

Nivel de daño económico de *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804) (Crustacea: Isopoda) en el cultivo de girasol

FABERI, A.J.¹; CLEMENTE, N.L.¹; MANETTI, P.L.¹; LÓPEZ, A.N.¹

RESUMEN

La función de daño es el parámetro fundamental del modelo de Nivel de Daño Económico (NDE). Los objetivos fueron: evaluar los perjuicios de *Armadillidium vulgare* en el cultivo de girasol y determinar la función de daño en el cultivo para poder estimar el NDE. Las evaluaciones se realizaron en tres ciclos agrícolas según un diseño en bloques completos aleatorizados con cinco repeticiones. Se sembraron ocho semillas de girasol y se infestaron con: 0 (testigo), 20, 40, 60, 80 y 120 individuos m⁻² de *A. vulgare* en parcelas de 1m². Se evaluaron los perjuicios en hipocótilo y cotiledones, número de plantas m⁻² y el rendimiento. Se calcularon las funciones de daño (regresión entre la densidad de *A. vulgare* y la proporción de pérdida de rendimiento). Se observaron diferencias en la proporción de plantas con perjuicios severos en el hipocótilo entre las densidades de *A. vulgare*. Esta categoría de perjuicio se correlacionó con la densidad de *A. vulgare*, con el número de plantas m⁻² y con el rendimiento. Las funciones de daño representaron una proporción de pérdida de rendimiento de 0,0033 (R²= 0,64), 0,0023 (R²= 0,49) y 0,0048 (R²= 0,71) por individuo por metro cuadrado para los tres ciclos agrícolas, respectivamente. Cuando se combinaron todos los datos ésta fue de 0,0034 (R²= 0,59). Considerando valores económicos promedio, los NDE de *A. vulgare* en el cultivo de girasol variaron entre 22 y 81 individuos m⁻². Teniendo en cuenta los coeficientes de determinación y que *A. vulgare* tiene hábitos alimenticios variables, la función de daño de 0,0033 es recomendable en el cálculo de NDE de *A. vulgare* en girasol.

Palabras clave: Bicho bolita, Función de daño, Siembra directa, Manejo integrado de plagas.

ABSTRACT

Damage function is the parameter of Economic Injury Level model (EIL). The aims were: evaluate the injury of *Armadillidium vulgare* in the sunflower crop and determine the damage function in the crop for estimating EIL. The study was done in three agricultural cycles. Assessments were conducted in three agricultural cycles according randomized complete blocks design with five replicates. Eight sunflower seeds were sown and were infested with: 0 (control), 20, 40, 60, 80 y 120 individuals m⁻² of *A. vulgare* in 1 m² plot. Injury on hypocotil and cotyledons, number of plants per square meter and yield were evaluated. Damage functions were calculated (*A. vulgare* density and yield loss proportion regression). Differences in the proportion of plants with severe injury were observed among *A. vulgare* densities. This category of injury was correlated with *A. vulgare* density, with the number of plant per square meter and with yield. Damage functions represented a proportion of yield loss of 0.0033 (R²= 0.64), 0.0023 (R²= 0.49) and 0.0048 (R²= 0.71) for *A. vulgare* individual by square meter in three agricultural cycles. When all data were combined this was 0.0035 (R²= 0.59). Considering mean market

¹Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP – EEA Balcarce, INTA (Unidad Integrada Balcarce). Ruta 226 km 73,5, Balcarce, Buenos Aires, Argentina CP: 7620. Correo electrónico: ajfaberi@hotmail.com

values, the EIL of *A. vulgare* in sunflower crop ranged from 22 to 81 individuals m^{-2} . Taking into account the determination coefficients and that *A. vulgare* has variable eating habits the 0.0033 damage function is recommended to determine EIL of *A. vulgare* in sunflower crop.

Keywords: Damage function, No tillage, Integrated Pest Management, Pill bugs.

INTRODUCCIÓN

En la Argentina, se produjo un proceso de “agriculturización” que implicó un uso más intensivo del suelo y la aplicación de prácticas de manejo no adecuadas (Manuel-Navarrete *et al.*, 2005). Estos factores produjeron signos de degradación por la alteración de las propiedades físico-químicas del suelo y la exposición a la erosión (Lal *et al.*, 2007). La Siembra Directa (SD) se adoptó como alternativa de la labranza convencional para mejorar las condiciones físico-químicas del suelo y protegerlo de los efectos erosivos. La SD se caracteriza por la ausencia de remoción del suelo y por la acumulación de los residuos de los cultivos sobre su superficie. La cobertura de materia seca protege al suelo de los efectos erosivos, amortigua la pérdida de agua y las variaciones extremas de temperatura (Dominguez *et al.*, 2005).

