

Centro de Zoología Aplicada. Cátedra de Parasitología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
Universidad Nacional de Córdoba. CC 122. 5000 Córdoba, Argentina

GAMA DE HUESPEDES Y ESPECIFICIDAD EN *HETERORHABDITIS BACTERIOPHORA* POINAR (HETERORHABDITIDAE: NEMATODA)

by

M. M. A. DE DOUCET y A. GIAYETTO

Resumen. Se llevaron a cabo infecciones bajo condiciones controladas de laboratorio, a fin de determinar la gama de huéspedes de *Heterorhabditis bacteriophora*. A 60 especies de insectos conocidas como sensibles, se agregan 47. Los fitófagos fueron en su mayoría atacados, mientras que los predadores no. Los insectos murieron entre las 24 y 60 horas luego de la puesta en contacto con los parásitos. El estadio de desarrollo del insecto, el tamaño del cuerpo y sus hábitos alimentarios, influirían en la infección y desarrollo parasitario. Se constató que insectos predadores y polinizadores son poco sensibles. Sólo en dípteros acuáticos se registró resistencia.

Summary. Host range and specificity in *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar (*Heterorhabditidae: Nematoda*). Laboratory infections under controlled conditions were conducted to determine the host range of *Heterorhabditis bacteriophora*. To 60 insect species known to be susceptible to parasitism, 47 were added. All phytophagous species were attacked while the predators were not. The insects died between 24 and 60 hours after the contact with the nematode. The development, size and feeding habits of the insects influenced the infection and parasitic development. It was confirmed that predators and pollinators were resistant and only in aquatic diptera did melanization occur.

Heterorhabditis bacteriophora Poinar, es un nematodo entomófago, capaz de penetrar dentro del cuerpo de un insecto y matarlo (Wouts, 1991). Fue aislado por primera vez en Brecon, Australia, parasitando larvas del lepidóptero *Heliothis punctigera* Wall. (Poinar, 1975a).

La fácil adaptación a las condiciones de laboratorio de *H. bacteriophora* y el resultado de las experiencias llevadas a cabo en el control de insectos perjudiciales, permiten considerarlo buen agente para la lucha contra plagas de la agricultura.

Para utilizar un organismo en lucha biológica se necesita conocer en forma precisa la gama de huéspedes susceptibles de ser atacados (Laumond *et al.*, 1979; Poinar, 1979). El presente trabajo, resume la información conocida y aporta nuevos datos registrados sobre el particular.

Materiales y métodos

Las experiencias se llevaron a cabo con la población de *H. bacteriophora* aislada en Córdoba, Argentina (Doucet, 1989), multiplicada sobre *Galleria mellonella* L. y conservadas sus larvas infectantes, según técnica tradicional (Poinar, 1975b). Los insectos terrestres y aéreos se colocaron en cajas de Petri provistas de dos círculos de papel de filtro y dos centímetros cúbicos de una solución de nematodos (n = 10000 por caja). Los insectos acuáticos se acondicionaron, colocando la misma cantidad de nematodos que en la anterior, en 10 ml de agua. Las observaciones se

realizaron periódicamente. A fin de constatar si la muerte de los insectos se debió a los nematodos, al cuarto día se los disecó inmersos en solución de Ringer, bajo lupa con iluminación epi-diascópica.

Resultados

Los huéspedes conocidos para *H. bacteriophora* y los resultados obtenidos en este trabajo, se resumen en la Tabla I.

La observación de los datos permite inferir que la mayoría de los huéspedes tratados son susceptibles al parasitismo y que los escasos ejemplos de resistencia se encuentran entre insectos adultos, predadores y larvas de dípteros acuáticos; sólo en una larva de coleóptero se manifestó resistencia.

El análisis de los resultados pone de manifiesto que *H. bacteriophora* es capaz de parasitar distintos estadios y categorías taxonómicas y tróficas. Entre los primeros, las más susceptibles son larvas y en menor grado adultos. Con referencia a los segundos los más sensibles son los lepidópteros (100%), en menor grado dípteros (90%), coleópteros (68%), homópteros (62,5%) e himenópteros (42%). Por su parte entre las categorías tróficas, se insinúa mayor sensibilidad en insectos fitófagos (perjudiciales para el agro) y los hematófagos (transmisores de enfermedades). Los polinizadores son poco sensibles y los predadores de insectos no son atacados (Fig. 1).

TABLA I - Espectro de insectos buéspedes de *Heterorhabditis bacteriophora*.

