

---

**EFFECTO DE DIFERENTES TIEMPOS DE ALMACENAMIENTO  
EN FRÍO SOBRE ALGUNOS PARAMETROS DE  
*Phytoseiulus persimilis* (ATHIAS HENRIOT) Y *Neoseiulus californicus*  
(PARASITIFORMES: PHYTOSEIIDAE)**

**Effect of Different Times of Cold Storage on Some Parameters of  
*Phytoseiulus persimilis* (Athias Henriot) and *Neoseiulus californicus*.  
(Parasitiformes: Phytoseiidae)**

ADRIANA DE LA PEÑA<sup>1</sup>, B.Sc.; PILAR NIÑO<sup>1</sup>, B.Sc.;  
ALEXANDER BUSTOS<sup>1</sup>, B.Sc.; FERNANDO CANTOR<sup>1</sup>, Ph. D.;  
DANIEL RODRÍGUEZ<sup>1</sup>, M.Sc.

<sup>1</sup> Programa de Biología Aplicada, Facultad de Ciencias, Universidad  
Militar Nueva Granada. Campus Nueva Granada, Kilómetro 2 vía  
Cajicá - Zipaquira, Colombia.

Autor para correspondencia [ecologia@unimilitar.edu.co](mailto:ecologia@unimilitar.edu.co)

Presentado 16 de abril de 2010, reenviado para revisión 19 de agosto de 2010, aceptado 2 de febrero de 2011,  
correcciones 10 de mayo de 2011.

**RESUMEN**

*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot y *Neoseiulus californicus*, (Mc. Gregor) son ácaros depredadores utilizados en programas de producción masiva para el control de ácaros fitófagos. En este trabajo se estudió el efecto sobre la supervivencia, longevidad, capacidad depredadora y fecundidad de estos ácaros después de almacenarlos a una temperatura de 8 °C y humedad relativa de 85+/-5% durante diferentes tiempos (0, 7, 14, 21, 28 y 35 días). Durante el tiempo de evaluación los depredadores fueron individualizados y mantenidos a una temperatura de 25 °C y humedad relativa de 85+/-5%. Se presentó disminución en la supervivencia, longevidad, capacidad depredadora y fecundidad durante todo el periodo de evaluación de *P. persimilis*, después de ser almacenados por 21 o más días, al igual que la supervivencia y el consumo de presas de *N. californicus*. Sin embargo, la longevidad y oviposición durante todo el periodo de evaluación para *N. californicus* se afectaron después de ser almacenados por 28 o más días. No se presentaron efectos sobre el consumo y fecundidad diaria de ambos depredadores, con excepción del consumo diario de huevos por *P. persimilis* y el consumo diario de ninfas por *N. californicus* después de ser almacenados por 35 días.

**Palabras clave:** ácaros depredadores, almacenamiento en frío, producción en masa, consumo, huevos ovipositados y Supervivencia.

## ABSTRACT

The predatory mites *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot and *Neoseiulus californicus* are used in programs of mass rearing for the control of phytofagous mites. The effect on survival, longevity, predator capacity and fecundity of these predators was studied after storage of them to a temperature of 8 °C and relative humidity of 85+/-5 % during different periods of time (0, 7, 14, 21, 28 y 35 days). During the time of evaluation the predators were individualized and kept at 25 °C of temperature and relative humidity of 85+/-5 %. The survival, longevity predator capacity and fecundity presented during all the time of evaluation of *P. persimilis* displayed a decrease after being stored during 21 or more days, the same happened to the survival and consumption of *N. californicus* sp. However, the longevity and oviposition during all time of evaluation for *N. californicus* was reduced after storing them for 28 or more days. Daily consumption and daily fecundity of both predators had no effect, except on daily consumption of eggs for *P. persimilis* and daily consumption of nymphs for *N. californicus* after storing them for 35 days.

**Key words:** predator mites, cold storage, mass rearing, consumption, oviposited eggs and survival.

## INTRODUCCIÓN

Los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae, como *P. persimilis* y *N. californicus*, han sido utilizados como alternativa de control biológico de ácaros plaga en cultivos comerciales de hortalizas y ornamentales (Mesa, 1996). Estos ácaros depredadores eficientes debido a que exhiben alta capacidad de búsqueda, captura, se adaptan al hábitat donde se encuentra su presa y muestran notable especificidad por estados de la misma. Además, esta familia de ácaros depredadores presenta los estadios de vida de huevo, larva, protoninfa, deutoninfa y adulto (Acosta, 2000), y a diferencia de sus presas de la familia Tetranychidae, en Phytoseiidae no se observan estadios quiescentes (Hussey y Scopes, 1985; Sánchez *et al.*, 1986; Mesa, 1996; Zuluaga, 1996; Acosta, 2000).

