INVESTIGACIÓN

CONTROL DE BABOSAS (*Deroceras reticulatum* Müller) CON *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (NEMATODA: RHABDITIDAE) EN SUELOS CON SISTEMA DE CERO LABRANZA[1]

Slug control (*Derocera reticulatum* Müller) with *Phasmarhabditis hermaphrodita* Schneider (Nematoda: Rhabditidae) in non-tillage crop systems

Andrés France[2], Marcos Gerding[2], Cecilia Céspedes[2] y Mónica Cortez[2]

ABSTRACT

The effect of the rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Schneider) for slug (*Deroceras reticulatum* Müller) control was evaluated in laboratory and farm conditions. The nematode was introduced from England. After quarantine, *P. hermaphrodita* was inoculated in *D. reticulatum* slugs and daily evaluated for symptoms and mortality. In the laboratory, the total population of slugs was killed by the nematode within 20 days, however, the food intake by slugs decreased from the first day of inoculation. The farm experiment was conducted in a non-tillage lupine (*Lupinus albus* L.) crop system, with a population of slugs that exceeded 100 individuals m^{-2}. The nematode treated plots had 51% less slug damage compared with the control plots. Furthermore, a significant effect of the nematode was observed in the following corn (*Zea mays* L.) crop, indicating that the corn planted in nematode treated plots the prior crop, maintained a reduction in the plants damaged by slugs and the foliar consumption decreased between 61 and 89% compared to the control plots.

Key words: terrestrial slugs, nematode, biological control, lupine, corn.

RESUMEN

Se evaluó el efecto del nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Schneider) en el control de babosas (*Deroceras reticulatum* Müller) en condiciones de laboratorio y campo. El nemátodo fue introducido desde Inglaterra. Luego de la cuarentena, *P. hermaphrodita* fue inoculado en *D. reticulatum* y evaluado diariamente por síntomas y mortalidad. En laboratorio el nemátodo causó la mortalidad de la totalidad de las poblaciones de babosas a los 20 días de postinoculación, produciendo una notoria disminución del apetito desde los primeros días de la inoculación. En terreno, los experimentos se realizaron en campos de cero labranza, con una población de babosas que superó los 100 ejemplares m^{-2}. Las siembras de lupino (*Lupinus albus* L.) tratadas con nemátodos tuvieron una disminución significativa de 51% menos de daño, comparadas con las siembras sin control. También se observó un efecto significativo en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) como segunda siembra, reflejado en que el maíz sembrado en las parcelas tratadas con nemátodos en el cultivo anterior, mantuvieron una disminución en las plantas dañadas por babosas y el consumo de área foliar decreció entre 61a 89%, comparado con las parcelas testigos.

Palabras clave: babosas terrestres, nemátodos, control biológico, lupino, maíz.

[1]Recepción de originales: 5 de marzo de 2001.
Parte del trabajo fue financiado por FONTEC-CORFO.
[2]Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu, Casilla 426, Chillán. Chile.
E-mail: afrance@quilamapu.inia.cl

INTRODUCCIÓN

Las babosas terrestres son moluscos que pertenecen a la Clase Gastrópoda, Orden Stylommatophora, dentro de la cual se destacan por estar más relacionadas a la agricultura las familias Agriolimacidae, Limacidae, Milacidae y Arionidae. La especie más común en el mundo afectando cultivos agrícolas corresponde a la babosa chica gris (*Deroceras reticulatum* Müller) (Hammond *et al.*, 1996; Castillejo, 1997). En Chile, la principal especie plaga para la agricultura también la constituye *D. reticulatum*, originaria de Europa y que se adaptó a las condiciones climáticas de la mayoría de los valles cultivados del país, causando daños considerables en algunos cultivos (Crovetto, 1992).

La babosa chica gris es hermafrodita, herbívora, polífaga, y con pocos enemigos naturales en Chile, lo que le permite aumentar rápidamente sus poblaciones. Su actividad ocurre generalmente en días nublados y por las noches, dejando clara evidencia de su daño por las raspaduras y orificios en las plantas, causado por su aparato bucal llamado rádula (Castillejo, 1997). El daño que provocan se torna crítico a comienzo de primavera, cuando afectan la emergencia o los estados de plántulas de las especies susceptibles. Crovetto (1992) mencionó a esta babosa causando pérdidas de hasta 100% en cultivos de hoja ancha bajo sistemas de cero labranza en la VIII Región.

Los métodos más utilizados para el control de esta plaga son cultural y químico. El primero se logra mediante el laboreo del suelo, el cual destruye huevos y adultos, ya sea por el daño directo de la labranza, como por el efecto de la deshidratación al quedar expuestos a los rayos solares, y también al facilitar el control por medio de aves predadoras (Crovetto, 1992). Sin embargo, con el sistema de cultivo de cero labranza, en el cual no se realizan movimientos de suelo, se logra proteger a estos moluscos, los que alcanzan en pocos años poblaciones que hacen impracticable el cultivo de especies de hoja ancha sin el uso de productos químicos (Anderson, 1999; Crovetto, 1992).

