

## INVESTIGACIÓN

### UTILIZACIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE LEMONGRASS (*Cymbopogon citratus* Stapf) COMO REPELENTE DE *Diuraphis noxia* KURDJ. (HEMIPTERA: APHIDIDAE) EN TRIGO.

#### Use of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) essential oil as a repellent of *Diuraphis noxia* Kurdj. (Hemiptera: Aphididae) in wheat

Mónica Ricci<sup>1</sup>\*, Susana Padín<sup>1</sup>, Jorge Ringuelet<sup>1</sup>, Andrea Kahan<sup>1</sup>

#### ABSTRACT

The use of natural products such as essential oils and plant extracts is an alternative for integrated pest management (IPM). The objective of this work was to evaluate the repellent effect of lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) essential oil on the Russian wheat aphid (*Diuraphis noxia* Kurdj.) on wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. The essential oil was formulated in an aqueous solution using 5% propylene glycol and 0.5% soybean lecithin as emulsifiers. The concentrations tested were: 0.5, 1, 2, 3 and 4% in aqueous solution using 5% propylenglicol and 0.5% soybean lecithin as emulsifiers, with five replicates per treatment. Two application techniques were used: impregnated paper and direct pulverization on wheat plants at the two leaves stage. After the application ten aphids were placed in each pot. Repellence evaluation was carried out 6 h after treatment, counting aphids on plants and expressing it as a percentage of repellence. The results obtained were transformed into a percentage of repellence and analyzed using ANOVA and the Tukey test ( $P = 0.05$ ). For the application techniques repellence of 66.07 and 74.33% was obtained for pulverization and impregnated paper, respectively. On evaluating the emulsifier formulations, soybean lecithin and propylenglicol, the repellence percentage was 64.78 and 75.63%, respectively. For the concentrations of lemongrass, the repellence percentage of lemongrass essential oil ranged from 65 to 89%. It is concluded that the solutions demonstrated repellent activity against *D. noxia*.

**Key words:** *Cymbopogon citratus*, lemongrass, Russian wheat aphid.

#### RESUMEN

Una herramienta alternativa para el manejo integrado de plagas es la utilización de productos naturales, como aceites esenciales y extractos vegetales. El objetivo del trabajo fue evaluar la actividad repelente del aceite esencial de lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) sobre el pulgón ruso (*Diuraphis noxia* Kurdj.) en trigo (*Triticum aestivum* L.). El aceite esencial se formuló en solución acuosa empleando como emulsionantes propilenglicol al 5% y lecitina de soja al 0,5%. Las concentraciones evaluadas fueron 0,5; 1; 2; 3 y 4% y testigos en blanco, con cinco repeticiones por tratamiento. Se utilizaron dos técnicas de aplicación: impregnación de papeles y pulverización directa, cuando las plantas de trigo se encontraban al estado de dos hojas completamente desarrolladas. Luego de la aplicación, se colocaron 10 pulgones adultos por maceta y se realizó el recuento a las 6 h. Los resultados obtenidos se transformaron en porcentaje de repelencia y se analizaron por ANDEVA y test de Tukey ( $P = 0,05$ ). Para las técnicas de aplicación, se obtuvo un porcentaje de repelencia de 66,07 y 74,33% para pulverización e impregnación de papeles, respectivamente. Al evaluar las formulaciones con los dos emulsionantes, lecitina de soja y propilenglicol, el porcentaje de repelencia fue de 64,78 y 75,63%, respectivamente. Para las concentraciones de lemongrass, el porcentaje de repelencia osciló entre 65 y 89%. Se concluye que los volátiles de *C. citratus* demostraron poseer actividad repelente sobre *D. noxia*.

**Palabras clave:** *Cymbopogon citratus*, lemongrass, pulgón ruso del trigo.

<sup>1</sup> Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, 60 y 119 (1900), CC31 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

E-mail: mricci@agro.unlp.edu.ar \*Autor para correspondencia.

Recibido: 12 de enero 2005. Aceptado: 26 de mayo de 2005.

