

## Métodos alternativos para disminuir los daños de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) en lotes bajo siembra directa

Carolina Sánchez Chopa\*, Lilian R. Descamps

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur, San Andrés 800 Altos Palihue, Bahía Blanca (8000) Buenos Aires, República Argentina.

\* Autor a quien dirigir la correspondencia: [cschopa@uns.edu.ar](mailto:cschopa@uns.edu.ar)

### Resumen

*Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) ocasiona importantes daños durante el periodo de implantación en cultivos de soja bajo siembra directa. La estrategia de manejo más efectiva y utilizada para el control de esta plaga es el control químico. Sin embargo, la aplicación de estos productos afecta el medio ambiente, perjudica a la entomofauna benéfica y genera la aparición de resistencia. En consecuencia, la necesidad de contar con alternativas ecológicas frente a los insecticidas de síntesis promueve el estudio, desarrollo y uso de insecticidas basados en aceites esenciales. El objetivo del siguiente trabajo fue evaluar el efecto repelente de los aceites esenciales de *Matricaria chamomilla* (Asteraceae) y de *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) en adultos de *A. vulgare*. Se utilizó una arena experimental formada por dos envases, cuyas paredes constan de un orificio conectado a un tubo. La zona de unión tubo-frasco se selló con silicona termofusible para evitar la fuga de vapores. Papeles de filtro de 1 cm<sup>2</sup> se impregnaron con los aceites esenciales para lograr concentraciones de 0,06, 0,03 y 0,015 mg/ml de aire. En la tapa de uno de los envases se colocó un papel de filtro tratado y en el otro se colocó papel de filtro sin tratar. En la base de frasco se colocó tierra húmeda esterilizada y agua para mantener la humedad. Los adultos de *A. vulgare* se colocaron en el tubo central y a las 24 y 48 horas se registró el número de individuos presentes en cada envase. Se calculó el Índice de Repelencia y los datos se analizaron mediante ANOVA y DMS ( $p \geq 0,05$ ). Durante las primeras 24 horas ambos aceites esenciales produjeron un alto índice de repelencia, hallándose diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas y el control ( $p < 0,05$ ). A las 48 horas se observó una pequeña disminución de la repelencia al utilizar el aceite esencial de *M. chamomilla*. Sin embargo, el aceite esencial de *R. officinalis* generó un 100 % de repelencia. Estos resultados indicarían que los aceites esenciales evaluados podrían utilizarse como una herramienta alternativa para la protección de plántulas durante el período de implantación ante la presencia de *A. vulgare*.

## Alternative methods to reduce damage of no-tillage pest, *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda)

### Summary

*Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) is one of the most important pests in soybean crops under no-tillage systems. Generally, this crustacean is controlled with non-selective insecticides. Their massive use usually results in reduction of beneficial insects, pest resurgence and leads to other environmental and human health damages. In order to avoid this problem, alternative control methods are proposed, as the phytochemical insecticides based on essential oils. The aim of this paper was to study the repellent effect of the essential oils of *Matricaria chamomilla* (Asteraceae) and *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) on *A. vulgare* adults. An experimental arena made of two boxes connected by a cylinder was used. Filter papers strips (1 cm<sup>2</sup>) were impregnated with essential oils (treatment) or nothing (control). The concentrations evaluated were 0.06, 0.03 and 0.015 mg/ml air. Paper strips treated with essential oil were placed inside one box and paper strips non-treated were put in the remaining box as control. To maintain moisture sterilized moist soil and water were placed at the bottom of boxes. *A. vulgare* adults were released in the central cylinder. After 24 h and 48 h, the number of crustaceans on each box (treated and control) was recorded. Data were analyzed by ANOVA and Fisher's PLSD test. The essential oils of *M. chamomilla* and *R. officinalis* show deterrent effect at 24 h and 48 h ( $P < 0.05$ ). However based on the repellency index, after 48 h the activity was stronger with *R. officinalis* and it was 100% to all concentrations evaluated. These results showed that the essential oils of *M. chamomilla* and *R. officinalis* could be used as an alternative tool for seedlings protection in the presence of *A. vulgare*.