Orden, Familia	Especie	Estadio	Ap. bucal	Cat. trófica	Acción	Ref.
BLATTARIA						
Blattellidae	<i>Blatella germanica</i> L.	N - A	M	Omnívoro	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Suppella supellectilium</i> Serville	N - A	M	Omnívoro	+	Milstead y Poinar, 1978
Blattidae	<i>Blatta orientalis</i> L.	A	M	Omnívoro	+	*
	<i>Periplaneta americana</i> L.	A	M	Omnívoro	+	*
ORTHOPTERA						
Acrididae	<i>Dichroplus punctulatus</i> Thumb.	A	M	Fitófago	-	*
Gryllotalpidae	<i>Scapteriscus</i> sp.	A	M	Rizófago	+	Georgis y Poinar, 1989
Romaleidae	<i>Tropinotus shulzi</i> Bruner	A	M	Fitófago	+	*
ISOPTERA						
Mastotermitidae	<i>Mastotermes darwinense</i> Froggatt	N	M	Xilófago	+	Bedding y Molineux, 1982
THYSANOPTERA						
Thripidae	<i>Frankliniella occidentalis</i> Per	A	R	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
HOMOPTERA						
Aphidae	<i>Aphis gossypii</i> Glover	A	P CH	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
	<i>Macrosiphum rosae</i> L.	A	P CH	Fitófago	-	*
Cercopidae	<i>Aeneolamia varia saccharina</i> L.	A	P CH	Fitófago	+	Allard, 1987
	<i>Zulia entreperriana</i> Berg.	N - A	P CH	Fitófago	+	*
Cicadellidae	<i>Empoasca</i> sp.	A	P CH	Fitófago	+	*
Margarodidae	<i>Icerya purchasii</i> Mask	A	P CH	Fitófago	-	*
	<i>Icerya</i> sp.	A	P CH	Fitófago	+	*
Membracidae	<i>Ceresa</i> sp.	A	P CH	Fitófago	+	*
HEMIPTERA						
Aleyrodidae	<i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westw.	A	P CH	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
Coreidae	No determinado	A	P CH		+	*
Pentatomidae	<i>Nezara viridula</i> L.	A	P CH	Fitófago	-	*
	<i>Piezodorus guildini</i> Wentwood	A	P CH		+	*
Reduviidae	<i>Triatoma infestans</i> Klug.	N - A	P CH	Hematófago	+	*
	No determinado	A	P CH		+	*
LEPIDOPTERA						
Aegeriidae	<i>Synantbedon tipuliformis</i> Cr.	L	M	Xilófago	+	Bedding <i>et al.</i> , 1983
Arctiidae	<i>Estigmene acraea</i> Drury	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Hypantria cunea</i> Drury	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
Danaidae	<i>Diogas erippus</i> Cramer	L	M	Fitófago	+	*
Dioptidae	<i>Pbryganidia californica</i> Packard	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
Galleriidae	<i>Galleria mellonella</i> L.	L-P-A	M	Omnívoro (polen y cera)	+	Milstead y Poinar, 1978
Hemileucidae	<i>Automeris coresus</i> Bsd.	L	M	Fitófago	+	*
Lasiocampidae	<i>Malacosoma californicum</i> Packard	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Malacosoma constrictum</i> Stretch	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
Lymntriidae	<i>Hemerocampa</i> sp.	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978