Su uso a escala comercial está restringido a Europa y Norte América, en donde la producción constante de estos controladores biológicos garantiza liberaciones en las cantidades necesarias y permanentes para protección de cultivos afectados. Sin embargo, esas liberaciones no compensan los períodos de baja producción y alta demanda inesperada, además de la continua obtención que resulta más económica utilizando controladores en épocas del desarrollo óptimo del cultivo (Van Lenteren y Tommasini, 2003).

A pesar de esto, la falta de una producción continua de estos individuos, ha generado que los agricultores prefieran erradicar las plagas en los cultivos con productos químicos. En la actualidad *P. persimilis* con el 12% y *N. californicus* con otro 12% son dos de los enemigos naturales más utilizados en cultivos en invernadero, en donde estos artrópodos se comercializan en unidades de 100, 200, 1.000 o 2.000 individuos (Van Lenteren, 2003).

Por lo anterior, el Grupo de Control Biológico, Facultad de Ciencias, Universidad Militar, Bogotá, Colombia, inició estudios sobre la producción masiva de estos ácaros depredadores con resultados promisorios. Sin embargo, debido a que la demanda de

depredadores puede variar en diferentes épocas del año, es necesaria la búsqueda de métodos que permitan almacenarlos en los momentos de baja demanda.

Existen múltiples técnicas para llevar a cabo el almacenamiento de insectos y ácaros. Una de las técnicas más utilizadas para realizar este procedimiento es la inducción de los ácaros depredadores a un estado similar al estado de quiescencia de los ácaros fitófagos utilizando para ello control preciso de temperatura, basándose principalmente en el umbral de desarrollo de cada una de las especies, porque se ha observado que algunos parasitoides tienen un umbral muy bajo de desarrollo, lo que dificulta el procedimiento (Leopold, 2007). Sin embargo, aun se desconocen las condiciones necesarias de almacenamiento que garanticen preservación de la habilidad de ataque de esos ácaros depredadores y que sus características biológicas como reproducción y longevidad del estadio adulto se mantengan sin variación, factores considerados como riesgo de pérdida de la producción. Por esta razón es necesario acondicionar este factor al momento de emplear una determinada temperatura para realizar el almacenamiento en frío. En el presente trabajo se evaluó el efecto de diferentes tiempos de almacenamiento en frío sobre la capacidad de consumo de presas, de ovoposición y longevidad de dos especies de ácaros depredadores que se crían en los laboratorios de Control Biológico de la Facultad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

*P. persimilis* y *N. californicus* se obtuvieron de la cría masiva del laboratorio de Control Biológico, Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá, Cundinamarca. Se seleccionaron ninfas cercanas a pasar al estadio de hembras adultas de cada una de las especies de depredadores evaluadas, en donde no se observaba ningún tipo de enfermedad o infección al momento de su obtención.

Con el propósito de evaluar el efecto del almacenamiento en frío sobre adultos de los ácaros depredadores, se decidió almacenar ninfas de estos controladores para obtener adultos con edad conocida y parámetros sobre todo el estado de adulto. Cada unidad experimental consistió de una caja de Petri de 15 cm de diámetro por 2 cm de alto, que contenía en su base un foliolo de frijol sano sobre papel absorbente humedecido, y sobre cada uno se colocaron 15 ninfas del depredador. El experimento contó con un diseño completamente al azar (DCA) en donde se evaluaron seis tratamientos con cinco repeticiones de cada uno para cada depredador. Los tratamientos constaron de seis tiempos de almacenamiento, correspondientes a 0, 7, 14, 21, 28 y 35 días a una temperatura de 8 °C. Esta temperatura se definió por debajo del umbral mínimo de desarrollo de cada depredador, el cual es de 10,4 para *N. californicus* (Gotoh *et al.*, 2003) y 11,5 para *P. persimilis* (Leopold, 1998). Por otra parte, apoyados en los estudios realizados de Gillespie y Ramey, 1988 y Morewood, 1992, debido a que se observó que durante el periodo de almacenamiento a 8 °C los depredadores aún presentaban movilidad, se decidió alimentarlos durante este periodo previo al montaje del experimento.

Diariamente durante el tiempo de almacenamiento de los depredadores se suministró como alimento 15 individuos de cada estado de *Tetranychus urticae*.

En los tratamientos con 14, 21 y 35 días de almacenamiento de *P. persimilis*, algunas de las ninfas seleccionadas pasaron al estadio de adulto como machos y no como hembras, debido a un error en la identificación del sexo al momento de su selección, por lo cual se decidió descartarlos al momento del registro de variables.

