

# Efectos de clorpirifos, cipermetrina y glifosato sobre *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) y *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda)

*Effects of chlorpyrifos, cypermethrin, and glyphosate on Milax gagates (Mollusca: Pulmonata) and Armadillidium vulgare (Crustacea: Isopoda)*

SALVIO, C.; MANETTI, P.L.; CLEMENTE, N.L.; LÓPEZ, A.N.

Facultad de Ciencias Agrarias  
 Universidad Nacional de Mar del Plata  
 Unidad Integrada Balcarce. Ruta 226 km 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina CP: 7620.  
 salvio.carla@inta.gov.ar

## Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto tóxico de Clorpirifos, Cipermetrina y Glifosato sobre *Milax gagates* y *Armadillidium vulgare*. La unidad experimental fue un recipiente (36,5 x 24,5 cm) con 10 cm de suelo, 45 g de residuo vegetal y 10 individuos de *M. gagates* (400-600 mg) o de *A. vulgare* (60-80 mg). Los tratamientos fueron: 0, 120, 240, 480, 960 y 1440 g de Clorpirifos ha<sup>-1</sup> (48% de ingrediente activo (i.a.)); 0, 12,5, 25, 50, 75 y 100 g de Cipermetrina ha<sup>-1</sup> (25% de i.a.) y 0, 480, 960, 1440, 1920 y 2400 g de Glifosato ha<sup>-1</sup> (48% de i.a.). Para cada bioensayo se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 4 repeticiones y se llevó a cabo en cámara a 20±2°C y 14L:10O. Se contaron individuos vivos y muertos a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA). Se analizó la proporción de individuos muertos mediante modelos lineales generalizados y las dosis de cada plaguicida se compararon mediante la prueba de mínima diferencia significativa ( $\alpha=0,05$ ). Los tres plaguicidas a sus distintas dosis no causaron mortalidad sobre *M. gagates*. La proporción de *A. vulgare* muertos difirió entre las dosis de Clorpirifos y de Cipermetrina ( $p < 0,05$ ) y fueron superiores a 78%. Con Glifosato no se observaron individuos muertos de *A. vulgare*. Se concluye que los tres plaguicidas sobre *M. gagates* como Glifosato sobre *A. vulgare* no causaron efectos perjudiciales, pero en cambio Clorpirifos y Cipermetrina a sus diferentes dosis ocasionaron mortalidad sobre *A. vulgare*.

**Palabras clave:** plaguicidas, babosas, bichos bolita.

## Introducción

La siembra directa (SD) genera un ambiente menos perturbado que favorece la provisión de alimentos y refugios para el desarrollo de determinados organismos tanto benéficos como perjudiciales (Wilson-Rummenie *et al.*, 1999; Capowiez *et al.*, 2009; Manetti *et al.*, 2010). Dentro de estos últimos se encuentran las babosas (Mollusca: Pulmonata) y los bichos bolita (Crustacea: Isopoda) ocasionando daños en los cultivos de colza, soja y girasol (Clemente *et al.*, 2008; Garavano *et al.*, 2013; Faberi *et al.*, 2014; Salvio *et al.*, 2014).

Las babosas son favorecidas por la humedad del suelo y reconocidas mundialmente como una de las plagas más importantes durante los estados iniciales de los cultivos bajo labranzas conservacionistas (Barrat *et al.*, 1989). En el caso de los bichos bolita, organismos muy susceptibles a la sequía y con una capacidad limitada de penetrar en el suelo, se benefician con el ambiente generado en la superficie del suelo por la SD (Wolters & Ekschmitt, 1997). Por esto, es que la SD se considera como

