



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

MEMORIA DE TITULO

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA CAPACIDAD DEPREDADORA
DE *Neoseiulus californicus* (McGREGOR) SOBRE TRES ESPECIES DE
ÁCAROS FITÓFAGOS EN LABORATORIO

DAVID GUILLERMO ANTONIO NÚÑEZ BECERRA

SANTIAGO - CHILE

2005

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE LA TEMPERATURA EN LA CAPACIDAD DEPREDADORA DE
***Neoseiulus californicus* (McGREGOR) SOBRE TRES ESPECIES DE ÁCAROS**
FITÓFAGOS EN LABORATORIO

Memoria para optar al Título
Profesional de Ingeniero Agrónomo
Mención: Sanidad Vegetal

DAVID GUILLERMO ANTONIO NÚÑEZ BECERRA

PROFESOR GUÍA	CALIFICACIONES
Sr. Luis Sazo R. Ingeniero Agrónomo.	6,7
PROFESORES CONSEJEROS	
Sra. Maria A. Guerrero S. Profesora de Biología y Ciencias.	6,7
Sr. Jaime E. Araya C. Ingeniero Agrónomo, M. S.; Ph. D.	6,5
PROFESOR COLABORADOR	
Sr. Antonio Rustom J. Profesor de Matemáticas M. S.	

SANTIAGO – CHILE. 2005

“Los obstáculos son esas cosas que las personas ven cuando dejan de mirar sus metas”.

E. Joseph Cossman.

A mis padres Mónica Becerra F. y Guillermo Núñez T.;
mi hermana Silvana Núñez B. y Olguita mi novia.

AGRADECIMIENTOS

Sinceramente agradecido de todos los que de una manera u otra aportaron al desarrollo de esta memoria, en especial a:

- Mi profesor guía Sr. Luís Sazo R., por su tiempo, conocimientos, correcciones y consejos, para guiarme de forma correcta en el desarrollo de esta memoria.
- Mis profesores consejeros Sra. Maria A. Guerrero, Sr. Jaime E. Araya, por sus consejos, correcciones y colaboración en la elaboración de esta memoria.
- Sr. Antonio Rustom, por su buena disposición y consejos.
- Mi familia: A mi Padre, mi madre, mi hermana, por confiar y creer siempre en mí.
- Olga Carcamo Soto, por todo el amor, comprensión, seguridad y estabilidad que me brinda.
- Claudio Mondaca y Felipe Contador por su colaboración.
- Mis compañeras de memoria: Nancy Soto y Eleonora Pizarro por compartir “agradables” tardes de verano evaluando nuestros ensayos.
- Todos mis compañeros y amigos de carrera.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
RESUMEN	1
Palabras claves	1
SUMMARY	2
INTRODUCCIÓN	3
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	5
<i>Neoseiulus californicus</i>	5
<i>Brevipalpus chilensis</i>	8
<i>Panonychus ulmi</i>	10
<i>Tetranychus urticae</i>	13
MATERIALES Y MÉTODO	16
Materiales	16
Ubicación del ensayo	16
Materiales para la crianza del depredador	16
Materiales utilizados en el ensayo	17
Método	18
Obtención de las poblaciones de ácaros	18
Método de crianza del depredador	18
Ensayo de laboratorio	20
Diseño experimental	21

Análisis estadístico	21
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
Consumo de adultos de <i>P. ulmi</i> y <i>T. urticae</i>	22
Mortalidad natural de adultos de <i>P. ulmi</i> y <i>T. urticae</i>	26
Consumo y mortalidad natural de adultos de <i>B. chilensis</i>	28
Consumo de huevos	32
CONCLUSIONES	36
LITERATURA CITADA	37
APENDICE	43

RESUMEN

Durante la temporada 2003-04 se estudió el efecto de tres temperaturas, 15; 20 y 25°C, en la capacidad depredadora del fitoseido *Neoseiulus californicus* McGregor sobre huevos y adultos de los ácaros fitófagos *Brevipalpus chilensis* Baker, *Panonychus ulmi* Koch y *Tetranychus urticae* Koch, en condiciones de laboratorio.

En placas de Petri se puso un trozo circular de esponja absorbente, y sobre ella un trozo circular de hoja, que se usó como sustrato para ubicar poblaciones de *N. californicus* y del ácaro presa, en razón de 3:20 individuos para estados móviles y de 3:100 para los huevos. Luego, las placas Petri cerradas se llevaron a cámaras de crianza a 15, 20 y 25°C, 85±2 % HR y 16:8 horas de luz/oscuridad.

Se usó un diseño experimental completamente aleatorizado con estructura factorial y siete repeticiones por tratamiento. Los resultados de los recuentos de consumo de presas por el depredador se transformaron por $(x+0,5)^{1/2}$. Las diferencias entre tratamientos se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan (1955) para la separación de promedios.

A las temperaturas evaluadas existió una relación directamente proporcional entre el aumento de la temperatura y el consumo de presas para los dos estados de desarrollo evaluados (huevos y adultos). *N. californicus* presentó mayor preferencia por adultos de *P. ulmi* y huevos de *T. urticae*; *B. chilensis* fue la especie menos consumida, en ambos estados evaluados.

Palabras Claves: *Neoseiulus californicus*, consumo, ácaros fitófagos, temperatura.

SUMMARY

During the 2003-04 season the effect of 15, 20, and 25°C was studied on the predatory capacity of the phytoseid mite *Neoseiulus californicus* McGregor onto eggs and adults of the phytophagous mites *Brevipalpus chilensis* Baker, *Panonychus ulmi* Koch, and *Tetranychus urticae* Koch, under laboratory conditions.

An absorbent sponge circle was placed on a Petri dish, and a leaf circle was placed on top, which was used as substrate for populations of *N. californicus* and the prey mites, at 3:20 individuals for mobile stages and 3:100 for eggs. Then, the Petri dishes were covered and taken to rearing chambers at 15, 20, and 25°C, 85±2% RH, and 16:8 light/dark hours.

A completely random experiment with factorial design and seven replicates per treatment was used. The results of the counts of prey consumption were transformed by $(x+0,5)^{1/2}$. Differences between treatments were compared using Duncan's (1955) multiple range tests to separate means.

At the temperatures evaluated there was a direct relationship between the increase in temperature and the consumption of preys for the two stages evaluated (eggs and adults). *N. californicus* had a greater preference for adults of *P. ulmi* and eggs of *T. urticae*; *B. chilensis* was the species the least consumed.

Key Words: *Neoseiulus californicus*, consumption, phytophagous mites, temperature.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros son un claro ejemplo de especies que alcanzaron la categoría de plagas con el uso casi exclusivo de plaguicidas como método de protección de los cultivos a partir de los años 50, olvidando otras prácticas agrícolas utilizadas hasta entonces que eran menos disruptivas para el ecosistema. Por ello, hoy, tanto para los ácaros como para otras plagas de importancia, las estrategias de control se encuadran en el concepto de manejo integrado de plagas (MIP). En él, se hace hincapié en la combinación inteligente de todos los métodos de lucha posibles, incluida la no intervención, y se minimiza el uso de aquellas técnicas más agresivas, especialmente el uso de plaguicidas (De Liñan, 1998).

Otra estrategia clave para minimizar el uso de plaguicidas es la lucha biológica. Aunque son muchos los enemigos naturales de los ácaros fitófagos, la mayor atención se ha centrado hasta el momento a los fitoseidos, los que suelen ser más eficientes; incluso, algunos de ellos se producen comercialmente para el control de ciertos tetraníquidos.

Los fitoseidos son ácaros de vida libre y distribución mundial. Muy activos, se les ve desplazarse rápidamente sobre las hojas, corteza, humus, etc., donde se encuentran sus presas.

Aunque las especies más importantes son depredadoras de ácaros plaga, fundamentalmente tetraníquidos, algunas pueden tener una alimentación mixta e ingerir también polen, hongos, etc., lo que ofrece gran interés para su utilización en la lucha biológica, ya que pueden sobrevivir sobre las plantas aún cuando exista poca cantidad de presa. En general son polífagas (De Liñan, 1998).

El concepto de depredador fitoseido efectivo ha ido cambiando mucho en los últimos treinta años. Al principio, los estudios se centraban en la capacidad del ácaro depredador para aumentar rápidamente su densidad poblacional y anular una población masiva de arañas fitófagas. Últimamente, se ha valorado más la capacidad de los fitoseidos de regular las poblaciones de arañas fitófagas cuando sus densidades poblacionales son bajas, y se valora su persistencia en los agroecosistemas, la supervivencia sin presas y la capacidad de consumir alimentos alternativos (Ciencia Hoy, 2000).

N. californicus es un ácaro fitoseido, y en Chile, es el depredador más importante de ácaros fitófagos en frutales de hoja caduca, donde su acción como regulador de poblaciones de *P. ulmi* y *T. urticae* en manzanos es especialmente importante (Campos *et al*, 1981).