Se realizó registro de humedad relativa por medio de un termohigrómetro, con el propósito de mantener  $85 \pm 5\%$  de humedad y evitar desecación del papel colocado en la base de las cajas de Petri, porque se ha demostrado en estudios anteriores que estas condiciones favorecen la supervivencia de estos enemigos naturales (Morewood, 1992). Después del periodo de almacenamiento, cada individuo de los seis tratamientos se individualizó en una unidad experimental. Se suministraron diariamente en cada unidad experimental, 10 huevos y 10 larvas de *T. urticae* como alimento para *P. persimilis*, y 10 ninfas y 10 adultos de *T. urticae* como alimento de *N. californicus*, utilizando un pincel pelo de marta n.º 00. Durante el periodo de evaluación, las unidades experimentales fueron mantenidas en cuartos de ambiente controlado con temperatura promedio de  $25 \text{ }^\circ\text{C}$  y  $85 \pm 5\%$  de humedad relativa.

En cada unidad experimental se calcularon supervivencia, longevidad, capacidad depredadora y fecundidad de cada una de las hembras depredadoras desde el inicio del estadio de adulto hasta su muerte. Para el cálculo de la supervivencia se registró el porcentaje de individuos vivos después del tiempo de almacenamiento a  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ . Para longevidad se tomó el número de días que vivieron las hembras adultas. La capacidad depredadora se calculó por medio del registro del número de presas consumidas por el depredador cada 24 horas, con el propósito de establecer el consumo diario y total de los adultos desde que emergieron hasta su muerte. Con este fin, se evaluó consumo de los estados de *T. urticae* preferidos por *P. persimilis* (huevo y larva) y *N. californicus* (ninfa y adulto). El registro diario del número de huevos puestos por cada hembra depredadora, se realizó con el fin de calcular oviposición diaria y acumulada.

En el testigo (cero días de almacenamiento) se realizó la evaluación de los parámetros mencionados anteriormente desde el momento en que los demás tratamientos fueron almacenados, manteniéndolo en las mismas condiciones a las que fueron sometidos después del almacenamiento.

#### ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se empleó un análisis de varianza para determinar diferencias entre tratamientos y prueba de Tukey para comparaciones entre promedios de los tratamientos. Cuando los residuales no presentaron distribución normal, se utilizó la transformación Box-Cox. Además, se realizó cálculo de porcentajes de disminución de todos los parámetros evaluados con respecto al testigo sin almacenamiento, utilizando la siguiente fórmula de corrección:  $(X_t/X_o) * 100$ , donde,  $X_t$ : valor de los parámetros en cada tiempo de almacenamiento evaluado.  $X_o$ : valor de la variable registrado en los depredadores no almacenados a  $8 \text{ }^\circ\text{C}$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE LONGEVIDAD Y SUPERVIVENCIA

Se registró un efecto altamente significativo de almacenamiento en frío ( $8 \text{ }^\circ\text{C}$ ) sobre la supervivencia de *P. persimilis* ( $P= 8,41 e^{-11}$ ) y *N. californicus* ( $P= 4,16 e^{-8}$ ) después de estar almacenados por más de 21 días. *P. persimilis* alcanzó 54% de supervivencia registrada en el testigo después de estar almacenado por 21 días (Fig. 1A), a diferencia de *N. californicus* que alcanzó 61% con respecto al testigo durante el mismo periodo de almacenamiento (Fig. 1B).

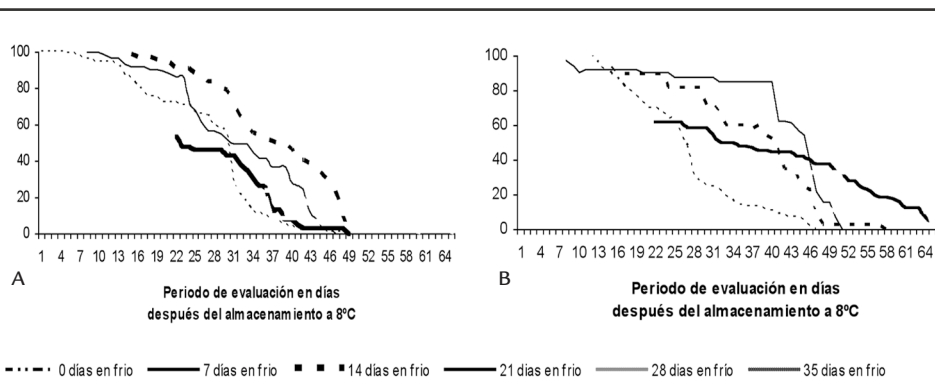


Figura 1. Supervivencia acumulada de hembras de a) *P. persimilis* y b) *N. californicus* después del almacenamiento a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%.