El control químico basa su acción en el uso de cebos tóxicos, los que son formulados con un atrayente alimenticio y un ingrediente activo (carbamatos o metaldehidos). Estos cebos tóxicos se caracterizan por ser rápidos y efectivos en el control, sin embargo, su mayor problema está en la corta residualidad del producto, al ser fácilmente lavados y destruidos por la humedad y la lluvia, condiciones que predominan en las épocas de mayor daño de babosas y emergencia de plantas. Además, los cebos tienen el inconveniente de resultar tóxicos para otros organismos como mamíferos, aves, peces e insectos, los cuales pueden estar contribuyendo con el control natural de babosas (Glen *et al.*, 1994; Ester y Geelen, 1996).

El control biológico de esta plaga ha sido poco estudiado en Chile, sin embargo, en Europa hace más de 8 años que se descubrió el nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Schneider) parasitando babosas, con lo que se aportó una efectiva alternativa de control biológico de la plaga (Glen *et al.*, 1994). *P. hermaphodita* es un nemátodo perteneciente a la familia de los Rhabditidae, que se caracteriza por alimentarse de bacterias simbiontes y parasitar varias especies de babosas (Wilson *et al.*, 1993). Los ensayos han demostrado que el nemátodo es específico para babosas, sin afectar a otros organismos tales como lombrices, insectos, reptiles, aves y mamíferos (Wilson *et al.*, 1993; Glen, *et al.*, 1994). La efectividad lograda en pruebas realizadas en Inglaterra, permite suponer que se trataría de la mejor alternativa biológica descubierta hasta la fecha, lo cual debe ser validado en otros ambientes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de *P. hermaphodita* en el control de *Deroceras reticulatum*, la principal especie de babosa que afecta los cultivos en Chile, además de evaluar la capacidad de proteger un cultivo de hoja ancha como el lupino (*Lupinus albus* L.) en

condiciones de cero labranza, así como el efecto residual del nemátodo en una segunda siembra con maíz (*Zea mays* L.).

MATERIALES Y MÉTODOS

Origen del nemátodo. El nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* fue introducido desde Inglaterra, con la resolución N° 719 del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG) del 23 de marzo de 1995, y sometido a cuarentena por el SAG en el Centro Entomológico del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), La Cruz. El nematodo se multiplicó *in vitro*, en una suspensión nutritiva (10 g peptona, 10 g extracto de levadura, 200 g huevo, 150 g harina de soya, 50 g de grasa de cerdo y 480 mL de agua destilada), la cual fue esterilizada por 45 min y luego vertida sobre 100 g de esponja de poliuretano picada, dentro de bandejas plásticas de 40 x 20 x 5 cm.

El nemátodo se mantuvo por dos meses en multiplicación en la suspensión nutritiva, luego de lo cual se extrajeron de las esponjas mediante lavado con agua libre de cloro y mantenidos en las mismas bandejas por otras dos semanas, de manera de estimular la formación de juveniles "dauers" (juveniles de 3er estadío que mantiene la cutícula del 2° estadío) o forma infestiva del nemátodo. La colecta y recuento de dauers se realizó con tamices de 25 m de apertura, diluidas en agua sin cloro y estéril. El recuento no consideró los estadíos de adulto, ya que éstos no tienen posibilidades de sobrevivir en terreno y de buscar su huésped. Las concentraciones a evaluar fueron preparadas con agua sin cloro y aplicadas mediante una bomba de espalda a presión constante de 6,90 x 10^3 Pa.

Evaluación de la susceptibilidad de babosas en laboratorio. Babosas de la especie *D. reticulatum* fueron colectadas desde invernaderos, cultivos hortícolas y siembras de cero labranza en la provincia de Ñuble, VIII Región, Chile. La separación de especies se basó en la clave de Castillejo (1997). Los ejemplares fueron lavados con agua potable y depositados en bandejas con tierra pasteurizada, la cual fue cambiada diariamente por cinco días consecutivos, de manera de eliminar posibles huevos de nemátodos saprófitos que se encuentran en el tracto digestivo de las babosas. La alimentación diaria consistió en discos de raíces de zanahoria de aproximadamente 1 cm de grosor, lo que facilitó el manejo y duración del alimento comparado a hojas de hortalizas. Los restos de zanahorias no consumidos fueron cambiados diariamente al igual que el suelo.

Para la prueba de susceptibilidad en laboratorio se utilizó como unidad experimental un grupo de 10 babosas de tamaño homogéneo, depositadas sobre papel filtro húmedo en placas de Petri de 20 cm de diámetro; sobre el papel se agregaron los nemátodos en una dosis de 40 dauers por babosa. La incubación se realizó en cámara de temperatura constante de 18 °C y oscuridad. La alimentación de las babosas durante la incubación consistió en discos de zanahoria, como fue descrito anteriormente. Diariamente se evaluaron los síntomas de las babosas parasitadas y la mortalidad de éstas; los ejemplares muertos fueron retirados e incubados individualmente en cámara húmeda para identificar la causa de su muerte. Como control se incluyó un tratamiento de babosas sin nemátodos. El ensayo tuvo un diseño completo al azar, con cuatro repeticiones, y las evaluaciones se realizaron hasta que alguno de los tratamientos obtuvo 100% de mortalidad. La comparación entre los tratamientos se realizó mediante la prueba t de Student, a partir del área bajo la curva del gráfico de mortalidad diaria de cada repetición (Waggoner, 1986). Además, se determinaron las curvas de regresión y los coeficientes de correlación para cada tratamiento.

