

# Nematodos entomopatógenos (familias Steinernematidae y Heterorhabditidae) en Argentina. Recopilación de hallazgos de poblaciones naturales en medio siglo de prospecciones

María A. Bertolotti<sup>1</sup> y Susana R. Cagnolo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Cátedra de Parasitología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina*

Fecha de recepción del manuscrito: 31/08/2018

Fecha de aceptación del manuscrito: 20/02/2019

Fecha de publicación: 29/03/2019

**Resumen**—Los nematodos pertenecientes a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae se emplean para el control biológico de insectos perjudiciales. Han sido detectados en todos los continentes, excepto la Antártida. En Argentina, numerosas poblaciones han sido halladas desde principios de los '70. Los objetivos de este trabajo fueron recopilar la información existente y analizar la diversidad de especies en las provincias en las que han sido hallados estos nematodos. Hasta la actualidad, representantes de una u otra familia o de ambas están presentes en diez provincias argentinas: Siete especies pertenecen a la familia Steinernematidae y una a la familia Heterorhabditidae. Se hallaron en total 116 poblaciones, correspondiendo el 51,72% a la familia Heterorhabditidae. Los hallazgos más frecuentes corresponden a las provincias de la región central de Argentina, siendo Córdoba la que cuenta con el mayor número de poblaciones: 66 hasta el presente. Las diferentes condiciones climáticas y edáficas de las provincias en las que han sido hallados señalan que se trata de un grupo con una marcada capacidad de adaptación. Este trabajo aporta información para futuras prospecciones en el país.

**Palabras clave**— nematodos entomopatógenos, diversidad, Argentina.

**Abstract**—Nematodes belonging to the families Steinernematidae and Heterorhabditidae are used for the biological control of harmful insects. They have been detected on all continents, except Antarctica. In Argentina, numerous populations have been found since the early 1970s. The objectives of this work were to collect the existing information and analyze the diversity of species in the provinces in which these nematodes have been found. Until now, representatives of one or another family or both are present in ten Argentine provinces: Seven species belong to the Steinernematidae family and one to the Heterorhabditidae family. A total of 116 populations were found, corresponding 51.72% to the Heterorhabditidae family. The most frequent findings correspond to the provinces of the central region of Argentina, being Córdoba the one that counts on the greater number of populations: 66 until the present. The different climatic and edaphic conditions of the provinces in which they have been found indicate that it is a group with a marked capacity for adaptation. This work provides information for future prospections in the country.

**Keywords**— entomopathogenic nematodes, diversity, Argentine.

## INTRODUCCIÓN

Los nematodos entomopatógenos pertenecientes a las familias Steinernematidae y Heterorhabditidae poseen un efecto letal sobre sus hospedadores y se utilizan para el control biológico de insectos perjudiciales (Koppenhöfer y Kaya, 1999; Lacey et al., 2001; Rodríguez et al., 2012). Se los ha encontrado en todos los continentes, a excepción de la Antártida, en regiones de climas frío, templado,

subtropical y tropical (Poinar, 1990; García del Pino y Palomo, 1996; Hominick et al., 1996; Burnell y Stock, 2000).

Se conocen cerca de 90 especies de la familia Steinernematidae y 20 de Heterorhabditidae (Nguyen et al., 2010; Nguyen y Buss, 2011; Stokwe et al., 2011; Nguyen, 2017; Labaude y Griffin, 2018). En los últimos cinco años se han detectado 10 nuevas especies de ambas familias, en países de Europa central, sur y occidente de Asia, sur y oriente de África (Labaude y Griffin, 2018).

En Argentina, los primeros registros de nematodos entomopatógenos corresponden a la provincia de Buenos Aires a principios de los '70, a partir de insectos

Dirección de contacto:

María A. Bertolotti, Avenida Vélez Sarsfield 299, X5000 CGA. Tel: 4222100 interno 214, maria.bertolotti@unc.edu.ar

parasitados (Ahmad, 1974). Los estudios para la detección de estos nematodos continuaron de manera ininterrumpida hasta el presente, registrándose numerosas poblaciones en otras provincias del país.

La detección de nematodos entomopatógenos y su evaluación contra plagas autóctonas se justifican por el impacto negativo de los pesticidas químicos, y por el riesgo ambiental que representa la liberación de millones de nematodos para control biológico en lugares en donde no son nativos (Labaude y Griffin, 2018). Sistematizar la información existente en el país, permitirá conducir nuevos estudios a tal fin.

Los objetivos de este trabajo fueron: - Inventariar los registros de Steinernematidae y Heterorhabditidae en Argentina durante los últimos 50 años y - Analizar la diversidad de las especies en las provincias en donde han sido detectadas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

La recopilación bibliográfica de los distintos hallazgos en el país, provenientes de trabajos de distintos autores y propios, se presentan en la Tabla 1. Se consideraron publicaciones referidas a estudios faunísticos y se incluyeron, además, publicaciones de otras temáticas, como estudios biológicos, que mencionaran el lugar del hallazgo.

Las técnicas para la detección de nematodos entomopatógenos fueron diferentes según cada estudio. A partir de muestras de suelo la extracción se realizó mediante: “trampa de *Galleria*” (Bedding y Akhurst, 1975) o “técnica rápida” (Doucet, 1986). En el caso de la recolección de insectos muertos, los mismos fueron colocados en “trampa White” (Kaya y Stock, 1997) para la emergencia de juveniles infectivos.

