

## EFECTO LETAL Y SUBLETAL DE PRODUCTOS ALTERNATIVOS CONTRA *TETRANYCHUS EVANSI* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

Alberto Soto G.<sup>1</sup>, Madelaine Venzon<sup>2</sup>, Angelo Pallini<sup>3</sup>

### Resumen

El ácaro fitófago *Tetranychus evansi* posee una alta capacidad reproductiva, llevándolo a alcanzar altas poblaciones en muy corto tiempo, ocasionando daños económicos. El objetivo de este trabajo fue evaluar productos comerciales a base de Azadirachtina y caldo sulfocálcico para el control de *T. evansi* en invernadero. Fueron estudiados en el laboratorio: la toxicidad letal y los efectos subletales en el crecimiento poblacional ( $r_i$ ) de *T. evansi*, de los productos Neem Pro (0,08 y 0,07 mg i.a/L de azadirachtina), Natuneem (1,4 y 0,89 mg i.a/L), Organic Neem (0,37 y 0,28 mg i.a/L) y caldo sulfocálcico (1,0 y 0,6% a 31,5 °Bé). Posteriormente, en invernadero, se evaluó el potencial de control de dosis correspondientes a  $CL_{95}$  de los productos y aquellos donde el crecimiento de la población quedó estable ( $r_i = 0$ ). El diseño experimental utilizado, fue completamente al azar, con tres repeticiones. Después de 1, 5, 7 y 10 días de la aplicación de los productos, fueron realizadas las evaluaciones poblacionales de los ácaros en las plantas y los debidos análisis de mortalidad. La aplicación de los productos resultó en una mayor eficiencia de control a lo largo del tiempo y dicha eficiencia aumentó con el periodo de exposición. El porcentaje de reducción poblacional del ácaro fitófago, fue superior a 98%, después de diez días de la aplicación. El manejo de *T. evansi* en tomate con productos alternativos a base de Azadirachtina y el caldo sulfocálcico.

**Palabras clave:** ácaros fitófagos, *Azadirachta indica*, azufre, manejo integrado de plagas, tomate.

## LETHAL AND SUBLETHAL EFFECTS OF ALTERNATIVES AGAINST *TETRANYCHUS EVANSI* (ACARI: TETRANYCHIDAE)

### Abstract

The phytophagous mite *Tetranychus evansi* is characterized by its high reproductive capacity which allows for its ability to attain high populations in a short time and cause economic damage. The objective of this study was to evaluate commercial products based on Azadirachtina and syrup sulfocálcico to control *T. evansi* in greenhouses. Lethal toxicity and sublethal effects on population growth ( $r_i$ ) of *T. evansi* products Neem Pro (0.08 and 0.07 mg/L of Azadirachtina), Natuneem (1.4 and 0.89 mg ai/L), Organic Neem (0.37 and 0.28 mg ai/L) and lime sulphur (1.0 and 0.6% to 31.5 °Bé) were initially studied in the laboratory. Lethal toxicity and sublethal effects on population growth ( $r_i$ ) of *T. evansi* products Neem Pro (0.08 and 0.07 mg/L of Azadirachtina), Natuneem (1.4 and 0.89 mg ai/L), Organic Neem (0.37 and 0.28 mg ai/L) and lime sulphur (1.0 and 0.6% to 31.5 °Bé) were initially studied in the laboratory. Later in a greenhouse, the control potential for concentrations corresponding to the  $LC_{95}$  of the products was evaluated and those where population growth was stable ( $r_i = 0$ ). Experimental design, was completely randomized, with three replicates. Application of the products resulted in the improved efficiency of control over time, and this efficiency increased with the duration of exposure. The reduction percentage of phytophagous mite population was over 98%, after ten days of application. The management of *T. evansi* on tomatoes could be made possible by the use of products based on Azadirachtina and syrup sulfocálcico.

\* FR: 22-III-2012. 16-VIII-2012.

<sup>1</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Departamento de Produção Agropecuária. Universidad de Caldas. E-mail: alberto.soto@ucaldas.edu.co

<sup>2</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa, Brasil. Email: venzon@epamig.ufv.br

<sup>3</sup> I.A., M.Sc., Ph.D. Universidade Federal de Viçosa, Brasil. Email: pallini@ufv.br

**Key words:** phytophagous mites, *Azadirachta indica*, sulfur, integrated pest management, tomato.

## INTRODUCCIÓN

**T***tetranychus evansi* Baker & Pritchard (Acari: Tetranychidae), es considerado una plaga importante en las regiones africanas productoras de tomate, con reducciones hasta del 90% de la productividad (KNAPP *et al.*, 2003). Los daños causados por este artrópodo, son directos, ocasionando: secamiento de las hojas, defoliación, disminución en el tamaño y número de frutos; además de inducción a la maduración precoz (BOLLAND & VALA, 2000; FERRAGUT & ESCUDERO, 2002; MIGEON, 2005; MORAES & FLECHTMANN, 2008).

*T. evansi* se caracteriza por su alta capacidad reproductiva, especialmente en cultivos de tomate bajo invernadero (MORAES & MCMURTRY, 1986), lo que lleva a esta especie a alcanzar elevadas poblaciones en corto tiempo y ocasionar daños económicos (VENZON *et al.*, 2007). Adicionalmente, produce gran cantidad de telaraña sobre las plantas infestadas, lo que dificulta la acción de sus enemigos naturales (MORAES & FLECHTMANN, 2008).

