

Efecto en las poblaciones del predador *Metacanthus tenellus* (Heteroptera: Berytidae) por los insecticidas botánicos Rotenona y Neem en el cultivo de tomate en el Perú

Effects on the populations of the predator *Metacanthus tenellus* (Heteroptera: Berytidae) by the botanic insecticides Rotenone and Neem on tomato crop in Peru

JOSÉ ALBERTO IANNAcone OLIVER¹, YSABEL MURRUGARRA BRINGAS²

Revista Colombiana de Entomología 26(3-4): 89-97 (2000)

Resumen. El "chinche zancudo" *Metacanthus tenellus* es un predador con varias especies de plagas como presas en el cultivo de tomate *Lycopersicum esculentum*: ninfas de mosca blanca *Bemisia tabaci*, huevos y larvas de la polilla minadora del tomate *Tuta absoluta* y los áfidos *Myzus persicae* y *Macrosiphum euphorbiae*. El objetivo de la presente investigación fue analizar el efecto de los extractos botánicos neem, la rotenona versus algunos químicos convencionales manejados por el agricultor, sobre la fluctuación poblacional de huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus* en el cultivo de tomate, en el Fundo Tajahuana en el Valle de Ica, Perú durante 1997. Las poblaciones de huevos, ninfas y adultos del "Chinche zancudo" se incrementaron durante la floración del tomate. La rotenona no afectó a los tres estadios evaluados de *M. tenellus*, el neem presentó un ligero efecto sobre este biocontrolador y los mayores efectos negativos se observaron con los químicos convencionales empleados rotativamente.

Palabras clave: Chinche. Controlador biológico. Hortalizas. Insecticidas botánicos. Agroquímicos.

Summary. The stilt bug *Metacanthus tenellus* is a predator with vary species of pests as preys in the tomato crop *Lycopersicum esculentum*: nymphs of whitefly *Bemisia tabaci*, eggs and larvae of moth *Tuta absoluta* and aphids *Myzus persicae* and *Macrosiphum euphorbiae*. The purpose of this research was to assay the effects of botanical extracts neem, rotenone against conventional chemicals pesticides managed by farmers, on the population variations of eggs, nymphs and adults of *M. tenellus* in the tomato crop, in the Tajahuana farm in Ica, Peru during 1997. The populations of eggs, nymphs and adults of the stilt bug were increased during flowering on tomato. The results showed rotenone did not affect three instars of development performed on *M. tenellus*, neem showed a slight effect on this biocontrol and the high-test negative effect was observed with conventional chemicals pesticides employed in rotary form.

Key words: Bug. Biological control. Vegetable crop. Botanic insecticide. Agrochemicals.

Introducción

Las hortalizas incluyen especies de ciclo vegetativo relativamente corto, alta demanda de agua, exigentes en nutrientes de fuente orgánica y generalmente sus partes útiles se consumen con poca transformación (Vergara 1998). El tomate *Lycopersicum esculentum* Mill es una planta solanácea originaria de América tropical y es uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia para el consumo fresco y para la industria. El tomate es una de las plantas que ha sido más investigada en todos sus aspectos básicos y agrícolas (Giacconi y Escaff 1998). En el Perú, el cultivo de tomate presenta una alta susceptibilidad al ataque entomológico y fitopatológico, significando para el agricultor un costo alto en su producción por la demanda de agroquímicos, por las numerosas aplicaciones y las concentraciones altas empleadas en el control de plagas, afectando a

sus enemigos naturales (Reyes 1998, Murrugarra 1999). Los pulgones *Myzus persicae* (Sulzer) y *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas) (Heteroptera: Aphididae), la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Heteroptera: Aleyrodidae), la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Meyrick) (Lepidoptera: Gelechiidae), el falso medidor *Pseudoplusia includens* (Walker) (Lepidoptera: Noctuidae) y la mosquita de los brotes *Prodidiplosis longifila* Gagne (Diptera: Cecidomyiidae), son plagas de importancia en el cultivo de tomate, por lo que los agricultores del Perú, emplean un régimen intensivo de aplicaciones (Sánchez y Vergara 1997). La chinche zancudo *Metacanthus tenellus* Stal conocida por muchos años, en la literatura entomológica peruana como *Aknisus* sp. es un predador componente de la fauna benéfica natural de estas plagas en varios cultivos agrícolas (Villarreal *et al.* 1981, Beingolea 1994, Montoro 1999).

El barbasco *Lonchocarpus nicou* Aublet (Leguminosae) y el árbol del Paraíso *Azadirachta indica* Juss (Meliaceae) son dos especies vegetales de las que se extraen productos biodegradables como la rotenona y neem, respectivamente, que no producen desequilibrio en el ecosistema agrícola (Gruber 1992, Coats 1994, Sabillón y Bustamente 1995). La presente investigación se planteó como objetivo analizar el efecto del neem y la rotenona versus algunos plaguicidas químicos convencionales manejados por el agricultor para el control de plagas, sobre huevos, ninfas y adultos del predador *M. tenellus* evaluados por un método directo y otro indirecto en el cultivo de tomate, en el Valle de Ica, Perú.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el fundo Tajahuana, ubicado en el

1 Biólogo. Magister en Entomología. Investigador del Laboratorio de Ecofisiología. Area de Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Universidad Nacional Federico Villarreal. E-mail: joselorena@terra.com.pe

2 Biólogo. Asistente de Investigación del Laboratorio de Ecofisiología. Area de Biodiversidad Animal. Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas. Universidad Nacional Federico Villarreal.

km. 312 de la carretera Panamericana Sur, Localidad de Tate, Distrito de Santiago, Provincia y Departamento de Ica-Perú. (35° 39' LS, 22° 42' LO) (Fig. 1).

Se sembraron, por cerca de 20 años, cultivares de algodón y, en una campaña previa cultivares de tomate variedad "Río Grande". Durante la campaña agrícola de 1997 se presentaron ataques fuertes de *Tuta absoluta*, del gusano defoliador de hojas y perforador de frutos *Spodoptera eridania* (Cramer), de *Bemisia tabaci* y de la mosca minadora *Liriomyza huidobrensis* (Blanchard). El tipo de suelo fue arena franca con un pH de 7,4. (Sánchez y Vergara 1997).

Campo experimental. 1200 m²: parcelas experimentales (8,3 m x 8,0 m = 66,4 m²). Siete surcos por parcela. Tres repeticiones

para cada tratamiento (Iannacone y Montoro 1999).

Insecticidas botánicos y convencionales aplicados en los tratamientos.

La tabla 1 muestra los ingredientes activos, nombres comerciales, formulaciones, grupos químicos, categorías toxicológicas y dosis aplicadas en los cinco tratamientos empleados: neem 1(N₁) (dosis preventiva) y 2(N₂) (dosis curativa), rotenona 1(R₁) (dosis preventiva) y 2(R₂) (dosis curativa) y cinco plaguicidas químicos convencionales usados rotativamente (C).

