

Efecto insecticida de los aceites esenciales de algunas lamiáceas sobre *Tecia solanivora* Povolny en condiciones de laboratorio

Insecticidal effect of labiate essential oils on *Tecia solanivora* Povolny in laboratory

Julián Ernesto Ramírez¹, María Isabel Gómez J.^{1,3}, José Miguel Cotes² y Carlos Eduardo Núñez^{1,3}

RESUMEN

La papa, el producto agrícola más importante en la economía de los andes colombianos, tiene en la polilla guatemalteca (*Tecia solanivora* Povolny) su principal plaga, cuyo control se basa en el uso intensivo de plaguicidas. Una alternativa potencial a la aplicación de estos insumos es el uso de productos vegetales. En condiciones controladas, el presente trabajo evaluó el efecto de los aceites esenciales de *Ocimum basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *O. vulgare*, *P. cablin*, *R. officinalis*, *S. officinalis* y *T. vulgaris* sobre los huevos, larvas y adultos de *T. solanivora* al ser aplicados directamente sobre los tubérculos, y sobre la superficie del suelo. No se encontró ningún efecto de los tratamientos sobre el desarrollo larval ni sobre la longevidad de los adultos. En las dos modalidades de aplicación estudiadas, los aceites de *P. cablin* y *T. vulgaris* en una concentración del 0,25% produjeron una reducción significativa en la viabilidad de los huevos. Al aumentar la humedad del suelo y el volumen de aplicación de los aceites, los aceites de *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *R. officinalis* también tuvieron acción ovicida. Estos resultados son evidencia del potencial de estos aceites como controladores de *Tecia solanivora*.

Palabras clave: papa, *Solanum tuberosum*, plantas aromáticas, ovicida, plaguicidas alternativos.

ABSTRACT

Potato, the most important agricultural product in the Colombian Andean economy, has in the guatemalan potato moth (*Tecia solanivora* Povolny) its principal pest, the management of which is based on intensive use of pesticides. A potential alternative to these chemical agents is the application of plant products. Under controlled conditions, the current research study tested the effect of essential oils from *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *O. vulgare*, *P. cablin*, *R. officinalis*, *S. officinalis* and *T. vulgaris*, on eggs, larvae and adults of *T. solanivora*, as applied directly on the soil and to the tubers. The treatments had no significant effect on larval development or adult longevity. Under both application modes, the Patchouli and thyme oils at a 0.25% dose determined significant egg viability reductions. Under increased soil moisture and oil volume application the *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita* and *R. officinalis* treatments had a significant ovicidal action too. These results reveal the potential of these essential oils for the control of *T. solanivora*.

Key words: potato, *Solanum tuberosum*, aromatics plants, ovicide, pesticide alternative.

Introducción

La polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora* Povolny) es un lepidóptero de la familia Gelechiidae, perteneciente al complejo de polillas que atacan los tubérculos de la papa. Originaria de Centroamérica, donde es considerada la principal plaga del cultivo, se reportó en Colombia por primera vez en 1985, y puede causar infestaciones en cultivo superiores al 90%, con pérdidas del 25% en producción y hasta el 100% en almacenamiento (Alvarado *et al.*, 1993; Niño, 2004). Las hembras de *T. solanivora* depositan los huevos en el suelo, cerca de la base de las plantas de papa o sobre los tubérculos en almacén. Una vez que la larva emerge, se orienta hacia el tubérculo, raspa su superficie, penetra debajo de la epidermis y luego barrena más profundamente

hasta formar galerías dentro del tubérculo, permaneciendo en este hasta el momento de pupar (Alvarado *et al.*, 1993).

La importancia del cultivo de la papa es evidente, dado que se considera el cuarto alimento básico en el mundo, después del maíz, el trigo y el arroz, con una producción de 314,14 millones de toneladas a nivel mundial para el año 2008 (FAO, 2010); adicionalmente se concibe como el más importante del área andina colombiana (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005), con una participación de 10,4% de la superficie cultivada en productos transitorios, ocupando cerca de 135.000 ha en 250 municipios localizados entre los 2.000 y los 3.500 msnm (Fedepapa, 2004; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005; FAO, 2010).

Fecha de recepción: 5 de octubre de 2009. Aceptado para publicación: 28 de julio de 2010

¹ Departamento de Agronomía, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá (Colombia).

² Departamento de Ciencias Agronómicas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia).

³ Autores para correspondencia. migomezj@unal.edu.co; cenzteztl@unal.edu.co

Actualmente la demanda por productos con inocuidad y respeto por el ambiente ha generado cambios sustanciales en lo que tiene que ver con el uso de productos de síntesis química para el control de problemas fitosanitarios en los sistemas productivos. La papa no es ajena a estas tendencias, y aunque los principales mecanismos de control empleados para *T. solanivora* tienen relación con la prevención gracias a un manejo integrado de plagas -control químico, cultural y biológico-, junto con medidas de control etológico como trampas de feromonas (Fedepapa, 2004), el uso de plaguicidas para combatirla es muy alto. La papa se considera como el producto de origen agrícola en Colombia que posee la mayor demanda por insecticidas, con un gasto de 107 mil millones de pesos a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2005). Adicionalmente, el cultivo es una gran fuente de trabajo por la exigencia de uso de mano de obra para diferentes labores; se estima que el sistema productivo demanda 20 millones de jornales al año, vinculando de forma directa más de 110.000 familias; por tal razón es una necesidad generar alternativas que redunden en una mayor seguridad para el sistema productivo de ese cultivo, con bajo impacto ambiental (Osorio *et al.*, 2001).

Una buena opción ante esta situación es el uso de plantas aromáticas y sus productos, cuya actividad repelente o insecticida sobre diferentes insectos y otros artrópodos plaga ha sido reportada en diversos estudios (Srivastava *et al.*, 2001; Finch *et al.*, 2003; Hori, 2003; Macchioni *et al.*, 2004). En algunos casos también se mencionan efectos sub-letales, que alteran el desarrollo y la reproducción de insectos (Rao *et al.*, 1999; Gökçe *et al.*, 2006). En diferentes estudios se ha evaluado el efecto de plantas aromáticas, sus extractos y aceites esenciales sobre diferentes estados de desarrollo de *Phthorimaea operculella*, una especie perteneciente al complejo de plagas de la papa en el que se encuentra *Tecia solanivora* (Lal, 1991; Das, 1995; Kroschel y Koch, 1996; Iannacone y Lamas, 2003; Álvarez *et al.*, 2004; Guerra *et al.*, 2007).