Dada la dificultad de controlar a *T. evansi* biológicamente, productores y técnicos ven como la única salida eficiente la aspersión con plaguicidas sintéticos convencionales (MORAES & FLECHTMANN, 2008). Sin embargo, el control químico, a pesar de su eficiencia, presenta aspectos negativos, como: la selección de individuos resistentes debido al uso continuo de los mismos ingredientes activos, la reducción o supresión de especies benéficas, la alta toxicidad de los productos a los aplicadores, la presencia de residuos en los alimentos y en el medio ambiente, la fitotoxicidad, entre otros.

Asociado a todo esto, se suma la falta de cumplimiento de los plazos de carencia, lo que puede causar un efecto negativo en la salud de los consumidores (FILGUEIRA, 2000; EASTERBROOK *et al.*, 2001; FRAGOSO *et al.*, 2002; PICANÇO *et al.*, 2007). Una alternativa viable a los problemas ocasionados por el uso excesivo de plaguicidas sintéticos en el cultivo de tomate, es la utilización de métodos de control que deben priorizar la seguridad ambiental y social, además que sean eficientes en el control de *T. evansi*. En la búsqueda de tales métodos, los productos alternativos a los plaguicidas convencionales, como los caldos fitoprotectores y los extractos de plantas, han sido usados por productores de hortalizas para el control de plagas y enfermedades, especialmente, en los sistemas de producción ecológicos y orgánicos (CAMPANHOLA & BETTIOL, 2003; VENZON *et al.*, 2007).

Dentro de estos productos se encuentra el caldo sulfocálcico, que es obtenido por el tratamiento térmico del azufre y la cal. Este producto es conocido, principalmente, debido a su acción fungicida (SMILANICK & SORENSON, 2001; MONTAG *et al.*, 2005), además de ser utilizado como acaricida e insecticida (GUERRA, 1985; PENTEADO, 2000; GUIRADO, 2001). El efecto tóxico del caldo sulfocálcico en los insectos y ácaros, se da por la reacción de los compuestos del producto aplicado sobre la planta, con el agua y el gas carbónico, resultando en gas sulfídrico y azufre coloidal (ABBOT, 1945).

El efecto acaricida de este producto sobre otras especies de ácaros, fue verificado en el trabajo realizado por GUIRADO (2001), quien evaluó la efectividad del caldo sulfocálcico en el control del ácaro de la leprosis *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) (Acari: Tenuipalpidae). Este producto es eficiente en el control del ácaro rojo del café *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae) (CHAGAS *et al.*, 2001) y de la araña roja *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) (SOTO *et al.*, 2011).

Otro importante ingrediente activo utilizado en agricultura orgánica es la azadirachtina, que es extraído de la planta de (*Azadirachta indica* A. Juss.) (MARTÍNEZ, 2002); este compuesto ocasiona sobre las plagas inhibición de la alimentación, repelencia, disminución de la oviposición, interrupción de la ecdisis, reducción de la fertilidad y fecundidad, alteración en el comportamiento y aumento de la mortalidad (SCHUMUTTERER, 1987; DIMETRY *et al.*, 1993; MORDUE & NISBET, 2000; CASTIGLIONI *et al.*, 2002).

Trabajos realizados con el Nim en el control de *T. urticae*, mostraron que este producto también causa mortalidad (MOMEN *et al.*, 1997; CASTIGLIONI *et al.*, 2002; VENZON *et al.*, 2007) y posterior reducción de la fecundidad (DIMETRY *et al.*, 1993). Adicionalmente, algunos trabajos han demostrado que el extracto de semillas de Nim, tiene efecto selectivo para diversos enemigos naturales (SPOLLEN & ISMAN, 1996; MANSOUR *et al.*, 1997; MOMEN *et al.*, 1997; BRITO *et al.*, 2006, SOTO *et al.*, 2011).

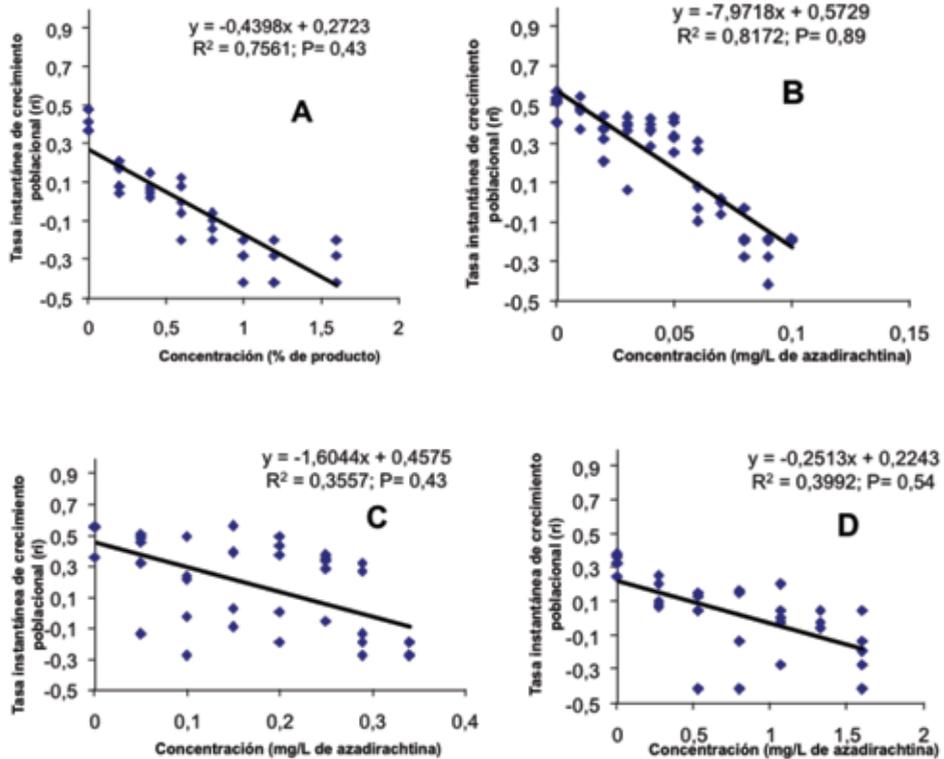
En este trabajo se evaluó el potencial del caldo sulfocálcico y de las formulaciones comerciales a base de Nim para el control de *T. evansi*. Inicialmente se avaluó la toxicidad letal, a través de la estimativa de la concentración letal (CL) de los productos; sin embargo, como la CL es una medida incompleta de los efectos de los productos sobre poblaciones, debido a que sólo analiza la mortalidad como parámetro de toxicidad (STARK & BANKS, 2003), se estimaron también, los efectos subletales de los productos a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ). Posteriormente, fue evaluado en invernadero, el potencial de control de dosis letales y subletales de los productos sobre *T. evansi*.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio, se realizó en la Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais, Unidad Regional EPAMIG da Zona de Mata (URZM), Viçosa, Brasil. Fueron estudiados los efectos letales y subletales del caldo sulfocálcico a 31,5 °Baumé y de los productos comerciales a base de N, con la concentración de : ®Neem Pro (10mg/L de azadirachtina), ®Natuneem (1,5mg) y ®Organic Neem (3,262mg) sobre *T. evansi*. Los efectos letales fueron estimados a través de test de toxicidad aguda con obtención de curvas dosis-respuesta y sus respectivas concentraciones letales (CL) y los efectos subletales a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ).

