

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

**RESPUESTA FUNCIONAL DEL ÁCARO DEPREDADOR
NEOSEIULUS CALIFORNICUS (ACARINA: PHYTOSEIIDAE)
SOBRE LA ARAÑITA ROJA DEL PALTO, *OLIGONYCHUS*
YOTHERSI (ACARINA: TETRANICHIDAE)**

ALEXIS ANDRÉS JIMÉNEZ VILLALÓN

SANTIAGO – CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

MEMORIA DE TÍTULO

RESPUESTA FUNCIONAL DEL ÁCARO DEPREDADOR
***NEOSEIULUS CALIFORNICUS* (ACARINA: PHYTOSEIIDAE)**
SOBRE LA ARAÑITA ROJA DEL PALTO, *OLIGONYCHUS*
***YOTHERSI* (ACARINA: TETRANICHIDAE)**

FUNCTIONAL RESPONSE OF THE PREDATORY MITE
***NEOSEIULUS CALIFORNICUS* (ACARINA: PHYTOSEIIDAE) ON**
AVOCADO RED MITE, *OLIGONYCHUS YOTHERSI* (ACARINA:
TETRANICHIDAE)

ALEXIS ANDRÉS JIMÉNEZ VILLALÓN

SANTIAGO – CHILE
2012

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE PREGRADO

RESPUESTA FUNCIONAL DEL ÁCARO DEPREDADOR
***NEOSEIULUS CALIFORNICUS* (ACARINA: PHYTOSEIIDAE)**
SOBRE LA ARAÑITA ROJA DEL PALTO, *OLIGONYCHUS*
***YOTHERSI* (ACARINA: TETRANICHIDAE)**

ALEXIS ANDRÉS JIMÉNEZ VILLALÓN

PROFESOR GUÍA	CALIFICACIONES
Sra. Gabriela Lankin V. Ingeniero Agrónomo, M.S.; Ph.D.	7.0
PROFESORES CONSEJEROS	
Sr. Luis Sazo R. Ingeniero Agrónomo.	6.8
Sr. Rodrigo Callejas R. Ingeniero Agrónomo, Dr.	6.4

SANTIAGO – CHILE
2012

Dedicada a mi Madre que es mi ejemplo
a seguir, y mi inspiración en todo.

AGRADECIMIENTOS

- A mi profesor guía, Gabriela Lankin, por ser una excelente docente, siempre con disposición a ayudar y entregar la mejor orientación.
- A mi familia que siempre ha estado para darme todo el apoyo que necesito.
- Francisco Zuazua, Rodrigo Vera y Matías Bustamante por su ayuda.
- A mi novia, Claudia Gatica por estar conmigo en todo y darme apoyo.
- A todas las personas que estuvieron conmigo durante el desarrollo de este trabajo.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUCCIÓN.....	3
MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
Lugar y época de estudio.....	9
Crianza de <i>Oligonychus yothersi</i>	9
Crianza de <i>Neoseiulus californicus</i>	10
Identificación de <i>Neoseiulus californicus</i>	12
Respuesta funcional.....	12
Diseño experimental y análisis estadístico.....	13
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
Respuesta funcional frente a móviles de <i>Oligonychus yothersi</i>	15
Respuesta funcional frente a huevos de <i>Oligonychus yothersi</i>	17
Consumo máximo y densidad de saturación.....	20
Comparaciones e interpretación.....	22
CONCLUSIONES.....	25
BIBLIOGRAFÍA.....	26

RESUMEN

Se estudió la respuesta funcional de *Neoseiulus californicus* (McGregor), sobre móviles y huevos de *Oligonychus yothersi* (McGregor), en condiciones de laboratorio. La arena experimental consistió en placas de Petri con un disco de hoja de palto (*Persea Americana* Mill.) de 5 cm. Ø, puesto sobre una esponja, para evitar la flotación, y rodeado de una lámina de agua de aprox. 3 mm en las que se colocaron 3 hembras adultas de *N. californicus* y *O. yothersi* como presa en las siguientes densidades: 6, 12, 24, 36 y 48 individuos por arena. Las placas se mantuvieron en cámaras con control de temperatura y fotoperíodo. El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados, con 10 repeticiones por tratamiento. Se analizó las diferencias con ANDEVA y Tukey. El tipo de respuesta funcional se analizó con regresión logística binaria y los resultados se ajustaron a la ecuación de disco de Holling. Se encontró una respuesta funcional tipo II para ambos tipos de presa, siendo 0,04; 1,41 y 0,04; 0,96 sus tasas de búsqueda y tiempo de manipulación (horas), para móviles y para huevos, respectivamente. La densidad de saturación se estimó a las densidades de 57 móviles y de 89 huevos, según los parámetros obtenidos. El consumo máximo estimado fue de 13 móviles y de 19 huevos. Los resultados sugieren que *N. californicus* podría ser un buen controlador biológico durante los estados iniciales de infestación de *O. yothersi* (primavera), cuando la densidad de la plaga es más baja.

Palabras clave: fitoseídos, enemigos naturales, interacción depredador-presa, control biológico.

ABSTRACT

The functional response of *Neoseiulus californicus* was evaluated on eggs and motile *Oligonychus yothersi*, under laboratory conditions. The experimental arena consisted on Petri dishes containing a 5 cm. \varnothing leaf disc of avocado (*Persea americana* Mills.) on a sponge to keep it afloat, and surrounded by a film of water of approx. 3 mm depth. Three adult females of *N. californicus* were placed on the leaf disc together with *O. yothersi* as prey in the following densities: 6, 12, 24, 36 and 48 mites per arenas. The arenas were kept in chambers with temperature and photoperiod control. A randomized block experimental design with 10 replications per treatment was used. Differences were analyzed by ANOVA and Tukey. The type of functional response was analysed with binary logistic regression and the results were fitted to the Holling's Disk Equation model. A functional response type II was found for both types of prey, being 0,04; 1,41 and 0,04; 0,96 the search rate and manipulation time (hours) for motile and eggs, respectively. The saturation density was estimated at 57 motile and 89 eggs, according to the calculated parameters. The estimated maximum consumption was 13 motile and 19 eggs. These results suggest that *N. californicus* could be an efficient control agent during early phases of infestation of *O. yothersi* (spring), when the density of the pest population is still low.

Key words: fitoseids, natural enemies, predator-prey interaction, biological control.

INTRODUCCIÓN

El Palto, *Persea americana* Mills, es el segundo cultivo con mayor superficie en Chile, llegando a las 34.057 hectáreas, y con una producción anual de 30.843 toneladas, de las cuales se exporta un 56,4% (Larrañaga y Osorio, 2010). Sin embargo, existe una pérdida importante asociada a la exportación debido a las barreras cuarentenarias, principalmente por la presencia de *Pseudococcus* sp. (Rioja y Vargas, 2009), lo que ha obligado a los productores a aumentar la frecuencia en el uso de plaguicidas de amplio espectro. Esto, sumado al aumento de la superficie de plantación aprovechando las laderas de cerro, ha provocado una disminución de las poblaciones de enemigos naturales, y con ello han resurgido plagas que se encontraban bajo control natural, tales como la arañita roja del palto *Oligonychus yothersi* (Mc Gregor) (Acarina: Tetranychidae) (Ripa *et al.*, 2007).

Esta es la única especie de la familia Tetranychidae asociada al palto en Chile (Ripa y Larral, 2007), el cual es considerado como el hospedero primario de esta plaga, la cual también se puede encontrar en manzano, membrillero, eucalipto y otras especies (González, 1989). Se distribuye entre la III y la VII regiones (Prado, 1991), y es una de las principales y la más frecuente de las plagas de este cultivo en nuestro país (López, 1998).

Esta especie presenta un dimorfismo sexual muy marcado en estados adultos, caracterizándose la hembra por tener un opistosoma más ovalado que el del macho, el cual es más delgado y aguzado, y tiene las patas más largas que la hembra (Reyes *et al.*, 2011).

El daño debido a la alimentación del ácaro se manifiesta como un color cobrizo en las hojas, y por lo general se concentra cerca de la nervadura central. Según López (1999), esta especie puede causar la caída temprana de hojas cuando alcanza poblaciones sobre los 50 individuos por hoja por un tiempo prolongado, ó 70 hembras por hoja en un tiempo corto.