Armadillidium vulgare (Latreille, 1884) (Crustacea: Isopoda), es susceptible a la sequía y posee escasa capacidad para penetrar en el suelo. La SD ha originado condiciones que favorecen su desarrollo y reproducción (Wolters y Ekschmitt, 1997; Faberi *et al.*, 2011). Por un lado, la ausencia de labranzas evita la eliminación directa de los individuos y la destrucción del hábitat en las capas superficiales. Por otro lado, la cobertura de materia seca genera un ambiente que permanece húmedo, con baja amplitud térmica y proporciona alimento y refugio (Wolters y Ekschmitt, 1997). Las poblaciones de *A. vulgare* han aumentado en sistemas bajo SD y han cambiado su hábito alimenticio de detritívoros a fitófagos y los ha convertido en plagas en las etapas iniciales de girasol, soja y colza en las provincias de Buenos Aires, Córdoba y Entre Ríos (Trumper y Linares, 1999; Saluso, 2004; Villarino *et al.*, 2012).

La estrategia de manejo más efectiva y utilizada para el control de *A. vulgare* es el control químico (Villarino *et al.*, 2012). En el contexto del manejo integrado de plagas es necesario evaluar la abundancia del organismo antagonista para utilizar los plaguicidas racionalmente, minimizando los efectos adversos de su uso (Pedigo y Higley, 1996; Kogan, 1998; Brewer y Goodell, 2012). Por ello, se introdujo el concepto de Nivel de Daño Económico (NDE) para estimar la abundancia de la especie antagonista que causa perjuicio económico y que justifica aplicar una medida de control (Higley y Pedigo, 1996). El NDE es un concepto que involucra parámetros económicos y biológicos. Estos últimos incluyen la función de daño, que es la relación entre la densidad de la especie antagonista (los perjuicios que

ocasionan) y la pérdida de rendimiento del cultivo (Higley y Peterson, 1996; Brewer y Goodell, 2012). La función de daño requiere de una determinación empírica y es el parámetro fundamental del modelo de NDE (Higley y Peterson, 1996; Trumper, 2001; Brewer y Goodell, 2012). Los objetivos fueron: i) evaluar los perjuicios de diferentes densidades de *A. vulgare* en el cultivo de girasol y ii) determinar la función de daño para estimar los NDE de *A. vulgare* en el cultivo de girasol.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en los ciclos agrícolas 1: 2009/10, 2: 2010/11 y 3: 2011/12 en lotes ubicados en la Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Los lotes se seleccionaron teniendo en cuenta la rotación para evitar la presencia de inoculo de enfermedades típicas del cultivo y se revisaron previamente y durante el desarrollo de los cultivos para verificar la ausencia de organismos fitófagos. La información agrometeorológica se obtuvo de la estación meteorológica de la EEA. Antes de la siembra de cada cultivo se determinó la humedad inicial del suelo mediante el método gravimétrico (p/p) y se agregó agua para tener una condición de humedad de capacidad de campo a la siembra.

Se recolectaron individuos adultos de *A. vulgare* en la EEA. Los individuos se mantuvieron en recipientes de plástico con una base de yeso de París, para mantener un ambiente húmedo y se llevaron a una cámara de cría a $20 \pm 2^\circ C$ y 16L:8O. Los individuos se pesaron en una balanza analítica electrónica (precisión=0,001 g) y se seleccionaron aquellos con una masa corporal entre 26 y 80 mg.

Cada Unidad Experimental (UE) consistió en un marco de chapa de $1m^2$ y 0,30 m de altura, de los cuales 0,10 m se enterraron en el suelo. Los bordes superiores se pincelaron con grasa de litio para evitar la migración de los individuos. En cada UE se sembraron manualmente 8 semillas de girasol (cv. Aconcagua, ciclo intermedio, poder y energía germinativa mayor a 95%). La siembra se realizó en la segunda quincena de noviembre de cada año. Luego de la siembra se colocaron 600 g de residuos de cosecha de trigo en cada UE. El día posterior a la siembra se aplicaron los tratamientos que consistieron en infestaciones artificiales de *A. vulgare* con: 0 (testigo), 20, 40, 60, 80 y 120 individuos m^{-2} , que se mantuvieron en cada UE durante todo el ciclo del cultivo. El control de malezas se realizó manual-

mente dentro y fuera de cada UE. Las UE se dispusieron siguiendo un diseño en bloques completos aleatorizados, perpendiculares a la pendiente, con 5 repeticiones.