Fueron estimadas las concentraciones letales del caldo sulfocálcico y de los productos a base de para hembras adultas de *T. evansi*. Las concentraciones evaluadas fueron escogidas a través de bioensayos iniciales y se situaron entre el límite inferior, donde el producto no causo mortalidad y el límite superior de respuesta, donde generó 100% de mortalidad para cada especie. Los bioensayos

de concentración-respuesta fueron realizados utilizándose hembras del ácaro *T. evansi* al inicio de la fase reproductiva. Los productos fueron pulverizados en discos ( $\varnothing=3,0\text{cm}$ ) de hojas de tomate, acondicionados en caja de Petri, a través de torre de Potter, Burkard, Rickmansworth, UK (POTTER, 1952), sobre la presión de  $5\text{lb/pul}^2$  y con la aplicación de un volumen igual a  $2,5\text{ mL}$  por dosis, lo que corresponde a un depósito de  $1,70 \pm 0,07\text{mg/cm}^2$ , sobre la superficie tratada. Esta cantidad aplicada está de acuerdo con lo recomendado por la IOBC/WPRS (Internacional Organization for Biological Control of Noxious Animals and Plants/ West Palearctic Regional Section) (OVERMEER & VAN ZON, 1982) y representa lo que ocurre en situación de campo (REIS *et al.*, 1998). Para la fijación del disco en la placa, fue preparada una solución de carragenina ( $30\text{g}/300\text{mL}$  de agua) siendo que el disco fue colocado antes que la solución se solidificara.



**Figura 1.** Tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ) del ácaro *T. evansi*, en función de la aplicación de concentraciones de: A. Caldo sulfocálcico, B. Neem Pro, C. Organic Neem, D. Natuneem.

Los discos asperjados con los productos y con agua (testigo) fueron expuestos al ambiente por una hora, para el secado del producto; posteriormente, 20 hembras del ácaro *T. evansi* fueron colocadas sobre cada disco; cada concentración del producto fue repetida cinco veces. Los discos de hojas tratados fueron mantenidos en cámara climatizada ( $25 \pm 2\text{ C}$ ,  $60 \pm 10\%$  HR y 13h de luz); la mortalidad

fue evaluada 24h después a la aplicación de los productos y las curvas de concentración-mortalidad fueron estimadas por el análisis Probit (FINNEY, 1971).

La evaluación de la acción subletal de los productos sobre el ácaro fitófago *T. evansi*, fue aplicada, utilizándose la misma metodología citada para la evaluación de la acción letal de los productos; el tiempo de evaluación fue de cinco días.

Para cada concentración de cada producto fueron realizadas cinco repeticiones, donde cada repetición estuvo representada por un disco, con ocho hembras de *T. evansi*. Los ácaros fueron mantenidos en cámaras climatizadas, sobre las mismas condiciones descritas en los experimentos de toxicidad letal. La evaluación del efecto subletal, se realizó, a través de la estimativa de la tasa instantánea de crecimiento ( $r_i$ ), por la siguiente fórmula (STARK & BANKS, 2003):

$$r_i = \ln (N_f / N_0) / \Delta t$$

Donde  $N_f$ , es el número final de individuos;  $N_0$ , es el número inicial de individuos;  $\Delta t$ , es la variación de tiempo (duración del experimento 5 días). El valor positivo de  $r_i$ , significa, que la población está en crecimiento;  $r_i = 0$ , indica que la población está estable, mientras que, un valor negativo de  $r_i$ , señala que la población está en descenso y en vías de extinción. El análisis de regresión, se aprovechó para la evaluación de  $r_i$ , en función de las concentraciones utilizadas.

