

# Respuesta funcional de Cycloneda sanguinea al áfido negro de las cítricas

José Morales S\*.

## Resumen

La respuesta de alimentación del depredador Cycloneda sanguinea al áfido negro de las cítricas, Toxoptera citricida fue estudiada a densidades comprendidas entre 10 y 50 áfidos por caja. Las curvas de respuesta funcional para los adultos machos y hembras del depredador y para el primer instar larval, correspondieron en mayor grado a la curva de Holling tipo II. Las larvas del depredador alimentadas sobre el áfido negro de las cítricas, vivos o secos, fracasaron en su desarrollo para alcanzar el estado adulto, sin embargo, se obtuvo un éxito completo cuando se alimentaron con comida seca del áfido rojo gigante Dactinotus ambrosiae (Thomas). Esto sugirió que Toxoptera citricida fue una presa inadecuada para Cycloneda sanguinea, debido a factores nutricionales y/o tóxicos en la dieta del depredador. Aunque la voracidad de adultos machos y hembras de C. sanguinea y el primer instar larval respondieron a incrementos en las densidades de T. citricida; el incompleto desarrollo de su estado larval, obviamente limita su uso en un sistema de manejo de plagas destinado a controlar el áfido negro de las cítricas.

## Abstract

The feeding response of the lady beetle C. sanguinea to the black citrus aphid, T. citricida was studied at densities of from 10 to 50 aphids per cage. Functional response curves for the predator male and female adults and first instar larvae corresponded to that of Holling's type II curve. Larvae failed to develop to the adult stage when fed on live black citrus aphid or dry black citrus aphid meal, however successful development was achieved when feeding larvae on dry meal of the red giant aphid, Dactinotus ambrosiae (Thomas). This strongly suggests that T. citricida was an inadequate prey for C. sanguinea due to nutritional and/or toxic dietary factors. Although voracity of C. sanguinea male and female adults and first instar larvae responded to increasing densities of T. citricida, the lack of complete development of the larval stage would likely limit its use in pest management of the brown citrus aphid.

## Introducción

La vaquita Cycloneda sanguinea es un coccinellido beneficioso que se encuentra generalmente en zonas de clima cálido y templado, en ambos hemisferios. En Venezuela, este insecto es comunmente encontrado en plantaciones de cítricas, campos de algodón y maíz y en algunas malezas hospederas. Es considerado un importante depredador de áfidos, así como también de estados inmaduros de varios lepidópteros y otros insectos plagas

(Szumkowski, 1955). Existe mucha variación en la tasa de consumo entre el estado larval y adulto de las especies de los coccinellidos. Algunos trabajos con diferentes objetivos han tratado los aspectos de depredación de C. sanguinea. Clausen (1915) condujo estudios cuantitativos sobre la voracidad de este depredador. Gurney y Hussey (1970) así como Gravena et al (1970) indicaron que las larvas de C. sanguinea fueron depredadores eficientes en el control de poblaciones de áfidos. Gutiérrez y Díaz (1978) y Geraud (1979) informaron que el estado larval y adulto de C. sanguinea son

\* Profesor titular. Escuela de Agronomía.  
UCLA.

depredadores del áfido negro de las cítricas, Toxoptera citricida (Kirkaldy).

El áfido negro de las cítricas es una plaga de origen Asiático, cuya fecha de introducción en Venezuela se desconoce. Geraud (1976) reportó por primera vez la presencia de este insecto en el Estado Zulia. Posteriormente el áfido ha sido detectado en todos los estados vecinos. Este insecto es considerado el vector más importante del virus que causa la enfermedad de la tristeza de los cítricos, la cual causó la muerte de más de 16 millones de árboles en Argentina y Brasil. (Fabregat, 1975). En Venezuela, concretamente en el estado Yaracuy, se han reportado un limitado número de plantas muertas por la acción de este virus (Serpa, 1982).\*

En consideración a las consecuencias económicas destructivas de esta enfermedad, se ha despertado un gran interés en relación al control del áfido negro de las cítricas. El experimento aquí reportado fue realizado para determinar como responde funcionalmente el depredador C. sanguinea al incremento en densidades de T. citricida y la importancia de esta respuesta para el uso de este depredador en un sistema de manejo de plagas en cítricas.