**Palabras clave:** repelencia - productos naturales - crustáceo plaga.

**Key words:** repellency - natural products - crustacean pest.

## Introducción

*Armadillidium vulgare* (Latreille, 1884) (Crustacea: Isopoda) es una especie por lo general detritívora que juega un papel importante en el reciclaje de nutrientes y es un componente fundamental de la fauna del suelo (Díaz Porres y col., 2014; Martínez y col., 2014; Durand y col., 2017). Sin embargo, en sistemas agrícolas bajo el sistema de siembra directa este crustáceo ha encontrado un ambiente adecuado para su desarrollo y reproducción y se ha tornado en una de las plagas más importantes de los cultivos de verano (Faber y col., 2011; Villarino y col., 2012). Entre los cultivos más afectados por esta plaga podemos citar la soja, *Glycine max* L. (Fabaceae), siguiendo en orden de importancia el maíz, *Zea mays* L. (Poaceae) y el girasol, *Helianthus annuus* L. (Asteraceae). También puede afectar pasturas de alfalfa, *Medicago sativa* L. (Fabaceae) y lotes de colza, *Brassica napus* L. (Brassicaceae) (Faber y col., 2011; Johnson y col., 2012; Koprđová y col., 2012).

Hoy en día, el uso de plaguicidas sintéticos es una de las herramientas más difundidas para el control de *A. vulgare* en cultivos extensivos (Salvio y col., 2014; Salvio y col., 2016). Sin embargo, la aplicación de estos productos afecta el medio ambiente, perjudica a la entomofauna benéfica y genera la aparición de resistencia (McCaffery y Nauen, 2006; Isman, 2015). En consecuencia, la necesidad de contar con alternativas ecológicas promueve el estudio, desarrollo y uso de insecticidas basados en aceites esenciales.

*Rosmarinus officinalis* L. es un arbusto que pertenece a la familia Lamiaceae (Sotelo y col., 2002; Sardans y col., 2005). Es una planta que se encuentra de forma silvestre en zonas rocosas y arenosas pero debido a su adaptabilidad y las pocas exigencias para su cultivo se reproduce con facilidad en otras zonas (Avila-Sosa y col., 2011). Es utilizada en medicina tradicional por su acción tónica y estimulante del sistema nervioso y circulatorio. Además es colerética, colagoga, antiespasmódica, diurética, emenagoga, antigodanotrófica, antibacteriana, antiviral y antifúngica (Ali y col., 2015; Bozin y col., 2007; Borrás-Linares y col., 2014; Hameed y Mohammed, 2017). La manzanilla alemana, *Matricaria chamomilla* L., es una planta aromática, medicinal, cosmopolita, perteneciente a la familia Compositae. Su aceite esencial se utiliza con relativa frecuencia en las industrias farmacéuticas, cosméticas y alimentarias (Raal y col., 2003). Por su efecto calmante, en medicina tradicional, ha sido utilizada para aliviar trastornos depresivos y de ansiedad (Amsterdam y col., 2012). Posee propiedades antiinflamatorias, antiespasmódicas, antisépticas y, además, es utilizada para el control de úlceras gástricas (Repetto y Llesuy, 2002; Raal y col., 2003; Abebe, 2002; Alanis y col., 2005; Miliauskas y col., 2004; Chandrashekhar y col., 2011; Hashemi y col., 2016).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto repelente de los aceites esenciales de *Matricaria chamomilla* y de *Rosmarinus officinalis* en adultos de *Armadillidium vulgare*.

## Materiales y métodos

### Crustáceos

Los crustáceos (*Armadillidium vulgare* - Crustacea: Isopoda) provinieron de una colonia mantenida en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $25 \pm 1$  °C, 60-70 % HR) y un fotoperíodo 12:12 (L:O) en el laboratorio de Zoología Agrícola, Dpto. de Agronomía de la UNS. Se utilizó como alimento para la cría semillas y plántulas de soja.

