

DESARROLLO POSTEMBRIONARIO Y PARÁMETROS DE TABLA DE VIDA DE *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Cydnodromus californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae) Y *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae)

Postembryonic development and life table parameters of *Typhlodromus pyri* Scheuten, *Cydnodromus californicus* (McGregor) (Acarina: Phytoseiidae) and *Brevipalpus chilensis* Baker (Acarina: Tenuipalpidae)

Robinson Vargas M.¹*, Natalia Olivares P.¹ y Antonieta Cardemil O.¹

ABSTRACT

Life table parameters and the effect of feeding predator mites *Typhlodromus pyri* Scheuten and *Cydnodromus californicus* (McGregor) with different development stages of phytophagous mite *Brevipalpus chilensis* Baker was studied at laboratory conditions of $25 \pm 2^\circ\text{C}$, $60 \pm 5\%$ RH and 16:8 h (L:D). Life table parameters including net reproductive rate (R_0), finite rate of increase (λ), intrinsic rate of increase (r_m) and mean generation time (T) of *T. pyri*, *C. californicus*, and *B. chilensis* were studied. Postembryonic development and oviposition rate of *T. pyri* and *C. californicus* were evaluated on response to food diet that included eggs, immature and adult stages of *B. chilensis*. It was possible to determine the influence that each food type had on the oviposition rate of *T. pyri* and *C. californicus* by evaluating the amount of eggs laid. The effect of each food type on the post embryonic development was evaluated by measurements of developmental time. Mated females of *T. pyri* had a higher net reproductive rate and intrinsic rate of increase than *C. californicus*. *T. pyri* and *C. californicus* larvae reached adult stage only when fed with eggs or motile immature stages of *B. chilensis*. Mated females of *T. pyri* consumed on average 15.7 eggs and 19.38 immature motile stages. Mated females of *C. californicus* consumed on average 28.53 eggs and 18.5 immature motile stages. The potential use of *T. pyri* and *C. californicus* to regulate populations of *B. chilensis* is discussed.

Key words: phytoseiid mites, phytophagous mites, biological control, consumption.

RESUMEN

Los parámetros de tabla de vida y la interacción alimenticia de los ácaros depredadores *Typhlodromus pyri* Scheuten y *Cydnodromus californicus* (McGregor) con el ácaro fitófago *Brevipalpus chilensis* Baker, fue estudiada en condiciones de laboratorio a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ con una humedad relativa de $60 \pm 5\%$ y con un fotoperíodo de 16:8 h (L:O). Fueron evaluados los parámetros de vida: tasa neta de reproducción (R_0), tasa intrínseca finita de crecimiento (λ), tasa de crecimiento (r_m) y tiempo generacional (T) de *T. pyri*, *C. californicus* y *B. chilensis*. La influencia alimenticia de los estados de desarrollo de huevo, móviles inmaduros y adultos de *B. chilensis*, fue evaluada sobre el desarrollo postembrionario de *T. pyri* y *C. californicus*. El estudio permitió conocer el consumo e influencia de cada uno de los alimentos sobre la tasa de oviposición de *T. pyri* y *C. californicus*. Las larvas de *T. pyri* y *C. californicus* alcanzaron el estado adulto sólo cuando fueron alimentadas con huevos y estados inmaduros móviles de *B. chilensis*. Los parámetros de vida: tasa neta de reproducción y tasa intrínseca de crecimiento fueron más altos para *T. pyri*. Las hembras apareadas de *T. pyri* consumieron diariamente un promedio de 15,7 huevos y 19,38 inmaduros móviles. Las hembras apareadas de *C. californicus* registraron un consumo promedio diario de 28,53 huevos y 18,5 inmaduros móviles. Se analiza el uso potencial de *T. pyri* y *C. californicus* como reguladores de las poblaciones de *B. chilensis*.

Palabras clave: ácaros fitoseidos, ácaros fitófagos, control biológico, consumo.

¹ Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación La Cruz, Casilla 3, Quillota, Chile.

E-mail: rvargas@inia.cl *Autor para correspondencia.

Recibido: 30 de septiembre de 2003. Aceptado: 13 de marzo de 2004.

INTRODUCCIÓN

Los ácaros de la familia Phytoseiidae han sido ampliamente estudiados debido a su alta efectividad como agentes de control biológico de ácaros fitófagos, y por su capacidad de adaptación y sobrevivencia a diferentes tipos de alimentos disponibles en los agroecosistemas (Luh y Croft, 2001). La capacidad de adaptación es una característica típica de cada especie de ácaro fitoseido, encontrándose desde especies generalistas a especializadas. Esta diversidad hace necesario conocer los hábitos alimenticios así como su capacidad de regulación de la especie fitófaga, antes de recomendarlos para su utilización en los programas de control biológico de ácaros fitófagos (Croft *et al.*, 1998a; Ragusa *et al.*, 2000). Varios estudios corroboran esta necesidad; es así como trabajos de bionomía y distribución, indican que algunos fitoseidos prefieren alimentarse de ácaros tetraníquidos (Muma, 1971), otros de eriófididos (McMurtry y Scriven 1965; Muma, 1971), y un grupo importante son facultativos consumiendo polen, ácaros, esporas de hongos, exudaciones e instares de insectos (Muma, 1971; Croft *et al.*, 1998b; Ragusa *et al.*, 2000).