#### Materiales y métodos

La vaquita C. sanguinea fue colectada en el campo en la maleza Launea intybacea (Jacq.) Beauv., y en maíz (Zea mays L.). Las vaquitas fueron traídas al laboratorio y sexadas de acuerdo a la clave de Chapin (1974).

Los machos y hembras, treinta ejemplares de cada sexo, fueron aislados separadamente en cápsulas de petri de 14,5 cm de diámetro, provistas de agua con un pequeño tubo de 17 x 60 mm, tapado con un algodón y alimentados con el áfido negro de las cítricas.

Las cápsulas de petri fueron mantenidas en el laboratorio en una cámara a temperatura constante, programada para  $25 \pm 0,5^\circ \text{C}$ , a una humedad relativa de  $75 \pm 10\%$  y con un fotoperíodo de 10 horas. El áfido negro de las cítricas fue colectado en la Estación Experimental "Miguel Angel Luna Lugo", de la Escuela de Agronomía, UCLA, Estado Lara. Las ramas con los áfidos fueron podadas y colocadas dentro de bolsas de papel. En el laboratorio las ramas fueron colocadas en frascos de vidrio que contenían agua, para evitar la marchitez prematura. Los adultos machos y hembras fueron seleccionados al azar de las cápsulas de petri y mantenidos con agua, pero sin alimento, por un período de 12 horas antes de comenzar las pruebas de alimentación. Cada prueba de alimentación constó de 5 tratamientos, correspondiente a las densidades de 10, 20, 30, 40 y 50 áfidos por caja. Los tratamientos fueron repetidos 4 veces. Las cajas usadas consistieron de copas plásticas de 456 cc con dos ventanas laterales y una tapa cubierta de malla fina. La malla permitió un mantenimiento apropiado de la humedad relativa y circulación de aire. Cada replicación de cada tratamiento consistió en una caja que contenía un depredador macho y otra caja que contenía un depredador hembra. Un apropiado número de áfidos en cuarto instar fue colocados en las cajas, provistos de dos hojas frescas de naranjas. Las cajas fueron revisadas a un intervalo de 12 horas y el número de áfidos comidos por cada macho o hembra del depredador fue anotado. Los áfidos comidos fueron reemplazados, al igual que su alimento. Los áfidos en primer instar producidos por los áfidos adultos fueron removidos de las cajas. Las pruebas de alimentación concluyeron al séptimo día del inicio del experimento.

Con el fin de obtener huevos, se

utilizaron varios adultos hembras de *C. sanguinea* colectadas en el campo. Una sola hembra del depredador fue colocada dentro de las copas plásticas, con hojas frescas de naranja y un número suficientes de áfidos negros de las cítricas. Las copas fueron revisadas cada 12 horas. Las hojas que contenían huevos del depredador fueron aisladas en otras cajas similares, hasta que eclosionaron y se anotó el tiempo de eclosión.

Las pruebas de alimentación para las larvas fueron realizadas usando la metodología equivalente a la descrita para los adultos. Sin embargo, para evitar perturbación durante la muda del estado larval, las copas fueron revisadas solo una vez al día. Cuando los huevos eclosionaron, las larvas en primer instar fueron colocadas separadamente en las copas, a las densidades del áfido previamente mencionadas. El desarrollo a través del estado larval fue evaluado por la presencia de la exuvia dejada en las cajas por cada instar. El número de individuos en cada instar, fue anotado diariamente.