La identificación de las poblaciones detectadas en Argentina se llevó a cabo mediante caracterización morfológica y morfométrica, según protocolo sugerido a tal fin (Hominick et al., 1997), y, para los hallazgos recientes, se realizó, además, el secuenciamiento de la región espaciadora interna transcrita (ITS) y del dominio D2/D3 del gen 28S del DNA ribosómico (DNAr) nuclear (Stock et al., 2001; Adams et al., 2006; Orozco-Uribe et al., 2008).

## RESULTADOS

Los registros hasta la actualidad de las especies y poblaciones pertenecientes a Steinernematidae y Heterorhabditidae detectadas en Argentina, se indican en la Tabla 1.

**TABLA 1:** DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES PERTENECIENTES A LAS FAMILIAS STEINERNEMATIDAE Y HETERORHABDITIDAE EN ARGENTINA

GÉNERO Y ESPECIE	LOCALIDAD/ DEPARTAMENTO PROVINCIA	REFERENCIAS
<i>Steinernema</i> spp. (especies no identificadas)	Pehuajó/ Pehuajó <b>BUENOS AIRES</b>	Ahmad, 1974
	Villa del Totoral/ Totoral <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Sinsacate/ Totoral <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Pozo del Tigre/ Colón <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Almafuerte/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Córdoba/ Capital <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	General Cabrera/ Juárez Celman <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Despeñaderos/ Santa María <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Manfredi/ Río Segundo <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Jesús María/ Colón <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Pozo del Molle/ Río Segundo <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	No se indica. <b>SANTA FE</b>	Bernardi Desch, 2016
	No se indica. <b>SANTA FE</b>	Bernardi Desch, 2016
	Puerto Pirámides/ Biedma <b>CHUBUT</b>	Giayetto et al., 1998
	<i>Steinernema carpocapsae</i>	Brandsen/ Brandsen <b>BUENOS AIRES</b>
Tres Sargentos/ Carmen de Areco <b>BUENOS AIRES</b>		Stock, 1995
Pergamino/ Pergamino <b>BUENOS AIRES</b>		Stock, 1995
Río Cuarto/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>		Doucet et al., 2008
Santa Rosa/ Capital <b>LA PAMPA</b>		Stock, 1995
Anguil/ Capital <b>LA PAMPA</b>		Stock, 1995
Oliveros/ Iriondo <b>SANTA FE</b>		Stock, 1995
Rosario/ Rosario <b>SANTA FE</b>		Stock, 1995
Rafaela/ Castellanos <b>SANTA FE</b>		Stock, 1995
Santa Fe/ La Capital		Stock, 1995

**SANTA FE**  
**TABLA 1: CONTINUACIÓN**

GÉNERO Y ESPECIE	LOCALIDAD/ DEPARTAMENTO PROVINCIA	REFERENCIAS	
<i>Steinernema feltiae</i>	Colón/ Colón <b>BUENOS AIRES</b>	Stock, 1995	
	Salto/ Salto <b>BUENOS AIRES</b>	Stock, 1995	
	Los Chorrillos/ Punilla <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Paraje El Cóndor/ San Alberto <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Pozo del Molle/ Río Segundo <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Esperanza/ Las Colonias <b>SANTA FE</b>	Stock, 1993a	
	Rafaela/Castellanos <b>SANTA FE</b>	Stock, 1995	
	Río Cuarto/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	<i>Steinernema glaseri</i>	Almafuerte/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
		Arroyo Cabral/ General San Martín <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
<i>Steinernema rarum</i>	Córdoba (Las Palmas)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	General Cabrera/ Juárez Celman <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Noetinger/ Unión <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Oliva/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Rafael García/ Santa María <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Río Cuarto/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Sarmiento/ Totoral <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Córdoba (Villa Belgrano)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016	
	Córdoba (Cerro de las Rosas)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016	
	Córdoba (Parque Tablada)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016	
	La Criolla/ San Justo <b>SANTA FE</b>	Cuellar et al., 2018	
	Felicia/ Las Colonias <b>SANTA FE</b>	Cuellar et al., 2018	
	Nuevo Torino/Las Colonias <b>SANTA FE</b>	Cuellar et al., 2018	
	Cululí/ Las Colonias	Lax et al., 2017	
	<b>SANTA FE</b>	Esperanza/ Las Colonias <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2017
		Videla/ San Justo <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2017
		Santa Rosa de Calchines/Garay <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2011; Caccia et al., 2013; Del Valle et al., 2013
		Cabal/ La Capital <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2017
		Colonia Campo del Medio/Garay <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2017
		<i>Steinernema ritteri</i>	Oliva/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>
Río Cuarto/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>			Doucet et al., 2008
<i>Steinernema scapterisci</i>		Colón/ Colón <b>BUENOS AIRES</b>	Stock, 1992; 1995
		Amboy/ Calamuchita <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
<i>Heterorhabditis</i> spp. (especies no identificadas)		Córdoba/ Capital <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Despeñaderos/ Santa María <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Icho Cruz/ Punilla <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Manfredi/ Río Segundo <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Pozo del Tigre/ Colón <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008	
	Tortugas/ Belgrano <b>SANTA FE</b>	Doucet et al., 1997	
	No se indica <b>LA RIOJA</b>	Doucet et al., 1997	
	No se indica <b>SAN JUAN</b>	Doucet et al., 1997	
	<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	City Bell/ La Plata <b>BUENOS AIRES</b>	Stock, 1995
		San Isidro/ San Isidro <b>BUENOS AIRES</b>	Doucet et al., 1998
Villa Elisa/ La Plata <b>BUENOS AIRES</b>		Salas et al., 2013; Eliceche et al., 2017	
La Plata (SP)/ La Plata <b>BUENOS AIRES</b>		Eliceche et al., 2018	
Almafuerte/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>		Doucet et al., 2008	
Arroyo Cabral/ General San Martín <b>CÓRDOBA</b>		Doucet et al., 2008	
Chucul/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>		Doucet et al., 2008	
Córdoba (Los Boulevares)/Capital <b>CÓRDOBA</b>		Doucet et al., 2008	
Córdoba (Los Boulevares)/Capital		Doucet et al., 2008	