Para los experimentos en invernadero, plantas de tomate, variedad Santa Clara fueron infestadas con 100 hembras adultas de *T. evansi* por planta. Ocho días después de la infestación, se realizó una evaluación para verificar la población de ácaros en cada planta; posteriormente, los productos fueron aplicados en las concentraciones correspondientes a la  $CI_{95}$  y cuando la tasa instantánea de crecimiento poblacional ( $r_i$ ) indicó que la población estaba estable ( $r=0$ ): Neem Pro (0,08 y 0,07mg i.a/L), Natuneem (1,4 y 0,89mg), Organic Neem (0,37 y 0,28mg) y caldo sulfocálcico (1,0 y 0,6% a 31,5°B). Las aplicaciones fueron realizadas con una aspersora manual Brudden® modelo S.S. con capacidad de cinco litros, provisto de una boquilla de cono regulable y presión máxima de trabajo de 14Kgf/cm<sup>2</sup> o 200lb/pul<sup>2</sup>.

Los tratamientos estuvieron representados por los cuatro productos en las dos concentraciones y por el testigo (plantas de tomate asperjadas con agua). Los nueve tratamientos fueron repetidos tres veces, siendo cada repetición representada por cuatro plantas acondicionadas en bandejas plásticas (60 x 40 x 10 cm) y el diseño experimental utilizado fue completamente al azar.

Después de uno, cinco, siete y diez días de la aplicación de los productos, se realizaron evaluaciones poblacionales de los ácaros en las plantas por medio del conteo directo con la ayuda de lupa 20x. La mortalidad de los ácaros fue calculada de acuerdo con la fórmula propuesta por HENDERSON & TILTON (1955):

$$\% \text{ Mortalidad} = 100 \times \left( 1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca} \right)$$

Donde  $T_a$ , es el número de ácaros después del tratamiento;  $T_b$ , es el número de ácaros antes del tratamiento;  $C_a$ , es el número de ácaros en el testigo después del tratamiento;  $C_b$ , es el número de ácaros en el testigo, antes del tratamiento.

Los datos de mortalidad, fueron transformados para  $\arcsen\sqrt{x/100}$  y sometidos a análisis de varianza del Modelo Linear General. Este tipo de análisis fue realizado usando el indicador Wilks' Lambda (SAS Institute 1989) versión 9.0, con especificación PROFILE. Para el análisis de varianza, las dosis correspondientes a  $CL_{95}$  de los productos, fueron agrupadas como "concentraciones altas" y las concentraciones correspondientes a ausencia de crecimiento poblacional del ácaro ( $r_i=0$ ), como las "concentraciones bajas".

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Toxicidad letal:

Para el caldo sulfocálcico fueron obtenidas  $CL_{50}$  de 0,20% y la  $CL_{95}$  de 1,03% de concentración del producto a 31,5'B. Para el Neem Pro se obtuvieron:  $CL_{50}$  de 0,02mg/L y la  $CL_{95}$  de 0,08mg/L de azadirachtina del producto comercial. Para el Organic Neem fueron obtenidas  $CL_{50}$  de 0,14mg/L y la  $CL_{95}$  de 0,37mg/L de azadirachtina. Para el Natuneem se obtuvieron:  $C_{50}$  de 0,69mg/L y la  $CL_{95}$  de 1,41mg/L de azadirachtina (Tabla 1).

**Tabla 1.** Toxicidad de los productos alternativos, al ácaro rojo *T. evansi*, utilizados en agricultura orgánica.

Producto	N <sup>1</sup>	Coficiente Angular $\pm$ EP <sup>2</sup>	$CL_{50}$ <sup>3</sup> (I.C. a 95 %)	$CL_{95}$ <sup>4</sup> (I.C. a 95 %)	X <sup>2</sup>	P
Caldo sulfocálcico	140	0,17 $\pm$ 0,04	0,20 (0,15-0,27)	1,03 (0,74-1,57)	0,61	0,43
Neem Pro	120	0,18 $\pm$ 0,14	0,02 (0,01-0,04)	0,08 (0,07-0,11)	0,34	0,89
Organic Neem	125	0,15 $\pm$ 0,07	0,14 (0,10-0,20)	0,37 (0,29-0,44)	0,71	0,43
Natuneem	260	0,33 $\pm$ 0,12	0,69 (0,51-1,27)	1,41 (1,21-2,05)	0,98	0,54

<sup>1</sup>Número de ácaros evaluados.

<sup>2</sup>Coficiente angular y error patrón de la media.

<sup>3</sup>Concentración letal media e intervalo de confianza, a 95%.

<sup>4</sup>Concentración letal, que causa 95%, de mortalidad e intervalo de confianza, a 95%.

### Tasa instantánea de crecimiento poblacional:

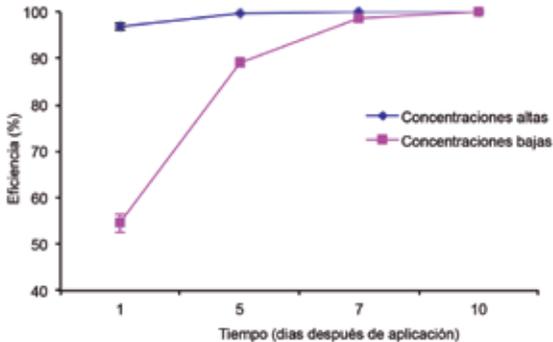
La tasa instantánea de crecimiento poblacional de *T. evansi* fue igual a cero, indicando que la población está estable, en las dosis de 0,62%, 0,07mg i.a/L, 0,28mg

de i.a/L y 0,89mg de i.a/L para los productos, caldo sulfocálcico, Neem Pro, Organic Neem y Natuneem, respectivamente (Figuras 1A, 1B, 1C y 1D).