## INTRODUCCIÓN

Los áfidos constituyen uno de los grupos de insectos de mayor importancia mundial, tanto por los daños que producen a los cultivos al succionar savia como por provocar alteraciones en el crecimiento de las plantas por la acción tóxica de su saliva. Los pulgones son los responsables de la transmisión del 50% de los virus que afectan a los vegetales, y a través de su capacidad reproductiva y la aparición de formas aladas pueden dispersarlos a grandes distancias (Ortego, 1990; Ng y Perry, 2004). Los mecanismos de selección de la planta huésped por los áfidos comprenden una cadena de sucesos, comienza con actividades de orientación hacia la planta a distancia y finaliza con la aceptación o el rechazo de la misma. Un factor que incide en la orientación es el olor de la planta (metabolitos secundarios), que es percibido a través de quimiorreceptores (Campbell *et al.*, 1993; Pettersson *et al.*, 1996). El sentido del olfato en los insectos interviene en actividades como localización de la hembra, ubicación del sitio de oviposición y la fuente de alimento (Hansson *et al.*, 1999).

El pulgón ruso, *Diuraphis noxia* (Kurdj.), originario de la zona del Mediterráneo y Este de Asia Central, causa serios daños en cereales, fundamentalmente trigo (*Triticum aestivum* L.) y cebada (*Hordeum vulgare* L.) (Starý, 2003). Otros huéspedes son avena (*Avena sativa* L.), centeno (*Secale cereale* L.), triticale (X *Triticosecale* Wittmack), y gramíneas silvestres que actúan como reservorio de la especie (Ortego y Delfino, 1994). Fue encontrado por primera vez en Argentina el año 1992, en la localidad de Malargüe, Provincia de Mendoza, por Ortego y Delfino (1994).

*D. noxia* es vector de los *Virus del enanismo amarillo de la cebada* y *Virus del mosaico de la cebada*, y del *Virus del mosaico de la caña de azúcar* (Kazemi *et al.*, 2001). El daño que causa en la planta se diferencia del provocado por otros áfidos por presentar en las hojas bandas longitudinales de color blanco amarillentas, que en climas fríos pueden cambiar al rojizo por la presencia de pigmentos antociánicos. También puede producir reducción del área foliar, enrollamiento de hojas y deformación de la hoja bandera y espigas (Jones *et al.*, 1989; Kindler y Hammon, 1996; Macedo *et al.*, 2003).

Las medidas de control utilizadas se basan en la aplicación de insecticidas químicos-sintéticos, sin

embargo los áfidos responden desarrollando niveles sustanciales de resistencia tanto a organofosforados como a carbámicos y piretroides (Field *et al.*, 1993; Moores *et al.*, 1994). Una herramienta alternativa dentro del manejo integrado de plagas, que puede disminuir el impacto ambiental de los mismos, es la utilización de productos naturales, como aceites esenciales y extractos vegetales (Padín *et al.*, 2002). Existen numerosos antecedentes sobre metabolitos secundarios de las plantas que pueden ser empleados para el control de áfidos, como los presentes en el piretro, *Chrysanthemum cinerariifolium* (Trev.) (Stein y Klingauf, 1990), el DMDP (2,5 dihidroximetil 3,4 dihidroxipirrolidina) extraído de hojas de leguminosas (Watson *et al.*, 1992), y la sinigrina, componente específico de crucíferas (Pickett *et al.*, 1992).