Ensayo de campo. Este estudio consideró dos ensayos, ambos realizados durante la temporada 1996-97, en el Fundo Chequén, ubicado en la comuna de Florida, VIII Región, Chile (36°46' lat. Sur; 72°38' long. Oeste). El predio se maneja bajo el sistema de cero labranza desde hace 23 años y poseía una población de babosas, donde predominó la especie *D. reticulatum*. Se selec-

cionó un lugar con promedio de 100 babosas m^{-2}, densidad considerada sobre el nivel de daño económico para el cultivo de lupino, lo que obliga al agricultor a aplicar molusquicidas al menos dos veces durante el cultivo.

Control de babosas en lupino. El ensayo consistió en tres dosis de nemátodos aplicadas al suelo, y tres épocas de control con tres repeticiones. Las dosis de nemátodos (D) fueron las siguientes D1: 0 (testigo); D2: 150.000; y D3: 300.000 nemátodos m^{-2}, mientras que las épocas de control (S) fueron S1: 4/9/96; S2: 10/9/96; y S3: 17/9/96. Las inoculaciones de *P. hermaphrodita* se realizaron en una única fecha, eligiéndose el día siguiente de la primera fecha de siembra; de esta manera se tuvieron aplicaciones de nemátodos a los 5 y 12 días de presiembra y al día siguiente de postsiembra, de manera de evaluar el tiempo necesario para que los nemátodos interactúen con las babosas y protejan el cultivo antes de la siembra. Al momento de aplicar los nemátodos al suelo se retiró el rastrojo de las parcelas, se aplicaron las concentraciones de nemátodos suspendidas en agua, y luego se restituyó el rastrojo, con el objeto de proteger los nemátodos de la radiación solar. 24 horas después de la inoculación se realizó un riego por aspersión, en cantidad suficiente para humedecer el suelo, pero evitando el escurrimiento superficial.

Las evaluaciones consistieron en emergencia de plántulas a los 15 días de postsiembra, en las dos hileras centrales. A los 30 días de postsiembra, y en las mismas hileras centrales, se midió el grado de daño en las plantas provocados por las babosas. Se utilizó una escala de notas de 1 a 3, según el siguiente criterio: 1 = Plantas sanas, sin daño visible; 2 = Plantas con daño leve a moderado, ubicado en cotiledones, epicotilos y hojas básales; y 3 = Plantas con daño severo, cortadas en el epicotilo o su ápice de crecimiento.

El diseño estadístico correspondió a parcelas divididas, donde las parcelas principales fueron las dosis de nemátodos y las subparcelas las épocas de control, dispuestas en un arreglo factorial completo de 3 x 3 x 3. La parcela principal fue de 27 m^2 cada una, en las cuales se sembraron 10 hileras de lupino separadas a 30 cm entre sí, y una distancia de siembra sobre la hilera de 10 cm. La evaluación se realizó tomando notas individuales de cada planta, en cada uno de los tratamientos, las que se expresaron en porcentajes con respecto al total de plantas contadas. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza para cada tratamiento, previa transformación arcoseno de los datos para homogeneizar las varianzas.

Efecto de los nemátodos en segunda siembra. Para este ensayo se utilizaron las mismas parcelas del ensayo anterior, luego de terminada la evaluación de lupino, pero manteniendo el sorteo con respecto a las tres dosis de nemátodos. Sobre cada parcela se sembraron 13 hileras de maíz, en forma perpendicular a las parcelas del ensayo anterior. Al estado de 3 hojas del maíz, se realizó la evaluación de daño por babosas en tres plantas de cada una de las 10 hileras centrales. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con tres repeticiones, y los tratamientos consideraron las tres dosis de nemátodos del ensayo anterior.

Las evaluaciones fueron el porcentaje de plantas con daño de babosas, considerando plantas cortadas o perforadas, y el consumo de tejido de las hojas basales, medido a través del porcentaje de área faltante en la lámina foliar; la medición se realizó con un equipo medidor de área foliar (LI-COR, modelo LI-300A, USA) de alimentación continua. Las hojas fueron pasadas por el medidor de área foliar en dos oportunidades, la primera para medir el total del área de la hoja, y en la segunda, el área consumida por los moluscos fue tapada con papel opaco; de esta manera se pudo calcular, a través de la diferencia entre ambas mediciones, el área consumida por las babosas.

Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza, pero debido a que se superimpusieron nuevos tratamientos sobre las mismas parcelas

del ensayo anterior, se consideraron dentro de las fuentes de variación los grados de libertad de las dosis anteriores, de esta manera se compensó la falta de aleatoriedad de los tratamientos superimpuestos (Swallow, 1981). La separación de medias se realizó mediante la prueba protegida de Fisher. Los datos fueron sometidos a transformación arcoseno previo al análisis de varianza, para homogeneizar las varianzas.