Las aplicaciones de los tratamientos se realizaron en un intervalo promedio de 15 días. Se ajustaban los tiempos de aplicación según las infestaciones de plagas o primeros estadios de la plaga (Reyes

1998). La aplicación de las soluciones se realizó por aspersión, con ayuda de una mochila de 20 L de capacidad. Las aplicaciones de los productos botánicos se realizaron al caer la tarde y se aplicaron con el adherente y regulador del pH BB₅ ajustando el pH de la solución de 8,5 a 6. Para el caso de la rotenona, se graduó con una adecuada apertura de la boquilla de aspersión.

Variación del cultivar de tomate

- Variedad : Heinz 3302
Hybrid lot 221 x - 8
Seed LB 126 M
- Tipo de siembra : Mecánica - Directa.
- Cantidad de semilla : 360 g/ha
(38 semillas / 2m)
- Tratamiento de la semilla : Rhizolex
®(Fungicida).
- Distancia entre semilla y semilla : 5,3 cm.
- Distancia entre surco y surco : 1,30 cm.

Manejo agronómico del cultivo de tomate.

El cultivo de tomate var Heinz 3302 se llevó a cabo del 29 de mayo al 30 de octubre de 1997, en el fundo Tajahuana - Tate (Ica). Iannacone y Montoro (1999) indican el calendario de actividades agronómicas.

Fertilización del campo experimental.

En la siembra se utilizó

- Sulfato de amonio : 200 Kg/ha
- Triple calcio : 50 Kg/ha
- Sulfato de potasio : 50 Kg/ha
- Boro : 25 Kg/ha

Después de la siembra se utilizó

A. 25 días (4 hojas verdaderas)

- Urea : 150 Kg/ha
- Superfosfato triple de calcio : 100 Kg/ha
- Sulfato de potasio : 100 Kg/ha

B. 40 días

- Urea : 150 Kg/ha
- Superfosfato triple de calcio : 100 Kg/ha
- Sulfato de potasio : 100 Kg/ha

C. 60 - 65 días

- Urea : 100 Kg/ha

Factores climáticos. La temperatura y la humedad relativa media mensual se registraron en la Estación Meteorológica de Ocucaje - Ica. Mayo - Octubre de 1997 del Senamhi a 300msnm. (14° 21' LS, 75° 40' LO). Los datos son los siguientes:

Método directo de evaluación en la planta

La evaluación cuantitativa y cualitativa de *M. tenellus* se realizó tomando de cada

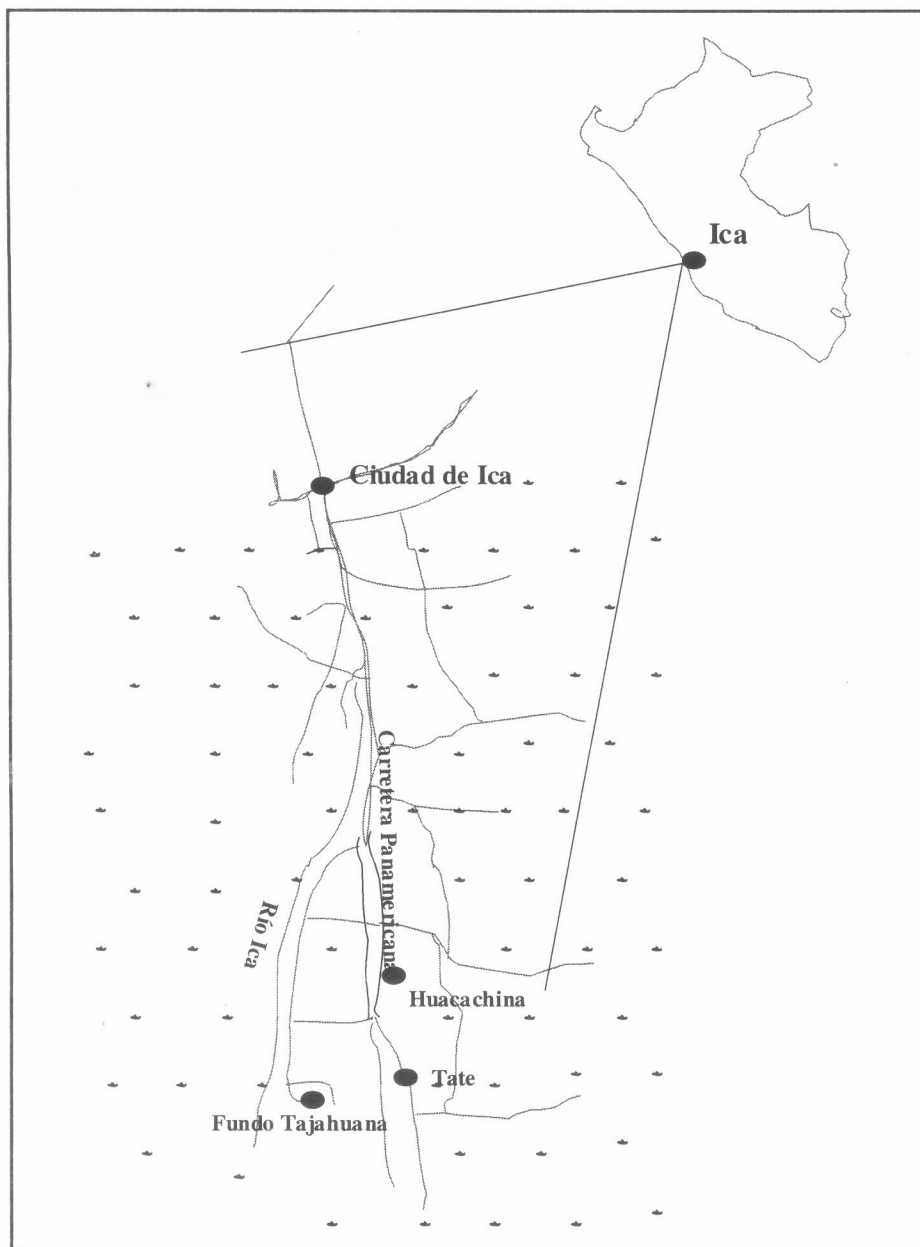


Figura 1. Mapa de la localidad de Tate, Distrito de Santiago, Departamento de Ica-Perú.

