

## **TITULO**

Respuesta funcional y numérica de *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), (Acari: Phytoseiidae), sobre *Tetranychus urticae* (Koch, 1836), (Acari: Tetranychidae) en condiciones de laboratorio.

Functional and numerical response of *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae) under laboratory conditions.

## **AUTOR**

Ingrid Neira <sup>1</sup> y Bárbara Nienstaedt <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Zoología Agrícola, Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. (Apartado postal 4575). e-mail: [barbaraninstaedt@gmail.com](mailto:barbaraninstaedt@gmail.com)

## **RESUMEN**

*Neoseiulus californicus* es uno de los depredadores más utilizados en el control biológico. Con la finalidad de estimar la eficiencia de este acaro, se realizó un estudio basado en la respuesta funcional y numérica de *N. californicus* en condiciones de laboratorio, utilizando como presa al acaro *Tetranychus urticae*. El ensayo se realizó en el laboratorio de Acarología del Instituto de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela, con unas condiciones de temperatura y de humedad promedio de 28,13°C Y 55,38% HR. Se determinó la capacidad del ácaro *N. californicus* como depredador. Las hembras depredadoras fueron alimentadas con huevos de la especie presa en densidades 5, 12, 19, 26 y 33. Cada tratamiento con ocho (8) repeticiones, evaluados cada 24 horas. Las variables medidas fueron, número de huevos consumidos por el depredador y el número de huevos puestos por el mismo diariamente. Con respecto a la respuesta funcional se obtuvo como resultado una tendencia de aumento en el número de huevos consumidos por *N. californicus* a medida que se incrementó la densidad de presa, hasta un máximo de 43 huevos consumidos en 48 horas, cuando la densidad de presa ofrecida fue de 33 huevos diarios. En relación a la respuesta numérica, se observó una tendencia de incremento en la oviposición de *N. californicus* a medida que aumento el consumo de presa por el mismo, hasta llegar a un máximo de 23 huevos puestos durante la longevidad de la hembra.

## ABSTRACT

*Neoseiulus californicus* is one of the most used predatory mites in biological control. In order to estimate the efficiency of this mite, a study was conducted evaluating the functional response and numerical response of *N. californicus* in the laboratory, using as prey the mite *Tetranychus urticae*, being one of the most harmful pests in agriculture. The trial was conducted in the laboratory of the Institute of Acarology Agricultural Zoology, Faculty of Agronomy of the Universidad Central de Venezuela, with an average of temperature and relative humidity of 28.13°C and 55.38% RH. The purpose of the treatments was to determine the ability of mite *N. californicus* as a predator. Predatory females of each treatment were fed with eggs of the prey species and proposed densities were 5, 12, 19, 26 and 33. Each treatment was replicated eight (8) times and evaluated every 24 hours. The variables measured were number of eggs consumed by the predator and the number of eggs laid by the same daily. With respect to the functional response was obtained as result a tendency to increase the number of eggs consumed by *N. californicus* as the density of prey was increased, with a maximum of 43 eggs consumed in 48 hours, when the density of prey offered was 33 eggs per day. With regard to the numerical answer, there was a trend of increase in the oviposition of *N. californicus* as increased consumption of prey by the same, up to a maximum of 23 eggs laid during the longevity of the female.

## INTRODUCCIÓN

Desde el punto de vista económico, muchas especies de ácaros pueden llegar a constituir verdaderas plagas de cultivos y de productos almacenados, tanto al alimentarse directamente de éstos como al transmitir virus vegetales. En España se estima que entre el 15 y el 20% de los daños que producen las plagas en los cultivos están causados por ácaros (**Iraola, 2001**). La especie *Tetranychus urticae* es una de las principales plagas en cultivos hortícolas y frutales. Se han tomado estrategias de control biológico debido a que presenta resistencia a insecticidas químicos representando un alto costo económico y ecológico (**Telenchana, 2008**). Este especie está catalogado como una de las que le ocasiona más problemas a la agricultura en todo el mundo (**Chávez et al. 2009**)

Con la paulatina implantación de la lucha integrada (LI) o Manejo Integrado de Plagas (MIP) que consiste fundamentalmente en la armonización de todos los métodos de lucha posible

contra las plagas, así como la progresiva sensibilidad pública hacia la problemática medioambiental, utilizando a otros organismos vivos para la regulación de las poblaciones; buscando alternativas de control, sin costo ambiental (**Beltrán, 2011**).