### Control de *T. evansi*:

El análisis de varianza con medidas repetidas en el tiempo, indicó efectos significativos de concentración de los productos ( $F_{1,16} = 396,91$ ;  $P < 0,0001$ ), de la interacción producto x concentración ( $F_{3,16} = 5,25$ ;  $P = 0,01$ ), del tiempo (Wilks' Lambda = 0,0780;  $F = 55,12$ ;  $GL_{num} = 3$ ;  $GL_{den} = 14$ ;  $P < 0,0001$ ) y de las interacciones producto x tiempo (Wilks' Lambda = 0,2138;  $F = 3,36$ ;  $GL_{num} = 9$ ;  $GL_{den} = 34,22$ ;  $P = 0,004$ ), concentración x tiempo (Wilks' Lambda = 0,2599;  $F = 13,28$ ;  $GL_{num} = 3$ ;  $GL_{den} = 14$ ;  $P = 0,0002$ ) y producto x concentración x tiempo (Wilks' Lambda = 0,1288;  $F = 5,02$ ;  $GL_{num} = 9$ ;  $GL_{den} = 34,22$ ;  $P = 0,0002$ ).

Las concentraciones altas de los productos ( $CL_{95}$ ), resultaron en mayor eficiencia de control, a lo largo del tiempo, independientemente del producto utilizado y esta eficiencia aumento con el período de exposición (Figura 2, Anexo 1). Aunque la eficiencia de los productos en las concentraciones bajas ( $r_i = 0$ ) hayan sido significativamente inferior a las concentraciones altas, el porcentaje de reducción poblacional del ácaro en plantas asperjadas, con las concentraciones bajas, fue superior a 95%, después de cinco días de la aplicación (Figura 2).



**Figura 2.** Porcentaje de eficiencia de los productos alternativos para el control de *T. evansi*, en concentraciones altas ( $CL_{95}$ ) y bajas ( $r_i = 0$ ), a través del tiempo. Se presentó diferencia significativa, entre las concentraciones altas y bajas de los productos ( $F = 396,91$ ;  $GL_{Error} = 16$ ;  $P < 0,0001$ ) y entre el tiempo después de la aplicación de los productos (Wilks' Lambda = 0,780;  $F = 55,12$ ;  $GL_{numerador} = 3$ ;  $GL_{denominador} = 14$ ;  $P < 0,0001$ ), basado en análisis de varianza, con medidas repetidas en el tiempo.

En experimentos en invernadero, la mortalidad de este ácaro varió de 96,7 a 100%, en el período de uno a siete días después de la aplicación de los productos (Anexo 1). Esto demuestra, que este producto, representa una alternativa viable a

los agroquímicos sintéticos, debido a que se observó que a bajas concentraciones controla al ácaro *T. evansi* en plantas de tomate.

Con relación a la concentración del caldo sulfocálcico requerida para control de *T. evansi*, las concentraciones letales y subletales fueron menores que las recomendadas y utilizadas en sistemas de cultivo orgánico. Estas concentraciones varían del 2 a 4% de un caldo que posee una densidad de 29 a 32 °Bé (PENTEADO, 2000; D'ANDRÉA, 2001), aproximadamente, 0,58 a 1,28% de polisulfuros de calcio en el producto de aspersión.

Otro punto importante, a ser considerado, consiste en que para aplicaciones cuyos ácaros no presentaron mortalidad inmediata, debido a la concentración aplicada, fueron estudiados los efectos retardados de este producto, esto es, efectos subletales, que representan cual es la concentración que lleva a la parálisis del crecimiento poblacional. El crecimiento poblacional de *T. evansi*, fue interrumpido, cuando se uso el caldo sulfocálcico en concentración de 0,62%.

La obtención del control de *T. evansi*, a bajas concentraciones, representa un gran avance en relación a los estudios, que buscan el control de este ácaro, debido a que *T. evansi* produce gran cantidad de tela, lo que dificulta la acción de depredadores y lleva, al rápido crecimiento poblacional de la plaga (SABELIS & BAKKER, 1992).

Los efectos de dosis subletales de los productos en la población, se ven manifestados, a través de: la reducción en el período de vida, disminución de la fertilidad, reducción de la fecundidad, cambios en la relación sexual y en el comportamiento de alimentación (STARK *et al.*, 1992). Esto demuestra la importancia de utilizar concentraciones subletales de los productos alternativos para el manejo de *T. evansi*, lo cual a pesar de ejercer un control más lento de la población, a través del tiempo, logra casi que igualar el control ejercido en las concentraciones mayores.

Uno de los inconvenientes relatados para el caldo sulfocálcico, es la baja selectividad a enemigos naturales; sin embargo, es posible utilizar dosis del producto, que sean eficientes en el control de la plaga y que sean selectivas a los principales enemigos naturales de éstos (VENZON *et al.*, 2007). La concentración de 0,5% del producto (31,5 °Bé) controla eficientemente la población del ácaro rojo del café *O. ilicis* y corresponde a CL<sub>11</sub> para el ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae), uno de los principales enemigos naturales de *Oligonychus ilicis* (MCGREGOR, 1917) (SOTO, 2009). La utilización de productos considerados selectivos, o sea, aquellos capaces de controlar eficientemente las plagas, causando poco o ningún impacto negativo sobre los enemigos naturales, es de suma importancia para que se pueda realizar un manejo racional de los organismos-plaga, con el fin de minimizar los daños al cultivo de forma económica y armoniosa con el ambiente (MOURA & ROCHA, 2006). Estas características son encontradas en los productos alternativos evaluados en este trabajo, que demostraron eficiencia de control de plagas y persistencia en el tiempo, después de ser aplicados.