Este tetraníquido se comporta como una especie polivoltina, con traslape generacional, pudiendo tener hasta cinco generaciones en una temporada. Hiberna principalmente en forma de adulto (Ripa y Larral, 2007) y comienza a formar colonias desde mediados del verano, intensificándose el ataque hacia mediados de otoño (López, 1998). Según Inostroza (2008), la plaga comienza a colonizar el árbol por la parte baja, en las caras norte y este, y luego sube para aumentar su población, principalmente sobre las mismas caras. El máximo de la densidad poblacional se registra entre enero y mayo; disminuyendo luego debido a la acción de los enemigos naturales (Ripa y Larral, 2007).

Existen varios enemigos naturales asociados al control natural de este ácaro, de los cuales dos especies son las más importantes, *Stethorus histrio* Chazeau (Coleoptera: Coccinellidae) y *Oligota pygmaea* Solier (Coleoptera: Staphylinidae). Sin embargo, la colonización de estos depredadores es tardía en la temporada (Figura 1), pudiendo no ejercer un control oportuno de la plaga, lo que obliga al control químico si la densidad poblacional del ácaro es muy alta (López, 1998). Además, estos controladores biológicos pueden ser afectados por el uso de plaguicidas de amplio espectro, o por la falta de diversidad vegetal que les permita refugiarse y adquirir alimento alternativo, especialmente en cultivos en laderas de cerro (Ripa *et al.*, 2007).

La introducción de enemigos naturales que sean capaces de controlar a la plaga antes de que sus niveles poblacionales superen límites tolerables es una buena alternativa para mejorar su control. Sin embargo, sólo un 10% de las introducciones de enemigos naturales son exitosas (Lavandero *et al.*, 2007). Para asegurar el éxito en el establecimiento del depredador y en el control de la plaga, es recomendable realizar estudios que entreguen información acerca de las características biológicas y ecológicas de las especies candidatas a ser introducidas. Uno de los aspectos más importantes que se deben conocer es la respuesta del enemigo natural a un aumento en la densidad de la plaga, y esto se mide mediante la respuesta funcional (Berryman, 1992; Laing y Osborn, 1974).

La respuesta funcional se define como el número de presas consumidas por un depredador en función de la densidad de la presa, y por lo general, el consumo aumenta a medida que aumenta la densidad de la presa, hasta llegar a una asíntota (densidad de saturación) (Juliano, 1993). Además, la respuesta funcional depende de algunos factores, tales como la capacidad del depredador para encontrar a su presa (tasa de búsqueda) y el tiempo que éste demora en atrapar, matar y consumir a su presa (tiempo de manipulación).

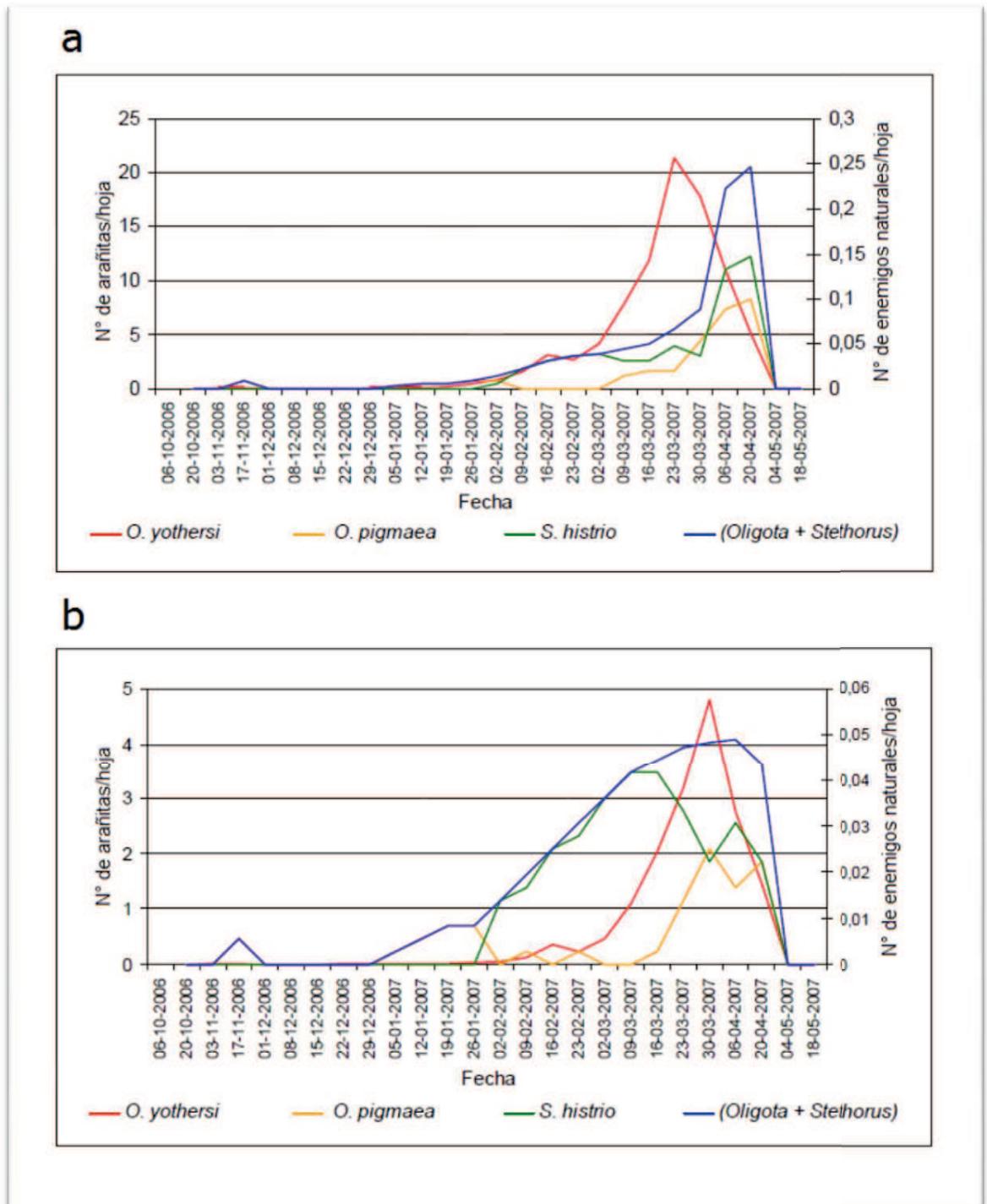


Figura 1. Cambio de la densidad poblacional de la araña roja del palto (*O. yothersi*) y sus enemigos naturales (*O. pygmaea* y *S. histrio*) en el borde (a) y al interior de un huerto (b), en la V Región, Quillota, Chile. (Inostroza, 2008).

Holling (1959) describe tres tipos de respuesta funcional: la respuesta tipo I, donde existe un aumento del consumo en forma lineal hasta llegar a una constante (densidad de saturación). En la respuesta tipo II se observa un aumento desacelerado en el consumo hasta llegar a una asíntota. La respuesta tipo III es representada por una curva sigmoídea, donde el consumo del depredador aumenta en un principio hasta el punto donde la manipulación de la presa comienza a limitar el consumo (Figura 2).

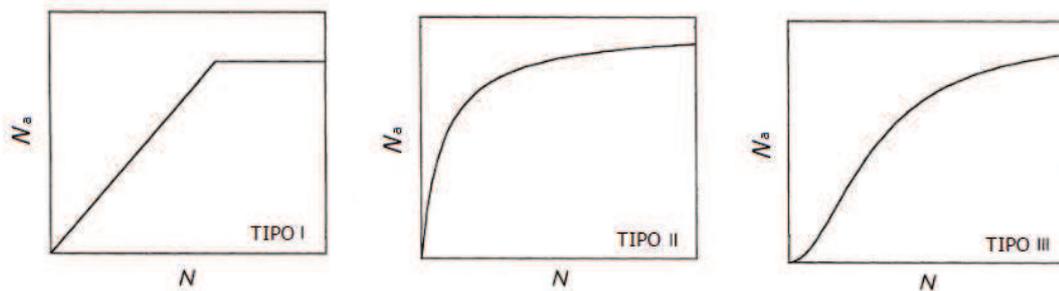


Figura 2. Las curvas de respuesta funcional representan la relación entre el número de presas consumidas por el depredador (N_a), y el número de presas ofrecidas (N). (Juliano, 1993).

