

Influencia de la dieta en la respuesta funcional de *Chrysoperla externa* (HAGEN) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentadas con *Uroleucon ambrosiae* (THOMAS) (Hemiptera: Aphididae)

ALEXANDER M. AUAD, SERGIO DE FREITAS, LEONARDO R. BARBOSA

El objetivo de este estudio fue evaluar la influencia de la dieta en la respuesta funcional de larvas de 3º estadio de *Chrysoperla externa* (HAGEN). Larvas del predador fueron previamente alimentadas con huevos de *Sitotroga cerealella* (OLIVIER) (3SSU), ninfas de *Uroleucon ambrosiae* (3UUU) o con huevos del lepidóptero en el primero estadio y ninfas del áfido en el segundo estadio (3SUU). A esos grupos de larvas fueron ofrecidas ninfas del áfido en las densidades de 30, 40, y 50 presas para cada larva del predador, las cuales fueron mantenidas en tubos de fondo plano con 2,5 cm de diámetro y 8,5 cm de altura a temperatura de $25 \pm 2^\circ \text{C}$, H.R. $70 \pm 10\%$ y un fotoperíodo de 14 horas. Se determinó la respuesta funcional del predador en las tres densidades de presa a las 24, 48, 72 y 96h después del inicio del ensayo. Fue utilizado un diseño completamente al azar en un esquema factorial 3×3 con 10 repeticiones y las curvas de consumo medio acumulado, medio diario y a cada 24 horas fueron evaluadas por regresión polinomial. Larvas del predador tuvieron un consumo ascendente de acuerdo con el aumento de la densidad del alimento; por otro lado, aquellas que se alimentaron anteriormente con huevos de *S. cerealella* consumieron un mayor número de áfidos en todas la evaluaciones, cuando fueron comparadas con aquellas alimentadas con áfidos a partir del segundo estadio o en los dos estadios anteriores, denotando así, influencia del régimen alimenticio en la respuesta del predador.

Departamento de Fitossanidade-FCAV/UNESP, RODOVIA PAULO DONATO CASTELLANI, s/nº, 14870.000-Jaboticabal-SP, Brasil. amauad@zipmail.com.br

Palabras clave: Insecta, dieta, crisopideo, respuesta funcional.

INTRODUCCIÓN

Dentro de las especies que atacan la lechuga en hidroponía, *Uroleucon ambrosiae* (THOMAS) ha ocasionado serios problemas. La posibilidad de uso de control biológico se constituye en un factor principal para el manejo integrado de esta plaga.

La utilización de *Chrysoperla externa* (HAGEN) es promisoría; siendo predadora de diversas plagas y estando presente en un gran número de agroecosistemas.

Para larvas de 3º estadio de diferentes es-

pecies de este predador, se observa un mayor consumo en función del aumento en la densidad de presas ofrecidas (STARK y WHITTFORD, 1987; NORDLUND y MORRISON, 1990; FONSECA, 2000) o presentan el tipo de respuesta funcional de HOLLING tipo II (DING y CHEN, 1986; KABISSA *et al.*, 1996).

El suplemento alimenticio puede afectar el desarrollo larval de los crisopideos en función de la dieta consumida (OSMAN y SELMAN, 1996). Diferentes tasas de supervivencia y desarrollo de larvas de *Chrysoperla rufilabris* (BURMEISTER) criadas con

diversas presas fue demostrado por HYDORN y WHITCOMB (1979).

Un predador puede ser más eficiente en campo cuando es alimentado anteriormente con la presa que ira a controlar (FERRAN *et al.*, 1997; HENAUT *et al.*, 2000).

Por tal motivo, programas con el propósito de liberar este agente de control tienen que considerar el efecto de la dieta ofrecida al predador, en condiciones de laboratorio, sobre su potencial para el control de una determinada plaga.

Así, el objetivo del presente estudio fue verificar el efecto de la dieta en la respuesta funcional de larvas de *C. externa* de 3º estadio, cuando fueron alimentadas con *U. ambrosiae*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ninfas y adultos de *U. ambrosiae* fueron obtenidos en plantas de lechuga del Colegio Técnico Agrícola de la UNESP, Jaboticabal, SP y colocados sobre plantas de lechuga cultivadas en invernadero, en cultivo hidropónico, donde diariamente se observó la presencia de enemigos naturales, los cuales eran eliminados, buscándose mantener la población libre de predadores, parasitoides y patógenos.