El uso de concentraciones más bajas de los productos alternativos, esto es, concentraciones que mantienen el equilibrio de la población, inferiores a las normalmente utilizadas y recomendadas por las casas productoras, ayudan a preservar el medio ambiente y a evitar riesgos para la salud de los agricultores y consumidores, además de ejercer un control satisfactorio de los ácaros fitófagos, sin afectar los enemigos naturales.

Los productos a base de nim fueron eficientes en controlar por lo menos del 82% de la población de *T. evansi* un día después de la aplicación de los mismos (Anexo 1) en condiciones de invernadero. Con esta alta eficiencia para controlar poblaciones de *T. evansi* asociado a su biodegradabilidad, esos productos se presentan como una alternativa viable económica y ambiental para el control de estos fitófagos.

SOTO *et al.* (2011), estudió el efecto de los productos Neem Pro, Organic Neem y Natuneem, sobre el ácaro fitófago *T. urticae* y su predador *Phytoseiulus macropilis* (Acari: Tetranychidae) en fresa, encontrando que, a bajas concentraciones de estos productos, se controló al ácaro fitófago y no se afectó al predador, lo que indica que estos productos se podrían utilizar en concentraciones de azadirachtina que posibiliten efectos negativos sobre el ácaro fitófago *T. urticae*, sin afectar al ácaro predador *P. macropilis*.

Datos aun más concluyentes fueron obtenidos cuando se evaluó los efectos de la aplicación de nim diez días después de la aplicación de los mismos (Anexo 1). En esa fecha, la menor tasa de mortalidad observada fue de 98,7% (Neem Pro 0,07 mg de i.a/L) y la mayor fue de 100% (Neem Pro 0,08 mg de i.a/L, Natuneem 1,4 mg de i.a/L, Organic Neem 0,37 mg de i.a/L). En ese mismo período, la población testigo llegó a 593 ácaros por planta (Anexo 1) en cuanto que la media de las plantas tratadas con nim fue de 2,41 ácaros por planta. Esos resultados demuestran la eficiencia de la aplicación de productos a base de nim en el control de poblaciones de *T. evansi*.

Sin embargo, la eficiencia de los productos a base de Nim en el control de plagas, así como la selectividad de enemigos naturales, está relacionada con la dosis y la formulación empleada (MANSOUR & ASCHER, 1983; MANSOUR *et al.*, 1987; CASTIGLIONI *et al.*, 2002; MOURÃO *et al.*, 2004). Es necesario tener conocimiento técnico sobre el producto a ser utilizado para que sea obtenido el control satisfactorio de las poblaciones de plagas, de manera que no sean afectados los enemigos naturales asociados a éstas (VENZON *et al.*, 2008).

La aplicación del caldo sulfocálcico, como de los productos a base de Nim, en las concentraciones adecuadas, representan una alternativa viable al control del ácaro fitófago *T. evansi*, sobre plantas de tomate cuando son aplicados en dosis letal, como en dosis subletal.

En la utilización de dosis subletales, es importante considerar el tiempo para la acción acaricida de estos productos, especialmente, de productos a base de Nim. La decisión de usar concentraciones letales o subletales de los productos alternativos, depende de la población de la plaga al momento de la aplicación y de la presencia de predadores. Los resultados obtenidos en esta investigación, pueden ser utilizados como alternativa para involucrarlos en el manejo integrado de esta plaga.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), Brail, por el financiamiento de la investigación.