Orden, Familia	Especie	Estadio	Ap. bucal	Cat. trófica	Acción	Ref.
Noctuidae	<i>Agrotis segetum</i> Schiff	L	M	Fitófago	+	Ishibashi, 1982
	<i>Anticarsia gemmatalis</i> Hubner	L - P	M	Fitófago	+	*
	<i>Heliotis puntigfera</i> Wall	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Heliotis punctiger</i> Hub.	L	M	Fitófago	+	Bedding y Molineux, 1982
	<i>Pseudaletia unipuncta</i> Haworth	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Spodoptera frugiperda</i> Smith	L	M	Fitófago	+	*
	<i>Spodoptera praefica</i> S.	L	M	Fitófago	+	*
	<i>Spodoptera litoralis</i> S.	L	M	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
	<i>Sesamia monagnoides</i> Haw.	L	M	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
	<i>Heliotis armiger</i> Sch.	L	M	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
Notodontidae	<i>Schizura concinna</i> Smith	L	M	Fitófago	+	Milstead, 1980
Nymphalidae	<i>Agraulis vanillae</i> L.	L	M	Fitófago	+	*
Oiniophilidae	<i>Opogona sacchari</i> W.	L	M	Xilófago	+	Peña <i>et al.</i> , 1990
Pieridae	<i>Colyas lesbia</i> Fabricius	L	M	Fitófago	+	*
	<i>C. philodice euritheme</i> Boisduval	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
Psichidae	<i>Oiketicus kirbyi</i> Guild	L	M	Fitófago	+	*
Pyralidae	<i>Anagoasta kubniella</i> Zeller	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Paramyelois transitella</i> Walker	L	M	Fitófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Ostrinia nubilalis</i> Hubner	L	M	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
Saturnidae	<i>Rothschildia jacabae</i> Walber	L	M	Fitófago	+	*
Sphingidae	<i>Phlegethontius sexta paphus</i> Cramer	L	M	Fitófago	+	*
Tortricidae	<i>Archypis argyrosbila</i> Walker	L	M	Xilófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Cydia pomonella</i> L.	L	M	Fitófago	+	*
COLEOPTERA						
Apionidae	<i>Cylas formicarius</i> F.	L	M	Fitófago	+	Jansson <i>et al.</i> , 1991
Cantharidae	<i>Chaulognathus scriptus</i> Per.	A	M	Polinívoro	+	Georgis y Poinar, 1989
Carabidae	<i>Calosoma argentinense</i> Csiki	A	M	Predador	-	*
Chrysomelidae	<i>Diabrotica speciosa</i> Germ.	A	M	Fitófago	+	*
	<i>Plagioderia erithroptera</i> Blanch	A	M	Fitófago	+	*
	<i>Poecilapsis angulata</i> Germ.	A	M	Fitófago	-	*
	<i>Leptinotarsa decemlineata</i> L.	A	M	Fitófago	+	Wright <i>et al.</i> , 1987
	<i>Xanthogaleurula luteola</i> Muller	A	M	Fitófago	-	*
Coccinellidae	<i>Ceratomegilla</i> sp.	A	M	Fitófago	-	*
	<i>Ephilachna paennulata</i> Germ.	A	M	Fitófago	-	*
	<i>Hypodammia convergens</i> Guerin	A	M	Predador	-	*
Curculionidae	<i>Naupactus xanthographus</i> Germar	L - A	M	Fitófago	+	*
	<i>Otiorynchus salicicola</i> F.	L	M	Rizófago	+	Deseo y Costanzi, 1987
	<i>O. sulcatus</i> Fabr.	L	M	Rizófago	+	Bedding y Molineux, 1982
	<i>Pantomorus ansia</i> Phl.	L	M	Fitófago	+	Kard <i>et al.</i> , 1988
	<i>P. leucoloma</i> Boh.	L - A	M	fitófago	+	*
	<i>P. comes</i> Boh.	L	M	Fitófago	+	Kard <i>et al.</i> , 1988
	<i>P. fusca</i> Ger.	L	M	Fitófago	+	Kard <i>et al.</i> , 1988
	<i>Sitona hispidulus</i> F.	L-P-A	M	Rizófago	+	Jaworska y Wiech, 1988
	<i>Sitona humeralis</i> Guer.	L	M	Rizófago	+	Bedding y Molineux, 1982
	<i>No determinado</i>	L			+	*