Meses	Temperatura media mensual	Humedad relativa media mensual
Mayo	20,6	73
Junio	19,0	74
Julio	19,2	76
Agosto	19,4	75
Septiembre	20,7	75
Octubre	20,8	71
Promedio	19,9	74
Desviación estándar	0,83	1,78

parcela diez plantas escogidas al azar. En todas las evaluaciones en cada planta, dependiendo del estado fenológico, se observaron: una hoja completa, un brote y una flor; teniendo en cuenta la media superior y la media inferior de la planta. En cada parcela con siete surcos se tomaron muestras de los tres surcos medios, con el fin de eliminar el efecto de borde. Luego se procedió a registrar el número de huevos, de ninfas sin tomar en cuenta el estadio y de adultos de *M. tenellus* en la respectiva cartilla de evaluación de campo. Por cada tratamiento se examinaron tres parcelas y los resultados se expresaron en número promedio de huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus*/planta examinada.

Fase de laboratorio. Para la identificación del predador *M. tenellus* se utilizaron las claves para Berytidae de Henry y Froeschner (1988) y Henry (1997a,b). Se criaron algunos huevos en el laboratorio hasta su posterior eclosión para confirmar su pertenencia a *M. tenellus*. Series de especímenes se depositaron en la colección del Museo de Entomología de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú (UNALM-Perú).

Fluctuación poblacional. Se llevaron a cabo nueve evaluaciones directas a lo largo de todo el estado fenológico del cultivo de tomate, las que se describen a continuación:

(9) y por tratamientos (5). Para determinar la fluctuación poblacional a través de los estados fenológicos del tomate, el efecto de los tratamientos y el porcentaje de efectividad en las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus* se utilizó, para todos los casos, un Diseño en Bloques Completamente al Azar (DBCA) y en el caso de existir diferencias significativas se utilizó la prueba a posteriori de Tukey ($P < 0,05$) (Zar 1996). Además, a los porcentajes de efectividad en los huevos, ninfas y adultos, se les aplicó el análisis no paramétrico de Friedman. Se calcularon coeficientes de correlación de Pearson entre las fluctuaciones poblacionales de los huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus*. Además se determinó este mismo índice entre la temperatura mensual y la humedad relativa. Se utilizó el paquete estadístico SAS para el cálculo de los estadísticos descriptivos e inferenciales.

Número de evaluación	Estado fenológico	Tiempo en días del cultivo
1	Desarrollo vegetativo	37
2	Desarrollo vegetativo	39
3	Desarrollo vegetativo	51
4	Desarrollo vegetativo	57
5	Floración	65
6	Floración	71
7	Floración	84
8	Fructificación	98
9	Fructificación	110

Porcentaje de efectividad. Para determinar el porcentaje de efectividad de los extractos botánicos y de los químicos convencionales en el chinche beritido *M. tenellus* se llevaron a cabo cuatro evaluaciones completas, en los siguientes estados fenológicos del cultivo:

Estado fenológico	Número de evaluación
Desarrollo vegetativo	1
Desarrollo vegetativo	2
Floración	3
Fructificación	4

Se utilizó la fórmula de Abbott, para determinar el porcentaje de efectividad, en todos los casos, los valores de impacto negativos se ajustaron a un valor numérico de cero.

Efecto de los tratamientos. Se determinó la existencia de diferencias significa-

tivas entre los cinco tratamientos: neem (1) y (2), rotenona (1) y (2) y plaguicidas químicos convencionales sobre *M. tenellus*, a lo largo de todo el cultivo de tomate.

Diseño estadístico. En el análisis se analizaron los datos por fechas de evaluación

Método Indirecto de evaluación empleando trampas de intercepción

Fase de Campo. Se colocaron 36 trampas "pit fall" o caída a ras de suelo, dos trampas ubicadas en el surco medio de cada subparcela. Para esto se utilizaron recipientes plásticos de alrededor de 7 cm de diámetro x 10 cm de alto, conteniendo 150 ml de solución de formol al 10% (90 partes de agua y 10 de formol), más unos pocos gramos de detergente (Aguilar 1979, House *et al.* 1987, Edwards 1991). Los muestreos se realizaron cada quince días. El muestreo de individuos se efectuó tamizando el contenido de cada trampa con una seda fina, luego se depositaron en frascos conteniendo alcohol al 70% y finalmente se etiquetaron con los datos de campo necesarios, para el posterior conteo de los ejemplares.

Fase de laboratorio. El análisis en el laboratorio se llevó a cabo por frasco colectado, donde la separación e identificación de los individuos de *M. tenellus* se realizó con ayuda del microscopio estereoscópico o microscopio binocular, según el tamaño del predador. Los datos obtenidos se anotaron en una hoja evaluativa en la cual se registraba el número de individuos de *M. tenellus* adultos y ninfas identificados. Se analizaron los datos obtenidos tomando como unidad experimental seis trampas por tratamiento aplicado.

Fluctuación poblacional. Se llevaron a cabo seis evaluaciones indirectas que fueron las siguientes:

Número de evaluación	Estado fenológico	Tiempo en días del cultivo
1	Plántula	16
2	Plántula	23
3	Desarrollo vegetativo	37
4	Floración	65
5	Floración	85
6	Fructificación	98

Diseño estadístico. Los parámetros determinados fueron cantidad de chinches berítidos capturados por tratamiento y por muestreo, previa transformación de los datos obtenidos a $x=x+1$ (Zar 1996). Se aplicó el ANDEVA tanto por muestreo y por tratamiento empleado. De los resultados del ANDEVA se realizó una evaluación usando la prueba a posteriori de Tukey ($p < 0,05$). Se utilizó el paquete estadístico SAS para el cálculo de los estadísticos descriptivos e inferenciales.

Resultados y Discusión

Métodos directos

Fluctuación poblacional. Se observó una fluctuación de las posturas de *Metacanthus tenellus* durante las nueve evaluaciones ($F=10,04$; $P=0,001$), por lo que se procedió a aplicar la prueba de Tukey (5 6 7 3 4 8 9 1 2), siendo las diferencias estadísticamente significativas, con los valores más altos durante la floración en las evaluaciones 5 ($22,8 \pm 14,74$), 6 ($21 \pm 12,26$) y 7 ($18,4 \pm 10,40$) en número de huevos por planta; esto coincide con la presencia de posturas de *Tuta absoluta* en el campo, ya que los adultos van a encontrar alimento incentivando la oviposición de *M. tenellus* (Murrugarra 1999) (Fig. 2). En el número promedio de ninfas, el ANDEVA resultó estadísticamente significativo durante las nueve evaluaciones, en los diferentes estados fenológicos del tomate ($F=8,70$; $P \leq 0,001$), al procederse a aplicar la prueba de Tukey (7 6 5 8 1 4 2 3 9) se tuvieron diferencias significativas durante la floración en las evaluaciones 6 ($6,8 \pm 4,67$) y 7 ($9,8 \pm 5,63$) en número de ninfas por planta (Fig. 3), durante esta etapa se dio la disminución tanto de huevos como de larvas de *T. absoluta* (Murrugarra 1999). En cuanto a los adultos, éstos se incrementaron durante la tercera a la séptima evaluación en el cultivo de tomate ($F=3,25$; $P=0,02$), siendo la floración estadísticamente significativa (Fig. 4); se aplicó la prueba de Tukey (5 3 7 4 6 1 2 9 8), existiendo el valor más alto en la 3ra y 5ta evaluación con $3,2 \pm 1,9$ y $5,6 \pm 3,2$ adultos por planta, respectivamente.