Choi *et al.* (2004) evaluaron la toxicidad de 53 aceites esenciales sobre huevos y adultos de *Tetranychus urticae* y *Phytoseiulus permisilis*, aplicados por impregnación de papeles; entre los aceites ensayados, lemongrass (*Cymbopogon citratus* Stapf) obtuvo una mortalidad del 100%. Según Saxena (1989) e Isman (2000) los aceites esenciales tienen un gran potencial como productos de bajo impacto en la entomofauna benéfica y el medio ambiente. Muchos aceites, como el extraído de semillas de *Azadirachta indica* Juss. (neem) son conocidos por poseer actividad ovicida, repelente, antialimentaria e insecticida contra diferentes artrópodos plaga (Saxena, 1989; Lowery e Isman, 1995). Algunos extractos vegetales o fitoquímicos pueden tener importancia en el manejo de las plagas que han adquirido resistencia a insecticidas (Ahn *et al.*, 1997). La potencialidad de este tipo de productos varía en función de la especie vegetal, del origen de la misma, de su composición química, del mecanismo de acción contra las plagas, del tipo de formulación y dosis de uso, entre otros. Los compuestos volátiles de los aceites esenciales de plantas están constituidos por alcoholes, aldehídos y terpenoides que poseen actividad fumigante, actuando sobre el sistema respiratorio (Coats *et al.*, 1991; Ahn *et al.*, 1998; Kim y Ahn, 2001).

Un repelente es una sustancia química o mezcla de ellas, que actuando en fase gaseosa causa en el insecto movimientos de orientación que lo alejan de su fuente de alimento (Alzogaray *et al.*, 2000). Ricci *et al.* (2002) evaluaron el efecto repelente del

aceite esencial de lemongrass sobre *Brevicoryne brassicae* L. en cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) y obtuvieron valores de repelencia entre 72 y 90%. Con esta gramínea, perteneciente a la Familia Poaceae se realizaron otros estudios (Padín *et al.*, 2002) sobre *Schizaphis graminum* Rond. en trigo (*T. aestivum* L.), donde los resultados de repelencia con *C. citratus* fueron similares (70%).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la actividad repelente de los volátiles del aceite esencial de lemongrass sobre *D. noxia* en trigo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para la obtención del aceite esencial de *C. citratus* se utilizaron plantas cultivadas en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina (34°51' lat. Sur; 57°53' long. Oeste). El material vegetal se sometió a destilación por arrastre con vapor de agua. La esencia obtenida se recogió en trampa tipo Clevenger (Güenther, 1948), y responde a la calidad mencionada por Ringuelet *et al.* (2002) de plantas cultivadas en La Plata con un 66,7% de citral como componente mayoritario.

La población de *D. noxia* se colectó en el Partido de Bahía Blanca, Provincia de Buenos Aires, Argentina (38°44' lat. Sur; 62°14' long. Oeste). La crianza masiva se realizó en una vidriera experimental bajo condiciones ambientales no controladas, sobre plántulas de trigo susceptible cv. Buck Poncho.

El aceite esencial de lemongrass se formuló en solución acuosa empleando como emulsionantes propilenglicol al 5% y lecitina de soja al 0,5%. Las concentraciones evaluadas fueron 0,5; 1; 2; 3 y 4% (V/V) con los respectivos testigos en blanco (agua con emulsionante), con cinco repeticiones por tratamiento. La unidad experimental fue la maceta con cinco plantas de trigo al estado de dos hojas completamente desarrolladas. Las formulaciones se aplicaron por pulverización directa y mediante impregnación de papeles.

**Pulverización.** Se utilizó un micropulverizador accionado por bomba de vacío (Cience 2091, con motor Degat MA 33/4 N° 2547 de 1/3 HP V 220 A3 a 1450 r.p.m., Argentina). Se aplicó un volumen de 2 mL de cada concentración por maceta.

**Papeles impregnados.** Se empleó papel de celulosa pura de malla gruesa, de 10 cm<sup>2</sup>, plegado y sostenido en cada maceta por un soporte de madera de 30 cm de altura y 0,3 cm de diámetro. Sobre el papel se aplicaron con micropipeta automática 100 µL de cada concentración a evaluar.

Luego de la aplicación, se colocaron 10 pulgones adultos en la zona del cuello de cada planta. Cada maceta se cubrió con un tubo farol de vidrio de 1168 cm<sup>3</sup> de capacidad, cubierto en su extremo superior por una malla fina de muselina. Posteriormente se realizó el recuento de los pulgones presentes en cada planta a las 6 h del tratamiento, transformando los resultados en porcentaje de repelencia: % R = [(10 - número de pulgones sobre la planta/10) x 100]. El análisis estadístico utilizado fue ANDEVA para un diseño factorial (2 x 2 x 6) y test de comparación de medias de Tukey (P = 0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron diferencias al comparar las técnicas de aplicación, las concentraciones de esencia ensayadas y los emulsionantes utilizados para formular las mismas (P < 0,05). Como se observa en el Cuadro 1, se evaluaron todas las interacciones posibles, con significancia para emulsionantes y tratamientos.