Adultos de crisopideos fueron colectados con ayuda de una red entomológica en un área donde predominaban gramíneas, próxima a un bosque de *Pinus* sp., de la UNESP-Jaboticabal-SP., posteriormente fueron llevados al laboratorio donde se procedió a la identificación y separación de los ejemplares de *C. externa*. Diariamente se ofreció la dieta artificial constituida de levadura de cerveza y miel en la proporción 1:1. Las larvas que eclosionaron fueron alimentadas con huevos de *Sitotroga cerealella* (Olivier), los cuales fueron tamizados y colocados en cartulina negra utilizándose goma y agua (1:1), siendo ofrecidos en secciones de 2,5 cm², 12,5 cm² y 18,8 cm² para las larvas de 1º, 2º y 3º estadio del crisopideo, respectivamente. Adultos de esta generación fueron colocados

en jaulas, obteniendo así los huevos (generación F₂) que serían usados en el experimento.

Las ninfas de 3º y 4º estadio del pulgón *U. ambrosiae* fueron retiradas de la crianza de mantenimiento y separadas en las densidades de 30, 40 y 50, en recipientes de crianza (tubos de vidrio de 2,5 cm de diámetro y 8,5 cm de altura, tapados con filme polietileno) y fueron mantenidos a la temperatura de 25±2°C, H.R. de 70±10% y fotoperíodo de 14 horas.

Para la determinación de la respuesta funcional de las larvas de 3º estadio de *C. externa*, en tres densidades de *U. ambrosiae*, fueron estudiadas larvas que se alimentaron en el 1º y 2º estadio con huevos de *S. cerealella* (3SSU); larvas alimentadas con huevos de *S. cerealella* en el 1º estadio y ninfas de *U. ambrosiae* en el 2º estadio (3SUU) y larvas alimentadas en el 1º y 2º estadio con ninfas de *U. ambrosiae* (3UUU).

Diariamente se evaluó la cantidad de áfidos remanecientes, junto con aquellos que aparentemente murieron por causa natural, y comparados con la densidad inicial. La diferencia era registrada como número de áfidos consumidos. Las evaluaciones del número de áfidos consumidos fueron realizadas cada 24 horas hasta alcanzar la fase de pupa.

En cada período de evaluación, se removieron y sustituyeron todos los áfidos, a fin de evitar la alta mortalidad natural de aquellos que permanecieron sin alimentación dentro del recipiente de crianza.

Para cada evaluación (24, 48, 72 y 96 horas) se comparó la respuesta de larvas de 3º (3SSU, 3SUU y 3UUU) estadio, en un esquema factorial 3x3, con 10 repeticiones, y los tratamientos consistieron en las combinaciones de estas larvas con las tres densidades de la presa (30, 40 y 50) en un diseño completamente al azar.

Se determinaron las curvas que mejor se ajustaron al consumo y las respectivas ecuaciones de regresión polinomial para cada densidad de la presa en cada grupo de larva, así como el coeficiente de determinación (R²) para cada curva.

Tabla 1.—Comparación aislada del consumo acumulado medio ($X \pm EP$) de ninfas de 3º y 4º instar de *U. ambrosiae*, por larvas de 3º estadio de *C. externa* de diferentes regímenes alimenticios, en las tres densidades de presa a cada 24 horas.

Estadio	Horas después de iniciado el ensayo			
	24	48	72	96
Larva 3 SSU	37,1 \pm 1,15a	71,2 \pm 2,51a	107,5 \pm 3,56a	134,9 \pm 4,69a
Larva 3 SUU	32,7 \pm 0,86b	64,9 \pm 1,63b	98,0 \pm 2,88b	124,7 \pm 3,90b
Larva 3 UUU	30,5 \pm 1,59b	62,9 \pm 2,83b	98,0 \pm 3,89b	126,9 \pm 4,11b
Densidad				
30	27,6 \pm 0,46 b	54,1 \pm 0,51 c	81,4 \pm 0,64 c	103,5 \pm 0,76 c
40	35,2 \pm 0,38 a	66,8 \pm 0,53 b	102,3 \pm 0,63 b	130,6 \pm 0,81 b
50	37,5 \pm 0,47 a	78,1 \pm 0,37 a	119,9 \pm 0,41 a	152,4 \pm 0,65 a
CV (%)	15,5	12,4	10,3	8,7

Media seguidas por letras diferentes en las columnas difieren entre sí por el teste de Tukey

($P \leq 0,05$). Comparación aislada de los estadios y de la densidad de áfidos, debido a la interacción de esos factores no presentan valores de F significativos.