El análisis de los datos de temperatura y de humedad relativa muestra un perfil negativo entre ambas variables, sin embargo no es estadísticamente significativo ($r=-$

$0,60$; $P=0,20$; $n=6$). Entre julio (desarrollo vegetativo) y septiembre (fructificación) se observa un incremento de temperatura en $1,5^{\circ}\text{C}$; sin embargo, las variaciones poblacionales de *M. tenellus*, en el presente estudio, mostraron un menor impacto en forma directa por la temperatura, pues tanto a una temperatura de $19,2^{\circ}\text{C}$ (desarrollo vegetativo) y de $20,7^{\circ}\text{C}$ (fructificación) se presentaron niveles poblacionales bajos para los huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus*. El estado fenológico del cultivo, la fluctuación de las plagas que preda *M. tenellus* y la aplicación de insecticidas serían factores que influirían en las variaciones poblacionales del chinche zancudo, así como ocurre para otros chinches predadores como *Nabis punctipennis* y *Orius insidiosus* (Ramos 1999). La fluctuación poblacional de los huevos de una de sus presas *T. absoluta* sigue el mismo patrón que los adultos de *M. tenellus* (Fig. 4) ($r=0,90$; $P=0,001$; $n=9$) (Murrugarra

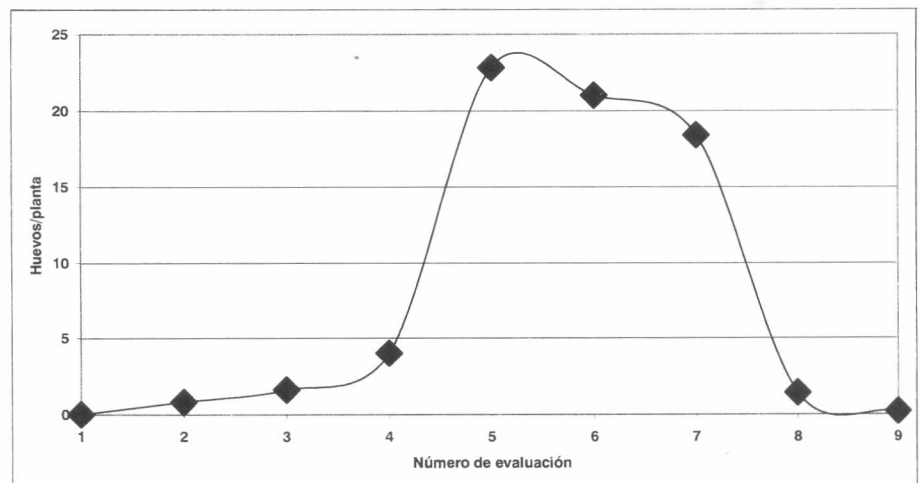


Figura 2. Fluctuación poblacional de los huevos de *M. tenellus* bajo el efecto combinado de cinco tratamientos de insecticidas durante los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

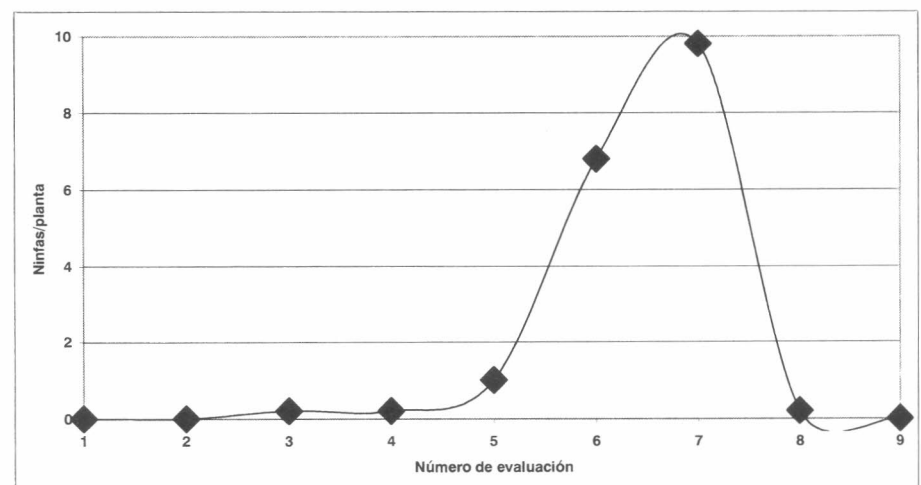


Figura 3. Fluctuación poblacional de las ninfas de *M. tenellus* bajo el efecto combinado de cinco tratamientos de insecticidas durante los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

1999). La fluctuación poblacional de *M. tenellus* para los huevos, ninfas y adultos sigue una distribución unimodal con el máximo pico durante la floración (Figs. 2-4). Se observa una correlación positiva entre huevos y adultos ($r=0,75$; $P=0,02$; $n=9$), entre huevos y ninfas ($r=0,71$; $P=0,03$; $n=9$), pero no entre ninfas y adultos ($r=0,01$; $P=0,99$; $n=9$) de *M. tenellus*.

La figura 4 muestra que durante la tercera evaluación (desarrollo vegetativo) hay un incremento de adultos de *M. tenellus*, posiblemente migrantes de otros campos de tomate, debido al aumento de larvas de *T. absoluta* (Murrugarra 1999). El pico con relación al número mayor de huevos (22,8) es igual al pico del número de adultos de *M. tenellus* (5,6) (Figs. 2-4). Posteriormente, las ninfas incrementan abruptamente en la sexta y séptima evaluación (Fig. 3). Durante la fructificación los huevos, ninfas y adultos de *M. tenellus* descienden en su número poblacional, al igual que la plaga *T. absoluta*. Lo antes expuesto es confirmado por varios autores para otros sistemas predador-plaga (Cisneros 1995, Vilchez 1994, Quintanilla 1997). *M. tenellus* es una especie generalista-polífaga que es capaz de atacar diferentes plagas como huevos y larvas pequeñas de polillas, mosca blanca, pulgones y dípteros en diferentes cultivos como espárrago, papa, camote, maíz y caña de azúcar (Velapatiño 1996, Sánchez y Vergara 1997, Cisneros y Mujica 1999). Además, los infoquímicos como las kairomonas podrían influir en la búsqueda del chinche generalista *M. tenellus* sobre su principal presa *T. absoluta* en el cultivo de tomate (Vet y Dicke 1992). La estrategia «r» de este chinche polífago *M. tenellus* es un mecanismo importante en los ambientes hortícolas temporales, como sucede con el chinche *Nabis* (Lattin 1989). Villarreal *et al.* (1981) indican que esta especie, durante el período ninfal y adulto, se puede también alimentar de la savia de las hojas y brotes tiernos de las plantas, por lo que considera que no tiene agresividad alta de predación como otros chinches predadores. La presente investigación se llevó a cabo durante el inicio del ENOS 1997-98, por lo que ocurrió un mayor incremento en la población de plagas en el tomate y por ende de sus enemigos naturales, entre ellos el predador *M. tenellus* en comparación con otros años (observación personal).