Entre las plantas pertenecientes a la familia Lamiaceae, varias se han reportado como poseedoras de propiedades insecticidas, repelentes o deterrentes de oviposición, entre ellas *Ocimum kilimandscharicum* y *Ocimum kenyense* (Bekele y Hassanali, 2001), *Mesona procumbens* (Dover, 1985), *Ocimum basilicum* (Dube *et al.*, 1989), *Rosmarinus officinalis* (Hori, 1998), *Hyssopus officinalis*, *Lavandula officinalis*, *Perilla frutescens*, *Mentha viridis*, *Mentha piperita*, *Origanum vulgare*, *Origanum majorana* (Hori, 2003), *Salvia officinalis*, *Majorana hortensis*, *Mentha spicata*, *Micromeria fruticosa*, *Melissa officinalis*, *Hyssopus officinalis* (Mansour

et al., 1986), *Lavandula angustifolia* (Mauchline *et al.*, 2005) y *Origanum syriacum* (Tunç y Şahinkaya, 1998).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de aceites esenciales de las lamiáceas, albahaca (*Ocimum basilicum* L.), mejorana (*Origanum majorana* L.), menta (*Mentha piperita* L.), orégano (*Origanum vulgare* L.), pachulí (*Pogostemon cablin* [Blanco] Benth.), romero (*Rosmarinus officinalis* L.), salvia (*Salvia officinalis* L.) y tomillo (*Thymus vulgaris* L.), sobre la longevidad de adultos, viabilidad de huevos y desarrollo larval de *T. solanivora*, en condiciones de laboratorio, con el fin de estimar su uso potencial como alternativa en el manejo de la plaga.

Materiales y métodos

Insectos, aceites esenciales y material vegetal

Para todos los ensayos se emplearon insectos provenientes de la cría de *T. solanivora* de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. El procedimiento de cría empleado fue el previamente establecido en el Laboratorio de Cría de Insectos. La colonia de polillas fue suplementada con larvas y pupas colectadas de campo al comienzo del estudio y mantenida a $17\pm 2^{\circ}\text{C}$ en un cuarto oscuro. Después de su emergencia, los adultos se colectaron y mantuvieron en frascos de vidrio que contenían algodón con agua. Estos frascos fueron tapados con papel absorbente y ubicados de forma invertida para que la oviposición se realizara en el papel. A la semana, los papeles fueron retirados y colocados sobre tubérculos en cajas plásticas con arena estéril en el fondo para favorecer la formación del capullo. El aceite de *O. majorana* se extrajo mediante el proceso de destilación por arrastre con vapor de agua en el Laboratorio de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad Nacional de Colombia. Los aceites esenciales comerciales se obtuvieron por este mismo proceso de acuerdo con los productores (Green Andina Ltda. [Bogotá] *M. piperita*, *T. vulgaris*, *O. basilicum*, *R. officinalis* y *O. vulgare*; All care Ltda. [Bogotá] *P. cablin* y Esenciales de Colombia [Bogotá] *S. officinalis*). Los tubérculos empleados para los diferentes ensayos son de la especie *Solanum phureja* Juz. et Buk variedad Criolla Colombia.

Los ensayos simulaban las condiciones en las que los diferentes estados de desarrollo de *T. solanivora* se ven sometidos a los plaguicidas aplicados en almacenamiento y campo.

Aplicación de aceites esenciales sobre tubérculos

Para evaluar el efecto de los aceites esenciales de *P. cablin*, *M. piperita*, *T. vulgaris*, *O. basilicum*, *R. officinalis*, *S.*

officinalis, *O. vulgare* y *O. majorana* sobre la viabilidad de huevos y el desarrollo larval de *T. solanivora*, se preparó una emulsión de agua-aceite esencial al 0,5% con una adición de etanol al 95%, manteniendo una concentración final de 0,3% del solvente en la emulsión. Esta concentración de aceite ha sido previamente empleada en evaluaciones de aceites esenciales y extractos vegetales sobre *P. operculella* y otros insectos (Passino *et al.*, 1999; Álvarez *et al.*, 2004; Moawad y Ebadah, 2007; Sharaby *et al.*, 2009). Esta emulsión se aplicó por inmersión a tubérculos de *Solanum phureja* variedad Criolla Colombia. Como control se aplicó una solución de agua-etanol al 0,3% para así descartar el posible efecto del etanol sobre las variables evaluadas. Se realizaron ocho réplicas por tratamiento. Luego de la aplicación de los aceites se permitió la evaporación del etanol durante 30 min. Cada tubérculo se colocó de forma independiente en un recipiente de icopor de 16 onzas previamente forrado en el interior con papel aluminio, al que se adicionó arena para permitir la posterior formación del capullo. Para cada tratamiento se ubicaron diez huevos de *T. solanivora*, obtenidos y contados 3 d luego de la oviposición (Fig. 1).

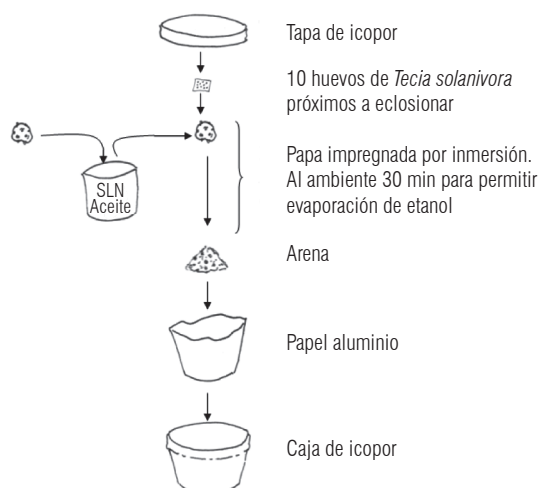


FIGURA 1. Montaje para la evaluación del efecto de aceites esenciales aplicados sobre tubérculos en viabilidad de huevos y desarrollo larval.