A pesar que en el país existen trabajos en sistemática, biología y relaciones ecológicas en torno a los fitoseidos nativos, no existen estudios de evaluación de éstos como controladores biológicos. De hecho, las investigaciones se han centrado en la búsqueda de nuevas especies, estudios de diversidad y densidades poblacionales, y principalmente evaluaciones del efecto de tratamientos químicos sobre los fitoseidos (Sepúlveda, 2003). Por ello, y porque no se ha hecho un estudio del tema, se propone esta investigación, cuyo objetivo es:

Determinar el efecto de la temperatura sobre la capacidad depredadora de *N. californicus* en el control de tres ácaros fitófagos (*B. chilensis*, *P. ulmi* y *T. urticae*), para dos estados de desarrollo (huevo y adulto), en condiciones de laboratorio.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Neoseiulus californicus (McGregor)

Antecedentes generales

N. californicus es un ácaro de la familia de los fitoseidos, uno de los más importantes grupos de arañas depredadoras de ácaros fitófagos en numerosos cultivos, principalmente pomáceas, cítricos, frambuesa, frutilla, uva de mesa, viñedos, soya, caña de azúcar y hortalizas (Croft *et al*, 1998). Se encuentran, por lo general, en las hojas de plantas herbáceas y arbóreas, en las que se desplazan muy rápidamente (Guerrero y Lamborot, 1996).

Este ácaro cosmopolita habita en las zonas templadas y subtropicales, y se distribuye principalmente en América del Sur, aunque también se encuentra en España, Francia y California (Ciencia Hoy, 2000).

En Chile, *N. californicus* es el depredador más importante de ácaros fitófagos en frutales de hoja caduca, donde su acción como regulador de poblaciones de *P. ulmi* y *T. urticae* en manzanos es especialmente importante (Campos *et al*, 1981).

Pueden ser depredadores, fungívoros o pueden alimentarse también de jugos de hojas, granos de polen y otras materias vegetales (Doreste, 1984).

McMurtry y Croft (1997) han clasificado a fitoseidos según los hábitos alimentarios y otros patrones biológicos y morfológicos de las hembras adultas y de los juveniles, en cuatro categorías principales, a saber:

Tipo I: Depredadores especializados en araña roja común. Esta categoría está representada sólo por cuatro especies de fitoseidos, que pueden ser identificados mediante sustancias químicas volátiles.

Tipo II: Depredadores especializados en arañas rojas, en sentido amplio. Aquí se agrupan los fitoseidos que se alimentan usualmente de varias especies de arañas que producen tela. Algunas especies de fitoseidos de esta categoría pueden alimentarse también de otros organismos o de polen, pero su tasa de reproducción es menor que aquella que presentan si se alimentan de arañas. Su persistencia en los agroecosistemas depende de los controles químicos y de la posibilidad de encontrar alimentos alternativos.

Tipo III: Depredadores generalistas. Hay muchas especies bajo esta categoría, que se alimenta de diversos grupos de ácaros e insectos, o bien de polen. Su comportamiento trófico puede estar fuertemente influido por la anatomía de la hoja de la planta, teniendo en cuenta las nervaduras, tricomas y refugios.

Tipo IV: Fitoseidos especializados en polen. Esta categoría comprende a un grupo pequeño de especies cuya tasa de reproducción es mayor cuando se alimentan de polen (Ciencia Hoy, 2000).

Estudios de Croft *et al* (1998) indican que *N. californicus* se ubica entre el Tipo II y III.

Biología

N. californicus inverna como hembra adulta en la cubierta vegetal del suelo, entre las malezas, en el tronco bajo el ritidomo en la vid. Ascende a los árboles al terminar la caída de pétalos. En los parronales, el ácaro depredador se traslada a las

hojas durante el periodo de brotación. La generación primaveral se inicia lentamente desde fines de octubre (Curkovic *et al*, 1997) y es más evidente desde comienzos de diciembre; extiende su acción hasta mediados de abril (González, 1981).

Este ácaro tiene una fecundidad más bien baja; las hembras tienen un periodo de preovipostura de 4 a 6 días antes de comenzar a poner 2 huevos cada 3 días. En presencia de alimento suficiente, los adultos viven un promedio de 18 días, con un rango de 10 a 25 días. En manzanos presentan cinco generaciones anuales (González, 1971).

Las condiciones más adecuadas para el desarrollo y reproducción de *N. californicus* son 25°C y 83–87% HR (Ma y Laing, 1973). No obstante, se puede desarrollar entre 16 y 32°C y 60 a 95% HR, lo que posibilita su adaptación a climas cálidos y templados con baja humedad (Fournier *et al*, 1985).

Morfología

Son ácaros pequeños de 300 a 500 micras de largo en la placa dorsal, de color brillante, piriformes, con setas largas. Su coloración varía desde casi translúcidos a rojizos, dependiendo de su alimentación. Caminan rápido en comparación a los ácaros fitófagos (Guerrero y Lamborot, 1996; Ripa *et al*, 2000) (Figura 1).



Figura 1. Hembra adulta *N. californicus*.

Brevipalpus chilensis (Baker)

Antecedentes generales

La falsa arañita roja de la vid, *B. chilensis*, pertenece al orden Acarina, familia Tenuipalpidae. Es una especie nativa de Chile, se encuentra distribuida desde las regiones III a IX (Prado, 1991).

González (1958, 1983, 1989) menciona entre los hospederos primarios de *B. chilensis* a la vid vinífera y al limonero. Prado (1991) describe como hospederos a limoneros y naranjos, y excluye de la lista a pomelos, mandarinas y tangerinas, por su parte Sazo (1996) señala como hospedero al kiwi.

Con respecto a los enemigos naturales de *B. chilensis*, González (1983) señala a *Amblyseius chilensis* (Dosse), Prado (1991) indica al coccinélido *Stethorus histrio* (Chazeu) y los ácaros fitoseidos *Chiloseius camposi* (González y Schuster), *Euseius fructicolous* (González y Schuster), *Phytoseiulus decoratus* (González y Schuster). Ripa y Rodríguez (1999) agregan al fitoseido *Cydnodromus* (= *Neoseiulus*) *chilenensis* (Dosse). No obstante lo anterior, *B. chilensis* no posee controladores biológicos eficientes (González, 1958, 1983).

Biología

En vid vinífera se estima que existen cinco generaciones. En la primera y en la segunda que se desarrollan en primavera y parte del verano, los machos son escasos. Se produce un alto incremento de la población debido al alto porcentaje de hembras que se reproducen por partenogénesis (González, 1958, 1983). Desde la tercera generación, la

proporción de machos aumenta, fecundando a las hembras, éstas invernan fertilizadas en árboles de hoja caduca; en la vid lo hacen en grupos numerosos en los sarmientos y en la parte superior del tronco, bajo el ritidomo (González, 1958), y en kiwi inverna en las grietas de la corteza (Sazo, 1996). En hospederos de hoja persistente, como el mandarino, puede desarrollarse si las condiciones de clima lo permiten (Charlín, 1979). Según Bermúdez (2001), este ácaro mantiene una notoria preferencia por desarrollarse en los frutos de mandarinas-clementinas.

Morfología

La falsa arañita roja de la vid es de cuerpo ovalado y dorsoventralmente muy aplanada; tiene baja movilidad y movimientos extraordinariamente lentos. La hembra adulta mide 0,8 mm de largo, es de color rojo escarlata, a veces con pequeñas manchas oscuras (figura 2). El macho es más pequeño, con el extremo posterior más angosto (González, 1983; Ripa y Rodríguez, 1999).

Existen tres estados ninfales, muy aplanados y de color rojo pálido. El huevo es ovoide, con estrías longitudinales, de color rojo brillante. De él emerge una larva de tres pares de patas (González, 1983; Ripa y Rodríguez, 1999).



Figura 2. *Brevipalpus chilensis*, “falsa arañita roja de la vid”.

Panonychus ulmi (Koch)

Antecedentes generales

P. ulmi es el principal agente fitófago en manzano, peral, ciruelo y membrillo; causa pérdidas también en duraznero, nogal, almendro, vid, frambueso, espino, rosas, etc. Esta especie es la más importante de los ácaros que infestan árboles frutales de hoja caduca (Jeppson, 1975).

Tiene un gran número de enemigos naturales, pertenecientes a diversos órdenes (Acarina, Araneida, Coleóptera, Díptera, Hemíptera, Neuróptera y Thysanoptera) que la controlan, y aunque no afectan en gran medida su densidad poblacional, la pueden mantener en niveles tolerables. De ellos, sólo *N. californicus* es considerado un depredador importante de *P. ulmi* (González, 1971).

Biología

P. ulmi puede desarrollar 6 a 7 generaciones en la temporada. En la última generación de verano pone sus huevos en la madera, normalmente desde la segunda semana de febrero, en este estado pasa el otoño e invierno, especialmente en dardos, zonas protegidas de las ramas más viejas, e incluso en o bajo amarras plásticas (González, 1989).

La postura de huevos puede prolongarse varias semanas, dependiendo de las condiciones ambientales (Van de Vrie, 1985). La producción de huevos de invierno es inducida por el fotoperíodo, temperatura y a veces por la disponibilidad de alimento. Jeppson (1975) señala que la embriogénesis de los huevos invernantes en una etapa

postdiapausa, comienza cuando el promedio de temperaturas diarias empieza a superar los 7°C.

Huevos no diapáusicos o huevos de verano son puestos en la superficie inferior de las hojas durante unos cinco meses, dependiendo de las condiciones climáticas del área. El período de incubación bajo condiciones de temperatura constante va de cinco días a 23,5°C, a 20 días a 13°C. El tiempo de vida promedio de una hembra adulta es de alrededor de 19 días, en los cuales puede llegar a depositar entre 10 y 19 huevos (Jeppson, 1975).

