

EFECTO DE CONCENTRACIONES SUBLETALES DE FLUFENOXURON SOBRE PARAMETROS POBLACIONALES DE *TETRANYCHUS URTICAE* KOCH (ACARI: TETRANYCHIDAE)

JERÓNIMO LANDEROS-FLORES,^{1,3} JULIO CÉSAR CHACÓN-HERNÁNDEZ,¹
JUANA GRISelda COUOH-CAB,¹ ERNESTO CERNA-CHÁVEZ,¹ YISA MARÍA
OCHOA-FUENTES¹ Y MOHAMMAD H. BADII-ZABEH²

¹Departamento de Parasitología. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. C.P. 25315.

Buenavista, Saltillo, Coahuila; México.² Facultad de Ciencias Biológicas de la UANL.

³<jlanflo@uuaan.mx.>

Landeros-Flores, J., Chacón-Hernández, J. C., Couoh-Cab, J. G., Cerna-Chávez, E., Ochoa-Fuentes, Y. M. y Badii-Zabeh, M. H. 2014. Efecto de concentraciones subletales de flufenoxuron sobre parámetros poblacionales de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30(3): 491-499.

RESUMEN. El flufenoxuron es un producto considerado como un regulador de crecimiento con efecto acaricida; sin embargo, se desconoce el grado de influencia que éste tiene en aspectos ecológicos inherente al incremento poblacional de *Tetranychus urticae* Koch. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de concentraciones subletales de flufenoxuron en *T. urticae* utilizando como sustrato hojas de frijol. Para este propósito se eligieron las concentraciones de 17.7, 59.9 y 106.7 ppm de flufenoxuron. Mismas que en la línea de regresión concentración - mortalidad a 72 horas- correspondieron a la CL₅, CL₂₀ y CL₄₀, respectivamente. La exposición de estos ácaros a concentraciones subletales indican como respuesta cambios significativos en algunos de los parámetros poblacionales, sobre todo en la tasa reproductiva bruta (TRB), tasa reproductiva neta (Ro), tiempo de duración de la cohorte (Tc) y tiempo de generación (TG).

Palabras clave: DL₅₀, tasa reproductiva, cohorte.

Landeros-Flores, J., Chacón-Hernández, J. C., Couoh-Cab, J. G., Cerna-Chávez, E., Ochoa-Fuentes, Y. M. & Badii-Zabeh, M. H. 2014. Effect of sublethal concentrations of flufenoxuron on population parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30(3): 491-499.

ABSTRACT. The flufenoxuron is a product considered as a growth regulator with acaricide effect, however it is unknown how much influence this has inherent ecological population increase of *Tetranychus urticae* Koch. The aim of this study was to determine the effect of sublethal concentrations of flufenoxuron on *T. urticae* using as substrate bean leaves. For this purpose we chose concentrations of

17.7, 59.9 and 106.7 ppm of flufenoxuron. Same as in concentration regression line -72 hours mortality-corresponded to CL₅, CL₂₀, and CL₄₀, respectively. Exposure responses to sublethal concentrations of these mites indicated significant changes in some of the population parameters, especially in gross reproductive rate (GRT), net reproductive rate (Ro), cohort duration time (Tc) and generation time (TG).

Key word: DL₅₀, reproductive rate, cohort.

INTRODUCCIÓN

La araña de dos manchas, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) está catalogada como una de las especies que más problemas ocasiona en el mundo. Su alto potencial reproductivo le permite incrementar su población rápidamente de tal manera que en un corto tiempo puede rebasar el umbral económico si no se toman medidas de control pertinentes (Gould 1987).