Al analizar las dos técnicas de aplicación, los porcentajes de repelencia obtenidos fueron de 66,07% para pulverización y 74,33% para impregnación con papeles, valores con diferencia significativa (Cuadro 1). De la misma forma, cuando se compararon los emulsionantes, los mayores valores de repelencia obtenidos fueron de 75,63 % para propilenglicol, mientras que para lecitina de soja fue de 64,78% (significativa para P = 0,05) según Cuadro 1.

Para las distintas concentraciones de esencia evaluadas, los valores medios de repelencia obtenidos oscilaron entre 65 y 89% para la menor y mayor concentración, respectivamente (Cuadro 2).

Cuando se utilizó la técnica de pulverización, comparando los emulsionantes lecitina y propilenglicol, hubo un mejor comportamiento del propilenglicol a bajas concentraciones de esencia (0,5 y 1%) (Figura 1). Con la formulación al 0,5% de lemongrass, se logró un 23% más de repelencia con respecto a la misma concentración con lecitina,

mientras que al 1% la diferencia aumentó a 35%. A las mayores concentraciones, no se evidenciaron diferencias significativas entre los dos emulsionantes. El máximo valor de repelencia logrado

con la técnica de pulverización fue de 85% cuando se aplicó al 4% de lemongrass formulado con propilenglicol, y el mínimo de 68% a la concentración de 0,5% de esencia.

**Cuadro 1. Componentes del análisis de varianza y significancia estadística para P = 0,05.**  
**Table 1. Components of the analysis of variance and statistical significance at the threshold P = 0.05.**

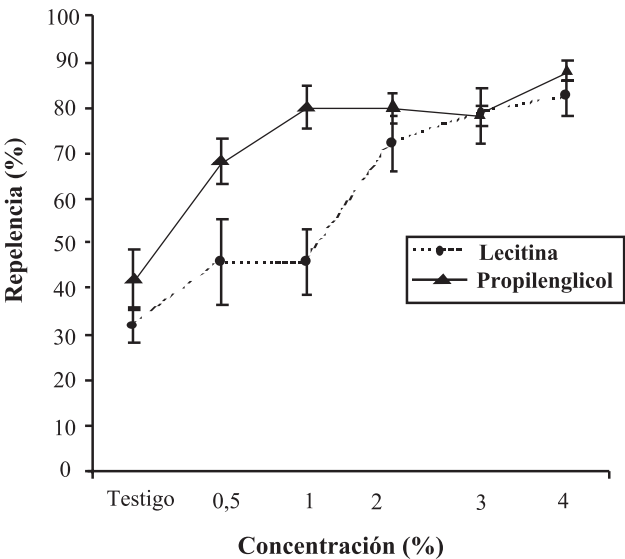
| FV                        | SC       | gl  | CM      | F     | p-valor |
|---------------------------|----------|-----|---------|-------|---------|
| Emulsionantes             | 3630,00  | 1   | 3630,00 | 30,78 | <0,0001 |
| Técnica de aplicación     | 2083,33  | 1   | 2083,33 | 17,67 | 0,0001  |
| Tratamientos              | 30026,67 | 5   | 6005,33 | 50,93 | <0,0001 |
| Emulsionante*Técnica      | 163,33   | 1   | 163,33  | 1,39  | 0,2421  |
| Emulsionante*Tratamientos | 1520,00  | 5   | 304,00  | 2,58  | 0,0311  |
| Técnica*Tratamientos      | 846,67   | 5   | 169,33  | 1,44  | 0,2183  |
| Emul*Técn*Trat            | 1206,67  | 5   | 241,33  | 2,05  | 0,0789  |
| Error                     | 11320,00 | 96  | 117,92  |       |         |
| Total                     | 50796,67 | 119 |         |       |         |

FV: fuentes de variación; SC: suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: cuadrado medio; F: estadístico F para P = 0,05; p-valor: valor probabilístico de F; Emul: emulsionantes; Técn: técnica de aplicación; Trat: tratamientos (concentraciones de lemongrass).