**TABLA 1:** CONTINUACIÓN

<b>CÓRDOBA</b>		
GÉNERO Y ESPECIE	LOCALIDAD/ DEPARTAMENTO PROVINCIA	REFERENCIAS
<i>Heterorhabditis bacteriophora</i>	Córdoba/ Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cuellar et al., 2018
	Villa Allende/ Colón <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Argüello Norte)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Argüello/ Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Villa Belgrano)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Cerro de Las Rosas)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Cerro de Las Rosas)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Cerro Chico)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Colinas del Cerro)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Alto Palermo)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Villa Cabrera)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Las Palmas)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (San Roque)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Córdoba (Cerro Chico)/Capital <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo et al., 2016
	Despeñaderos/Santa María <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	General Cabrera/ Juárez Celman <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Jesús María/ Colón <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Manfredi/ Río Segundo <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Oliva/ Tercero Arriba <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Rafael García/ Santa María <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Río Cuarto/ Río Cuarto <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	Villa de Pocho/ Pocho <b>CÓRDOBA</b>	Doucet et al., 2008
	RN 60 a 6 km de Quilino/Ischilín <b>CÓRDOBA</b>	Cagnolo y Bertolotti, 2011; Echevarría et al., 2018a
RN 60 km 802/ Totoral	Cagnolo y Bertolotti, 2011	

<b>CÓRDOBA</b>	
Cerrillos/ San Javier <b>CÓRDOBA</b>	Cuellar et al., 2017
San José/ San Javier <b>CÓRDOBA</b>	Cuellar et al., 2017
Anguil/ Capital <b>LA PAMPA</b>	Stock, 1995
Santa Rosa/ Capital <b>LA PAMPA</b>	Stock, 1995*
Rama Caída/ San Rafael <b>MENDOZA</b>	Brignone et al., 2001
Neuquén/ Confluencia <b>NEUQUÉN</b>	Giayetto y Cichón, 2006
Ctte. Martín Guerrico/ General Roca <b>RÍO NEGRO</b>	Giayetto y Cichón, 2006
Ctte. Martín Guerrico/ General Roca <b>RÍO NEGRO</b>	Giayetto y Cichón, 2006
Coronel J. J. Gómez/ General Roca <b>RÍO NEGRO</b>	Giayetto y Cichón, 2006
Padre Stefenelli/ General Roca <b>RÍO NEGRO</b>	Giayetto y Cichón, 2006
No se indica <b>RÍO NEGRO</b>	Doucet y Bertolotti, 1996
Rosario/ Rosario <b>SANTA FE</b>	Stock, 1995
Recreo/ La Capital <b>SANTA FE</b>	Del Valle et al., 2013
Angel Gallardo/ La Capital <b>SANTA FE</b>	Del Valle et al., 2013
Saladero Mariano Cabal/Garay <b>SANTA FE</b>	Lax et al., 2017
Oliveros/ Iriondo <b>SANTA FE</b>	Stock, 1995*
Rafaela/ Castellanos <b>SANTA FE</b>	Stock, 1995*
Santa Fe/ La Capital <b>SANTA FE</b>	Stock, 1993b*; 1995 *

\* Descripta como *H. argentinensis*

## DISCUSIÓN

Los estudios hasta la fecha señalan la presencia de representantes de una o de ambas familias en diez provincias argentinas: Buenos Aires, La Pampa, Santa Fe (Ahmad, 1974; Doucet y Bertolotti, 1995a; Doucet y Doucet, 1996a; 1997; Doucet et al., 1997; 1998b; Stock, 1992; 1993a,b; 1995); Río Negro (Doucet y Bertolotti, 1996; Giayetto et al., 1998; Giayetto y Cichón, 2006); Chubut (Giayetto et al., 1998); Neuquén (Doucet y Giayetto, 1999); Mendoza (Doucet, 1996; Doucet y Doucet, 1997; Doucet et al., 1997); San Juan, La Rioja (Doucet et al., 1997) y Córdoba (Agüera de Doucet, 1986; 1995; Agüera de Doucet y Doucet, 1986; Bertolotti y Doucet, 1995; 1999; Doucet, 1990; 1996; Doucet y

Bertolotti, 1994; 1995a,b; Doucet y Doucet, 1996b;1997; Doucet y Giayetto, 1998; Doucet et al., 1996; 1998a). Las especies detectadas hasta la actualidad, representadas por una o más poblaciones, son ocho: siete pertenecen a Steinernematidae: *Steinernema carpocapsae*, *S. diapreppesi*, *S. feltiae*, *S. glaseri*, *S. rarum*, *S. ritteri* y *S. scapterisci* (Doucet y Doucet, 1990; Doucet et al.; 2006; 2008; Lax et al., 2011; Caccia et al., 2013; Del Valle et al., 2013; Cagnolo et al., 2016; Lax et al., 2017; Cuellar et al., 2018); y una a Heterorhabditidae: *Heterorhabditis bacteriophora* (Bertolotti y Doucet, 1999; Doucet y Bertolotti, 1994; 1995b; Agüera de Doucet y Doucet, 1986; Doucet, 1990; 1996; Doucet y Giayetto, 1998; Doucet et al., 1996; 1998b; Brignone et al., 2001; Giayetto y Cichón, 2006; Cagnolo y Bertolotti, 2011; Del Valle et al., 2013; Salas et al., 2013; Cagnolo et al., 2016; Cuellar et al., 2017; 2018; Echevarría, 2018; Eliceche et al., 2017; 2018). Otras poblaciones de los dos géneros mencionados, no han sido identificadas a nivel específico (Doucet et al., 2008; Bernardi Desch, 2016).