### Bioensayos

Todos los bioensayos se realizaron con adultos de ambos sexos de *Armadillidium vulgare*. Los ensayos se efectuaron en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa ( $25 \pm 1$  °C, 60-70 % HR) y fotoperíodo 12:12 (L:O). Se evaluaron aceites comerciales de *Matricaria chamomilla* y de *Rosmarinus officinalis* Swiss-Just Lomas del Mirador, Argentina; realizados bajo la supervisión y el control de Ulrich-Jüstrich AG Walzenhausen, Suiza.

### Actividad repelente

Para evaluar la actividad repelente se utilizó una arena experimental formada por dos envases de plástico (A y B) de 120 ml cada uno, cuyas paredes plásticas constaban de un orificio conectado a un tubo de plástico de 9 x 1,1 cm de diámetro. La zona de unión tubo-frasco se selló con silicona termofusible para evitar la fuga de vapores. Papeles de filtro de 1 cm<sup>2</sup> se impregnaron con los aceites esenciales para lograr concentraciones de 0,06, 0,03 y 0,015 mg/ml de aire. En la tapa de cada envase A se colgó, mediante un gancho, un papel de filtro tratado y en el envase B no se colocó papel de filtro. En la base del frasco se acondicionó tierra esterilizada y agua para mantener la humedad. Diez crustáceos adultos se colocaron en el tubo central y a las 24 y 48 horas se registró el número de individuos presentes en cada envase. Se calculó el índice de repelencia ( $IR = NB / T$ ; donde NB es la cantidad de crustáceos en el frasco no tratado y T es el número total de crustáceos). Este índice abarca valores desde 0 a 1 correspondiendo el valor de 0,5 a una sustancia que no produce efectos sobre el comportamiento de los crustáceos; los valores mayores que 0,5 corresponden a una sustancia repelente y los menores que 0,5 a una sustancia atractante. Se realizaron tres réplicas por concentración. Los datos se analizaron mediante la prueba de la varianza ANOVA y las medias fueron separadas utilizando el test de diferencias mínimas (DMS,  $p \geq 0,05$ ).

## Resultados

Al evaluar la repelencia en adultos de *A. vulgare* se observó

**Tabla 1.-** Actividad repelente de los aceites esenciales de *R. officinalis* y de *M. recutita* a las 24 horas sobre adultos de *A. vulgare*

Tratamiento	Concentración (mg/ml de aire)	IR ± ES	Actividad biológica
Control	0	0,50 ± 0,00 <sup>a</sup>	Neutro
	0,015	0,87 ± 0,07 <sup>b</sup>	Repelente
	0,03	0,93 ± 0,07 <sup>b</sup>	Repelente
	0,06	1,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	Repelente
<i>R. officinalis</i>	0,015	0,80 ± 0,12 <sup>b</sup>	Repelente
	0,03	0,93 ± 0,07 <sup>b</sup>	Repelente
	0,06	0,87 ± 0,07 <sup>b</sup>	Repelente

**IR:** Índice de Repelencia. **ES:** error estándar. Valores seguidos por la misma letra dentro de la columna no difieren significativamente (DMS,  $p \geq 0,05$ ).

que durante las primeras 24 horas ambos aceites esenciales produjeron un alto índice de repelencia, hallándose diferencias significativas entre las concentraciones evaluadas y el control (DMS,  $p < 0,05$ ) (Tabla 1).

A las 48 horas ambos aceites evaluados produjeron repelencia en adultos de *A. vulgare*. Se observó una pequeña disminución del índice de repelencia al utilizar el aceite esencial de *Matricaria chamomilla*, con respecto al observado a las 24 horas. El aceite esencial de *Rosmarinus officinalis* generó un 100 % de repelencia a todas las concentraciones evaluadas (Tabla 2).

## Discusión

El manejo integrado de plagas (MIP) es una excelente estrategia de control que tiene como objetivo mantener las plagas por debajo de los niveles de daño económico dentro de un marco de protección del ambiente (Ehi-Eromosele y col., 2013). Dentro del MIP, el uso de productos derivados

de plantas constituye una excelente opción para el control de plagas.

