

Patrones de búsqueda y respuesta funcional de los ácaros Phytoseiidae *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Neoseiulus chilensis* (Dosse) depredando a *Tetranychus urticae* (Koch)

Mauricio Sánchez¹
Gabriel Páramo¹
Darío Corredor²

RESUMEN

Las respuestas de hembras adultas de *Tetranychus urticae* (Koch) a condiciones variables de luz y topografía fueron estudiadas, con el objeto de compararlas con los patrones de búsqueda desarrollados por *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Neoseiulus chilensis* (Dosse) en las mismas condiciones. El área de búsqueda de cada depredador fue mayor para *A. herbicolus*. También se estudió la respuesta funcional de los dos depredadores a densidades variables de huevos de *T. urticae*, mostrando *N. chilensis* mejor respuesta a densidades bajas y *A. herbicolus*, a densidades altas. *A. herbicola* parece que necesita de dieta complementaria al consumo de huevos de su presa.

SUMMARY

The response of adult female of *Tetranychus urticae* in variable conditions of light and topography were examined in order to compare them with the searching patterns developed by *Amblyseius herbicolus* and *Neoseiulus chilensis* mites in the same state. The searching area was wider for the *A. herbicolus* searching area. The

functional response of the two predators to variable density of *T. urticae*'s eggs was higher for *N. chilensis* at low egg densities, but *A. herbicolus* was more effective at high egg densities.

A. herbicolus seems to need a complementary diet on top of the prey eggs.

INTRODUCCION

Después de la segunda guerra mundial, creció la importancia de los ácaros fitófagos como plagas en plantas cultivadas de importancia comercial. Los miembros de la familia Tetranychidae son los de mayor incidencia y los que causan mayores daños. Esta explosión de grandes poblaciones acarinas ha sido asignada a diferentes causas, de las cuales, tal vez, las más importantes son el desarrollo de resistencia a productos acaricidas y la eliminación de enemigos naturales debida al uso intensivo de plaguicidas, por esto cada día se aumenta el interés en la aplicación de otros métodos de control de ácaros fitófagos y, en especial, el relacionado con el uso de enemigos naturales, lo cual se justifica si se tienen en cuenta el alto costo de los productos agroquímicos utilizados en la eliminación de las plagas de los cultivos.

Artrópodos depredadores son los controladores más importantes de ácaros fitófagos y, dentro de ellos, los ácaros de la familia Phytoseiidae son los enemigos naturales más efectivos, debido a la corta duración de su ciclo de vida

y a las pocas necesidades de alimento para su sobrevivencia.

Muchos factores afectan la interacción depredador-presa, destacándose, como más importantes, la densidad del depredador y de la presa, las características del medio, de la presa y del depredador. Dos de estas variables, densidad del depredador y densidad de la presa, son características inherentes de cada situación depredador-presa, ya que originan los denominados componentes básicos de depredación, mientras que las tres restantes generan los componentes subsidiarios.

El presente trabajo constituye una de las partes de la evaluación funcional y numérica de los ácaros Phytoseiidae *Amblyseius herbicolus* (Chant) y *Neoseiulus chilensis* (Dosse) para determinar las posibilidades de su utilización en programas de control integrado de *Tetranychus urticae* (Koch.) en plantaciones comerciales, mediante el análisis del componente básico respuesta funcional del depredador a la densidad de la presa y de los subsidiarios: respuestas de *T. urticae* a condiciones variables de luz y topografía y patrones de búsqueda de los dos depredadores.

REVISION DE LITERATURA

Un gran número de autores ha reconocido el valor de los ácaros depredadores de la familia Phytoseiidae en el control de ácaros fitófagos en general (Huffaker et al., 1970; Mc Murtry et al., 1970) y de los Tetranychidae, es-

1 Estudiante último semestre Biología, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 35785 Bogotá.

2 Profesor, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, A.A. 14490 Bogotá.

pecialmente *Tetranychus urticae* (Force, 1967; Hamai y Huffaker, 1978). Los Phytoseiidae han demostrado ser efectivos controladores en diversas situaciones, especialmente en invernadero, sobre hospederos como frijol (Chant, 1961), alfalfa (Burnett, 1970); y ornamentales (Hamlen y Lindquist, 1981) y tal efectividad se ha observado en fresales en condiciones de campo abierto (Oatman y McMurtry, 1966).

Desafortunadamente, las características depredadoras de dichos organismos no han sido suficientemente estudiadas y esto dificulta la identificación de los factores que afectan la interacción depredador-presa y la efectividad real de los Phytoseiidae como enemigos naturales.

La información para determinar la efectividad real de un depredador se ha basado, principalmente, en su habilidad para atacar la presa, la duración de su ciclo de vida con relación al de la presa y la tolerancia ambiental. A pesar de la obvia importancia de estas características, se reconoce ampliamente que, también, la capacidad de búsqueda es de vital importancia; por determinar la habilidad del depredador para localizar su presa y mantener su número en diferentes densidades de presa (Huffaker et al., 1970; Varley et al., 1973). No obstante lo anterior, muy pocos estudios han tenido en cuenta esta característica de depredación (Fleschner (1950) y Eveleigh and Chant (1982, b y c)).

Teóricamente, se ha demostrado que tres respuestas básicas de los depredadores tienen un efecto importante sobre la interacción depredador-presa: (1) Respuesta del depredador a la densidad de la presa, (2) Respuesta del depredador a la densidad del depredador y (3) Respuesta del depredador a la distribución de la presa (Hassell et al., 1976). Sin embargo, con la excepción de estudios teóricos, estas respuestas han sido tratadas como componentes separados de los procesos de depredación (Eveleigh y Chant, 1981 a).