Se evaluó el consumo del hipocótilo y de los cotiledones por *A. vulgare* en el período de emergencia hasta el estado de tercer par de hojas verdaderas desarrolladas. Los perjuicios en hipocótilo fueron categorizados como: leves (consumo superficial), moderados (menos de 50% del diámetro de hipocótilo consumido) y severos (más del 50% del diámetro de hipocótilo consumido). Se consideraron plantas con perjuicio en los cotiledones cuando presentaron un consumo mayor al 25%. En el estado de tercer par de hojas se contó el número de plantas m². En la madurez de cosecha (primera quincena de marzo), se estimó el rendimiento: peso de los frutos en gramos (*y*) en función del diámetro del capítulo en centímetros (*x*) (Pereyra y Farizo, 1979):

$$y = 0,20x^2 + 1,07x - 14,53$$

La proporción de plantas en cada categoría de perjuicio, el número de plantas m² y el rendimiento del cultivo se analizaron mediante análisis de varianza previa validación del supuesto de homogeneidad de varianzas mediante la prueba de Levene. Los promedios de cada tratamiento se compararon mediante la prueba de mínimas diferencias significativas ($\alpha=0,05$). Las correlaciones entre la densidad de *A. vulgare*, la proporción de plantas en cada categoría de perjuicio, el número de plantas m² y el rendimiento se calcularon mediante el coeficientes de correlación de Pearson. Los análisis se realizaron con el programa R 2.15.1 (R Development Core Team, 2012).

La proporción de pérdida de rendimiento (PPR) de girasol se calculó como:

$$PPR = (R_{pt} - R_{Av}) / R_{pt}$$

Donde,

R_{pt}: rendimiento promedio de girasol (g m²) en el tratamiento testigo

R_{Av}: rendimiento de girasol (g m²) en las parcelas con presencia de *A. vulgare*

La función de daño se estimó mediante análisis de regresión entre la PPR y las densidades de *A. vulgare* utilizando el programa R 2.15.1 (R Development Core Team, 2012).

Los NDE se calcularon mediante el modelo de Pedigo *et al.* (1986):

$$NDE = C / (VDK)$$

Donde,

C: costos de monitoreo + plaguicida + aplicación, por unidad de producción (u\$ ha⁻¹)

V: valor de mercado por unidad de producción (u\$ ha⁻¹)

D: pendiente de la recta de la función de daño (proporción de pérdida (ind. m⁻²)⁻¹)

K: eficacia de control del plaguicida (proporción)

El parámetro C se estimó con valores actuales de mercado. Para estimar V se utilizaron datos promedio (período

2008-2012) de precio y de rendimiento del cultivo de girasol (ASAGIR, 2012; MINAGRI, 2012). Para K se consideró la eficacia de control de 3 a 5 kg ha⁻¹ de cebos tóxicos formulados con carbaryl al 8% aplicados sobre la superficie del suelo (Villarino *et al.*, 2012).

RESULTADOS

La temperatura promedio fue similar, tanto entre los años, como entre los ciclos agrícolas. Hídricamente, las condiciones más favorables se observaron en 2010 y el ciclo agrícola 2, cuando se registraron las precipitaciones máximas y las evapotranspiraciones mínimas (tabla 1).

Se observaron diferencias en la categoría de perjuicios severos en el hipocótilo (tabla 2). En el ciclo agrícola 2 se observó mayor cantidad de plantas con perjuicios severos con respecto al testigo sólo con 120 individuos m². En el ciclo 1, se observaron los mismos resultados con 60 y 120 individuos m², mientras que en el ciclo 3, se observaron a partir de densidades de 60 individuos m².

En los ciclos agrícolas 1 y 2, la proporción de plantas con perjuicio en los cotiledones por *A. vulgare* fue mayor con respecto al testigo en todas las densidades evaluadas ($p < 0,05$), excepto con 120 individuos m² en el ciclo 2 ($p > 0,05$). No se hallaron diferencias en el ciclo 3 ($p > 0,05$) (tabla 2).

La proporción total de plantas con perjuicios, fue similar entre las diferentes densidades de *A. vulgare* ($p > 0,05$) y mayor con respecto al testigo en los 3 ciclos agrícolas ($p < 0,05$) (tabla 2).