## Summary

The objective of this work was to evaluate the toxicity of Chlorpyrifos, Cypermethrin and Glyphosate on *Milax gagates* and *Armadillidium vulgare*. The experimental unit was a container (36.5 x 24.5 cm) with 10 cm of soil, 45 g of plant residue and 10 individuals of *M. gagates* (400-600 mg) or *A. vulgare* (60-80 mg). The treatments were: 0, 120, 240, 480, 960 and 1440 g Chlorpyrifos ha<sup>-1</sup> (48% active ingredient (a.i.)); 0, 12.5, 25, 50, 75 and 100 g Cypermethrin ha<sup>-1</sup> (25% a.i.); and 0, 480, 960, 1440, 1920 and 2400 g Glyphosate ha<sup>-1</sup> (48% a.i.). Bioassays were conducted in a chamber at 20±2°C and 14L:10O, using a completely randomized design with 4 replicates. Individuals alive and dead at 24, 48, 72, 96 and 120 hours after application were counted. The proportion of dead individuals was analyzed using generalized linear models, and doses were compared using the least significant difference test ( $\alpha = 0.05$ ). No mortality of *M. gagates* was recorded with any pesticide. The proportion of dead *A. vulgare* differed between Chlorpyrifos and Cypermethrin doses ( $p < 0.05$ ) and was greater than 78%. No dead *A. vulgare* individuals were recorded with glyphosate. None of the pesticides had harmful effects on *M. gagates*, and Glyphosate did not cause mortality of *A. vulgare*, but different doses of Chlorpyrifos and Cypermethrin caused mortality of *A. vulgare*.

**Keywords:** pesticides, slugs, woodlice.

una práctica que está acompañada de un aumento en la severidad de estas plagas (Stinner & House, 1990).

Entre las especies de babosas de importancia económica en el sudeste bonaerense se encuentran: *Deroceras reticulatum* (Müller) "babosa gris", *D. laeve* (Müller) "babosa gris chica" y *Milax gagates* (Draparnaud) "babosa carenada" (Faber *et al.*, 2006; Clemente *et al.*, 2008 y 2010). Esta última es una especie asociada a ambientes modificados por el hombre tales como jardines y áreas cultivadas. Dentro de los isópodos *Armadillidium vulgare* (Latreille) "bicho bolita" es el organismo que ha sido informado como plaga en sistemas de cultivos bajo SD (Trumper & Linares, 1999; Saluso, 2004; Faberi *et al.*, 2011 y 2014).

Las babosas son consideradas fitófagas y los bichos bolita como detritívoros, pero ciertas circunstancias se comportan como fitófagos, alimentándose de material vegetal vivo. Por lo tanto, ambos organismos pueden dañar a los cultivos en el momento de la siem-

bra e inmediatamente después de la germinación. En la siembra, consumen el endosperma y/o el embrión de las semillas y durante la emergencia se alimentan del ápice vegetativo y de los cotiledones, reduciendo el número inicial de plantas. En ocasiones, producen defoliaciones en las plántulas que provocan deficiencias en su desarrollo o la muerte (Saluso, 2004; Clemente *et al.*, 2008; Tambascio, 2007; Faberi *et al.*, 2014; Salvio *et al.*, 2014).

Tanto a nivel mundial como local, el control químico es la práctica de manejo más utilizada (Salvio *et al.*, 2008; Villarino *et al.*, 2011; Garavano *et al.*, 2013; Salvio *et al.*, 2014). Su acción se basa en el uso de cebos tóxicos granulados, los que son formulados con un atrayente alimentario y un ingrediente activo (i.a.). Para el control de las babosas se encuentran los molusquicidas cuyo i.a. es Metaldehído y para los bichos bolita se disponen de crustacidas que contienen a Carbaryl como i.a. (CASAFA, 2009; SENASA, 2013). En nuestro país se han alcanzado niveles de control adecuados con los molusquicidas y los crustacidas con dosis entre 3 a 6 kg ha<sup>-1</sup> (dosis de formulado) tanto para las babosas (Mastronardi, 2006; Salvio *et al.*, 2008; Bocca, 2011; Garavano *et al.*, 2013) como para los bichos bolita (Manetti *et*

*al.*, 2009; Villarino *et al.*, 2011; Salvio *et al.*, 2014). Ahora bien, estos organismos se encuentran expuestos a la acción de otros plaguicidas que se aplican frecuentemente en los sistemas de cultivo bajo SD.

En los últimos años el consumo de fitosanitarios en la Argentina ha aumentado desde un volumen de 73 a 317,17 millones de litros en el periodo comprendido desde 1995 a 2012 (CASAFA, 2013). Los herbicidas, incluyendo Glifosato, constituyen el segmento de mayor consumo, correspondiendo al 77,46 % del volumen total. El segmento de los insecticidas, es el segundo en importancia con un 9,9 % del volumen comercializado (CASAFA, 2013). Entre los insecticidas, Clorpirifos y Cipermetrina, junto con el herbicida Glifosato son los plaguicidas más utilizados en los cultivos en sistemas bajo SD tanto en Argentina como en otras regiones del mundo (Jergentz *et al.*, 2005; Micucci & Taboada, 2006; Casabé *et al.*, 2007). Por lo expuesto anteriormente, surgió como objetivo de este trabajo evaluar el efecto letal de Clorpirifos, Cipermetrina y Glifosato sobre los organismos perjudiciales *Milax gagates* y *Armadillidium vulgare*.