Entre las ocho especies de nematodos entomopatógenos detectadas en Argentina, *H. bacteriophora* reúne 51 poblaciones hasta la actualidad. Su distribución alcanza las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe, La Pampa, Mendoza, Neuquén y Río Negro. La mayor abundancia de esta especie corresponde a la provincia de Córdoba, en la que se han hallado 31 poblaciones. Una de estas poblaciones, denominada N842, ha sido identificada recientemente (Echevarría, 2018; Echevarría et al., 2018a) y se ha evaluado en laboratorio su infectividad frente a insectos perjudiciales (Echevarría et al., 2018b). Otras poblaciones del género *Heterorhabditis*, sin identificación específica, están presentes en las provincias de Córdoba, Santa Fe, San Juan y La Rioja (Doucet et al., 1997; Doucet et al., 2008).

Cabe mencionar que, estudios realizados en 1993 y 1995, indicaron la presencia en Argentina de otra especie perteneciente al género *Heterorhabditis*, *H. argentinensis* (Stock, 1993b, 1995). Posteriormente, estudios moleculares, sugirieron que *H. argentinensis* fuera conspecifico con *H. bacteriophora* (Adams et al., 1998). No obstante, en años posteriores, aún se la consideraba como especie válida (Burnell y Stock, 2000). Adams et al. (2006) consideraron a *H. argentinensis* como sinónimo de *H. bacteriophora*. Estudios recientes (Achinelly et al., 2017) determinaron que *H. argentinensis* es una cepa con una gran variación morfológica, conspecifica con *H. bacteriophora*. En consecuencia, esta última, es la única especie de la familia Heterorhabditidae presente en el país.

Teniendo en cuenta la cantidad total de registros de nematodos entomopatógenos, 116 hasta la fecha, el 51,72% corresponde a Heterorhabditidae. Su distribución abarca nueve provincias de Argentina, desde el océano Atlántico hasta las proximidades de la Cordillera de los Andes, tanto en la región central como en la Patagonia (Doucet et al., 1997; 1998b; Giayetto et al., 1998).

Las localizaciones en el oeste del país, constituyen los hallazgos del género más alejados del mar hasta la actualidad. Considerando su posible origen marino (Poinar, 1993), se ha sugerido que la presencia de

*Heterorhabditis* en provincias próximas a la cordillera podría explicarse por las variaciones en el nivel del mar, ocurridas durante las transgresiones marinas (Doucet et al., 1997).

Respecto del género *Steinernema*, siete especies están presentes en Argentina. Todos los hallazgos corresponden principalmente a la región pampeana, excepto un registro en la provincia de Chubut, que representaría hasta hoy, la localización más austral de nematodos entomopatógenos en el país.

De las especies pertenecientes a Steinernematidae, *S. rarum* es la más frecuentemente hallada en Argentina, contando con dieciocho poblaciones hasta la fecha. Cabe mencionar que, hasta el año 2016, los únicos registros de *S. rarum* en Argentina correspondían a la provincia de Córdoba (Doucet et al., 2008; Cagnolo et al., 2016). Recientemente se hallaron otras seis poblaciones en la provincia de Santa Fe (Lax et al., 2017; Cuellar et al., 2018), ampliando la distribución en Argentina. Por otro lado, en el año 2003, fue detectada en EE.UU, representando el primer hallazgo de esta especie fuera de Argentina (Shapiro-Ilan et al., 2003).

En el caso de *S. carpocapsae*, su distribución hasta la actualidad se restringe a la región pampeana. Se han registrado diez poblaciones: una, en Córdoba (Doucet et al., 2008), tres en Buenos Aires, dos en La Pampa y cuatro en Santa Fe (Stock, 1995).

*S. feltiae* reúne siete poblaciones a la fecha, en la región central de Argentina, tres en la provincia en Córdoba (Doucet et al., 2008), dos en Buenos Aires y dos en Santa Fe (Stock, 1993; 1995).

Las especies *S. glaseri*, *S. scapterisci* y *S. ritteri* cuentan con pocos representantes en Argentina. Se conocen una población de *S. glaseri* y dos de *S. ritteri* en la provincia de Córdoba (Doucet et al., 2008) y una de *S. scapterisci* en Buenos Aires (Stock, 1992).

Como puede apreciarse, a diferencia de lo que sucede con *S. rarum*, el número de hallazgos correspondientes a *S. carpocapsae*, *S. feltiae*, *S. glaseri*, *S. ritteri* y *S. scapterisci* es menor. En relación a esta situación, tal vez sería probable que estas especies presenten especificidad más estrecha, restringida a determinados hospedadores, tal el caso de *S. scapterisci*, asociada naturalmente a *Scapteriscus borellii* (Orthoptera: Gryllotalpidae) (Stock, 1992).