**Cuadro 2. Porcentaje de repelencia obtenido con las distintas concentraciones de lemongrass.**  
**Table 2. Percentage of repellence obtained with different concentrations of lemongrass essence.**

| Concentraciones lemongrass (%) |              |              |              |              |              |              |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|                                | Testigo      | 0,5          | 1            | 2            | 3            | 4            |
| Repelencia, % (±EE)            | 39,00 (3,07) | 65,00 (3,80) | 70,50 (4,13) | 78,00 (2,47) | 79,50 (2,11) | 89,00 (1,76) |
|                                | a            | b            | bc           | cd           | cd           | d            |

Letras distintas en la misma fila indican diferencias significativas (P ≤ 0,05)  
EE: error estándar



**Figura 1. Porcentajes de repelencia logrados por pulverización con las distintas concentraciones de aceite esencial de lemongrass formuladas con dos emulsionantes: lecitina de soja y propilenglicol.**  
**Figure 1. Percentage of repellence obtained by pulverization using different concentrations of lemongrass essential oil formulated with two different emulsifiers: soybean lecithin and propylene glycol.**

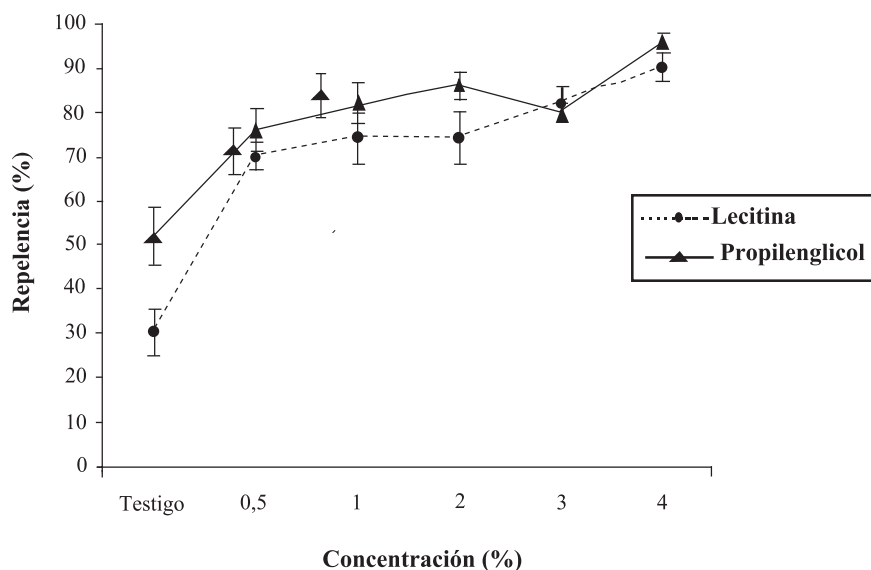
Cuando se aplicó la formulación a través de papeles impregnados para los dos emulsionantes, no se evidenciaron diferencias para ninguna de las concentraciones (Figura 2). La mayor repelencia obtenida fue de 95% cuando se aplicó la esencia al 4% formulada con propilenglicol, y el mínimo de 75% cuando se aplicó al 0,5% de concentración.

En forma comparativa se realizó el análisis estadístico de los valores de repelencia obtenidos mediante las dos técnicas de aplicación con cada uno de los emulsionantes. En el caso del propilenglicol no hubo diferencias entre los tratamientos para las concentraciones empleadas, excepto para la concentración de 4%, mientras que para lecitina de soja existieron diferencias para las concentraciones del 0,5; 1 y 4% ( $P < 0,05$ ) (Figuras 3 y 4).

