

TOXICIDAD DE LOS CEBOS EN BASE A METALDEHÍDO Y/O CARBARYL SOBRE *SCARITES ANTHRACINUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE)

CARLA SALVIO^{1*}, PABLO LUIS MANETTI¹, NATALIA LILIANA CLEMENTE¹, ALICIA NOEMÍ LÓPEZ¹

Recibido: 08/08/2017

Recibido con revisiones: 10/12/2017

Aceptado: 10/12/2017

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto letal de cebos en base a Metaldehído y/o Carbaryl sobre *Scarites anthracinus*, que actúa como regulador biológico de las babosas y los bichos bolita. Se realizaron tres bioensayos donde la unidad experimental consistió en colocar un *S. anthracinus* adulto en un recipiente (400 cm²) con 500 g de suelo y 24 g de residuo vegetal. Se utilizaron tres cebos granulados: Metaldehído (4% de ingrediente activo (i.a.)), Carbaryl (8% de i.a.) y Metaldehído + Carbaryl (4% + 8% de i.a.) a las siguientes dosis: 0; 1; 2; 3; 4 y 5 kg ha⁻¹ del producto formulado. El diseño fue completamente aleatorizado con 12 repeticiones y se llevó a cabo en condiciones controladas (20 ± 2°C y 14L: 100). Las observaciones se realizaron a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA) y se evaluó el número de individuos muertos. La relación entre la proporción de *S. anthracinus* muertos y la dosis de cada plaguicida se ajustó mediante un modelo no lineal con una función logística y se estimaron las dosis letales 50 (DL₅₀). Con Metaldehído no se observaron individuos muertos a pesar que *S. anthracinus* consumió el cebo. Con Carbaryl y Metaldehído + Carbaryl la proporción de muertos aumentó a medida que la dosis de cada cebo se incrementó, obteniéndose proporciones de muertos superiores a 0,75. La DL₅₀ de Carbaryl fue 2,95 kg del formulado ha⁻¹, equivalente a la dosis que se aplica en el campo, mientras que, la DL₅₀ de Metaldehído + Carbaryl fue 1,54 kg del formulado ha⁻¹, la mitad de la dosis de aplicación recomendada. Se concluye que los cebos que contienen Carbaryl resultaron ser letales sobre *S. anthracinus* e implican un riesgo directo sobre las poblaciones naturales de esta especie.

Palabras clave: Carábido, plaguicidas, bioensayo ecotoxicológico

TOXICITY BASED ON METALDEHYDE BAITS AND / OR CARBARYL ON *SCARITES ANTHRACINUS* (COLEOPTERA: CARABIDAE)

ABSTRACT

The objective was to determine the lethal effect of baits based on Metaldehyde and/or Carbaryl on *Scarites anthracinus*, which acts as a biological regulator of slugs and woodlouse. Three bioassays where the experimental units consisted of placing an adult *S. anthracinus* in a container (400 cm²) with 500 g soil and 24 g of vegetable residue. Three baits granulated were used: Metaldehyde (4% the active ingredient (a.i.)), Carbaryl (8% the i.a.) and Metaldehyde + Carbaryl (4% + 8% the a.i.) at the following doses: 0; 1; 2; 3; 4 and 5 kg ha⁻¹ of the formulated product. It was used a completely randomized design with 12 replications and it was conducted under controlled conditions (20 ± 2 °C and 14L: 100). Observations were made at 24, 48, 72, 96 and 120 hours after application (HAA), and the number of dead individuals was evaluated. The relationship between the proportion of *S. anthracinus* dead and the dose of each pesticide was adjusted by a nonlinear model with a logistic function and lethal dose 50 (LD₅₀) were estimated. We are not observed dead individuals with Metaldehyde although *S. anthracinus* was consumed the bait. With Carbaryl and Metaldehyde + Carbaryl the proportion of dead increased as the dose of each bait was increased, obtaining proportions of dead of 0.75. The LD₅₀ of Carbaryl was 2.95 kg ha⁻¹, equivalent to the applied dose in the field, while the LD₅₀ Metaldehyde + Carbaryl was 1.54 kg ha⁻¹, half of the recommended application dose in the field. It is concluded that baits containing Carbaryl proved to be lethal on *S. anthracinus* and involve a direct risk on natural populations of this species.