Esto confirma la necesidad de otorgar estabilidad a la diversidad agroecológica, para dar sustentabilidad al desarrollo de las poblaciones de fitoseidos, proporcionándoles así una fuente alternativa de alimentación y refugio, lo que permite constituir un reservorio de depredadores para la regulación de las poblaciones fuera y dentro de los cultivos. Conociendo la capacidad de control y reproducción de los fitoseidos se pueden implementar estrategias de control biológico de ácaros en forma segura y económicamente viable (McMurtry y Croft, 1997; Croft *et al.*, 1998a, c).

En Chile se han reportado 48 especies de ácaros fitoseidos asociados a plantas cultivadas o malezas; algunos han sido mencionados como un factor de regulación en las poblaciones de los ácaros fitófagos de importancia económica, tales como *Tetranychus urticae* Koch, *T. cinnabarinus* Boisduval, *Panonychus ulmi* Koch y *P. citri* McGregor (González y Schuster, 1962; Karg, 1965; Yoshida-Schaul y Chant, 1991; Ragusa *et al.*, 2000; Ragusa, 2000; Ragusa y Vargas, 2002).

El control biológico de *Brevipalpus chilensis* Baker (n.v. falsa araña de la vid) es realizado principalmente por *Neoseiulus chilensis* Dosse y *Amblyseius fructicolus* González y Schuster (González, 1989). Recientemente, ha sido informado el establecimiento de *Typhlodromus pyri* Scheuten, asociado a *B. chilensis* en viñedos de la zona de Cauquenes (Ragusa y Vargas, 2002). *B. chilensis* es una plaga nativa de importancia cuarentenaria, que representa un grave problema económico en vid (*Vitis vinifera* L.), kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) Liang y Ferguson, cítricos (*Citrus* spp.) y uva vinífera (*V. vinifera* L.) (González, 1989). El daño directo producido por *B. chilensis* se manifiesta en una necrosis sobre las estructuras nuevas, afectando el tamaño de hojas y brotes; en ataques severos llegan a causar defoliación y muerte del área de la planta afectada. El daño indirecto es causado por su condición cuarentenaria en fruta destinada a exportación. El control de esta araña actualmente se basa en la utilización exclusiva de acaricidas, sin considerar otras estrategias de Manejo Integrado de Plagas, tales como el control biológico, umbrales de población y técnicas de muestreo espacial (Vargas, 1988; Vargas y Rodríguez, 1990), aumentando los costos de los programas fitosanitarios, lo que representa en algunos casos hasta un 40% de ellos. Además, el uso intensivo y los pocos acaricidas registrados pueden resultar en una alta presión de selección sobre las poblaciones de *B. chilensis*, incrementando el riesgo de desarrollar resistencia.

Neoseiulus californicus = *Cydnodromus californicus* (McGregor) se encuentra distribuido en las zonas del paleártico, neártico y neotropical (McMurtry y Croft, 1997). Generalmente está presente en cultivos bajos, árboles y vides. Los ácaros fitoseidos del género *Neoseiulus* se caracterizan por ser depredadores selectivos del Tipo II (Luh y Croft, 2001), prefiriendo ácaros fitófagos del género *Tetranychus*, específicamente aquellos que se encuentran asociados a altas densidades de producción de telas. Sin embargo, no existen antecedentes sobre parámetros de vida, hábitos alimenticios y de ovipostura de *C. californicus*, asociados al consumo de ácaros de la especie *B. chilensis*.

T. pyri está distribuido en zonas del paleártico y neártico, es clasificado entre los depredadores generalistas del Tipo III (Luh y Croft, 2001), los que se caracterizan por consumir preferentemente ácaros, insectos y polen. Ellos poseen un mayor potencial de incremento cuando son alimentados con ácaros eriófidos, que al ser alimentados con especies del género *Tetranychus* (McMurtry y Croft, 1997). La mayoría de las especies generalistas prefieren refugiarse en las nervaduras, vellosidades, depresiones o entre áreas protegidas de las hojas. *T. pyri* es la especie de su género más ampliamente distribuida en diferentes agroecosistemas y la más estudiada en sus diferentes aspectos bioecológicos. Investigaciones realizadas con *T. pyri*, en diferentes lugares del mundo, confirman que este depredador puede mantener al ácaro *P. ulmi* en niveles bajos (McMurtry y Croft, 1997). Asociaciones de ácaros de la familia Tenuipalpidae y el ácaro depredador *Typhlodromus doreenae* es mencionado en Australia, donde constituye un agente biorregulador sobre las poblaciones del ácaro fitófago en vides (McMurtry y Croft, 1997). En Chile, *T. pyri* se encuentra establecido en viñedos del secano de la zona de Cauquenes (Ragusa y Vargas, 2002), donde es más abundante que *C. californicus* y ejerce una importante regulación de las poblaciones de *B. chilensis*.