En los 3 ciclos agrícolas, el número de plantas m² fue menor con la densidad de 120 individuos m² con respecto al testigo ($p < 0,05$). Resultados similares se observaron con 60 individuos m² en el ciclo 1 y 80 individuos m² en el ciclo 3. Además, el número de plantas fue menor con 120 individuos m² con respecto a las densidades de 20 y 40 individuos m² en el ciclo 2 y con respecto a 40 y 80 individuos m² en el ciclo 1 ($p < 0,05$) (tabla 2).

El rendimiento disminuyó con el aumento de la densidad de *A. vulgare* en el ciclo agrícola 3, hallándose diferencias significativas entre el testigo y 60, 80 y 120 individuos m².

| | Año ^a | | | Ciclo agrícola ^b | | |
|-------------------------|------------------|------|------|-----------------------------|------|------|
| | 2009 | 2010 | 2011 | 1 | 2 | 3 |
| Temperatura (°C) | 15,0 | 14,7 | 14,9 | 16,3 | 16,1 | 18,0 |
| Precipitaciones (mm) | 739 | 931 | 759 | 469 | 530 | 452 |
| Evapotranspiración (mm) | 1112 | 1016 | 1062 | 790 | 766 | 807 |

Tabla 1. Variables agrometeorológicas registradas en tres años y en tres ciclos agrícolas.

^adatos registrados desde el 1 de enero al 31 de diciembre de cada año.

^bdatos registrados desde el mes anterior a la siembra (agosto) hasta antes de la cosecha (28 de febrero) de cada cultivo.

| Tratamiento (ind. m ²) | Ciclo agrícola | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|-------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|------------|-----------|-------------------------------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | 2009/10 | | | | | 2010/11 | | | | | 2011/12 | | | | |
| | Proporción de plantas dañadas | | | | | Proporción de plantas dañadas | | | | | Proporción de plantas dañadas | | | | |
| | Hipocótilo | | | C | T | Hipocótilo | | | C | T | Hipocótilo | | | C | T |
| L | M | Se | L | | | M | Se | L | | | M | Se | | | |
| 0 (testigo) | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 b | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 b | 0,00 a | 0,00 b |
| 20* | - | - | - | - | - | 0,00 a | 0,08 a | 0,13 ab | 0,37 a | 0,50 a | 0,00 a | 0,04 a | 0,21 ab | 0,14 a | 0,39 a |
| 40 | 0,18 a | 0,09 a | 0,11 ab | 0,33 a | 0,71 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,10 ab | 0,32 a | 0,50 a | 0,03 a | 0,04 a | 0,23 ab | 0,14 a | 0,43 a |
| 60 | 0,03 a | 0,03 a | 0,22 a | 0,46 a | 0,74 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,15 ab | 0,40 a | 0,55 a | 0,00 a | 0,06 a | 0,35 a | 0,07 a | 0,48 a |
| 80 | 0,08 a | 0,15 a | 0,15 ab | 0,4 a | 0,78 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,13 ab | 0,32 a | 0,45 a | 0,00 a | 0,09 a | 0,53 a | 0,13 a | 0,75 a |
| 120 | 0,07 a | 0,07 a | 0,31 a | 0,31 a | 0,76 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,26 a | 0,20 ab | 0,46 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,53 a | 0,22 a | 0,75 a |

Tabla 2. Proporción de plantas con perjuicios, número de plantas m² (NP) y rendimiento (R) de girasol con diferentes densidades de *Armadillidium vulgare* en tres ciclos agrícolas. L: Leve, M: Moderado, Se: Severo, C: Cotiledones, T: Total. Promedios seguidos por letras iguales en la misma columna no difieren significativamente entre tratamientos según la prueba de Mínimas Diferencias Significativas (p > 0,05).

* Tratamiento eliminado en el ciclo agrícola 1.

| | Ciclo agrícola | | | | | | | | |
|-----|----------------|---------|---------|---------|---------|-------|---------|---------|---------|
| | 1 | | | 2 | | | 3 | | |
| | PSH | NP | R | PSH | NP | R | PSH | NP | R |
| NP | -0,77** | | | -0,94** | | | -0,94** | | |
| R | -0,61** | 0,68** | | -0,38* | 0,34 | | -0,88** | 0,81** | |
| DAv | 0,54** | -0,57** | -0,53** | 0,50** | -0,57** | -0,25 | 0,67** | -0,60** | -0,62** |

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre las variables: perjuicios severos en el hipocótilo (PSH), número de plantas m² (NP), rendimiento (R) y densidad de *Armadillidium vulgare* (DAv). * (p < 0,05), ** (p < 0,01).