Las respuestas de los depredadores a

la densidad de la presa han sido divididas en dos tipos: (1) Respuesta funcional, definida por Holling (1961) y Hassell et al. (1976) como el cambio de la rata de ataque por depredador cuando cambia la densidad de la presa y (2) Respuesta numérica, que es el cambio en la densidad del depredador por cambios en la densidad de la presa. Holling describe tres tipos básicos de curvas para la respuesta funcional: Tipo I, caracterizada por un incremento lineal hasta alcanzar un pico a medida que se incrementa la densidad de la presa; Tipo II, con aceleración negativa hasta un pico máximo; y Tipo III en forma de "S" hasta alcanzar también un pico.

Las respuestas funcionales de los Phytoseiidae parecen ser variables, tanto intra, como interespecíficas y algunos estudios sugieren que, probablemente, sean multiformes (Mori, 1967; Sandness y McMurtry, 1970). Varios factores internos o externos a los depredadores afectan la forma de la respuesta funcional, tales como: hambre, edad del depredador, aprendizaje, confusión, tamaño del depredador, posibilidades de presa alterna, posibilidades de dieta complementaria, tamaño, defensa y distribución de la presa. Por todo lo anterior, no es lógico esperar un solo tipo de curva como representativa del gran rango de respuestas del depredador a la densidad de la presa (Eveleigh and Chant, 1981a).

Los primeros pasos, en el sentido de integrar los diferentes componentes de depredación en la interacción depredador-presa de Phytoseiidae-Tetranychidae, han sido dados por las publicaciones de Eveleigh y Chant (1981 a, b; 1982 a,b,c), cuyos estudios han analizado un volumen bastante grande de tales componentes, a saber: respuestas funcional, numérica y total en diferentes estadios del depredador, emigración de depredadores y comportamientos de búsqueda bajo diferentes condiciones.

MATERIALES Y METODOS

Los patrones de distribución de *T. urticae* y los patrones de búsqueda de

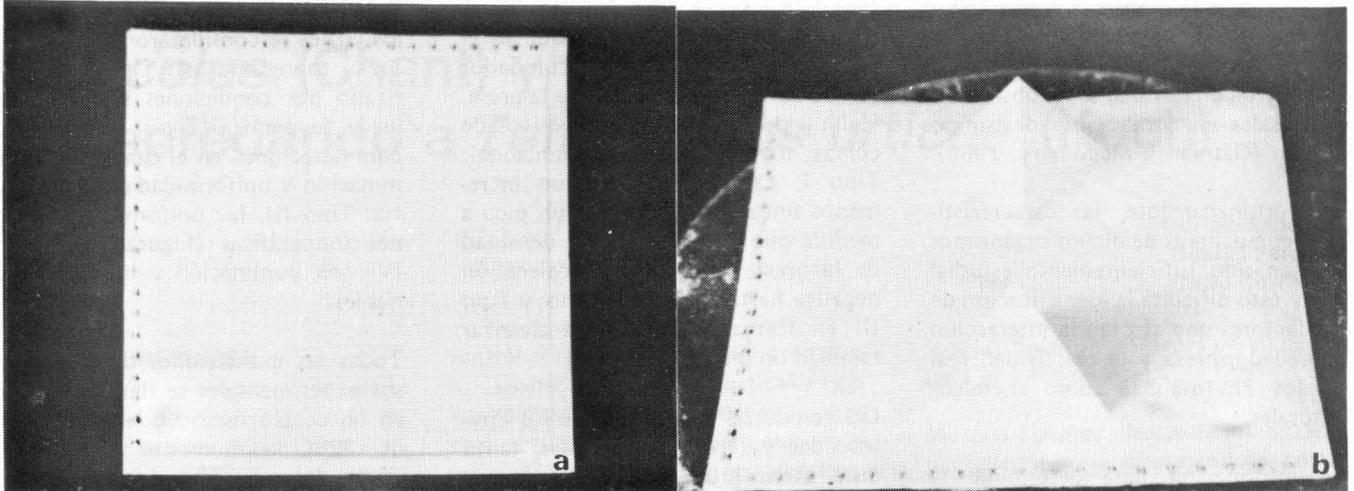
A. herbicolus y *N. chilensis* se realizaron siguiendo la metodología de Fleschner (1950). Las hembras adultas y grávidas de las tres especies fueron evaluadas individualmente en cuatro tipos de universos experimentales, en los cuales se consideraron las variables luz y topografía así: Tipo I, caracterizado por condiciones uniformes de luz y topografía (Figura 1a); Tipo II, con variaciones en el campo de la iluminación y uniformidad en la topografía; Tipo III, luz uniforme y variaciones topográficas (Figura 1b) y Tipo IV, con iluminación y topografía variables.

Todas las evaluaciones de los universos experimentales se llevaron a cabo en un cuarto oscuro con temperatura de 22°C y humedad relativa del 75%. La superficie de experimentación fue un cuadrado de papel milimetrado de 20 cm de lado; la iluminación se suministró con una lámpara de estereoscopio y sus variaciones (iluminación de solo la mitad del cuadrado) se lograron interponiendo un cartón negro mate entre la fuente y la superficie. La introducción de dos pirámides triangulares de cartón de 7 cm de lado y forradas con papel milimetrado sirvió para dar las variaciones topográficas.

Los organismos se resitringieron al cuadrado colocando una barrera de vaselina neutra en los bordes.

Los patrones de distribución de *T. urticae* se lograron liberando 40 hembras adultas sobre cada universo experimental y anotando, al cabo de una hora, la posición adoptada por los ejemplares; se realizaron cuatro veces.