Las curvas de respuesta de acuerdo con el consumo acumulado, así como los valores no acumulados a cada momento de la evaluación y el consumo medio diario fueron evaluados a través de curvas de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

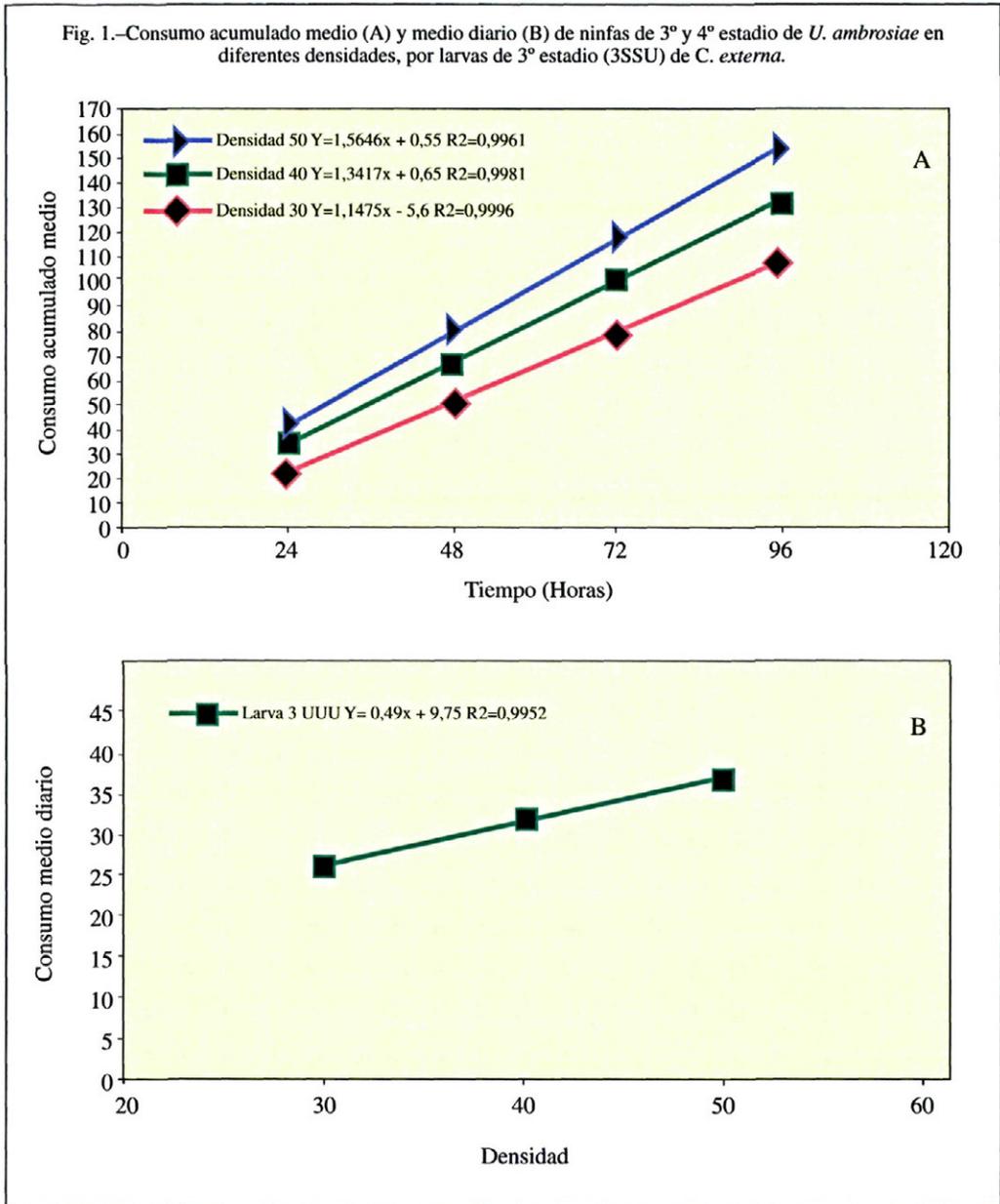
Respuesta funcional de larvas de *C. externa* a lo largo del desarrollo