La familia Phytoseiidae, es la alternativa más exitosa como controladores biológicos de ácaros plagas, y una de las especies de mayor relevancia es *Neoseiulus californicus*, ya que este se alimenta de tetraníquidos (entre ellos, *Tetranychus urticae* (Koch)) y de Tarsonemidos. La capacidad de alimentación depende de la temperatura, la humedad relativa, la cantidad de presas y depredadores (**Klapwijk et al. 2011**).

En el estudio de la interacción depredador-presa, una de las variables más importantes es la densidad de presa, y se pueden plantear diferentes preguntas, como por ejemplo: ¿Cómo responden los depredadores a los cambios en la densidad de presas? Entre las distintas respuestas de los depredadores a variaciones en la densidad de presas se destacan la respuesta numérica y funcional. La respuesta numérica se refiere a los cambios en la densidad de depredadores debido a variaciones en la reproducción y/o supervivencia, y la respuesta funcional se refiere a los cambios en el número de presas consumidas por depredador por unidad de tiempo (**Fischer, 2011**).

Es por esto que se pretende evaluar la respuesta funcional y numérica del ácaro depredador *Neoseiulus californicus* utilizando la presa *T. urticae* (araña roja) por ser una de las especies que más daño causa en la agricultura.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El ensayo se realizó en el laboratorio de Acarología (Acarario) del Instituto de Zoología Agrícola de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Se llevó registro de las condiciones de temperatura y de humedad, obteniéndose un promedio de 28,13°C Y 55,38 HR.

Para la elaboración de los ensayos se utilizó como presa el ácaro plaga de las dos manchas, *T. urticae* (Koch) y como depredador el ácaro *Neoseiulus californicus* (McGregor), ambas especies fueron recolectadas en el Estado Miranda, municipio Guaicaipuro, en la carretera Lagunitica, Pozo de Rosa en San Pedro de los Altos, aproximadamente a 1600 msnm.

El ácaro plaga se multiplicó en plantas de caraota (*Phaseolus vulgaris*). Las plantas fueron sembradas en materos plásticos rectangulares, con una capacidad aproximada de un kg de suelo. Se sembraron entre 15 y 20 semillas de caraotas, dicha siembra se efectuó cada 2 semanas aproximadamente. La inoculación se realizó semanalmente, con la finalidad de tener permanentemente suministro de alimento para el depredador.

La producción del ácaro depredador, se llevó a cabo en arenas; estas están conformadas por bandejas de acero inoxidable (20x20x4 cm), conteniendo en su interior una lámina de goma espuma (poliuretano 14x14x2 cm), y sobre ésta una baldosa de porcelana blanca (11x11x0,5 cm). Las arenas se encontraban saturadas de agua destilada hasta el nivel de la porcelana, actuando como una barrera, conteniendo a ambas especies de ácaros dentro de un área determinada por la baldosa. Los depredadores fueron alimentados cada dos días (Figura 1)



**Figura 1.** Arena de multiplicación poblaciones del depredador *Neoseiulus californicus*.

Las arenas se colocaron en cajas de maderas ventiladas (2 arenas por caja), ofreciendo protección a posibles enemigos naturales (arañas), y a su vez, éstas cajas se encontraban organizadas e identificadas (Figura 2).



La finalidad de los tratamientos fue determinar la capacidad del ácaro *N. californicus* como depredador. Para ello se estableció como unidad experimental, una arena, pero a diferencia a la descrita anteriormente en la producción del depredador; estas están conformadas por capsulas de petri plásticas (8,8 cm de diámetro y 1,2 de espesor); manteniendo los materiales restantes pero ajustados a la medida de la capsula. En estas se colocó una porción del foliolo, con el envés hacia arriba, este fue bordeado por una fina cinta de algodón y saturado con agua destilada, de manera de delimitar el movimiento del depredador (estas arenas se prepararon con hojas de caraota); luego se procedió a colocar una hembra adulta fecundada depredadora por arena con una pinza triple cero (000). Las hembras de cada tratamiento fueron alimentadas con huevos de la especie presa y las densidades propuestas fueron 5, 12, 19, 26 y 33. Cada tratamiento se repitió ocho (8) veces y se evaluó cada 24 horas, considerando que después de cada evaluación se le suministro nuevamente la cantidad de huevos establecida por tratamiento, durante la longevidad (duración de la hembra a partir del comienzo del ensayo) de cada individuo usado en las arenas. Las variables a medir fueron número de huevos consumidos por el depredador y el número de huevos puestos por el mismo diariamente.