El presente estudio demuestra que la utilización de lemongrass fue más efectiva cuando se aplicó con papeles impregnados y propilenglicol como emulsionante, donde los volátiles no estuvieron en contacto directo ni con las plantas ni con los insectos. Esta forma de actuar en fase gaseosa es importante a tener en cuenta en el manejo fitosanitario, debido a que a través de esta técnica podría evitarse la modificación de las características organolépticas de los productos de cosecha.

## CONCLUSIONES

Los volátiles del aceite esencial de *C. citratus* demostraron poseer actividad repelente sobre *D. noxia*. Sería necesario desarrollar estudios complementarios sobre la estabilidad del producto, su efecto sobre la salud humana y la entomofauna benéfica, como así también conocer su eficiencia sobre otros áfidos.



**Figura 2. Porcentajes de repelencia obtenidos utilizando papeles impregnados con distintas concentraciones de aceite esencial de lemongrass, formuladas con dos emulsionantes: lecitina de soja y propilenglicol.**

**Figure 2. Percentage of repellence obtained by using papers impregnated with different concentrations of the essential oil of lemongrass formulated with two different emulsifiers: soybean lecithin and propylene glycol.**

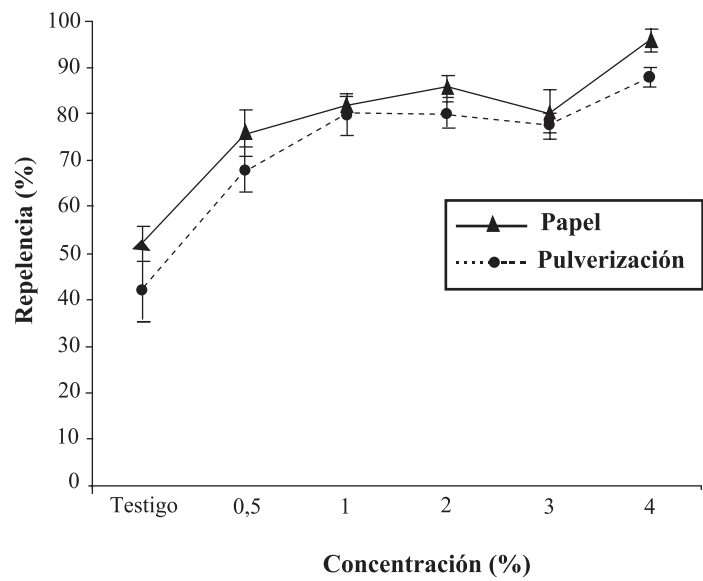


Figura 3. Porcentajes de repelencia obtenidos por las dos técnicas de aplicación: pulverización y papeles impregnados, usando propilenglicol como emulsionante del aceite esencial.  
Figure 3. Percentage of repellence obtained with both application techniques: pulverization and impregnated papers, when propylenglycol was used as the emulsifier of the essence.