La densidad de la población durante los meses de verano puede determinar la cantidad de huevos en diapausa. En casos de alta densidad de ácaros durante el verano, un bajo nivel de huevos es encontrado en otoño e invierno y la población puede reducirse dramáticamente por baja disponibilidad de alimento. Por el contrario, en árboles con follaje sin daño y con una baja densidad de *P. ulmi*, se puede producir un gran número de huevos de invierno por hembra. Este fenómeno puede explicar las variaciones anuales de abundancia de ácaros entre años consecutivos (Van de Vrie, 1985).

Morfología

La hembra es fácilmente reconocible por la forma globosa, color rojo ladrillo y patas de una tonalidad más pálida. Dorsalmente está cubierta con fuertes setas blancas dirigidas hacia atrás e implantadas sobre tubérculos blanquecinos (González, 1961) (Figura 3).

El adulto es muy pequeño, con las hembras de mayor tamaño (sólo 0,4 mm de largo), pero su color rojizo brillante las hace visibles a simple vista. Pone huevos de

verano, los que poseen una seta dorsal y miden 0,15 mm de diámetro y son relativamente más pequeños y rojizos que los huevos de invierno (Collyer, 1984) (Figura 4).

El macho presenta mayor movilidad y es más pequeño, pero con las patas proporcionalmente mas largas que la hembra, especialmente el primer par. Su tamaño desde la punta del rostro hasta el extremo del abdomen varía de 0,32 a 0,40 mm contra 0,44 a 0,49 de la hembra, la que presenta una longitud total de 0,72 a 0,8 mm (González, 1961).



Figura 3. Hembra adulta *P. ulmi*, “arañita roja europea”.



Figura 4. Huevos *P. ulmi*, “arañita roja europea”.

Tetranychus urticae (Koch)

Antecedentes generales

T. urticae ha sido encontrada sobre más de 150 plantas hospederas de valor económico, las cuales incluyen la mayoría de los cultivos más importantes. Es una de las especies más destructivas hacia su hospedero, y afecta árboles frutales, de sombra y especies arbustivas (Jeppson, 1975).

Aguilera *et al.* (1998) mencionan que esta especie se ubica preferentemente en la parte inferior del hospedero, pues en los estratos medios y altos existe, generalmente, baja humedad relativa y escaso suministro de alimento, los cuales son considerados factores decisivos en la dispersión en la planta. La distribución poblacional en ambas caras de la hoja fluctúa durante el año.

En condiciones de laboratorio, su principal antagonista es el fitoseido endémico, *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot). Este excelente depredador, lamentablemente no coloniza árboles, y prefiere ambientes tranquilos con cubierta herbácea (González, 1989).

Biología

T. urticae posee diapausa adulta facultativa, esto significa, que existe diapausa en regiones donde el invierno es muy duro y la disponibilidad de hospederos que sobreviven el invierno son escasas. En cambio, en áreas con climas moderados, sólo un bajo número entra en diapausa (Wilson, 1995).

Los ácaros que entran en diapausa, adquieren color anaranjado brillante, sin manchas y no se alimentan ni se reproducen. En cambio, las especies que no entran en diapausa, permanecen con un color verde pálido (Wilson, 1995).

La distribución sobre el hospedero de hembras activas al comienzo de la estación no es uniforme, pues, temprano en la estación, la mayor densidad se encuentra en la parte central de los árboles. A medida que la estación avanza, estos ácaros comienzan a dispersarse y existe más homogeneidad de la población sobre el hospedero. Este suceso tiene serias consecuencias en el control químico a comienzos de temporada (Van de Vrie, 1985).

T. urticae prefiere colonizar y oviponer huevos en la parte superior o inferior de la hoja, dependiendo del hospedero, aunque en ataques fuertes habitan ambas caras de la hoja. Cuando las poblaciones se desarrollan bien, son capaces de producir tal cantidad de seda que puede cubrir la totalidad de la planta (Jeppson, 1975).

El umbral de desarrollo de *T. urticae* es 12°C y la temperatura máxima de desarrollo es de 40°C. Su temperatura de desarrollo óptima se encuentra entre 30 y 32°C. En esta condición el período de incubación dura entre 3 y 5 días. El desarrollo de una hembra requiere 4 a 5 días y el período preoviposicional dura sólo 1 a 2 días, necesitando un total de 8 a 12 días para un ciclo de vida completo. Las hembras viven alrededor de 30 días, en los cuales son capaces de poner, en promedio, entre 90 y 110 huevos, existiendo hembras que pueden colocar hasta 200 huevos (Jeppson, 1975).

Morfología

La forma activa de la hembra es una arañita ovalada, semiglobular, de color amarillo verdoso con dos manchas negras irregulares ubicadas dorsalmente en el

abdomen, que abarcan parte del propodosoma y metapodosoma, en el cual se presentan setas blancas. Es muy móvil y se encuentra, generalmente, en la cara inferior de las hojas, donde teje una ligera tela blanca. Mide de 0,43 mm a 0,54 mm desde la punta del rostro al extremo abdominal (González, 1961) (Figura 5).

El macho es de menor tamaño y con el abdomen más angosto y puntudo. Los huevos son minúsculos, esféricos y translúcidos, de alrededor de 0,1 mm de diámetro, y son puestos entre las redes de hilos. Cerca de la eclosión, los huevos comienzan a ponerse amarillentos a verdosos (Collyer, 1984).



Figura 5. Estados adultos de *T. urticae*, “Arañita Bimaculada”.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Ubicación del ensayo

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Entomología Frutal Profesor Luciano Campos Street, de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile, paradero 32 de Santa Rosa, comuna de La Pintana, Santiago, Chile, entre noviembre 2003 y abril 2004.

Materiales usados para la crianza del depredador

- Bandejas de vidrio de 32 x 25 x 5 cm, en cuyos bordes superiores se aplicó una delgada capa de Stickem para evitar el escape de los depredadores.
- Esponjas absorbentes de poliuretano para mantener la humedad dentro de la bandeja.
- Film plástico para cubrir la bandeja.
- Cámara climática Lab-Line 845-1 que regula temperatura y fotoperíodo para la crianza del depredador.
- Cepillo Leedam-Engineering.
- Plantas de fréjol infestadas con *T. urticae*.

Materiales utilizados en el ensayo

- Poblaciones de *N. californicus*
- Poblaciones de *P. ulmi*.
- Poblaciones de *T. urticae*.
- Poblaciones de *B. chilensis*.
- Hojas de manzano no tratadas.
- Hojas de vid no tratadas.
- Hojas de fréjol no tratadas.
- Esponjas absorbentes de poliuretano para mantener la humedad.
- Dos cámaras climáticas Lab-Line con regulación de temperatura y fotoperíodo.
- Placas Petri de plástico de 60 x 15 mm.
- Termómetros para verificar la temperatura de los tratamientos.
- Un higrómetro para medir la humedad relativa.
- Lupa Olympus.
- Lupa Nikon.
- Refrigerador.
- Contenedores térmicos.
- Bolsas plásticas.

Método

Obtención de las poblaciones de ácaros, depredador y fitófago

Se recolectaron poblaciones de *N. californicus* provenientes de huertos comerciales de la zona central.

La recolección de las poblaciones se hizo desde diciembre de 2003. Las hojas con el ácaro depredador se colectaron al azar, se introdujeron en bolsas plásticas y trasladaron en contenedores refrigerados al lugar de crianza, donde se cepillaron las hojas y se procedió a la recolección de *N. californicus*.

P. ulmi, *T. urticae* y *B. chilensis* se recolectaron de cultivos y malezas, en huertos comerciales y dentro de la Facultad; las poblaciones de ácaros se introdujeron en bolsas plásticas y se trasladaron en contenedores refrigerados al lugar del ensayo.

Método de crianza del depredador

El método de crianza fue una adaptación del descrito por Watve y Lienk (1975), el cual consiste en criar las poblaciones del ácaro depredador en bandejas (Figura 6).

Para iniciar la población del fitoseido, se depositó en el fondo de la bandeja una capa de hojas infestadas con *T. urticae* y después se introdujeron los depredadores recolectados en el campo. Cada 1 a 2 días se repusieron hojas nuevas infestadas con el ácaro fitófago.

Como sustrato se utilizó el ácaro fitófago *T. urticae*, criado en plantas de fréjol en invernadero (Figura 7).

Las poblaciones se criaron en bandejas y se mantuvieron a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, fotoperíodo 16:8 (luz:oscuridad) y $85 \pm 2\%$ de HR (Ma y Laing , 1973).



Figura 6. Bandeja con hojas de fréjol infestadas con *T. urticae* como sustrato para la crianza del depredador *N. californicus*.



Figura 7. Plantas de fréjol en invernadero con poblaciones de *T. urticae*.

Ensayo de laboratorio

Se colectaron hojas limpias no tratadas de vid, manzano y fréjol, de acuerdo a la especie de ácaro fitófago utilizado en el ensayo (*B. chilensis*, *P. ulmi* y *T. urticae*, respectivamente), las cuales se lavaron cuidadosamente con agua destilada y dejaron secar a temperatura ambiente sobre papel absorbente. De estas hojas se cortaron discos de 3 cm de diámetro y cada uno fue puesto sobre un disco de esponja de poliuretano de 4 cm de diámetro en el centro de una placa Petri. Se agregó agua hasta el borde del disco de esponja para prevenir el escape de los ácaros (Figura 8).