Las sustancias repelentes de origen vegetal previenen el daño ocasionado por artrópodos al volver a los cultivos poco atractivos, de mal sabor o repulsivos para éstos (El-Wakeil, 2013). Los aceites esenciales evaluados en este trabajo generaron repelencia en adultos de *A. vulgare*. El efecto repelente observado, podría deberse a la acción de los metabolitos secundarios presentes en los aceites de *R. officinalis* y de *M. chamomilla* sobre los quimiorreceptores localizados en las segundas antenas de estos crustáceos (Schmalfluss, 1998; Loureiro y col., 2006).

Varios autores han demostrado que el aceite esencial de *R. officinalis* ha producido repelencia en diversas plagas agrícolas como *Myzus persicae* (Hori, 1999); *Metopolophium dirhodum* (Sánchez Chopa y Descamps, 2012), *Sitophilus zeamais* (Jayakumar y col., 2017) y *Trichoplusia ni* (Tak y col., 2016). Además, se ha observado que el aceite esencial de las plantas del género *Matricaria*, o sus metabolitos principales, ocasionaron repelencia en varios coleópteros

**Tabla 2.-** Actividad repelente de los aceites esenciales de *R. officinalis* y de *M. recutita* a las 48 horas sobre adultos de *A. vulgare*

Tratamiento	Concentración (mg/ml de aire)	IR ± ES	Actividad biológica
Control	0	0,50 ± 0,00 <sup>a</sup>	Neutro
	0,015	1,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	Repelente
	0,03	1,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	Repelente
	0,06	1,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	Repelente
<i>R. officinalis</i>	0,015	0,85 ± 0,80 <sup>b</sup>	Repelente
	0,03	0,80 ± 0,12 <sup>b</sup>	Repelente
	0,06	0,70 ± 0,10 <sup>b</sup>	Repelente

**IR:** Índice de Repelencia. **ES:** error estándar. Valores seguidos por la misma letra dentro de la columna no difieren significativamente (DMS,  $p \geq 0,05$ ).

plaga de almacenaje (Al-Jabr, 2006; Padin y col., 2013) y en plagas de importancia en la sanidad animal (Gupta y col., 2010).

Según Isman (2006) el uso de aceites esenciales con propiedades medicinales en el control de plagas sería una alternativa menos perjudicial para la salud humana y el medio ambiente que el uso de plaguicidas sintéticos.

## Conclusión

Los aceites esenciales de *Rosmarinus officinalis* y de *Matricaria chamomilla* podrían utilizarse como una herramienta alternativa para la protección de plántulas durante el período de implantación ante la presencia de *Armadillidium vulgare*.