Orden, Familia	Especie	Estadio	Ap. bucal	Cat. trófica	Acción	Ref.
Lampiridae	<i>Photinus fuscus</i> Germ.	A	M		-	*
Meloidae	<i>Epicauta adpersa</i> Klug.	A	M	Fitófago	-	*
Melyridae	<i>Astylus astromaculatus</i> Blanch	A	M	Fitófago	+	*
Prionidae	<i>Stenodontes spinibarbis</i> L.	L	M	Xilófago	-	*
Scarabaeidae	<i>Adoryphorus couloni</i> Burm.	L	M	Fitófago	+	Bedding y Molineux, 1982
	<i>Coastelytra zaelandica</i> White	L	M	Fitófago	+	Jackson y Trought, 1982
	<i>Cyclocephala borealis</i> L.	L	M	Fitófago	+	Georgis y Poinar, 1989
	<i>Phyllophaga</i> sp.	L	M	Fitófago	+	Cranshaw y Zimmerman, 1989
Scolytidae	<i>Ips</i> sp.	L	M	Xilófago	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Scolytus multistriatus</i> Marsh	L-P-A	M	Xilófago	+	Poinar y Deschamps, 1981
	<i>Tomicus piniperda</i> L.	L	M	Fitófago	+	Trigiani, 1983
Tenebrionidae	<i>Tenebrio molitor</i> L.	L	M	Fitófago	+	Gudkov, 1987
	<i>Tribolium confusum</i> Duv.	A	M	Fitófago	-	*
	<i>Tribolus</i> sp.	A	M	Fitófago	-	*
HYMENOPTERA						
Apidae	<i>Apis mellifera</i> L.	A	M L	Polinívoro	+	*
	<i>Bombus</i> sp.	A	M L	Polinívoro	-	*
Formicidae	<i>Acromyrmex lundii</i> Guerin	A	M L	Fitófago	-	*
	<i>Solenopsis saevissima</i> F. Sm.	A	M	Predador	-	*
	No determinado	A	M		-	*
Pamphillidae	<i>Cephaloia falleni</i> Dalm.	L	M	Fitófago	+	Sandner, 1984
Vespidae	<i>Vespula pensylvanica</i> Sil.	L	M	Parásito	+	Gambino, 1984
DIPTERA						
Anthomiidae	<i>Hylemya brassicae</i> Boreche	L	CH	Fitófago	+	Georgis <i>et al.</i> , 1983
Agromyzidae	<i>Liriomyza trifolii</i> L.	A	CH E	Fitófago	+	Doucet y Gabarra, 1994
	<i>Liriomyza huidobrensis</i> Blanch	L	CH E	Fitófago	-	*
Calliphoridae	<i>Caliphora vicina</i> Robi, Des	L	M	Parásito	+	Bedding y Molineux, 1982
	<i>Lucilia cuprina</i> Wiedemann	L	M	Parásito	+	Molineux <i>et al.</i> , 1983
Culicidae	<i>Aedes sierrensis</i> Ludlow	L	M	Detritívoro	+	Milstead y Poinar, 1978
	<i>Culex pipiens</i> L.	L	M	Detritívoro	+	Poinar y Kaul, 1982
	<i>Culex saltanensis</i> Dyar.	L	M	Detritívoro	-	*
	<i>Culex tarsalis</i> Coq	L	M	Detritívoro	-	Milstead y Poinar, 1978
Muscidae	<i>Musca domestica</i> L.	L	M	Detritívoro	+	Poinar, 1990
Trypetidae	<i>Anastrepha suspensa</i>	A	CH E	Fitófago	+	Beavers y Calking, 1984
VERTEBRADOS						
REPTILIA	<i>Chelydra serpentina</i>	-			-	Poinar y Miller, 1989
AMPHIBIA	<i>Hyla regilla</i>	-			-	Poinar y Thomas, 1988
	<i>Xenopus laevis</i>	-			-	Poinar y Thomas, 1988
MAMMALIA	ratones				-	Poinar y Kaul, 1982
	ratones				-	Kobayashi <i>et al.</i> , 1987

Estadio: N: ninfa; L: larva; P: pupa; A: adulto.

Aparatos bucales: M: masticador; P CH: picador-chupador; M L: masticador-lamedor; CH: chupador; CH E: chupador con esponja.

Acción: +: casos positivos de parasitismo; -: casos negativos; *: nuevos datos aportados.

IMPORT. AGRICOLA

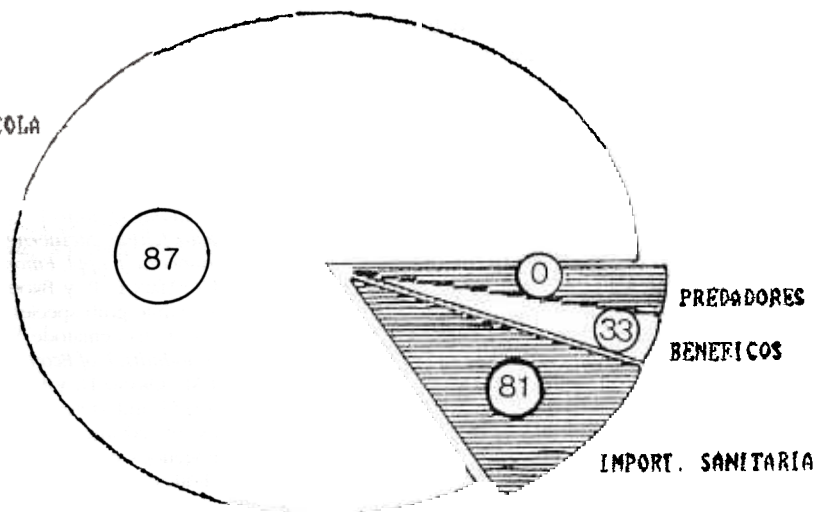


Fig. 1 - Susceptibilidad al parasitismo de *Heterorhabditis bacteriophora* entre categorías de insectos considerados. El número encerrado en círculo corresponde al porcentaje de mortalidad registrado en cada categoría.