Después de mantenerse a 28 y 35 días, la supervivencia de *P. persimilis* alcanzó 32 y 23% del porcentaje registrado por el testigo (Fig. 1A), a diferencia de *N. californicus* donde estos porcentajes comparados con el testigo fueron de 29 y 32%, mostrando una fuerte disminución respecto a los resultados obtenidos con los depredadores sin almacenamiento (Fig. 1A). Lo anterior se relaciona con los resultados obtenidos por Leopold, 1998, quien registró para *N. californicus* que la supervivencia se ve afectada después de estar expuestos a 30 días de almacenamiento a 7,5 °C. Sin embargo, este autor no mostró resultados para otros tiempos de almacenamiento.

En este trabajo también se registró un efecto del tiempo de almacenamiento a 8 °C sobre la longevidad de *P. persimilis* ( $P = 2,5 e^{-16}$ ) después de estar almacenados por 21 o más días y para *N. californicus* ( $P = 1,03 e^{-7}$ ) después del almacenamiento por 28 o más días. *P. persimilis* después de permanecer almacenado por 21 días o más apenas alcanzó entre 12 y 26% de la longevidad del testigo (Tabla 1). Por el contrario, *N. californicus* alcanzó entre 21 y 34% de la longevidad registrada en el testigo (Tabla 2).

Parámetros	Días de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Longevidad	100	92	86	26	11	12
Huevos consumidos	100	91	82	50	41	31
Larvas consumidas	100	90	75	44	42	43
Total consumo	100	91	81	49	41	32
Huevos ovipositados	100	86	76	43	46	31

Tabla 1. Porcentaje de consumo de presas de *T. urticae*, oviposición, y longevidad de *P. persimilis*, respecto al testigo sin almacenamiento, después de ser almacenados a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%, durante diferentes tiempos.

Los valores de longevidad de *P. persimilis* registrados en los tratamientos a los 7 y 14 días de almacenamiento (Fig. 2A) son similares a los reportados por Malais y Ravensberg, 1992, para los mismos depredadores mantenidos a 20 °C durante todo el tiempo de su desarrollo, en donde se alcanzó una longevidad de 23 días. Por otro

Parámetros	Días de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Longevidad	100	131	86	66	21	34
Ninfas consumidas	100	93	79	73	62	49
Adultos consumidos	100	84	78	77	54	49
Total consumo	100	92	79	78	60	51
Huevos ovipositados	100	81	83	91	77	58

Tabla 2. Porcentaje de Consumo de presas de *T. urticae* por *N. californicus*, oviposición, y longevidad de *N. californicus*, respecto al testigo sin almacenamiento, después de ser almacenados a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%, durante diferentes tiempos.

lado, los valores de longevidad registrados para *N. californicus* a los 28 días (8 °C; Fig. 2B) fueron similares a los reportados por Gillespie y Ramey, 1988, a 9 °C (8 días). La disminución en la supervivencia y longevidad de ambos depredadores después de 21 días de almacenamiento a 8 °C, posiblemente sucedió por desecación del individuo, al perder más del 20% del agua corporal, lo cual ocurre en animales expuestos a temperaturas muy bajas. Además, el efecto registrado sobre estos dos parámetros pudo ocurrir por cambios químicos y fisiológicos que pueden producirse en individuos expuestos a temperaturas bajas, debido a que su metabolismo es más lento, generando acumulación de desechos tóxicos, causando daños irreparables en sus organismos y provocando finalmente muerte del individuo (Nedved *et al.*, 1998).

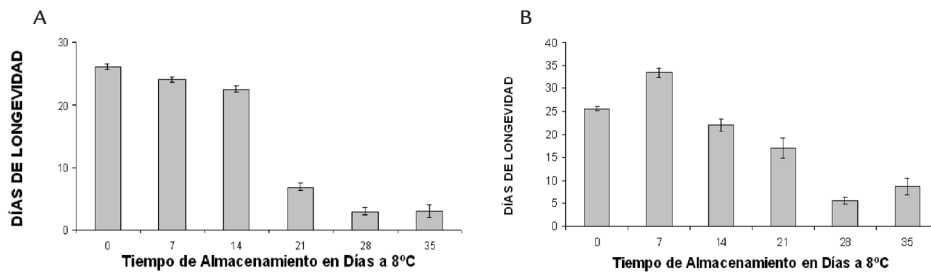


Figura 2. Longevidad promedio (± E.S) de hembras de a) *P. persimilis* y b) *N. californicus*, con presencia de presas, después del almacenamiento a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%.