Efecto de los tratamientos. El número de huevos de *M. tenellus* en los cinco tratamientos resultó estadísticamente significativo ($F=4,83$; $P=0,03$) (Fig. 5), se aplicó la prueba de Tukey ($\bar{R}_1, \bar{R}_2, \bar{N}_1, \bar{N}_2, \bar{C}$), encontrándose un número mayor de posturas en R_1 y R_2 , aparentemente la poca residualidad de este extracto permite que el predador siga ovipositando en el cultivo (Reyes 1998). No existieron diferencias en el número de ninfas en los cinco tratamientos ($F=1,66$; $P=0,23$) (Fig. 6). En los adultos se encontró el mayor número de especímenes en ambas concentraciones

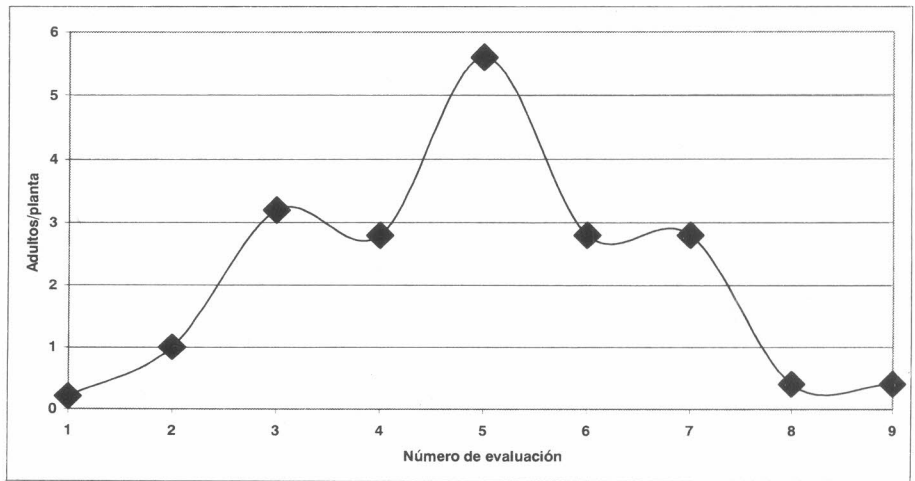


Figura 4. Fluctuación poblacional de los adultos de *M. tenellus* bajo el efecto combinado de cinco tratamientos de insecticidas durante los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

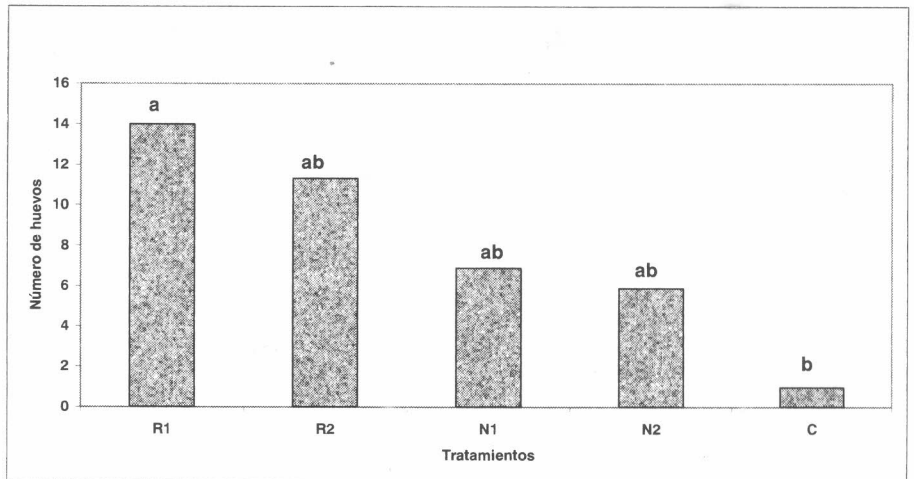


Figura 5. Efecto de los cinco tratamientos con insecticidas sobre la población de huevos de *M. tenellus* en los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

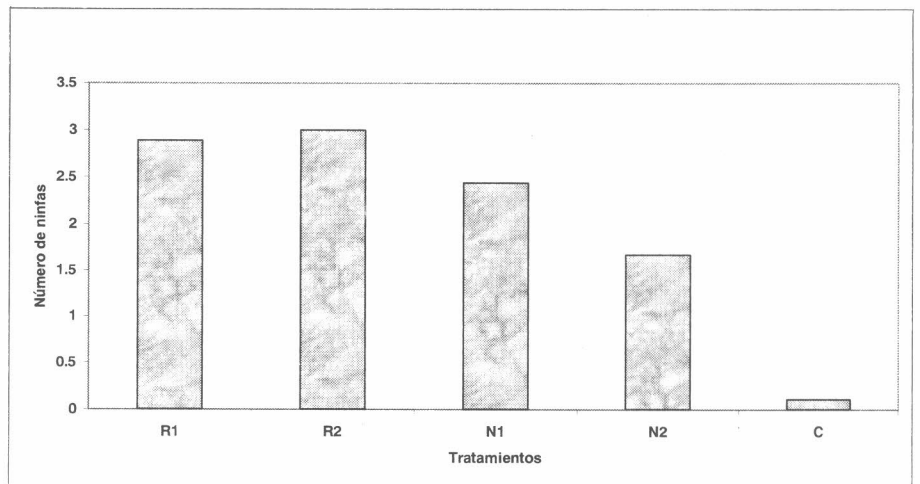


Figura 6. Efecto de los cinco tratamientos con insecticidas sobre la población de ninfas de *M. tenellus* en los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

de rotenona ($F=2,25$; $P=0,04$) (Fig. 7) al aplicar la prueba de Tukey (R_1, R_2, N_1, N_2, C), resultando R_1 estadísticamente significativo con respecto al tratamiento convencional. *M. tenellus*, en las dos concentraciones de Neem, se encuentra poblaciones menores del predador en comparación con la rotenona, esto puede deberse a la actividad repelente del insecticida botánico. En general la rotenona produjo el menor impacto en las poblaciones de huevos y adultos, en la mayoría de los casos el testigo obtuvo los menores niveles poblacionales de huevos, ninfas y adultos. El que no existan diferencias marcadamente significativas entre los productos empleados es debido a que los plaguicidas convencionales son de la categoría toxicológica III y IV y los extractos botánicos son categoría IV (Tabla 1) (Iannacone y Montoro 1999).