Key words: Carabid beetles, pesticides, ecotoxicological bioassay

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata

* Autor de contacto: salvio.carla@inta.gob.ar

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de cultivos bajo siembra directa (SD) se encuentran organismos perjudiciales como son las babosas (Mollusca: Pulmonata) y los bichos bolita (Crustacea: Isopoda). Estos organismos ocasionan daños al consumir los tejidos de las plantas de soja, girasol, colza y, en algunos cereales durante la emergencia de los cultivos reduciendo el número inicial de plantas. En ocasiones, producen defoliaciones en las plántulas que provocan deficiencias en su desarrollo o la muerte (Aragón, 2003; Saluso, 2004; Clemente *et al.*, 2008, 2010; Faberi *et al.*, 2011, 2014; Tribe & Lubbe, 2011; Johnson *et al.*, 2012; Villarino *et al.*, 2012; Garavano *et al.*, 2013; Salvio *et al.*, 2014).

La estrategia de manejo más utilizada es el control químico (Bailey, 2002; Iglesias *et al.*, 2002; Mastronardi, 2006; Salvio *et al.*, 2008; Manetti *et al.*, 2009; Salvio *et al.*, 2014). Su acción se basa en el uso de cebos tóxicos, los que son formulados con un atrayente alimentario (como por ejemplo, subproductos de molienda de granos), biomoléculas de proteína, dextrosa o caseína, que actúan como estimulantes de la alimentación, y un ingrediente activo (i.a.) (Bailey, 2002). En nuestro país, el Metaldehído (2,4,6,8-tetramethyl-1,3,5,7-tetraxocane) es el único i.a. registrado para el control de los moluscos (SENASA, 2013). Los molusquicidas de mayor uso comercial contienen 4 o 5 % de Metaldehído e ingresan a los organismos con el alimento o por contacto con el tegumento (CASAFE, 2013). Es un i.a. de alta especificidad sobre los moluscos y no posee efecto fitotóxico sobre los cultivos (Bieri, 2003). Para el caso de los bichos bolita en nuestro país, se dispone de cebos comerciales con Carbaryl (1-naftil metilcarbamato) como i.a. ejerciendo su acción sobre la plaga por contacto e ingestión (CASAFE, 2013). Los cebos comerciales contienen en su formulación 8 % de Carbaryl y es un insecticida neurotóxico que actúa sobre el sistema nervioso central inhibiendo la acción de la acetilcolinesterasa (AChE), que es la enzima que regula la actividad biológica del neurotransmisor acetilcolina (ACh) (Corbett *et al.*, 1984). Por último, existe otro cebo de uso comercial de acción combinada, formulado con

los dos ingredientes activos en el mismo cebo, 4 % de Metaldehído, como molusquicida, y 8 % de Carbaryl, como crustacida, que permite el control conjunto de babosas y bichos bolita (SENASA, 2013).

En nuestro país se han alcanzado niveles de control adecuados con los molusquicidas y los crustacidas con dosis entre 3 y 6 kg ha⁻¹ tanto para las babosas (Manetti *et al.*, 2006; Mastronardi, 2006; Salvio *et al.*, 2008; Garavano *et al.*, 2013) como para los bichos bolita (Manetti *et al.*, 2009; Villarino *et al.*, 2012; Salvio *et al.*, 2014). Sin embargo, varios estudios encuentran que los cebos pueden afectar de manera letal o subletal a los artrópodos benéficos edáficos (Buchs *et al.*, 1989; Purvis, 1992; Samsoe-Petersen *et al.*, 1992; Salvio *et al.*, 2009, 2013).

Los coleópteros son un grupo numeroso de insectos, con una considerable riqueza y diversidad, que constituyen más de los dos tercios de la artrópodo-fauna existente en cualquier agroecosistema. Se encuentran en todos los niveles tróficos y comprenden más de 100 familias, siendo Carabidae la más numerosa (Marasas, 2002). Esta familia tiene hábitos fundamentalmente ligados al suelo y por esta razón, son ampliamente conocidos como “escarabajos del suelo” (Kromp, 1989). Muchos integrantes de esta familia cumplen servicios ecosistémicos importantes en los suelos, favoreciendo la productividad de los cultivos. En efecto, se comportan como predadores generalistas de organismos considerados plagas en los cultivos, consumiendo por día aproximadamente su propio peso en masa de alimento (Marasas, 2001; Manetti, 2015). De esta manera, intervienen controlando a los herbívoros al actuar como enemigos naturales de las plagas. Debido a que estos organismos reaccionan sensiblemente a los cambios antropogénicos que afectan a la calidad del hábitat son considerados como bioindicadores (Kromp, 1989; Rainio & Niemelä, 2003; Pearce & Venier, 2006; Koivula, 2011). Entendiéndose como bioindicadores a aquellos organismos que cambian sus características fisiológicas y/o metabólicas al modificarse las condiciones ambientales (Ratte *et al.*, 2003).