RESULTADOS

Evaluación de la susceptibilidad de babosas en laboratorio. Los síntomas de las babosas parasitadas por nemátodos fueron una disminución progresiva del consumo de alimento, menor movilidad, inflamación notoria del manto y muerte. Posteriormente, el cuerpo del molusco muerto fue perdiendo su integridad hasta terminar convertido en una suspensión mucilaginosa, de la cual sólo fue visible la quilla o limacela. En esta masa informe los nemátodos nadaban libremente por la suspensión. Lo anterior ocurrió a los cuatro días de la muerte de la babosa.

La mortalidad de las babosas inoculadas alcanzó el 100% a los 20 días de postinoculación, con una tasa de mortalidad diaria de 4,53% de la población de babosas/día (Figura 1). La curva de mortalidad del tratamiento inoculado fue diferente que el testigo (P = 0,043). Las babosas muertas en el tratamiento control no desarrollaron nemátodos durante el período de incubación postmorten, en cambio todas las babosas muertas por la inoculación de *P. hermaphrodita,* tuvieron los síntomas descritos anteriormente y abundante presencia de nemátodos.

Control de babosas en lupino. La emergencia de plántulas de lupino fue similar en todos los tratamientos (P > 0,05). En relación con el daño en las plantas, se observaron diferencias (P = 0,001) solamente entre dosis de nemátodos, mientras que las épocas de control y la interacción entre dosis x época no indicaron diferencias estadísticas (Cuadro 1). En efecto, ambas dosis de nemátodos aumentaron en 50,5% la cantidad de plantas sanas, con respecto al testigo sin control, e inversamente, redujeron en igual propor-

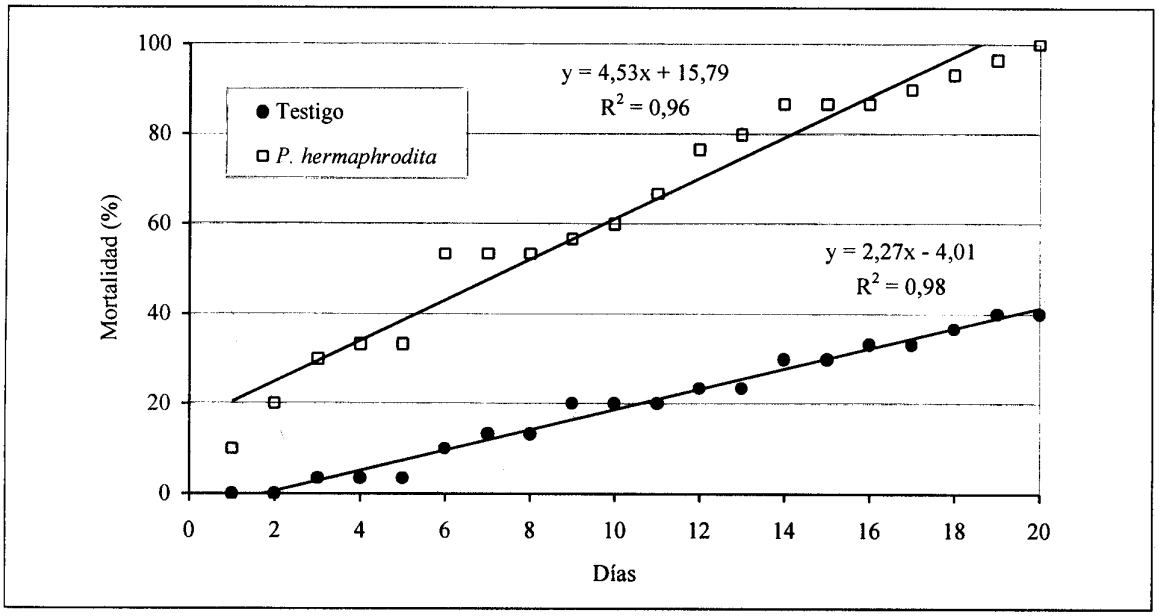

Figura 1. Mortalidad diaria de babosas (*Deroceras reticulatum*) inoculadas en laboratorio con *Phasmarhabditis hermaphrodita* y del tratamiento testigo sin nemátodos.

Figure 1. Daily mortality of slugs (*Deroceras reticulatum*) inoculated in the laboratory with *Phasmarhabditis hermaphrodita* and the control treatments.