Del mismo modo, el efecto sobre longevidad después de 21 días de almacenamiento pudo deberse a que al ser almacenados en el estadio de ninfa, estas tienden a utilizar gran parte de la energía destinada a longevidad para completar su desarrollo, es decir para pasar de ninfa a adulto, y por tanto su longevidad se hace más corta como lo reportaron Foerster *et al.*, 2004, para parasitoides de las especies *Trissolcus basalis* y *Telenomus podisi*.

#### EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE LA CAPACIDAD DEPREDADORA

Se presentó un efecto en el consumo total de huevos ( $P= 1,11 e^{-6}$ ) y larvas ( $P= 9,16 e^{-4}$ ) por *P. persimilis* y en el consumo de ninfas ( $P= 2,02 e^{-6}$ ) y adultos ( $P= 1,70 e^{-6}$ ) por *N. californicus*, después de estar almacenados estos depredadores por 21 o más días a 8 °C.

Cuando se mantuvo *P. persimilis* por 21 o más días a esta misma temperatura la cantidad de presas consumidas alcanzó entre 31 a 50% para huevos y 43 a 44% para larvas con respecto al consumo del tratamiento sin almacenamiento (Tabla 1). Se registró un mayor consumo de huevos que de larvas en todos los tratamientos, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Gotoh *et al.*, 2004, y a que según Fernando y Hassell, 1980, son los estados preferidos por este depredador.

Sin embargo, para *N. californicus* después de estar expuesto 21 días a la misma temperatura el número de ninfas y adultos consumidos alcanzaron 73% y 77% con respecto al testigo y los porcentajes para los depredadores almacenados a 28 y 35 días fueron entre 49 a 62% para ninfas y 49 a 54% para adultos, valores de consumo más bajos que lo registrado en el testigo (Tabla 2). Resultados similares a los obtenidos para *P. persimilis* y *N. californicus* en este trabajo son registrados por Steinberg y Cain, 2003, donde la capacidad de búsqueda de *P. persimilis* fue afectada después de estar en almacenamiento a 8-10 °C por más de 18 días.

#### EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE CONSUMO DIARIO

Se registró variación en el consumo diario de huevos por *P. persimilis* ( $P = 7,63 e^{-4}$ ) y ninfas por *N. californicus* ( $P = 2,0 e^{-3}$ ), solo después de ser almacenados por 35 días a 8 °C. El porcentaje de consumo para este periodo de almacenamiento alcanzó 54% para *P. persimilis* (Tabla 3) y 77% para *N. californicus* (Tabla 4), con respecto al testigo sin almacenamiento (Fig. 3A; Fig. 3C). Por el contrario, no se presentó efecto sobre consumo diario de larvas por *P. persimilis* y adultos por *N. californicus* ( $P > 0,05$ ) en ninguno de los diferentes tiempos de almacenamiento evaluados (Fig. 3B; Fig. 3D).

Parámetros	Días de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Huevos consumidos	100	100	100	107	100	54
Larvas consumidas	100	99	91	93	93	82
Total consumo	100	100	99	102	96	58
Huevos ovipositados	100	94	92	90	109	79

Tabla 3. Porcentaje de promedio diario de Consumo de presas de *T. urticae*, oviposición, y longevidad por las hembras de *P. persimilis*, respecto al testigo sin almacenamiento, después de ser almacenados a 8 °C y humedad relativa de  $85 \pm 5\%$ , durante diferentes tiempos.

Parámetros	Días de almacenamiento					
	0	7	14	21	28	35
Ninfas consumidas	100	102	98	85	86	77
Adultos consumidos	100	92	97	88	75	80
Total consumo	100	100	97	90	84	82
Huevos ovipositados	100	88	106	105	109	91

Tabla 4. Porcentaje del promedio diario de Consumo presas de *T. urticae*, oviposición, y longevidad por las hembras de *N. californicus* respecto al testigo sin almacenamiento, con presencia de presas, después de ser almacenados a 8 °C y humedad relativa de  $85 \pm 5\%$ , durante diferentes tiempos.