La resistencia de *T. urticae* a los acaricidas es un problema crítico en diversos sistemas de producción agrícola (Fergusson-Kolmes *et al.* 1991). El problema se complica además por la presencia del fenómeno de hormoligosis (la alteración del comportamiento, ciclo biológico y ciertas funciones vitales de un organismo como respuesta al estímulo de concentraciones subletales de un tóxico), que puede inducir el incremento anormal de las tasas de reproducción de la plaga (Luckey 1968). Se han desarrollado investigaciones tendientes a conocer los cambios en el comportamiento poblacional de esta especie cuando se le expone a algunos acaricidas. Ibrahim y Knowles (1986) publicaron un estudio sobre la influencia de 105 formamidinas en la reproducción de *T. urticae* y reportan que los efectos más comunes fueron: estimulación de la fecundidad, retraso en la oviposición, inhibición, estimulación y retraso de eclosión. Estas respuestas variaron de acuerdo con el compuesto, la concentración y el intervalo de tiempo después del tratamiento. En otra investigación realizada por Ahmadi (1983) se expusieron individuos en discos de hojas de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) a diferentes concentraciones de dicofol; el tiempo de generación prácticamente no varió entre el testigo y los individuos tratados, sin embargo se observó una disminución en la tasa reproductiva bruta y tasa reproductiva neta. Asimismo, se detectó una relación inversa entre la tasa de natalidad y las concentraciones del acaricida. Por su parte Marcic (2003) determinó como uno de los efectos de concentraciones subletales de clofentezine sobre *T. urticae* un aumento en la taza intrínseca de crecimiento (r_m) con un 12% en la producción de huevos durante los primeros cinco días de oviposición, en comparación con las hembras no tratadas. En una investigación realizada por Flores *et al.* (2000) en donde se utilizaron concentraciones de 0.01, 0.05 y 0.1 ppm de avermectina usando como sustrato discos de hoja de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), observaron una mortalidad total con 2 ppm; por otro lado, la concentración más baja estimuló el desarrollo de la población en relación con el testigo, mientras que las otras dosis la retardaron.

El flufenoxuron es un producto considerado como regulador del crecimiento con efecto acaricida; sin embargo, se desconoce el grado de influencia que éste tiene en algunos aspectos ecológicos inherentes a la población de *T. urticae*.

Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de concentraciones subletales de flufenoxuron sobre *T. urticae* utilizando como sustrato hojas de frijol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de establecer una colonia de laboratorio de *T. urticae* se realizaron recolectas en cultivos de rosal de invernaderos establecidos en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México, mismas que se mantuvieron sobre hojas de frijol en una cámara bioclimática Biotronette® a 27 ± 2 °C, 60-70 % de humedad relativa y 12 horas de luz.

El material biológico se manejó de acuerdo con la técnica de hoja-arena de Abou-Setta y Childers (1987). Para ello, los ácaros utilizados en los bioensayos se transfirieron mediante un pincel de pelo de camello a porciones circulares de hoja de frijol de 25 mm de diámetro hechas con un sacabocados. Estos discos se mantuvieron sobre su haz en charolas provistas de una almohadilla de algodón saturado de agua.

Posteriormente hembras de dos días de edad se transfirieron a discos limpios y se mantuvieron por un lapso de 24 horas, tiempo en el cual ovipositaron. Los ácaros procedentes de estos huevos se mantuvieron en el mismo ambiente que la colonia madre hasta alcanzar su estado adulto. El material biológico obtenido de esta manera se utilizó para llevar a cabo los bioensayos.

Primeramente se realizó una prueba de concentración-mortalidad para determinar el rango de dosis subletales de flufenoxuron. Se utilizaron siete concentraciones en un rango de 0 - 10 ppm, seleccionando hembras de cinco días. Las concentraciones de flufenoxuron se prepararon en agua destilada a partir del producto comercial Cascade® 4.79% y el dispersante Tween® a una concentración de 0.1%. Discos de hojas de frijol fueron luego sumergidos en las diferentes concentraciones del acaricida por alrededor de 5 segundos. Una vez secos se colocaron en las charolas de cría, transfiriendo entonces cinco ácaros en cada disco, con un total de 100 ácaros por cada concentración.

Se registró la mortalidad de los individuos a las 24, 48 y 72 horas después del inicio del bioensayo. Se consideraron como individuos muertos los ácaros que presentaron ataxia (movimiento activo aparentemente desordenado) y permanecieron con las patas hacia arriba o inmóviles. Los bioensayos anteriores determinaron las concentraciones subletales, y para el desarrollo del experimento principal se utilizaron tres concentraciones bajas o subletales del acaricida (17.7, 59.9 y 106.7 ppm) que se compararon con un tratamiento testigo (agua destilada).