## Materiales y Métodos

Para los bioensayos se recolectaron los individuos adultos de *M. gagates* y *A. vulgare* en un lote bajo SD ubicado en la Estación Experimental Agropecuaria Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (37° 45' S; 58° 18' O, 120 m s.n.m.).

Para lograr un estado óptimo del material interviniente en cada bioensayo, los individuos de *M. gagates* se colocaron, de a pares, en potes de plástico de 9,3 cm de diámetro y 6,4 cm de altura. Cada pote contenía 2,5 cm de espesor de suelo húmedo y un soporte de plástico sobre el cual se colocaron *pellets* de alfalfa como alimento. Con respecto a *A. vulgare* los organismos fueron colocados en grupos de 10 en recipientes iguales a los descriptos anteriormente, pero con una base de yeso de París para mantener la humedad. Además, se colocaron residuos vegetales provenientes del lugar de extracción como alimento.

Los recipientes con *M. gagates* y con *A. vulgare* se llevaron a una cámara de cría a 20 ± 2°C con un fotoperíodo de 14L: 10O y se revisaron semanalmente para cambiar el alimento y humedecer el sustrato con agua mediante un pulverizador manual. Antes de realizar los bioensayos, los individuos de ambas especies se pesaron y se seleccionaron para *M. gagates* los ejemplares con un rango de peso comprendido entre 400 y 600 mg y para *A. vulgare* entre 60 y 80 mg.

Se realizaron para *M. gagates* y *A. vulgare* tres bioensayos con los siguientes ingredientes activos: Clorpirifos (Lorsban 48®, Dow AgroSciences), Cipermetrina (Sumagro®, Agro Max S.R.L.) y Glifosato (Glifosato Atanor®, Atanor S.C.A) (Tabla 1). En todos los casos el diseño experimental utilizado fue completamente aleatorizado con 4 repeticiones.

En cada bioensayo, la unidad experimental (UE) consistió en un recipiente de plástico con tapa, de 36,5 cm x 24,5 cm, en el cual se colocaron una capa de 10 cm de suelo, 45 g de residuo vegetal de cultivo de trigo y 10 individuos de *M. gagates* o *A. vulgare*, según corresponda.

Las propiedades físicas y químicas del suelo utilizado para los bioensayos fueron las siguientes: 5,1 % de materia orgánica; 20,9 % de arcilla; 34,9 % de limo; 44,2 % de arena; pH= 7,7; conductividad 0,6 mmhos cm<sup>-1</sup> y capacidad de intercambio catiónico 29,3 meq 100 g<sup>-1</sup>.

Para obtener las dosis de i.a. por kg de suelo seco indicadas en la Tabla 1, se realizaron diluciones de cada plaguicida en agua destilada. Los cálculos se efectuaron teniendo en cuenta que el peso de suelo de una hectárea a 5 cm de profundidad con una densidad aparente de 1,2 Mg m<sup>-3</sup> equivale a 600.000 kg. Los tratamientos se aplicaron asperjando homogéneamente las diluciones sobre la superficie de las UE con un pulverizador manual.

En cada uno de los bioensayos se contaron los individuos vivos y muertos de *M. gagates* y *A. vulgare* a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA).

Se calculó la proporción de individuos muertos en cada HDA y se analizó mediante modelos lineales generalizados. Cuando se detectaron diferencias entre las dosis de cada plaguicida se efectuó la prueba de mínima diferencia significativa (MDS) ( $\alpha = 0,05$ ). Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (SAS Institute Inc., 2001).