En el ciclo 1, se observaron resultados similares sólo con 120 individuos m² (p < 0,05), mientras que en el ciclo 2 no se hallaron diferencias (p > 0,05) (tabla 2).

Los perjuicios leves y moderados en hipocótilo y los perjuicios en cotiledones, no estuvieron correlacionados con el número de plantas m², ni con el rendimiento, ni con la densidad de *A. vulgare* por metro cuadrado (p > 0,05). En los 3 ciclos agrícolas, la proporción de plantas con perjuicios severos en hipocótilo estuvo positivamente correlacionada con la densidad de *A. vulgare*. La proporción de perjuicios severos se correlacionó negativamente con el número de plantas m² y con el rendimiento. También se observó una correlación negativa entre la densidad de *A. vulgare* y el número de plantas m² y con el rendimiento (tabla 3).

En la figura 1 se muestran las funciones de daño (p < 0,05). Se estimó que cada individuo de *A. vulgare* por metro cuadrado redujo el rendimiento de girasol en una proporción de 0,0033; 0,0023; 0,0048 y 0,0034 en los ciclos agrícolas 1, 2 y 3 y para el conjunto de datos totales, res-

pectivamente. Considerando un nivel del 95% de confianza en las estimaciones, las pendientes variaron entre 0,0021 y 0,0045 en el ciclo 1; de 0,0013 a 0,0033 en el ciclo 2; de 0,0033 a 0,0063 en el ciclo 3 y entre 0,0027 y 0,0041 para el conjunto de datos totales.

Considerando las funciones de daño halladas (D), los parámetros económicos como fijos (C y V) y dos escenarios de eficacia de plaguicida (K) se calcularon NDE (tabla 4).

DISCUSIÓN

La temperatura media anual en los tres años de estudio fue mayor respecto a los 13° C que indica la serie histórica 1970-2000. Desde el punto de vista hídrico, la serie indica un promedio de 928 mm de lluvia anuales, similar a lo registrado en 2010 y superior a lo registrado durante 2009 y 2011.

La proporción de plantas con perjuicios severos en hipocótilo fue la categoría de perjuicio más afectada por el