Once días después del montaje se contabilizaron los huevos para establecer el porcentaje de emergencia de larvas. Luego de 33 d de la inoculación con los huevos, se realizó un conteo de pupas y larvas presentes en los tubérculos y se cuantificaron los porcentajes de daño; para esto, se dividió cada tubérculo en cuatro y se realizó una valoración visual directa del nivel de daño. Posteriormente, se seleccionaron los aceites que redujeron significativamente el porcentaje de emergencia de huevos en esta primera evaluación, para realizar un segundo ensayo y evaluar una concentración menor buscando la reducción de costos en una aplicación para el manejo de esta plaga. Se evaluaron los mismos

parámetros de viabilidad de huevos, porcentaje de daño y desarrollo larval realizando un montaje similar al descrito anteriormente para evaluar el efecto de dichos aceites con diluciones al 0,25 y 0,5%.

Aplicación de aceites esenciales sobre suelo

Para evaluar el efecto de la aplicación de los aceites esenciales sobre huevos y sobre el desarrollo larval en condiciones cercanas a las de campo, se hizo un primer ensayo con cajas de icopor de 16 onzas, a las que se les adicionaron 63 cm³ de suelo, suficiente para evitar que el tubérculo tuviera contacto con la superficie de icopor; posteriormente se puso un tubérculo de papa de la variedad Criolla Colombia, el cual se cubrió completamente con 184 cm³ de suelo. A este suelo se aplicaron por aspersión 2,5 mL de aceite emulsionado en agua por agitación de acuerdo con la metodología reportada por Álvarez *et al.* (2004), en una concentración de 0,5%. Este volumen se calculó a partir de los volúmenes aplicados en campo en cada uno de los puntos de siembra (100 mL de agua en 10 kg de suelo). La aplicación de la solución con cada uno de los aceites se realizó con un aspersor de tipo casero previamente calibrado (se calculó el volumen por aspersión) como el mostrado en la Fig. 2. Posteriormente se dispusieron sobre el suelo 15 huevos próximos a eclosionar. Las cajas se taparon con velo y la tapa de icopor con una abertura. Se realizaron cinco réplicas por cada tratamiento. El control tuvo las mismas condiciones pero se aplicó solamente agua (Fig. 2).

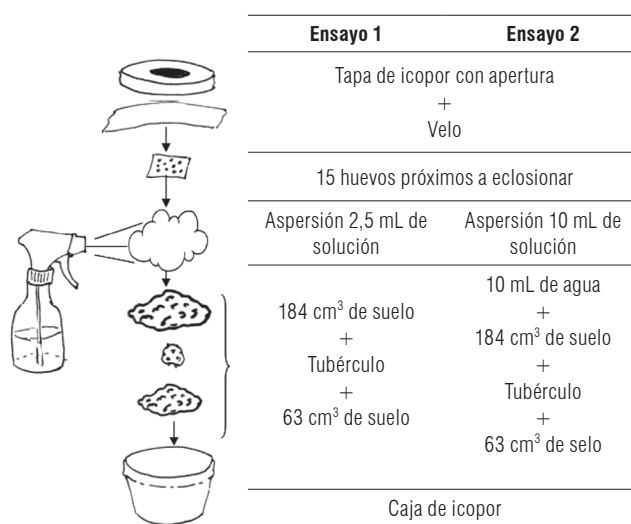


FIGURA 2. Montaje para la evaluación del efecto de aceites esenciales aplicados sobre suelo en viabilidad de huevos y desarrollo larval.

En un segundo ensayo se repitió el experimento adicionando en la misma forma y cantidad el suelo, pero se agregaron 10 mL de agua a cada recipiente media hora antes de la aplicación de 10 mL de la solución aceite:agua al 0,5%.

Longevidad de adultos

Para evaluar el efecto de los aceites esenciales sobre la longevidad de adultos de *T. solanivora*, se emplearon cajas de icopor de 16 onzas forradas con papel aluminio, las cuales tenían 60 cm³ de suelo; sobre este suelo se aplicaron por aspersión 3,33 mL (lo equivalente a cinco aspersiones, volumen requerido para humedecer toda la superficie del suelo) de la solución de aceite emulsionado con agua mediante agitación, en una concentración de 0,5%. En cada réplica se liberaron cuatro hembras y dos machos de la misma edad previamente sexados mientras estaban anestesiados con éter. Las liberaciones se hacían tan pronto se asperjaba el suelo, y de inmediato las cajas eran tapadas con velo y la tapa de la caja se dejaba con una abertura para evitar la salida de los adultos, pero para permitir la volatilización normal del aceite esencial (Fig. 3).

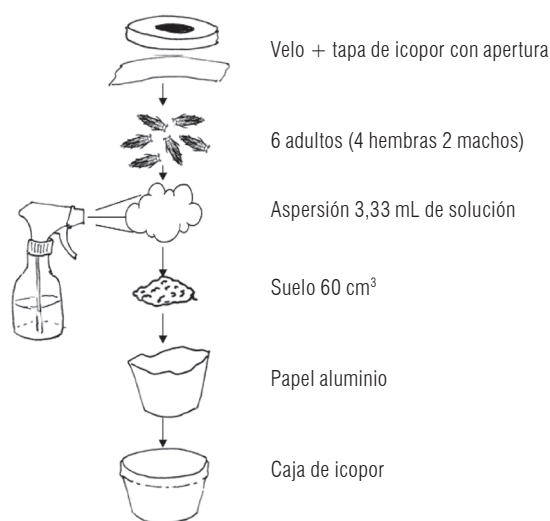


FIGURA 3. Montaje para evaluar longevidad de adultos.

Cada 2 d se realizaron conteos del número de adultos muertos, hasta que todos murieron (27 d después del montaje del ensayo), para calcular la longevidad por tratamiento. Se realizaron cinco réplicas por tratamiento. Como control se aplicó agua por aspersión.