**Tabla 1.** Ingredientes activos, tipo de formulación y dosis de los distintos tratamientos.

Ingrediente activo (i.a.)	Tipo de formulación	Concentración de i.a. (%)	Dosis de i.a. (g ha <sup>-1</sup> )					
			0	120	240	480	960	1440
Clorpirifos	CE <sup>1</sup>	48	0	120	240	480	960	1440
Cipermetrina	CE	25	0	12,5	25	50	75	100
Glifosato	LS <sup>2</sup>	48*	0	480	960	1420	1940	2400

<sup>1</sup>CE: concentrado emulsionable

<sup>2</sup>LS: concentrado soluble

\*Sal isopropilamina 48 % y con 35,6 % de equivalente ácido

## Resultados y Discusión

Teniendo en cuenta los bioensayos correspondientes a Clorpirifos, Cipermetrina y Glifosato con las distintas dosis de cada uno de los plaguicidas no se obtuvieron individuos muertos de *M. gagates* en ninguna de las observaciones. A su vez, no se detectaron síntomas visibles sobre los organismos expuestos a los plaguicidas.

Con respecto a *A. vulgare*, la proporción de individuos muertos difirió entre las dosis de Clorpirifos en todas las observaciones ( $p < 0,01$ ). A las 24, 48 y 72 HDA, la proporción mayor de muertos se obtuvo con la dosis mayor, 1440 g de i.a. ha<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ), aumentando a medida que se incrementaron las horas de observación (Figura 1). A las 96 y 120 HDA, con las dosis mayores 960 y 1440 g de i.a. ha<sup>-1</sup> se lograron las proporciones mayores de muertos ( $p < 0,05$ ), alcanzando 83 y 88 % de mortalidad, respectivamente (Figura 1).

Por otro lado, con Cipermetrina a las 24 HDA no se observaron individuos muertos de *A. vulgare*. En cambio, en los restantes momentos de observación sí se detectaron diferencias en la proporción de muertos entre las dosis ( $p < 0,0001$ ). A las 48, 72 y 96 HDA con 50, 75 y 100 g de i.a. ha<sup>-1</sup> se alcanzó la proporción mayor de muertos ( $p < 0,05$ ) (Figura 2). A las 120 HDA, la proporción mayor se halló con 75 y 100 g de i.a. ha<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ), obteniéndose 78 y 83 % de mortalidad, respectivamente (Figura 2).

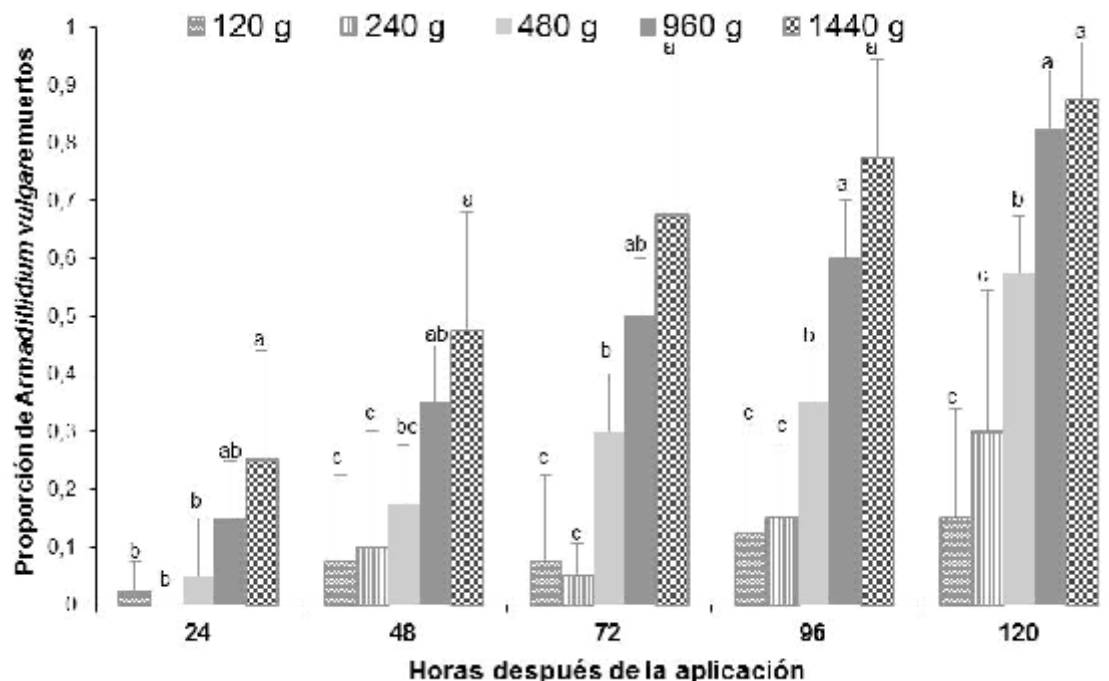
Con respecto a los estudios de los efectos de estos plaguicidas sobre *A. vulgare* no se encuentra información disponible si bien se hallan estudios sobre otras especies de isópodos. En efecto, Amand de Mendieta *et al.*, (2015) encontraron sobre el isópodo *Porcellio scaber* una mortalidad superior a un 70% con 576 g de