Cuadro 1. Análisis de varianza de los porcentajes de plantas de lupino (*Lupinus albus*) sanas, con daño moderado y daño severo por babosas (*Deroceras reticulatum*) y tratados con diferentes dosis y épocas de aplicación de *Phasmarhabditis hermaphrodita*

Table 1. Analysis of variance of the percentage of healthy, moderate and severe slug (*Deroceras reticulatum*) damaged lupine plants (*Lupinus albus*) treated with different doses and at different application times with *Phasmarhabditis hermaphrodita*

Fuente de variación	Grados de libertad	Plantas sanas (%)			Plantas con daño moderado (%)			Plantas daño severo (%)		
		C.M.	F[1]	P	C.M.	F	P	C.M.	F	P
Repeticiones	2	6,70	–	–	4,82	–	–	16,35	–	–
Dosis	2	3.782,10	22,96	<0,001	1.705,10	19,59	<0,001	1.431,41	21,11	<0,001
Error (a)	4	92.30	–	–	48,87	–	–	101,83	–	–
Epoca	2	224,80	3,19	0,15	56,91	1,16	0,40	239,74	2,35	0,21
Dosis x época	4	163,60	0,99	0,45	66,35	0,76	0,57	95,52	1,41	0,29
Error (b)	12	164,70	–	–	87,06	–	–	67,80	–	–

C.M. = cuadrados medios.
F[1] = prueba de Fisher para análisis de varianza.
P = nivel de probabilidad.

ción las plantas con daño por babosas (Figura 2). No se observaron diferencias estadísticas entre ambas dosis de nemátodos para ninguna de las categorías de notas de daño en las plantas.

Efecto de los nemátodos en segunda siembra. Las aplicaciones de nemátodos en el cultivo precedente afectaron significativamente (P = 0,05) la población de plantas de maíz dañadas por babosas. En el tratamiento sin control, un 67,8% de las plantas fueron dañadas por babosas, a través de perforaciones o cortes de hojas basales. En cambio, las dosis de 150.000 y 300.000 nematodos m^{-2} lograron bajar a 31,1 y 14,5% la población de plantas afectadas por el molusco (Figura 3).

Respecto al área foliar consumida por las babosas, las tres dosis mostraron diferencias estadísticas entre ellas (P = 0,05). El testigo perdió 60,7 y 89,3% del área foliar, comparado con aquellas plantas de maíz que fueron tratadas con 150.000 y 300.000 nemátodos m^{-2}, respectivamente (Figura 4). En este caso, la dosis más alta de *P. hermaphrodita* logró una mayor protección del cultivo, al obtener una menor área foliar consumida (P = 0,04).

DISCUSIÓN

A pesar de la importancia que pueden llegar a alcanzar las babosas, el control de esta plaga ha sido una práctica poco estudiada en el país, aparte del control con cebos químicos que se realiza en la actualidad, prácticamente no se utiliza ninguna otra tecnología. Las babosas son plagas recurrentes en invernaderos, hortalizas, cultivos con cubiertas y donde se practica la mínima o cero labranza, causando daños de consideración al cortar plántulas, consumir hojas o frutos. Esta situación es similar en el resto del mundo, donde el control se sustenta en los cebos químicos, mientras que pocos resultados se han logrado con el control biológico. A pesar que existen estudios de control con moscas de las Familias Sciomyzidae y Sarcophagidae (Coupland, 1996), ácaros (Raut, 1996) y escarabajos (Bohan *et al.*, 2000), solamente con el nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* se ha logrado alcanzar un control biológico efectivo de babosas, y

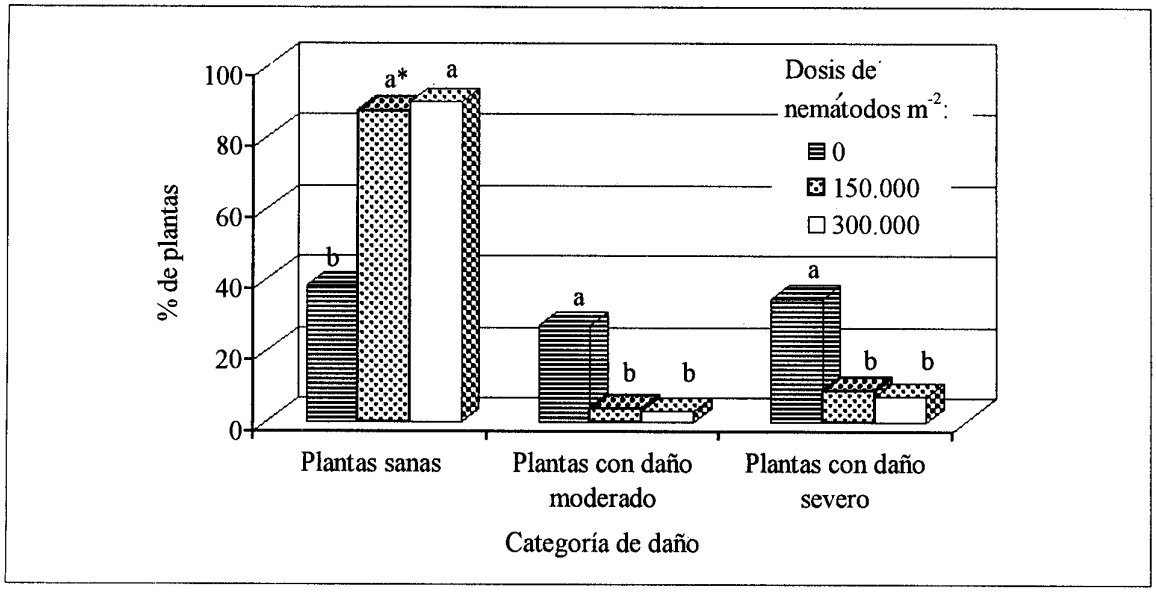

Figura 2. Efecto de la dosis de nemátodos *Phasmarhabditis hermaphrodita* sobre la cantidad de plantas de lupino (*Lupinus albus*) sanas y con daño por babosas (*Deroceras reticulatum*).