Así mismo, se decidió evaluar las variables número de huevos consumidos, número de huevos puestos y porcentaje de depredación, con la intención de determinar y establecer la respuesta funcional y numérica, se realizó una prueba de normalidad Shapiro-Wilk, donde se obtuvo como resultado que la mayoría de las variables, no se distribuyen normalmente. Considerando esto, y el hecho de que existen factores que no pudieron ser controlados (asociados al ensayo),

se aplicó una prueba no-paramétrica de Kruskal-Wallis, por ser el método más adecuado para comparar poblaciones cuyas distribuciones no son normales. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico Statistix, versión 8.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Determinación de la respuesta funcional de *Neoseiulus californicus* (McGregor), en condiciones de laboratorio.

En el Cuadro 1 y 2, se presentan los resultados del consumo de huevos de *T. urticae*, por parte del depredador *N. californicus* a diferentes densidades de presa ofrecidas, para las 8 repeticiones realizadas. Donde se observa que existe una tendencia de aumento en el número de huevos consumidos por *N. californicus*, a medida que se incrementa la densidad de presa, es decir, el número de huevos ofrecidos de *T. urticae*.

**Cuadro 1.** Consumo promedio de huevos a las 48 horas de *Tetranychus urticae* por *Neoseiulus californicus*.

Densidad	Nº de huevos consumidos (X)
5 (D1)	8 ± 1.5059
12 (D2)	16 ± 4.6904
19 (D3)	21 ± 6.6855
26 (D4)	26 ± 5.8979
33 (D5)	34 ± 4.7491

**Cuadro 2.** Consumo de huevos a las 48 horas de *Tetranychus urticae* por *Neoseiulus californicus*.

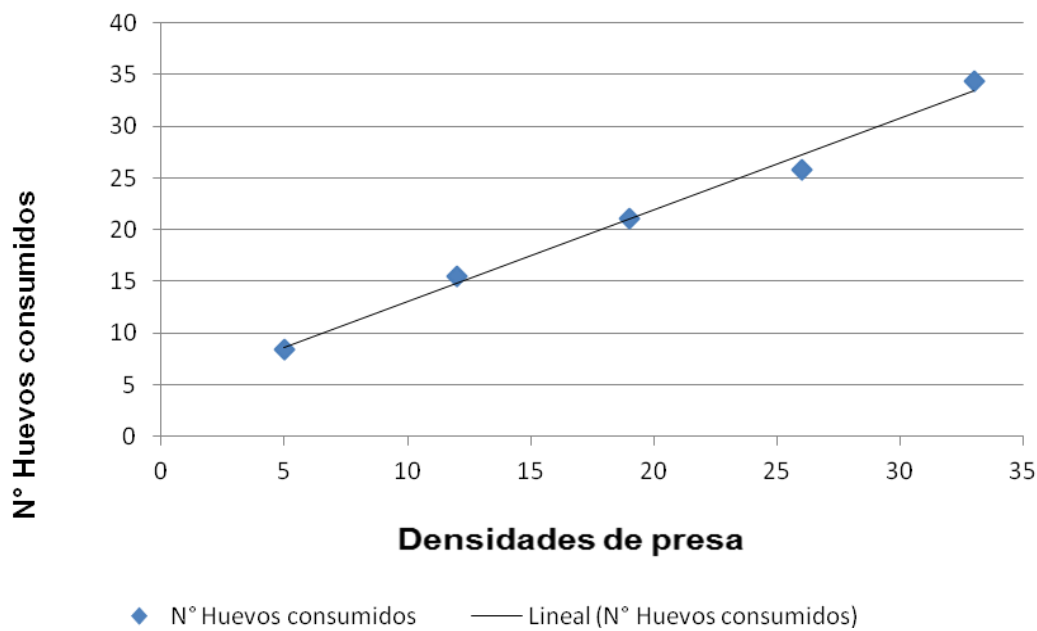
Densidad	HC	Densidad	HC	Densidad	HC	Densidad	HC	Densidad	HC
5	10	12	7	19	13	26	26	33	40
5	10	12	21	19	10	26	26	33	32
5	7	12	12	19	25	26	28	33	30
5	7	12	18	19	23	26	17	33	32
5	6	12	13	19	18	26	28	33	30
5	9	12	18	19	26	26	17	33	35
5	9	12	20	19	26	26	33	33	43
5	9	12	15	19	28	26	31	33	33