Análisis estadísticos

El análisis lineal generalizado se empleó para todos los experimentos, usando como función de ligamiento *logit*, debido a que las variables evaluadas son binomiales (McCullagh y Nelder, 1989). Para el ensayo de longevidad de adultos se asumió una distribución gamma, la cual es común para ese tipo de variables. Para encontrar un efecto significativo de los tratamientos se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey. Los análisis estadísticos

se realizaron con la ayuda del software SAS® V9.1.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC).

Resultados y discusión

Aplicación de aceites esenciales sobre tubérculos

Para la variable de porcentaje de eclosión, los resultados evidenciaron diferencias significativas ($P \leq 0,01$) entre el control (68,75%) y los aceites de *P. cablin* (31,25) y *T. vulgaris* (18,75), siendo en estos tratamientos en donde se encontró el menor porcentaje de eclosión (Fig. 4). Los tratamientos no mostraron diferencias significativas para las variables número total de individuos emergidos de los tubérculos y porcentaje de daño en tubérculos.

Debido a la reducción considerable en el porcentaje de emergencia de huevos tratados con los aceites de *P. cablin* y *T. vulgaris*, estos fueron seleccionados para un segundo ensayo, en el que se evaluaron dos concentraciones de solución. Se encontraron reducciones notables para el parámetro de porcentaje de eclosión en las dos concentraciones de *P. cablin* ($P \leq 0,01$) y la concentración de 0,5% de *T. vulgaris* con respecto al control ($P \leq 0,01$) (Fig. 5), hallándose la menor proporción de eclosión en la concentración de 0,5% de *P. cablin*, a diferencia del anterior ensayo en el que *T. vulgaris* mostró un mejor resultado; adicionalmente, esta concentración presentó diferencias significativas con todos los demás tratamientos.

Por último, no se halló diferencia significativa entre el tratamiento con aceite de *P. cablin* al 0,25% y el de *T. vulgaris* al 0,5% ($P \approx 0,67$); esto indica que aunque con *T. vulgaris* se presentan disminuciones importantes, *P. cablin* afecta con mayor contundencia la viabilidad de los huevos. No se presentaron diferencias significativas para las variables número de individuos emergidos de tubérculos y porcentaje de daño entre los tratamientos y el control.

Aplicación de aceites esenciales sobre suelo

Con respecto a la eclosión de huevos, nuevamente en el tratamiento con aceite de *P. cablin* se obtuvo la menor tasa (mayor reducción en eclosión) presentando diferencia significativa en relación con el control ($P \leq 0,01$), mostrando en los dos ensayos mejores resultados que en *T. vulgaris*, que también manifestó efecto ovicida (Fig. 7).

A pesar de que en el primer ensayo no se reportaron diferencias significativas entre los demás tratamientos y el control, en el segundo ensayo -en el que se empleó mayor humedad en el suelo y una dosis de aceite esencial más alta (10 mL de agua antes de la aplicación de 10 mL de la

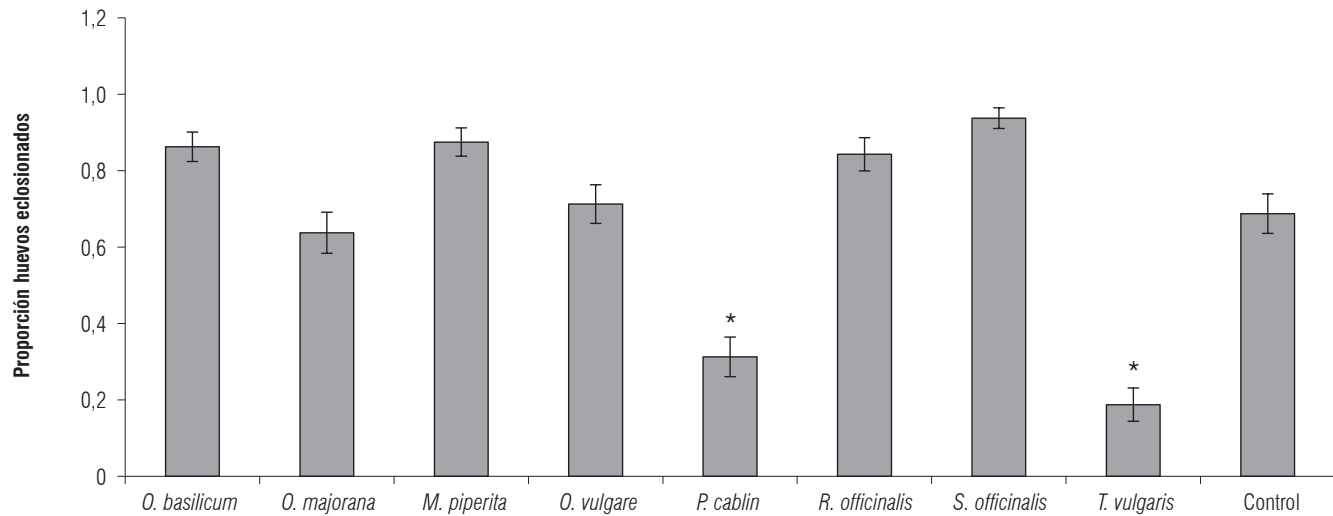


FIGURA 4. Proporción de huevos eclosionados bajo tratamientos con aceites esenciales aplicados sobre tubérculos. El asterisco indica diferencias significativas con respecto al control según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican error estándar.