Durante las observaciones realizadas se constató que la mayoría de los huéspedes mueren entre el primer y tercer día. Las disecciones efectuadas al cuarto día luego de muerto el insecto, mostraron una marcada diferencia en el desarrollo del nematodo: en lepidópteros, coleópteros y ortópteros se encontraron hermafroditas maduras con huevos en desarrollo y larvas; en hemípteros, dípteros terrestres e isópteros larvas infectantes y de cuarto estadio; sólo en dípteros acuáticos se detectó melanización de la larva infectante.

En todos los huéspedes se manifestó el cambio de coloración del cuerpo del insecto (de gris a pardo-amarillo), característico de este tipo de parasitismo y la colonización del cuerpo por parte de la bacteria endosimbionte.

Discusión

Los resultados evidencian que la gama de huéspedes de *H. bacteriophora* es amplia en condiciones de laboratorio y que por las características de la modalidad de este parasitismo nematodo-bacteria endosimbionte podría llegar a ser ilimitada (Poinar, 1990).

Los casos de ausencia de parasitismo registrados corresponden en su mayoría a insectos adultos. Es posible que la cutícula rígida que los caracteriza no pueda ser perforada por la larva infectante y que los hábitos alimentarios excluyan la entrada por vía digestiva.

Las observaciones al cuarto día de producida la infección ponen de manifiesto que existen huéspedes más favorables que otros. En efecto, en algunos se logra un

buen desarrollo comparable al óptimo descrito en *Galleria mellonella* (Doucet y Poinar, 1985) y en otros es escaso. Esto último obedecería a dos motivos, uno de ellos el reducido tamaño del abdomen del insecto, como en *Frankiniella occidentalis* Per., *Aphis grosipii* Glover, *Trialeurodes vaporariorum* Westw. y *Liriomyza trifolii* L., en donde el volumen del abdomen es equivalente o inferior al de un nematodo adulto (hermafrodita). Otro motivo sería que el medio no es favorable para el desarrollo, como pudo observarse en el caso de insectos grandes tales como reduvidos.

Estas observaciones permiten inferir que la especificidad de *H. bacteriophora* estaría condicionada por dos factores principalmente, fisiológicos y ecológicos. Con respecto a los primeros la presencia de las bacterias endosimbiontes (*Photorhabdus luminescens* Boemare Akhurst y Mourant), minimizarían en parte las barreras fisiológicas de la especificidad ya que son las encargadas de transformar el medio (cuerpo del insecto) dando las condiciones óptimas para el desarrollo del nematodo (Milstead, 1979; Boemare *et al.*, 1993). Con respecto a los ecológicos, las variables temperatura, humedad, distribución espacial y temporal de los insectos, así como sus hábitos alimentarios, inhibirían la actividad de las larvas infectantes y condicionarían el encuentro espacio temporal insecto-nematodo (Molineux, 1984; Poinar, 1990).

El conjunto de los datos obtenidos permiten aseverar que muchos insectos perjudiciales pueden ser controlados por *H. bacteriophora*. A fin de lograr óptimos resultados, será necesario entonces adecuar metodologías de aplicación precisas a fin de garantizar la eficiencia del agente y preservación de insectos benéficos.

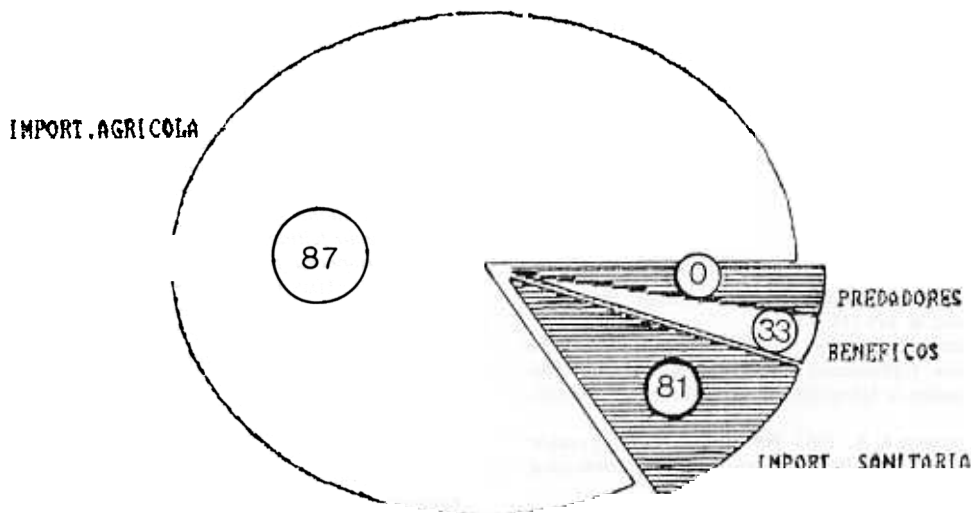


Fig. 1 - Susceptibilidad al parasitismo de *Heterorhabdits bacteriophora* entre categorías de insectos considerados. El número encerrado en círculo corresponde al porcentaje de mortalidad registrado en cada categoría.