Estudios preliminares de laboratorio han demostrado que *T. pyri* tiene un gran potencial de consumo sobre *B. chilensis* y además posee una alta capacidad reproductiva. Sin embargo, a la fecha no han sido reportados antecedentes sobre los parámetros de vida, capacidad de consumo de *T. pyri* y *C. californicus* sobre ácaros de la especie *B. chilensis*.

Los objetivos de este trabajo fueron estudiar el desarrollo postembrionario y los parámetros de vida de los ácaros depredadores *T. pyri*, *C. californicus* y el ácaro fitófago *B. chilensis*. Además, determinar la capacidad de consumo de los ácaros depredadores *T. pyri* y *C. californicus* sobre diferentes estados de desarrollo de *B. chilensis*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ensayos se realizaron en los laboratorios del Centro Regional de Investigación La Cruz, del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) durante el año 2001. *Brevipalpus chilensis* se obtuvo de una crianza masiva realizada en plantas de ligustrino (*Ligustrum lucidum*) en invernadero. Los fitoseidos se obtuvieron de crías masivas de salas e invernaderos, donde los ácaros depredadores eran alimentados con araña bimaclada (*Tetranychus urticae* Koch) y ocasionalmente con polen de vinagrillo (*Oxalis* sp.). Los ensayos de *B. chilensis* se realizaron sobre hojas de ligustrino, mantenidos en algodón humedecido sobre placas Petri. Los ensayos de fitoseidos se condujeron en placas de acrílico de color negro de 6 x 6 cm, tal como las descritas por Swirski *et al.* (1970). Se utilizó pegamento (Point sticken glue, Point Chile S.A.) para evitar el escape de los ácaros desde las hojas y placas. Los ensayos se mantuvieron a una temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ con una humedad relativa de $60 \pm 5\%$ y un fotoperíodo de 16:8 h (L:O). Las observaciones durante todo el período de trabajo se realizaron en lupa estereoscópica 40X (Zeiss Stemi, Alemania). Los fitoseidos que han sido identificados como *Amblyseius chilensis* de acuerdo a la clave taxonómica de González y Schuster 1962, fueron identificados como *Cydnodromus californicus* por Ragusa y Vargas, 2002.

Desarrollo postembrionario

Se determinó el potencial de desarrollo desde huevo a adulto de cada especie de fitoseido proporcionando alimentos consistentes en tres estados de desarrollo de *B. chilensis*: huevos de 24 h de edad, estados inmaduros y adultos. Al grupo testigo se les ofreció sólo agua. Se colocó un huevo de fitoseido en cada placa y se evaluó el desarrollo de los individuos cada 24 h hasta que alcanzaron el estado adulto. Cada repetición correspondió a un huevo de fitoseido.

Consumo

Se determinó el consumo de protoninfas, deutoninfas y hembras apareadas de los fitoseidos *T. pyri* y *C. californicus* alimentados con huevos de hasta 24 h de edad, estados

inmaduros y adultos de *B. chilensis*. A cada fitoseido se le entregó diariamente un número de 30 huevos de 24 h de edad máxima, 30 estados inmaduros y 30 adultos de *B. chilensis* y se contabilizó el número de individuos depredados por los ácaros fitoseidos cada 24 h. La evaluación de los estados inmaduros de fitoseidos se continuó hasta su última muda y en hembras hasta su muerte. En esta evaluación se consideró como repetición a un individuo por placa.

Influencia del tipo de alimento sobre la tasa de ovipostura

Se determinó el efecto de huevos, estados inmaduros y adultos de *B. chilensis* sobre la tasa de ovipostura en hembras de *C. californicus* y *T. pyri*. Para cada fitoseido se proporcionó diariamente un número de 30 huevos de 24 h de edad máxima, 30 estados inmaduros y 30 adultos de *B. chilensis*. La ovipostura por hembra se contabilizó y se retiraron diariamente los huevos de las placas. Una repetición correspondió a una hembra apareada de fitoseido.

Parámetros de vida

Se determinaron los efectos de la alimentación con todos los estados de desarrollo de *B. chilensis* sobre los parámetros de vida de *T. pyri* y *C. californicus* definidos por Birch (1948); tasa de crecimiento, tasa de ovipostura, sobrevivencia y longevidad. Para ello se colocó una pareja de fitoseidos por placa y se registró la ovipostura cada 24 h hasta la muerte de la hembra; si el macho moría era reemplazado por otro. Una repetición correspondió a una hembra de fitoseido.

También se determinaron los parámetros de vida de *B. chilensis*. Para ello se colocó una pareja de *B. chilensis* y se registró la ovipostura cada 24 h hasta la muerte de la hembra; si el macho moría era reemplazado por otro. Una repetición correspondió a una hembra de *B. chilensis* en cada hoja de ligustrino.

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue de bloques totalmente aleatorizados, con 15 repeticiones en todos los experimentos. La duración del desarrollo de huevos hasta el estado adulto se analizó

mediante ANDEVA y la prueba de comparación múltiple de medias LSD (SAS Institute, 2001).