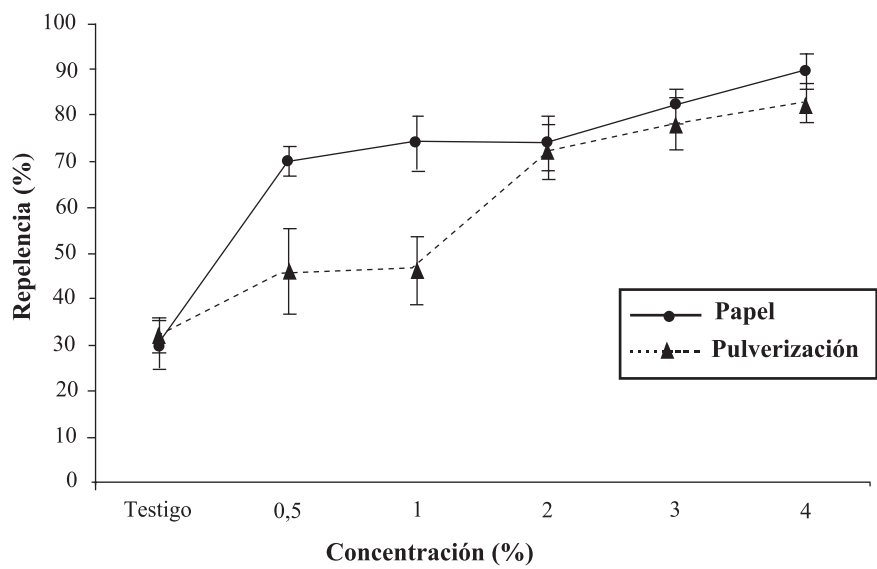


Figura 4. Porcentajes de repelencia obtenidos por las dos técnicas de aplicación: pulverización y papeles impregnados, usando lecitina de soja como emulsionante del aceite esencial.  
Figure 4. Percentage of repellence obtained with both application techniques: pulverization and impregnated papers when soybean lecithin was used as the emulsifier of the essence.



## LITERATURA CITADA

- Ahn, Y., M. Kwon, H. Park, and C. Han. 1997. Potent insecticidal activity of *Ginkgo biloba* derived trilactone terpenes against *Nilaparvata lugens*. p. 90-105. In P.A. Hedin, R. Hollinworth, J. Miyamoto, E. Mansler & D. Tompson (eds.). Phytochemical pest control agents. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 658. Washington DC, USA.
- Ahn, Y., S. Lee, H. Lee, and G. Kim. 1998. Insecticidal and acaricidal activity of carvacrol and  $\beta$ -thujaplicine derived from *Thujopsis dolabrata* var. *hondai* sawdust. J. Chem. Ecol. 24:81-90.
- Alzogaray, R., A. Fontan, and E. Zerba. 2000. Repellency of deet to nymphs of *Triatoma infestans*. Med. Vet. Entomol. (Oxford) 14:6-10.
- Campbell, C., M. Pettersson, J. Pickett, J. Wadham, and C. Woodcock. 1993. Spring migration of damson-hop aphid, *Phorodon humuli* (Homoptera: Aphididae), and summer host plant-derived semiochemicals released on feeding. J. Chem. Ecol. 19:1569-1573.
- Choi, W., S. Lee, H. Park, and Y. Ahn. 2004. Toxicity of plant essential oil to *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). J. Econ. Entomol. 97:553-558.
- Coats, J., L. Karr, and C. Drewes. 1991. Toxicity and neurotoxic effects of monoterpenoids in insects and earthworms. p. 305-316. In P.A. Hedin (ed.). Naturally occurring pest bioregulators. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 449. Washington DC, USA.
- Field, M., M. Williamson, G. Moores, and A. Devonshire. 1993. Cloning and analysis of the esterase genes conferring insecticide resistance in the peach-potato aphids, *Myzus persicae* (Sulzer). Biochem. J. 294:569-574.
- Günter, E. 1948. The essential oils. 427 p. D. Van Nostrand Company, New York, USA.
- Hansson, B., M. Larsson, and W. Leal. 1999. Green leaf volatile-detecting olfactory receptor neurones display very high sensitivity and specificity in a scarab beetle. Physiol. Entomol. 24:121-126.
- Isman, M. 2000. Plant essential oil for pest and disease management. Crop Prot. 19:603-608.
- Jones, J., J. Byers, R. Butts, and J. Harris. 1989. A new pest in Canada: Russian wheat aphid *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae). Can. Entomol. 121:623-624.
- Kazemi, M., P. Talebi-Caichi, M. Shakiba, and M. Mashhadi Jafarloo. 2001. Biological responses of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) to different wheat varieties. J. Agric. Sci. Technol. 3:249-255.
- Kim, D., and Y. Ahn. 2001. Contact and fumigant activities of constituent of *Foeniculum vulgare* fruit against three coleopteran stored product insects. Pest Manage. Sci. 57:301-306.
- Kindler, S., and R. Hammon. 1996. Comparison of host suitability of Western wheat aphid with the Russian wheat aphid. J. Econ. Entomol. 89:1621-1630.
- Lowery, D., and M. Isman. 1995. Toxicity of neem to natural enemies of aphids. Phytoparasitica 23:297-306.
- Macedo, T., L. Higley, X. Ni, and S. Quisenberry. 2003. Light activation of Russian wheat aphid-elicited physiological responses in susceptible wheat. J. Econ. Entomol. 96:194-201.
- Moores, G., G. Devine, and A. Devonshire. 1994. Insecticide-insensitive acetylcholinesterase can enhance esterase-based resistance in *Myzus persicae* and *Myzus nicotianae*. Pestic. Biochem. Physiol. 49:114-120.
- Ng, J., and K. Perry. 2004. Transmission of plant viruses by aphid vectors. Mol. Plant Pathol. 5:505-511.
- Ortego, J. 1990. Bioecología de los áfidos (Homoptera: Aphidoidea) en Malargüe, Mendoza, Argentina y su relación con la epidemiología del *Virus Y de la papa* (raza necrótica). 270 p. M.Sc. Tesis. Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Valdivia, Chile.
- Ortego, J., y M. Delfino. 1994. Presencia de *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) en la Argentina. Rev. Fac. Agron. (La Plata) (Argentina) 70:51-55.
- Padín, S., E. Ricci, A. Kahan, M. Ré, y C. Henning. 2002. Comportamiento repelente del aceite esencial de *Laurus nobilis* L. sobre *Brevicoryne brassicae* L. y *Myzus persicae* Sulz. (Homoptera: Aphididae) en repollo. Ceiba 43(2):23-34.
- Padín, S., E. Ricci, J. Ringuelet, y A. Kahan. 2002. Actividad repelente de *Cymbopogon citratus* Stapf "lemongrass" sobre *Schizaphis graminum* Rond. y *Diuraphis noxia* Mordv. (Homoptera: Aphididae) en trigo. p. 54. In Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Río Cuarto, Córdoba. 26, 27 y 28 de junio de 2002. Universidad Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Agrarias, Córdoba, Argentina.
- Pettersson, J., A. Quiroz, and F. Elham. 1996. Aphid antixenosis mediated by volatiles in cereals. Acta Agric. Scan. (Stockholm) 46:125-140.
- Pickett, J., L. Wadham, and C. Woodcock. 1992. The chemical ecology of aphids. Annu. Rev. Entomol. 37:67-90.