Respecto a *S. diapreppesi*, es la especie más recientemente detectada en Argentina. Se la encontró por primera vez en Santa Rosa de Calchines, provincia de Santa Fe, y posteriormente, se detectaron otras dos poblaciones en Cabal y Colonia Campo del Medio, Hasta el momento su distribución se limita a la provincia de Santa Fe (Lax et al., 2011; 2017; Caccia et al., 2013; Del Valle et al., 2013).

En base a la información presentada, se evidencia que la diversidad de los géneros *Steinernema* y *Heterorhabditis* en Argentina es similar, si se consideran la totalidad de poblaciones halladas pertenecientes a uno u otro: 56 y 60, respectivamente. Cabe señalar que la familia Heterorhabditidae era la más abundante en cuanto a cantidad de poblaciones halladas, tendencia que cambió

en los últimos años, por los numerosos registros de *S. rarum*.

En relación al número de especies pertenecientes a cada género, *Steinernema* presenta mayor diversidad, reuniendo siete especies, en tanto que *Heterorhabditis* es monoespecífico.

Teniendo en cuenta los hallazgos en cada provincia, Córdoba resulta, hasta el presente, la provincia de Argentina con mayor número de poblaciones de nematodos entomopatógenos (66 en total), seguida de Santa Fe (25), Buenos Aires (11), Río Negro (5) La Pampa (4) y Chubut, La Rioja, Mendoza, Neuquén y San Juan, con solo una población en cada una de ellas. De las tres provincias con mayor cantidad de poblaciones, en Córdoba se advierte un predominio del género *Heterorhabditis* (37) respecto a *Steinernema* (29) y en las otras dos provincias, por el contrario, la situación es al revés, siendo el género *Steinernema* el más frecuentemente hallado en Santa Fe (17/8) y Buenos Aires (7/4).

La diversidad de nematodos entomopatógenos se ha incrementado en el mundo. En Argentina, han sido detectados en una variedad de ambientes, en regiones montañosas o de llanura, cultivadas o naturales, e incluso en áreas urbanas, con características climáticas y edáficas diversas, evidenciando una marcada capacidad de adaptación (Stock, 1995; Doucet y Doucet, 1997).

La presencia de nematodos entomopatógenos estaría relacionada con la disponibilidad de insectos susceptibles (Kaya, 1990) y con las características fisicoquímicas del suelo, como pH, temperatura, humedad y granulometría y otros factores (Vänninen et al., 1989). Se ha sugerido que el análisis de estas variables debería complementar la caracterización taxonómica de las poblaciones halladas (Koppenhöfer y Kaya, 1999). Escasos trabajos en Argentina han contemplado estos factores al señalar la detección de nuevas poblaciones (Giayetto y Cichón, 2006; Cagnolo et al., 2016).

## CONCLUSIONES

Este trabajo reúne la información referida a la diversidad y distribución de los nematodos entomopatógenos hallados en Argentina hasta la actualidad y proporciona una base para futuras prospecciones en el país. Dada la extensa superficie que abarca nuestro territorio, se hace necesario continuar y extender los muestreos a sitios no explorados aún. Es probable, entonces, que la diversidad actual de este grupo se incremente. Cabe señalar que el conocimiento de las especies autóctonas es imprescindible para su empleo en el control biológico de plagas.

## AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue realizado con fondos provenientes de la Secretaría de Ciencia y Tecnología. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. Resolución 313/16

## REFERENCIAS

- [1] Achinelly MF., Eliceche DP., Belaich MN, y Ghiringhelli, PD., (2017), "Variability study of entomopathogenic nematode populations (Heterorhabditidae) from Argentina", *Brazilian Journal of Biology*, 77(3):569-579.
- [2] Adams B.J., Burnell A.M. y Powers T.O., (1998), "A Phylogenetic Analysis of *Heterorhabditis* (Nemata: Rhabditidae) Based on Internal Transcribed Spacer 1 DNA Sequence Data", *Journal of Nematology*, 30(1):22-39.
- [3] Adams B.J., Fodor A., Heather S., Koppenhöfer H.S., Stackebrandt E. Stock S.P. y Klein M.G., (2006), "Biodiversity and systematics of nematode-bacterium entomopathogens", *Biological Control*, 37(1):32-49.
- [4] Agüera de Doucet M.M., (1986). "A new species of *Neoplectana* Steiner, 1929 (Nematoda: Steinernematidae) from Córdoba, Argentina", *Revue Nematologie*, 9(4):317-323.
- [5] Agüera de Doucet M.M., (1995), "Caracterización de una población de *Steinernema carpocapsae* (Nematoda: Steinernematidae) aislada en Córdoba, Argentina", *Nematologia Mediterránea*, 23(2):181-189.
- [6] Agüera de Doucet M.M. y Doucet M.E., (1986), "Nuevos datos para el conocimiento de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975", *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, XXI (1):1-10.
- [7] Agüera de Doucet, M.M†, Bertolotti M.A., Cagnolo S.R., Doucet M.E. y Giayetto A.L., (2001), "Consideraciones acerca de nematodos entomófagos (Mermithidae, Heterorhabditidae, Steinernematidae) de la provincia de Córdoba", *Boletín de la Academia Nacional de Ciencias*, 66:75-85.
- [8] Ahmad R., (1974), "Studies on *Graphognathus leucoloma* (Boh.) Col.: Curculionidae and its natural enemies in the central provinces of Argentina", *Technical Bulletin Commonwealth Institute of Biological Control*, 17:19-28.
- [9] Bedding R.A. y Akhurst R.J., (1975), "A simple technique for the detection of insect parasitic rhabditid nematodes in soil", *Nematologica*, 21(1):109-110.
- [10] Bernardi Desch N.P., (2016), "Caracterización ecológica de dos nematodos entomopatógenos aislados en Argentina", *XX Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral*, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- [11] Bertolotti M.A. y Doucet M.M.A. de, (1995), "Descripción de una nueva población de *Steinernema rara* (Doucet, 1986) (Steinernematidae) de Córdoba, Argentina", *XII Jornadas Científicas de la Sociedad de Biología de Tucumán*, Sociedad de Biología de Tucumán, Tafí del Valle, Tucumán, resumen 3.
- [12] Bertolotti M.A. y Doucet M.M.A. de, (1999), "*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1975: Description of two new isolates from Córdoba, Argentina, and analysis of variability", *Nematropica*, 29(2):117.
- [13] Brignone A., Doucet M.M.A. de, Doucet M.E., Bertolotti M.A. y Cagnolo S.R., (2001), "Characterization of an isolate of *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975 (Heterorhabditidae) from Mendoza, Argentina", *Nematropica*, 31(2):122.
- [14] Burnell A.M. y Stock S.P., (2000), "*Heterorhabditis*, *Steinernema* and their bacterial symbionts - lethal pathogens of insects", *Nematology*, 2(1):31-42.
- [15] Caccia M., Rondan Dueñas J., Del Valle E.E., Doucet M. y Lax P., (2013), "Caracterización de un aislado de *Steinernema diaprepesi* de la provincia de Santa Fe, Argentina", *Nematropica*, 43(2):282.
- [16] Cagnolo S.R. y Bertolotti M.A., (2011), "Detection of entomopathogenic nematodes (Heterorhabditidae) in two Departments of Córdoba", *Biocell*, 35(3):238.
- [17] Cagnolo S.R., Carranza F., Trimarchi L. y Bertolotti M.A., (2016), "New finding of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema rarum* (Nematoda: Heterorhabditidae, Steinernematidae) in Córdoba, Argentina", *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales, nueva serie*, 18(2):191-199.
- [18] Cuellar N., Rondán Dueñas J., Del Valle E.E., Doucet M. y Lax P., (2017), "Identificación molecular de dos aislados de nematodos entomopatógenos de la provincia de Córdoba", *XXI*