Los parámetros de vida, tasa intrínseca de crecimiento (r_m), tasa neta de reproducción (R_0) y tasa finita de crecimiento (λ) definidos por Birch (1948) se calcularon mediante un programa personal BASIC (Abou-Setta *et al.*, 1986). Mediante el método Jackknife se estimó la desviación estándar a un intervalo de confianza de un 95%, para efectuar comparaciones entre las cohortes de fitoseidos.

La respuesta del consumo para cada alimento entre los fitoseidos *C. californicus* y *T. pyri* se comparó a través de la prueba t-student (SAS Institute, 2001) y la respuesta para cada alimento entre los diferentes estados de desarrollo evaluados se analizó mediante ANDEVA y la prueba de comparación múltiple de medias LSD (SAS Institute, 2001).

La respuesta de la influencia de cada alimento sobre la tasa de ovipostura entre los dos fitoseidos se comparó a través de la prueba t-student (SAS Institute, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo postembrionario

T. pyri alimentado con huevos y estados inmaduros móviles de *B. chilensis* completa su desarrollo entre larva y adulto con un 100% de sobrevivencia (Cuadro 1). Sin embargo, esta especie no completa su desarrollo cuando se alimenta con individuos adultos de *B. chilensis* o agua, alcanzando sólo al estado de protoninfas y deutoninfas. Además, *T. pyri* completó su ciclo de desarrollo significativamente más rápido, al ser alimentado con estados móviles inmaduros de *B. chilensis*.

C. californicus alimentado con huevos y estados inmaduros móviles de *B. chilensis*, completa su desarrollo desde larva a adulto con un 94 y 100% de sobrevivencia, respectivamente (Cuadro 2). Sin embargo, *C. californicus* no completa su desarrollo cuando es alimentado con individuos adultos de *B. chilensis* o agua, llegando sólo al estado de protoninfa. Además, *C. californicus*

Cuadro 1. Efectos del tipo de alimento (diferentes estados de desarrollo de *Brevipalpus chilensis*) sobre el desarrollo postembrionario de *Typhlodromus pyri*.**Table 1. Effects of different kind of foods (stages of *Brevipalpus chilensis*) on postembryonic development of *Typhlodromus pyri*.**

Alimento (estado desarrollo)	Número de individuos de <i>T. pyri</i> que alcanzaron el estado adulto					Sobrevivencia (%)	Duración desde huevo adulto (días) ± ES
	n	Larvas	Protoninfas	Deutoninfas	Adultas hembras		
Huevos	15	15	15	15	15	100	8,8 ± 0,4 a *
Móviles inmaduros	15	15	15	15	15	100	7,6 ± 0,3 b
Adultos	15	15	13	0	0	0	0 c
Agua	15	15	15	5	0	0	0 c

* Medias con distinta letra dentro de cada columna son estadísticamente diferentes según prueba LSD ($P < 0,05$). ES: error estándar.

Cuadro 2. Influencia del tipo de alimento (diferentes estados de desarrollo de *Brevipalpus chilensis*) sobre el desarrollo postembrionario de *Cydnodromus californicus*.**Table 2. Effects of different kind of foods (stages of *Brevipalpus chilensis*) on postembryonic development of *Cydnodromus californicus*.**

Alimento (estado desarrollo)	Número de individuos de <i>T. californicus</i> que alcanzaron el estado adulto					Sobrevivencia (%)	Duración desde huevo adulto (días) ± ES
	n	Larvas	Protoninfas	Deutoninfas	Adultas hembras		
Huevos	15	15	15	15	14	94	7 ± 0,0 a *
Móviles inmaduros	15	15	15	15	15	100	6,6 ± 0,3 b
Adultos	15	15	13	0	0	0	0 c
Agua	15	15	15	0	0	0	0 c

* Medias con distinta letra dentro de cada columna son estadísticamente diferentes según prueba LSD ($P < 0,05$). ES: error estándar.

completó su ciclo de desarrollo significativamente más rápido, al ser alimentado con estados móviles inmaduros de *B. chilensis*. Otros estudios realizados por Swirski *et al.* (1970) encontraron que el 88,9% de los individuos de *Amblyseius chilensis* llegaron al estado adulto, cuando son alimentados con todos los estados de *Brevipalpus phoenicis*, y el 100% de los individuos llegaron al estado adulto cuando fueron alimentados con todos los estados de *Tetranychus cinnabarinus*.

Consumo

El Cuadro 3 presenta el consumo promedio diario realizado por protoninfas, deutoninfas y hembras de *T. pyri*, cuando fueron alimentadas con huevos y estados inmaduros de *B. chilensis*. Cuando se les ofreció adultos de *B. chilensis* no existió consumo. Alimentando con huevos e inmaduros móviles, se observó que las hembras

apareadas de *T. pyri* consumieron un mayor número de individuos diariamente. Similares resultados fueron obtenidos con *Phytoseiulus persimilis* y *Cydnodromus picanus* en semejantes condiciones de temperatura, lo que sugiere una capacidad de control de *T. pyri* y *C. californicus* tan alta como las hembras de aquellas especies de fitoseidos (Takafuji y Chant, 1976; Ragusa *et al.*, 2000). Al comparar los dos alimentos, no se observaron diferencias significativas en el consumo realizado por las protoninfas, deutoninfas y hembras de *T. pyri*.