Los patrones de búsqueda para cada especie de depredador y cada universo se realizaron liberando una hembra grávida sobre la superficie y dibujando su desplazamiento durante una hora. Sobre los dibujos patrones así obtenidos y mediante la elaboración de calcos consecutivos hasta lograr desenredarlos completamente en líneas sencillas, se determinaron midiendo sobre una hoja de papel milimetrado las velocidades de búsqueda. Cada uno de

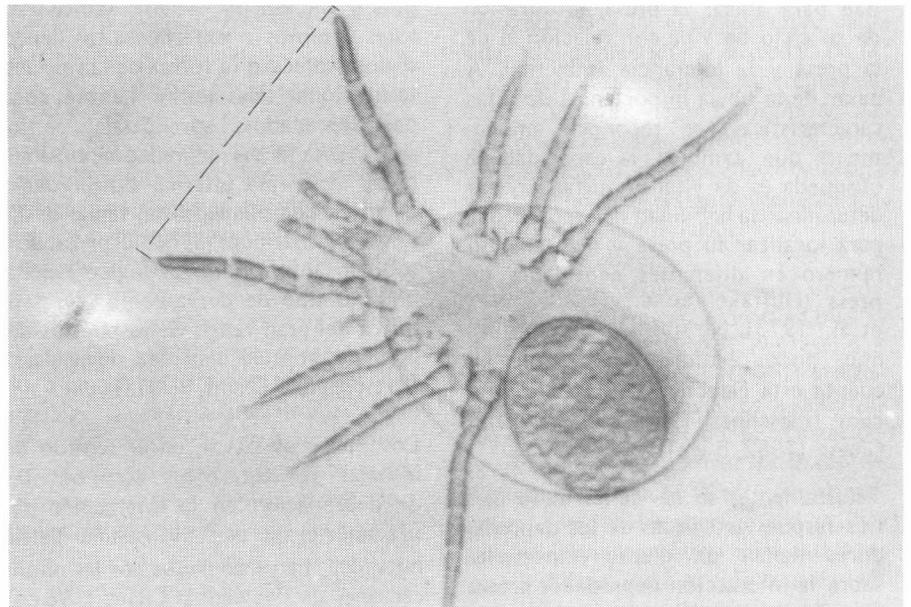


los ejemplares evaluados y otros más fueron montados dorsalmente en solución Hoyer's, para su observación al microscopio y determinar el campo de percepción o distancia entre las uñas del par de patas I (Figura 2), con las cuales el depredador va barriendo la superficie por donde se desplaza en busca de su presa.

El área total de búsqueda de cada depredador para cada universo experimental fue determinada por el producto entre la velocidad de búsqueda y el campo de percepción.

Para la determinación de la respuesta funcional de los depredadores a la densidad de la presa, se utilizaron discos de hoja para *T. urticae*, en densidades de 1,2,4,7,10,13,19 y 30 por disco, adicionándose posteriormente a cada uno una hembra grávida del depredador. El montaje fue aseguído por 96 horas, efectuando controles cada 24, para reemplazar las presas consumidas y el retirar los huevos depositados (Everson, 1979).

Los discos de hoja para *A. herbicolus* se montaron siguiendo una modificación de la técnica descrita por Rodríguez (1953), que consistió en colocar algodón prensado dentro de una caja



de petri y sobre él distribuir discos de hoja con el envés hacia arriba para utilizarlo como soporte y el rápido marchitamiento se previno adicionando agua destilada (Figura 3a).

Para *N. chilensis*, se utilizó la denominada técnica del disco flotante, que es una adaptación de la propuesta por Boykin y Campbell (1982), así: en recipientes plásticos de 12 cm de lado y 6 cm de alto se vertió una capa de

parafina de más o menos 2 cm de espesor y se dejó solidificar y, posteriormente, se adicionaron 20 ml de agua y cada disco de hoja con el envés hacia arriba se fijó en la parafina, con un alfiler entomológico de tal manera que quedase flotando (Figura 3b). A los dos tipos de montajes mencionados se les adicionaron más o menos 6 ml de una solución de detergente comercial en polvo (0,5 g por 100 ml de agua), con el fin de reducir la tensión