Se realizaron algunos experimentos para determinar la duración del desarrollo de los estados inmaduros del depredador alimentados con comida seca elaborada con el áfido negro de las cítricas o con el áfido rojo gigante, *Dactinotus ambrosiae* (Thomas). Este último fue colectado en el campo en plantas de *L. intybacea*, cortando las plantas hospederas y colocándolas en bolsas de papel. El áfido negro de las cítricas fue colectado de plantas de cítricas, tal cual fue previamente descrito. Una hora después de haberse colectado las muestras, las ninfas y los adultos fueron muertos por congelación a  $-15^{\circ}$  C. Los áfidos fueron separados de otros insectos y desechos por medio de tamices y triturados en un mortero. El material triturado fue desecado a temperatura ambiente de laboratorio y pulverizado en

partículas no mayores de 500 micrones. El producto obtenido fue guardado a  $-15^{\circ}$  C.

Los huevos del depredador fueron obtenidos en el laboratorio tal cual fue previamente descrito. Dentro de cada una de las 24 copas plásticas fue colocada una sola larva en primer instar de *C. sanguinea*. Doce de estas larvas fueron alimentadas con comida seca del áfido negro de las cítricas, mientras que las otras 12 fueron alimentadas con comida seca del áfido rojo gigante. El agua fue suministrada a través de tapones de algodón humedecidos. Las condiciones de la cámara fueron las mismas previamente mencionadas. El número de individuos para cada instar larval fue anotado, con un intervalo de 12 horas.

A los datos obtenidos en relación a la respuesta de alimentación, se le aplicaron dos modelos matemáticos, lineal y Holling (Holling 1959, 1961), usando un análisis de regresión lineal para estimar la relación existente entre el número de presas consumidas por día y la densidad de la presa. Los valores estadísticos de F y R<sup>2</sup> fueron usados como criterio para determinar cual de los modelos se ajustó mejor a los datos. Los promedios y errores standards fueron calculados para determinar el tiempo de desarrollo de las larvas del depredador alimentándose de comida seca de *D. ambrosiae* y de *T. citricida*.

### Resultados y discusión

Los primeros instares larvales de *C. sanguinea* se alimentaron vorazmente en todas las densidades del áfido y todas alcanzaron la primera ecdysis. Sin embargo, muchas de las larvas murieron a la segunda y tercera ecdysis. Solamente 5 de 20 alcanzaron el tercer instar y ninguna alcanzó el estado de prepupa. Estos resultados fueron corroborados con larvas

alimentadas con comida seca del áfido negro de las cítricas. Solamente 2 de los 12 primeros instares que se alimentaron con comida seca de *T. citricida*, alcanzaron el cuarto instar y ninguno sobrevivió al estado de prepupa. En contraste, todas las 12 larvas en primer instar del depredador alimentadas con comida seca de *D. ambrosiae* se desarrollaron exitosamente hasta el estado adulto (Tabla 1). Las larvas sobrevivientes de *C. sanguinea* en segundo instar duraron más tiempo para desarrollar cuando se alimentaron con comida seca de *T. citricida* que aquellas alimentadas con comida seca de *D. ambrosiae*. Esto reveló que definitivamente

*T. citricida* es una presa inadecuada para el estado inmaduro de *C. sanguinea* debido a factores nutricionales, tóxicos o de ambos.

La tasa de consumo de áfidos de los adultos machos y hembras y del primer instar larval se incrementó a medida que las densidades de la presa se incrementaron (Tabla 2). La hembra del depredador consumió más presas que el macho o el primer instar larval a todas las densidades de la presa. La mayor tasa de consumo de áfidos por los adultos hembras comparado con los machos, corresponde con comportamiento similares obtenidos en la alimentación de otros insectos depredadores (Hull, *et al*; Itsvan *et al*, 1978)

Tabla 1. Desarrollo de la larva de *C. sanguinea* alimentada con comida seca de *T. citricida* y *D. ambrosiae*

| Especie             | Tiempo de desarrollo en días (promedio ± error standard) |            |            |            |            |            |
|---------------------|--|------------|------------|------------|------------|------------|
|                     | 1er Instar   | 2do Instar | 3er Instar | 4to Instar | Prepupa    | Pupa       |
| <i>T. citricida</i> | 5,2 ± 0,79   | 4,7 ± 0,66 | 4,5 ± 0,50 | -          | -          | -          |
| n                   | 12   | 6          | 3          | 2          | -          | -          |
| <i>D. ambrosiae</i> | 3,5 ± 0,15   | 2,5 ± 0,15 | 4,2 ± 0,32 | 5,5 ± 0,23 | 1,2 ± 0,11 | 4,3 ± 0,14 |
| n                   | 12   | 12         | 12         | 12         | 12         | 12         |