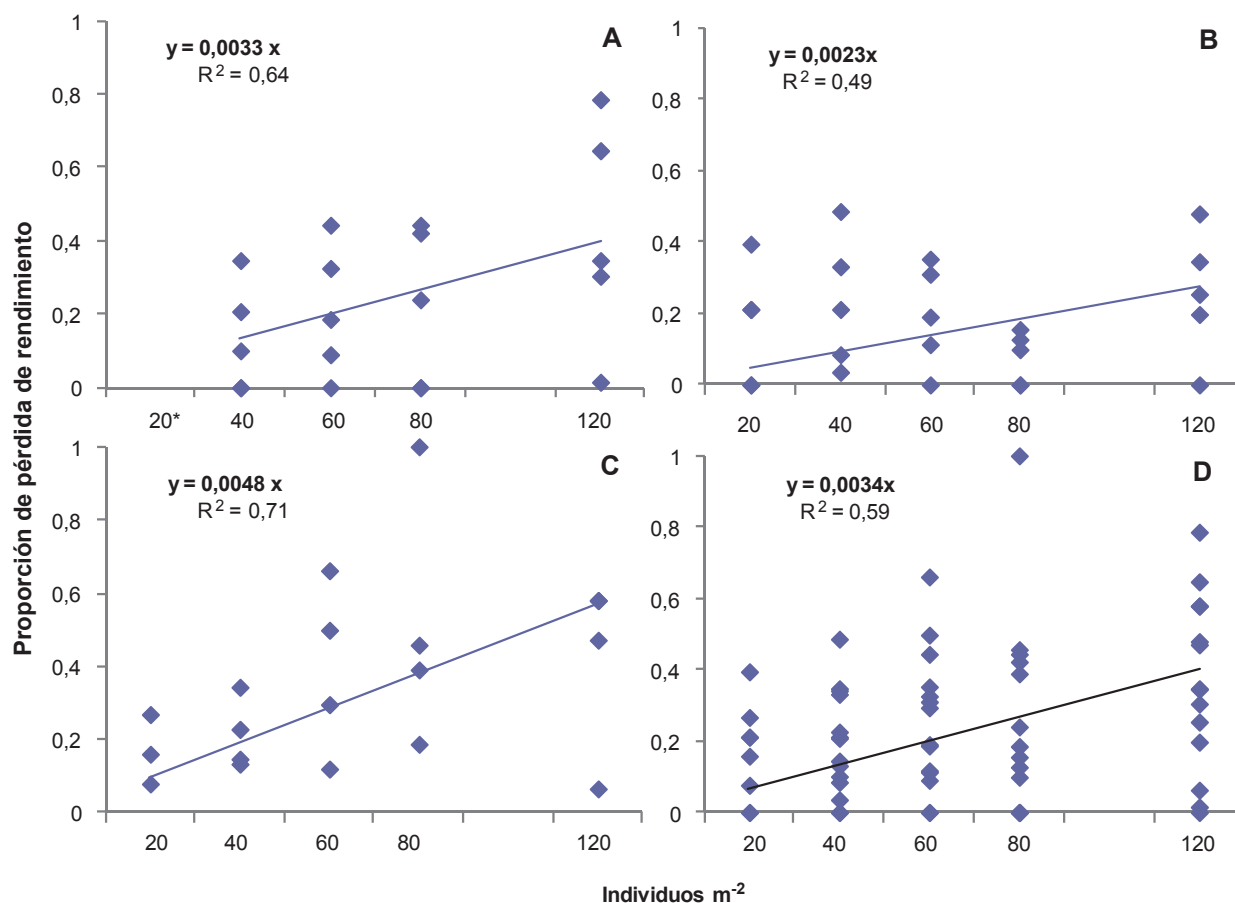


Figura 1. Funciones de daño de *Armadillidium vulgare* en el cultivo de girasol en A: ciclo agrícola 1, B: ciclo agrícola 2, C: ciclo agrícola 3 y D: para los datos combinados de los tres ciclos agrícolas.

| | | Ciclo agrícola | | | Datos combinados | | |
|----------------------------|----------------------------|---|--------|--------|------------------|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | | | |
| | | <i>D</i> (proporción) | | | | | |
| | | 0,0033 | 0,0023 | 0,0048 | 0,0034 | | |
| C (u\$s ha ⁻¹) | V (u\$s ha ⁻¹) | K (proporción) | | | | | |
| 37 | 395 | Nivel de daño económico (individuos m ⁻²) | | | | | |
| | | 0,50 | 0,90 | 57 | 81 | 39 | 55 |
| | | | | 32 | 45 | 22 | 31 |

Tabla 4. Niveles de daño económico de *Armadillidium vulgare* en el cultivo de girasol. C: costos de control químico, V: valor de mercado del girasol (incluye precio y rendimiento promedio de 2008 a 2012), K: Eficacia de control del plaguicida (proporción), D: función de daño (proporción de pérdida de rendimiento).

incremento de la densidad de *A. vulgare*, observándose las mayores diferencias en los dos ciclos agrícolas con menores precipitaciones. En dichos ciclos se registró una mayor cantidad de perjuicios severos en hipocótilo con densidades de 60 individuos m⁻², y superiores, respecto al testigo. En el cultivo de soja, se observaron resultados similares con densidades de 160 individuos m⁻² (Saluso, 2004).

Armadillidium vulgare es detritívoro y ocasionalmente fitófago (Warburg, 1993), pudiendo comportarse como fitófa-

ga cuando las poblaciones aumentan su densidad y existe competencia intraespecífica (Trumper, 2002). Por ello es difícil predecir cuál es la densidad mínima que puede ocasionar perjuicios a los cultivos. También debe considerarse el tamaño corporal, en este estudio se utilizaron individuos de más de 26 mg, según Faberi (2010) en los muestreos previos a la siembra de girasol puede hallarse hasta un 30% de individuos de menos de 25 mg. Estos individuos no ocasionan prácticamente daños en el cultivo (Faberi et

al., 2010) y su consideración durante el muestreo, sobreestimaría la cantidad de organismos que realmente causan un perjuicio económico.

La categoría de perjuicios severos en hipocótilo fue la única que estuvo correlacionada en forma positiva con la densidad de *A. vulgare* en los tres ciclos agrícolas. A su vez, también estuvo correlacionada en forma negativa, y con coeficientes elevados, con el número de plantas m⁻². Este número constituye uno de los componentes del rendimiento del girasol y queda determinado en la etapa siembra-emergencia del cultivo (Aguirrezábal *et al.*, 1996). Sin embargo, el cultivo posee plasticidad reproductiva, compensando la disminución del número de plantas con el aumento de frutos por planta y con el peso de los frutos (Vega y Andrade, 2002). Estos mecanismos pueden explicar la ausencia de diferencias en el rendimiento de girasol con diferentes densidades de *A. vulgare* observadas en el ciclo agrícola 2 en el cual se registró la mayor cantidad de precipitaciones. Resumiendo, el aumento de la densidad de *A. vulgare* influye sobre el rendimiento del cultivo a través del incremento en perjuicios severos en el hipocótilo. Las correlaciones fueron más importantes y acentuadas en los ciclos agrícolas con menores precipitaciones.