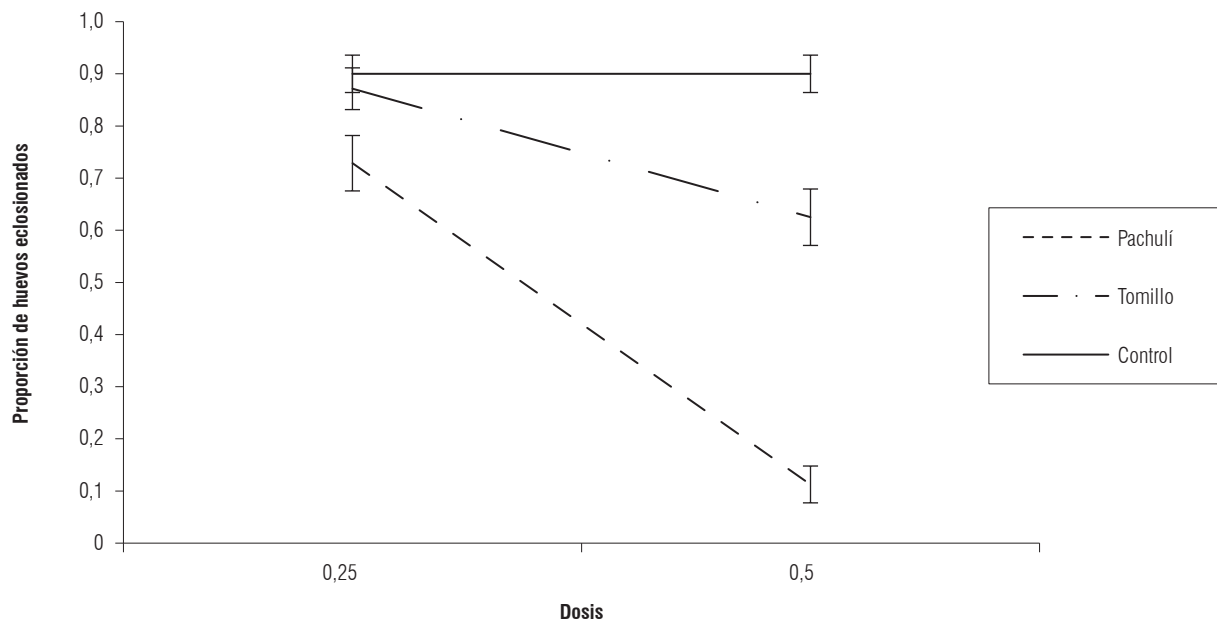


FIGURA 5. Efecto de dos concentraciones de *P. cablin* y *T. vulgaris* sobre la eclosión de huevos de *T. solanivora*. Las barras corresponden al error estándar.

solución agua:aceite 0,5%)-, hubo respuesta en la reducción de huevos eclosionados para los aceites de *O. majorana*, *M. piperita*, *R. officinalis* y *O. basilicum* ($P \leq 0,01$); adicionalmente, se encontró interacción significativa de aceite - experimento, lo cual evidencia el efecto de las dosis sobre la respuesta de esta variable y la influencia de la humedad del suelo, ya que se observó una importante variación en la respuesta en cada tratamiento para los dos experimentos y la diferencia del control en el segundo experimento con respecto a los demás tratamientos (Fig. 6). Es de resaltar que *O. majorana* y *T. vulgaris* no presentan diferencias

significativas en este último ensayo con respecto al tratamiento con *P. cablin*; sin embargo, la proporción de huevos eclosionados encontrados en el tratamiento con *P. cablin* fue significativamente menor que con los aceites de *M. piperita*, *O. basilicum* y *R. officinalis* ($P \leq 0,01$).

No se detectó una reducción significativa en el porcentaje de daño ni en el número de individuos obtenidos de los tubérculos con ninguno de los tratamientos en comparación con el control para los dos ensayos realizados con esta metodología.

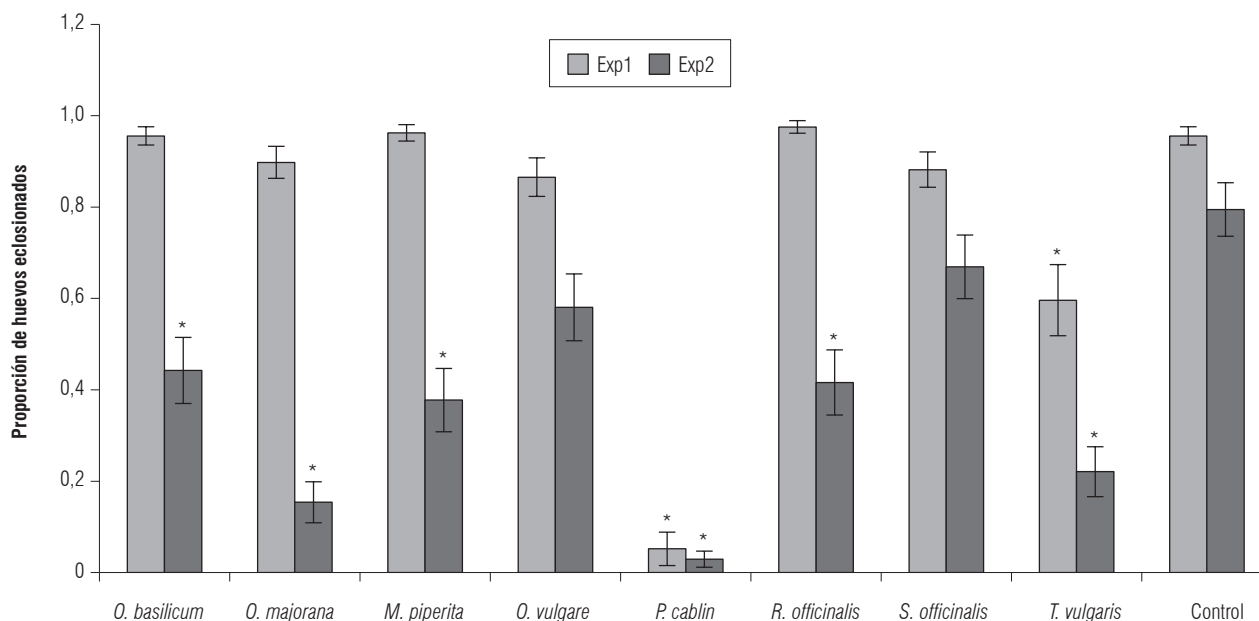


FIGURA 6. Proporción de huevos eclosionados en dos experimentos bajo tratamientos con aceites esenciales aplicados sobre suelo. Los asteriscos indican diferencias significativas con respecto al control según la prueba Tukey ($P \leq 0,05$). Las barras sobre las columnas indican error estándar.