Sobre el disco de hoja se ubicaron las poblaciones del depredador y una especie de ácaro presa en razón de 3:20 individuos, respectivamente para los estados móviles y de 3:100 para los huevos, el número de depredadores se mantuvo constante durante el desarrollo del ensayo.



Figura 8. Unidad experimental del ensayo (placa Petri).

Posteriormente, las placas cerradas con los discos de hojas, las arañitas o huevos según fuese el caso, y el depredador, se introdujeron en la cámara de crianza a las temperaturas señaladas para el ensayo (15, 20 y 25°C), 85±2 % HR y 16:8 (horas de luz:oscuridad) de fotoperíodo.

Se determinó bajo lupa estereoscópica diariamente, y hasta el sexto día, el consumo de adultos y huevos, y se comparó con unidades que poseían estados móviles y huevos, sin presencia del depredador. Se consideraron muertas aquellas arañas incapaces de desplazarse al tocarlas levemente con un pincel, aunque movieran sus patas.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial. Cada tratamiento tuvo siete repeticiones. La unidad experimental constó de 20 individuos para adultos y 100 para huevos.

Análisis estadístico

Los resultados de los recuentos de consumo se transformaron a raíz cuadrada $[(x+0,5)^{1/2}]$ y posteriormente se analizaron en base a un modelo estadístico factorial con 3 factores para los adultos de *P. ulmi* y *T. urticae* (presencia o ausencia del depredador, especie y temperatura), con 2, 2, 3 niveles por factor, respectivamente. *B. chilensis* se evaluó de forma separada considerando solo 2 factores, presencia o ausencia del depredador y temperatura. El análisis en huevos tuvo 2 factores, especie y temperatura.

Se hizo un análisis de varianza correspondiente a un modelo completamente aleatorizado con estructura factorial para cada día. Cuando se detectaron diferencias entre tratamientos, estos se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de Duncan (1955) para la separación de promedios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ensayos de consumo de presa a diferentes temperaturas

Efecto de la temperatura sobre la acción depredadora en adultos de *P. ulmi* y *T. urticae*

Los resultados obtenidos en este ensayo se presentan en los cuadros 1 y 2 y las figuras 9, 10, 12 y 13.

Cuadro 1. Promedio acumulado de consumo de adultos de *P. ulmi* y *T. urticae* a 15, 20 y 25°C por *N. californicus* a las 48 h en pruebas de laboratorio.

<u>Consumo acumulado a tres temperaturas</u>			
Especie	15°C	20°C	25°C
<i>Panonychus ulmi</i>	8,57 aB	15,14 aA	18,57 aA
<i>Tetranychus urticae</i>	5,14 bB	8,14 bA	10,43 bA

Promedios con letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre especies, y promedios con letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre temperaturas al nivel $p \leq 0.05$, según prueba de Rango Múltiple de Duncan (1955).

En el cuadro 1 se observa diferencias significativas en el consumo entre las especies para cada temperatura evaluada; la especie más consumida fue *P. ulmi*.

En ambas arañas se observó una disminución de la efectividad del depredador a 15°C, con un consumo significativamente menor que a 20 y 25°C, y sin diferencias estadísticas en el consumo entre estas últimas temperaturas.

Ma y Laing (1973) compararon la acción depredadora de *N. californicus* con otro ácaro fitoseído, *Phytoseiulus persimilis*, y señalaron que la efectividad de *P. persimilis* a altas temperaturas (32°C) es menor a la que presenta *N. californicus* a la misma temperatura, lo que hace presumir que este último depredador estaría mejor adaptado para ejercer su acción a altas temperaturas.

Por otra parte, se observó que *N. californicus* resultó ser muy voraz con las poblaciones de *P. ulmi*, González (1971) señala a *N. californicus* como un importante depredador de esta especie, lo que desde el punto de vista del control es muy favorable, no siéndolo desde la perspectiva de la sustentabilidad del sistema, ya que, al reducirse la disponibilidad de alimento, los depredadores migraron en busca de otra fuente de nutrición.

En cambio, el depredador mostró un consumo menor, pero sostenido en el tiempo sobre las poblaciones de adultos de *T. urticae*, lo que puede atribuirse, a que *N. californicus* exhibe una eficiente respuesta funcional y numérica a *T. urticae* (Friese y Gilstrap, 1982) o también, a la alta producción de tela, la cual le brindaría protección contra el ataque de ciertos enemigos naturales (Van de Vrie, 1985), lo que hace del sistema más sustentable a largo plazo, manteniendo niveles de infestación permanentes, pero bajo los umbrales económicos.

Escudero y Ferragut (1996) estudiaron la influencia de la presa en la dispersión de *P. persimilis* y *N. californicus*, y sus resultados demostraron que la dispersión de los fitoseídos en las hojas se produce como consecuencia del descenso en el nivel de presas,

con diferencias claras en el comportamiento emigratorio de los dos fitoseidos ante diferentes densidades de presa.

Lo anterior fue corroborado durante esta investigación, ya que en la medida que disminuyó la cantidad de presas, la reposición de *N. californicus* en las placas se transformó en un ejercicio común, producto de la huida y en menor forma por canibalismo entre éstos.

Las figuras 9 y 10 muestran las diferencias en el consumo de *P. ulmi* y *T. urticae*, a las tres temperaturas evaluadas.

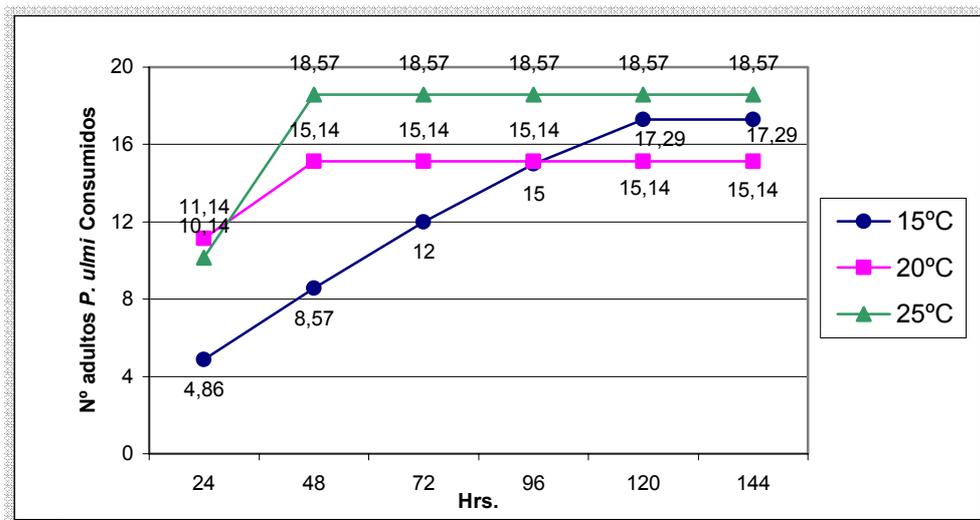


Figura 9. Promedios acumulados de consumo de *P. ulmi* a 15, 20 y 25°C.

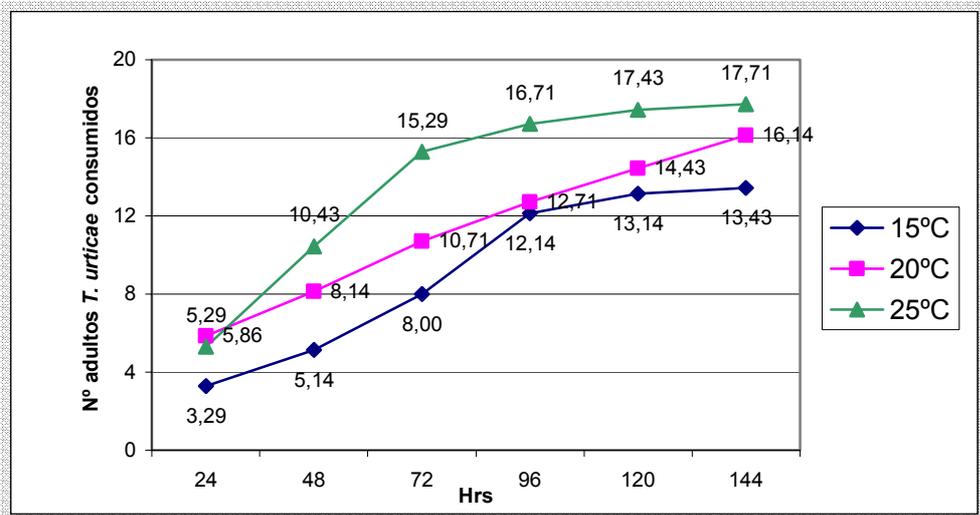


Figura 10. Promedios acumulados de consumo de *T. urticae* a 15, 20 y 25°C.

En la figura a continuación se ve al depredador *N. californicus* en el momento que consume a su presa. A la derecha *T. urticae* y *P. ulmi* a la izquierda (Fig 11).



Figura 11. *N. californicus* depredando estados adultos de ácaros fitófagos.

Cuadro 2. Promedio acumulado de mortalidad natural a las 48 h de estados adultos de *P. ulmi* y *T. urticae* a 15, 20 y 25°C, en pruebas de laboratorio.