Larvas que fueron previamente alimentadas con huevos de *S. cerealella* (3SSU) tuvieron un consumo de *U. ambrosiae* superior, cuando fueron comparados con larvas alimentadas con el áfido (3SUU y 3UUU), las cuales tuvieron el mismo consumo de la presa utilizada a las 24, 48, 72 y 96h después del inicio del ensayo (Tabla 1), denotando una influencia del régimen alimenticio en la respuesta del predador. Así, la dieta utilizada en la crianza masal, puede afectar la eficiencia de este predador como agente de control biológico.

El consumo de presa por las larvas de *C. externa* a las 24 h fue menor en la densidad de 30 cuando comparado con las densidades de 40 y 50, las cuales no fueron significativamente diferentes. En las demás eva-

luaciones, se observó gran influencia de la densidad de la presa en el consumo; esto es, a medida que aumentó el número de presa el consumo también aumentó (Tabla 1). Lo mismo sucedió con larvas de *Chrysoperla carnea* (STEPHENS) de 3º estadio cuando fueron alimentadas con huevos de *Heliothis virescens* (FABRICIUS) en algodón, en las densidades 20, 40, 60 y 80 presas (STARK & WHITFORD, 1987), con larvas de 3º estadio de *Mallada desjardinsi* (NAVÁS) y *Chrysoperla congrua* (WALKER) alimentadas con el pulgón *Aphis gossypii* GLOVER, en las cinco densidades utilizadas (5, 10, 15, 20 y 25) (KABISSA *et al.*, 1996) y con *C. rufilabris* teniendo como alimento *A. gossypii* GLOVER, huevos y larvas de 1º estadio de *H. virescens* (NORDLUND & MORRISON, 1990). Resultados diferentes fueron obtenidos por ABLES *et al.* (1978) quienes observaron una respuesta ascendente en el consumo de *C. carnea*, al pasar de la densidad de 30 para 60 huevos de *H. virescens*, seguido de una disminución al pasar para la densidad de 90 presas.

Durante todo el estadio hubo una gran cantidad de presas consumidas, lo que es satisfactorio para el almacenamiento de energía, parte de la cual será usada en la confección de la cápsula por la larva de *C.*