El modelo que describió por primera vez Holling (1959) corresponde a la respuesta funcional tipo II y queda expresado en la “Ecuación del Disco”:

$$N_a = \frac{aNT}{1 + aNT_h}$$

Donde N_a es el número de presas consumidas, N es la densidad inicial de la presa, a es la tasa de búsqueda, T_h es el tiempo de manipulación y T es el tiempo de exposición al experimento.

La respuesta funcional por sí sola no es capaz de entregarnos toda la información acerca de la regulación de la población de la presa, por ejemplo, no se puede decir que un depredador no puede regular la población de su presa si la respuesta funcional es menor a la progenie producida por unidad de tiempo de la plaga (Laing y Osborn, 1974). Para tener mayor certeza acerca de la eficiencia del depredador para regular la población de la plaga es necesario conocer otros parámetros biológicos tales como su respuesta numérica y las

tablas de vida del depredador, además de interacciones como el canibalismo, la depredación intragremio. También es necesario realizar ensayos de campo para determinar la mejor época de liberación y la dosis a liberar.

La familia Phytoseiidae ha recibido una atención considerable debido a su potencial como agentes de control biológico, ya que han demostrado ser efectivos en el control de diversos ácaros fitófagos (Doreste, 1984; McMurtry y Croft, 1997). Existen varios estudios que han usado la respuesta funcional como un parámetro para evaluar la capacidad depredadora de los ácaros pertenecientes a esta familia, siendo la respuesta tipo II la más común para estos depredadores (Laing y Osborn, 1974; Reis *et al.*, 2003; Sepúlveda y Carrillo, 2007; Xiao y Fadamiro, 2010).

Neoseiulus californicus (McGregor) es un ácaro depredador perteneciente a esta familia y es asociado principalmente a la familia fitófaga Tetranychidae, teniendo la capacidad de alimentarse también de otras especies de ácaros e insectos y de polen (Mc Murty & Croft, 1997). Esta especie es el agente de control biológico más importante de ácaros fitófagos en frutales de hoja caduca en Chile (Campos *et al.*, 1981) y también ha sido asociada a *O. yothersi* (Prado, 1991). Un estudio realizado en California (Hoddle *et al.*, 2000) demostró que una liberación de 2000 ácaros de esta especie por árbol fue capaz de controlar la población de *Oligonychus perseae* Tuttle, Baker & Abbatiello en cultivos de palto, lo que sugiere que existe un enorme potencial para utilizar esta especie en los cultivos de palto de nuestro país.

Desde el año 2009 en la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile se está desarrollando un programa de crianza masiva de fitoseídos para el control de *O. yothersi* en paltos (Proyecto Copec-UC de desarrollo de recursos naturales, año 2008). Ésta es una iniciativa nueva y se conoce muy poco sobre la relación depredador-presa que existe entre estas especies de ácaros. Siendo *O. yothersi* una especie cuya densidad poblacional aumenta rápidamente en la temporada (Inostroza, 2008), es necesario conocer el tipo de respuesta funcional que *N. californicus* puede exhibir frente a un cambio rápido en las poblaciones del ácaro fitófago.

Hipótesis: El consumo de *N. californicus* sobre *O. yothersi* aumenta a densidades crecientes de presa.

Objetivo general: Conocer el tipo de respuesta funcional de *N. californicus* frente a *O. yothersi*.

Objetivos específicos:

- Determinar el cambio en el consumo de *N. californicus* frente al aumento en la densidad de individuos móviles de *O. yothersi*.

- Determinar el cambio en el consumo de *N. californicus* frente al aumento en la densidad de huevos de *O. yothersi*.

- Determinar la tasa de búsqueda y el tiempo de manipulación para cada tipo de presa.

- Determinar el consumo máximo y la densidad de saturación para cada tipo de presa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar y época de estudio

Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio de crianza de ácaros de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, durante la temporada de invierno del año 2011. Se utilizó material obtenido de la crianza de *N. californicus* perteneciente al proyecto Copec-U.C. y de una crianza experimental de *O. yothersi*.

Todas las crianzas y experimentos se realizaron en una cámara consistente en un container metálico con aislación térmica y regulación térmica eléctrica, para mantener la temperatura entre 20°C y 25°C, e iluminación fluorescente con fotoperiodo de 16:8 L:O.

Crianza de *Oligonychus yothersi*

Esta especie fue colectada desde huertos de palto ubicados en Quillota. Se colectaron hojas infestadas con el ácaro, las que se colocaron sobre plantas de *Crataegus sp.* en la cámara de crianza para mantener una reserva.

La crianza en laboratorio se basó en una metodología propuesta por Oliveira *et al.* (2001), que consiste en colocar adultos y ninfas de *O. yothersi* sobre discos de hojas de palto de 5 cm de diámetro flotando en agua, dentro de un contenedor de plástico de 120 cc (Figura 3). Los discos de hojas se mantienen hasta que se observa un deterioro importante debido a la alimentación de las arañitas (aproximadamente tres semanas), y luego se cortan en pedazos y se colocan sobre nuevos discos para expandir la crianza.



Figura 3. Arena de crianza de *O. yothersi*

Crianza de *Neoseiulus californicus*

Esta crianza se basó en el método SAG/MACH (Trincado y Durán, 2003), donde la presa utilizada como alimento para el depredador fue el ácaro fitófago *Tetranychus desertorum* Banks, criada sobre *Galega officinalis* L. Ambas crianzas se realizaron separadamente en distintas cámaras, donde se mantuvieron sobre bandejas metálicas de 100x50x5 cm, las que contenían dos bandejas metálicas de 90x18x5 cm. fijas en su interior, creando una fosa de agua entre la bandeja externa y las internas, donde se colocaban hojas limpias de *G. officinalis* (Figura 4). Una vez a la semana se reponían las hojas, traspasándose las hojas viejas, que contenían una gran cantidad de huevos de *T. desertorum*, a la crianza de *N. californicus* (Figura 5).



Figura 4: Bandeja de crianza de *Tetranychus desertorum*.



Figura 5: Bandejas de crianza de *Neoseiulus californicus*.

Identificación de *Neoseiulus californicus*

Periódicamente se realizaron muestreos y montajes en medio de Hoyer (Doreste, 1984) para monitorear la calidad y pureza de la crianza. Para esto se utilizaron ácaros adultos, los que se identificaron según la clave de González y Schuster (1962), donde la especie aparece bajo el sinónimo *Amblyseius chilensis* Dosse, siendo la forma de la espermateca y la caracterización de las setas corporales y de la placa esternal los rasgos utilizados para la identificación.

Respuesta funcional

Para los experimentos de respuesta funcional la arena experimental consistió en una placa de Petri de 7 cm de diámetro con un disco de hoja de palto de 5 cm de diámetro apoyada sobre un pedazo de esponja absorbente (4 cm de diámetro), dejando una lámina de agua de aproximadamente 3 mm alrededor de la hoja de palto para evitar el escape de los ácaros. Previamente las hojas de palto fueron lavadas con agua y una esponja para retirar el polvo, la fumagina, plagas u otro elemento que pudiese afectar los resultados. Para evitar cualquier posible fuente de contaminación externa las arenas se colocaron en recipientes de plástico transparente dentro de jaulas de tul dentro de la cámara de crianza ya descrita (Figura 6).

Para conocer la respuesta funcional frente a huevos e individuos móviles, en cada arena experimental se colocaron 3 hembras adultas de *N. californicus*, con individuos de *O. yothersi* en las siguientes densidades: 6, 12, 24, 36 y 48 individuos/arena. Para evaluar la mortalidad de la presa, se incluyó además un tratamiento control, que consistió en una arena de las mismas características con 24 móviles ó 24 huevos de *O. yothersi*, respectivamente, sin depredadores.