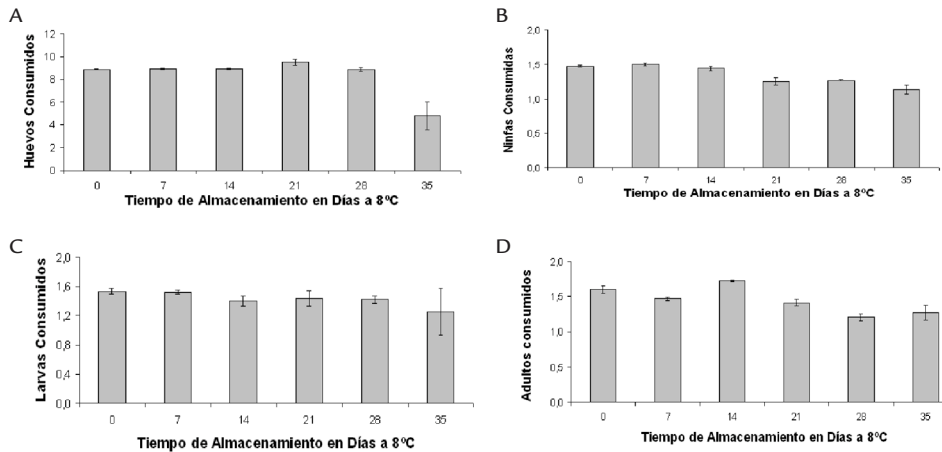


Figura 3. Promedio diario de huevos (A), larvas (B), ninfas (C) y adultos (D) de *T. urticae* consumidos por hembras de *P. persimilis* (A y C) o *N. californicus* (B y D) después del almacenamiento a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%.

Igualmente, se presentó efecto en el consumo diario de ambas presas por *P. persimilis* ( $P=7,63e^{-3}$ ) almacenados por 35 días a 8 °C. En este periodo de tiempo este depredador alcanzó apenas 58% del consumo diario de los depredadores no almacenados (Tabla 3). Mientras que el consumo diario por *N. californicus* varió con respecto al testigo ( $P=1,63e^{-5}$ ) después del almacenamiento por 28 y 35 días, con un porcentaje de consumo diario alrededor de 82% del testigo, después de ser expuestos a estos periodos de tiempo de almacenamiento a la misma temperatura (Tabla 4), lo cual se refleja en su consumo total para ambos depredadores (Tabla 1; Tabla 2).

Los valores de consumo diario para los dos depredadores evaluados en los diferentes tiempos de almacenamiento de este experimento, fueron más bajos que los registrados por Gotoh *et al.*, 2004, quienes encontraron consumo de 31 huevos por día para *P. persimilis* y 11 huevos para *N. californicus*, a 25 °C.

En estudios sobre la implementación de control biológico en campo utilizando *P. persimilis* (Hilarión *et al.*, 2008) y *N. californicus* (Forero *et al.*, 2008) se planteó como criterio de liberación la respuesta funcional de estos depredadores, es decir la capacidad de consumo en 24 horas que un depredador tiene. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que los depredadores *P. persimilis* almacenados por 28 días a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5% y *N. californicus* almacenados por 21 días en estas mismas condiciones de temperatura y humedad pueden ser utilizados en liberaciones en campo sin que se vea afectada su capacidad predatora.

#### EFFECTO DEL ALMACENAMIENTO SOBRE LA FECUNDIDAD

El total de huevos ovipositados por *P. persimilis* se redujo con respecto al testigo (sin almacenamiento;  $P=7,39e^{-6}$ ) después de ser mantenidos por 21 o más días a 8 °C. El total de huevos ovipositados alcanzó entre 31 a 43% del testigo después de estar almacenados en estos periodos de tiempo (Tabla 1; Fig. 4A), mientras que el total de huevos ovipositados por *N. californicus* disminuyó ( $P=1,89e^{-4}$ ) después de ser almacenado por 28 y 35 días (Fig. 4B), alcanzando 58 a 77% de la oviposición registrada por el testigo (Tabla 1).



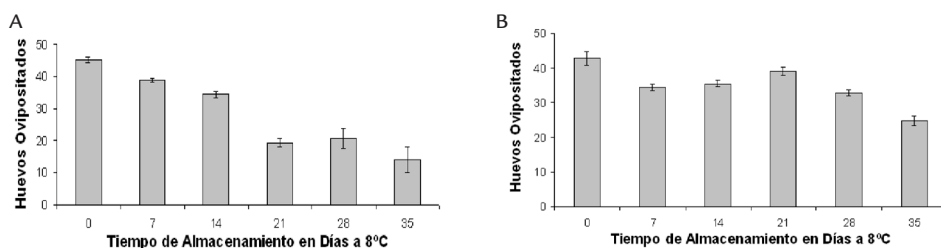


Figura 4. Promedio de huevos ovipositados por A) *P. persimilis* y B) *N. californicus*, con presencia de presas, después de ser almacenados en diferentes tiempos a una temperatura de 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%.

En contraste, no se presentó efecto en el número de huevos ovipositados por las especies evaluadas diariamente ( $P > 0,05$ ), después de permanecer en los diferentes periodos de almacenamiento a 8 °C (Fig. 5; Tabla 3; Tabla 4). Estos resultados coinciden con lo registrado por Gillespie y Ramey, 1988, los cuales no registraron ningún efecto sobre oviposición diaria de *N. californicus* después de ser almacenados por 10 semanas a temperatura aproximada de 8 a 9 °C.