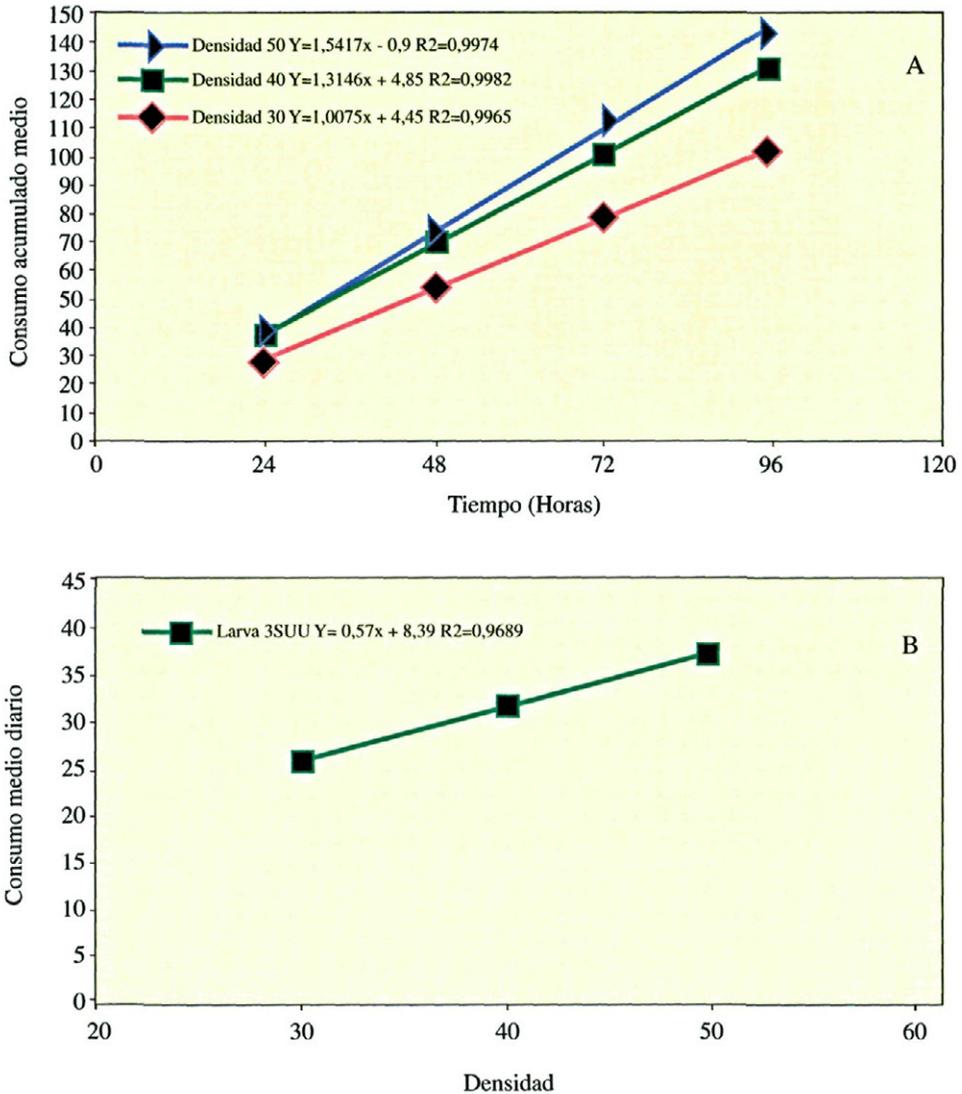
externa. Las densidades utilizadas no fueron lo suficientes para demostrar el momento en que la densidad no influencia el consumo (platô), así como la disminución del mismo (Figuras 1A, 2A y 3A).

Las tres curvas obtenidas para larvas de *C.*

externa fueron lineales, sin embargo, se observa que la curva en la densidad de 40 fue mas próxima a la de 50 para las larvas 3SSU y 3 UUU, difiriendo de la 3SSU, en la cual fue mas próxima a la de 30 (Figuras 1A, 2A y 3A).

El consumo medio diario siguió un pa-

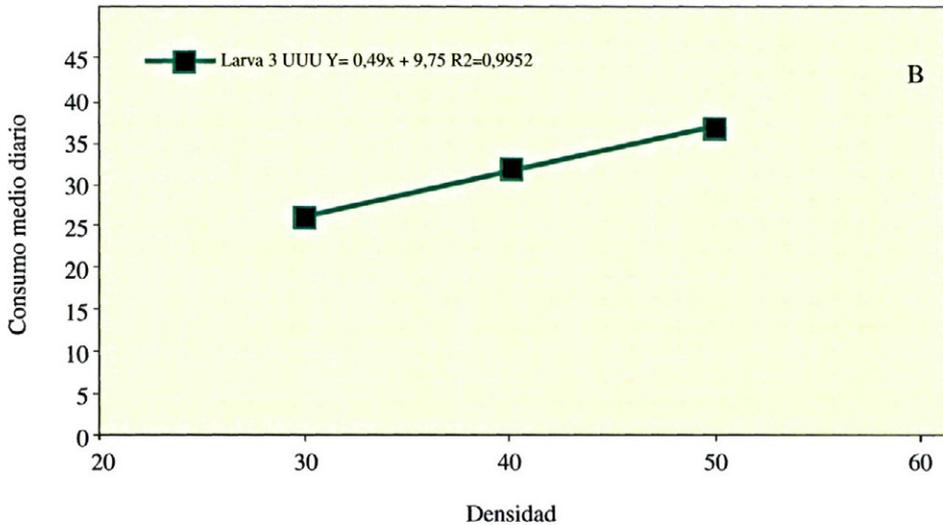
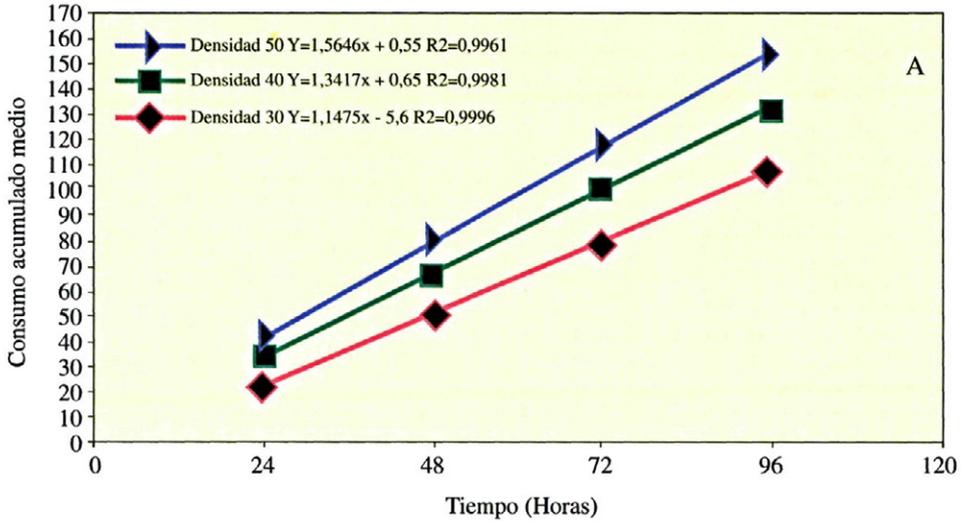
Fig. 2.-Consumo acumulado medio (A) y medio diario (B) de ninfas de 3° y 4° estadio de *U. ambrosiae* en diferentes densidades, por larvas de 3° estadio (3SUU) de *C. externa*.