En los tratamientos con individuos móviles se utilizaron protoninfas, deutoninfas y machos adultos para evitar la postura de huevos, y mantener un tamaño uniforme de la presa. Éstos se traspasaron a la arena con la ayuda de un pincel. En los tratamientos con huevos, se colocaron hembras adultas de *O. yothersi* sobre el disco de hoja en la arena, y se dejaron oviponer durante un período de dos a tres días. Pasado este tiempo se retiraron las hembras y se eliminó el exceso de huevos, por sobre el número correspondiente a cada tratamiento, cuidando que los huevos quedaran agrupados de manera similar en todas las repeticiones.

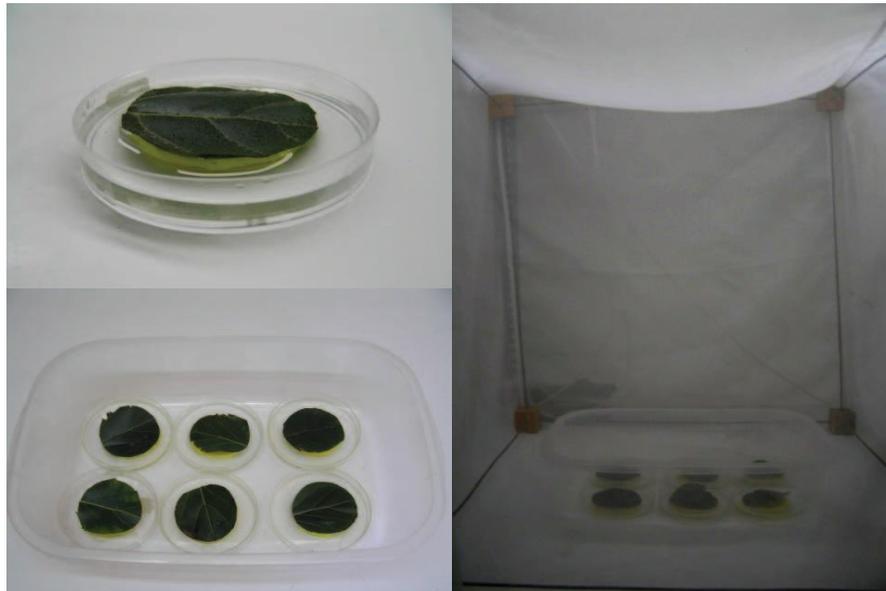


Figura 6: Montaje de arena experimental para estudiar respuesta funcional.

Después de 24 horas de montadas las arenas para cada tratamiento, se contó el número de individuos vivos con la ayuda de una lupa estereoscópica marca Zeiss. En el caso de los tratamientos con individuos móviles, se consideró vivos a aquellos que al ser tocados con un pincel se movían. En el caso de los tratamientos con huevos, aquellos huevos encontrados íntegros.

Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental consistió en bloques completos aleatorizados, bloqueados por fecha, con 10 repeticiones. Cada bloque contenía una repetición de cada tratamiento (Cuadro 1).

Para comparar el número de presas consumidas en los diferentes tratamientos se realizó un test ANDEVA con 5% de significación. Para determinar las diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de rango múltiple de Tukey. Ambos procedimientos se realizaron con el programa Minitab 16.1.

Cuadro 1. Número de individuos (móviles o huevos) en cada tratamiento para determinar la respuesta funcional de *N. californicus* sobre *O. yothersi*.

Tratamiento	Número de individuos		Número de repeticiones
	<i>N. californicus</i>	<i>O. yothersi</i>	
1	3	6	10
2	3	12	10
3	3	24	10
4	3	36	10
5	3	48	10
6 (Control)	0	24	10

Cuando la mortalidad en el testigo fue mayor a un 5% se corrigió el porcentaje de mortalidad mediante la fórmula de Abbott (1925).

Para determinar el tipo de respuesta funcional, se ajustaron los valores de consumo a la siguiente ecuación (Juliano, 1993), mediante regresión logística binaria utilizando el procedimiento sugerido por Fernandez-Arhex y Corley (2004) con el programa SAS 9.2:

$$\frac{N_a}{N} = \frac{\exp (P_0 + P_1 + P_2 + P_3)}{1 + \exp (P_0 + P_1 + P_2 + P_3)}$$

Donde:

- P_0 y $P_1 > 0$, respuesta de tipo I
- $P_1 < 0$, respuesta de tipo II
- $P_1 > 0$ y $P_2 < 0$, respuesta de tipo III

Para estimar los parámetros de tasa de búsqueda y tiempo de manipulación, los valores de consumo de cada tipo de presa se ajustaron a la Ecuación del Disco de Holling (1959), mediante regresión no-lineal por cuadrados mínimos con el programa Eviews 6.

El consumo máximo de presas se estimó a través de la fórmula T/T_h (Fernandez- Arhex y Corley, 2004). La densidad de saturación se estimó a partir de la ecuación de respuesta funcional, cuando la tasa de incremento fue menor a 0,05; utilizando la derivada de la ecuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respuesta funcional frente a móviles de *Oligonychus yothersi*

En el estudio de la respuesta funcional sobre móviles de *O. yothersi* se observó que existe un aumento en el consumo de presas a medida que aumenta la densidad de ésta. A pesar de que no existió diferencias significativas entre dos tratamientos consecutivos, si la hay entre un tratamiento y el subsiguiente, es decir, entre los tratamientos 1 y 3 y entre los tratamientos 2 y 4. La cantidad máxima de móviles consumidos por tratamiento fue de $12,8 \pm 6,7$ individuos/arena, cuando la densidad de la presa era 48 móviles/arena, lo que indica un consumo de aproximadamente 4,3 móviles por depredador (*N. californicus*) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Consumo promedio de individuos móviles de *O. yothersi* por 3 hembras adultas de *N. californicus* a diferentes densidades, y mortalidad en tratamiento control.

Tratamiento	Individuos de <i>O. yothersi</i> /arena	Promedio de individuos muertos (\pm D.E.)
1	6	4,4 (1,4) c
2	12	8,0 (2,4) bc
3	24	9,6 (2,9) ab
4	36	12,4 (4,2) a
5	48	12,8 (6,7) a
Control	24	1,6 (1,1)

Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos 3, 4 y 5, se presume que la densidad de saturación se alcanza a 24 individuos/arena. Sin embargo para determinar este parámetro de una manera más exacta, debe hacerse el ajuste a la ecuación de la respuesta funcional correspondiente.

Al calcular la proporción de depredación, esto es la cantidad consumida dividida por la densidad inicial en la arena experimental, se observa el valor máximo 0,73, cuando la densidad de presa fue la mínima (6 individuos/arena) (Fig. 7). Además se observa una disminución constante en la cantidad de presas consumidas por densidad de móviles, lo que sugiere una respuesta funcional tipo II (Juliano, 1993). Esto fue corroborado por los parámetros obtenidos de la regresión logística binaria (Cuadro 3).

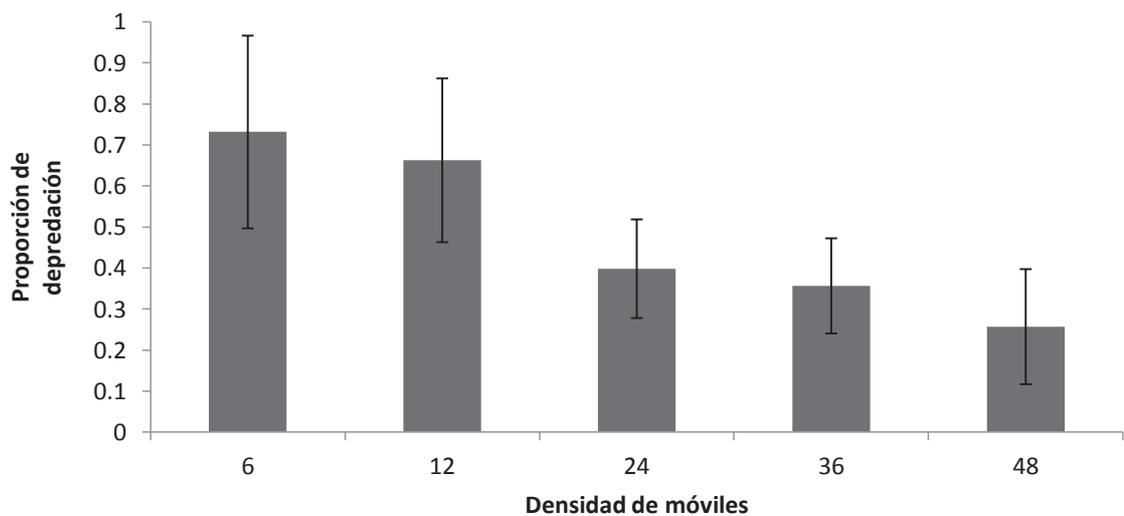


Figura 7. Proporción de depredación de *N. californicus* sobre móviles de *O. yothersi* (promedio \pm D.E.).