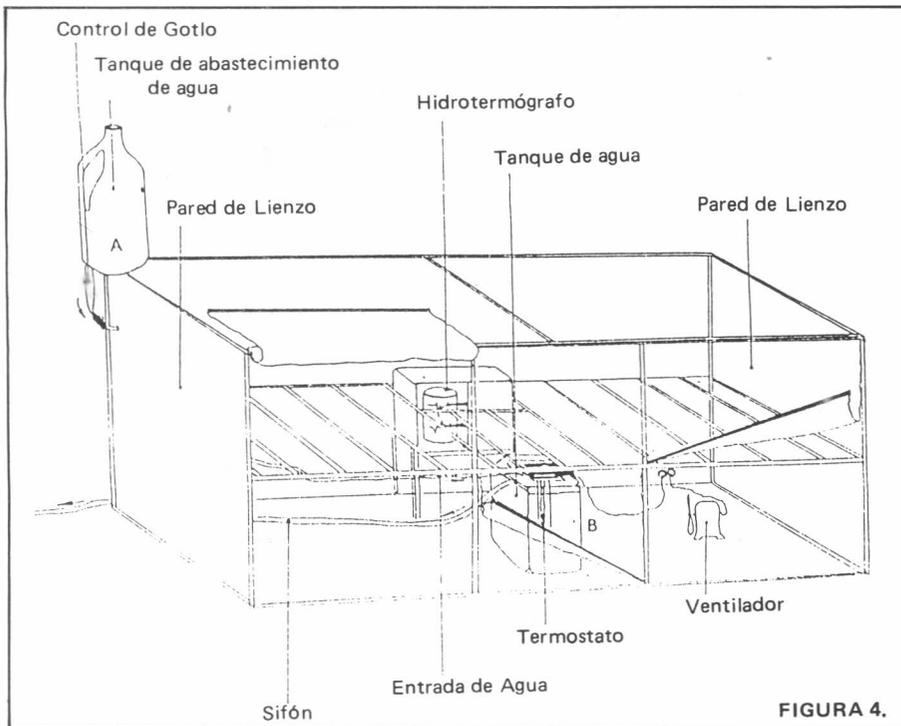
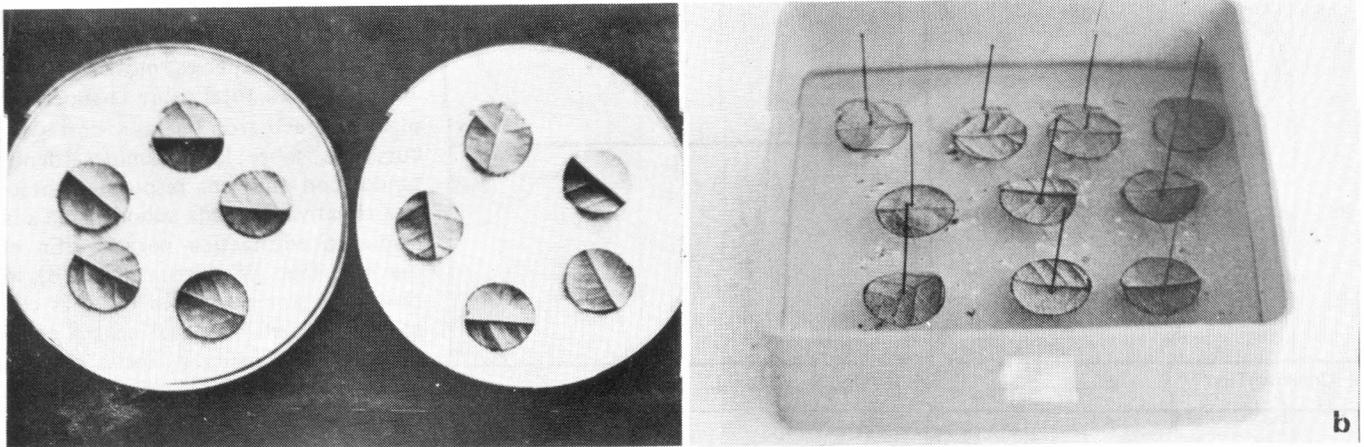


FIGURA 4.

superficial y evitar el escape de las hembras de los depredadores.

Las evaluaciones de respuesta funcional se realizaron dentro de una cámara bioclimática con condiciones controladas de temperatura a $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y humedad relativa de $85 \pm 5\%$, diseñada y construida por los autores para tal fin (Figura 4). En un armazón de madera de 1,65 m de largo, por 0,8 m de alto y 0,8 m de fondo, se cubrieron las

caras superior, inferior, anterior y posterior con plástico para invernadero y las caras laterales restantes fueron protegidas con lienzo, con el objeto de permitir la estabilización del microambiente y evitar la condensación de agua en el interior.

El sistema de regulación de temperatura y humedad relativa consistió en un recipiente plástico exterior (elemento A), colocado sobre la cámara y dotado

de un equipo de venoclis (microgoteo para dosificar la entrada de agua a un segundo recipiente plástico (elemento B) colocado dentro y adaptado con un sistema de sifón para drenar el exceso de líquido hacia el exterior. Un termostato para acuario, con regulador, marca Metaframe y modelo 22 Economatic, colocado dentro del último recipiente, mantuvo la temperatura y evaporación del agua constantes y, a la vez, la temperatura y humedad relativa dentro de la cámara. Con el fin de evitar estratificación de condiciones ambientales, se hizo circular constantemente el aire, mediante el uso de una hélice plástica, tipo ventilador, adaptada a un motor eléctrico de 4,5 voltios.

La cámara diseñada permite cierta amplitud en la escogencia de los valores de temperatura y humedad relativa, mediante la variación de la velocidad de goteo, la temperatura del termostato, la velocidad de la hélice ventiladora y la superficie de evaporación y el volumen de agua del elemento B.

RESULTADOS Y DISCUSION

Patrones de distribución de *T. urticae*:

Las hembras adultas jóvenes, en el universo Tipo I (Figura 5a.), mostraron tendencia a la agrupación hacia los ángulos, porque, probablemente, en estos sitios pueden tender sus telarañas,