De la Cruz *et al.* (1997) indican que la rotenona es efectiva para el control de una de las plagas claves en el manzano como *Planococcus citri* y a su vez permite el incremento de la acción del control biológico como coccinélidos, crisopas y *Symphorobius* sp.. Cisneros y Mujica (1999) muestran que el insecticida botánico rotenona puede ser integrado con otros componentes en el manejo y control de la mosca blanca *Bemisia tabaci* en el cultivo de camote, y que permite la recuperación del predador *M. tenellus* (= *Aknisus* sp.). Zúñiga (1995) indica que la rotenona afecta, por contacto, ligeramente a los coccinélidos en el cultivo de maíz. En el presente caso, los huevos y adultos de *M. tenellus* incrementaron sus poblaciones bajo el efecto de R_1 .

Schmutterer (1990) señala que el neem, por su ligero efecto de contacto y su especial modo de acción, permite que no sea mayormente peligroso o ligeramente peligroso a los enemigos naturales más importantes en los ecosistemas agrícolas. Con relación a los predadores, la araña *Lycosa pseudoanulata* no es sensible a los extractos alcohólicos de neem; es poco

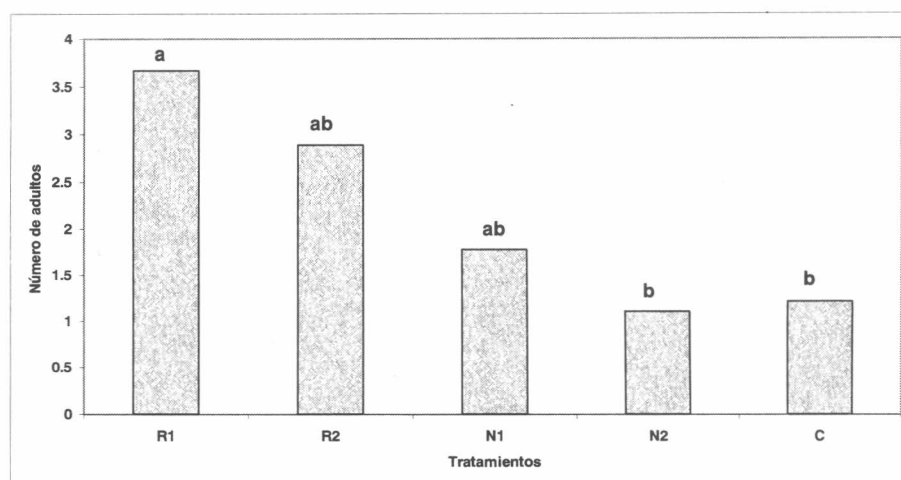


Figura 7. Efecto de los cinco tratamientos con insecticidas sobre la población de adultos de *M. tenellus* en los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

tóxico al ácaro predador *Phytoseiulus persimilis*; los coccinélidos predadores y la tijereta *Doru taeniatum* sobrevivieron a formulaciones con contenido alto de aceite de neem. No hay influencia negativa en los parasitoides, como en la emergencia de pupas de braconidos de áfidos como *Dieraetella rapae* y *Aphidius cerasicola*, ni en la oviposición de *Telenomus remus*.

El principal ingrediente activo del neem es el limonoide triterpenoide azadirachtina, con efectos en las plagas agrícolas en la antioviposición, regulador del crecimiento y antialimentario. Así como, reductor de la fecundidad y de la longevidad (Del Tio *et al.* 1996). Además la salanina, salanol, salanolacetato, gedumina y nimbidina son otros componentes del neem con efectos antialimentarios en las plagas. El que existan diferencias poblacionales significativas en adultos de *M. tenellus*, entre neem2 y rotenona1, se podría deber a un ligero impacto de contacto y repelencia del neem sobre este chinche, como sucede en otro hemíptero *Nezara*

viridula (Riba y Marti 1996). Sin embargo, Montoro (1999) muestra que algunos controladores biológicos de suelo en el cultivo de tomate, como las arañas Anyphaenidae presentaron una mayor cantidad de individuos en el tratamiento con N_1 en comparación con la rotenona y los convencionales.

Porcentaje de efectividad. En el caso de los huevos, C y la R_2 (Tabla 2) muestran porcentajes promedios de efectividad de 25% en ambos casos. Para el caso de las ninfas, la R_2 y el N_2 (Tabla 3) presentaron porcentajes promedios de 0% en ambos casos. Para los adultos, en el caso de R_1 (Tabla 4) el porcentaje promedio de 12,5%, a simple vista tiende a ser menos dañino. Sin embargo, el ANDEVA, para determinar si existen diferencias en la efectividad de los cinco tratamientos sobre huevos ($F= 0,06$, $P=0,99$), ninfas ($F=0,52$, $P=0,71$) y adultos ($F=0,91$, $P=0,49$) mostró que no existen variaciones estadísticamente significativas; además, a estos mismos datos se les aplicó el análisis no

Tabla 1. Comparación de las principales características de los productos químicos sintéticos y botánicos aplicados en los cinco tratamientos en el cultivo de tomate, Valle de Ica, Perú

Ingrediente activo	Nombre comercial	Formulación	Grupo químico	Categoría toxicológica	Dosis aplicada
Azadirachtina (neem)	Nim-X	Extracto etanólico	Insecticida botánico	Ligeramente tóxico (IV)	4ml/l (1) 7ml/l (2)
Rotenona	Agrosan 8% PM	Polvo mojable	Insecticida botánico	Ligeramente tóxico (IV)	8g/l (1) 12g/l (2)
Profenofos	Curacron 500CE	Concentrado emulsionable	Organofosforado	Moderadamente tóxico (III)	3ml/l
Clorpirifos	Lorsban 4E	Concentrado emulsionable	Organofosforado	Moderadamente tóxico (III)	2ml/l
Cartap	Padán 50PS	Polvo soluble	Carbamato	Moderadamente tóxico(III)	2g/l
Clorfluazuron	Atabron	Concentrado emulsionable	Inhibidor de quitina	Ligeramente tóxico (IV)	1,25g/l
Lufenuron	Match 50CE	Concentrado emulsionable	Inhibidor de quitina	Ligeramente tóxico (IV)	1,5ml/l

paramétrico de Friedman para huevos (VMC=12,2 P=0,99), ninfas (VMC=12,2 P=0,94) y adultos (VMC=12,2 P=0,99) obteniendo el mismo resultado. La variabilidad alta en los porcentajes de efectividad (0 a 100%) para los cinco tratamientos para los huevos, ninfas y adultos, podría ser debido a los valores numéricos poblacionales iniciales diferentes a lo largo de las cuatro evaluaciones, debido a la

influencia de las aplicaciones previas sucesivas, a las diferentes combinaciones de plaguicidas utilizados y al estado fenológico del cultivo y sus presas principales (Tabla 5). Sin embargo, en general, a pesar de no existir diferencias estadísticamente significativas, el orden es semejante a lo encontrado en el efecto de los tratamientos sobre las poblaciones del chinche zancudo (Figs. 5-7).