Cuadro 3. Parámetros estimados de la regresión logística binaria.

Parámetros	Valor estimado (\pm E.E.)	Valor ρ
P_0	1,5221(0,3206)	<0,0001*
P_1	-0,0918(0,0231)	<0,0001*
P_2	0,0008(0,0004)	0,0299

*Significación estadística con $\alpha=0,05$

Los resultados en los tratamiento se ajustaron a la ecuación del disco de Holling (1959) (Figura 8), obteniéndose los valores del tiempo de manipulación y de la tasa de búsqueda (Cuadro 4). La curva obtenida se ajusta muy bien a los promedios, a pesar de un valor de R^2 de 0,38; que puede explicarse por la alta dispersión de los resultados.

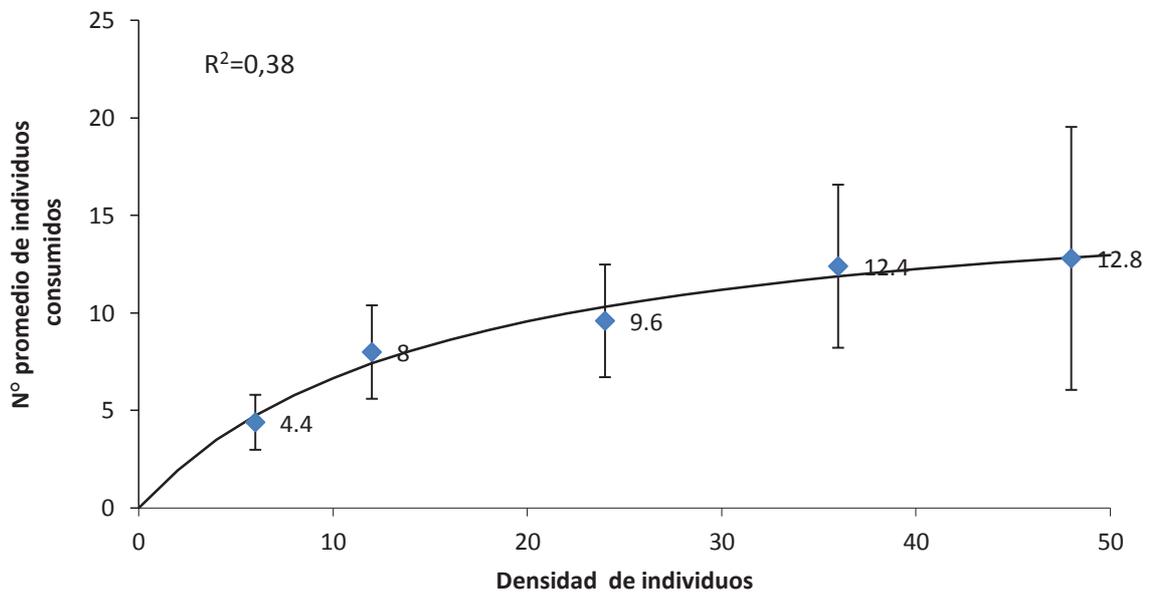


Figura 8. Respuesta funcional de *N. californicus* frente al aumento en la densidad de *O. yothersi* (n=10). La curva describe los valores esperados según la ecuación de disco de Holling (promedio \pm D.E.).

Cuadro 4. Parámetros estimados de la ecuación de disco de Holling.

Parámetros	Valor estimado (\pm E.E.)	Valor ρ
Tasa de búsqueda	0,0456(0,0132)	0,0012
Tiempo de manipulación (Horas)	1,4144(0,1539)	<0,0001

Respuesta funcional frente a huevos de *Oligonychus yothersi*

En el estudio de la respuesta funcional sobre huevos tampoco se observó una diferencia significativa entre tratamientos consecutivos, pero sí se observó entre los tratamientos 1 y 4, lo que podría deberse al alto valor de la desviación estándar de los tratamientos. Sin embargo, se aprecia un aumento en el consumo a medida que aumenta la densidad de la presa. El consumo máximo de huevos se registró en el tratamiento 4, de $15,9 \pm 9,4$ huevos cuando la densidad de la presa era 48 individuos/arena, lo que indica un consumo aproximado de 5,3 huevos por depredador (Cuadro 5).

Cuadro 5. Consumo promedio de huevos de *O. yothersi* por 3 hembras adultas de *N. californicus* a diferentes densidades y mortalidad en testigo.

Tratamiento	Individuos de <i>O. yothersi</i> / arena	Promedio de individuos muertos (\pm D.E.)
1	6	3,5 (2,3) b
2	12	8,7 (3,1) ab
3	24	11,4 (6,5) ab
4	36	14,3 (8,2) a
5	48	15,9 (9,4) a
Control	24	0

Promedios con letras distintas indican diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey ($p < 0,05$).

Al no existir diferencias significativas entre los tratamientos 2, 3, 4 y 5, se presume que la saturación se alcanza a una densidad de presa de 12 individuos/arena, sin embargo, para determinar este parámetro de una manera más exacta debe hacerse el ajuste a la ecuación de la respuesta funcional correspondiente.

En la proporción de depredación, se observó el valor máximo 0,73 a la densidad de 12 huevos/ arena, habiendo un aumento entre el tratamiento 1 y 2. Luego hay un decrecimiento constante en la proporción de depredación, lo que podría implicar una respuesta funcional tipo III (Juliano, 1993) (Figura 9). Sin embargo, los parámetros estimados de la regresión logística binaria indican una Respuesta Funcional tipo II (Cuadro 6).

Cuadro 6. Parámetros estimados de la regresión logística binaria.

Parámetros	Valor estimado (\pm E.E.)	Valor ρ
P_0	1,1604(0,3119)	0,0002*
P_1	-0,0581(0,0223)	0,0093*
P_2	0,0004(0,0004)	0,2684

*Significación estadística con $\alpha=0,05$

Los resultados en los tratamiento se ajustaron a la ecuación del disco de Holling (1959) (Fig.10), obteniéndose los valores del tiempo de manipulación y de la tasa de búsqueda (Cuadro 7). La curva obtenida se ajusta muy bien a los promedios, a pesar de un valor de R^2 de 0,32; que puede explicarse por la alta dispersión de los resultados.

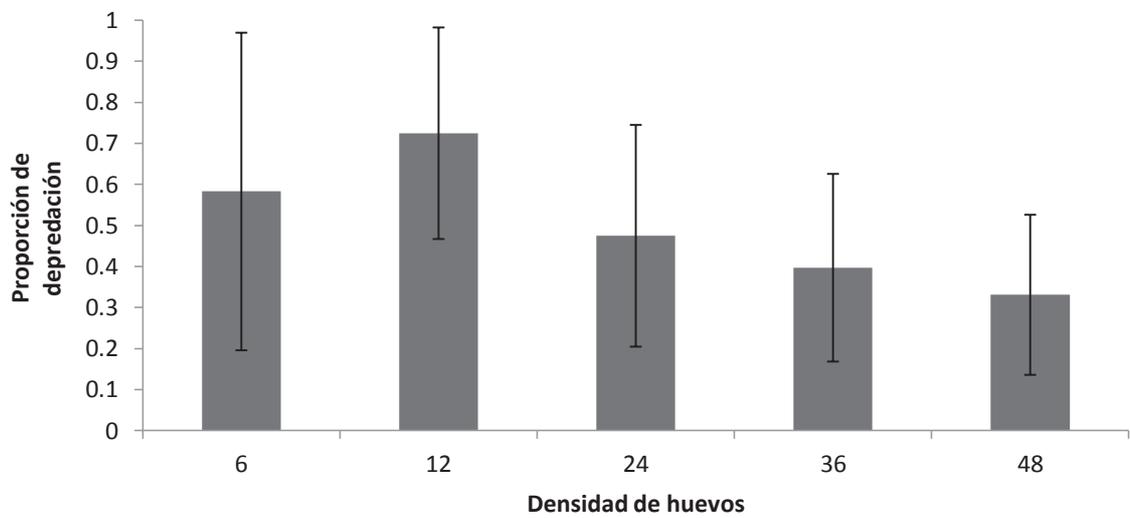


Figura 9. Proporción de depredación de *N. californicus* sobre huevos de *O. yothersi* (promedio ± D.E.).