- Ricci, E., S. Padín, A. Kahan, y S. Ré. 2002. Efecto repelente de los aceites esenciales de laurel y lemongrass sobre *Brevicoryne brassicae* L. (Homoptera: Aphididae) en repollo. Bol. San. Veg. Plagas (España) 28:207-212.
- Ringuelet, J., M. S. Ré, A. Bandoni, C. Henning, y E. Cerimele. 2002. Rendimiento y composición de esencias obtenidas de especies aromáticas ensayadas en la zona de La Plata. XXV Congreso Argentino de Horticultura, I Congreso Virtual de las Ciencias Hortícolas. Disponible en <http://www.asaho.com.ar> Leído el 16 de diciembre de 2004.
- Saxena, B. 1989. Insecticides from neem. p. 110-135. In J.C. Arnason, B.J.R. Philogene, and P. Morand (eds.). Insecticides of plant origin. Am. Chem. Soc. Symp. Ser. 387. Washington DC, USA.
- Stary, P., Z. Basky, L. Tanigoshi, and Z. Tomanovic. 2003. Distribution and history of Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* (Kurdj.) in the Carpathian Basin (Hom: Aphididae). Anz. Schädlingkunde. J. Pestic Sci. 76:17-21.
- Stein, U., and F. Klingauf. 1990. Insecticidal effects of plants extracts from tropical and subtropical species. Traditional methods are good as long as they are effective. J. Appl. Entomol. 110:160-166.
- Watson, A., M. Simmonds, E. Porter, W. Blaney, and L. Fellows. 1992. Systemic insecticide activity against *Myzus persicae* of a pyrrolidine alkaloid. 40 p. International Symposium Phytochemistry and Agriculture. 22-24 April. Wageningen, The Netherlands.