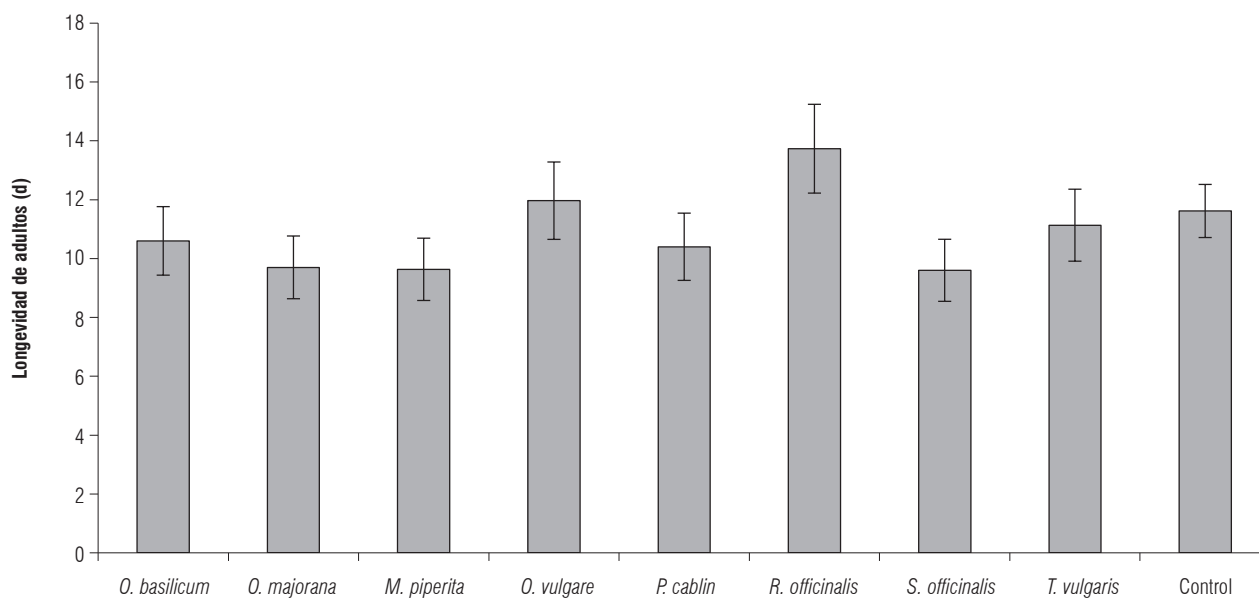


FIGURA 7. Longevidad de adultos de *T. solanivora* bajo tratamientos con aceites esenciales. Las barras sobre las columnas indican error estándar.

Longevidad de adultos

No se hallaron diferencias significativas en la longevidad de los adultos entre los tratamientos y el control (Fig. 7). Los adultos permanecieron vivos entre 1 y 27 d.

Discusión

Se encontró que los aceites de *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *R. officinalis*, *T. vulgaris* y *P. cablin* tienen un alto potencial como controladores de *T. solanivora*

por su actividad ovicida. Sin embargo, esta propiedad es dependiente de la dosis y se favorece por las condiciones de humedad del suelo. Solamente los aceites de tomillo y pachelí mantuvieron su efecto letal sobre huevos en un volumen de aplicación de 2,5 mL. Moawad y Ebadah (2007) encontraron para *P. opercullela* un porcentaje de eclosión dependiente de la dosis del tratamiento con aceites esenciales de cuatro plantas, entre ellas *R. officinalis*, especie cuyo aceite, como en este trabajo, tuvo un efecto ovicida con la aplicación directa sobre los huevos de una

solución al 0,02; 0,03 y 0,05% (58, 36 y 31% de eclosión, respectivamente). En el presente trabajo se encontró una tasa de eclosión del 42% al aplicar el aceite de *R. officinalis* en solución del 0,5% sobre la superficie del suelo en condiciones de mayor humedad. Keita *et al.* (2001) encontraron una reducción en la eclosión de huevos con el aceite de *O. basilicum* aplicado en polvo de caolín aromatizado. En otro estudio en el que se evaluó el efecto del aceite esencial de *M. piperita* sobre *P. operculella*, se encontró una reducción del 34,4% en la eclosión al aplicar una solución al 1% por inmersión (Sharaby *et al.*, 2009). No obstante, en el presente trabajo, con este mismo aceite se halló una eclosión del 37% de los huevos, mientras que en el control fue del 79%. Este efecto ovicida puede ser atribuido a una toxicidad aguda o a la alteración de procesos fisiológicos y químicos del desarrollo embrionario por la penetración de los compuestos volátiles de los aceites dentro de los huevos (Sharaby *et al.*, 2009). Sin embargo, para poder asegurar qué causa el efecto ovicida por parte de los aceites empleados se deben realizar estudios complementarios.

Especies como *Allium sativum* han mostrado un fuerte efecto ovicida de sus volátiles sobre diferentes especies de nóctuidos, y se han encontrado efectos crónicos sobre huevos de *Helicoverpa armigera* que dieron como resultado un menor desarrollo de las larvas (Gurusubramanian y Krishna, 1996). En este trabajo se evaluó el efecto de aplicar los aceites esenciales en estado de huevo sobre el desarrollo larval medido como la proporción de individuos emergidos de los tubérculos con respecto a los huevos eclosionados. En estudios previos se ha reportado un efecto larvicida sobre *Culex pipiens*, *Musca domestica* y *Ceratitis capitata* del aceite esencial de *Teucrium leuclidium*, una lamiácea cuyo aceite esencial tiene como principal componente el patchoulol, alcohol sesquiterpeno predominante en el aceite esencial de *P. cabli* (El-Shazly y Hussein, 2004). Así mismo, se ha reportado que el thymol, principal componente del aceite esencial de *T. vulgare*, tiene efectos letales, sub-letales y anti-alimentarios sobre larvas de *Spodoptera litura* (Hummelbrunner e Isman, 2001). Clemente *et al.* (2003) encontraron efectos letales y sub-letales de extractos de *O. basilicum*, *O. vulgare*, *R. officinalis* y *T. vulgare* al ser aplicados a la dieta de larvas de *Tribolium castaneum*. Al evaluar el número de individuos emergidos de tubérculos tratados con aceite esencial, no se encontró un efecto significativo de los tratamientos. Esto puede deberse a que la metodología empleada, planteada con el fin de evaluar la aplicabilidad de los aceites esenciales como plaguicidas, no permitió que las larvas estuvieran suficientemente expuestas al efecto insecticida de los aceites.