Para desarrollar lo anterior, las hembras que sobrevivieron después de 72 horas de exposición al último juego de bioensayos que se utilizó para determinar la CL₅₀, se trasladaron y mantuvieron por 24 horas en discos de hoja libres de flufenoxuron. Una vez que las hembras ovipositaron se les removió del disco y se conservaron únicamente los huevos para que éstos se desarrollaran. En el momento en que éstos se transformaron en adultos, se seleccionaron 90 parejas de cada una de las concentraciones probadas. Los huevos producidos por cada pareja se colocaron separadamente en discos de hojas tratadas. Conforme eclosionaban los huevos las larvas se removían y colocaban en nuevos discos hasta que llegaban al estado adulto. Las observaciones se hicieron hasta la muerte de la última hembra. Con los datos obtenidos se calcularon los parámetros de vida consignados por Birch (1948); es necesario mencionar que en todos los casos la población inicial de hembras madres se redujo, ya que algunas de ellas desaparecieron durante la fase del experimento, retirándose del registro los datos de la progenie provenientes de ellas. Las curvas de supervivencia se compararon sobre la base de la prueba de Log-rank (Méndez *et al.* 1984). A su vez se realizó un análisis de varianza completamente al azar para determinar diferencias entre los tratamientos y el testigo en relación a la fecundidad de las hembras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los bioensayos realizados dieron como resultado a las 24, 48 y 72 horas de exposición, una CL₅₀ (método de máxima verosimilitud) de 1025, 480 y 230 ppm con límites de confianza de 714-1798, 360-691 y 188-280, respectivamente ($p \leq 0.05$).

Estos resultados indican que aunque el producto está catalogado como un regulador de crecimiento que entra en el cuerpo del ácaro por contacto o ingestión e inhibe la síntesis de quitina, también las hembras adultas de *T. urticae* presentan mortalidad por la presencia del acaricida. Como se puede observar la mortalidad aumenta 2.13 y 4.44 veces a las 48 y 72 horas en relación a la CL₅₀ obtenida para las 24 horas. Young *et al.* (1993) no observaron mortalidad en hembras adultas de *T. urticae* con la aplicación de flufenoxuron a una concentración de 0.25 mg/planta; aunque pudiera mencionarse que esta concentración transformada en partes por millón es mucho menor a las utilizadas en esta investigación.

Una vez que se obtuvo la línea de concentración-mortalidad se seleccionaron las concentraciones subletales que permitieron estudiar poblaciones expuestas y evaluar el efecto del producto químico sobre sus parámetros poblacionales, de tal forma se seleccionaron las concentraciones de 17.7, 59.9 y 106.7 ppm, mismos que en la línea de regresión concentración-mortalidad corresponden a CL₅, CL₂₀ y CL₄₀, respectivamente bajo el criterio de que por lo menos el 60% de los especímenes expuestos sobrevivieran al efecto del acaricida (Fig. 1).

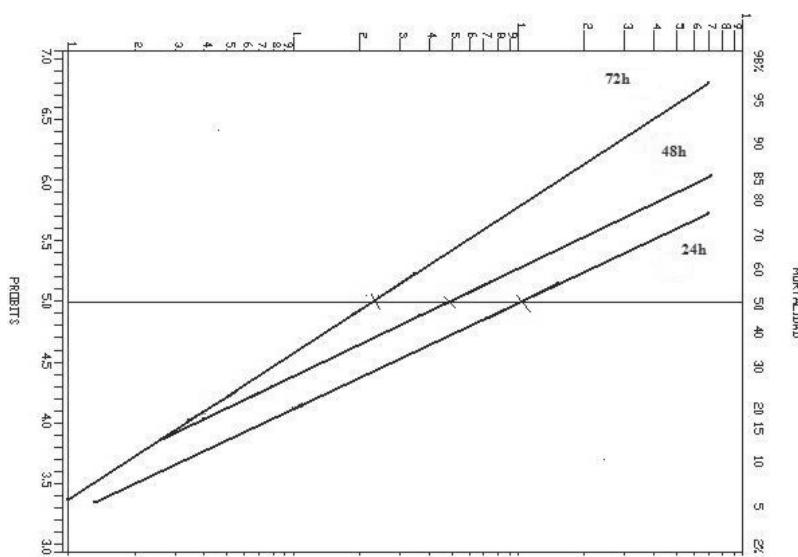


Figura 1. Comparación de las líneas concentración - mortalidad de una población de *Tetranychus urticae* después de 24, 48 y 72 horas de exposición a diferentes concentraciones de flufenoxuron.