Durante las observaciones realizadas se constató que la mayoría de los huéspedes mueren entre el primer y tercer día. Las disecciones efectuadas al cuarto día luego de muerto el insecto, mostraron una marcada diferencia en el desarrollo del nematodo: en lepidópteros, coleópteros y ortópteros se encontraron hermafroditas maduras con huevos en desarrollo y larvas; en hemípteros, dípteros terrestres e isópteros larvas infectantes y de cuarto estadio; sólo en dípteros acuáticos se detectó melanización de la larva infectante.

En todos los huéspedes se manifestó el cambio de coloración del cuerpo del insecto (de gris a pardo-amarillo), característico de este tipo de parasitismo y la colonización del cuerpo por parte de la bacteria endosimbionte.

Discusión

Los resultados evidencian que la gama de huéspedes de *H. bacteriophora* es amplia en condiciones de laboratorio y que por las características de la modalidad de este parasitismo nematodo-bacteria endosimbionte podría llegar a ser ilimitada (Poinar, 1990).

Los casos de ausencia de parasitismo registrados corresponden en su mayoría a insectos adultos. Es posible que la cutícula rígida que los caracteriza no pueda ser perforada por la larva infectante y que los hábitos alimentarios excluyan la entrada por vía digestiva.

Las observaciones al cuarto día de producida la infección ponen de manifiesto que existen huéspedes más favorables que otros. En efecto, en algunos se logra un

buen desarrollo comparable al óptimo descrito en *Galleria mellonella* (Doucet y Poinar, 1985) y en otros es escaso. Esto último obedecería a dos motivos, uno de ellos el reducido tamaño del abdomen del insecto, como en *Frankiniella occidentalis* Per., *Aphis grosipii* Glover, *Trialeurodes vaporariorum* Westw. y *Liriomyza trifolii* L., en donde el volumen del abdomen es equivalente o inferior al de un nematodo adulto (hermafrodita). Otro motivo sería que el medio no es favorable para el desarrollo, como pudo observarse en el caso de insectos grandes tales como reducidos.

Estas observaciones permiten inferir que la especificidad de *H. bacteriophora* estaría condicionada por dos factores principalmente, fisiológicos y ecológicos. Con respecto a los primeros la presencia de las bacterias endosimbiontes (*Photorhabdus luminescens* Boemare Akhurst y Mourant), minimizarían en parte las barreras fisiológicas de la especificidad ya que son las encargadas de transformar el medio (cuerpo del insecto) dando las condiciones óptimas para el desarrollo del nematodo (Milstead, 1979; Boemare *et al.*, 1993). Con respecto a los ecológicos, las variables temperatura, humedad, distribución espacial y temporal de los insectos, así como sus hábitos alimentarios, inhibirían la actividad de las larvas infectantes y condicionarían el encuentro espacio temporal insecto-nematodo (Molineux, 1984; Poinar, 1990).

El conjunto de los datos obtenidos permiten aseverar que muchos insectos perjudiciales pueden ser controlados por *H. bacteriophora*. A fin de lograr óptimos resultados, será necesario entonces adecuar metodologías de aplicación precisas a fin de garantizar la eficiencia del agente y preservación de insectos benéficos.

Agradecimientos. Este trabajo se realizó con fondos provenientes de CONICOR y CONICET. Los autores desean expresar su agradecimiento a las Dras. N. V. de Argüello y G. Valladares por la colaboración brindada en la identificación de insectos y a la Bióloga A. Bertolotti por su asistencia técnica.