Scarites anthracinus (Dejean, 1831) es un carábido predador muy voraz que se alimenta prin-

principalmente de orugas de lepidópteros (Marasas, 2001) y recientemente se ha probado que es capaz de alimentarse de estados juveniles de bichos bolita y babosas (Tulli *et al.*, 2009). Es una especie primaveral que hiberna en estado adulto y larval. Paulatinamente, a partir de septiembre comienza a aumentar su actividad, siendo máxima durante octubre-noviembre y declina notoriamente hacia el verano (Marasas, 2001). Teniendo en cuenta, que los períodos de presencia de los estados larvales y adultos de esta especie coinciden con los períodos en que ocasionan daños las babosas y bichos bolita, este carábido puede ser afectado por la aplicación de los cebos utilizados para controlar aquellos organismos perjudiciales. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue determinar el efecto letal de los cebos en base a Carbaryl, Metaldehído y Metaldehído + Carbaryl sobre *S. anthracinus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para los tres bioensayos se recolectaron adultos de *S. anthracinus* mediante trampas de caída (Spence & Niemelä, 1994). Cada trampa de caída consistió en un recipiente de plástico de 11,5 cm de diámetro y 11 cm de altura enterrado con la boca a nivel de la superficie del suelo. Las trampas fueron colocadas en lotes bajo SD ubicados en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina (37° 45' S; 58° 18' O, 120 m s.n.m.). Las trampas se revisaron diariamente y los individuos capturados se colocaron individualmente en recipientes de plástico con tapa de 20 cm x 20 cm con 500 g de suelo y 24 g de residuos vegetales. Se alimentaron con pulgones vivos y se llevaron a una cámara a 20 ± 2°C y 14L: 10D. Los ejemplares se mantuvieron una semana para su aclimatación y luego se utilizaron para los diferentes bioensayos.

La unidad experimental (UE) de cada bioensayo consistió en colocar un adulto de *S. anthracinus* dentro de un recipiente de plástico con tapa, de 20 cm x 20 cm, con 500 g de suelo y 24 g de residuo vegetal (trigo). Las propiedades físicas y químicas del suelo utilizado fueron las siguientes: 5.1% de materia orgánica, 20.9% de arcilla, 34.9% de limo, 44.2% de arena, pH=7.7, con-

ductividad 0.6 mmhos cm⁻¹ y capacidad de intercambio catiónica (C.I.C.) 29.3 meq 100 g⁻¹. Se probaron tres cebos granulados: Carbaryl (cebo granulado (CB), 8 % de i. a.), Metaldehído (CB, 4 % de i. a.) y Metaldehído + Carbaryl (CB, 4 + 8 % de i. a.). Las dosis evaluadas fueron de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 kg ha⁻¹ de cada producto formulado (PF). Para obtener las diferentes dosis de cada uno de los cebos se procedió a la fragmentación de los gránulos y se colocaron en un soporte de plástico de alto impacto de 3 mm de espesor.

Se realizaron tres bioensayos, uno para cada cebo, bajo un diseño completamente aleatorizado con 12 repeticiones y los recipientes se colocaron en la cámara de cría mencionada anteriormente. Las observaciones se realizaron a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas después de la aplicación (HDA) y se determinaron el número de individuos vivos y muertos, así como síntomas de intoxicación.

