvas de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 6 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14
2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	0	2	2	21
4	4	4	2	1	4	3	3	2	3	1	3	3	4	3	3	43
8	7	7	7	5	3	4	2	3	2	2	5	6	4	6	5	73
16	3	6	12	8	8	1	3	7	8	10	4	4	2	7	6	89
32	12	6	12	7	8	6	9	6	12	6	9	11	9	12	8	133
64	7	6	5	9	11	18	12	8	5	9	7	8	11	8	5	129

A-4. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio

de larvas de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 24 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15
2	2	2	2	1	2	2	2	2	1	1	1	2	2	2	2	26
4	4	4	3	2	4	4	4	3	4	4	3	3	4	4	4	54
8	8	8	8	8	4	6	5	5	7	4	8	8	3	8	8	98
16	7	13	15	15	14	8	13	14	15	14	11	6	11	11	13	180

32	22	19	22	15	22	11	23	13	23	18	13	22	14	20	19	276
64	23	18	21	24	25	25	22	24	11	14	26	24	12	15	21	305

A-5. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio de ninfas de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 6 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	7
2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	1	2	2	2	2	1	23
4	1	1	0	1	0	3	2	2	4	4	2	2	3	3	3	31
8	1	1	4	4	3	4	3	5	7	6	7	5	7	7	2	66
16	6	6	8	6	4	4	4	4	5	7	5	7	3	4	6	79
32	5	2	7	5	6	7	7	6	2	4	7	5	5	6	9	83
64	4	9	7	7	14	8	8	5	4	6	3	4	7	8	3	97

A-6. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio de ninfas de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 24 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	12
2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	28
4	1	2	2	2	2	4	3	4	4	4	2	4	4	4	4	46
8	7	3	6	7	5	8	6	5	7	8	7	5	8	8	2	92
16	9	10	12	14	10	10	10	6	12	9	10	11	10	9	7	149
32	12	6	13	13	11	13	11	14	8	14	15	11	13	11	17	182
64	14	17	11	16	15	15	17	16	14	18	10	9	17	20	9	218

A-7. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio de adultos de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 6 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	9
2	0	1	1	2	1	1	1	0	2	1	1	1	1	1	2	16

4	1	2	0	1	0	1	2	1	1	0	1	1	1	0	1	13
8	2	1	0	2	2	4	1	2	1	1	1	1	1	1	0	20
16	1	1	2	1	2	2	1	1	2	0	2	2	3	2	0	22
32	0	1	1	0	2	1	2	3	0	2	2	1	1	1	1	18
64	0	1	3	1	2	0	1	3	1	1	0	1	3	0	1	18

A-8. Registro del número de presas muertas por *Amblyseius californicus* en el estadio

de adultos de *Tetranychus urticae* en el lapso de tiempo de 24 horas.

No/Densidad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	Total
1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	11
2	0	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	21
4	2	2	0	1	0	1	4	3	3	0	2	2	2	1	1	23
8	2	2	3	2	4	3	1	2	2	1	3	2	2	2	0	31
16	4	1	4	1	2	3	5	2	4	2	2	3	4	4	3	44
32	2	4	3	1	4	4	4	3	2	2	3	1	1	2	1	37
64	0	4	1	2	4	2	4	3	2	1	0	4	2	2	2	33