## Referencias bibliográficas

- Abebe, W. (2002). "Herbal medication: potential for adverse interactions with analgesic drugs". *Journal of clinical pharmacy and therapeutics* 27(6): 391-401.
- Alanis, A.D.; Calzada, F.; Cervantes, J.A.; Torres, J.; Ceballos, G.M. (2005). "Antibacterial properties of some plants used in Mexican traditional medicine for the treatment of gastrointestinal disorders". *Journal of Ethnopharmacology* 100(1): 153-157.
- Ali, B.; Al-Wabel, N.A.; Shams, S.; Ahamad, A.; Khan, S.A.; Anwar, F. (2015). "Essential oils used in aromatherapy: A systemic review". *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine* 5(8): 601-611.
- Al-Jabr, A.M. (2006) "Toxicity and Repellency of Seven Plant Essential Oils to *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) and *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)". *Scientific Journal of King Faisal University* 7(1): 49-60.
- Amsterdam, J.D.; Shults, J.; Soeller, I.; Mao, J.J.; Rockwell, K.; Newberg, A.B. (2012). "Chamomile (*Matricaria recutita*) may have antidepressant activity in anxious depressed humans-an exploratory study". *Alternative Therapies in Health and Medicine* 18(5): 44-49.
- Avila-Sosa, R.; Navarro-Cruz, A.R.; Vera-López, O.; Dávila-Márquez, R.M.; Melgoza-Palma, N.; Meza-Pluma, R. (2011). "Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.) una revisión de sus usos no culinarios". *Revista Ciencia y Mar* 43: 23-36.
- Borrás-Linares, I.; Stojanović, Z.; Quirantes-Piné, R.; Arráez-Román, D.; Švarc-Gajić, J.; Fernández-Gutiérrez, A.; Segura-Carretero, A. (2014). "Rosmarinus officinalis leaves as a natural source of bioactive compounds". *International Journal of Molecular sciences* 15(11): 20585-20606.
- Bozin, B.; Mimica-Dukic, N.; Samojlik, I.; Jovin, E. (2007). "Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils". *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 7879-7885.
- Chandrashekhara, V.M.; Halagali, K.S.; Nidavani, R.B.; Shalavadi, M.H.; Biradar, B.S.; Biswas, D.; Muchchandi, I.S. (2011). "Anti-allergic activity of German chamomile (*Matricaria recutita* L.) in mast cell mediated allergy model". *Journal of Ethnopharmacology* 137(1): 336-340.
- Díaz Porres, M.; Rionda, M.H.; Duhour, A.E.; Momo, F.R. (2014). "Artrópodos del suelo: Relaciones entre la composición faunística y la intensificación agropecuaria". *Ecología austral* 24(3): 327-334.
- Durand, S.; Cohas, A.; Braquart-Varnier, C.; Beltran-Bech, S. (2017). "Paternity success depends on male genetic characteristics in the terrestrial isopod *Armadillidium vulgare*". *Behavioral Ecology and Sociobiology* 71(6): 90.
- Ehi-Eromosele, C.O.; Nwinyi, O.C.; Ajani, O.O. (2013). "Integrated Pest Management" en Soloneski, S. (ed) *Weed and Pest Control - Conventional and New Challenges* Cap 5, InTech: 105-115.
- El-Wakeil, N.E. (2013). "Botanical pesticides and their mode of action". *Gesunde Pflanzen* 65(4): 125-149.
- Faberi, A.J.; López, A.N.; Clemente, N.L.; Manetti, P.L. 2011. "Importance of diet in the growth, survivorship and reproduction of the no-tillage pest *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda)". *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 407-417.
- Gupta, V.; Mittal, P.; Bansal, P.; Khokra, S.L.; Kaushik, D. (2010). "Pharmacological potential of *Matricaria recutita*-A review". *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research* 2(1): 12-16.
- Hameed, I.H.; Mohammed, G.J. (2017). "Phytochemistry, Antioxidant, Antibacterial Activity, and Medicinal Uses of Aromatic (Medicinal Plant *Rosmarinus officinalis*)". en El-Shemy, H.A. (ed) *Aromatic and Medicinal Plants-Back to Nature*. Cap 9. InTech: 175-189.
- Hashemi, S.M.B.; Brewer, M.S.; Safari, J.; Nowroozi, M.; Abadi Sherahi, M.H.; Sadeghi, B.; Ghafoori, M. (2016). "Antioxidant activity, reaction mechanisms, and kinetics of *Matricaria recutita* extract in commercial blended oil oxidation". *International Journal of Food Properties* 19(2): 257-271.
- Hori, M. (1999). "The effects of rosemary and ginger oils on the alighting behavior of *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae) and on the incidence of yellow spotted streak". *Applied Entomology and Zoology* 34(3): 351-358.
- Isman, M.B. (2006) "Botanical insecticide deterrents and repellents in modern agriculture and increasingly regulated world". *Annual Reviews of Entomology* 51: 45-66.
- Isman, M.B. (2015) "A renaissance for botanical insecticides?" *Pest Management Science* 71: 1587-1590.
- Jayakumar, M.; Subramanian Arivoli, R.R.; Tennyson, S. (2017). "Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae)". *Journal of Entomology and Zoology Studies* 5(2): 324-335.
- Johnson, W.A.; Alfaress, S.; Whitworth, R.J.; McCornack, B.P. (2012). "Crop residue and residue management effects on *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae) populations and soybean stand densities". *Journal of Economic Entomology* 105(5): 1629-1639.
- Koprđová, S.; Saska, P.; Honěk, A.; Martinková, Z. (2012). "Susceptibility of the Early Growth Stages of Volunteer Oilseed Rape