En el Cuadro 4 se observa el consumo promedio diario realizado por protoninfas, deutoninfas y hembras de *C. californicus*, cuando fueron alimentadas con huevos y estados inmaduros de *B. chilensis*. Cuando se les ofrecieron adultos de *B. chilensis* no existió consumo. Alimentando con huevos e inmaduros móviles, se observó mayor

Cuadro 3. Consumo promedio diario de *Typhlodromus pyri* alimentado con huevos y estados inmaduros de *Brevipalpus chilensis*.

Table 3. Average daily consumption of *Typhlodromus pyri* fed with eggs and immatures stages of *Brevipalpus chilensis*.

<i>T. pyri</i>	n	<i>B. chilensis</i> (alimento)	
		Huevos \pm ES	Móviles inmaduros \pm ES
Protoninfas	15	5,80 \pm 1,8 bA	5,58 \pm 1,5 cA
Deutoninfas	15	9,65 \pm 2,9 bA	10,44 \pm 2,1 bA
Hembras apareadas	15	15,70 \pm 5,7 aA	19,38 \pm 4,2 aA

Medias con distinta letra mayúscula dentro de cada fila son estadísticamente diferentes según prueba de t ($P < 0,05$).

Medias con distinta letra minúscula dentro de cada columna son estadísticamente diferentes según prueba LSD ($P < 0,05$).

ES: error estándar.

Cuadro 4. Consumo promedio diario de *Cydnodromus californicus* alimentado con huevos y estados inmaduros de *Brevipalpus chilensis*.

Table 4. Daily consumption of *Cydnodromus californicus* fed with eggs and immature stages of *B. chilensis*.

<i>C. californicus</i>	n	<i>B. chilensis</i> (alimento)	
		Huevos \pm ES	Móviles inmaduros \pm ES
Protoninfas	15	3,1 \pm 0,9 cB	4,3 \pm 0,9 cA
Deutoninfas	15	16 \pm 2,1 bA	11,1 \pm 2,3 bA
Hembras apareadas	15	28,53 \pm 4,9 aA	18,65 \pm 6,3 aB

Medias con distinta letra mayúscula dentro de cada fila son estadísticamente diferentes según prueba de t ($P < 0,05$).

Medias con distinta letra minúscula dentro de cada columna son estadísticamente diferentes según prueba LSD ($P < 0,05$).

ES: error estándar.

consumo en las hembras apareadas, registrando ellas un consumo diario significativamente más alto cuando fueron alimentadas con huevos de *B. chilensis*. Las protoninfas de *C. californicus* consumieron un número significativamente mayor de individuos móviles inmaduros de *B. chilensis* y las deutoninfas de esta especie consumieron un número similar de huevos y móviles inmaduros de *B. chilensis*. Ma y Laing (1973) reportaron un consumo menor al evaluar protoninfas de *A. chilensis*, consumiendo huevos de *T. urticae*.

Ambas especies de fitoseidos mostraron similares preferencias alimenticias, lo que indica que estas especies de ácaros depredadores son un factor clave de mortalidad para *B. chilensis*. Este potencial regulador podría ser utilizado en programas de control biológico inundativo, donde las liberaciones de los fitoseidos deberían sincronizarse con los períodos de abundancia de los estadios de huevo e inmaduros móviles de *B.*

chilensis, situación especialmente favorable al inicio de temporada cuando las hembras fértiles invernantes hacen su primera ovipostura.

Influencia del tipo de alimento sobre la tasa de ovipostura

C. californicus alcanzó una tasa de ovipostura significativamente más alta que *T. pyri* consumiendo sólo huevos de *B. chilensis* (Cuadro 5). No obstante, la ovipostura de ambos fitoseidos no mostró diferencias significativas al alimentarse con estados inmaduros de *B. chilensis*. Los registros de número de huevos puestos diariamente por *C. californicus* fueron bajos al compararlos con los obtenidos por Ma y Laing (1973), esto indicaría que huevos y estados móviles inmaduros de *B. chilensis* no representan el alimento óptimo para alcanzar el máximo potencial de la tasa de ovipostura de *C. californicus*. Además, ambos fitoseidos no registraron ovipostura cuando fueron alimentados con estados adultos de *B. chilensis*.

Cuadro 5. Tasa de ovipostura de *Typhlodromus pyri* y *Cydnodromus californicus* alimentados con huevos y estados inmaduros de *Brevipalpus chilensis*.**Table 5. Oviposition rate of *Typhlodromus pyri* and *Cydnodromus californicus* fed with eggs and immature stages of *Brevipalpus chilensis*.**

Especie	n	<i>B. chilensis</i> (alimento)	
		Huevos \pm ES	Estados inmaduros \pm ES
<i>T. pyri</i>	15	0,73 \pm 0,3 bB	1,10 \pm 0,26 aA
<i>C. californicus</i>	15	1,65 \pm 0,4 aA	1,26 \pm 0,71 aA

Medias con distinta letra mayúscula dentro de cada fila son estadísticamente diferentes según prueba t ($P < 0,05$).

Medias con distinta letra minúscula dentro de cada columna son estadísticamente diferentes según prueba t ($P < 0,05$).