Obras citadas

- ALLARD G. B., 1987. Prospects for the biocontrol of the sugarcane froghopper with particular reference to Trinidad. *Biocontrol News Information*, 8: 105-115.
- BEAVERS J. B. y CALKINS C. O., 1984. Susceptibility of *Anastrepha suspensa* (Diptera: Tephritidae) to steinernematid and heterorhabditid nematodes in laboratory studies. *Environ. Entomol.*, 13: 137-139.
- BEDDING R. A. y MOLINEUX A. S., 1982. Penetration of insect cuticle by infective juveniles of *Heterorhabditis* spp. *Nematologica*, 28: 354-359.
- BEDDING R. A., MOLINEUX A. S. y AKHURST R. J., 1983. *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and *Steinernema kraussei*: interspecific and intraspecific differences in infectivity for insects. *Exper. Parasitol.*, 55: 249-257.
- BOEMARE N. E., AKHURST R. J. y MOURANT R. G., 1993. Deoxyribonucleic acid relatedness between *Xenorhabdus* spp. (Enterobacteriaceae), symbiotic bacteria of entomopathogenic nematodes, with a proposal to transfer *Xenorhabdus luminescens* to a new genus, *Photorhabdus* gen. nov. *Int. J. Syst. Bacteriol.*, 43: 249-255.
- CRANSHAW W. S. y ZIMMERMAN R. J., 1989. Biological, mechanical and chemical control of turfgrass-infesting scarabs in Colorado. *Southwestern Entomol.*, 14: 351-355.
- DESEO K. V. y COSTANZI M., 1987. Impiego di nematodi entomoparassiti contro larve di curculionidi dannosi a colture floricole e ornamentali. *Difesa Pianta*, 10: 127-132.
- DOUCET M. A. DE, 1989. Nuevos datos para el conocimiento de nematodos entomófagos de la Provincia de Córdoba. *Congreso Anual de la O.N.T.A.* Tucumán, Argentina, noviembre de 1989.
- DOUCET M.A. de y Gabarra R., 1994. On the occurrence of *Steinernema glaseri* (Steiner, 1929) (Steinernematidae) and *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976 (Heterorhabditidae) in Catalogne, Spain. *Fundam. appl. Nematol.*, 17: 441-443.
- DOUCET M. A. DE y POINAR JR. G. O., 1985. Estudio del ciclo de vida de una población de *Heterorhabditis* spp. proveniente de Río Cuarto, provincia de Córdoba. *Rev. U.N.R.C.*, 5: 253-258.
- GAMBINO P., 1984. Susceptibility of the Western yellow-jacket *Vespa pensylvanica* to three species of entomogenous. *I.R.C.S. Med. Sci. Microbiol. Parasitol. Inf. Dis.*, 12: 264.
- GEORGIS R. y POINAR G. O. JR., 1989. Field effectiveness of the entomophilic nematodes *Neoaplectana* and *Heterorhabditis*. *En: Integrated Pest Management in Turf and Ornamentals* (A. Leslie and R. Metcalf Eds.) Environ. Prot. Agency Publication.
- GEORGIS R., POINAR JR. G. O. y WILSON A. P., 1983. Practical control of the cabbage root maggot, *Hylemia brassicae* (Diptera: Anthomyiidae) by entomogenous nematodes. *IRCS Med. Sci. Microbiol. Parasitol. Infect. Dis.*, 11: 322.
- GUDKOV I. I., 1987. Biology of the entomopathogenic nematode *H. bacteriophora*. Pp. 46-50. *En: Helminths of insects* (M.D. Sonin Ed.) Amerind Publishing Co. Pvt. Ltd. N. Delhi.
- ISHIBASHI N., 1982. Resistance of 1,3 D treated soil toward the invading common cutworms and root-knot nematodes. *Assoc. Plant Protect. Kiushu*, 28: 183-186.
- JACKSON T. A. y TROUGHT T. E. T., 1982. Progress with the use of nematodes and bacteria for the control of grass grub. Pp. 103-106. *Proceedings 35th New Zealand Weed and Pest Control Conference*, 9-12 Aug. (M. Hartley Ed.). New Zealand Weed and Pest Control Society Inc.
- JANSSON R. K., GAUGLER R. R., MANNION C. M. y LECRONE S. H., 1991. Recent advances in biological control of *Cylas formicarius* with entomopathogenic nematodes. *Recontres Caraibes in Lutte biologique, Guadeloupe*, 5-7 Nov. 1990, pp. 167-182.
- JAWOSKA M. y WIECH K., 1988. Susceptibility of the clover root weevil *Sitona spidulus* F. (Coleoptera: curculionidae) to *Steinernema feltiae*, *Steinernema bibionis* and *Heterorhabditis bacteriophora*. *J. appl. Entomol.*, 106: 372-376.
- KARD B.M.R., HAIN F. P. y BROOKS W. M., 1988. Field suppression of three white grub species (Coleoptera: Scarabaeidae) by the entomogenous nematode *Steinernema feltiae* and *Heterorhabditis heliothidis*. *J. of Econ. Entomol.*, 81: 1033-1039.
- KOBAYASHI M., OKANO H. y KIRIHARA S., 1987. The toxicity of Steinernematid and Heterorhabditid to the male mice. Pp. 153. *En: Recent advances of biological control of insect pests by entomogenous nematodes in Japan*. (N. Ishibashi, Ed) Ministry of Education, Japan.
- LAUMOND C., MOLEON M. y KERMARREC A., 1979. Données nouvelles sur le spectre d'hôtes et le parasitisme du nématode entomophage *Neoaplectana carpocapsae*. *Entomophaga*, 24: 13-27.
- MILSTEAD J. E., 1979. *Heterorhabditis bacteriophora* as a vector for introducing its associated bacterium into the hemocoel of *Galleria mellonella* larvae. *J. Inv. Pathol.*, 33: 324-327.
- MILSTEAD J. E., 1980. Pathophysiological influences of the *Heterorhabditis bacteriophora* complex of fifth-instar larvae of the red humped caterpillar, *Schizura concinna*: Changes in feeding rate, larval weight and frass production. *J. Inv. Pathol.*, 35: 260-264.
- MILSTEAD J. E. y POINAR G. O. JR., 1978. A new entomogenous nematode for pest management systems. *California Agriculture*, 3: 12.
- MOLINEUX A. M., 1984. Influence of temperature and infectivity of heterorhabditid and steinernematid nematodes for larvae of sheep blow fly *Lucilia cuprina*. Pp. 344-351. *En: Proc., 4 Ann. Appl. Entom. Conf. Adelaide Gout* (P. T. Bailey and P. E. Swincer Eds.) Austr.
- MOLYNEUX A. M., BEDDING R. A. y AKHURST R. J., 1983. Susceptibility of larvae of the sheep blow fly *Lucilia cuprina*, to various *Heterorhabditis* spp., *Neoaplectana* spp. and an undescribed steinernematid (Nematoda). *J. Invert. Pathol.*, 42: 1-7.
- PEÑA J. E., SCHROEDER W. J. y OSBORNE L. S., 1990. Use of entomogenous nematodes of the families Heterorhabditidae and Steinernematidae to control banana moth (*Opogona sacchari*). *Nematologica*, 20: 51-55.
- POINAR G. O. JR., 1975a. Description and biology of a new insect parasitic rhabditoid, *Heterorhabditis bacteriophora* n. gen. n. sp. (Rhabditida: Heterorhabditidae n. fam.). *Nematologica*, 21: 463-470.
- POINAR G. O. JR., 1975b. Entomogenous nematodes. A Manual and host list of insects nematode associations. (E. J. Brill Leiden, Ed.) NY, 317 pp.
- POINAR G. O. JR., 1979. Entomogenous nematodes for biological control. (CRC Prss INC Ed.). Boca Raton, Florida. 277 pp.
- POINAR G. O. JR., 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. Pp. 23-58. *En: Entomopathogenic nematodes in biological control* (R. Gaugler and H. Kaya, Eds.). CRC Press, USA.
- POINAR G. O. JR. y DESCHAMPS N., 1981. Susceptibility of *Scolytus multistriatus* to neoaplectanid and heterorhabditid nematodes. *Environ. Entomol.*, 10: 85-87.
- POINAR G. O. JR. y KAUL H. N., 1982. Parasitism of mosquito *Culex pipiens* by the nematode *Heterorhabditis bacteriophora*. *J. Inv. Pathol.*, 39: 382-387.