Para determinar la relación entre la proporción de *S. anthracinus* muertos y la dosis de cada uno de los cebos se ajustó un modelo no lineal con una función logística de dos parámetros. La función es simétrica en su punto de inflexión y tiene un límite inferior igual a 0 (donde no se encuentran individuos muertos cuando la dosis es igual a 0) y un límite superior igual a 1 (donde se encuentran todos los individuos muertos con la dosis mayor). La función se expresa de la siguiente manera:

$$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(b(\log(x) - \log(e)))}$$

x: es la dosis de cada cebo (kg del producto formulado ha⁻¹); b: pendiente y e: es la dosis letal media (DL₅₀) o punto de inflexión.

El ajuste se realizó a través del paquete drm (dose-response models) del programa R 2.15.2 (R Development Core Team, 2012) y para cada uno de los cebos se estimaron las DL₅₀ en kg del producto formulado ha⁻¹ y sus respectivos intervalos del 95 % de confianza.

RESULTADOS

La proporción de individuos muertos de *S. anthracinus* aumentó a medida que la dosis del

cebo con Carbaryl fue mayor. Con la dosis mayor del formulado, 5 kg ha⁻¹, se obtuvo la proporción mayor de individuos muertos 0,75 a las 120 HDA (**Figura 1**).

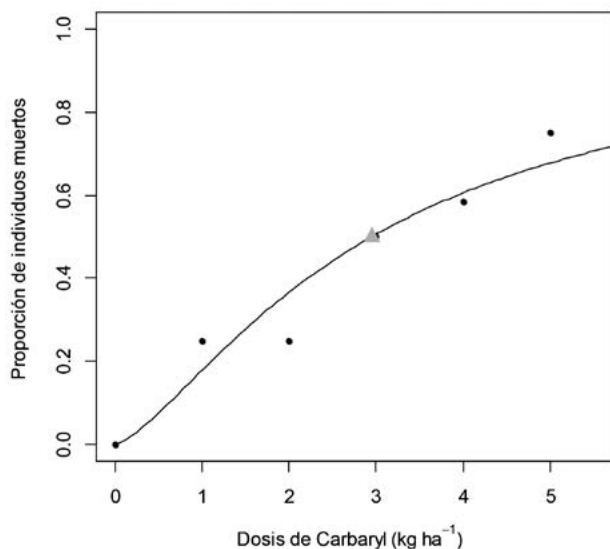


Figura 1. Curva dosis respuesta de la proporción de individuos muertos de *Scarites anthracinus* a las distintas dosis de Carbaryl (kg ha⁻¹) a las 120 horas después de la aplicación.

●Promedio ▲dosis letal media (DL₅₀).

Figure 1. Dose response curve of the proportion of death individuals *Scarites anthracinus* to different doses of Carbaryl (kg ha⁻¹) at 120 hours after application. ●Mean ▲Lethal dose 50 (LD₅₀).

La dosis de Carbaryl necesaria para matar el 50% de la población de *S. anthracinus*, es decir, su DL₅₀ fue 2,95 kg ha⁻¹ del formulado correspondiente a 236 g de Carbaryl ha⁻¹ (**Tabla 1**), equivalente a la dosis que habitualmente se aplica en el campo. Por lo tanto, el cebo que contiene Carbaryl causó un efecto letal sobre *S. anthracinus*.

Con el cebo que contiene Metaldehído como i.a. no se observaron individuos muertos de *S. anthracinus*. Sin embargo, se encontró que *S.*

anthracinus consumió el cebo sin producirle síntomas visibles.

En el bioensayo con el cebo dual que contiene Metaldehído + Carbaryl se observó que la proporción de individuos muertos aumentó a medida que se incrementó la dosis de aplicación. Con 3, 4 y 5 kg ha⁻¹ de Metaldehído + Carbaryl (correspondiente a 120+240, 160+320 y 200+400 g de i.a. ha⁻¹) se obtuvieron las proporciones mayores de individuos muertos a las 120 HDA, con valores superiores a 0,80 (**Figura 2**).