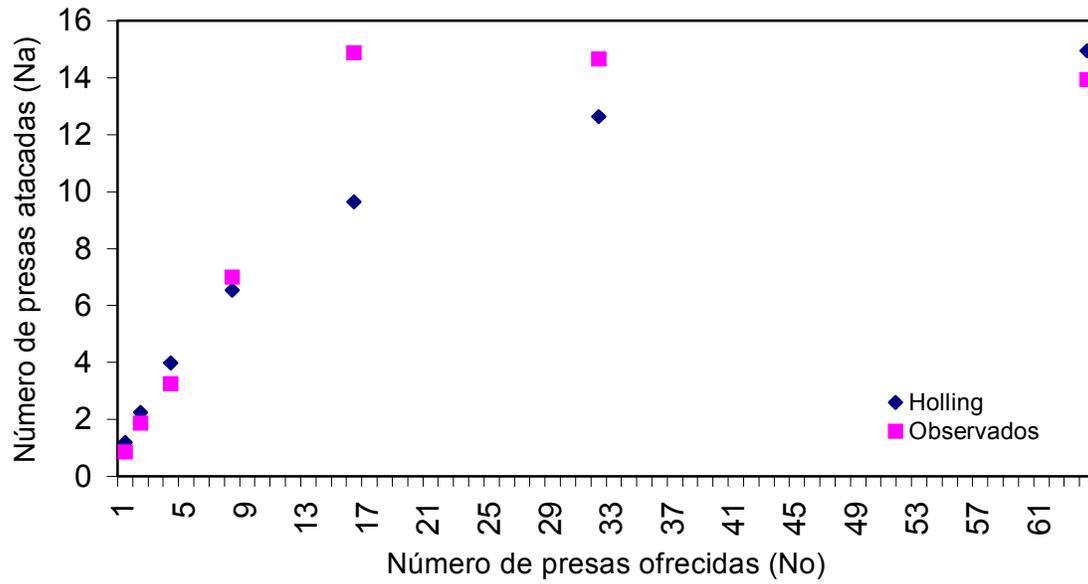


Figura 3. Respuesta funcional de *Amblyseius californicus* sobre huevecillos de *Tetranychus urticae* en un período de tiempo de 24 horas.

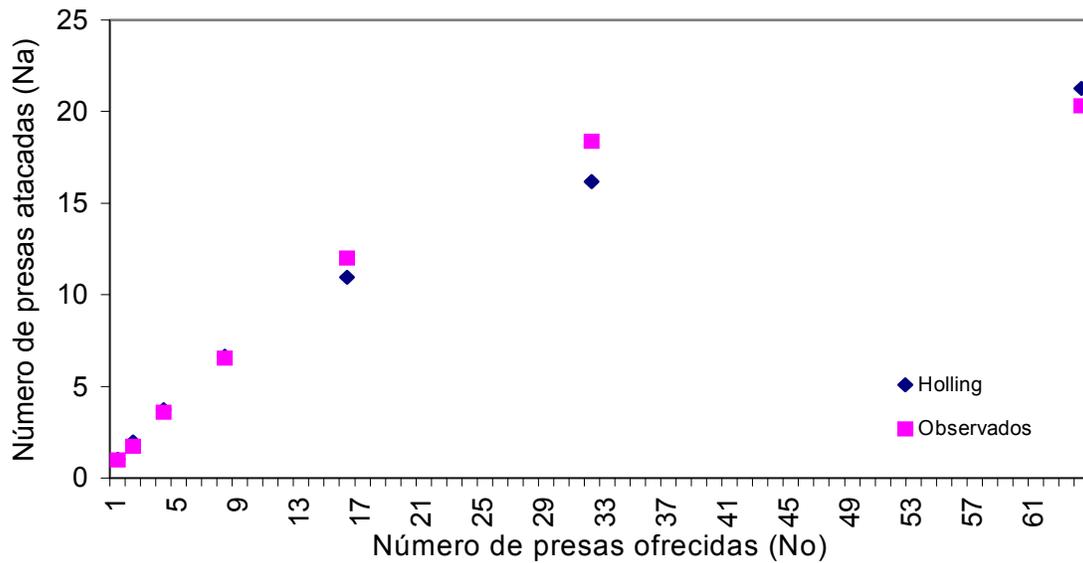


Figura 4. Respuesta funcional de *Amblyseius californicus* sobre larvas de *Tetranychus urticae* en un período de tiempo de 24 horas.