drón para las larvas del mismo instar con diferentes regímenes alimenticios, evidenciando una respuesta funcional lineal positiva, con proporción de 1:27, 1:33 y 1:41 (3SSU); 1:25, 1:32 y 1:36; (3SUU); 1:26, 1:32 y 1:37 (3UUU), para las densidades de

presa de 30, 40 y 50 respectivamente. Así las larvas provenientes de crianza masal, que tuvieron huevos de *S. cerealella* como alimento, presentaron un mayor consumo diario cuando fue comparado con larvas de 3° instar alimentadas anteriormente con *U. am-*

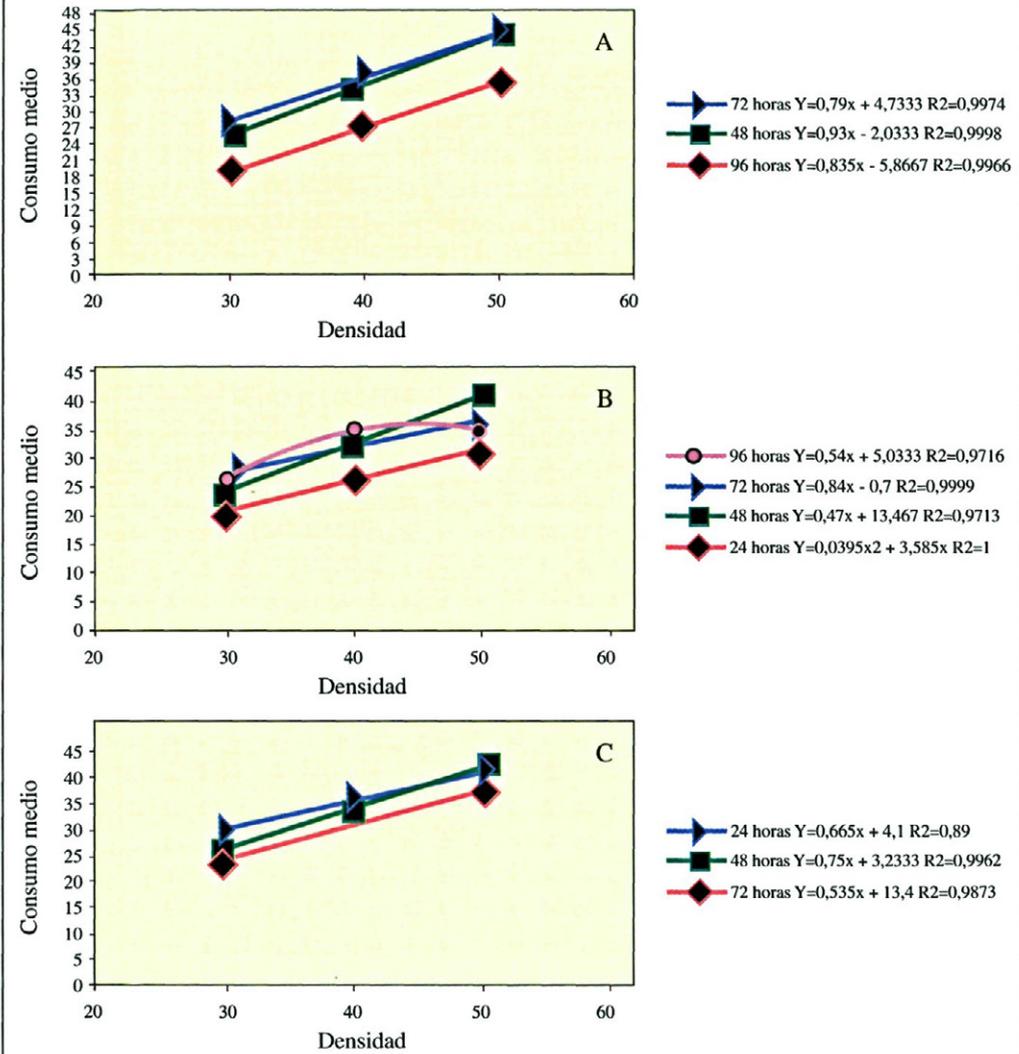
Fig. 3.—Consumo acumulado medio (A) y medio diario (B) de ninfas de 3° y 4° estadio de *U. ambrosiae* en diferentes densidades, por larvas de 3° estadio (3UUU) de *C. externa*.