**HC: Huevos consumidos**

Esta respuesta presentada por el depredador, corresponde con lo reportado por Villarroel, 2009 el cual al comparar las densidades de 15, 30, 45 ó 60 huevos de *Tetranychus ludeni* y *T. gloveri* ofrecidos a *N. californicus* se observó que el consumo aumenta a medida que se incrementa la densidad de huevos, hasta un máximo de 40 huevos de *T. ludeni* y *T. gloveri* en una densidad ofrecida de 60 huevos en 48 horas.

Esto coincide con la respuesta funcional Tipo I (lineal), descrita por Holling (1959), quien señala que a pequeña escala y en condiciones controladas en laboratorio, la capacidad reguladora de los Phytoseiidae ha sido determinada analizando los valores de la respuesta funcional.

En la Figura 3, al utilizar los valores promedios se puede apreciar la tendencia lineal del consumo de *N. californicus*, de acuerdo a las densidades de presa ofrecidas.



**Figura 3.** Respuesta funcional de *Neoseiulus californicus* sobre huevos de *Tetranychus urticae* a las 48 horas.

En el Cuadro 3 y 4, se puede apreciar el porcentaje total y promedio de depredación de huevos de *T. urticae* con respecto a las densidades de presa, por parte del depredador *N. californicus* a las 48 horas, donde se puede observar que los mayores porcentajes de depredación se presentan con las menores densidades, esto se debe a que existe una menor disponibilidad de alimento para el depredador, por lo tanto este tiende a consumir casi la totalidad de los huevos ofrecidos con la finalidad de cubrir sus requerimientos de alimento. Este comportamiento no se observa en las mayores densidades ya que como se aprecia en la Figura 4, el porcentaje de consumo es menor, debido a la mayor disponibilidad de alimento y tiende a ser constante.



**Cuadro 3.** Porcentaje promedio de depredación de *Tetranychus urticae* por el depredador *Neoseiulus californicus* a las 48 horas.

Densidad	% Depredación
5	84 ± 15.059
12	65 ± 19.632
19	56 ± 17.728
26	50 ± 11.199
33	52 ± 7.4150

**Cuadro 4.** Porcentaje de depredación total de huevos de *Tetranychus urticae* con respecto a las densidades de presa, por *Neoseiulus californicus* a las 48 horas.

% Densidad Dp		% Densidad Dp		% Densidad Dp		% Densidad Dp		% Densidad Dp	
5	100	12	29	19	34	26	50	33	61
5	100	12	88	19	26	26	50	33	48
5	70	12	50	19	66	26	54	33	45
5	70	12	75	19	61	26	33	33	48
5	60	12	54	19	47	26	54	33	45
5	90	12	75	19	68	26	33	33	53
5	90	12	83	19	68	26	63	33	65
5	90	12	63	19	74	26	60	33	50