Figure 2. Effect of the dose of the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita* on the quantity of healthy and damaged lupine (*Lupinus albus*) plants by slug (*Deroceras reticulatum*).

*Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba protegida de Fisher (P = 0,05).

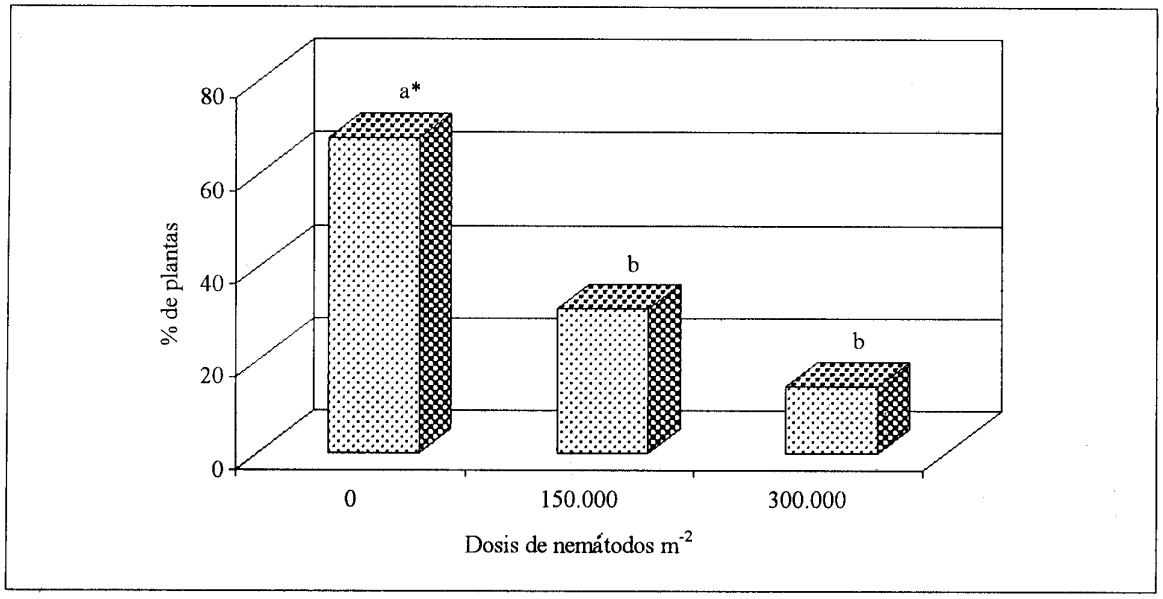

Figura 3. Efecto de la dosis de nemátodos *Phasmarhabditis hermaphrodita* sobre la población de plantas de maíz (*Zea mays*) afectadas por babosas (*Deroceras reticulatum*).

Figure 3. Effect of the *Phasmarhabditis hermaphrodita* nematodes doses on the corn (*Zea mays* L.) plant population affected by slugs (*Deroceras reticulatum*).

*Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba protegida de Fisher (P = 0,05).