- Jornadas Científicas de la Sociedad de Biología de Córdoba*, Sociedad de Biología de Córdoba, La Falda, Argentina, pág. 35.
- [19] Cuellar N., Rondan Dueñas J., Del Valle E., Doucet M.E. y Lax P., (2018), "Identificación molecular de aislados argentinos de nematodos entomopatógenos", *XXXV Congreso Brasileiro de Nematología*, Sociedad Brasileira de Nematología, Bentos Gonçalves, Brasil, resumen 0206.
- [20] Del Valle E.E., Lax P., Rondán Dueñas J. y Doucet M.E., (2013), "Effects of insect cadavers infected by *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema diaprepsi* on *Meloidogyne incognita* parasitism in pepper and summer squash plants", *Ciencia e investigación agraria*, 40(1):109-118.
- [21] Doucet M.M.A. de, (1986), "Técnica rápida para la detección de nematodos entomófagos", *Revista de Ciencias Agropecuarias*, 5:57-63.
- [22] Doucet M.M.A. de, (1990), "Nuevos datos de nematodos entomófagos en la provincia de Córdoba, Argentina", *Nematropica*, 20(1):4.
- [23] Doucet M.M.A. de, (1996), "Studies on the genus *Heterorhabditis* Poinar, 1975 in Argentina", *XX International Congress of Entomology*, Florencia, resumen 47.
- [24] Doucet M.M.A. de y Bertolotti M.A., (1994), "Nuevos registros de nematodos entomófagos (Steinernematidae; Heterorhabditidae) en Córdoba, Argentina", *XI Jornadas Científicas de la Sociedad de Biología de Tucumán*, San Pedro de Colalao, Tucumán, resumen 38.
- [25] Doucet M.M.A. de y Bertolotti M.A., (1995a), "Nematodos entomoparásitos del centro-este de Argentina", *X Jornadas Científicas de la Sociedad de Biología de Córdoba*, Sociedad de Biología de Córdoba, La Cumbre, Córdoba, resumen 119.
- [26] Doucet M.M.A. de y Bertolotti M.A., (1995b), "New records of entomogenous nematodes (Steinernematidae; Heterorhabditidae) in Córdoba, Argentina", *Nematropica*, 25(2):86.
- [27] Doucet M.M.A. de y Bertolotti M.A., (1996), "Una nueva población de *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar 1975, para Argentina. Caracterización y acción sobre el huésped", *Nematología Mediterránea*, 24(2):169-174.
- [28] Doucet M.M.A. de y Doucet M.E., (1990), "*Steinernema ritteri* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae) with a key to the species of the genus", *Nematologica*, 36(1-4):257-265.
- [29] Doucet M.M.A. de y Giayetto A.L., (1998), "Distribution of *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema rarum* (Heterorhabditidae & Steinernematidae) in cultivated fields in Oliva, Córdoba, Argentina", *Nematropica*, 28(2):128-129.
- [30] Doucet M.M.A. de y Giayetto A.L., (1999), "Virulence and host range of four isolates of *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975 from the Upper Valley of Río Negro and Neuquén, Patagonia, Argentina", *Nematropica*, 29(2):121-122.
- [31] Doucet M.M.A. de, Bertolotti M.A. y Cagnolo S.R., (1996), "On a new isolate of *Heterorhabditis bacteriophora* from Argentina: life cycle and description of infective juveniles, females, males and hermaphrodites of 2nd and 3rd generations", *Fundamental and applied Nematology*, 19(5):415-420.
- [32] Doucet M.M.A. de, Bertolotti M.A. y Miranda M.B., (1997), "Distribución de *Heterorhabditis* Poinar, 1975 (Nematoda: Heterorhabditidae) en Argentina y su relación con el origen marino del género", *Nematropica*, 27(2):107-108.
- [33] Doucet M.M.A. de, Bertolotti M.A., Giayetto A.L. y Cagnolo S.R., (1998a), "New records of entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis* and *Steinernema* in Córdoba, Argentina", *Nematropica*, 28(2):129-130.
- [34] Doucet M.M.A. de, Di Rienzo J.A., Herrero D.P. y Bertolotti M.A., (1998b), "*Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1975: Description of a population from San Isidro, Buenos Aires, and comparative analysis of known Argentinean populations", *Nematropica*, 28(2):129.
- [35] Doucet M.E. y Doucet M.M.A. de, (1996a), "La Nematología Agrícola en Argentina Continental: Aspectos Generales de su Historia y su Presente", *Nematología Brasileira*, 20(2):81-106.