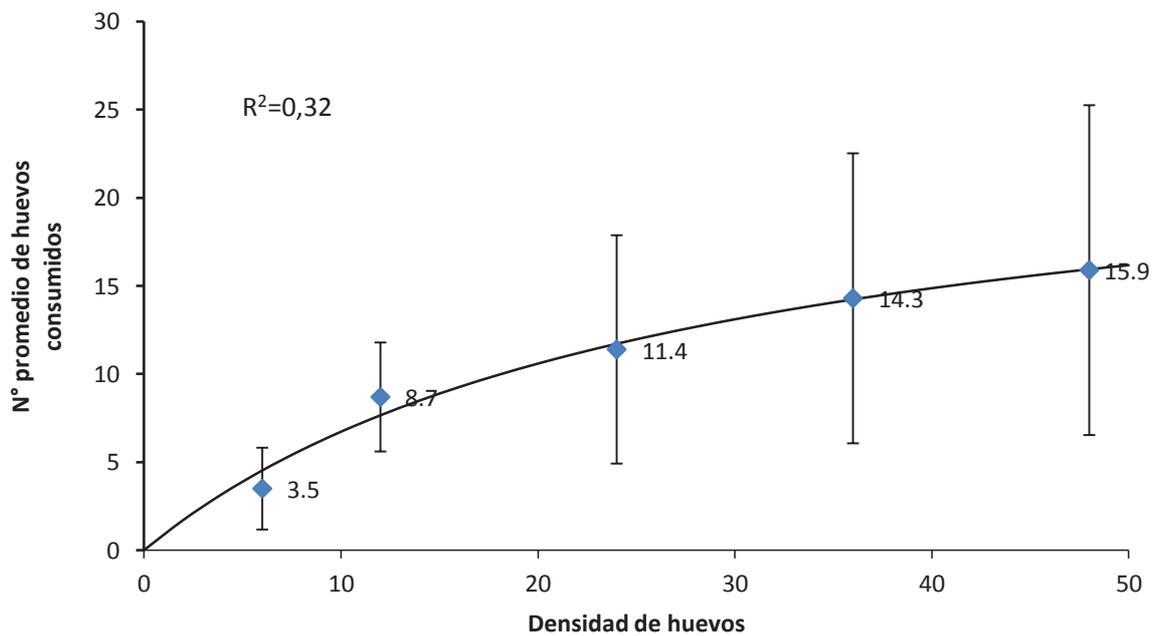


Figura 10. Respuesta funcional de *N. californicus* frente al aumento en la densidad de huevos de *O. yothersi* (n=10). La curva indica los valores esperados según la ecuación de disco de Holling (promedio ± D.E.).

Cuadro 7. Parámetros de la ecuación de disco de Holling.

Parámetros	Valor estimado (\pmE.E.)	Valor ρ
Tasa de búsqueda	0,0383(0,0140)	0,0089
Tiempo de manipulación (Horas)	0,9614(0,3019)	0,0026

Consumo máximo y densidad de saturación

Se estimó el consumo máximo de *N. californicus* por T/T_h , en 16,9 móviles y 24,9 huevos. En ninguno de los tratamientos se alcanzó este nivel de consumo lo que indica que el consumo de móviles y de huevos continua aumentando más allá de los tratamientos evaluados. Según las ecuaciones de respuesta funcional de móviles y huevos obtenidas (Figura 11), el aumento continuaría incluso a densidades muy altas de presa. Para resolver esta situación, se estimó la densidad de saturación a partir de las ecuaciones de respuesta funcional, donde la tasa de incremento del consumo fue menor a 0,05, dando como resultado las densidades de 57,2 móviles y 89,3 huevos. Esto nos entrega valores más pequeños de consumo máximo, con respecto a los estimados por T/T_h , y parecen ser más adecuados (Cuadro 9). Además, se puede observar que el consumo máximo de huevos es mayor al de móviles, lo que se explica porque los tiempos de manipulación son distintos. Además, la densidad de saturación de huevos se alcanza a casi el doble de la de móviles, lo que podría implicar que a densidades muy altas de la plaga, el depredador inclinaria su preferencia al consumo de huevos, lo que se podría comprobar con ensayos donde se ofrezca ambos tipos de presa al mismo tiempo.

Cuadro 9. Comparación de consumos máximos, donde se observa que los obtenidos a partir de las ecuaciones de respuesta funcional son menores a los estimados por T/T_h .

Estimación	Móviles	Huevos
T/T_h	16,9	24,9
Derivada de la Ecuación de respuesta funcional	13,3	19,1

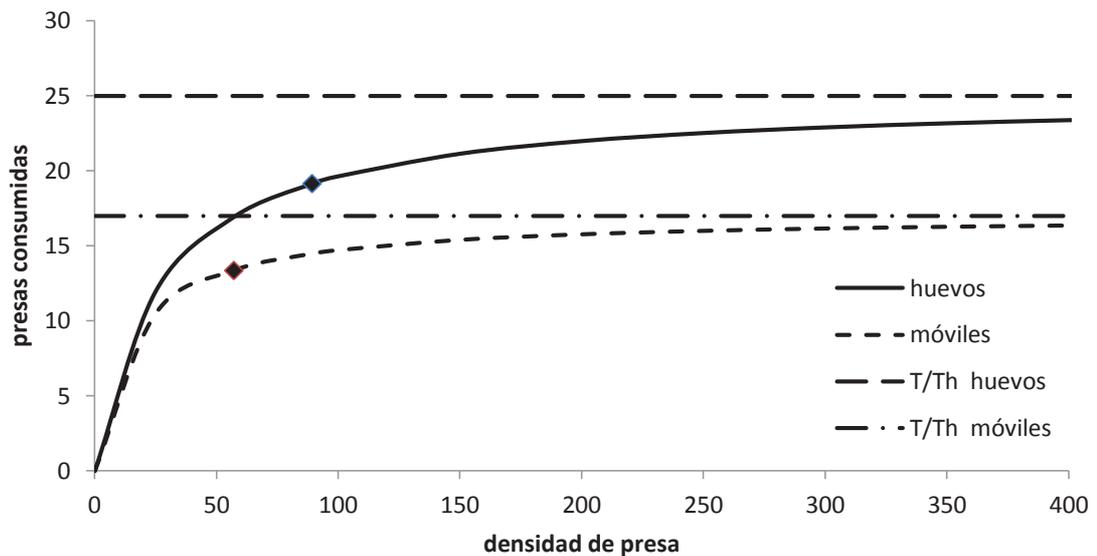


Figura 11. Proyección de la respuesta funcional a densidades más altas de presa, según la ecuación de disco de Holling, con sus respectivos consumos máximos (T/Th). La densidad de saturación se señala con la marca ♦.

Para determinar con mayor exactitud la densidad de saturación y el consumo máximo, harían falta tratamientos a densidades más altas de presa. Por la alta desviación estándar no se encontró diferencias significativas en los tratamientos de densidades más altas utilizados. Aun así, el aumento en el consumo de presas es muy pequeño cuando a densidades de presa mayores a los 48 individuos. La densidad más alta utilizada en el experimento con móviles (48 individuos/ arena) en el campo ya sería capaz de provocar daños económicos en el huerto (López, 1998), y la densidad de saturación se alcanzaría a niveles demasiado altos, que serían poco realistas en el campo. Además de esto, hay que tener en cuenta que sobrepasando cierta densidad de la plaga aparecen los enemigos naturales denso-dependientes (*S. histrio* y *O. pigmaea*) y comenzarían a controlar con mayor efectividad a *O. yothersi*.