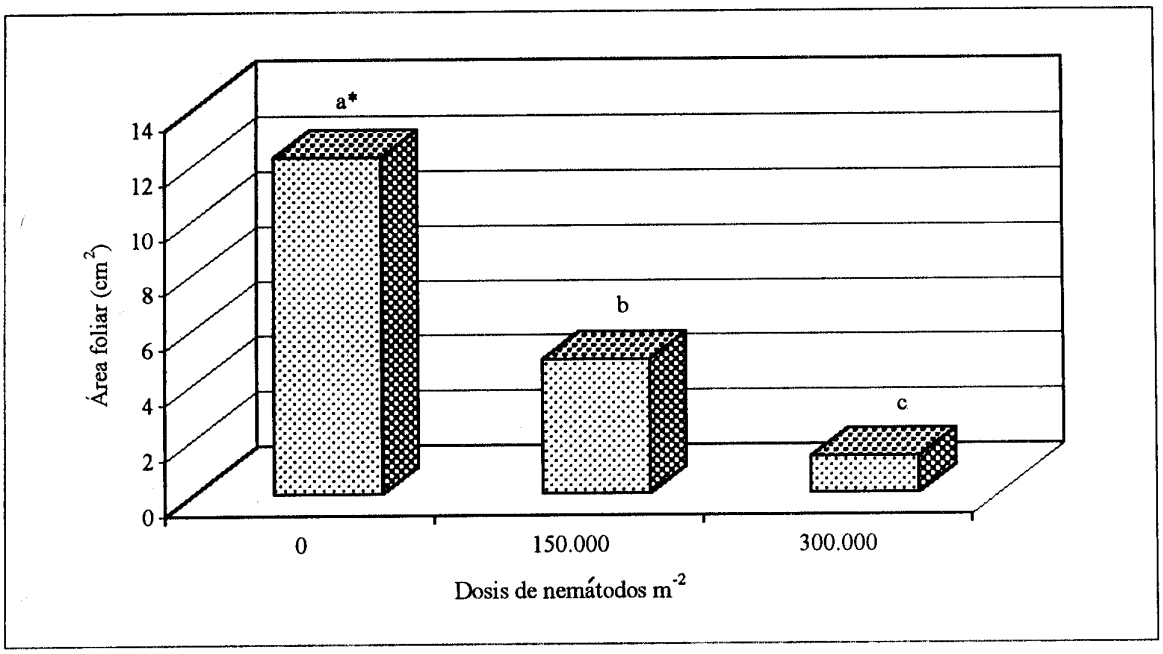

Figura 4. Efecto de la dosis de nemátodos *Phasmarhabditis hermaphrodita* sobre el área foliar de plantas de maíz (*Zea mays*) afectadas por babosas (*Deroceras reticulatum*).

Figure 4. Effect of the *Phasmarhabditis hermaphrodita* nematode dose on the corn (*Zea mays*) leaf area affected by slugs (*Deroceras reticulatum*).

*Letras diferentes sobre las barras indican diferencias estadísticas de acuerdo a la prueba protegida de Fisher (P=0,04).

de uso comercial, a través del producto Nemaslug® que produce la empresa MicroBio Ltd. en Inglaterra (Glen *et al.*, 1994).

A pesar que las babosas tienen un cuerpo totalmente expuesto, sin la protección de la concha como ocurre con los otros moluscos, tienen la capacidad de secretar un mucus protector, y mayor movilidad comparada con los caracoles (Castillejo, 1997). Este mucus protector cumple variadas funciones, tales como evitar la deshidratación y aislar organismos extraños o compuestos tóxicos que entren en contacto con la cutícula. Sin embargo, el nemátodo *P. hermaphrodita* es capaz de moverse sobre la epidermis y penetrar por orificios naturales de las babosas, iniciando el proceso de parasitismo que caracteriza los síntomas observados (Wilson *et al.*, 1993).

Es importante mencionar que en nuestros estudios, uno de los primeros síntomas observados en las babosas parasitadas fue la disminución del apetito, lo cual va en directo beneficio del cultivo que se desea proteger. Esta falta de apetito puede deberse a la acción de toxinas presentes en las bacterias simbiontes del nemátodo, que en definitiva son las causantes de la muerte de la babosa, o bien la actividad parasítica y reproducción del nemátodo que interfiere con la actividad normal de la babosa. La mortalidad de las babosas debiera depender de la dosis del biocontrolador que entra en contacto con el huésped, sin embargo, dosis menores a las recomendadas por Wilson *et al.* (1994) para el control de babosas en trigo de invierno, resultaron igualmente efectivas para disminuir el daño en siembras de lupino. Tal situación puede explicarse por la presencia de las bacterias, las cuales son las que causan la muerte de las babosas, y la rapidez con

que se reproducen estos organismos, ya que, en teoría, bastaría que un solo nemátodo deposite la bacteria simbionte en la babosa para originar un inóculo capaz de matar en corto tiempo al molusco. Sin embargo, es necesario un estudio con el objeto de conocer la dosis letal específica para *D. reticulatum*.

Uno de los efectos interesantes de este nemátodo fue la influencia que ejerció sobre las babosas en la segunda siembra, la que dependiendo de la dosis de nemátodos, logró disminuir entre 60 y 89% el área foliar consumida del maíz. A pesar que no se realizaron muestreos del suelo para conocer si los nemátodos aplicados persistían en el suelo, los antecedentes bibliográficos indican que luego de parasitar las babosas, el nemátodo baja sus poblaciones hasta niveles difíciles de detectar, siendo las altas temperaturas la principal causa de la mortalidad en el suelo; el óptimo para el crecimiento de *P. hermaphrodita* se ubica en 17 °C (Glen *et al.*, 1994). Las principales bacterias con las cuales se asocia *P. hermaphrodita*, y que causan una significativa mortalidad de babosas, han sido identificadas como *Moraxella osloensis* y *Pseudomonas fluorescens*, ambas son de amplia distribución y pueden encontrarse en el suelo (Wilson *et al.*, 1995), pudiendo constituirse en la causa del menor daño observado en el ensayo de segunda siembra. Otra explicación al efecto observado, puede atribuirse a un fenómeno de repelencia que también fue detectado en ensayos controlados en laboratorio, indicando que las babosas evitan un suelo tratado con *P. hermaphrodita* y pasan menos tiempo en éstos, lo cual fue señalado anteriormente por Wilson *et al.* (1999).