Tabla 2. Número promedio del áfidos negros de las cítricas comidos diariamente por adultos y primer instar larval de *C. sanguinea* a las diferentes densidades de la presa.

| Densidad de la presa | Adultos machos (promedio ± ES) | Adultos hembras (promedio ± ES) | 1er instar larval* (promedio ± ES) |
|----------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| 10                   | 11,9 ± 0,36                    | 12,5 ± 0,44                     | 4,0 ± 0,44                         |
| 20                   | 17,1 ± 0,47                    | 24,4 ± 0,79                     | 6,9 ± 0,99                         |
| 30                   | 25,6 ± 0,65                    | 35,9 ± 0,89                     | 8,8 ± 0,98                         |
| 40                   | 30,0 ± 0,73                    | 37,8 ± 1,09                     | 13,6 ± 1,00                        |
| 50                   | 30,5 ± 0,60                    | 42,6 ± 0,99                     | 17,2 ± 1,33                        |

\* = La respuesta funcional fue computada solamente para el primer instar larval debido al incompleto desarrollo de los subsecuentes instares.

El análisis de los datos de la respuesta de alimentación para los adultos machos y hembras de *C. sanguinea* mostraron valores de F significativos y un alto coeficiente de determinación ( $R^2$ ) tanto para el modelo lineal como para el de Holling, indicando una fuerte correlación entre el número de presas comidas por día y la densidad de la presa (Fig 1 y 2). El coeficiente de determinación ligeramente mayor para el modelo de Holling sugiere que *C. sanguinea* se comporta más típicamente como un depredador que responde al tipo de curva II.

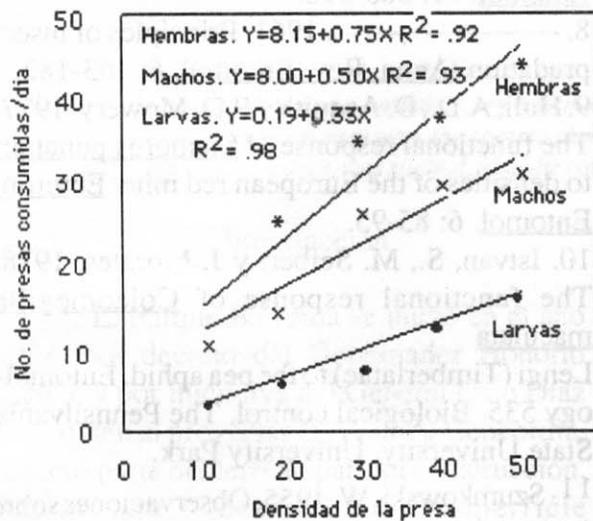


Figura 1. Respuesta funcional de *C. sanguinea* alimentándose de *T. citricida* (modelo lineal).

Aunque la voracidad de *C. sanguinea* y su respuesta funcional a *T. citricida* son características deseables, la letalidad del áfido a las larvas de la vaquita puede excluir el uso de este depredador en el control biológico de la plaga. Sin embargo, en las plantaciones de cítricas donde las poblaciones de la vaquita existen en forma autoctona, su contribución al control del áfido negro de las cítricas puede ser