Especies	<u>Mortalidad natural acumulada a tres temperaturas</u>		
	15°C	20°C	25°C
<i>Panonychus ulmi</i>	3,00 aB	11,71 aA	11,29 aA
<i>Tetranychus urticae</i>	2,00 bA	1,86 bA	2,86 bA

Promedios con letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre especies, y promedios con letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre temperaturas al nivel $p \leq 0.05$, según prueba de Rango Múltiple de Duncan (1955).

En el cuadro 2, se observa las diferencias en la mortalidad de las arañas a una misma temperatura, siendo *P. ulmi* la especie más afectada.

La diferencia se acentuó con temperaturas de 20 y 25°C, lo que puede indicar que temperaturas constantes sobre este nivel, afectan de forma considerable las poblaciones de *P. ulmi*, siendo la única especie de las evaluadas que presentó esta característica.

De igual manera, al comparar el efecto de las distintas temperaturas para una misma especie, se observó en *P. ulmi* diferencias significativas en la mortalidad de ácaros entre 15°C y las temperaturas superiores. Asimismo, no se detectaron diferencias estadísticas en la mortalidad entre 20 y 25°C.

Con relación a *T. urticae* se observó que la temperatura no jugó un rol importante en su capacidad de supervivencia, siendo la mortalidad acumulada muy similar y sin diferencias significativas entre las tres temperaturas evaluadas.

Además, hacia el final de las evaluaciones, en el tratamiento a menor temperatura (15°C) se observó un cambio de color en las hembras de *T. urticae*, las que pasaron de un color amarillo-verdoso, a un color anaranjado-rojizo. Fenómeno que ocurre en otoño, cuando la hembra entra en receso (González, 1989).

Las figuras 12 y 13 muestran la mortalidad natural acumulada de *P. ulmi* y *T. urticae*, respectivamente, a 15, 20 y 25°C.

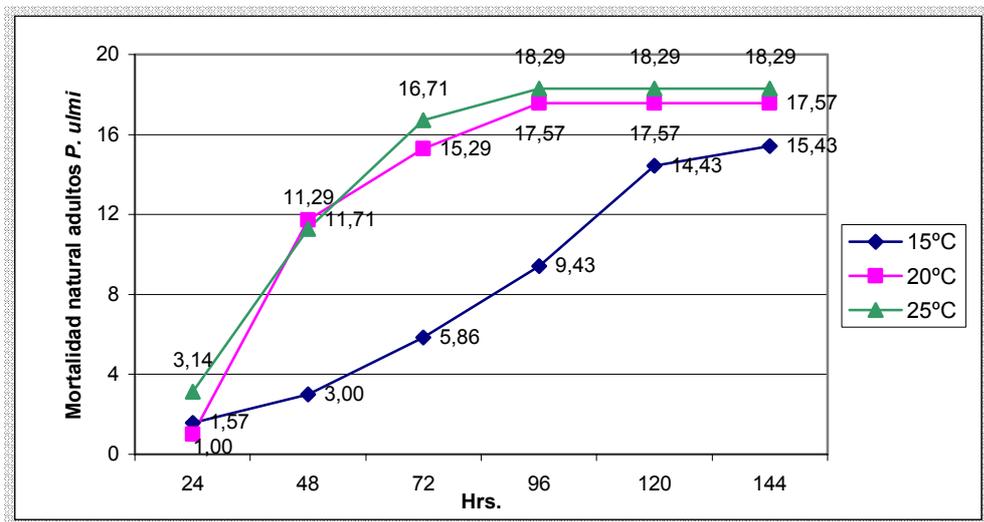


Figura 12. Promedios acumulados de mortalidad natural de *P. ulmi* a 15, 20 y 25°C.

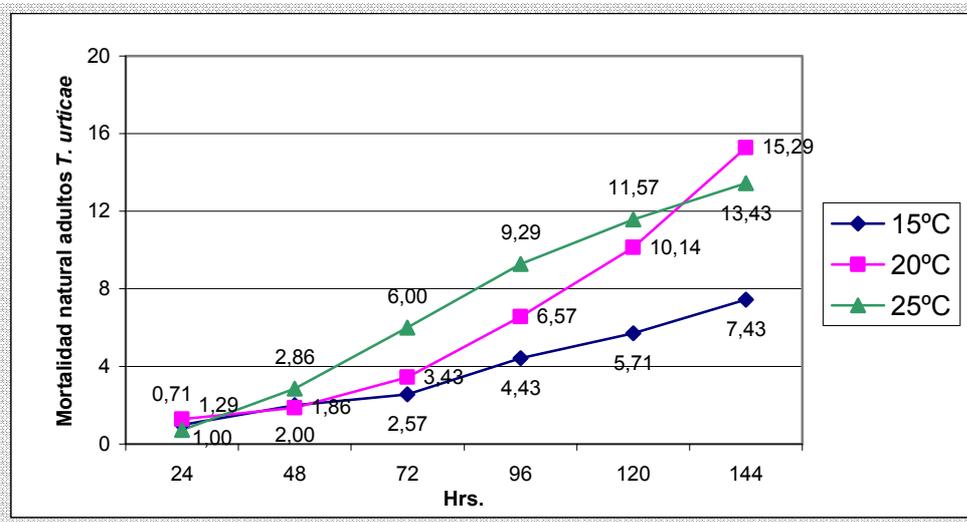


Figura 13. Promedios acumulados de mortalidad natural de *T. urticae* a 15, 20 y 25°C.

Efecto de la temperatura sobre la acción depredadora en adultos de *B. chilensis*

Los resultados obtenidos en este ensayo se presentan en el cuadro 3 y las figuras 14 y 15.

Cuadro 3. Promedio acumulado de consumo y mortalidad natural al sexto día de estados adultos de *B. chilensis* a 15, 20 y 25°C en pruebas de laboratorio.

<u>Consumo y/o Mortalidad acumulada a tres temperaturas</u>			
Presencia del depredador	15°C	20°C	25°C
<i>B. chilensis</i> con depredador	1,91 aB	2,23 aB	2,92 aA
<i>B. chilensis</i> sin depredador	1,83 aAB	2,28 aA	1,71 bB

Promedios con letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre especies, y promedios con letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre temperaturas al nivel $p \leq 0.05$, según prueba de Rango Múltiple de Duncan (1955).

Los valores del cuadro 3 muestran un bajo consumo de esta especie, no encontrándose diferencias estadísticas, entre los tratamientos con depredador a 15 y 20°C, y los sin el depredador, salvo los resultados obtenidos a 25°C, donde la diferencia entre consumo y mortalidad natural fue significativa.

Según González (1958 y 1983), *B. chilensis* no tiene controladores biológicos eficientes, lo que queda de manifiesto al observarse los resultados.

Por otra parte, si se comparan los resultados entre temperaturas, el depredador sólo ejerció un efecto en el aumento del consumo de *B. chilensis* a 25°C.

Trincado y Durán (2003) compararon el efecto de sembrar distintas cantidades de *N. californicus* por planta en vid (0, 100, 500 y 100) para el control de *B. chilensis*. El análisis estadístico indicó que las dosis evaluadas se diferenciaron homogéneamente del testigo en el control de la plaga, aunque sin diferencia estadística entre los tratamientos; la plaga sobrepasó el umbral de daño económico sólo en el testigo. Sus resultados coinciden con los obtenidos en este ensayo.

Una característica importante en estas evaluaciones fue encontrar repetidamente *N. californicus* muertos con signos de haber sido depredados, y aunque no se contaron, la cantidad de fitoseidos consumidos se estima mayor al consumo del ácaro presa.

Yao y Chant (1989), Zhang y Croft (1995) y Schausberger (1997) mencionan que el canibalismo de ácaros fitoseidos sólo ocurre como resultado de densidades bajas de presa; posteriormente Schusberger y Walzer (2001) indican que para *N. californicus* el canibalismo es solamente una manera de obtener alimento después del agotamiento del ácaro presa.

De lo anterior, se podría considerar a 20 individuos de *B. chilensis* por 7cm² como una baja densidad de presa, ya que, existió canibalismo. Mientras que con *P. ulmi* y *T. chilensis*, solo hubo canibalismo una vez que se acabó el alimento o hacia el final de las mediciones, cuando el número de ácaros presa era menor.

Por lo tanto, sería interesante proponer un estudio para clasificar densidades de ácaros presa, ya que, el consumo depende no sólo del número de individuos, sino que también de otros factores intrínsecos a cada especie.

Las figuras 14 y 15 presentan el consumo y mortalidad acumulada de estados adultos de *B. chilensis* a las temperaturas evaluadas en el ensayo.