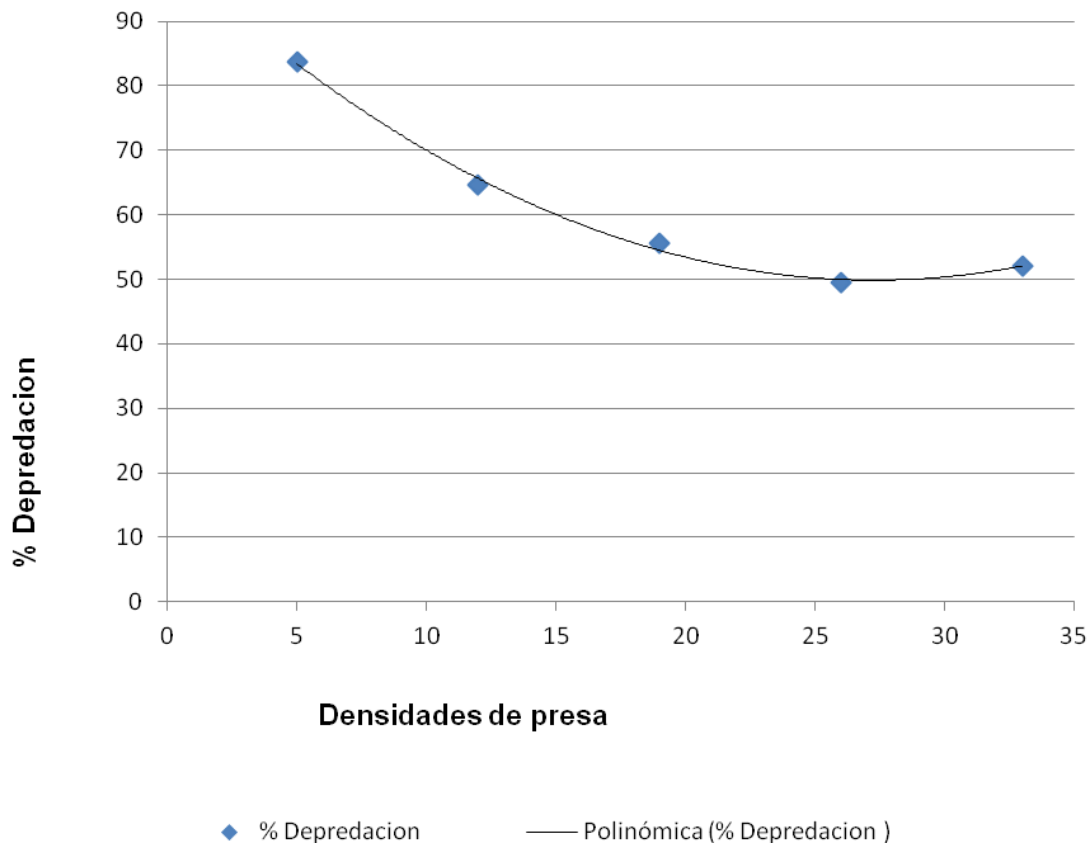
**Dp: Depredación**

En el Cuadro 5, se presenta la matriz Kruskal-wallis para la variable porcentaje de depredación, donde se puede apreciar que las densidades 3, 4 y 5 (0,01008; 0,001629; 0,001948) presentan diferencias estadísticamente significativas con respecto a la densidad 1. Esto se debe a que la densidad 1 (5 huevos) era la de menor cantidad de huevos ofertados al depredador, por lo tanto, como se pudo apreciar en los Cuadros 5 y 6, muestran una proporción de consumo mayor en las densidades siguientes, dando como resultado diferencias en el comportamiento del depredador a medida que se aumenta la densidad de presa.

**Cuadro 5.** Matriz Kruskal-wallis para la variable % de depredación

	Densidad 1	Densidad 2	Densidad 3	Densidad 4
Densidad 5				
Densidad 1 0,001948		0,05203	0,01008	0,001629
Densidad 2 0,0742	0,5203		0,2701	0,1152
Densidad 3 0,4008	0,1008	1		0,2701
Densidad 4 0,8748	0,01629	1	1	
Densidad 5	0,01948	0,742	1	1

$P \leq 0,05$



**Figura 4.** Porcentaje promedio de depredación de *Neoseiulus californicus* consumiendo huevos de *Tetranychus urticae*.

**Determinación de la respuesta numérica de *Neoseiulus californicus* (McGregor), en condiciones de laboratorio.**

A continuación en el Cuadro 6 y 7, se presenta la oviposición del depredador *N. californicus*, de acuerdo a las diferentes densidades de presa, durante la longevidad de las hembras a partir del comienzo del ensayo, donde se observa una tendencia de incremento en la oviposición de *N. californicus* a medida que aumenta el número de huevos consumidos por el mismo, lo cual coincide con **Canlas et al. 2006**, quienes obtuvieron que el número de huevos puestos por una hembra de *N. californicus* alimentada con huevos, larvas o ninfas de *T. urticae* se incrementó ligeramente al aumentar la densidad de presa, obteniendo como resultado, que el máximo número de huevos diarios depositados por una hembra depredadora fue de 1,91; 1,69 y 1,71 cuando 50 huevos, larvas o ninfas fueron proporcionados, respectivamente. Del mismo modo,

en la Figura 5, se puede apreciar la tendencia lineal de la oviposición de *N. californicus* con respecto al número de huevos consumidos.