La función de daño es el principal componente del modelo de NDE (Higley y Peterson, 1996; Brewer y Goodell, 2012). Cuando se dispone de la función de daño, los NDE pueden calcularse para cualquier combinación de precio de producción, costos de aplicación y eficacia de control (Trumper, 2001). No obstante, es difícil establecer una única función debido a que es influenciada por el ambiente (Higley y Peterson, 1996) y entre los ciclos agrícolas la respuesta del cultivo a los perjuicios puede ser diferente (Pedigo *et al.*, 1986). Se ajustaron funciones de daño diferentes en los tres ciclos agrícolas, lográndose los mejores ajustes de regresión en aquellos ciclos agrícolas más restrictivos desde el punto de vista hídrico. Dichas funciones representaron situaciones donde la PPR de girasol por individuo de *A. vulgare* fue intermedia (0,0033) y alta (0,0048). Al considerar los datos de todos los ciclos agrícolas para estimar la función de daño, se obtuvo un valor (0,0034) próximo al del ciclo agrícola 1. Para una especie que no es estrictamente fitófaga, como *A. vulgare*, los valores intermedios de función de daño obtenidos pueden ser adecuados para explicar la relación entre la densidad de dicha especie y la pérdida de rendimiento del cultivo.

Los restantes parámetros utilizados en la ecuación del NDE, si bien pueden variar en distintos años, son conocidos por asesores técnicos y/o productores (Peterson y Hunt, 2003; Naranjo *et al.*, 1996). Al integrar estos parámetros con la eficacia de los tratamientos químicos y con la función de daño, los NDE se pueden calcular y utilizar como una herramienta de ayuda en la toma de decisiones de control. Adicionalmente, la distribución en forma agregada de *A. vulgare* en los lotes (Larsen *et al.*, 2007) permite tomar medidas de control solamente en los sitios que superen el NDE, minimizando el uso de plaguicidas.

CONCLUSIONES

La función de daño de *A. vulgare* en el cultivo de girasol que indica una PPR de 0,0033 por individuo m⁻² es recomendable para esta especie de hábitos alimenticios variables. Los asesores técnicos/productores que deseen ser más preventivos o cuando prevean años relativamente secos, deberán utilizar el valor de función de daño más elevado (0,0048).

Para lograr ajustar una única función de daño con mayor precisión, es necesario realizar estudios que incluyan diferentes tamaños corporales de la especie, diferentes híbridos de girasol y diferentes condiciones agrometeorológicas.

AGRADECIMIENTOS

Financiado por proyecto AGR328/10, UNMdP.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUIRREZÁBAL, L.; ORIOLI, G.; HERNÁNDEZ, L.; PEREYRA, V.; MIRAVÉ, J.P. 1996. Girasol, aspectos fisiológicos que determinan el rendimiento. Offset Vega. 127 p.
- ASAGIR. 2011. Asociación Argentina de Girasol. Informe económico de girasol. Buenos rindes y mejores precios. http://www.asagir.org.ar/asagir2008/news_detail.asp?id=251, (verificado: 28 de febrero de 2013).
- BREWER, M.J.; GOODELL, P.B. 2012. Approaches and incentives to implement integrated pest management that addresses regional and environmental issues. *Annu. Rev. Entomol.* 57: 41-59.
- DOMINGUEZ, G.F.; STUDDERT, G.A.; ECHEVERRÍA, H.E. 2005. Propiedades del suelo: efectos de las prácticas de manejo. En: ECHEVERRÍA, H.E.; GARCÍA, F.O. (Eds.). Fertilidad de suelos y Fertilización de cultivos. Ediciones INTA. Balcarce, Argentina, pp. 207-229.
- FABERI, A.J. 2010. Importancia de la relación C:N de los residuos vegetales en la biología y la dinámica poblacional de *Armadillidium vulgare* (Latreille) (Crustacea: Isopoda) bajo condiciones de siembra directa. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Mar del Plata. 87 pp.
- FABERI, A.J.; LÓPEZ, A.N.; MANETTI, P.L.; CLEMENTE, N.L. 2010. Severidad de los daños ocasionados por *Armadillidium vulgare* (Crustacea: Isopoda) de diferentes tamaños corporales en el cultivo de girasol. En: Taller ASAGIR. Mar del Plata. 1 p.
- 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). *Rev. Chil. Hist. Nat.* 84: 407-417.
- HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. 1996. The EIL concept. En: HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. (Eds.). Economic Thresholds for Integrated Pest Management. University of Nebraska Press, Lincoln, USA, pp. 9-21.
- HIGLEY, L.G.; PETERSON, K.D. 1996. The biological basis of the EIL. En: HIGLEY, L.G.; PEDIGO, L.P. (Eds.). Economic Thresholds for Integrated Pest Management. University of Nebraska Press, Lincoln, USA, pp. 22-40.
- KOGAN, M. 1998. Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annu. Rev. Entomol.* 43: 243-270.