- to Invertebrate Predation". *Plant Protection Science* 48(3): 44-50.
- Loureiro, S.; Sampaio, A.; Brandão, A.; Nogueira, A.J.A.; Soares, A.M. (2006). "Feeding behaviour of the terrestrial isopod *Porcellionides pruinosus* Brandt, 1833 (Crustacea, Isopoda) in response to changes in food quality and contamination". *Science of the Total Environment* 369: 119-128.
- Martínez, J.W.; Pérez, D.F.; Espíndola, C.C. (2014). "Caracterización de isópodos terrestres (Crustacea: Isopoda) y su impacto en cultivos hortícolas de Boyacá". *Revista de Ciencias Agrícolas* 31(1): 55-64.
- McCaffery, A.; Nauen, R. (2006). "The Insecticide Resistance Action Committee (IRAC): public responsibility and enlightened industrial self interest". *Outlook Pest Management* 17: 11-14.
- Miliauskas, G.; Venskutonis, P.R.; Van Beek, T.A. (2004). "Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts". *Food Chemistry* 85(2): 231-237.
- Padin, S.B.; Fuse, C.; Urrutia, M.I.; Dal Bello, G.M. (2013). "Toxicity and repellency of nine medicinal plants against *Tribolium castaneum* in stored wheat". *Bulletin of Insectology* 66(1): 45-49.
- Raal, A.; Arak, E.; Orav, A.; Ivask, K. (2003). "Comparación de aceites esenciales de *Matricaria recutita* L. de origen diverso". *Ars Pharmaceutica* 44(2): 159-165.
- Repetto, M.G.; Llesuy, S.F. (2002). "Antioxidant properties of natural compounds used in popular medicine for gastric ulcers". *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 35(5): 523-534.
- Salvio, C.; Manetti, P.L.; Clemente, N.L.; López, A.N. (2014). "Efectos de Carbaryl y Metaldehído sobre *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) en soja bajo siembra directa". *Revista Agrociencia Uruguay* 18(2): 82-89.
- Salvio, C.; Manetti, P.L.; Clemente, N.L.; López, A.N. (2016). "Efectos de clorpirifos, cipermetrina y glifosato sobre *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) y *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda)". *Revista de Investigaciones de la Facultad de Ciencias Agrarias* 26: 43-48.
- Sánchez Chopa, C.; Descamps, L.R. (2012). "Composition and biological activity of essential oils against *Metopolophium dirhodum* (Hemiptera: Aphididae) cereal crop pest". *Pest Management Science* 68(11): 1492-1500.
- Sardans, J.; Roda, F.; Peñuelas, J. (2005). "Effects of water and nutrient pulse supply on *Rosmarinus officinalis* growth, nutrient content and flowering in the field". *Environmental and Experimental Botany* 53(1): 1-11.
- Schmalzfuss, H. (1998). "Evolutionary strategies of the antennae in terrestrial isopods". *Journal of Crustacean Biology* 18(1): 10-24.
- Sotelo, J.I.; Martínez-Fong, D.; Marriél, P. (2002). "Evaluation of the effectiveness of *Rosmarinus officinalis* (Lamiaceae) in the alleviation of carbon tetrachloride-induced acute hepatocytotoxicity in the rat". *Journal of Ethnopharmacology* 81(3): 145-154.
- Tak, J.H.; Jovel, E.; Isman, M.B. (2016). "Comparative and synergistic activity of *Rosmarinus officinalis* L. essential oil constituents against the larvae and an ovarian cell line of the cabbage looper, *Trichoplusia ni* (Lepidoptera: Noctuidae)". *Pest Management Science* 72(3): 474-480.
- Villarino, S.V.; Manetti, P.L.; López, A.N.; Clemente, N.L.; Faberi, A.J. (2012). "Formulaciones con combinación de ingredientes activos para el control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda), plaga en el cultivo de colza". *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 38(1): 91-96.