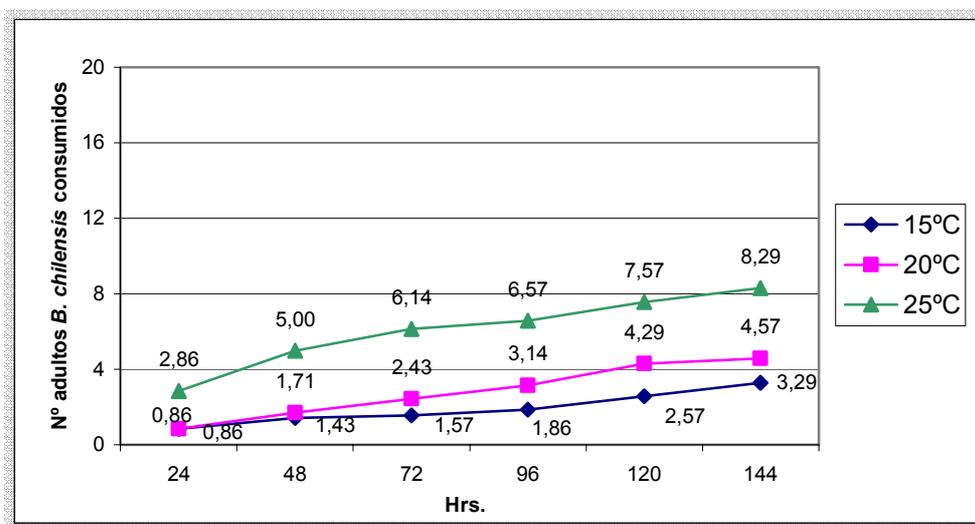


Figura 14. Promedio acumulado de consumo de *B. chilensis* a 15, 20 y 25°C.

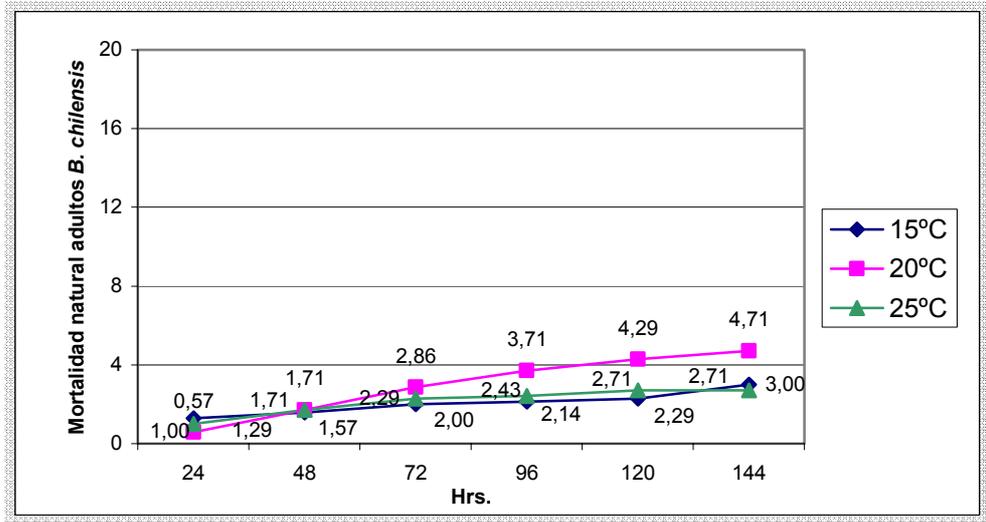


Figura 15. Promedio acumulado de mortalidad natural de *B. chilensis* a 15, 20 y 25°C.



Figura 16. *N. californicus* depredando adulto de *B. chilensis*

Ensayo de control de huevos

Ensayo de consumo de huevos *P. ulmi*, *T. urticae* y *B. chilensis*

Los resultados obtenidos en este ensayo se presentan en el cuadro 4 y figura 17.

Cuadro 4. Promedio acumulado del consumo de huevos de *P. ulmi*, *T. urticae* y *B. chilensis* por *N. californicus* a las 144 en pruebas de laboratorio.

<u>Consumo acumulado de huevos a tres temperaturas</u>			
Especies	15°C	20°C	25°C
<i>P. ulmi</i>	51,14 bB	71, 50 aA	84,85 aA
<i>T. urticae</i>	70,86 aB	82,14 aA	92,00 aA
<i>B. chilensis</i>	32,29 cB	40,71 bA	46,14 bA

Promedios con letras minúsculas distintas en la columna indican diferencias estadísticamente significativas entre especies, y promedios con letras mayúsculas distintas en la fila indican diferencias estadísticamente significativas entre temperaturas al nivel $p \leq 0.05$, según prueba de Rango Múltiple de Duncan (1955).

En el cuadro 4 se observa el consumo acumulado de huevos de ácaros fitófagos. *N. californicus* demostró mayor preferencia por huevos de *T. urticae* que por los de *P. ulmi*. Los huevos menos apetecidos fueron los de *B. chilensis*.

No existieron interacciones entre los factores en evaluación, y el factor especie jugó un rol más importante que las temperaturas en la preferencia de presa por el depredador.

Si bien el mayor consumo fue sobre los huevos de *T. urticae*, éste no fue significativamente diferente al de *P. ulmi*, salvo a 15°C, donde sí hubo diferencias estadísticas entre el consumo de ambas especies.

La especie que obtuvo la menor preferencia de sus huevos por el depredador fue *B. chilensis*, con diferencias significativas en el consumo de huevos en comparación a las otras dos especies, en todas las temperaturas evaluadas.

Además, en las tres especies de ácaros evaluadas se observa una relación directamente proporcional entre el aumento de la temperatura y el consumo de huevos por *N. californicus*; el aumento sólo fue significativo entre 20 y 25°C, en forma similar para las tres especies.

Estos resultados corroboran los obtenidos por Ma y Laing (1973), quienes observaron el consumo de huevos de *T. urticae* por *N. californicus* a tres temperaturas, 16,4; 25 y 32°C, y determinaron que el mayor consumo ocurrió a 25 y 32° C, mientras que a 16,4°C fue notablemente menor.

Rodríguez *et al* (2003) mencionan que *N. californicus* actúa sobre todos los estados de araña roja, con preferencia sobre huevos y estados inmaduros.

Por su parte, Sabelis (1985) señala que en algunas especies de fitoseidos, las hembras consumen más huevos que estados móviles de la presa. Si bien en este ensayo no se evaluó la preferencia de presa entre estados de desarrollo, al comparar los resultados se aprecian diferencias entre el número de adultos y huevos consumidos, siendo mayor este último.

Con respecto a lo anterior, se debe considerar, que la diferencia entre las cantidades de huevos y adultos consumidos puede deberse a la baja cantidad de alimento que puede entregar un huevo con respecto a un adulto, y al efecto que pudo tener la densidad de la presa en el consumo. (100 huevos contra 20 adultos en 7 cm²). Cuellar *et al* (2001) sostuvieron que la densidad de los huevos de la presa influye en su consumo.

Cuellar *et al* (2001) evaluaron la efectividad de seis especies de fitoseidos, entre ellos *N. californicus*, como agentes de control biológico, midiendo la tasa de consumo de huevos del tetrániquido *Mononychellus tanajoa* (Bondar) y la oviposición en relación con la densidad de presa bajo condiciones óptimas de laboratorio. *N. californicus* fue el depredador con menor respuesta en el consumo, al aumento de la densidad de la presa, con un consumo de 40 huevos de *M. tanajoa*, a una densidad de 105 huevos en 3,14 cm².

La figura 17 muestra el aumento del consumo acumulado, de acuerdo al aumento de la temperatura del tratamiento.

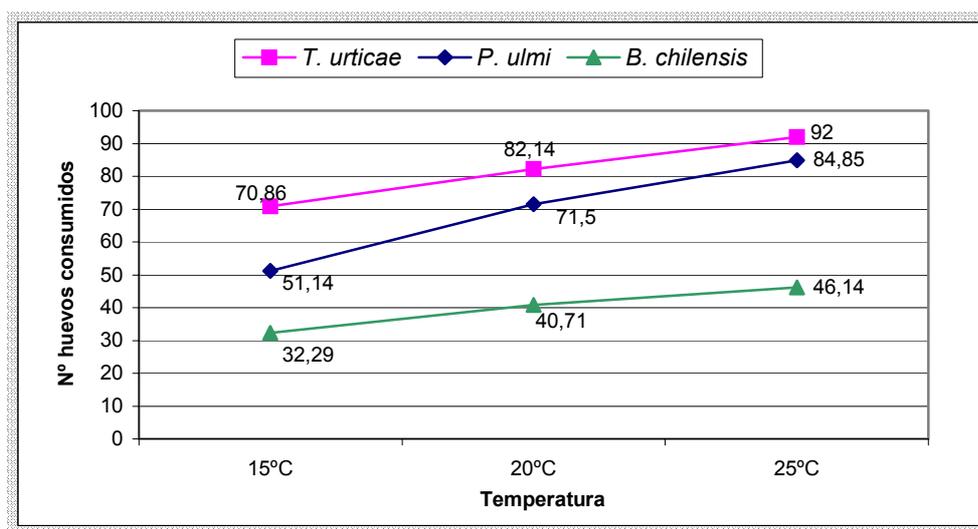


Figura 17. Promedio acumulado de consumo de huevos de *P. ulmi*, *T. urticae* y *B. chilensis* al sexto día, para 15, 20 y 25°C.

De izquierda a derecha, la Figura 18 ilustra las distintas etapas del consumo de un huevo de *P. ulmi*, por el depredador *N. californicus*.



Figura 18. *N. californicus* depredando huevo de *P. ulmi*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología utilizada y a los resultados obtenidos, se puede concluir que:

- La temperatura afecta el consumo de *N. californicus* sobre estados adultos y huevos de ácaros fitófagos.
- Existe una relación directamente proporcional entre el aumento de la temperatura y el consumo de presas para los dos estados de desarrollo evaluados (adultos y huevos).
- De las especies y estados estudiados, *N. californicus* presenta mayor preferencia por adultos de *P. ulmi* y huevos de *T. urticae*.
- *B. chilensis* es la especie menos apetecida por el depredador.