En el presente estudio se evaluó el efecto de los aceites esenciales sobre la longevidad de los adultos de *T. solanivora* al ser aplicados sobre la superficie del suelo en donde estos permanecieron hasta morir; es decir, estuvieron expuestos tanto a la fase volátil como al contacto directo con el aceite esencial. En estas condiciones no se encontró una reducción en esta variable en ninguno de los tratamientos al compararlos con el control. Estudios del efecto tóxico sobre insectos adultos de diversas especies bajo el efecto de los aceites esenciales aquí evaluados han sido previamente reportados. Passino *et al.* (1999) encontraron que al alimentar a adultos de *C. capitata* con un mucilago adicionado con diferentes concentraciones de aceite esencial de romero y salvia, no se produjo un incremento en su mortalidad. En un estudio más reciente, Moawad y Ebadah (2007) detectaron que una exposición permanente a la fase volátil del aceite de *R. officinalis* redujo la longevidad de adultos de *P. operculella*, y Keita *et al.* (2001) encontraron este mismo efecto sobre el coleóptero *Callosobruchus maculatus* con el aceite esencial de *O. basilicum* bajo la misma metodología, en ambos casos con una respuesta dependiente de la concentración empleada. Al evaluar el efecto de la fase volátil del aceite esencial de *O. vulgare*, se halló mortalidad sobre *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) y *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) (Çalmaşur *et al.*, 2006). El-Nahal *et al.* (1989), al evaluar la fase volátil del aceite esencial de *Acorus calamus* (Acoraceae) sobre plagas de granos almacenados, concluyeron que el efecto tóxico sobre adultos depende más del tiempo de exposición que de la dosis. En el presente estudio los aceites esenciales se aplicaron solamente al inicio del tratamiento, mientras que en los trabajos reportados previamente se daba un suplemento alimenticio constante con una dosis de aceite esencial, o se mantenía aceite puro dentro de un recipiente donde permanecían los insectos a una exposición continua a altas concentraciones de los volátiles. La metodología planteada en este trabajo respondió a la necesidad de evaluar en condiciones cercanas a las reales el efecto de los aceites esenciales sobre los diferentes estados de desarrollo de *T. solanivora*, buscando evaluar su potencial para el manejo de esta polilla. Esta diferencia metodológica podría ser la causa de la ausencia de respuesta significativa para las variables evaluadas.

Conclusión

Dadas las características insecticidas previamente reportadas para muchos de los aceites evaluados -y que se pudieron evidenciar en la actividad ovicida presentada por los aceites de *O. basilicum*, *O. majorana*, *M. piperita*, *R. officinalis*, *T. vulgare* y *P. cabli*-, se puede inferir que una de las razones

por las que no se encontró un efecto significativo sobre el número de individuos emergidos de tubérculos tratados ni sobre la longevidad de adultos, puede ser la dificultad para asegurar la persistencia de los aceites esenciales en el ambiente dada su alta volatilidad. Estos resultados indican que aunque los aceites evaluados tienen una alta actividad ovicida, es necesario realizar evaluaciones con un amplio espectro de dosis y buscar alternativas de formulación que permitan su aplicación como herramientas para el manejo de esta plaga.

Agradecimientos

Por el financiamiento del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de la República de Colombia a través del proyecto “Identificación del potencial de aceites esenciales de especies aromáticas de las familias Verbenaceae y Labiatae en el manejo integrado de *Phytophthora infestans* y *Tecia solanivora*, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.)”. MADR 2007V7163-59-597/2007.

Literatura citada

- Alvarado, J.J., E. Ortega y J. Acevedo. 1993. Evaluación de la densidad de trampas de feromona en la captura de la polilla centroamericana de la papa (*Tecia solanivora* Povolny). Rev. Latinoam. Papa 5/6(1), 77-88.
- Álvarez, J., A. Espinosa, C. Núñez, E. Bautista y R. Pinzón. 2004. Actividad insecticida del aceite esencial de *Mintostachys mollis* (HBK) Griseb y sus componentes. Rev. Col. Cienc. Quím. Farm. 33(2), 137-144.
- Bekele, J. y A. Hassanali. 2001. Blend effects in the toxicity of the essential oil constituents of *Ocimum kilimandscharicum* and *Ocimum kenyense* (Labiatae) on two post-harvest insect pests. Phytochemistry 57, 385-391.
- Çalmaşur, Ö., İ. Aslan y F. Şahin. 2006. Insecticidal and acaricidal effect of three Lamiaceae plant essential oils against *Tetranychus urticae* Koch and *Bemisia tabaci*. Genn. Ind. Crop Prod. 23(2), 140-146.
- Clemente, S., G. Mareggiani, A. Broussalis, V. Martino y G. Ferraro. 2003. Insecticidal effects of Lamiaceae species against stored products insects. Bol. San. Veg. Plagas 29, 421-426.
- Das, G. 1995. Plants used in controlling the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Crop Prot. 14(8), 631-636.
- Dover, J. 1985. The responses of some Lepidoptera to labiate herb and white clover extracts. Entomol. Exper. Appl. 39(2), 177-182.
- Dube, S., P. Upadhyay y S. Tripathi. 1989. Antifungal, physicochemical, and insect-repelling activity of the essential oil of *Ocimum basilicum*. Can. J. Bot. 67(7), 2085-2087.
- El-Nahal, A., G. Schmidt y E. Risha. 1989. Vapour of *Acorus calamus* oil-A space treatment for stored product insects. J. Stored Prod. Res. 25(4), 211-216.
- El-Shazly, A. y K. Hussein. 2004. Chemical analysis and biological activities of the essential oil of *Teucrium leucocladum* Boiss. (Lamiaceae). Biochem. Syst. Ecol. 32(7), 665-674.