- POINAR G. O. JR. y MILLER R. W., 1989. Datos sin publicar. (en: Poinar, G. O. Jr., 1990. Biology and taxonomy of Steinernematidae and Heterorhabditidae. Pp. 23-58. *En: Entomopathogenic nematodes in biological control* (R. Gaugler and H. Kaya, Eds.). CRC Press, USA).
- POINAR G. O. JR. y THOMAS G. M., 1988. Infection in frog tadpoles (Amphibia) by insect parasitic nematodes (Rhabditida). *Experientia*, 44: 528.
- SANDNER H., 1984. Possible use of entomophilous nematodes in forest protection. *Warsaw, Wydawnictwo SGGW-AR*, 2: 9-13.
- TRIGIANI O., 1983. Susceptibility of *Tomicus* [(*Blastophagus pini-perda* L. (Coleoptera: Scolytidae)] to nematodes of the family Steinernematidae and Heterorhabditidae. *Entomologica*. 18: 215-223.
- WOUTS W. M., 1991. Insect parasitic nematodes. Pp. 855-967. *En: Manual of agricultural nematology* (W. R. Nickle, Ed.) Marcel Dekker, Inc., N. York. USA.
- WRIGHT R. J., AGUDELO F. y GEORGIS R., 1987. Soils application of the steinernematid and heterorhabditid nematodes for control of Colorado potato beetle *Leptinotarsa decemlineata* S. *J. Nematol.*, 19: 201-206.