Varias dudas quedan por responder sobre la efectividad de este tipo de control biológico de babosas, tales como la duración del efecto directo o de repelencia y qué organismo o sus posibles metabolitos producen este efecto. También sería de interés conocer si existen nemátodos en Chile que puedan ejercer similar efecto sobre las babosas. Bajo las condiciones del ensayo de campo las babosas fueron controladas, y tal efecto fue significativo, comparado con el testigo sin control, sin embargo, hay que reconocer que el sitio elegido (Chequén) es extremo, en el sentido del largo tiempo que se practica la cero labranza (más de 23 años) y la alta población de babosas que posee; tal situación puede ser diferente si se utiliza este tipo de control en otro suelo u otro manejo agronómico, y con menores poblaciones de babosas.

CONCLUSIONES

En condiciones de cero labranza, en la VIII Región, Chile, el nemátodo *Phasmarhabditis hermaphrodita* demostró ser un efectivo controlador biológico de la babosa chica gris (*Deroceras reticulatum*). Las aplicaciones de 150.000 ó 300.000 nemátodos m^{-2} produjeron un aumento de 50% plantas de lupino sin daño de babosas. Este efecto de control del nemátodo se mantuvo en una segunda siembra realizada con maíz, pero en este caso sí existieron diferencias entre dosis, las que disminuyeron a 31 y 15% la población de plantas afectadas por babosas, y aumentaron a 61 y 89% del área foliar del maíz, respectivamente, comparadas con el tratamiento testigo y al estadío de tres hojas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece al Dr. David Glen, Department of Agricultural Sciences, University of Bristol, Bristol, United Kingdom, por facilitar la muestra de *Phasmarhabditis hermaphrodita*, y al Sr. Carlos Crovetto, Fundo Chequén, Concepción, Chile, por las facilidades otorgadas para realizar los ensayos en su campo.

LITERATURA CITADA

Anderson, A. 1999. Plant protection in spring cereal production with reduced tillage. II. Pests and beneficial insects. Crop Prot. 18:651-657.

Bohan, D., A. Bohan, D. Glen, W. Symondson, C. Wiltshire, and L. Hughes. 2000. Spatial dynamics of predation by carabid beetles on slugs. J. Anim. Ecol. 69:367-379.

Castillejo, J. 1997. Babosas del Noreste Ibérico. Universidad de Santiago de Compostela, Imprenta Universitaria, Santiago de Compostela, España.

Coupland, J. 1996. The biological control of helicid snail pests in Australia: Surveys, screening and potential agents. p. 255-262. Symposium Proceedings N° 66. September 1996. *In* I. F. Hederson (ed.). Slug and snail pests in agriculture. British Crop Protection Council, Canterbury, UK.

Crovetto, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo: una introducción a la cero labranza. Editorial Universitaria, Santiago, Chile.

Ester, A., and P. M. Geelen. 1996. Integrated control of slugs in a sugar beet crop growing in a rye cover crop. p. 445-450. Symposium Proceedings N° 66. September 1996. *In* I. F. Hederson (ed.). Slug and snail pests in agriculture. British Crop Protection Council, Canterbury, UK.

Glen, D., M. Wilson, J. Pearce, and P. Rodgers. 1994. Discovery and investigation of a novel nematode parasite for biological control of slugs. Brighton Crop Protection Conference. Pest and Diseases 2:617-624.

Hammond, R., J. Smith, and T. Beck. 1996. Timing of mollusccide applications for reliable control in non-tillage field crops. Entomological Society of America 89(4):1028-1032.

Raut, S. 1996. Factors determining the effectiveness of the mites *Fuscuropoda marginata* in the control of the slug pests *Laevicaulis altae*. p. 247-254. Symposium Proceedings N° 66. September 1996. *In* I. F. Hederson (ed.). Slug and snail pests in agriculture. British Crop Protection Council, Canterbury, UK.

Swallow, W. 1981. Statistical approaches to studies involving perennial crops. HortScience 16: 16-18.

Waggoner, P. 1986. Progress curve of foliar diseases: Their interpretation and use. Vol. 1 p. 3-37. *In* K. Leonard and W. Fry (eds.). Plant disease epidemiology. Mc Millan Publ., New York, USA.

Wilson, M., D. Glen, S. George, and R. Butler. 1993. The rhabditid nematode, *Phasmarhabditis hermaphrodita* as a potencial biocontrol agent for slugs. Biocontrol Science and Tecnology 3:503-511.

Wilson, M., D. Glen, S. George, J. Pearce, and C. Wiltshire. 1994. Biological control of slugs in winter wheat using the nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Ann. Appl. Biol. 125: 377-390.

Wilson, M., D. Glen, S. George, and J. Pearse. 1995. Selection of a bacterium for the mass production of *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Nematoda: Rhabditidae) as a biocontrol agent for slugs. Fundamental of Applied Nematology 18:419-425.

Wilson, M., L. Hughes, D. Jefferies, and D. Glen. 1999. Slugs (*Deroceras reticulatum* and *Arion ater*) avoid soil treated with the rhabditid nematode *Phasmarhabditis hermaphrodita*. Biological Control 16:170-176.