Esto sugiere que a pesar de la utilidad del modelo de respuesta funcional, en éste no se incluyen otros factores importantes de la depredación que podrían haber afectado los resultados de este estudio, tales como el hambre (Holling, 1961), el aprendizaje (Hassell *et al*, 1976) y las estrategias de defensa de la presa (Sarmiento *et al*, 2007). Otro factor importante en la interacción depredador-presa, es la “interferencia”, (Chant (1961), Mori & Chant (1966), Kuchlein (1967) y Mori (1969), citados por Laing and Osborn, 1974), donde densidades altas de presa disturbaban a los fitoseídos, alterando la respuesta funcional y bajando el consumo luego de llegar al máximo, produciendo una forma de domo en la curva.

Comparaciones e interpretación

Según Sarmeto *et al.* (2007), los parámetros de la respuesta funcional varían según la presa que se ofrece, por ejemplo, para otras presas ofrecidas a *N. californicus* (móviles inmaduros de *Panonychus citri* (McGregor) (Xiao y Fadamiro, 2010), el consumo máximo fue menor al tener un tiempo de manipulación mayor (Cuadro 8). En el presente estudio se observó un consumo mayor de huevos que de móviles, lo que se vio reflejado en un tiempo de manipulación mayor para móviles. Esto podría deberse al tamaño de la presa, la presencia de un exoesqueleto más duro y la capacidad de moverse, lo que podría dificultar el consumo de éstos. Por otro lado, la tasa de búsqueda es función del número de contactos que tiene el depredador con las presas, y tiene que ver con el tamaño de éstos y con su movilidad (Holling, 1961). Tasas de búsqueda similares entre huevos y móviles, sugiere que *N. californicus* encuentra con la misma facilidad a móviles y a huevos, y por lo tanto la diferencia de tamaño de las presas no tuvo efecto en la tasa de búsqueda, así como tampoco lo tuvo el desplazamiento de los individuos móviles, ya que se observó que se desplazaban en un comienzo al ser colocados en la arena hasta que se establecían en un lugar para alimentarse, luego se quedaban inmóviles.

Cuadro 8. Al comparar la respuesta funcional de *N. californicus* se observan resultados similares a los de otros estudios.

Tiempo de manipulación (T _h , Horas)	Tasa de búsqueda (a)	Presa	Referencia
3,02	0,06	Móviles inmaduros <i>Panonychus citri</i>	Xiao y Fadamiro, 2010
0,84	0,48	Huevos de <i>Tetranychus urticae</i> Koch	Gotoh <i>et al.</i> , 2004
1,44	0,03	Huevos de <i>Tetranychus urticae</i> Koch	Poletti <i>et al.</i> , 2007
0,96	0,03	Huevos <i>O. yothersi</i>	Estudio actual
1,41	0,04	Móviles inmaduros <i>O. yothersi</i>	Estudio actual

Según Takano y Hoddle (2002), *N. californicus* utiliza tres modalidades para atacar y depredar a *O. perseae*, las que son: (1) interceptar y atacar a los migrantes fuera de sus nidos de telaraña, (2) atacar a las presas a través de la telaraña de los nidos e (3) invadir y atacar dentro de los nidos. Esto indica que *N. californicus* está menos adaptado a la

depredación de tetraníquidos que producen tela, en comparación con *Galendromus helveolus* (Chant) según la teoría de protección setal. Durante los ensayos se observó que muchas veces al ser puestas las hembras de *N. californicus* en las arenas interceptaban rápidamente a los móviles mientras estos caminaban por el disco de hoja, pero se observó con mayor frecuencia que los atacaba mientras éstos se alimentaban. Con respecto a los ataques en los nidos, no fue posible de observar debido a que el montaje experimental no permitió la presencia de éstos.

Otro fitoseido estudiado para el control de *O. yotheri* en Palto, es *Cydnodromus picanus* Ragusa, (Rioja y Vargas, 2009), cuya tasa intrínseca de crecimiento es significativamente mayor a la de *Galendromus occidentalis* Nesbitt y de *Amblyseius graminis* Chant, alimentados separadamente por huevos, móviles y adultos de *O. yotheri*, lo que indica su potencial de depredación para controlar a *O. yotheri* bajo condiciones de laboratorio, y que se puede asumir que el patrón de reducción de la población de la plaga se podría mantener en condiciones de campo. *Cydnodromus picanus* además mostró una longevidad de adulto de $40,46 \pm 1,11$ días y un 43,3% de sobrevivencia alimentado solo con polen de palto. Esto lo coloca como un buen agente de control sobre *O. yotheri*, pero hacen falta más pruebas para poder compararlo con *N. californicus*.

Aunque sólo la Respuesta Funcional tipo III es considerada potencialmente estabilizadora en la dinámica depredador-presa, ya que a bajas densidades produce una mortalidad denso-dependiente (Fernández-arhex y Corley, 2004), existen varios enemigos naturales efectivos contra algunas plagas, y que presentan una respuesta funcional tipo II. Los estudios realizados en Chile y a nivel mundial señalan que los fitoseídos tienen una gran capacidad de adaptación, sobrevivencia y voracidad, aun en densidades bajas de presa, y que mantienen los niveles de la plaga por debajo del nivel de daño económico (Vargas y Olivares, 2005). Además, *N. californicus* está dentro de los grupos II y III (Croft *et al*, 1998) en la clasificación de fitoseídos de McMurty y Croft (1997) lo que lo coloca como un depredador especializado en arañas rojas, pero que es capaz de sobrevivir alimentándose de algunos insectos pequeños y de polen. Además, Iturriaga (2004) demostró que individuos de *N. californicus* alimentados con polen de *Helianthus annuus* L. (maravilla), *Convolvulus arvensis* L. (correhuela) y *Eschscholtzia californica* Cham. (dedal de oro), tiene un desarrollo similar a aquellos con una dieta basada en *T. urticae*. Esto le permitiría sobrevivir aunque la densidad de *O. yotheri* sea muy baja, alimentándose del polen de las malezas o de palto y presas alternativas que se encuentren en el cultivo.

Según Inostroza (2008), los enemigos naturales más comunes de *O. yotheri*, *S. histrio* y *O. pigmaea* son agentes de control denso-dependientes, y aparecen una vez que la población de *O. yotheri* ha aumentado, esto se explica porque estas especies requieren densidades más altas de presa para iniciar su reproducción. Esto coloca a *N. californicus* como un buen

agente de control para las etapas iniciales de la infestación de *O. yothersi*, donde la presencia de la plaga es baja y los enemigos naturales no están presentes. La capacidad de alimentarse de insectos y de polen le permitiría sobrevivir a pesar de la escasez de *O. yothersi*, además en los ensayos de respuesta funcional se encontró una buena eficiencia de depredación en las densidades más bajas que corresponderían a los estados iniciales de infestación.

El potencial de *N. californicus* ya ha sido demostrado en paltos, donde Kerguelen y Hoddle (1999), usaron seis especies distintas de fitoseídos para evaluar su capacidad de controlar a *O. perseae* en cultivos de palto en California y concluyeron que la densidad de *G. helveolus* y de *N. californicus* aumentaron luego de ser liberados con un 75% de las hojas infestadas, y que en una liberación con un 95% de hojas infestadas, fueron las únicas especies en recuperarse. Luego, Hoddle *et al* (2000) indicaron que una aplicación de 2000 individuos de *N. californicus* por árbol es suficiente para obtener resultados similares a los de una aplicación de aceite mineral en el control de *O. perseae*.

Debido a que *N. californicus* tiene potencial para controlar a esta plaga en los estados iniciales de la infestación por su eficiencia en la depredación a densidades más bajas y a la capacidad que tiene de alimentarse de presas alternativas, probablemente sería capaz de mantener baja la población de *O. yothersi* antes de la aparición de sus principales enemigos naturales, a pesar de que presenta un consumo per cápita bajo de presas y el aumento en el consumo no es significativo.