## IBLIOGRAFÍA

- ABBOT, C.E., 1945.- The toxic gases of lime-sulfur. *J Econ* 38 (5): 618-620.
- BOLLAND, H.R., VALA, F., 2000.- First record of the spider mite *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) from Portugal. *Entomologische Berichte*, 60:180-186.
- BRITO H.M., GUEDES, M., VARGAS, J. & GOMES, C.A., 2006.- Toxicidade de Natuneem sobre *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) e ácaros predadores da família Phytoseiidae. *Ciência e Agrotecnologia*, 30: 75-78.
- CAMPANHOLA, C. & BETTIOL, W., 2003.- Panorama sobre o uso de agrotóxicos no Brasil: 13-51 (in) CAMPANHOLA, C., BETTIOL, W. (ed.) *Métodos alternativos de controle fitossanitário*. Jaguariúna. Embrapa Meio Ambiente.CASTIGLIONI, E., VENDRAMIM, J.D., TAMAI, M.A., 2002.- Evaluación del efecto tóxico de extractos acuosos y derivados de meliáceas sobre *Tetranychus urticae* (Koch) (Acari: Tetranychidae). *Agrociência*, 6: 75-82.
- CHAGAS, P.R.R., TOKESHI, H. & ALVES, M.C., 2001.- Efficiency of lime sulfur in the control of the two-spotted mite in papaya in conventional and organic (Bokashi- EM) systems: 255-258 (in) CONFERENCE ON KYUSEI NATURE FARMING, 6. Pretoria. ProceedingsJapan/Atami: INFRC. P. 255-258.
- D'ANDRÉA, P.A., 2001.- Aspectos práticos e tendências no uso dos fertiprotectores: 97- 101 (in) HEIN, M. (org.) *Resumos do Encontro de Processos de Proteção de Plantas: controle ecológico de pragas e doenças*. Agroecológica Botucatu.DIMETRY, N.Z.,AMER, S.A.A. & REDA, A.S., 1993.- Biological activity of two neem seed kernel extracts against the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch. *Journal of Applied Entomology*, 116: 308-312.
- EASTERBROOK, M.A., FITZGERALD, J.D. & SOLOMON, M.G., 2001.- Biological control of strawberry tarsonemid mite *Phytonemus pallidus* and two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* on strawberry in the UK using species of *Neoseiulus* (*Amblyseius*) (Acari: Phytoseiidae). *Experimental and Applied Acarology*, 25: 25-36.FERRAGUT, F. & ESCUDERO, L.A., 2002.- La araña roja del tomate *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae) en España: distribución, biología y control. *Phytoma*, 25: 11-113.
- FILGUEIRA, F.A.R., 2000.- *Novo manual de olericultura-agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, Brasil. 402 p.
- FINNEY, D.J., 1971.- *Probit analysis*. Cambridge: Cambridge University Press. 333 p.
- FRAGOSO, D.B., GUEDES, R.N.C., PICANÇO, M.C. & ZAMBOLIM, L., 2002.- Insecticide use and organophosphate resistance in the coffee leaf miner *Leucoptera coffeella* (Lepidoptera: Lyonetiidae). *Bulletin of Entomological Research*, 92: 203-212.
- GUERRA, M.S., 1985.- *Receituário caseiro: alternativa para o controle de pragas e doenças de plantas cultivadas e seus produtos*. Brasília: EMATER. 166 p.
- GUIRADO, N., 2001.- Extrato de plantas no controle da leprose dos citros: 147-159 (n) HEIN, M. (org.) *Primer Encontro de Processos Proteção Plantas: Controle ecológico de pragas e doenças*. Agroecológica, Botucatu.HENDERSON, C.F. & TILTON, E.W., 1955.- Tests with acaricides against the brown wheat mite. *Journal of Economic Entomology*, 48: 157-161.
- KNAPP, M., WAGENER, B. & NAVAJAS, M., 2003.- Molecular discrimination between the spider mite *Tetranychus evansi* Baker & Pritchard, an important pest of tomatoes in southern Africa and the closely related species *T. urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *African Entomology*, 2: 300-304.
- MANSOUR, F.A., ASCHER, K.R.S. & OMARI, N., 1997.- Effects of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts from different solvents on the predacious mite *Phytoseiulus persimilis* and the phytophagous mite *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 15: 125-130.
- MANSOUR, F.A. & ASCHER, K.R.S., 1983.- Effects of neem (*Azadirachta indica*) seed kernel extracts from different solvents on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. *Phytoparasitica*, 11: 177-185.
- MARTINEZ, S.S., 2002.- *O nim Azadirachta indica: Natureza, Usos Múltiplos, Produção*. Londrina, IAPAR- Instituto Agronômico do Paraná. 142 p.
- MIGEON, A., 2005.- Un nouvel acarien ravageur en France: *Tetranychus evansi* Baker et Pritchard. *Phytoma, La Défense des Végétaux*, 579: 38-42.
- MOMEN, F.M., REDA, A.S. & AMER, S.A.A., 1997.- Effect of Neem Azal-F on *Tetranychus urticae* and three predacious mites of the family Phytoseiidae. *Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica*, 32: 355-362.
- MONTAG, J., SCHREIBER, L. & SCHONHERR, J., 2005.- An in vitro study on the infection activities of hydrated lime and lime sulphur against apple scab (*Venturia inaequalis*). *Journal of Phytopathology*, 153: 485-491.
- MORAES, G.J. & MCMURTRY, J.A., 1986.- Suitability of the spider mite *Tetranychus evansi* as prey for *Phytoseiulus persimilis*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 40: 109-115.
- MORAES, G.J. & FLECHTMANN, C.H.W., 2008.- *Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil*. Ribeirão Preto: Holos. 288 p.
- MORDUE, A.J. & NISBET, A.J., 2000.- Azadirachtin from the neem tree *Azadirachta indica*: its action against insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29: 615-632.
- MOURA, A.P. & ROCHA, L.C., 2006.- Seletivos e eficientes. Culturas Horticola e Frutas. *Revista Brasileira De Agrociência Pelotas*, 6 (36): 6-8.