- [36] Doucet M.E. y Doucet M.M.A. de, (1996b), "Nematodos del Suelo y Agua Dulce de la Provincia de Córdoba", En: *Biodiversidad de la Provincia de Córdoba*, 41-61, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.
- [37] Doucet M.E. y Doucet M.M.A. de, (1997) "Nematodes and agriculture in Continental Argentina. An overview", *Fundamental and applied Nematology*, 20(6):521-539.
- [38] Doucet M.E., Bertolotti M.A., Giayetto A.L. y Cagnolo S.R., (2006), "Nematodos entomopatógenos de las Familias Heterorhabditidae y Steinernematidae en Argentina", *XII Jornadas Fitosanitarias Argentinas*, Universidad Nacional de Catamarca, San Fernando del Valle de Catamarca, 164-165.
- [39] Doucet M.E., Bertolotti M.A., Cagnolo S.R. y Lax P., (2008), "Nematodos entomofílicos de la provincia de Córdoba, Argentina", *Anales de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria*, LXII: 263-297.
- [40] Echevarría D., (2018), "Caracterización e infectividad de un aislado de *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) detectado en la Provincia de Córdoba, Argentina", Tesis de grado. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 35 pp.
- [41] Echevarría D., Cagnolo S.R. y Bertolotti M.A., (2018a), "Identificación específica y análisis de variabilidad de un aislado perteneciente al género *Heterorhabditis* (Nematoda: Heterorhabditidae)", *XX Congreso y XXXVIII Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Rosario*, Rosario, 152.
- [42] Echevarría D., Cagnolo S.R. y Bertolotti M.A., (2018b), "Susceptibility of *Botanochara octoplagiata* (Spaeth, 1909) (Coleoptera: Chrysomelidae) to the entomopathogenic nematode *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar, 1976", *Biocell*, 42(suppl.1):48.
- [43] Eliceche D.P., Belaich M.N., Ghiringhelli P.D. y Achinelly M.F., (2017), "*Heterorhabditis bacteriophora* pampean-strain Veli (Nematoda): identification and pathogenicity against the strawberry pest *Lobiopa insularis* (Coleoptera: Nitidulidae)", *Revista Colombiana de Entomología*, 43(2):223-232.
- [44] Eliceche D. Palma L., Ferrari W., López N., Achinelly F., Belaich M., Ghiringhelli D. Benintende G. y Sauka D., (2018), "Aislamiento y caracterización de una cepa entomopatógena de *Photorhabdus luminescens* obtenida a partir de una población nativa de *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda)", *IV Congreso Argentino de Microbiología*, Asociación Argentina de Microbiología, Mar del Plata, Argentina, póster B40.
- [45] García del Pino F. y Palomo A., (1996), "Natural occurrence of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae and Heterorhabditidae) in Spanish soils", *Journal of Invertebrate Pathology*, 68(1):84-90.
- [46] Giayetto A.L. y Cichón L.I., (2006), "Distribución, gama de huéspedes y especificidad de cinco poblaciones de *Heterorhabditis bacteriophora* (Nematoda: Heterorhabditidae) del Alto Valle de Río Negro y Neuquén, Argentina", *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 35(2):163-183.
- [47] Giayetto A.L., Doucet M.M.A. de y Bertolotti M.A., (1998), "Entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Heterorhabditidae & Steinernematidae) in North Patagonia, Argentina", *Nematropica*, 28(2):132-133.
- [48] Hominick W.M., Reid A.P., Bohan D.A. y Briscoe B.R., (1996), "Entomopathogenic nematodes: Biodiversity, geographical distribution and de convention on Biological Diversity", *Biocontrol Science and Technology*, 6(3):317-331.
- [49] Hominick W.M., Briscoe B.R., del Pino F.G., Heng J., Hunt D.J., Kozodoy E., Mraček Z., Nguyen K.B., Reid A.P., Spiridonov S., Stock P., Sturhan D., Waturu C. y Yoshida M., (1997), "Biosystematics of entomopathogenic nematodes: current status, protocols and definitions", *Journal of Helminthology*, 71(4):271-298.
- [50] Kaya H.K., (1990), "Soil Ecology", En: *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, 93-115, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [51] Labaude S. y Griffin C.T., (2018), "Transmission Success of Entomopathogenic Nematodes Used in Pest Control", *Insects*, 9(2):72.