broisiae (3SUU y 3UUU) (Figuras 1B, 2B y 3B). Por tanto, hubo la necesidad de un número mayor del predador para la reducción del áfido, comparado a los resultados de SCOPES (1969), que encontró una propor-

ción de 1 larva de 3° estadio de *C. carnea* para 200 *Myzus persicae* (Sulzer); aunque, esta variación puede ser atribuida al tamaño del áfido estudiado (*U. ambrosiae*) que es más grande que el de *M. persicae*.

Fig. 4.—Consumo de ninfas de 3° y 4° estadio de *U. ambrosiae*, en diferentes densidades, por larvas de 3° estadio (3SSU) (A), (3SUU) (B) y (3UUU) (C), a cada 24 horas.



Respuesta funcional de larvas de *C. externa* a cada 24 horas

Se notó una tendencia de aumento de la predación por las larvas de *C. externa* (3SSU) con el aumento de la densidad de la presa (Figura 4A). La predación media a 96 horas fue menor en las densidades de presa de 30,

40 y 50 (18,9; 28,1 y 35,6 pulgones, respectivamente), en relación a 48 horas (25,8; 35,3 y 44,4 pulgones, respectivamente) y 72 horas (28,4; 36,3 y 44,2 pulgones, respectivamente) (Figura 4A). Esto puede ser atribuido a la menor actividad de predación de la larva debido a la proximidad de la fase de pupa.

El consumo de larvas 3SUU a cada perío-

odo de evaluación (valores no acumulados a cada 24 horas) demostró que en las primeras 24 horas, hubo una mayor inclinación de la curva al pasar de la densidad 30 para 40, siendo esa inclinación menor al pasar para la densidad de 50, difiriendo del consumo a las 48 y 72 horas que se mostraron ascendentes, de acuerdo con la densidad utilizada. Para esa larva el consumo de presa fue también menor a las 96 horas, cuando fue comparado con las evaluaciones anteriores; asimismo, en este estado, se notó un aumento del consumo con el aumento de la densidad (Figura 4B).

Para larvas 3UUU, un aumento de la densidad de la presa promovió el aumento en el

número de ninfas de *U. ambrosiae* predadas por estas larvas a 24, 48 y 72 horas. Así como las larvas 3SSU, las curvas fueron lineales para todos los períodos de evaluación con coeficientes altamente significativos (Figura 4C).

CONCLUSIÓN

Este estudio indicó que el uso de *S. cerealella* para larvas de *C. externa* afectaría positivamente la eficiencia de este predador como agente de control biológico del áfido *U. ambrosiae*, en condiciones de invernadero o de campo.