- FAO. 2010. Faostat. Production quantity. En: <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>; consulta: julio de 2010.
- Fedepapa, Federación Colombiana de Productores de Papa. 2004. Guía ambiental para el cultivo de la papa. En: http://www.siame.gov.co/siame/documentos/Guias_Ambientales/Gu%C3%ADas%20Resoluci%C3%B3n%201023%20del%2028%20de%20julio%20de%202005/AGRICOLA%20Y%20PECUARIO/Guia%20Ambiental%20para%20el%20cultivo%20de%20la%20papa.pdf; consulta: julio de 2010.
- Finch, S., H. Billiard y R. Collier. 2003. Companion planting – do aromatic plants disrupt host-plant finding by the cabbage root fly and the onion fly more effectively than non-aromatic plants? Entomol. Exper. Appl. 109, 183-195.
- Gökçe, A., L. Stelinski, R. Isaacs y M. Whalon. 2006. Behavioural and electrophysiological responses of grape berry moth (Lep. Tortricidae) to selected plant extracts. J. Appl. Entomol. 130(9-10), 509-514.
- Guerra, P., I. Molina, E. Yábar y E. Gianoli. 2007. Oviposition deterrence of shoots and essential oils of *Mintostachys* spp. (Lamiaceae) against the potato tuber moth. J. Appl. Entomol. 131(2), 134-138.
- Gurusubramanian, G. y S. Krishna. 1996. The effect of exposing eggs of four cotton insect pests to volatiles of *Allium sativum* (Liliaceae). Bull. Ent. Res. 86, 29-30.
- Hori, M. 1998. Repellency of rosemary oil against *Myzus persicae* in a laboratory and in a greenhouse. J. Chem. Ecol. 24(9), 1425-1432.
- Hori, M. 2003. Repellency of essential oils against the cigarette beetle, *Lasioderma serricornis* (Fabricius) (Coleoptera: Anobiidae). Appl. Entomol. Zool. 38(4), 467-473.
- Hummelbrunner, L. y M. Isman. 2001. Acute, sublethal, antifeedant, and synergistic effects of monoterpenoid essential oil compounds on the tobacco cutworm, *Spodoptera litura* (Lep., Noctuidae). J. Agric. Food. Chem. 49(2), 715-720.
- Iannacone, J. y G. Lamas. 2003. Efecto insecticida de cuatro extractos botánicos y del cartap sobre la polilla de la papa *Phthorimaea operculella* (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae), en el Perú. Entomotropical 18(2), 95-105.
- Kéita, S., C. Vincent, J. Schmit, J. Arnason y A. Bélanger. 2001. Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]. J. Stored Prod. Res. 37, 339-349.
- Kroschel, J. y W. Koch. 1996. Studies on the use of chemicals, botanicals and *Bacillus thuringiensis* in the management of the potato tuber moth in potato stores. Crop Prot. 15(2), 197-203.
- Lal, L. 1991. Effect of inter-cropping on the incidence of potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* (Zeller). Agric. Ecosys. Environ. 36, 185-190.
- Macchioni, F., S. Perrucci, F. Cecchi, P. Cioni, I. Morelli y S. Pampiglione. 2004. Acaricidal activity of aqueous extracts of camomile flowers, *Matricaria chamomilla*, against the mite *Psoroptes cuniculi*. Med. Vet. Entomol. 18, 205-207.
- Mansour, F., U. Ravid y E. Putievsky. 1986. Studies of the effects of essential oils isolated from 14 species of labiatae on the carmine spider mite, *Tetranychus cinnabarinus*. Phytoparasitica 14(2), 137-142.
- Mauchline, A., J. Osborne, A. Martin, G. Poppy y W. Powell. 2005. The effects of non-host plant essential oil volatiles on the

- behaviour of the pollen beetle *Meligethes aeneus*. Entomol. Exper. Appl. 114, 181-188.
- McCullagh, P. y J. Nelder. 1989. Generalized linear models. 2nd ed. Chapman & Hall/CRC, Boca Ratón, FL.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2005. La cadena de la papa en Colombia, una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. En: http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/622/1/2005112163731_caracterizacion_papa.pdf; consulta: julio de 2010.
- Moawad, S. e I. Ebadah. 2007. Impact of some natural plant oil on some biological aspects of the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella*, (Zeller) (Lepidoptera: Gelechiidae). Res. J. Agr. Biol. Sci. 3(2), 119-123.
- Niño, L. 2004. Revisión sobre la polilla de la papa *Tecia solanivora* en Centro y Suramérica. Supl. Rev. Latinoam. Papa, 4-21.
- Osorio, P.A., E. Espitia y E. Luque. 2001. Natural enemies recognition of *Tecia solanivora* (Lepidoptera: Gelechiidae) in Colombian potato grower localities. Rev. Col. Entomol. 27(34), 177-185.
- Passino, G., E. Bazzoni, M. Moretti y R. Prota. 1999. Effects of essential oil formulations on *Ceratitis capitata* Wied. (Dipt. Tephritidae) adult flies. J. Appl. Entomol. 123, 145-149.
- Rao, P., K. Mahesh, S. Singh y B. Subrahmanyam. 1999. Effect of *Artemisia annua* oil on development and reproduction of *Dysdercus koenigii* F. (Hem. Pyrrhocoridae). J. Appl. Entomol. 123, 315-318.
- Sharaby, A., H. Abdel-Rahman y S. Moawad. 2009. Biological effects of some natural and chemical compounds on the potato tuber moth, *Phthorimaea operculella* Zell. (Lepidoptera: Gelechiidae). Saudi J. Biol. Sci. 16, 1-9.
- Srivastava, S., M. Gupta, V. Prajapati, A. Tripathi y S. Kumar. 2001. Insecticidal activity of myristicin from *Piper mullesua*. Pharm. Biol. 39(3), 226-229.
- Tunç, I. y S. Şahinkaya. 1998. Sensitivity of two greenhouse pests to vapours of essential oils. Entomol. Exper. Appl. 86(2), 183-197.