El número de huevos diarios ovipositados (Fig. 5) por los depredadores fue menor a lo registrado por Hussey y Scopes, 1985, de 3 - 4 huevos diarios para *P. persimilis* y 2 - 4 para *N. californicus* a temperatura de 20 °C. La disminución en oviposición total tanto para *P. persimilis* como para *N. californicus* a 35 días de almacenamiento a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento, se debió al igual que para el consumo, a disminución en la longevidad y supervivencia a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento (Fig. 1).

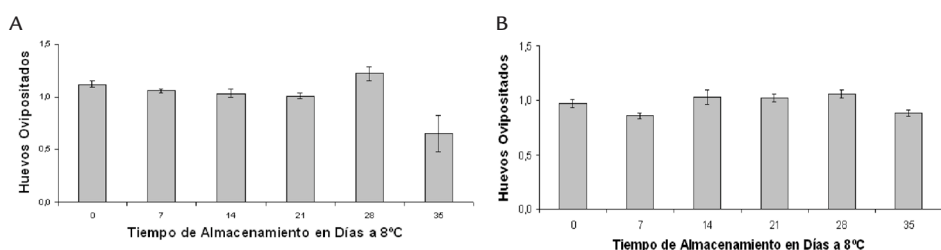


Figura 5. Promedio diario de huevos ovipositados por A) *P. persimilis* y B) *N. californicus*, con presencia de presas, después de ser almacenados en frío en diferentes tiempos a una temperatura de 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%.

Existen diferentes adaptaciones en cuanto a tolerancia a temperaturas bajas entre artrópodos. Algunos insectos de la familia Coccinellidae y otras especies como *Aphydius matricariae* Haliday y *Encarsia formosa* Gahan pueden ser almacenadas por meses sin presentar efecto en sus parámetros biológicos, a diferencia de otras, por ejemplo parasitoides del orden Hymenoptera (Leopold, 1998), que no toleran estas condiciones, comportamiento que está relacionado con el umbral de desarrollo de cada especie (Kostal *et al.*, 2001). Es por esta razón que el efecto del tiempo de exposición a 8 °C sobre los

parámetros evaluados es diferente para los depredadores del presente estudio y otras especies (Scopes *et al.*, 1973).

El promedio diario de consumo y de oviposición no se vio afectado en los diferentes tiempos de almacenamiento evaluados, con excepción del consumo diario presentado por *P. persimilis* después de ser almacenados 35 días, el cual disminuyó debido a que posiblemente estos depredadores tienen la capacidad adaptativa de disminuir su metabolismo en condiciones desfavorables de temperatura y humedad, y reproducirse cuando encuentran las condiciones ambientales ideales después del almacenamiento (Scopes *et al.*, 1973).

Debido a que longevidad y supervivencia de *P. persimilis* se vieron afectadas por tiempos de almacenamiento superiores a 21 días, se recomienda almacenar este depredador por un tiempo máximo de 21 días a temperatura de 8 °C. En el caso de *N. californicus* la supervivencia se redujo cuando el tiempo de almacenamiento excedió 28 días, afectando además consumo y oviposición total. Por este motivo, se recomienda emplear para este depredador tiempos de almacenamiento que no excedan 28 días a la temperatura ya mencionada.

### CONCLUSIONES

*P. persimilis* puede ser almacenado hasta por 21 días a 8 °C y humedad relativa de 85 ± 5%, afectando en menor medida longevidad, supervivencia, capacidad de depredación y fecundidad. Mientras que los mismos parámetros no se ven afectados en el caso de *N. californicus* cuando este se almacena hasta por 28 días.

Los parámetros de longevidad y supervivencia parecen ser los que más afectan a los demás parámetros evaluados en los depredadores, lo que sugiere que el efecto del almacenamiento sobre fecundidad y depredación podría estar relacionado con longevidad y supervivencia además del tiempo de almacenamiento.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos las sugerencias y comentarios de tres evaluadores anónimos que ayudaron considerablemente a mejorar el manuscrito.

### BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA A. Manejo integrado de *Tetranychus* spp. (Acariformes Tetranychidae) en cultivos de flores. Bogotá, Colombia; 2000.

FERNANDO MHJP, HASSELL MP. Predator-Prey Responses in an Acarine System. *Population Ecology*. 1980;22:301-322.