Supervivencia y fecundidad. En relación con los datos de supervivencia, se presentaron diferencias significativas (prueba de Log-rank, $P \leq 0.05$), como se puede observar en la Figura 2 se presentó mayor supervivencia en el testigo, y la proporción de hembras vivas se redujo conforme se aumentó la concentración del acaricida, aunque el efecto que mostró el tóxico en la Figura 3, establece que las poblaciones que estuvieron expuestas a éste en general mostraron mayor fecundidad que el testigo ($F=3.77$; $gl=16,39$; $P=0.0004$).

Tasa reproductiva bruta (TRB). La TRB, es decir el número de hembras nacidas por madre a través de todas las edades, fue mayor en las poblaciones expuestas al tóxico que en el testigo; el tratamiento de la concentración de 17.7 ppm fue marcadamente mayor (Cuadro 1), lo anterior indica que habrá un mayor incremento en la población en este tratamiento conforme transcurra el tiempo; el aumento del TRB de esta concentración en relación al testigo es del orden de 271.12%. Este resultado claramente indica un efecto del producto que induce a un mayor incremento poblacional.

Los valores de TRB encontrados en esta investigación resultan muy altos comparados con los de otros estudios. Ahmadi (1983) obtuvo para esta misma especie una TRB de 22.19 en el testigo en discos de hoja de algodón y 6.10, 2.36 y 0.38, para aplicaciones de 1.77, 3.16 y 5.62 ppm de dicofol, respectivamente; concluyendo que existe una relación directa entre el valor de TRB y la concentración del tóxico. Por su parte Maggi y Leigh (1983) reportaron una TRB de 91.26 para el testigo y 76.92

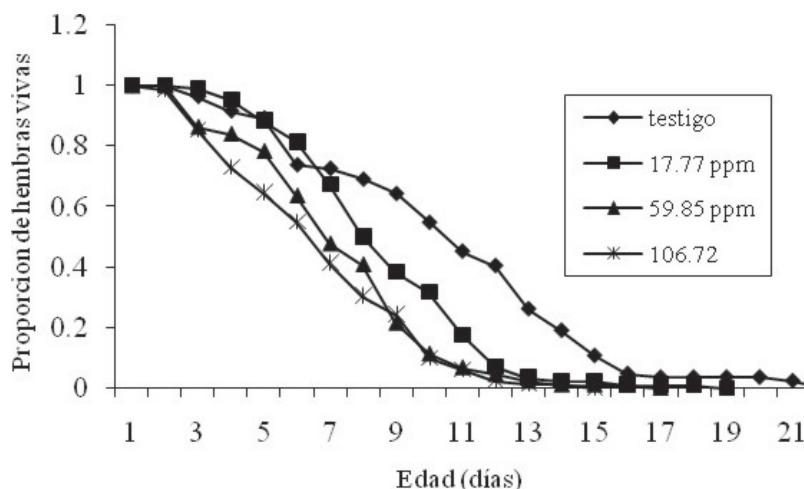


Figura 2. Curvas de supervivencia de *Tetranychus urticae* expuestos en discos de hojas de frijol a diferentes concentraciones de flufenoxuron.

para individuos tratados con ácido fosfórico y 96.07 para especímenes a los que se les aplicó paratión metílico. Flores *et al.* (2000) utilizaron avermectina en discos de hojas de frijol y registraron una TRB de 218.2281 para el testigo y 197.47, 29.30 y 95.54 para concentraciones de 0.01, 0.05 y 0.1 ppm, respectivamente.

Tasa reproductiva neta (Ro). El número de hijas que reponen al porcentaje de hembras progenitoras en el curso de una generación de los ácaros tratados se vio afectada por el flufenoxuron (Cuadro 1). En referencia a este parámetro poblacional, el tratamiento de 59.9 ppm mostró los mayores valores de Ro y conforme se aumentó la concentración del producto disminuyeron los valores de Ro, presentándose una reducción en relación al testigo de 5.78, 34.53 y 45.69 para las concentraciones de flufenoxuron de 17.7, 59.9 y 106.7 ppm, respectivamente.

Datos que revelan un efecto similar, es decir una reducción en el valor de Ro a bajas concentraciones, están aquellos registrados por Marcic (2007) quien indicó que el producto spiridiclofen reduce la tasa reproductiva neta de *T. urticae* de 28.92 en el testigo a 23.35 y 6.45 para concentraciones subletales de 6 y 12 mgL⁻¹, respectivamente; por su parte Saenz-de-Cabezon *et al.* (2006) indicaron valores de Ro de 14.40 y 5.016 para el testigo y la aplicación de 1 gL⁻¹ de Alsystin (250 g de triflumuron Kg⁻¹), respectivamente.