- [52] Kaya H.K. y Stock S.P., (1997), "Techniques in insects nematology", En: *Manual of Techniques in Insects Pathology*, 281-234, Academic Press, San Diego, California, USA.
- [53] Koppenhöfer A.M. y Kaya H.K., (1999), "Ecological characterization of *Steinernema rarum*", *Journal of Invertebrate Pathology*, 73(1):120-128.
- [54] Lacey L.A., Frutos R., Kaya H.K. y Vail P., (2001), "Insect pathogens as biological control agents: do they have a future?", *Biological Control*, 21(3):230-248.
- [55] Lax P., Del Valle E.E., Rondán Dueñas J., Caccia M., Gardenal C. y Doucet M., (2011), "First record of *Steinernema diaprepesi* (Steinernematidae) in Argentina", *Nematropica*, 41(2):113.
- [56] Lax P., Rondán Dueñas J., Del Valle E.E., Cuellar N. y Doucet M., (2017), "Caracterización molecular de nematodos entomopatógenos aislados en la provincia de Santa Fe", *Journal of Basic & Applied Genetics*, 28(1):72.
- [57] Nguyen K.B., (2017), "Morphology and taxonomy of entomopathogenic nematodes", tomado de, <<http://entnem.ifas.ufl.edu/nguyen/morph/kbnstein.htm>> (18.08.2018).
- [58] Nguyen K.B. y Buss E.A., (2011), "*Steinernema phyllophagae* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Florida, USA", *Nematology*, 13(4):425-442.
- [59] Nguyen K.B., AmbrósGinarte C.M., Leite L.G., Dos Santos J.M. y Harakava R., (2010), "*Steinernema brazilense* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from Mato Grosso, Brazil", *Journal of Invertebrate Pathology*, 103(1):8-20.
- [60] Orozco-Uribe M.C., Hueso-Guerrero E.J., Fallad-Chávez J., Aquino-Bolaños T., Vargas-Amado G. y Villalobos-Arámbula A.R., (2008), "Obtención de Secuencias de DNAr ITS y LSU para la Identificación de un Aislado de Nematodo Entomopatógeno Nativo (Rhabditida: Steinernematidae)", En: *Avances de la investigación científica en el CUCBA*, 155-160, TAGIT, Tecnología y Aplicaciones Gráficas, Jalisco, México.
- [61] Poinar G.O. Jr., (1990), "Taxonomy and Biology of Steinernematidae and Heterorhabditidae", En: *Entomopathogenic Nematodes in Biological Control*, 54, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [62] Poinar G.O. Jr., (1993), "Origins and phylogenetic relationships of the entomophilic rhabditids, *Heterorhabditis* and *Steinernema*", *Fundamental and applied Nematology*, 16(4):333-338.
- [63] Rodríguez M.G., Hernández-Ochandía D. y Gómez L., (2012), "Nematodos entomopatógenos: elementos del desarrollo histórico y retos para su consolidación como biorreguladores en la agricultura en Cuba", *Revista de Protección Vegetal*, 27(3):137-146.
- [64] Salas A., Eliceche D.P., Belaich M.N. y Achinelly M.F., (2013), "Biología, patogenicidad y multiplicación de un aislamiento nativo del nematodo entomopatógeno *Heterorhabditis bacteriophora* proveniente de huertas de cultivo orgánico en Argentina", *Nematropica*, 43(2):322-323.
- [65] Shapiro-Ilan D.I., Gardner W.A., Fuxa J.R., Wood B.W., Nguyen K.B., Adams B.J., Humber R.A. y Hall M.J., (2003), "Survey of entomopathogenic nematodes and fungi endemic to pecan orchards of the Southeastern United States and their virulence to the pecan weevil (Coleoptera: Curculionidae)", *Environmental Entomology*, 32(1):187-195.
- [66] Stock S.P., (1992), "Presence of *Steinernema scapterisci* Nguyen et Smart parasitizing the mole cricket *Scapteriscus borelli* in Argentina", *Nematologia Mediterranea*, 20(2):163-165.
- [67] Stock S.P., (1993a), "Description of an Argentinian strain of *Steinernema feltiae* (Filipjev, 1934) (Nematoda: Steinernematidae)", *Nematologia Mediterranea*, 21(2):279-283.
- [68] Stock S.P., (1993b), "A new species of the genus *Heterorhabditis* Poinar, 1975 (Nematoda: Heterorhabditidae) parasitizing *Graphognathus* sp. larvae (Coleoptera: Curculionidae) from Argentina", *Research and Reviews in Parasitology*, 53(3-4):103-107.
- [69] Stock S.P., (1995), "Natural populations of entomopathogenic nematodes in the Pampean region of Argentina", *Nematropica*, 25(2):143-148.
- [70] Stock S.P., Campbell J.F. y Nadler S.A., (2001), "Phylogeny of *Steinernema* Travassos, 1927 (Cephalobina: Steinernematidae) inferred from ribosomal DNA sequences and morphological characters", *Journal of Parasitology*, 87(4):877-889.
- [71] Stokwe N.F., Malan A.P., Nguyen K.B., Knoetze R. y Tiedt L., (2011), "*Steinernema citrae* n. sp. (Rhabditida: Steinernematidae), a new entomopathogenic nematode from South Africa", *Nematology*, 13(5):569-587.
- [72] Vänninen I., Husberg G.B. y Hokkanen H.M., (1989), "Occurrence of entomopathogenic fungi and entomopathogenic nematodes in cultivated soils in Finland", *Acta Entomologica Fennica*, 53:5-71.