FOERSTER L A, DOETZER A K, FERREIRA DE CASTRO LC. Emergence, longevity and fecundity of *Trissolcus basalus* and *Telenomus podisi* after cold storage in the pupal stage, Universidade Federal do Paraná, Dep. de Zoologia, Brasil, Pesqui. Agropec. Bras., Brasil 2004;39. p. 841-845.

FORERO G, RODRÍGUEZ M, CANTOR f, RODRIGUEZ D, CURE J R. Criterios para el manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) con el ácaro depredador

---

dador *Amblyseius (Neoseiulus)* sp. (Acari: Phytoseiidae) en cultivos de rosas. *Agronomía Colombiana*. 2008;26(1):78-86.

GILLESPIE D R, RAMEY CA. Life history and cold storage of *Amblyseius cucumeris* (Acarina: Phytoseiidae). *J Entomol Soc BC*. 1988;85:71-76.

GOTOH T, NOZAWA M, YAMAGUCHI K. Effect of temperature on life history of the predatory mite *Amblyseius (Neoseiulus) californicus* (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*; Laboratory of Applied Entomology and Zoology, Faculty of Agriculture, Ibaraki University, Japan; 2003. p. 15-28.

GOTOH T, NOZAWA M, YAMAGUCHI K. Prey consumption and functional response of three acaraphagous species to eggs of the two-spotted spider mite in the Laboratory. *Exp Appl Acarol*; Laboratory of Applied Entomology and Zoology, Faculty of Agriculture, Ibaraki University, Japan; 2004. p. 97-105.

HILARIÓN A, NIÑO A, CANTOR F, RODRÍGUEZ D, CURE JR. Criterios para la liberación de *Phytoseiulus persimilis* Athias Henriot (Parasitiformes: Phytoseiidae) en cultivo de rosa. *Agronomía Colombiana*. 2008;26(1):68-77.

HUSSEY NW, SCOPES N. *Biological Pest Control the Glasshouse Experience*, Ithaca, New York, Cornell University Press; 1985. p. 43-51.

KOSTAL L K, HAVELKA J, SIMEK P. Low-temperature storage and cold hardiness in two populations of the predatory mite *Aphidoletes aphidimyza*, differing in diapause intensity, *Physiological Entomology*, Institute of Entomology, Academy of Sciences. *PhysiolEntomol*. 2001;320-328.

LEOPOLD RA. Cold storage of insects for integrated pest management. En: G. J. Hallman and D. L. Denlinger [Eds.], *Temperature sensitivity in insects and application in integrated pest management*. West view, Boulder, CO; 1998. p. 235-267.

LEOPOLD RA. *Colony maintenance and mass-rearing: Using cold storage technology for extending the shelf-life of insects*. USDA/ARS Biosciences Research Laboratory, Fargo, North Dakota, USA. Springer, Dordrecht, The Netherlands; 2007.

MALAIS M, RANVENSBERG M. *Biology of grass house pest and the natural enemies*, edition Koppert Biological Systems; 1992. p. 12-18.

MESA N. Reconocimiento y manejo de crías de la familia Phytoseiidae. *Seminario de Socolen*, Santa Fe de Bogotá; 1996;54-58.

MOREWOOD WD. Cold storage *Phytoseiulus persimilis*. *Exp Appl Acarol*. 1992;13(3):231-236.

NEDVED O, LAVY D, VERHOEF HA. Modelling the time-temperature relationship in cold injury and effect of high-temperature interruptions in survival in a chill-sensitive collembolan. *Funct Ecol*. 1998;816-824.

SÁNCHEZ M, PÁRAMO G, CORREDOR D. Patrones de búsqueda y respuesta funcional de los ácaros Phytoseiidae *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Neoseiulus chilensis* (Dosel) depredando a *Tetranychus urticae* (Koch). *Rev Colomb Entomol*. 1986;32-39.

SCOPES NEA, BIGGERSTAFF SM, GOODALL DE. Cool storage of some parasites used for pest control in glasshouse, *Plant Pathol*. 1973;22(4):189-193.

STEINBERG S, CAIN H. The Relationship Between Results From Laboratory Product Control Test And Large Cage Test Where Dispersal Of Natural Enemies Is Possible: a case-study with *Phytoseiulus persimilis*. En: Van Lenteren, J.C *Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures*. Laboratory of Entomology Wageningen University, The Netherlands; 2003. p. 225-229.

VAN LENTEREN JC. Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures, ICBC Publishing; 2003. p. 167-179.

VAN LENTEREN JC, TOMMASINI MG. Quality control and production of biological control agents: Theory and testing procedures, ICBC Publishing; 2003. p. 181-188.

ZULUAGA JL. Avances en el control biológico de ácaros. Seminario de Socolen, Bogotá; 996. p. 25-40.