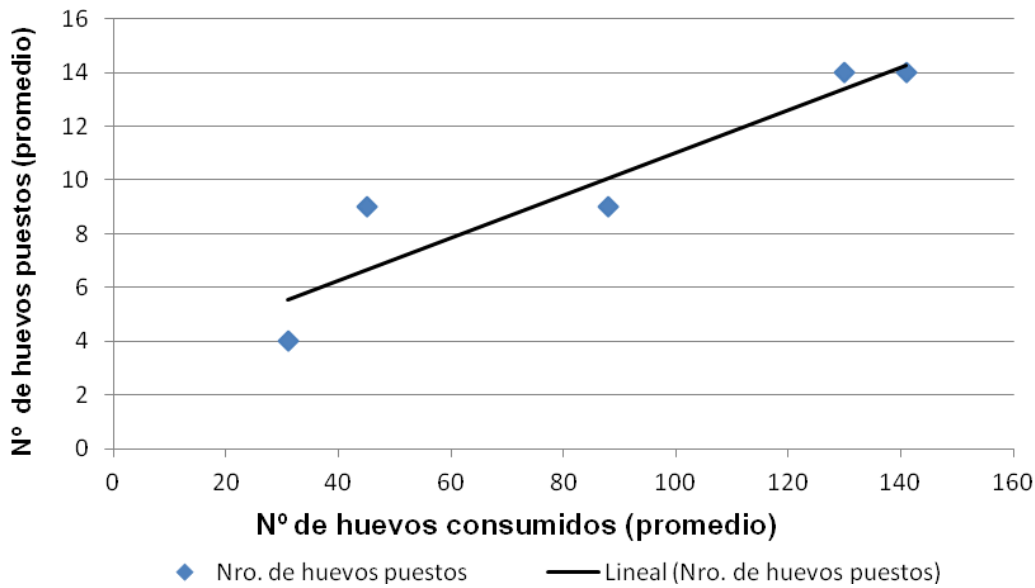
**Cuadro 6.** Oviposición promedio de *Neoseiulus californicus* con respecto al consumo de huevos de *Tetranychus urticae* durante la longevidad de las hembras.

<b>Nº Huevos consumidos (X)</b>	<b>Nº Huevos puestos (X)</b>
<b>31</b>	4 ± 3.3568
<b>45</b>	9 ± 6.1861
<b>88</b>	9 ± 10.433
<b>141</b>	14 ± 8.9831
<b>130</b>	14 ± 6.9437

**Cuadro 7.** Número de huevos total puestos por *Neoseiulus californicus*, consumiendo presas de *Tetranychus urticae* durante la longevidad de las hembras.

<b>Densidad</b>	<b>HP</b>	<b>Densidad</b>	<b>HP</b>	<b>Densidad</b>	<b>HP</b>	<b>Densidad</b>	<b>HP</b>	<b>Densidad</b>	<b>HP</b>
<b>5</b>	7	<b>12</b>	4	<b>19</b>	0	<b>26</b>	18	<b>33</b>	13
<b>5</b>	5	<b>12</b>	15	<b>19</b>	4	<b>26</b>	7	<b>33</b>	21
<b>5</b>	4	<b>12</b>	5	<b>19</b>	15	<b>26</b>	1	<b>33</b>	12
<b>5</b>	4	<b>12</b>	18	<b>19</b>	31	<b>26</b>	17	<b>33</b>	9
<b>5</b>	0	<b>12</b>	14	<b>19</b>	2	<b>26</b>	3	<b>33</b>	23
<b>5</b>	3	<b>12</b>	0	<b>19</b>	3	<b>26</b>	22	<b>33</b>	11
<b>5</b>	10	<b>12</b>	11	<b>19</b>	2	<b>26</b>	25	<b>33</b>	2
<b>5</b>	0	<b>12</b>	8	<b>19</b>	11	<b>26</b>	18	<b>33</b>	19

**HP: Huevos puestos**



**Figura 5.** Respuesta numérica de *Neoseiulus californicus* consumiendo huevos de *Tetranychus urticae*.

Los resultados obtenidos nos indican que hubo una tendencia de aumento en el consumo de alimento y en la oviposición del depredador *N. californicus* a medida que se aumentó las densidades de presa de *T. urticae* ofrecidas. **Marafeli et al. 2011**, obtuvieron una respuesta semejante al evaluar el comportamiento de *N. californicus* depredando diferentes estadios de *T. urticae*, señalando que tanto la respuesta funcional (presas consumidas) como la oviposición del depredador aumentaron a medida que se incrementaba la densidad de presa.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se confirma el potencial de *Neoseiulus californicus* como depredador de *Tetranychus urticae*. Se determinó que *N. californicus* presenta una respuesta funcional TIPO I, de acuerdo a **Holling, 1959**.