- LAL, R.; REICOSKY, D.C.; HANSON, J.D. 2007. Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil Till. Res.* 93: 1-12.
- LARSEN, G.; MANETTI, P.L.; CLEMENTE, N.L.; FABERI, A.J.; SALVIO, C.; LÓPEZ, A.N. 2007. Relevamiento de la densidad de babosas y bichos bolita en siembra directa. En: IV Congreso Argentino de Girasol, Buenos Aires, pp. 399-400.
- MANUEL-NAVARRETE, D., GALLOPÍN, G.; BLANCO, M.; DÍAZ-ZORITA, M.; FERRARO, D.; HERZER, H.; LATERRA, P.; MORELLO, J.; MURMIS, M.R.; PENGUE, W.; PIÑEIRO, M.; PODESTÁ, G.; SATORRE, E.H.; TORRENT, M.; TORRES, F.; VIGLIZZO, E.; CAPUTO, M.G.; CELIS, A. 2005. Análisis sistémico de la agriculturización en la pampa húmeda argentina y sus consecuencias en regiones extrapampeanas: sostenibilidad, brechas de conocimiento e integración de políticas. CEPAL - SERIE Medio ambiente y desarrollo. Naciones Unidas. Santiago de Chile.
- MINAGRI. 2011. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación Argentina. Agricultura. <http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/agricultura/index.php>, (verificado: 28 de febrero de 2013).
- NARANJO, S.E.; CHU, C.C.; HENNEBERRY, T.J. 1996. Economic injury levels for *Bemisia tabaci* in cotton: impact of crop price, control costs, and efficacy of control. *Crop Prot.* 15:779-788.
- PEDIGO, L.P.; HUTCHINS, S.H.; HIGLEY, L.G. 1986. Economic injury levels in theory to practice. *Ann. Rev. Entomol.* 31:341-368.
- PEDIGO, L.P.; HIGLEY, L.G. 1996. Introduction to Pest Management and Thresholds. En: HIGLEY, L.G.; PEDIGO L.P. (Eds.). *Economic Thresholds for Integrated Pest Management*. University of Nebraska Press, Lincoln, USA, pp. 3-8.
- PEREYRA, V.R.; FARIZO, C.L. 1979. Estimación del rendimiento de girasol utilizando el diámetro de los capítulos. En: Reunión de Actualización en Producción de Girasol, INTA, Balcarce, Argentina, pp. 6-12.
- PETERSON, R.K.D.; HUNT, T.E. 2003. The probabilistic economic level: incorporating uncertainty into pest management decision-making. *J. Econ. Entomol.* 96:536-543.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org>, (verificado: 24 de agosto de 2012).
- 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.
- TRUMPER, E.V. 2001. Toma de decisiones en manejo de plagas en siembra directa. En: PANIGATTI, J.L.; BUSCHIAZZO, D.; MARELLI, H. (Eds.). *Siembra Directa II*, Ediciones INTA. Buenos Aires, Argentina, pp. 205-212.
- TRUMPER, E.V.; LINARES, M. 1999. Bicho Bolita. Nueva amenaza para la soja. *Super Campo* 5(59):24-27.
- VEGA, C.R. y ANDRADE, F.H. 2002. Densidad de plantas y espaciado entre hileras. En: ANDRADE, F.H. y SADRAS, V.O. (Eds.). *Bases para el manejo del maíz, el girasol y la soja*. INTA- FCA (UN-MdP). Advanta Semillas SAIC. Buenos Aires, Argentina, pp. 97-135.
- 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 (RIA)* 30 (1): 91-96.
- WARBURG, M.R. 1993. *Evolutionary Biology of Land Isopods*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. 159 p.
- WOLTERS, V.; EKSCHMITT, 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.