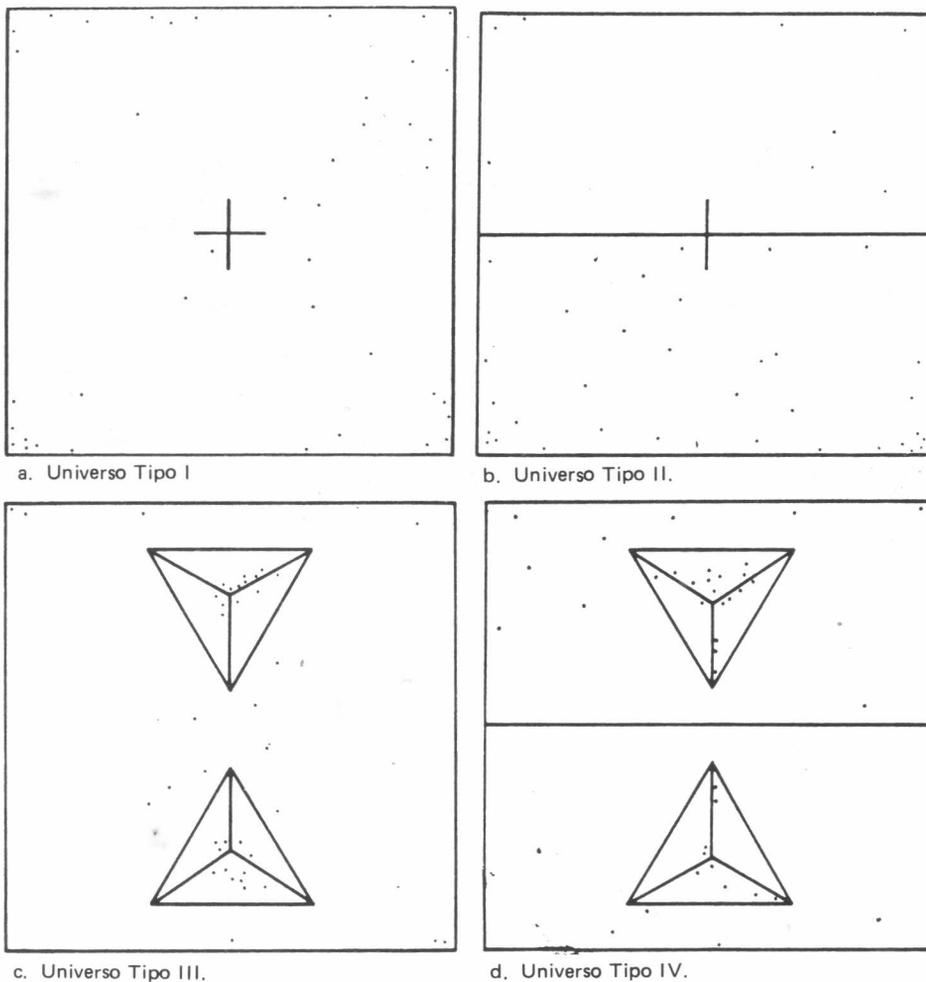


Figura 7. Patrones de Búsqueda de *N. chilensis*.

como mecanismo de protección para ellas y sus huevos, puesto que se presentaba el soporte para las mismas en los bordes de la vaselina; este desplazamiento pudo, también, deberse a que buscaban huir de la luz, fenómeno que es, claramente, observable en el universo Tipo II (Figura 5b) en el cual la mayoría de los ejemplares se ubican en la zona oscura y donde la tendencia a la agrupación y ocupación de los ángulos fue menos marcada.

En el universo Tipo III (Figura 5c), la respuesta a ascender, o respuesta geotáctica negativa, fue superior a la respuesta de escape la luz o fototactismo, ya que la mayoría de los especímenes se ubicaron sobre las pirámides y hacia los ápices y los individuos que permanecieron sobre la superficie plana res-

pondieron de la misma manera que si estuvieran en el universo Tipo I. En el universo Tipo IV (Figura 5d), se observó más claridad, ya que la respuesta geotáctica negativa de las hembras de *T. urticae* fue superior o se sobrepuso a la respuesta fototáctica negativa, pues casi todos los ejemplares se ubicaron sobre la pirámide iluminada.

Patrones de búsqueda de los depredadores: Las dos especies de depredadores manifestaron una clara semejanza en el desarrollo de sus patrones. En el universo Tipo I (Figuras 6a. y 7a.), la búsqueda fue más extensa en los ángulos y lados del cuadrado, lo cual sugiere que estos dos organismos presentan una respuesta fototáctica negativa, que fue mucho más fácil de visualizar en el universo Tipo II (figuras 6b y 7b),

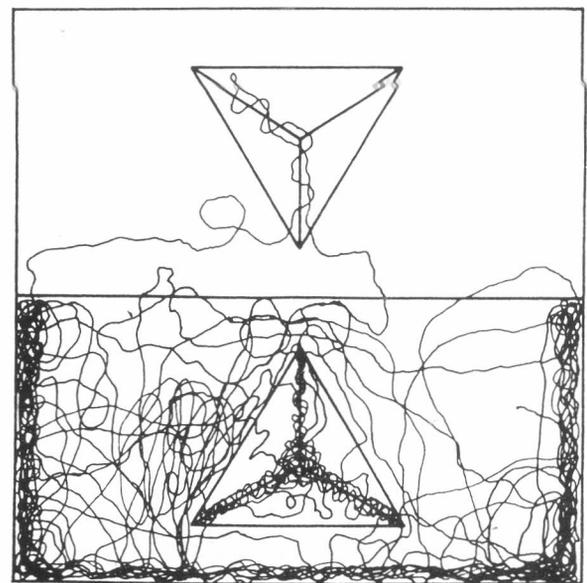
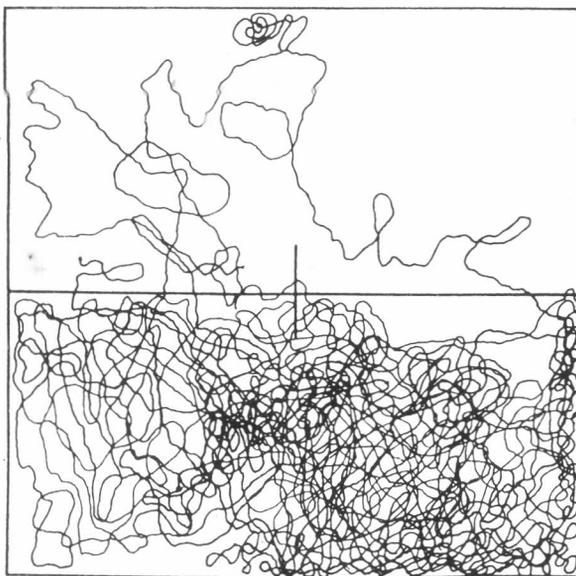
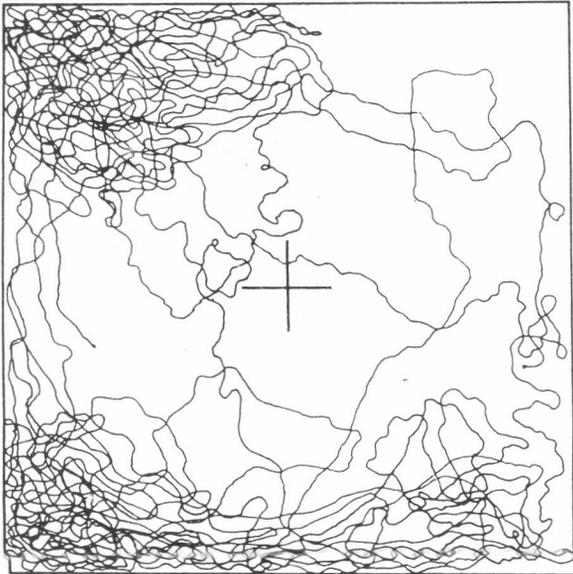
donde los patrones de búsqueda se restringieron, casi totalmente, a la superficie no iluminada.