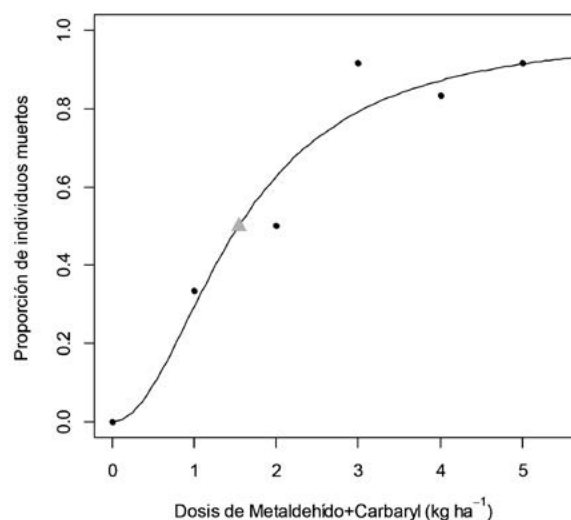


Figura 2. Curva dosis respuesta de la proporción de individuos muertos de *S. anthracinus* a las distintas dosis de Metaldehído + Carbaryl (kg ha⁻¹) a las 120 horas después de la aplicación.

●Promedio ▲Dosis letal media (DL₅₀).

Figure 2. Dose response curve of the proportion of death individuals *Scarites anthracinus* to different doses of Metaldehyde + Carbaryl (kg ha⁻¹) at 120 hours after application. ●Mean ▲Lethal dose 50 (LD₅₀).

La DL₅₀ fue 1,54 kg del formulado ha⁻¹ correspondiente a 61,6 g de Metaldehído y 123,3 g de Carbaryl ha⁻¹ (**Tabla 1**). Teniendo en cuenta que el valor de la DL₅₀ es la mitad de la dosis

Tabla 1. Dosis letal media (DL₅₀), desvío estándar e intervalo de confianza de Carbaryl y Metaldehído + Carbaryl para *Scarites anthracinus*.

Table 1. Median lethal dose (LD₅₀), standard deviation and confidence interval of Carbaryl and Metaldehyde + Carbaryl to *Scarites anthracinus*.

Ingrediente activo	Dosis letal media (DL ₅₀) (kg de PF* ha ⁻¹)	Desvío estándar	Intervalo de confianza (95 %)	
Carbaryl	2,95	0,58	1,81	4,09
Metaldehído + Carbaryl	1,54	0,29	0,97	2,12

* PF: Producto formulado

de aplicación recomendada, el cebo dual resultó muy tóxico para *S. anthracinus*.

Comparando los resultados de los cebos que contienen Carbaryl como i.a. se observó que ambos cebos causaron una mortalidad elevada sobre *S. anthracinus* (**Figuras 1 y 2**). Sin embargo, cuando se aplicó el cebo que contiene solo Carbaryl como i.a. resultó menos tóxico con respecto al cebo dual, debido a que se necesita una cantidad mayor de i.a. para obtener el 50 % de mortalidad de *S. anthracinus* (**Tabla 1**).

DISCUSIÓN

Considerando los efectos que producen los cebos cuyo i.a. es Carbaryl sobre los carábidos, Salvio *et al.* (2013) observaron que la aplicación de aquellos cebos disminuye la densidad de *S. anthracinus* en relación al testigo en condiciones de campo. Es decir, que con 2 y 4 kg ha⁻¹ de Carbaryl 8 % (Clartex BB® y MataBibos Acay®) la densidad del carábido se reduce en un 33 % con respecto al testigo a los 23 y 37 días después de la aplicación (DDA). Asimismo, Salvio *et al.* (2009) en condiciones controladas detectaron que *S. anthracinus* consume los cebos que contienen Carbaryl como i.a. en su formulación ocasionando finalmente su muerte. De manera similar, cuando Carbaryl es utilizado como insecticida líquido, produce efectos adversos tal como informaron Gholson *et al.* (1978), ya que 2 kg de Carbaryl ha⁻¹ resulta ser muy tóxico para los carábidos.

Coincidiendo con los resultados obtenidos con los cebos que contienen Carbaryl, los cuales produjeron una mortalidad elevada de *S. anthracinus*, Samsøe - Petersen *et al.* (1992) observaron que Metiocarb, insecticida carbámico formulado como cebo, es tóxico para los carábidos *Poecilus cupreus* (Linnaeus), *Pterostichus melanarius* (Illiger), *Carabus granulatus* (Linnaeus) y *Harpalus rufipes* (De Geer) en condiciones de laboratorio. Asimismo, Buchs *et al.* (1989) determinaron que, en pruebas de campo, Metiocarb causa una mortalidad que varía entre 66 a 100 % de *P. cupreus*, *C. granulatus* y *H. rufipes* y solo el 25 % de *P. melanarius*. Además, los residuos de este i.a. ocasionan la mortalidad de *P. melanarius*, si

bien no todos son afectados de la misma manera (Langan *et al.*, 2004).