i.a. ha<sup>-1</sup> Clorpirifos como así también con una dosis cinco y diez veces superior a aquella, tanto a los 5 como a los 7 días después de la aplicación (DDA). Asimismo, Engenheiro *et al.* (2005) informaron que 0,020 g de i.a. Dimetoato kg<sup>-1</sup> reduce en un 50 % la tasa de supervivencia de *P. scaber* después de los 10 días de exposición. Por otro lado, Fischer *et al.* (1997) observaron que la mortalidad de *P. scaber* aumenta a medida que se incrementa la dosis de Dimetoato, hasta un 80 % de mortalidad con 0,075 g de i.a. kg<sup>-1</sup>. Por su parte, Santos *et al.* (2011) detectaron que 0,0003; 0,0015 y 0,03 g de i.a. kg<sup>-1</sup> de Dimetoato produce una mortalidad elevada sobre *Porcellionides pruinosus* y ésta aumenta a medida que se incrementa la dosis del insecticida a los 28 DDA. Por lo tanto, estos resultados se pueden relacionar con los observados en este estudio, teniendo en cuenta que con un insecticida organofosforado como es Clorpirifos se observó un patrón de comportamiento similar (Figura 1).

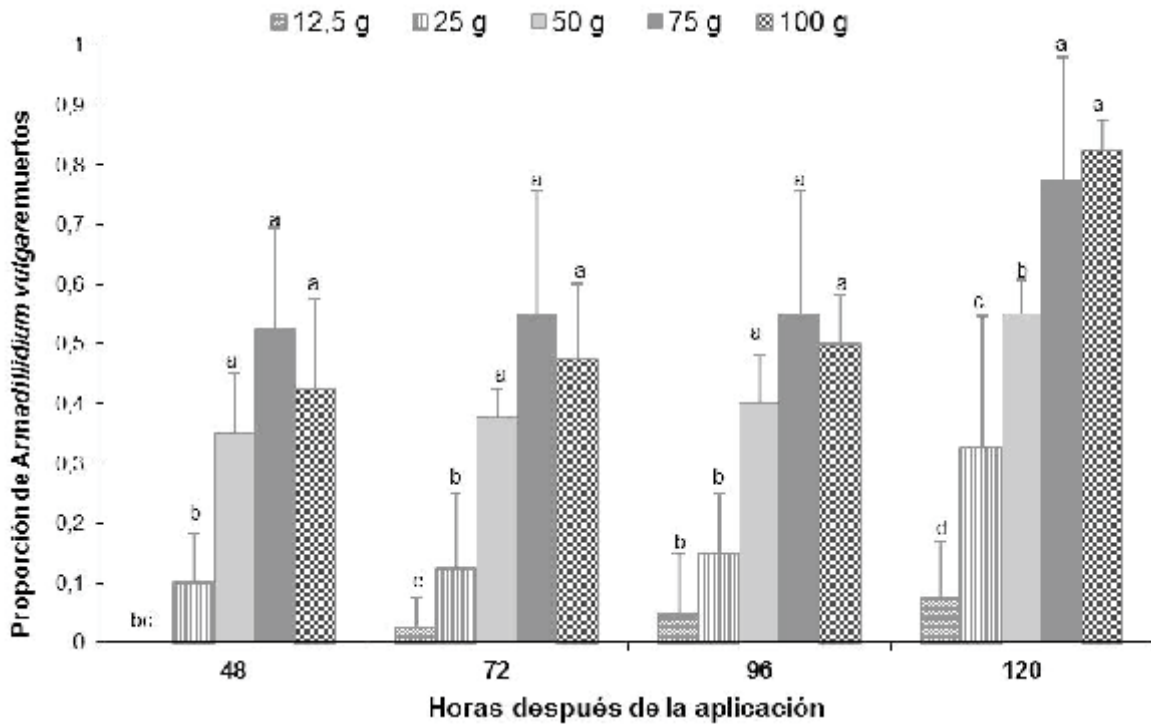
Por otra parte, Bushaiba *et al.* (2006) observaron que el porcentaje de mortalidad de *P. scaber* es superior a 50 % con Metidation y Cipermetrina a los 21 DDA, considerándolos como plaguicidas muy tóxicos. De esta manera, estos resultados confirman que tanto los insecticidas organofosforados como los piretroides causan un efecto letal sobre los isópodos.