En el universo Tipo III (Figuras 6c y 7c), las dos especies mostraron una búsqueda casi total sobre la superficie plana y efectuaron ligeras y cortas incursiones sobre las pirámides, denotando, con ello, una respuesta geotáctica negativa pequeña subordinada a la respuesta fototáctica negativa. En el universo Tipo IV (Figuras 6d y 7d), lo observado anteriormente fue más claro, pues la búsqueda se centró en la parte no iluminada y, sobre ésta, la superficie plana fue más transitada que la pirámide.

Superponiendo los patrones de distribución de *T. urticae* y los patrones de búsqueda de *A. herbicolus* y *N. chilensis*, se observó que las zonas rastreadas por estos últimos coinciden, en su mayoría, con las zonas preferidas por la presa dentro de los universos experimentales, lo cual da una alta probabilidad de encuentro entre los depredadores y su presa. La única diferencia se aprecia en los universos Tipo III y Tipo IV, donde la presa prefiere ascender por las pirámides para huir de la luz, como resultado de la mayor intensidad de respuesta geotáctica negativa sin embargo, existió alguna búsqueda sobre las pirámides iluminadas.

Velocidades, campos de percepción y áreas de búsqueda: En todos los universos experimentales, *A. herbicolus* desarrolló mayores velocidades de búsqueda que *N. chilensis* (Tabla 1). Sin embargo, las dos especies presentaron comportamientos similares al buscar con menor intensidad en el universo Tipo I, incrementar las velocidades del universo Tipo I al Tipo II y del Tipo III al Tipo IV (elementos de parejas entre los cuales sólo hubo diferencias en condiciones de iluminación) y desarrollar búsquedas más intensas en los últimos tres tipos de universos.

Las diferencias observadas fueron: *A. herbicolus* desarrolló la mayor velocidad en el universo Tipo II, con 774



cm/hora y *N. chilensis* lo hizo en el universo Tipo IV, con 583 cm/hora. Parece que las condiciones de penumbra, o poca iluminación, estimulan la búsqueda en estas dos especies y las condiciones de iluminación plena inhiben dicha búsqueda. Es probable que se presenten los dos tipos de acción.

El campo de percepción, también, fue mayor para *A. herbicolus*, con 0,0591 cm, mientras que *N. chilensis* presentó 0,0407 cm. Lo anterior se traduce para la primera especie, en mayores áreas totales de búsqueda (Tabla 1) en todos los universos experimentales.

Respuestas funcionales a la densidad de la presa: Al comparar las respuestas funcionales (Figura 8), vemos que *N. chilensis*, a bajas densidades de presa (1, 2 y 4 huevos), presentó la mejor respuesta al consumir 0,977; 1,652 y 3,818 huevos, respectivamente, mientras que *A. herbicolus* solo consumió 0,833; 1,652 y 3,209 en las mismas densidades. En valores intermedios de 7;10 y 13 huevos, las dos especies respondieron de manera similar y, en la última densidad de 30 huevos, los papeles se invirtieron y, por ésto, *A. herbicolus* presentó el mejor consumo,

con un 50% y *N. chilensis* sólo, 29,2%.

Las hembras de *A. herbicolus* evaluadas, durante 5- o 6 días (120 a 144 horas) empezaron a morir sin causa aparente, lo cual no se observó en *N. chilensis*, cuyos ejemplares siguieron consumiendo y ovipositando normalmente. Debido a ésto, fue necesario hacer observaciones de campo para determinar la existencia de un complemento en la dieta. Es probable que lo haya, pues en sus hospederos se comprobó la presencia de nectarios y/u hongos.