Por otra parte, Turner *et al.* (1990) no encuentran efectos adversos producidos con el moluscicida Metiocarb sobre *P. melanarius*. A su vez, Purvis (1992) observó que cuatro aplicaciones anuales de Metiocarb tienen un efecto mínimo en la densidad activa de *Nebria brevicollis* y *Trechus quadristriatus* como asimismo en la recuperación de sus poblaciones. Sin embargo, la densidad activa de otra especie como *Bembidion obtusum* se elimina totalmente al final del ensayo.

De manera similar a los resultados obtenidos con el cebo en base a Metaldehído, Wiltshire & Glen (1989) observaron que los cebos con aquel i.a. no producen efectos significativos sobre el número de carábidos. Este resultado fue confirmado por Bieri *et al.* (1989) quienes encuentran efectos tóxicos insignificantes sobre las poblaciones de carábidos e incluso con una dosis 10 veces mayor que la recomendada para el campo. Asimismo, la aplicación de cuatro formulaciones de Metaldehído en el campo no tienen efectos sobre *P. melanarius*, *P. cupreus* y *H. rufipes* (Buchs *et al.*, 1989). Estos hallazgos fueron similares a los de Samsøe-Petersen *et al.* (1992) quienes observan efectos nulos o insignificantes de Metaldehído en las especies mencionadas. Al igual que, Salvio *et al.* (2009) en condiciones controladas detectaron que *S. anthracinus* consume el cebo que contienen Metaldehído como i.a. en su formulación pero no ocasiona ni efectos letales y/o subletales. Asimismo, la aplicación de cebos que contienen Metaldehído como i.a. no afecta la densidad de *S. anthracinus*, hallándose una densidad igual o superior en relación al testigo en condiciones de campo a los 23 y 37 DDA (Salvio *et al.*, 2013). Por otro lado, Langan *et al.* (2004) observan que Metaldehído no produce mortalidad sobre *P. melanarius* alimentados con babosas intoxicadas con el plaguicida.

Comparando los resultados obtenidos con el cebo dual en estudio, Salvio *et al.* (2013) observaron que la aplicación del cebo que contiene Metaldehído + Carbaryl en su formulación disminuye la densidad de *S. anthracinus* en relación al testigo en condiciones de campo. Con 2 y 6 kg ha⁻¹ de Metaldehído 4% + Carbaryl 8 % (Doble Acay®) la densidad del carábido se reduce en un 52 % con respecto al testigo a los 23 y 37 DDA. Del mismo modo, en condiciones

controladas se evidenció que *S. anthracinus* consume el cebo que contienen Metaldehído + Carbaryl lo que ocasiona finalmente su muerte (Salvio *et al.*, 2009).

CONCLUSIÓN

La aplicación de los cebos en base a Carbaryl causó efecto letal sobre *S. anthracinus*. Carbaryl resultó tóxico para el carábido ya que con la dosis habitual de aplicación (3 kg ha⁻¹) se redujo la población a la mitad. Mientras que, el cebo formulado con Metaldehído + Carbaryl fue más perjudicial debido a que su DL₅₀ fue aproximadamente la mitad de la dosis de aplicación recomendada en el campo. En consecuencia, si bien los cebos producen reducción de las especies plaga, también producen efectos adversos sobre los organismos benéficos del suelo alterando el funcionamiento del agroecosistema.