Tasa intrínseca de crecimiento (r_m). La r_m alcanza en la concentración 59.9 ppm un valor ligeramente mayor que el de la concentración 17.7 ppm (Cuadro 1), no así en el testigo. El tratamiento de 106.7 ppm resultó considerablemente menor. El testigo fue mayor en 0.49% respecto al tratamiento 17.7 ppm, mientras que el tratamiento

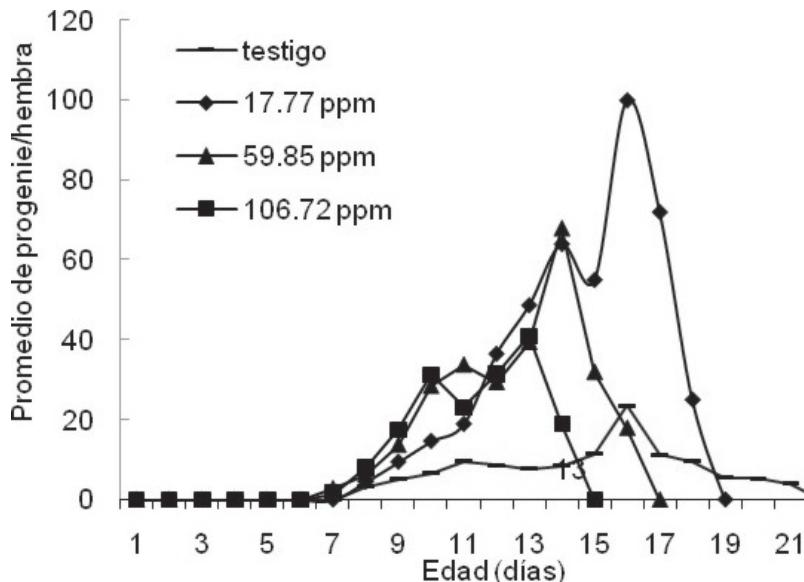


Figura 3. Fecundidad de *Tetranychus urticae* expuestos en discos de hojas de frijol a diferentes concentraciones de flufenoxuron.

de 106.7 ppm presentó una reducción del orden de 2.85% en relación con el testigo. Esto significa que las colonias que estuvieron expuestas a las concentraciones de flufenoxuron disminuyeron las tasas intrínsecas de crecimiento; resultados que con anterioridad fueron previstos por Wrensch (1985). Por su parte Saenz-de-Cabezón (2006) indicó que el triflumuron aplicado en disco de frijol a una concentración de 1 g L^{-1} de Alsystin (250 g de triflumuron por Kg^{-1}) redujo los valores de r_m en un 38.8%; en tanto que Marcic (2007) estudió el comportamiento poblacional de *T. urticae* a concentraciones subletales de spiridiclofen y registró una reducción de los valores de r_m con respecto al testigo de 17.7 y 93.8% a concentraciones de 6 y 12 mg L^{-1} , respectivamente.

Tiempo de generación (T_G). El T_G para el testigo fue de 9.7306 días, incrementándose la población diariamente por un factor de 1.3892. El tratamiento expuesto a la menor concentración de flufenoxuron acusó un tiempo de generación de 9.5963, con una tasa de incremento poblacional diaria de 1.3870 veces. A la vez, el tiempo de generación correspondiente al tratamiento de 106.7 ppm fue de 8.26, con un incremento diario poblacional de 1.3683. Lo anterior lleva a concluir que hasta una determinada concentración por debajo de la CL_{50} se pueden producir generaciones más cortas y con ligero decaimiento en su incremento poblacional, en comparación con individuos que no han sido expuestos al acaricida

Cuadro 1. Parámetros poblacionales de *Tetranychus urticae* expuestos a diferentes concentraciones de flufenoxuron.