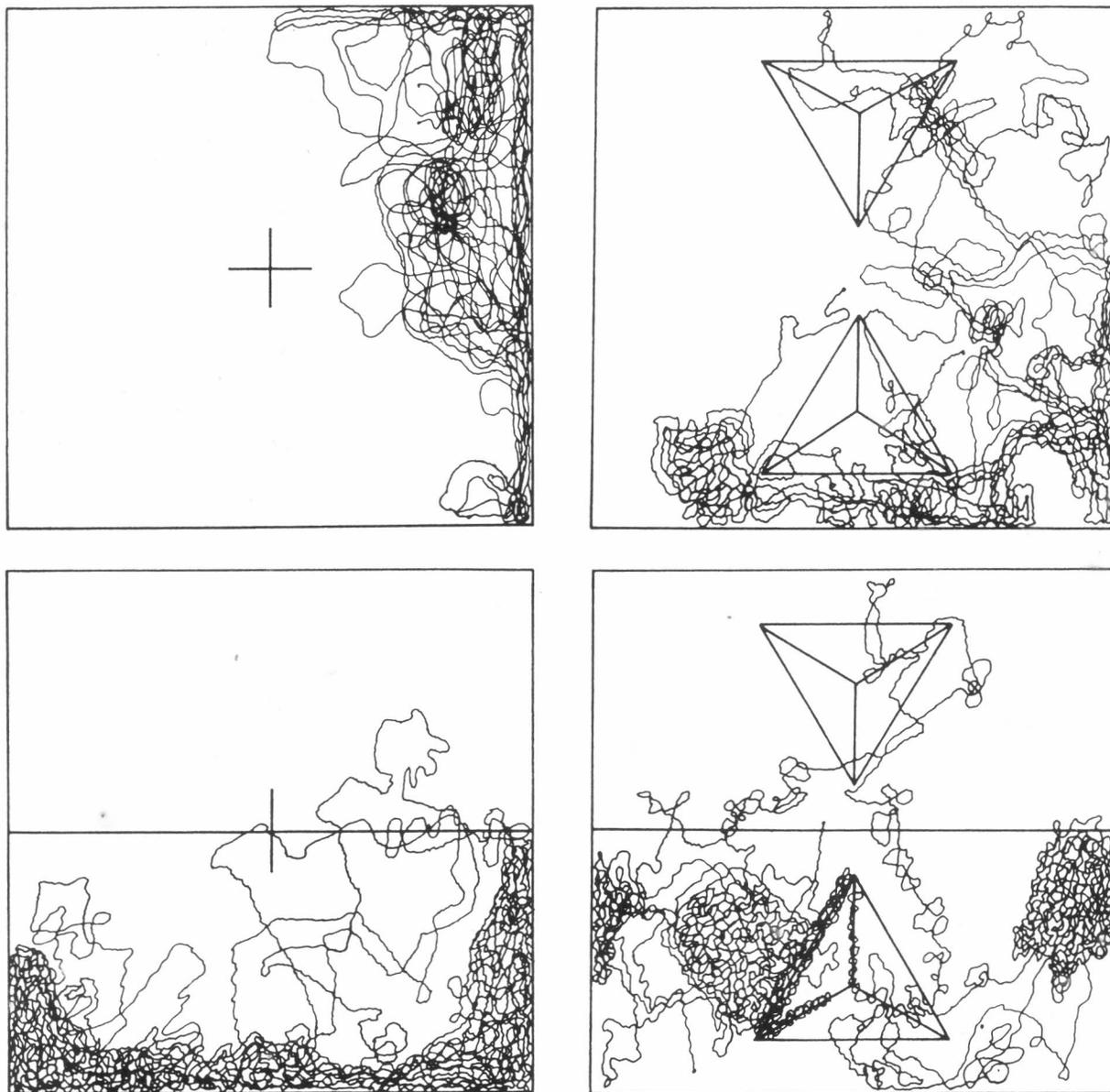


TABLA 1. Areas de búsqueda de los depredadores *Amblyseius herbicolus* (CHANT) y *Neoseiulus chilensis* (DOSSE) bajo diferentes condiciones de luz y topografía.

Universo Tipo	Velocidad de Búsqueda cm/hora		Area Total de Búsqueda cm ²	
	<i>A. herbicolus</i>	<i>N. cf chilensis</i>	<i>A. herbicolus</i>	<i>N. cf chilensis</i>
I	573	440	33.86	18.56
II	774	502	45.74	21.18
III	727	517	42.96	21.81
IV	750	583	44.32	24.60

CONCLUSIONES

En las condiciones del presente experimento, se concluye que:

- Hembras adultas recién formadas de *T. urticae* presentaron la respuesta geotáctica más fuerte que la fototáctica.
- Para *A. herbicolus* y *N. chilensis* los patrones de búsqueda fueron semejantes y las respuestas geotácticas negativas primaron sobre las fototácticas negativas.

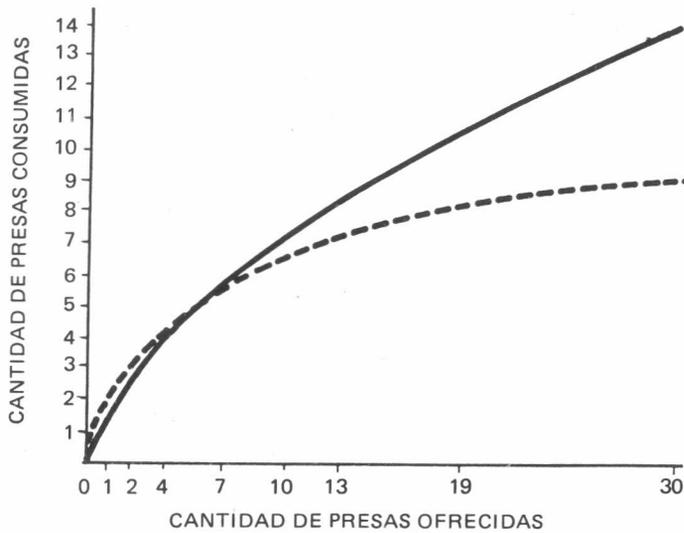


Figura 8. Comparación de respuestas funcionales de los ácaros Phytoseiidae (*Amblyseius herbicolus* (CHANT) y *Neoseiulus chilensis* (DOSSE) devorando huevos de *T. urticae* (KOCH) sobre rosa.