Parámetros de vida

Los parámetros de vida de *B. chilensis* obtenidos en laboratorio sobre ligustrino se indican en el Cuadro 6.

Tasa neta de reproducción (R_0) y período de ovipostura. La tasa neta de reproducción, definida como el número de hembras por cada hembra en una generación, fue estadísticamente mayor para *T. pyri* (30,13) que para *C. californicus* (Cuadro 7), indicando con ello su alta capacidad reproductiva cuando es alimentado sólo con *B. chilensis*. La tasa neta de reproducción obtenida por *B. chilensis* fue de 24,63 (Cuadro 6), lo que indica un potencial de reemplazo más alto por cada hembra que *C. californicus* en condiciones de laboratorio. Además, la tasa de reproducción de *T. pyri* registrada en esta investigación, fue mayor que la alcanzada por este fitoseido, cuando se alimentó con el ácaro *T. urticae* (Overmeer, 1981).

Cuadro 6. Parámetros de vida de *Brevipalpus chilensis*.**Table 6. Life table parameters of *Brevipalpus chilensis*.**

Parámetros	<i>B. chilensis</i>
Tasa intrínseca de crecimiento (r_m)	0,09
Tasa neta de reproducción (R_0)	24,63
Tasa finita de crecimiento (λ)	1,09
Tiempo generacional (T) (días)	34,85
Doble tiempo generacional (DT)	8,04
Período ovipostura (días)	49
Longevidad media (días)	29,6

En cuanto a la tasa de reproducción de *C. californicus* (6,08), a pesar de ser menores que las obtenidas por *T. pyri*, esos valores indican un potencial complementario de control al que ejercería *T. pyri*, sobre *B. chilensis*. Sin embargo, Ma y Laing (1973) reportaron que *A. chilensis* alimentado con *T. urticae* alcanza una R_0 mayor que la alcanzada por *C. californicus* consumiendo todos los estados de *B. chilensis*. Asimismo, en esta investigación el período de ovipostura de *C. californicus* fue más bajo que el período de ovipostura obtenido por Ma y Laing (1973). Esto sugiere que el consumo exclusivo de *B. chilensis* impide expresar todo el potencial reproductivo de *C. californicus*, y se podría confirmar que la preferencia alimenticia de los ácaros fitoseidos del género *Neoseiulus* está representada por ácaros fitófagos asociados a altas densidades de telas (Croft *et al.*, 1998b.)

Tasa intrínseca de crecimiento (r_m). La tasa intrínseca de crecimiento, definida como la capacidad de multiplicación de una población, fue estadísticamente más alta para *T. pyri* (0,24) que para *C. californicus* (Cuadro 7). Además, el valor de r_m registrado en esta investigación para *T. pyri*, fue mayor que el obtenido cuando esta especie consumió todos los estados de *T. urticae* (Overmeer, 1981). Por otra parte, *C. californicus* registró un valor r_m más bajo que los obtenidos por Ma y Laing (1973) con una dieta de *T. urticae*. Estos resultados confirman la potencialidad de control que ofrece *T. pyri* sobre *B. chilensis*, así como la favorable adaptación que ha demostrado en las condiciones de viñedos en Cauquenes, donde su presencia es dominante frente a *C. californicus*.

**Cuadro 7. Parámetros de vida de *Typhlodromus pyri* y *Cydnodromus californicus* sobre *Brevipalpus chilensis*.
Table 7. Life table parameters of *Typhlodromus pyri* and *Cydnodromus californicus* on *Brevipalpus chilensis*.**

Spp.	$r_m (\pm ES)$	$R_0 (\pm ES)$	T ($\pm ES$)	$\lambda (\pm ES)$	DT ($\pm ES$)
<i>T. pyri</i>	0,24 \pm 0,07 A	30,13 \pm 1,9	14 \pm 0,7	1,27 \pm 0,0	2,89 \pm 0,0
<i>C. californicus</i>	0,13 \pm 0,02 B	6,08 \pm 1,9	13,6 \pm 0,5	1,14 \pm 1,1	5,29 \pm 0,5

ES: error estándar; r_m : tasa de crecimiento; R_0 : tasa neta de reproducción; T: tiempo generacional (días); λ : tasa finita de crecimiento; DT: doble tiempo generacional.

Los valores notablemente superiores de la tasa intrínseca de crecimiento poblacional de los depredadores *T. pyri* y *C. californicus*, permiten suponer que utilizándolos en un programa de control biológico, podrían mantener en un bajo nivel la población de *B. chilensis*.

Tasa finita de crecimiento (λ). La tasa finita de crecimiento, definida como el número de individuos que se agregan a una población por día, fue para *T. pyri* 1,27 (Cuadro 7), valor que es considerado como indicador de un buen candidato para control biológico de especies fitófagas prolíficas (Sabelis, 1985). Además, este valor fue mayor al obtenido por *C. californicus* sobre *B. chilensis*. El valor λ fue más alto que el obtenido por *T. pyri* con una dieta de *T. urticae* (Overmeer, 1981). Estudios realizados por Ma y Laing (1973) reportaron un valor λ mayor para *A. chilensis* utilizando una dieta de *T. urticae*.