Métodos Indirectos

Fluctuación poblacional. Se evaluó en conjunto el estadio ninfal y adulto de *M. tenellus* por evaluación, variando a lo largo de los diferentes estados fenológicos del cultivo de tomate ($F=5,19$; $P=0,02$), existiendo diferencias entre la evaluación seis ($2,2 \pm 2,16$ individuos) (fructificación) y el resto de evaluaciones (0 individuos) (6

Tabla 2. Porcentaje de efectividad de la rotenona, neem versus plaguicidas químicos convencionales sobre los huevos de *M. tenellus* en el cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

Número de evaluación	R1	R2	N1	N2	C
1	100	0	0	0	0
2	42.9	100	0	50	0
3	0	0	21.7	6.7	100
4	0	0	100	100	0
Promedio	35.73	25	30.43	39.18	25

R1= Rotenona, R2=Rotenona 2, N1=Neem1, N2=Neem2 y C=Convencional

Tabla 3. Porcentaje de efectividad de la rotenona, neem versus plaguicidas químicos convencionales sobre las ninfas de *M. tenellus* en el cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

Número de evaluación	R1	R2	N1	N2	C
1	100	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	100	0	100
Promedio	25	0	25	0	25

R1= Rotenona, R2=Rotenona 2, N1=Neem1, N2=Neem2 y C=Convencional

Tabla 4. Porcentaje de efectividad de la rotenona, neem versus plaguicidas químicos convencionales sobre los adultos de *M. tenellus* en el cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

Número de evaluación	R1	R2	N1	N2	C
1	0	50	0	100	0
2	50	0	0	0	100
3	0	60	100	100	0
4	0	0	0	0	100
Promedio	12.5	27.5	25	50	50

R1= Rotenona, R2=Rotenona 2, N1=Neem1, N2=Neem2 y C=Convencional

Tabla 5. Aplicaciones de los plaguicidas químicos convencionales y botánicos sobre las plagas del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú

Plaguicidas →	Total	Clorpirifos	Clorfluazuron	Cartap	Lufenuron	Profenofos	Rotenona	Neem		
↓ Plagas		2ml/l	1,25 ml/l	2g/l	1,5 ml/l	3 ml/l	8 g/l	12 g/l	4 ml /l	7 ml/l
<i>Liriomyza huidobrensis</i>	3	0	1	2	0	0	6	6	6	6
<i>Bemisia tabaci</i>	5	0	0	0	5	0	6	6	6	6
<i>Tuta absoluta</i>	13	4	0	2	5	2	6	6	6	6
<i>Myzus persicae</i>	2	0	0	0	0	2	6	6	6	6
Total	14	4	1	2	5	2	6	6	6	6

Tabla 6. *M. tenellus* capturados en trampas de suelo en cinco tratamientos aplicados en el cultivo de tomate, Valle de Ica, Perú

Evaluación	R ₁	R ₂	N ₁	N ₂	C	Total
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0
6	0	1	4	5	1	11
Total	0	1	4	5	1	11

R₁ = Rotenona 1, R₂ = Rotenona 2, N₁ = Neem 1, N₂ = Neem 2, C = Convencional

1 2 3 4 5) (Tabla 6). Durante las cinco primeras evaluaciones de plántula a floración, no se encontró ninguna ninfa o adulto de *M. tenellus* en las trampas de intercepción. Esto armoniza con el hecho, que mediante este método indirecto de trampas de intercepción, los hemípteros y entre ellos, los berítidos son escasamente colectados en los ecosistemas naturales y agrícolas (Aguilar 1977, Pefaur 1981, Covarrubias y Toro 1996). Sin embargo, por este método el mayor número de individuos se encontró en la fructificación, a diferencia del método directo en el que se halló más población en la floración (Figs. 2-4).

Efecto de los tratamientos. El promedio del número de *M. tenellus* en los cinco tratamientos no resultaron estadísticamente significativo ($F = 0,55$, $P = 0,70$) (Tabla 6).

Conclusiones

- Las poblaciones de huevos, ninfas y adultos de *Metacanthus tenellus*, por el método directo de evaluación por planta, se incrementaron significativamente durante la floración del cultivo de tomate en el valle de Ica, Perú.

- Se encontró un mayor número de huevos y adultos de *M. tenellus* por el método directo de evaluación por planta en el tratamiento rotenona 1.

- No se observaron diferencias en el porcentaje de efectividad en huevos, ninfas y adultos por los cinco tratamientos: rotenona 1 y 2, neem 1 y 2 y plaguicidas químicos convencionales, en el chinche predador *M. tenellus*.

- Las poblaciones de *M. tenellus*, por el método indirecto, se incrementaron durante la fructificación, pero el empleo de las trampas de intercepción no es específico, ni selectivo para este tipo de predadores, impidiendo una captura eficiente.

Agradecimientos

Se agradece a la red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA)

por el financiamiento de esta investigación durante 1997. Al Biólogo Alfonso Lizarraga Travaglini y al Ingeniero Benjamín Rey por sus sugerencias críticas al manuscrito. Al Dr. Thomas Henry (Washington, E.E.U.U.) por la identificación taxonómica de *Metacanthus tenellus* y por sus publicaciones proporcionadas. A las biólogas María Reyes U. y Imelda Montoro Z. por su colaboración en las evaluaciones de campo.

Bibliografía

- AGUILAR, P.G. 1977. Fauna desértico-costera peruana IV: Artrópodos del tillandsial de Punta Hermosa, Lima (Perú). Revista peruana de Entomología 20: 87-92.
- AGUILAR, P.G. 1979. Artrópodos epigeos del campo cultivados I: Estudio preliminar en el algodonero de Cañete. Revista peruana de Entomología 22: 87-90.
- BEINGOLEA, O.G. 1994. Guía práctica para identificar familias de insectos de interés agrícola. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos (RAAA). Lima, Perú. 309 pp.
- CISNEROS, F. 1995. Control de plagas agrícolas. 2da. Edición, Lima-Perú.
- CISNEROS, F.; MUJICA, N. 1999. Biological and selective control of the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hom.: Aleyrodidae). p. 255-264. En: Impact on a changing world Program Report 1997-98. International Potato Center. Lima, Perú.
- COATS, J.R. 1994. Risk from natural versus synthetic insecticides. Annual Review of Entomology 39: 489-515.
- COVARRUBIAS, R.; TORO, H. 1996. Microartrópodos asociados a vegetación de neblina. Provincia de Antofagasta, Chile. Acta entomológica Chilena 20: 45-56.
- DE LA CRUZ, C.; DE TOMAS, L.; CHUMPITAZ, J.C. 1997. Control de *Planococcus citri* dentro del MIP del manzano en el valle de Mala. Revista peruana de Entomología 40: 155-159.
- DEL TIO, R.; CANO, E.; MARTIN, P.; RAMIREZ, J.L.; OCETE, M.E. 1996. Ensayos sobre la actividad antialimentaria de extractos de *Melia azedarach* L. y *Mentha suaveolens*

Enhr. frente a los noctuidos plagas *Spodoptera littoralis* (Boisd) y *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidopteros: Noctuidae): Boletín de Sanidad Vegetal- Plagas 22: 133-140.