BIBLIOGRAFÍA

- Aragón, J. 2003. Guía de reconocimiento y manejo de plagas tempranas relacionadas a la siembra directa. *Agroediciones INTA*. 60 p.
- Bailey, S. 2002. Molluscicidal baits for control of terrestrial gastropods. In: Barker, GM (Ed.) *Molluscs as crop pests*. CABI Publishing, Hamilton, New Zealand. pp. 33-54.
- Bieri, M; H Schweizer; K Christensen & O Daniel. 1989. The effect of metaldehyde and methiocarb slug pellets on *Lumbricus terrestris* L. In: Henderson, I (Ed.) *Slugs and snails in world agriculture*. British Crop Protection Council, Thornton Heath. pp. 237-244.
- Buchs, W; U Heimbach & E Czarnecki. 1989. Effects of snail baits on non-target carabid beetles. *Monograph - British Crop Protection Council* No. 41. pp. 245-252.
- CASAFE. 2013. Cámara de Sanidad Agropecuaria y fertilizantes <<http://www.casafe.org>> (último acceso 10/03/2016).
- Clemente, NL; AN López; MG Monterubbianesi; NJ Cazzaniga & PL Manetti. 2008. Biological studies and phenology of slug *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) (Pulmonata: Stylommatophora). *Invertebr. Reprod. Dev.* 52: 23-30.
- Clemente, NL; AJ Faberi; C Salvio & AN López. 2010. Biology and individual growth of *Milax gagates* (Draparnaud, 1801) (Pulmonata: Stylommatophora). *Invertebr. Reprod. Dev.* 54(3): 163-168.
- Corbett, JR; K Wright & AC Baillie. 1984. *The biochemical mode of action of pesticides*. Academic Press. London. England. 382 p.
- Faberi, AJ; AN López; NL Clemente & PL Manetti. 2011. Importance of diet in the growth, survivorship and reproduction of the no-tillage pest *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 84: 407-417.
- Faberi, AJ; NL Clemente; PL Manetti & AN López. 2014. Nivel de daño económico de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol. *RIA* 40 (2): 182-188.
- Garavano, ME; PL Manetti; NL Clemente; AJ Faberi; C Salvio & AN López. 2013. Cebos molusquicidas y molusquicidas líquidos para el control de *Deroceras reticulatum* (Pulmonata: Stylommatophora), plaga en el cultivo de colza. *RIA* 39 (1): 60-66.
- Gholson, LE; CC Beegle; RL Best & JC Owens. 1978. Effects of several commonly used insecticides on cornfield carabids in Iowa. *J. Econ. Entomol.* 71: 416-418.
- Johnson, WA; S Alfaress; RJ Whitworth & BP Mccornack. 2012. Crop Residue and Residue Management Effects on *Armadillidium vulgare* (Isopoda: Armadillidiidae) Populations and Soybean Stand Densities. *J. Econ. Entomol.* 105(5): 1629-1639.
- Iglesias, J; J Castillejo & A Ester. 2002. Laboratory evaluation of potential molluscicides for the control of eggs of the pest slug *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Limacidae). *Int. J. Pest Manage.* 48 (1): 19-23.
- Kromp, B. 1989. Carabid beetle communities (Carabidae, Coleoptera) in biologically and conventionally farmed agroecosystems. *Agr. Ecosyst. Environ.* 27 (1-4): 241-251.
- Koivula, MJ. 2011. Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. In: Kotze, DJ; T Assmann; J Noordijk; H Turin & R Vermeulen (Eds). *Carabid Beetles as Bioindicators: Biogeographical, Ecological and Environmental Studies*. ZooKeys 100: 287-317.
- Langan, AM; A Taylor & CP Wheeler. 2004. Effects of metaldehyde and methiocarb on feeding preferences and survival of a slug predator (*Pterostichus melanarius* (F.): Carabidae, Pterostichini). *J. Appl. Entomol.* 128(1): 51-55.
- Manetti, PL; H Gizzi; ME Pontalori & AJ Faberi. 2006. Evaluación de cebos granulados para el control de *Armadillidium vulgare* en cultivo de soja bajo siembra directa. 12º Jornadas Fitosanitarias Argentina. San Fernando del Valle de Catamarca, Argentina. 28 a 30 de junio de 2006. 377 p.
- Manetti, PL; AJ Faberi; J Andrade; M Biocca; J Camezzana; et al. 2009. Control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) con cebos tóxicos en el cultivo de girasol.