B. chilensis obtuvo un valor λ menor que *T. pyri* y *C. californicus*; esto refuerza que en las dos especies de fitoseidos estudiadas, se confirmaría la hipótesis que ambas especies de depredadores constituirían un factor clave en la regulación poblacional de *B. chilensis* en un programa de control biológico, lo que se fundamenta en la rápida respuesta denso-numérica que otorgaría *C. californicus*, y la mayor estabilidad que proporcionaría *T. pyri* al mantener las poblaciones de la plaga a niveles bajos y sustentables (Luh y Croft, 2001).

Longevidad. Ambos fitoseidos alimentados con todos los estados de desarrollo de *B. chilensis*, alcanzan un período de longevidad similar a aquellas especies clasificadas en la categoría de alta longevidad tales como, *C. picanus* = 31,88 días,

Phytoseiulus macropilis = 38 días y *Euseius finlandicus* = 53,7 días (Ragusa *et al.*, 2000; Broufas y Koveos, 2000; Ali, 1998).

Cuando el ácaro depredador *T. pyri* es alimentado con todos los estados de desarrollo de *B. chilensis*, alcanza una longevidad media de 35,7 días (Cuadro 6), menor a la longevidad alcanzada cuando es alimentado con estados larvales de la araña roja europea (*Panonychus ulmi*) bajo condiciones similares (Hayes, 1988), lo que sugiere que *T. pyri* no expresa su máximo potencial biorregulador cuando es alimentado con *B. chilensis*.

La longevidad media obtenida por *C. californicus* alimentado con todos los estados de desarrollo de *B. chilensis* fue menor a la obtenida por *T. pyri*. Sin embargo, Ma y Laing (1973) reportaron una longevidad media menor para *A. chilensis* alimentado con todos los estados de *T. urticae*. Por lo tanto, el potencial de longevidad de *C. californicus* es mayormente expresado con la dieta de *B. chilensis*.

En el presente trabajo se observó que la longevidad de *B. chilensis* fue menor a la longevidad de *T. pyri* y *C. californicus*; esta longevidad de los fitoseidos depredadores indicaría el importante rol que podrían cumplir en programas de control biológico sobre la plaga *B. chilensis*.

Tiempo generacional (T). El tiempo generacional, el cual indica el tiempo promedio entre dos generaciones sucesivas resultó semejante en los dos fitoseidos evaluados (Cuadro 6). Sin embargo, el tiempo generacional para el ácaro fitófago *B. chilensis* resultó mayor.

Al considerar los parámetros tasa neta de reproducción y tiempo generacional tanto de la plaga como la de los depredadores evaluados, fue posible comparar la tasa intrínseca de crecimiento entre ellas. A pesar que el parámetro r_m fue obtenido en condiciones de laboratorio, es un indicador fundamental del potencial de control que tienen los depredadores sobre su presa, y permite suponer que en condiciones de campo el patrón de reducción poblacional podría mantenerse, representando un factor significativo de regulación de las poblaciones de *B. chilensis*. Luego, *T. pyri* y *C. californicus* podrían considerarse como importantes agentes de control biológico de *B. chilensis*, en un programa de manejo integrado del ácaro.

Finalmente, sería necesario realizar estudios de campo, para determinar el comportamiento alimenticio de ambos fitoseidos y su efectividad de control, además de la construcción de modelos predictivos de su impacto en las poblaciones de *B. chilensis*, a través de la simulación del crecimiento poblacional, que consideren los factores abióticos de mortalidad, así como el consumo de alimentos alternativos y desplazamientos migracionales o competitivos (Flores *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

Los huevos y estados inmaduros de *B. chilensis* constituyen un alimento adecuado para todos los estados móviles de *T. pyri* y *C. californicus*.

T. pyri y *C. californicus* no consumen adultos de *B. chilensis*.

Los parámetros poblacionales obtenidos por *T. pyri* indican el gran potencial de este fitoseido para ser utilizado en programas de control biológico sobre la falsa araña de la vid.

El uso de *C. californicus* en programas de control biológico, debe considerar su liberación en épocas que coincidan con la mayor densidad de huevos de *B. chilensis*, y el uso de *T. pyri* en épocas de abundancia de huevos y estados móviles inmaduros de *B. chilensis*.

Bajo condiciones de laboratorio, se ha demostrado el potencial uso de ambos fitoseidos en programas de control biológico de *B. chilensis*, sin embargo, estudios posteriores deben ser conducidos para validar sus capacidades como biorreguladores de las poblaciones de *B. chilensis* en el campo, estableciendo además sus relaciones óptimas presa/depredador.