EDWARDS, C.A. 1991. The assessment of populations of soil-inhabiting invertebrates. Agriculture Ecosystem Environment 34: 145-176.

GIACONI, V.; ESCAFF, M.G. 1998. Cultivo de hortalizas. Décimotercera edición. Editorial Universitaria S.A. Santiago de Chile. 337 pp.

GRUBER, A.K. 1992. Biología y ecología del árbol del Neem (*Azadirachta indica* A. Juss), extracción, medición, toxicidad y potencial de crear resistencia CEIBA (Honduras) 33: 249-256.

HENRY, T.J. 1997a. Cladistic analysis and revision of the stilt bug genera of the word (Heteroptera: Berytidae). Contribution American Entomology Institute 30: 1-100.

HENRY, T.J. 1997b. Monograph of the stilt bugs, or Berytidae (Heteroptera) of the Western Hemisphere. Memories of the Entomological Society of Washington 19: 1-149.

HENRY, T.J.; FROESCHNER, R.C. 1988. Catalog of the Heteroptera or true bugs of Canada and the Continental United States. E.J. Brill, Leiden and New York. 958 pp.

HOUSE, G.J.; WORSHAN, A.D.; SHEETS, T.J.; STINNER, R.E. 1987. Herbicide effects on soil arthropod dynamics and wheat straw decomposition in a North Carolina no-tillage agroecosystem. Biological Fertilization and Soils 4: 109-114.

IANNAZONE, J.A.; MONTORO, I. 1999. Empleo de poblaciones de colémbolos como bioindicadores del efecto de plaguicidas en el cultivo de tomate en Ica, Perú. Revista peruana de Entomología 41: 103-110.

LATTIN, J.D. 1989. Bionomics of the nabidae. Annual Review of Entomology 34: 383-400.

MONTORO, I. 1999. Evaluación de artrópodos capturados con trampas de suelo en el cultivo de tomate bajo tres tratamientos: Nim, Rotenona y químico convencional, en el Valle de Ica. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 92 pp.

- MURRUGARRA, Y. 1999. Efecto comparativo de dos insecticidas botánicos Neem y rotenona sobre poblaciones de pulgones (Hom: Aphididae) y sobre la polilla del tomate *Tuta absoluta* (Lep: Gelechiidae) en tomate cultivado en el Valle de Ica. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 138 pp.
- PEFAUR, J.E. 1981. Composition and phenology of epigeic animals communities in the Lomas of southern Peru. *Journal of arid Environment* 4: 31-42.
- QUINTANILLA, S. 1997. Agrosan 8% PM producto eficaz para el control de plagas de espárragos. *Boletín RAAA* (Perú) 23:15.
- RAMOS, R.G. 1999. Fluctuación poblacional de predadores de *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) en cultivos de cebolla cv. "Roja Americana" en Tiabaya, Arequipa. En: Manejo Ecológico de Plagas: Una propuesta para la agricultura sostenible. I. Arning y A. Lizárraga (Eds.). p. 57-64. Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Editorial Gráfica Sttefany S. R. Lima.
- REYES, M.U. 1998. Efecto de dos insecticidas botánicos rotenona y neem sobre "Mosca blanca" (Homoptera: Aleyrodidae) y "Mosca minadora" (Diptera: Agromyzidae) plagas del cultivo de Tomate en Ica 1997. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú. 139 pp.
- RIBA, M.; MARTI, J. 1996. Actividad biológica de la azadirachtina sobre *Nezara viridula* (L.) *Boletín de Sanidad Vegetal de Plagas* 22: 169-177.
- SABILLON, A.; BUSTAMANTE, M. 1995. Evaluación de extractos botánicos para el control de plagas del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *CEIBA* (Honduras) 36: 179-187.
- SANCHEZ, A.G.; VERGARA, C. 1997. Plagas de Hortalizas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima (Perú). 314 p.
- SCHMUTTERER, H. 1990. Properties and potential of natural pesticides from neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35: 271-297.
- VELAPATIÑO, J.F. 1996. Algunos lepidópteros del camote y sus enemigos naturales en los valles Cañete y Rimac. *Revista peruana de Entomología* 39: 111-117.
- VERGARA, R.A. 1998. El control biológico en el control de plagas de importancia económica en hortalizas. En: Nuevos aportes del control biológico en la agricultura sostenible (Resultados del II Seminario Taller Internacional: Aportes del control biológico en la agricultura sostenible y I Congreso Latinoamericano de la sección Regional Neotropical de la Organización Internacional de control biológico). Lizárraga, T.A.; Barreto, C.U.; Hollands, J. (Eds.). Red de Acción en alternativas al uso de Agroquímicos. Lima-Perú. pp. 269-294.
- VET, L.E.; DICKE, M. 1992. Ecology of infochemical use by natural enemies in a trophic context. *Annual Review of Entomology* 37: 141-172.
- VILCHEZ, J. 1994. Efectividad y forma de aplicación de rotenona (*Lonchocarpus nicou*) en el control de plagas de col (*Brassica oleracea* var *capitata*). Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 95 pp.
- VILLARREAL, J.O.; VIÑAS, L.V.; HERRERA, J.A. 1981. Ciclo biológico de *Aknisus* sp. y su capacidad predatora sobre *Bucculatrix*, en Piura, Perú. *Revista peruana de Entomología* 24: 99-101.
- ZAR, J.H. 1996. *Bioestatistical Analysis*. Er.Ed. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River. New Jersey. 662 pp.
- ZUÑIGA, E.H. 1995. Efecto de la rotenona sobre los controladores biológicos de *Hylemya* sp. en el cultivo de maíz. En: Aportes del control biológico en la agricultura sostenible: Resultados del I Seminario Taller Internacional, Aportes del control biológico en la agricultura sostenible, viabilidad y estrategias de desarrollo. Lima, Perú, 24-28 Mayo, 1993. Publicado por la Red de Acción en Alternativas al uso de Agroquímicos. Eds.: Luis Gomero y Alfonso Lizarraga. pp. 271-274.