Para evitar los problemas experimentales ocasionados por la arena experimental utilizada en este ensayo, se podría usar una arena que confine a *O. yothersi* de una manera que no afecte al depredador, debido a que esta especie es muy propensa a escapar (observación personal), como podría ser algún tipo de repelente en los bordes o una arena experimental cerrada. Por otro lado, sería recomendable realizar tratamientos con densidades más altas que las que las aquí utilizadas para poder alcanzar la densidad de saturación y determinar de mejor manera los parámetros de la ecuación de respuesta funcional.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada y a los resultados obtenidos se concluye que:

- El consumo de *N. californicus* sobre móviles y huevos de *O. yotheresi* aumenta a densidades crecientes de presa.
- La Respuesta Funcional es de tipo II para ambas presas.
- La tasa de búsqueda y el tiempo de manipulación (horas) fue 0,04; 1,41 y 0,04; 0,96 para móviles y para huevos, respectivamente.
- La densidad de saturación se alcanzó a las densidades de 57 móviles y de 89 huevos. El consumo máximo estimado fue de 13 móviles y de 19 huevos.
- Los resultados sugieren que *N. californicus* tiene potencial para ser un controlador biológico efectivo durante los estados iniciales de infestación de *O. yotheresi* (primavera), cuando la densidad de la plaga es más baja.

BIBLIOGRAFÍA

Abbott W. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*. 18:265-267.

Berryman A. 1992. The origins and evolution of predator-prey theory. *Ecology*. 73(5): 1530-1535.

Campos L., N. Echeverría y L. Lamborot. 1981. Efectos de formulaciones comerciales de insecticidas fosforados empleados en manzanos sobre el ácaro depredador *Amblyseius chilensis* (Dosse). *Investigación Agrícola* 7(1): 1-4.

Croft B., L. Monetti and P. Pratt. 1998. Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus fallacies* (Acari:Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? *Environmental Entomology*. 27(3): 531-538.

Doreste E. 1984. *Acarología*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, Serie Investigación y Desarrollo, San José, Costa Rica. 391 p.

Fernández-Arhex V. y C. Corley. 2004. La respuesta funcional: una revisión y guía experimental. *Ecología Austral*. 14:83-93.

González R. 1989. *Insectos y ácaros de importancia cuarentenaria en Chile*. Ograma. Santiago. 310 p.

González R. y R. Schuster. 1962. Especies de la familia Phytoseiidae en Chile. 1. (Acarina: Mesostigmata). *Boletín Técnico - Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales*. 16:36.

Gotoh T., M. Nozawa and K. Yamaguchi. 2004. Prey consumption and functional response of three acarophagous species to eggs of the two-spotted spider mite in the laboratory. *Applied Entomology and Zoology*. 31(1) 97-105.

Hassell M., J. Lawton and R. May. 1976. Patterns of dynamical behaviour in single-species populations. *Journal of Animal Ecology*. 45(2):471-486.

Hoddle M., L. Robinson and J. Virzi. 2000. Biological control of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) on avocado: III. Evaluating the efficacy of varying release rates and release frequency of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 26(3): 203-214.

Holling C. 1959. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of European pine sawfly. *Canadian Entomologist*. 91: 293-329.

Holling C. 1961. Principles of insect predation. *Annual Reviews of Entomology*. 6:163-182.

Inostroza J. 2008. Distribución espacial en el árbol y comportamiento poblacional de *Oligonychus yothersi* y sus depredadores (*Oligota pygmaea*, *Stethorus histrio*). Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Agronomía. Quillota, Chile. 37 p. Disponible en: http://ucv.altavoz.net/prontus_unidacad/site/artic/20080811/asocfile/20080811165536/distribucion_espacial_en_el_rbol_y_comportamiento_poblacion.pdf. Leído el 25 de febrero de 2011.

Iturriaga P. 2004. Efecto del tipo de polen sobre la longevidad, fertilidad y viabilidad de *Neoseiulus californicus* (Mc Gregor) en laboratorio. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Santiago, Chile. 34 p.

Juliano S. 1993. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. Pp.159-182. *In*: Scheiner S. & Gurevitch J. Design and analysis of ecological experiments. Chapman & Hall, Nueva York. E.E.U.U. 320 pp.

Kerguelen V. and M. Hoddle. 1999. Biological control of *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae) on avocado: II. Evaluating the efficacy of *Galendromus helveolus* and *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). *International Journal of Acarology*. 25(3): 221-229.

Laing J. and J. Osborn. 1974. The effect of prey density on the functional and numerical responses of three species of predatory mites. *Entomophaga*. 19(3): 267-277.

Larrañaga P. y M.A. Osoreo. 2010. Catastro Frutícola, Región Metropolitana. Principales Resultados/ Octubre 2010. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias, ODEPA, Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile. 51 p.

Lavandero B., C. Muñoz y W. Barros. 2006. El talón de Aquiles del control biológico: una nueva visión para su éxito. *Agro-Ciencia*. 22(2): 111-123.

López E. 1998. Manejo integrado de plagas del palto. p 105-119. *In*: Sociedad Gardiázabal y Magdahl. Seminario internacional de paltos. Viña del Mar, Chile, 4, 5 y 6 de noviembre 1998. Viña del Mar, Chile.

López E. 1999. Situación sanitaria del palto en Chile. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 5: 329-336.

McMurty J. and B. Croft. 1997. Life-style of phytoseiid mites and their role in biological control. *Annual Reviews of Entomology*. 42: 291-321.

Oliveira R., L. Alves e P. Neves. 2001. Técnica para desenvolvimento de bioensaios com *Oligonychus yothersi* (Acari: Tetranychidae) em laboratório. *Arq. Inst. Biol., São Paulo*. 68(2): 125-126.

Poletti M., A. Maia and C. Omoto. 2007. Toxicity of neonicotinoid insecticides to *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Phytoseiidae) and their impact on functional response to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). 40: 30-36.

Prado E. 1991. Artrópodos y enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Boletín Técnico - Instituto de Investigaciones Agropecuarias. 169: 207 p.

Reis P., E. Sousa, A. Teodoro and M. Neto. 2003. Effect of prey density on the functional and numerical responses of two species of predaceous mites (Acari: Phytoseiidae). Neotropical Entomology. 32(3): 461 -467.

Reyes J., N. Mesa y K. Takumasa. Biología de *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre aguacate *Persea americana* Mill. cv. Lorena (Lauraceae). Caldasia. 33(1):211-220.

Ripa S. y P. Larral. 2007. Manejo de plagas en paltos y cítricos. Colección libros INIA. N° 23. 397 pp.

Ripa S., R. Vargas, P. Larral y S. Rodríguez. 2007. Manejo de las principales plagas del palto. Tierra Adentro. 73: 29-33.

Rioja T. and R. Vargas. 2009. Life table parameters and consumption rate of *Cydnodromus picanus* Ragusa, *Amblyseius graminis* Chant, and *Galendromus occidentalis* (Nesbitt) on avocado red mite *Oligonychus yothersi* (McGregor) (Acari:Phytoseiidae, Tetranychidae). Chilean Journal of Agricultural Research. 69(2):160-170

Sarmiento R., A. Pallini, M. Venzon, O. Fonseca, A. Molina-Rugama and C. Lima. 2007. Functional response of the predator *Eriopsis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. Braz. arch. biol. technol. 50(1):121-126.

Sepúlveda F. and R. Carrillo. 2007. Functional response of the predatory mite *Chileseius camposi* (Acarina: Phytoseiidae) on densities of its prey, *Panonychus ulmi* (Acarina: Tetranychidae). Revista de Biología Tropical. 56(3): 1255-1260.

Takano M. and M. Hoddle. 2002. Predatory behaviors of *Neoseiulus californicus* and *Galendromus helveolus* (Acari: Phytoseiidae) attacking *Oligonychus perseae* (Acari: Tetranychidae). Experimental and Applied Acarology. 26:13-26.

Trincado R. y V. Duran. 2003. Nuevo método de cría masiva de fitoseídos, un aporte al control biológico de arañas dañinas para la agricultura. *Chile Agrícola*. 28(264): 224-226.

Vargas R. y N. Olivares. 2005. Uso de fitoseídos para control de ácaros fitófagos. *Tierra Adentro*. 65:21-22.

Xiao Y. and H. Fadamiro. 2010. Functional responses and prey-stage preferences of three species of predacious mites (Acari: Phytoseiidae) on citrus red mite, *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*. 53(3): 345-352.