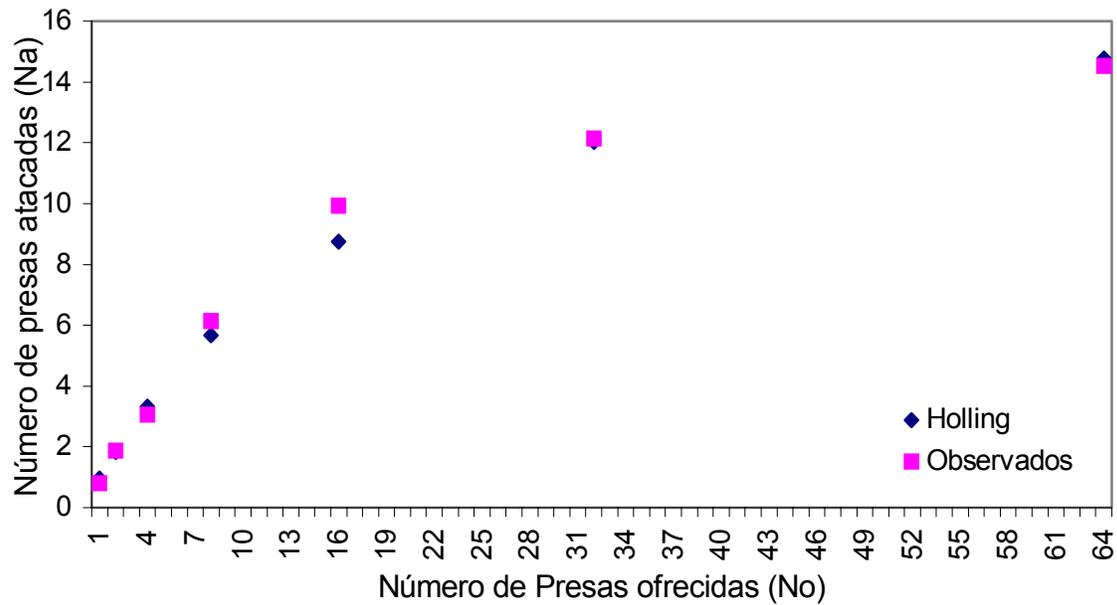


Figura 5. Respuesta funcional de *Amblyseius californicus* sobre ninfas de *Tetranychus urticae* en el período de tiempo de 24 horas.

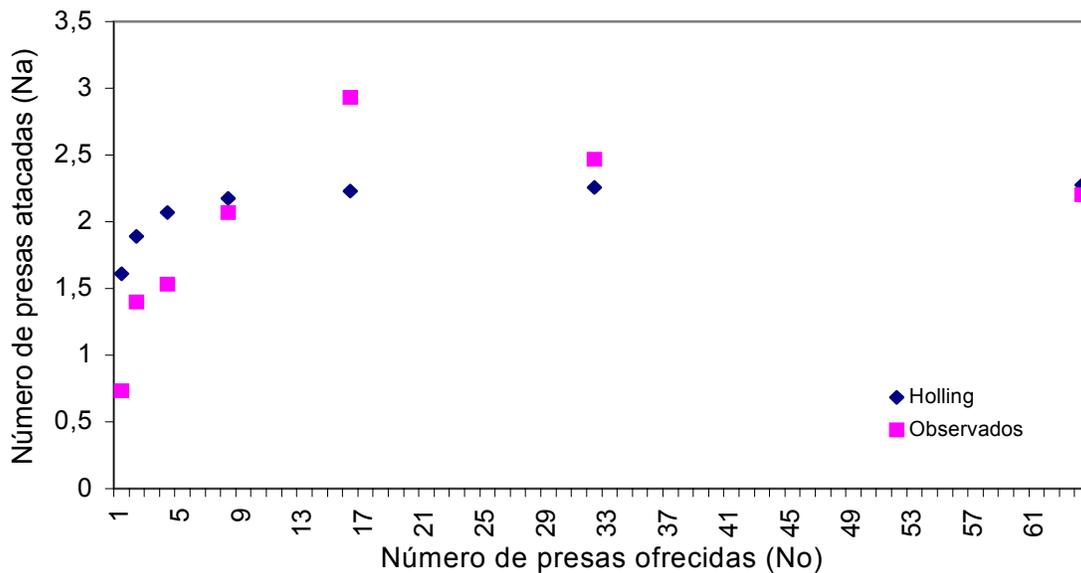


Figura 6. Respuesta funcional de *Amblyseius californicus* sobre adultos de *Tetranychus urticae* en un período de tiempo de 24 horas.