	control	flufenoxuron (ppm)		
		17.7	59.9	106.7
Tasa reproductiva bruta (TRB)	121.1561	449.6433	272.324	173.2026
Tasa reproductiva neta (R_o)	24.519	23.102	16.0529	13.3461
A. Tasa intrínseca de crecimiento (r_c)	0.3014	0.3012	0.3052	0.3024
Tasa intrínseca de crecimiento r_m	0.3288	0.3272	0.3276	0.3136
Tasa finita de crecimiento (λ)	1.3892	1.3870	1.3876	1.3683
T. de duración del cohorte en días (T_c)	10.6119	10.4237	9.0945	8.5675
T. de generación en días (T_G)	9.7306	9.5963	8.4734	8.2628
T. de duplicación de población (t_2)	2.1081	2.1184	2.1158	2.2102

Tiempo de duplicación (t_2). El tiempo de duplicación para los individuos expuestos a la concentración de 59.9 ppm resultó ligeramente menor que el de 17.7 ppm y ligeramente mayor que el testigo, aunque las t_2 de estos tratamientos son muy similares (2.1081 para el testigo, 2.1184 para el tratamiento de 17.7 ppm y 2.1158 para el tratamiento de 59.9 ppm); sin embargo, hay una notoria diferencia del testigo con respecto a la mayor concentración (106.7 ppm), ya que ésta requiere 5.04% más de tiempo con respecto al testigo para duplicar su población.

LITERATURA CITADA

- Abou-Setta, M. M. & Childers, C. C.** 1987. A modified leaf arena technique for rearing phytoseiid or tetranychid mite for biological studies. *Florida Entomologist*, 70: 245-248.
- Ahmadi, A.** 1983. Demographic toxicology as a method for studying the dicofol-twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae) system. *Journal Economic Entomology*, 76: 239-242.
- Birch, L. C.** 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal Animal Ecology*, 17: 15-26.
- Fergusson-Kolmes, L. A., Scott, J. G. & Dennehy, T. J.** 1991. Dicofol resistance in *Tetranychus urticae* (Acari, Tetranychidae) e cross-resistance and pharmacokinetics. *Journal Economic Entomology*, 84: 41-48.
- Flores, A. E., Landeros, J. & Badii, M. H.** 2000. Evaluation of population parameters of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Prostigmata: Tetranychidae) exposed to avermectin. *Southwestern Entomologist*, 25: 287-293.
- Gould, H. J.** 1987. Protected crops. Pp. 404-405. In: A. J. Burn, T. H. Croaker & P. C. Jeppson (eds). *Integrated Pest Management*. Academic Press Co.
- Ibrahim, Y. B. & Knowles, CH. O.** 1986. Influence of formamidines on reproduction in twospotted spider mite (Acari: Tetranychidae). *Journal Economic Entomology*, 79: 7-14.
- Luckey, T. D.** 1968. Insecticide hormoligosis. *Journal Economic Entomology*, 61: 7-12.
- Maggi, V. L. & Leigh, T. F.** 1983. Fecundity response of the twospotted spider mite to cotton treated with methyl parathion or phosphoric acid. *Journal Economic Entomology*, 76: 20-25.

- Marcic, D.** 2003. The effects of clofentezine on life-table parameters in two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*. *Experimental and Applied Acarology*, 30: 249-63.
- Marcic, D.** 2007 Sublethal effects of spirodiclofen on life history and life-table parameters of two-spotted spider mite (*Tetranychus urticae*). *Experimental and Applied Acarology*, 42: 121-129.
- Méndez, I. R., Namihira, D. G., Moreno, L. A. & Sosa de M., C.** 1984. *El Protocolo de Investigación*. Ed. Trillas México. 178-188.
- Sáenz-de-Cabezón, F. J., Martínez V., E., Moreno, F., Marco V. & Pérez M, I.** 2006. Influence of sublethal exposure to triflumuron on the biological performance of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Spanish Journal of Agricultural Research*, 4: 167-172.
- Wrensch, D. L.** 1985. Reproductive parameters. Pp 165-168. In: W. Hell & M. W. Sabelis (eds) *Spider Mites Biology, Natural Enemies and Control*. Vol. 1A. Elsevier Sci. Publ. Co.
- Young, J. A., Kwon, M., Jai Ki, Y. & Sang-Ji, B.** 1993. Toxicity of flufenoxuron alone and mixture with alphacypermethrin or fenbutatin oxide to *Tetranychus urticae* and *Panonychus ulmi* (Acari: Tetranychidae) *Journal Economic Entomology*, 83: 1334-1338.