Los síntomas de intoxicación observados en *A. vulgare* expuestos a ambos insecticidas fueron: hiperactividad, parálisis y luego la muerte (Figura 3). Síntomas similares fueron detectados sobre *P. scaber* expuestas a Metidation y Cipermetrina (Bushaiba *et al.*, 2006) y con diferentes dosis de Clorpirifos (Amand de Mendieta *et al.*, 2015). Asimismo, Bayley (1995) y Loureiro *et al.* (2009) demostraron que Dimetoato provoca hiperactividad en *P. scaber*.

**Figura 1.** Proporción de *Armadillidium vulgare* muertos (media  $\pm$  desvío estándar) en las diferentes dosis de Clorpirifos (g de i.a. ha<sup>-1</sup>) a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA). Barras con las letras iguales en cada HDA indican diferencias no significativas entre las dosis (MDS,  $p > 0,05$ ).



**Figura 2.** Proporción de *Armadillidium vulgare* muertos (media  $\pm$  desvío estándar) en las diferentes dosis de Cipermetrina (g de i.a. ha<sup>-1</sup>) a las 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA). Barras con las letras iguales en cada HDA indican diferencias no significativas entre las dosis (MDS, p>0,05).



A diferencia de los insecticidas, con las distintas dosis de Glifosato no se obtuvieron individuos muertos en ninguna de las observaciones como tampoco síntomas visibles.

Considerando los efectos del herbicida sobre los isópodos y en coincidencia con este estudio, Amand de Mendieta *et al.*, (2015) tanto con la dosis recomendada de aplicación de Glifosato, 960 g de i.a. ha<sup>-1</sup>, como con una dosis cinco y diez veces superior a la recomendada no causa mortalidad sobre *P. scaber*. Asimismo, Santos *et al.* (2011) observaron que 0,0017; 0,0085 y 0,017 g de

i.a. kg<sup>-1</sup> Glifosato no afectan el número de *Porcellionides pruinosus* después de los 28 DDA.

A diferencia de lo observado en este estudio, 2880 g de i.a. Glifosato ha<sup>-1</sup> produce mortalidad y disminución en la tasa de alimentación del isópodo *Philoscia muscurom* (Eijsackers, 1991). Asimismo, Bushaiba *et al.* (2006) observaron 55 % de mortalidad de *P. scaber* a los 21 DDA del herbicida. Sin embargo, hay que tener en cuenta que los efectos perjudiciales del herbicida sobre los isópodos reportados en la bibliografía son ocasionados con dosis superiores a las aplicadas en este estudio.

**Figura 3.** Adultos de *Armadillidium vulgare* muertos debido a la exposición de Clorpirifos y Cipermetrina.



## Conclusión

En este trabajo, las dosis utilizadas de Clorpirifos, Cipermetrina y Glifosato no ocasionaron efectos letales sobre *M. gagates*.

Por otro lado, Glifosato no produjo efecto adverso sobre *A. vulgare*, en cambio, Clorpirifos y Cipermetrina a las dosis que se aplican en el campo, 480 g y 50 g de i.a. ha<sup>-1</sup> respectivamente, ocasionaron efectos letales sobre *A. vulgare*.