- MOURÃO, S.A., SILVA, J.C.T., GUEDES, R.N.C., VENZON, M., JHAM, G.N., OLIVEIRA, C.L. & ZANUNCIO, J.C., 2004.- Seletividade de extratos de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* (Denmark & Muma) (Acari: Phytoseiidae). *Neotropical Entomology*, 33: 613-617.
- OVERMEER, W.P.J. & VAN ZON, A.Q., 1982.- A standardized method for testing the side effect of pesticides on the predaceous mite, *Amblyseius potentillae* (Acari: Phytoseiidae). *Entomophaga*, 27: 357-364.
- PENTEADO, S.R., 2000.- *Controle alternativo de pragas e doenças com as caldas bordalesa, sulfocálcica e Viçosa*. Buena Mendes Gráfica e Editora, Campinas. 95 p.
- PICANÇO, M.C., SOTO, A., BACCI, L., FIDELIS, E.G., SILVA, G.A. & DE SENA, M.E., 2007.- Controle biológico das principais pragas de hortaliças no Brasil: 505-537 (n) ZAMBOLIM, L. (d.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. Viçosa: UFV.
- POTTER, C., 1952.- An improved laboratory apparatus for applying direct sprays and surface films, with data on the electrostatic charge on atomized spray films. *Annals of Applied Biology*, 39: 1-29.
- REIS, P.R., CHIAVEGATO, L.G., MORAES, G.J., ALVES, E.B. & SOUSA, E.O., 1998.- Seletividade de agroquímicos ao ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil*, 27: 265-274.
- SABELIS, M.W. & BAKKER, F.M., 1992.- How predatory mites cope with the web of their tetranychid prey: a functional view on dorsal chaetotaxy in the Phytoseiidae. *Experimental and Applied Acarology*, 16: 203-225.
- SCHMUTTERER, H., 1987.- Insect growth-disrupting and fecundity reducing ingredients from the neem and chinaberry trees 119-170 (In) MORGAN, E. D. & MANDAVA, N.B. (eds.) *CRC Handbook of natural pesticides*. Florida, CRC series in naturally occurring pesticides. 453 p.
- SOTO, A., 2009.- Control del ácaro *Oligonychus ilicis* con calda sulfocálcica. *Revista Agronomía*, 17 (1): 7-11.
- SOTO, A., VENZON, M. & PALLINI, A., 2011.- Integración de control biológico y de productos alternativos contra *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Revista U.D.C.A. Actualidad y Divulgación Científica*, 14 (1): 23-29.
- SPOLEN, K.M. & ISMAN, M.B., 1996.- Acute and sublethal effects of a neem insecticide on the commercial biological control agents *Phytoseiulus persimilis* and *Amblyseius cucumeris* (Acari: Phytoseiidae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Diptera: Cecidomyiidae). *Journal of Economic Entomology*, 89: 1379-1386.
- STARK, J.D. & BANKS, J.E., 2003.- Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48: 505-519.
- STARK, J.D., VARGAS, R.I., MESSING, R.H. & PURCELL, M., 1992.- Effects of cyromazine and diazinon on three economically important Hawaiian tephritid fruit flies (Diptera: Tephritidae) and their endoparasitoids (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Economic Entomology*, 85: 1687-1694.
- SMILANICK, J.L. & SORENSON, D., 2001.- Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 157-168.
- VENZON, M., TUELHER, E.S., SOTO, A., OLIVEIRA, H.G. & PALLINI, A., 2008.- Controle of coffee red mit *Oligonychus ilicis* with lime sulphur at three different scales: 257 (in) *Abstracts of 22 International Conference on Coffee Science*. Campinas: ASIC. VENZON, M., PALLINI, A., FADINI, M.A.M., OLIVEIRA, H., MIRANDA, V.S., DE ANDRADE, A.P.S., 2007.- Controle alternativo de ácaros em hortaliças: 607-625 (n) ZAMBOLIM, L. (d.) *Manejo integrado de doenças e pragas hortaliças*. Viçosa: UFV.

**Anexo 1.** Población media (ácaros/planta) y porcentaje de reducción poblacional (RP), del ácaro rojo *Tetranychus evansi*, en plantas de tomate después de la aplicación de diferentes productos alternativos.

Tratamientos	Evaluación Previa	1 DDA <sup>3</sup>	RP (%) <sup>4</sup>	5 DDA	RP (%)	7 DDA	RP (%)	10 DDA	RP (%)
Testigo	336,78 ± 67,01	448,11 ± 63,85	--	647,89 ± 123,99	--	611,33 ± 43,53	--	593,00 ± 136,84	--
Neem Pro <sup>1</sup> 0,08	292,78 ± 48,88	11,22 ± 3,42	97,11 ± 0,07	3,89 ± 2,42	99,30 ± 0,09	0,11 ± 0,33	99,98 ± 0,03	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
Neem Pro <sup>1</sup> 0,07	299,00 ± 49,39	28,56 ± 7,60	92,78 ± 1,80	18,78 ± 7,10	96,54 ± 1,78	8,56 ± 2,24	98,36 ± 0,53	6,67 ± 2,65	98,65 ± 0,78
Natuneem <sup>1</sup> 1,4	326,44 ± 66,49	8,67 ± 2,35	98,00 ± 0,30	2,22 ± 1,79	99,55 ± 0,39	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
Natuneem <sup>1</sup> 0,89	276,44 ± 47,60	64,00 ± 22,55	82,70 ± 1,98	18,22 ± 8,14	96,63 ± 0,90	12,67 ± 6,20	97,52 ± 0,47	3,78 ± 2,60	99,17 ± 0,42
Organic Neem <sup>1</sup> 0,37	311,11 ± 46,57	9,56 ± 3,64	97,69 ± 0,03	2,22 ± 1,86	99,66 ± 0,30	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
Organic Neem <sup>1</sup> 0,28	283,11 ± 26,88	31,56 ± 8,09	91,57 ± 1,54	13,11 ± 4,48	97,60 ± 0,31	9,33 ± 3,40	98,17 ± 0,56	4,00 ± 3,00	99,25 ± 0,38
Caldo sulfoc <sup>2</sup> 1,0	299,78 ± 38,49	12,89 ± 6,37	96,76 ± 0,83	1,22 ± 1,56	99,80 ± 0,06	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	100,00 ± 0,00
Caldo sulfoc <sup>2</sup> 0,6	332,00 ± 49,35	38,33 ± 11,92	91,30 ± 1,18	13,56 ± 4,93	97,80 ± 0,70	7,11 ± 1,69	98,77 ± 0,40	3,67 ± 2,35	99,34 ± 0,39

<sup>1</sup>mg/de azadirachtina.

<sup>2</sup>Porcentaje de producto a 31,5 <sup>03</sup>Días después de la aplicación.

<sup>4</sup>Porcentaje de reducción poblacional, calculada por la fórmula de HENDERSON & TILTON (1955).