La especie *N. californicus* consumió un máximo de 33 huevos diarios (la mayor densidad de presa ofrecida).

Se observó un consumo por parte de *N. californicus* de más de 40% de la presa ofertada durante su longevidad.

La especie *N. californicus* presentó una tendencia de incremento en la oviposición a medida que aumentó el número de huevos consumidos por el mismo.

Evaluar el consumo de *N. californicus* sobre otros estadios de *T. urticae*.

Aumentar el número de huevos de la presa ofrecidos al depredador *N. californicus*, por encima de las propuestas en esta investigación.

Realizar ensayos probando la capacidad depredadora de *N. californicus* con otras especies plaga.

Realizar ensayos de respuesta funcional y numérica de *N. californicus*, garantizando una exactitud en la edad de las hembras depredadoras, para obtener una longevidad de las mismas más homogénea, logrando así una mayor precisión.

Evaluar al depredador *N. californicus* en campo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Comisión de Desarrollo Científico y Humanístico (CDCH-UCV), por el financiamiento al proyecto PI-01-7459-2009, titulado: Especies de Phytoseiidae asociadas con ácaros plagas en rosa (*Rosa* sp.) y gerbera (*Gerbera jamesonii*) en San Pedro de los Altos, estado Miranda, Venezuela.

A los productores de flores de San Pedro de los Altos por darme la oportunidad de obtener la información requerida en esta investigación.

A la Ingeniero Teida Hurtado por haber sido mi facilitadora y actuar como puente entre los productores y la universidad.

## **LITERATURA CITADA**

Beltrán, A., M. Rodríguez, D. Hernández, J. Rodríguez. 2011. Principales ácaros plagas que afectan la fruticultura cubana. (20 Marzo 2011) [en línea]<http://www.fao.org/docs/eims/upload/cuba/1036/cuf0004s.pdf>

Canlas, L., H. Mano, N. Ochiai, M. Takeda. 2006. Biología y depredación de *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). (05 Febrero 2012) [en línea] [http://www.nhm.ac.uk/hosted\\_sites/acarology/saas/saa/abst11/2006-11-141-157.pdf](http://www.nhm.ac.uk/hosted_sites/acarology/saas/saa/abst11/2006-11-141-157.pdf)

Chávez, E., J. Landeros; Y. Ochoa; J. Luna; O. Vázquez; O. Ventura. 2009. Tolerancia del ácaro *Tetranychus urticae* (Koch) a cuatro acaricidas de diferente grupo toxicológico. Investigación y Ciencia de la Universidad de Aguascalientes. 44:4-10.

Fischer, S. 2011. Interacción depredador-presa: estudio de la respuesta funcional [en línea] (10 junio 2011) <http://www.ege.fcen.uba.ar/materias/general/pdfs/TP7.pdf>

Holling, C. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism Can. Entomol.6:163-182.

Iraola, V. 2001. Introducción a los Ácaros (II): Hábitats e importancia para el hombre. Aracnet7-Bol.S.E.A.,28:141-146.

Klapwijk, J., I. Hatherly; K. Bolckmans; J. Bale. 2011. Evaluación de riesgos del exótico ácaro depredador *Neoseiulus californicus* para su uso como un aumentativo (inundativa) agente de control biológico en el norte de Europa (26 Mayo 2011) [en línea] <http://www.rebecanet.de/downloads/rebeca%20N%20%20californicus%20ERA%20finl.pdf>

Marafeli, P., P. Reis, E. Da Silveira, M. DeToledo, G. Souza-Pimentel. 2011. *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), depredando diferentes estadios de *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae).

Telenchana, J, 2008. Oviposición de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) en tres cultivos hospederos en Zamorano, Honduras. Tesis de pregrado. Pag11.