## Bibliografía

- AMAND DE MENDIETA J, SALVIO C, LÓPEZ AN, MANETTI PL (2015) Microcosmo: efectos de Glifosato y Clorpirifos sobre organismos no blanco. En: 11<sup>th</sup> Biennial Meeting, SETAC Latin America, Buenos Aires, Argentina. p. 7.
- BARRAT BIP, BYERS RA, BIERLEIN DL (1989) Conservation tillage crop establishment in relation to density of the slug (*Deroceras reticulatum* (Müller)). En: Henderson, I (Ed.) Slugs and snails in world agriculture. British Crop Protection Council, Thornton Heath. pp. 93-99.
- BAYLEY M (1995) Prolonged effects of the insecticide dimethoate on locomotor behaviour in the woodlouse *Porcellio scaber* Latr. (Isopoda). *Ecotoxicology* 4: 79-90.
- BOCCA F, FABERI AJ, MANETTI PL, CLEMENTE NL, SALVIO C, LÓPEZ AN (2012) Competencia de *Armadillidium vulgare* Latreille (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* Draparnaud (Mollusca: Pulmonata) por cebos comerciales utilizados para el control de ambas plagas. En: XIV Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Potrero de los Funes, San Luis, Argentina. 12p.
- BUSHAIBA SS, MOHAMED AI, ACHUTHAN NG (2006) Impact of chemical pesticides on survival and feeding rate of the woodlouse *Porcellio scaber* (Isopoda, Oniscidea) in Benghazi, Libya. *Journal of Applied Sciences* 8(2): 43-50.
- CAPOWIEZ Y, CADOUX S, BOUCHANT P, RUY S, ROGER-ESTRADE J, RICHARD G, BOIZARD H (2009) The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil and Tillage Research* 105: 209-216.
- CASABÉ N, PIOLA L, FUCHS J, ONETO ML, PAMPARATO L, BASACK S, JIMÉNEZ R, MASSARO R, PAPA JC, KESTEN E (2007) Ecotoxicological assessment of the effects of glyphosate and chlorpyrifos in an Argentine soya field. *Journal of Soils and Sediments* 7(4): 232-239.
- CASAFE (2009) Guía de productos fitosanitarios para la República Argentina. 14<sup>o</sup> ed. Buenos Aires. Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. 3079p.
- CASAFE (2013) Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes. <http://www.casafe.org>. Acceso: 4 de marzo de 2013.
- CLEMENTE NL, LÓPEZ AN, MONTERUBBIANESI MG, CAZZANIGA NJ, MANETTI PL (2008) Biological studies and phenology of slug *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) (Pulmonata: Stylommatophora). *Invertebrate Reproduction & Development* 52: 23-30.
- CLEMENTE NL, FABERI AJ, SALVIO C, LÓPEZ AN (2010) Biology and individual growth of *Milax gagates* (Draparnaud, 1801) (Pulmonata: Stylommatophora). *Invertebrate Reproduction & Development* 54(3): 163-168.
- EIJSACKERS H (1991) Litter fragmentation by isopods as affected by herbicide application. *Journal of Zoology* 41: 277-303.
- ENGENHEIRO EL, HANKARD PK, SOUSA JP, LEMOS MF, WEEKS JM, SOARES AMVM (2005) Influence of dimethoate on acetylcholinesterase activity and locomotor function in terrestrial isopods. *Environmental Toxicology and Chemistry* 24(3): 603-609.
- FABERI AJ, LÓPEZ AN, MANETTI PL, CLEMENTE NL, ÁLVAREZ CASTILLO HA (2006) Growth and reproduction of the slug *Deroceras laeve* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora) under controlled conditions. *Spanish Journal of Agricultural Research* 4 (4): 345-350.
- FABERIAJ, LÓPEZ AN, CLEMENTE NL, MANETTI PL (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.
- FABERIAJ, CLEMENTE NL, MANETTI PL, LÓPEZ AN (2014) Nivel de daño económico de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol. *Revista de Investigaciones Agropecuarias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (RIA)* 40 (2): 182-188.
- FISCHER E, FARKAS S, HORNUNG E, PAST T (1997) Sublethal effects of an organophosphorous insecticide, dimethoate, on the isopod *Porcellio scaber* Latr. *Comparative Biochemistry and Physiology* 116C (2): 161-166.
- GARAVANO ME, MANETTI PL, CLEMENTE NL, FABERI AJ, SALVIO C, LÓPEZ AN (2013) Cebos moluscicidas y moluscicidas líquidos para el control de *Deroceras reticulatum* (Pulmonata: Stylommatophora), plaga en el cultivo de colza. *Revista de Investigaciones Agropecuarias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (RIA)* 39 (1): 60-66.
- JERGENTZ S, MUGNI H, BONETTO C, SCHULZ R (2005) Assessment of insecticide contamination in runoff and stream water of small agricultural streams in the main soybean area of Argentina. *Chemosphere* 61: 817-826.
- LOUREIRO S, AMORIM MJB, CAMPOS B, RODRIGUES SMG, SOARES AMVM (2009) Assessing joint toxicity of chemicals in *Enchytraeus albidus* (Enchytraeidae) and *Porcellionides pruinosus* (Isopoda) using avoidance behaviour as an endpoint. *Environmental Pollution* 157: 625-636.
- MANETTI PL, FABERI AJ, ANDRADE J, BOCCA M, CAMEZZANA J, DE MARCO G, VIANI G, VOULLIOZ JP (2009) Control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) con cebos tóxicos en el cultivo de girasol. En: XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, Santiago del Estero, Argentina. 3 p.
- MANETTI PL, LÓPEZ AN, CLEMENTE NL, FABERIAJ (2010) Tillage system does not affect soil macrofauna in southeastern Buenos Aires province, Argentina. *Spanish Journal of Agricultural Research* 8(2): 377-384.
- MASTRONARDI F (2006) Control químico de isópodos y babosas en un cultivo de girasol bajo siembra directa. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 65 p.
- MICUCCI F, TABOADA M (2006) Soil physical properties and soybean (*Glycine max*, Merrill) root abundance in conventionally- and zero-tilled soils in the humid Pampas of Argentina. *Soil and Tillage Research* 86: 152-162.
- SALVIO C, FABERI AJ, LÓPEZ AN, MANETTI PL, CLEMENTE NL (2008) The efficacy of three metaldehyde pellets marketed in Argentina, on the control of *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora). *Spanish Journal of Agricultural Research* 6 (1): 70-77.
- SALVIO C, MANETTI PL, CLEMENTE NL, LÓPEZ AN (2014) Efectos de Carbaryl y Metaldehído sobre *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* (Mollusca: Pulmonata) en soja bajo siembra directa. *Agrociencia Uruguay* 18 (2): 82-89.
- SALUSO A (2004) Determinación del nivel de daño económico y plan de decisión secuencial para el manejo de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en soja. Tesis Maestría. Universidad Nacional de La Rioja. La Rioja, Argentina. 75 pp.
- SANTOS MJG, MORGADO R, FERREIRA NGC, SOARES AMVM, LOUREIRO S (2011) Evaluation of the joint effect of glyphosate and dimethoate using a small-scale terrestrial ecosystem. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 74: 1994-2001.