- 13° Jornadas Fitosanitarias Argentinas. Santiago del Estero. 30 de septiembre al 2 de octubre de 2009. 3 p.
- Manetti, PL. 2015. Efectos de los sistemas de labranza de los cereales sobre los organismos perjudiciales y benéficos del suelo en el sudeste bonaerense (Argentina). Tesis para Dr. Ingeniero Agrónomo. Escola Tècnica Superior D'enginyeria Agrària. Universitat de Lleida. Lleida. España. 177 p.
- Marasas, ME. 2001. Efectos de distintos sistemas de labranza y diversidad de la coleopterofauna edáfica, con especial referencia a las especies de Carabidae, en un cultivo de trigo y los ambientes naturales circundantes. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias Agrarias Naturales y Museo, Universidad Nacional de la Plata, 113 p.
- Marasas, ME. 2002. La coleopterofauna edáfica y su relación con la calidad del suelo. En: Sarandónm, SJ (Ed.) Agroecología: El camino hacia una agricultura sustentable. pp. 135-151.
- 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.
- Pearce, JL & LA Venier. 2006. The use of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) and spiders (Araneae) as bioindicators of sustainable forest management: A review. *Ecol. Indic.* 6: 780 -793.
- Purvis, G. 1992. A long-term study of the impact of methiocarb molluscicide on carabid populations and case history for interpretation of non-target pesticide effects in the field. *Integrated Pest Manag. Rev.* 31: 97-104.
- Rainio, J & J Niemelä. 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodivers. Conserv.* 12: 487-506.
- R Development Core Team. 2012. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Version 2.15.2.
- Ratte, HT; M Hammers-Wirtz & M Cleuvers. 2003. Ecotoxicity testing. In: Markert, BA; AM Breure & HG Zechmeister (Eds.) *Bioindicators and biomonitors*. pp. 221-256.
- 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.
- Salvio, C; AJ Faberi; AN López; PL Manetti & NL Clemente. 2008. The efficacy of three metaldehyde pellets marketed in Argentina, on the control of *Deroceras reticulatum* (Müller) (Pulmonata: Stylommatophora). *Span. J. Agric. Res.* 6 (1):70-77.
- Salvio, C. 2009. Metaldehído+Carbaryl como una alternativa para el control de *Armadillidium vulgare* (Latreille) (Crustacea: Isopoda) y *Milax gagates* (Draparnaud) (Mollusca: Pulmonata: Milacidae) y sus efectos sobre los invertebrados benéficos. Tesis de maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. Balcarce, Argentina. 58 p.
- Salvio, C; AN López; PL Manetti; NL Clemente & HA Álvarez Castillo. 2009. Toxicidad de los cebos en base a metaldehído y/o carbaryl sobre *Scarites anthracinus* (Coleoptera: Carabidae). XIII Jornadas Fitosanitarias Argentinas, 30 de septiembre a 2 de octubre de 2009, Termas de Río Hondo, Santiago del Estero, Argentina. p. PV77.
- Salvio, C; PL Manetti; NL Clemente & AN López. 2013. Acción de los cebos granulados sobre los invertebrados edáficos. *Ci. Suelo* 31 (2): 165-174.
- Salvio, C; PL Manetti; NL Clemente & AN López. 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.
- Samsøe-Petersen, L; M Bieri & W Buchs. 1992. Interpretation of laboratory measured effects of slug pellets on soil dwelling invertebrates. *Aspect Appl. Biol.* 31: 87-96.
- 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>> (último acceso 02/06/2016).
- Spence, JR & JK Niemelä. 1994. Sampling ground beetle assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *Can. Entomol.* 126: 881-894.
- Tribe, G & A Libbe. 2011. Insect and other pests of canola. Agricultural Research Council. <<http://www.overbergagri.co.za/images/stories/LandbouOntw/Canola%20final%20report%202010.pdf>> (último acceso 01/07/2015).
- Turner, AS; JS Bale & RO Clements. 1990. Effects of a range of pesticides on the carabid beetle *Pterostichus melanarius* (Ill.) using a microplot technique. *J. Appl. Entomol.* 109(1-5): 463-469.
- Tulli, MC; DM Carmona; AN López; PL Manetti; AM Vincini & G Cendoya. 2009. Predation on the slug *Deroceras reticulatum* (Pulmonata: Stylommatophora) by *Scarites anthracinus* (Coleoptera: Carabidae). *Ecología Austral* 19: 55-61.
- Villarino, SV; PL Manetti; AN López; NL Clemente & AJ Faberi. 2012. Formulaciones con combinación de ingredientes activos para el control de *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda), plaga en el cultivo de colza. *RIA* 30 (1): 91-96.
- Wiltshire, CW & DM Glen. 1989. Effects of molluscicides on slugs and soil arthropods in winter cereal crops. *Monograph – British Crop Protection Council* N° 41. pp. 399-406.