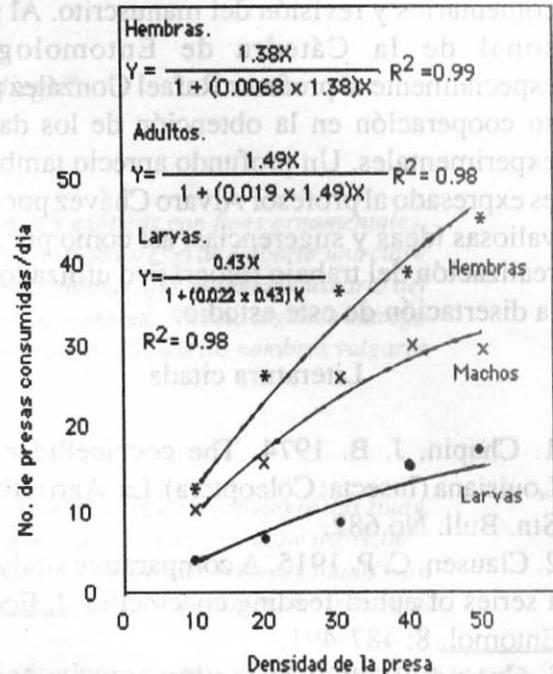


Figura 2. Respuesta funcional de *C. sanguinea* alimentándose de *T. citricida* (modelo de Holling).

significante. Una interesante interrogante surge en relación a si la letalidad del áfido es debida a una insuficiencia nutricional o a la presencia de compuestos tóxicos y si esta característica es inherente al áfido o es adquirida al alimentarse en las cítricas. Los estudios de campo pueden ayudar a explicar el origen y la estabilidad de las poblaciones de la vaquita en las plantaciones de cítricas. Investigaciones adicionales con otros depredadores o parásitos son necesarios para establecer un apropiado control biológico de *T. citricida* en las plantaciones de cítricas.

#### Agradecimiento

El autor expresa su sincera gratitud a

Charles L. Burandt, exprofesor de la UCLA, Departamento de Botánica, por sus valiosos comentarios y revisión del manuscrito. Al personal de la Cátedra de Entomología, especialmente al profesor Rafael González por su cooperación en la obtención de los datos experimentales. Un profundo aprecio también es expresado al profesor Alvaro Chávez por sus valiosas ideas y sugerencias, así como por la realización del trabajo fotográfico utilizado en la disertación de este estudio.

#### Literatura citada

1. Chapin, J. B. 1974. The coccinellidae of Louisiana (Insecta: Coleoptera). La. Agric. Exp. Stn. Bull. No.682.
2. Clausen, C. P. 1915. A comparative study of a series of aphid-feeding coccinellid. J. Econ. Entomol. 8: 487-491.
3. Geraud, B. 1979. Dinámica de poblaciones de áfidos en cítricas y observaciones preliminares sobre el ciclo de vida de Toxoptera citricida (Kirkaldy). Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Venezuela.
4. Gravena, S., F. M. Weindl, y J.M.M. Walder. 1977. Empleo de pulgoes marcados con <sup>32</sup>P para estudios sobre la eficiencia de dois predadores no controle biológico. An. Soc. Entomol. Bras. 6: 125-129.
5. Gurney, B., y N.W. Hussey. 1970. Evaluation of some Coccinellid species for the biological control of aphids in protected cropping. Ann. Appl. Biol. 65: 451-458.
6. Gutiérrez, F., y F. Díaz. 1978. Distribución geográfica del áfido Toxoptera citricida (Kirkaldy) (Homoptera: Aphididae) en la región centro occidental. Algunos comentarios acerca de sus enemigos naturales. Tercer Encuentro Venezolano de Entomología. Memoria 2(20): 1-18.
7. Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can. Entomol. 91: 385-398.
8. —————. 1961. Principles of insect predation. Annu. Rev. Entomol. 6: 163-182.
9. Hull, A.D., D. Asquith y P.D. Mowery. 1977. The functional response of Stethorus punctum to densities of the European red mite. Environ. Entomol. 6: 85-95.
10. Istvan, S., M. Seibert y J. Morales. 1978. The functional response of Coleomegilla maculata Lengi (Timberlatae) to the pea aphid. Entomology 535. Biological control. The Pennsylvania State University. University Park.
11. Szumkowski, W. 1955. Observaciones sobre la biología de algunos Coccinellidae (Coleoptera). Bol. Ento. Venez. 11 (1-2): 1-20.