LITERATURA CITADA

AGUILERA, A.; CARRILLO, R.; REBOLLEDO, R. y SALAZAR, F. 1998. Antecedentes biológicos de *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) en frambueso cv. Heritage, en Temuco, Chile. *Revista Chilena de Entomología* 25: 15-20.

BERMÚDEZ, P. 2001. Prospección de plagas en el cultivo de mandarina clementina (*Citrus clementina* Blanco). Taller de Licenciatura. Universidad Católica de Valparaíso, Facultad de Agronomía, Quillota. 49 p.

CAMPOS, L.; ECHEVERRÍA, N.; LAMBOROT, L. 1981. Efectos de formulaciones comerciales de insecticidas fosforados empleados en manzanos sobre el ácaro predador *Amblyseius chilenensis* (Dosse). *Inv. Agr. (Chile)* 7(1): 1-4.

CHARLÍN, R. 1979. Detección y control de plagas de invierno en huertos frutales: *Boletín Agrícola Shell*. 2: 1-9.

CIENCIA HOY. 2000. Historias de vida de los ácaros fitoseidos y su aplicación en el control biológico. [en línea] Argentina <<http://www.cienciahoy.org>> [consulta:17 de enero de 2004].

COLLYER, E. 1984. European red mite, *Panonychus ulmi* (Koch) life cycle. In <http://hortnet.co.zn/publications/hortfacts/hf401005.htm>> A product of Hortresearch [Consulta 25 de octubre de 2004].

CROFT, B. A.; MONETTI, L.; PRATT, P. 1998. Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *Neoseiulus fallacies* Acari:Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? Environ. Entomol. 27(3): 531-538.

CUELLAR, M. E.; CALATAYUD, P.; MELO, E.; LINCOLN, S.; BELLOTTI, A. 2001. Consumption and oviposition rates of six phytoseiid species feeding on eggs of the cassava green mite *Mononychellus tanajoa* (Acari: Tetranychidae). Florida Entomologist 84(4): 602-607.

CURKOVIC, T.; GONZÁLEZ, R. H.; BARRÍA, G. 1997. Efecto de fenazaquin, fenpyroximate y pyridaben sobre *Panonychus ulmi* Koch (Acarina: Tetranychidae) y su enemigo natural *Neoseiulus californicus* McGregor (Acarina: Phytoseiidae) en manzanos y perales. Rev. Frutícula 18(3): 81-86.

DE LIÑAN, V. 1998. Entomología Agroforestal. Agrotecnica, Madrid. 1309 p.

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

DUNCAN, D. B. 1955. Múltiple F and múltiple range test. Biometrics 11: 1-41.

ESCUADERO, A.; FERRAGUT, S. 1996. Comportamiento de *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) y *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) ante diferentes densidades de presa. Boletín Sanidad Vegetal, Plagas 22(11): 5-24.

FOURNIER, D.; PRALAVORIO, M.; POURRIERE, O. 1985. Étude du phytoseiide *Cydnodromus chilensis* en vue de son utilisation contre *Tetranychus urticae* en culture protégée de fraiser. Entomophaga 30(2): 113-120.

FRIESE, D.; GILSTRAP, F. 1982. Influence of prey availability on reproduction and prey consumption of *Phytoseiulus persimilis*, *Amblyseius californicus* and *Metaseiulus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae). Int. J. Acarol. 8: 85-89.

GUERRERO, M. A.; LAMBOROT, L. 1996. Entomología General. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Univ. de Chile, Serie Publicaciones Docentes N° 3. pp. 115-116.

GONZÁLEZ, R. 1958. Biología y control de la falsa araña de la vid. Universidad de Chile. Boletín técnico 1: 31.

GONZÁLEZ, R. 1961. Contribución al conocimiento de los ácaros del manzano en Chile Central. Universidad de Chile, Facultad de Agronomía, Estación Experimental Agronómica. Maipú, Chile. Boletín Técnico 11. 58 p.

GONZÁLEZ, R. H. 1971. Biología, ecología y control de la araña roja europea en manzanas y perales de Chile Central. Rev. Peruana Entomol. 14: 56-65.

GONZÁLEZ, R. H. 1981. Las arañas rojas del manzano y peral. Rev. Frutícola 2(1): 3-9.

GONZÁLEZ, R. H. 1983. La falsa araña de la vid *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae). Rev. Frutícula 4: 61-65.

GONZÁLEZ, R. H. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. Ograma. Santiago. 310 p.

JEPPSON, K. 1975. Mites injurious to economic plants. University of California Press, California. 614 p.

MA, W.; LAING, J. 1973. Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilensis* (Dosse) (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga* 18(1): 47-60.

McMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. 1997. Life-style of phytoseiid mites and their role in biological control. *Ann. Rev. Entomol.* 42: 291-321.

PRADO, E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Santiago, INIA, Boletín 191. 207 p.

RIPA, R.; RODRÍGUEZ, F. 1999. Plagas de cítricos, sus enemigos naturales y manejo. Santiago, INIA. 151 p.

RIPA, R.; SCHAUL, R.; ROJAS POBLETE, S.; RODRIGUEZ ALVAREZ, F.; LARRAL DROGUETT, I. 2000. Plagas y su manejo [en línea] <<http://www.mipcitricos.cl/aca2.htm>> [consulta: 1 de abril de 2005].

RODRIGUEZ, M. P.; SÁNCHEZ, M.; NAVARRO, M.; APARICIO, V. 2003. *Neoseiulus californicus* (McGregor), enemigo natural de la araña roja. *Revista Horticultura* 167(marzo): 70-72.

SABELIS, M. 1985. Predation on spider mites. *In*: Helle, W.; Sabelis, M. W (eds.), *Spider mites: Their biology, natural enemies and control*, Vol 1B. Elsevier, Amsterdam. Pp. 103-129.

SAZO, L. 1996. Avances en sanidad vegetal en frutales y vides. Santiago, Universidad de Chile. Pag. 31-35.

SEPÚLVEDA, J. F. 2003. Comportamiento depredador de *Chiloseius camposi* González y Schuster, 1962 (Phytoseiidae) en relación a *Panonychus ulmi* (Koch, 1836). Memoria Agronomía,-Universidad Austral de Chile, 60 p.

SCHAUSBERGER, P. 1997. Inter- and intraspecific predation on immatures by adult females in *Euseius finlandicus*, *Typhlodromus pyri* and *Kampimodromus aberrans* (Acari. Phytoseiidae). Exp. Appl. Acarol. 21:131-150.

SCHAUSBERGER, P.; WALZER, A. 2001. Combined versus single species release of predaceous mites: Predator-predator interactions and pest suppression. Biological Control 20: 269-278.

TRINCADO, R; DURÁN, V. 2003. ¿Cuándo sembrar depredadores contra *Brevipalpus* en vid? Resúmenes XXV Congreso Entomología, Talca, Chile Pág. 55-56.

VAN DE VRIE, M. 1985. Phytophagous mite species on apple. In: Helle, W.; Sabelis, M. (eds.), World crop pests: Spider mites, their biology, natural enemies and control. 1B. Elsevier Science Publishers, Amsterdam. pp. 311-325.

WILSON, L. 1995. Habitats of twospotted spider mites (Acari: Tetranychidae) during winter and spring in a cotton-producing region in Australia. Environ. Entomol. 24(2): 332-340.

WATVE, C.; LIENKS, S. 1997. Responses of two phytoseiid mites to pesticides used New York apples orchard. Environ. entomol. 4 (5):797-800.

YAO, D. S; CHANT, D. A. 1989. Population growth and predation interference between two species of predatory phytoseiid mites (Acarina:Phytoseiidae) in interactive systems. *Oecologia* 80: 443-455.

ZHANG, Z. G; CROFT, B. A. 1995. Interspecific competition and predation between immature *Amblyseius fallacis*, *Amblyseius andersoni*, *Typhlodromus occidentalis* and *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). *Exp. Appl. Acarol.* 19: 247-257.