29. SAS INSTITUTE (2001) SAS/STAT software release 8.02. Cary, USA, SAS Institute Inc.
30. SENASA (2013) Organismo responsable de garantizar y certificar la sanidad y calidad de la producción agropecuaria, pesquera y forestal. <http://www.senasa.gov.ar/contenido.php?to=n&in=524&io=2956>. Acceso: 2 de septiembre de 2013.
31. STINNER BR, HOUSE GJ (1990) Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. Annual Review of Entomology 35: 299-318.
32. TAMBASCIO C (2007) Severidad de los daños ocasionados por *Deroceras laeve* (Müller, 1774), *D. reticulatum* (Müller, 1774) y *Milax gagates* (Draparnaud, 1801) en el cultivo de girasol. Tesis de grado. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 44 p.
33. TRUMPER E, LINARES M (1999) Bicho Bolita. Nueva amenaza para la soja. Super Campo 5(59):24-27.
34. VILLARINO SV, MANETTI PL, LÓPEZAN, CLEMENTE NL, FABERI AJ (2011) Formulaciones con combinación de ingredientes activos para el control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda), plaga en el cultivo de colza. Revista de Investigaciones Agropecuarias del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (RIA) 30(1): 91-6.
35. WILSON-RUMMENIE AC, RADFORD BJ, ROBERTSON LN, SIMPSON GB, BELL KL (1999) Reduced tillage increases population density of soil macrofauna in a semiarid environment in Central Queensland. Environmental Entomology 28(2):163-172.
36. WOLTERS V, EKSCHEMITT K (1997) Gastropods, Isopods, Diplopods, Chilopods: Neglected groups of the decomposer food web. En: Benckiser, G. (Ed.) Fauna in soil Ecosystems. Recycling processes, nutrient fluxes, and agricultural production. Marcel Dekker, Inc. New York, EE.UU. pp. 265-306.