ABSTRACT

Influence of diet on the functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed with *Uroleucon ambrosiae* (Thomas) (Hemiptera: Aphididae)

The objective of this study was to evaluate the influence of diet on the functional response of 3rd instar larvae of *Chrysoperla externa* (HAGEN). The predator's larvae were previously fed with *Sitotroga cerealella* (OLIVIER) eggs (3SSU) or *Uroleucon ambrosiae* (THOMAS) nymphs (3UUU) or lepidopter's eggs in the 1st instar and aphid's nymphs in the 2nd instar (3SUU). To those groups of larvae were offered the aphid's nymphs in the density of 30, 40 and 50 preys for each larvae of predator and was maintained in the tubes of 2.5 cm in diameter and 8.5 cm high under temperature of 25±2 °C, UR 70±10% and 14h photophase. The functional response of the predator in the three densities of prey was evaluated after 24, 48 72 and 96h from the beginning of the experiments. The completely randomized experimental design with the treatments arranged in 3x3 factorial with 10 replications, was utilized. The curves of average accumulated consumption, average daily consumption and every 24 hours were evaluated by polynomial regression. The predator's larvae had a rising consumption according to the increase of density of the prey, however, those which were fed previously with *S. cerealella* eggs consumed a larger number of aphids in every evaluation as compared with those fed with aphids from the 2nd instar or in the two previous instars. Thus, the influence of diet on the response of the predator was verified.

Key words: Insecta, Diet, greenlacewing, functional response.

REFERENCIAS

- ABLES, J.R., JONES, S.L., McCOMMAS, D.W.JR. 1978. Response of selected predator species to different densities of *Aphis gossypii* and *Heliothis virescens* eggs. **Environ. Entomol.**, 7(3):402-404.
- DING, Y.Q., CHEN, Y.P. 1986. Predation pattern of the green lacewing, *Chrysoperla* (*Chrysopa*) *sinica* on cotton aphid and cotton bollworm. **Chinese J. Biol. Control.**, 2 (3):97-102.
- FERRAN, A.J., GAMBIER, J., PARENT, S., LEGENDRE, K., TOURNIERE, R., GIUGE, L. 1997. The effect of rearing the ladybird *Harmonia axyridis* on *Ephestia kuehniella* eggs on response of its larvae to aphid tracks. **J. Insect Behav.** 10:129-144.
- FONSECA, A.F., CARVALHO, C.F., SOUZA, B. 2000. Resposta Funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae). **An. Soc. Entomol. Brasil**, 29(2):309-317.
- HENAUT, Y., ALAUZET, C., FERRAN, A., WILLIAMS, T. 2000. Effect of nymphal diet on adult predation behavior in *Orius majusculus* (Heteroptera: Anthocoridae). **J. Econ. Entomol.** 93(2):252-255.
- HYDORN, S.B., WHITCOMB, W.H. 1979. Effect of larval diet on *Chrysopa rufilabris* **Fla. Entomol. Soc.**, 62(1):293-298.
- KABISSA, J.C.B., YARRO, J.G., KAYUMBO, H.Y., JULIANO, S.A. 1996. Functional responses of two chrysopid predators feeding on *Helicoverpa armigera* (Lep.: Noctuidae) and *Aphis gossypii* (Hom.: Aphididae). **Entomophaga**, 41(2):141-151.
- NORDLUND, D.A., MORRISON, R.K. 1990. Handling time, prey preference and functional response for *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. **Entomol. Exp. Appl.**, 57:237-242.
- OSMAN, M.Z., SELMAN, B.J. 1996. Effect of larval diet on the performance of the predator *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuropt., Chrysopidae). **J. Appl. Entomol.**, 120(2):115-117.
- SCOPES, N.E.A. 1969. The potential of *Chrysopa carnea* as a biological control agent of *Myzus persicae* on glasshouse chrysanthemum. **Ann. Appl. Biol.**, 64:433-439.
- STARK, S.B., WHITTFORD, F. 1987. Functional response of *Chrysopa carnea* (Neur.: Chrysopidae) larvae feeding on *Heliothis virescens* (Lep.:Noctuidae) eggs on cotton in field cages. **Entomophaga**, 32(5):521-527.

(Recepción: 11/09/2001)

(Aceptación: 11/10/2001)