APENDICE

Recuento de adultos

Cuadro 1. Recuento de consumo de adultos de *B. chilensis* con 3 *N. californicus* a 15°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	0	0	0	0	0	1
2	2	4	4	4	4	4
3	0	0	0	0	2	3
4	0	0	0	1	3	4
5	1	1	2	2	2	2
6	2	3	3	3	3	4
7	1	2	2	3	4	5
Total	6	10	11	13	18	23
Promedio	0,86	1,43	1,57	1,86	2,57	3,29

Cuadro 2. Recuento de consumo de adultos de *B. chilensis* con 3 *N. californicus* a 20°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	1	2	2	3	5	5
2	2	3	4	5	5	5
3	1	2	3	4	7	8
4	0	1	3	3	3	3
5	1	1	2	2	3	3
6	1	2	2	3	3	4
7	0	1	1	2	4	4
Total	6	12	17	22	30	32
Promedio	0,86	1,71	2,43	3,14	4,29	4,57

Cuadro 3. Recuento de consumo de adultos de *B. chilensis* con 3 *N. californicus* a 25°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	2	3	5	6	7	8
2	5	6	7	8	12	12
3	4	8	13	14	14	14
4	2	4	4	4	5	6
5	3	6	6	6	6	7
6	2	3	5	5	5	5
7	2	5	3	3	4	6
Total	20	35	43	46	53	58
Promedio	2,86	5,00	6,14	6,57	7,57	8,29

Cuadro 4. Recuento de mortalidad natural de adultos de *B. chilensis* a 15°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120 h	Mortalidad 144 h
1	0	0	1	1	1	2
2	3	3	3	4	4	6
3	0	0	1	1	2	3
4	3	3	3	3	3	3
5	2	2	2	2	2	2
6	1	2	3	3	3	4
7	0	1	1	1	1	1
Total	9	11	14	15	16	21
Promedio	1,29	1,57	2,00	2,14	2,29	3,00

Cuadro 5. Recuento de mortalidad natural de adultos de *B. chilensis* a 20°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120 h	Mortalidad 144 h
1	1	1	2	3	4	6
2	0	3	3	4	4	4
3	1	3	5	5	5	5
4	1	2	4	5	5	5
5	0	1	2	3	4	4
6	1	2	3	4	5	5
7	0	0	1	2	3	4
Total	4	12	20	26	30	33
Promedio	0,57	1,71	2,86	3,71	4,29	4,71

Cuadro 6. Recuento de mortalidad natural de adultos de *B. chilensis* a 25°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120 h	Mortalidad 144 h
1	0	0	0	0	0	0
2	1	2	2	2	3	3
3	2	4	6	6	6	6
4	2	2	4	4	4	4
5	1	2	2	2	2	2
6	0	1	1	1	2	2
7	1	1	1	2	2	2
Total	7	12	16	17	19	19
Promedio	1,00	1,71	2,29	2,43	2,71	2,71

Cuadro 7. Recuento de consumo de adultos de *P. ulmi* con 3 *N. californicus* a 15°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	5	8	13	18	19	19
2	5	5	7	9	17	17
3	5	10	14	17	18	18
4	4	8	12	15	15	15
5	5	9	12	15	18	18
6	6	11	15	18	18	18
7	4	9	11	13	16	16
Total	34	60	84	105	121	121
Promedio	4,86	8,57	12,00	15,00	17,29	17,29

Cuadro 8. Recuento de consumo de adultos de *P. ulmi* con 3 *N. californicus* a 20°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	6	14	14	14	14	14
2	11	13	13	13	13	13
3	11	16	16	16	16	16
4	17	20	20	20	20	20
5	9	11	11	11	11	11
6	13	17	17	17	17	17
7	11	15	15	15	15	15
Total	78	106	106	106	106	106
Promedio	11,14	15,14	15,14	15,14	15,14	15,14

Cuadro 9. Recuento de consumo de adultos de *P. ulmi* con 3 *N. californicus* a 25°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	16	19	19	19	19	19
2	7	17	17	17	17	17
3	5	20	20	20	20	20
4	10	19	19	19	19	19
5	17	17	17	17	17	17
6	8	18	18	18	18	18
7	8	20	20	20	20	20
Total	71	130	130	130	130	130
Promedio	10,14	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57

Cuadro 10. Recuento de mortalidad natural de adultos de *P. ulmi* a 15°C.

Repetición	Mortalidad 24 h	Mortalidad 48 h	Mortalidad 72 h	Mortalidad 96 h	Mortalidad 120h	Mortalidad 144h
1	1	2	6	11	11	11
2	1	3	7	11	12	12
3	2	3	9	15	16	16
4	3	5	6	8	12	12
5	2	4	6	9	16	16
6	0	1	3	6	15	15
7	2	3	4	6	19	19
Total	11	21	41	66	101	101
Promedio	1,57	3,00	5,86	9,43	14,43	14,43

Cuadro 11. Recuento de mortalidad natural de adultos de *P. ulmi* a 20°C.

Repetición	Mortalidad 24 h	Mortalidad 48 h	Mortalidad 72 h	Mortalidad 96 h	Mortalidad 120 h	Mortalidad 144 h
1	0	7	16	18	18	18
2	0	8	15	19	19	19
3	1	8	15	17	17	17
4	1	15	16	18	18	18
5	5	19	18	19	19	19
6	0	14	15	17	17	17
7	0	11	12	15	15	15
Total	7	82	107	123	123	123
Promedio	1,00	11,71	15,29	17,57	17,57	17,57

Cuadro 12. Recuento de mortalidad natural de adultos de *P. ulmi* a 25°C.

Repetición	Mortalidad 24 h	Mortalidad 48 h	Mortalidad 72 h	Mortalidad 96 h	Mortalidad 120 h	Mortalidad 144 h
1	3	10	17	18	18	18
2	2	16	18	19	19	19
3	5	13	16	18	18	18
4	3	11	17	18	18	18
5	4	12	18	19	19	19
6	2	6	14	18	18	18
7	3	11	17	18	18	18
Total	22	79	117	128	128	128
Promedio	3,14	11,29	16,71	18,29	18,29	18,29

Cuadro 13. Recuento de consumo de adultos de *T. urticae* con 3 *N. californicus* a 15°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	4	6	9	11	12	12
2	4	6	7	10	10	10
3	2	4	8	12	15	15
4	4	5	7	13	14	16
5	4	8	11	16	18	18
6	4	5	9	12	12	12
7	1	2	5	11	11	11
Total	23	36	56	85	92	94
Promedio	3,29	5,14	8,00	12,14	13,14	13,43

Cuadro 14. Recuento de consumo de adultos de *T. urticae* con 3 *N. californicus* a 20°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	7	10	13	16	16	17
2	8	10	12	13	14	15
3	4	8	12	15	17	20
4	5	8	11	12	14	15
5	5	5	6	7	12	16
6	5	7	9	10	10	10
7	7	9	12	16	18	20
Total	41	57	75	89	101	113
Promedio	5,86	8,14	10,71	12,71	14,43	16,14

Cuadro 15. Recuento de consumo de adultos de *T. urticae* con 3 *N. californicus* a 25°C.

Repetición	Consumo 24 h	Consumo 48 h	Consumo 72 h	Consumo 96 h	Consumo 120 h	Consumo 144 h
1	5	8	11	13	14	16
2	2	8	14	18	19	19
3	4	15	18	19	19	19
4	8	12	20	20	20	20
5	7	13	17	18	19	19
6	6	10	16	16	17	17
7	5	7	11	13	14	14
Total	37	73	107	117	122	124
Promedio	5,29	10,43	15,29	16,71	17,43	17,71

Cuadro 16. Recuento de mortalidad natural de adultos de *T. urticae* 15°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120h	Mortalidad 144 h
1	0	0	1	2	3	5
2	0	1	1	6	10	12
3	0	2	2	5	6	7
4	4	6	6	7	8	10
5	2	4	6	8	9	10
6	1	1	1	1	1	3
7	0	0	1	2	3	5
Total	7	14	18	31	40	52
Promedio	1,00	2,00	2,57	4,43	5,71	7,43

Cuadro 17. Recuento de mortalidad natural de adultos de *T. urticae* 20°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120h	Mortalidad 144 h
1	1	1	2	6	14	19
2	1	3	4	7	10	16
3	1	1	4	9	12	16
4	0	1	2	4	9	11
5	2	2	3	7	10	18
6	2	2	5	7	11	13
7	2	3	4	6	5	14
Total	9	13	24	46	71	107
Promedio	1,29	1,86	3,43	6,57	10,14	15,29

Cuadro 18. Recuento de mortalidad natural de adultos de *T. urticae* 25°C.

Repetición	Mortalidad 24h	Mortalidad 48h	Mortalidad 72h	Mortalidad 96h	Mortalidad 120h	Mortalidad 144 h
1	0	4	7	10	12	14
2	2	2	6	9	11	13
3	0	1	3	6	9	11
4	0	3	7	12	14	16
5	0	3	6	8	10	12
6	1	5	6	8	11	13
7	2	2	7	12	14	15
Total	5	20	42	65	81	94
Promedio	0,71	2,86	6,00	9,29	11,57	13,43

Recuento de Huevos

Cuadro 19. Recuento de consumo de huevos de *B. chilensis* con 3 *N. californicus* a las 144 hrs.

Repetición	Consumo 15°C	Consumo 20°C	Consumo 25°C
1	14	41	47
2	10	49	51
3	60	4	53
4	34	45	37
5	68	38	39
6	24	47	57
7	16	61	39
Total	226	285	323
Promedio	32,29	40,71	46,14

Cuadro 20. Recuento de consumo de huevos de *P. ulmi* con 3 *N. californicus* a las 144 hrs.

Repetición	Consumo 15°C	Consumo 20°C	Consumo 25°C
1	64	73	85
2	56	74	89
3	44	61	84
4	61	75	86
5	37	82	78
6	46	64	89
7	50	71,5	83
Total	358	500,5	594
Promedio	51,00	71,50	84,86

Cuadro 21. Recuento de consumo de huevos de *T. urticae* con 3 *N. californicus* a las 144 hrs.

Repetición	Consumo 15°C	Consumo 20°C	Consumo 25°C
1	90,00	85,00	98,00
2	59,00	86,00	82,00
3	72,00	79,00	90,00
4	77,00	76,00	94,00
5	72,00	77,00	94,00
6	59,00	84,00	94,00
7	67,00	88,00	92,00
Total	496,00	575,00	644,00
Promedio	70,86	82,14	92,00