LITERATURA CITADA

- Abou-Setta, M.M., R.W. Sorrell, and C.C. Childers. 1986. Life 48: a BASIC computer program to calculate life table parameters for an insect or mite species. Fla. Entomol. 69:690-697.
- Alí, F.S. 1998. Life tables of *Phytoseiulus macropilis* (Banks) (Gamasida: Phytoseiidae) at different temperatures. Exp. Appl. Acarol. 22:335-342.
- Birch, L.C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. J. Anim. Ecol. 17:15-26.
- Broufas, G.D., and D.S. Koveos. 2000. Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). Environ. Entomol. 29:743-749.
- Croft, B.A., J.A. McMurtry, and H.-K. Luh. 1998a. Do literature records of predation reflect food specialization and predation types among phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae)? Exp. Appl. Acarol. 22:467-480.
- Croft, B.A., L.N. Monetti, and P.D. Pratt. 1998b. Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? Environ. Entomol. 27:531-538.
- Croft, B.A., P.D. Pratt, G. Koskela, and D. Kaufman. 1998c. Predation, reproduction, and impact of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on cyclamen mite (Acari: Tarsonemidae) on strawberry. J. Econ. Entomol. 91:1307-1314.
- Flores, J., J. Mena, y R. Vargas. 2001. Computational model for a biological pest control of the "Falsa araña de la vid". 10th Latin Congress of Bio-Mathematics and 5th Congress in Math-Ecology. October 29 to November 11. Campinas, Sao Paulo, Brazil.

- González, R.H. 1989. Insectos y ácaros de importancia agrícola y cuarentenaria en Chile. 310 p. Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- González, R.H., y R.O. Schuster. 1962. Especies de la familia Phytoseiidae en Chile I (Acarina-Mesostigmata). 35 p. Boletín Técnico N° 16. Universidad de Chile, Estación Experimental Agronómica, Maipú, Chile.
- Hayes, A.J. 1988. A laboratory study on the predatory mite, *Typhlodromus pyri* (Acarina: Phytoseiidae). II The effect of temperature and prey consumption on the numerical response of adult females. Res. Popul. Ecol. 30:13-24.
- Karg, V.W. 1965. To the knowledge of the superfamily Phytoseioidea. Zool. Jb. Syst. Bd.103, S 505-546.
- Luh, H.K., and B.A. Croft. 2001. Quantitative classification of life-style types in predaceous phytoseiid mites. Exp. Appl. Acarol. 25:403-424.
- Ma, W.L., and J.E. Laing. 1973. Biology, potential for increase and prey consumption of *Amblyseius chilenensis* (Dosse) (Acarina:Phytoseiidae). Entomophaga 18:47-60.
- McMurtry, J.A., and B.A. Croft. 1997. Life styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. Ann. Rev. Entomol. 42:291-321.
- McMurtry, J.A., and G.T. Scriven. 1965. Insectary production of phytoseiid mites. J. Econ. Entomol. 58:282-84.
- Muma, M.H. 1971. Food habits of Phytoseiidae (Acarina: Mesostigmata) including common species of Florida citrus. Fla. Entomol. 54:21-34.
- Overmeer, W.P.J. 1981. Notes on breeding phytoseiid mites from orchards (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. Med. Fac. Landbouww Rijksuniv. Gent 46(2):503-509
- Ragusa, S. 2000. A new *Cydnodromus* (Parasitiformes:Phytoseiidae), from the Desert of the Northern Chile. Phytophaga 10:3-10.
- Ragusa, S., and R. Vargas. 2002. On some phytoseiid mites (Parasitiformes, Phytoseiidae) from Chile. Phytophaga 12:129-139.
- Ragusa, S., R. Vargas, H. Tsolakis, and R. Asbach. 2000. Laboratory studies on the influence of various food substances on some biological and life-table parameters of *Cydnodromus picanus* Ragusa (Parasitiformes:Phytoseiidae) associated with citrus trees in the Chilean desert. Phytophaga, 10:11-23.
- Sabelis, M.W. 1985. Development. p. 43-53. In W. Helle and M.W. Sabelis (eds.). Spider mites, their biology, natural enemies and control. World Crop Pests. Vol 1B. Elsevier, Amsterdam, The Netherland.
- SAS Institute. 2001. SAS system for Windows 98, version 8.2. SAS Institute, Cary, North Carolina, USA.
- Swirski, E., S. Amitai, and N. Dorzia. 1970. Laboratory studies of the feeding habits, post-embryonic survival, and oviposition of the predaceous mites *Amblyseius chilenensis* Dosse and *Amblyseius hibisci* Chant (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. Entomophaga 15: 93-106.
- Takafuji, A., and D.A. Chant. 1976. Comparative studies of two species of predaceous phytoseiid mites (Acarina: Phytoseiidae) with special reference to their responses to the density of their prey. Res. Popul. Ecol. 17:255-310.
- Vargas, R. 1988. Disposición espacial de *Panonychus ulmi* (Koch, 1836) (Acarina: Tetranychidae) y determinación del número de muestras en manzanos (*Malus silvestris* Mill) cultivar Gala. Agric. Téc. (Chile) 48:152-157.
- Vargas, R., y F. Rodríguez. 1990. Plan de muestreo secuencial presencia-ausencia de *Panonychus ulmi* (Koch) y *Tetranychus urticae* Koch, en nectarines var. Armking. Agric. Téc. (Chile) 50:22-27.
- Yoshida-Schau E., and D.A. Chant. 1991. Five new species of phytoseiidae from Central and South America (Acari: Gamasina). Int. J. Acarol. 17:93-102.