- No obstante la diferencia de prioridad de respuestas de los depredadores en relación a las de la presa, las zonas coinciden suficientemente con las zonas preferidas por *T. urticae*, aumentando, así, la alta probabilidad de encuentro.
- En todos los universos experimentales *A. herbicolus* presentó mayores velocidades de búsqueda en mayor campo de percepción y, por tanto, mayor área total de búsqueda que *N. chilensis*.
- *A. herbicolus* tuvo la mejor respuesta funcional, cuando fue evaluado en densidades de 19 y 30 huevos.
- Las dos especies de depredadores, en densidades intermedias de 7,10 y 13 huevos, presentaron respuestas funcionales bastante parecidas.
- *N. chilensis* presentó las mejores respuestas funcionales cuando fue evaluado en densidades de 1,2 y 4 huevos, lo cual sugiere que es más útil que *A. herbicolus* en la regulación de presa en bajas densidades.
- Por presentar respuesta funcional a densidades bajas e intermedias de presa y no tener necesidades de dieta complementaria, *N. chilensis* se puede considerar como mejor prospecto que *A. herbicolus* para su

uso en programas de control de *T. urticae* en cultivos comerciales.

- Es necesario determinar los umbrales de significancia económica para los daños causados por *T. urticae* en rosa, con el fin de efectuar, a nivel de campo, experimentos de control de esta plaga, con *N. chilensis*.

BIBLIOGRAFIA

BOYKIN, L.S., and W.V. Campbell. 1982. Rate population increase of the two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae) on peanut leaves treated with pesticides. *J. Econ. Ent.*, 75 (6): 966-971.

BURNETT, T. 1970. Effect of temperature on a greenhouse acarine predator-prey population. *Can. J. Zool.*, 48: 555-562.

CHANT, D.A. 1961. An experiment in biological control of *Tetranychus telarius* (L.) (Acarina: Tetranychidae) in a greenhouse using the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* A-H (Phytoseiidae). *Can. Ent.*, 93: 437-443.

EVELEIGH, E.S., and D.A. Chant. 1981 a. Experimental studies on acarine predator prey interactions: Effects of predator of feeding history on prey consumption and the functional response (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, 59: 1390-1406.

-----, -----, 1981 b. Experimental studies on acarine predator-prey interactions: The numerical response of immature and adult predators (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, 59: 1407-1418.

-----, -----, 1982 a. Experimental studies on acarine predator-prey interactions: The effects of predator density on immature survival, adult fecundity and emigration rates, and numerical response to prey density (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, 60: 630-638.

-----, -----, 1982 b. Experimental studies on acarine predator-prey interactions: The distribution of search effort and the functional and numerical responses of predator in a patchy environment (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, 60: 2979-2991.

-----, -----, 1982 c. Experimental studies on acarine predator-prey interactions: Effects of temporal changes in the environment on searching behaviour, predation rates, and fecundity (Acarina: Phytoseiidae). *Can. J. Zool.*, 60: 2992-3000.

EVERSON, P. 1979. The functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) to various densities of *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae). *Can. Ent.*, 111: 7-10.

FLESCNER, A. 1950. Studies on searching capacity of the larvae of the predators of the citrus red mite. *Hilgardia*, 20 (13): 233-265.

- FORCE, D.C. 1967. Effect of temperature on biological control of two-spotted spider mites by *Phytoseiulus persimilis*. J. Econ. Ent., 60(5): 1308-1311.
- HAMAI, J., and C.B. Huffaker. 1978. Potential of predation by *Metaseiulus occidentalis* in compensating for increased, nutritionally induced, power of increase of *Tetranychus urticae*. Entomophaga, 23 (3): 225-237.
- HAMLEN, R.A., and R.K. Lindquist. 1981. Comparison of two *Phytoseiulus* species as predators for two-spotted spider mites on greenhouse ornamentals. Env. Ent. Amer., 10(4): 524-527.
- HASSELL, M.P., J.H. Lawton, and J.R. Beddington. 1976. The components of arthropod predation. I. The prey death-rate. J. anim. Ecol., 45: 138-164.
- HOLLING, C.S. 1961. Principles of insect predation. Ann. Rev. Ent., 6:163-182.
- HUFFAKER, C.B., M. Van de Vrie, and J.A. Mc Murtry. 1970. II. Tetranychid populations and their possible control by predators: An evaluation. Hilgardia, 40 (11): 391-458.
- LAING, J.E., and J.A. Osborn. 1974. The effect of prey density on the functional and numerical responses of three species of predatory mites. Entomophaga, 19 (3): 267-277.
- McMURTRY, J.A., C.B. Huffaker, and M. Van de Vrie. 1970. I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. Hilgardia, 40 (11): 331-390.
- MORI, H. 1967. The influence of prey density on the predation of *Amblyseius longispinosus* (Evans) (Acarina: Phytoseiidae). Proceedings of the 2nd International Congress of Acarology: 149-153.
- OATMAN, E.R., and J.A. McMurtry. 1966. Biological control of two-spotted spider mite on strawberry in southern California. J. Econ. Ent., 59(2): 433-439.
- RODRIGUEZ, J.G. 1953. Detached leaf culture in mite nutrition studies. J. Econ. Ent., 46 (4): 713.
- SANDNESS, J.N., and J.A. McMurtry. 1970. Functional response of three species of Phytoseiidae (Acarina) to prey density. Can. Ent., 102: 692-704.
- VARLEY, G.C., G.R. Gradwell, and M.P. Hassell. 1973. Insect population ecology (an analytical approach). University of California press, p.p. 55-74.