

## GÉNEROS *Nacobbus* Y *Globodera*: IDENTIFICACIÓN Y MANEJO EN SOLANÁCEAS

Lax P.<sup>1</sup>, Rondan Dueñas, J.C.<sup>2</sup>, Andrade A.J.<sup>3</sup>, Doucet, M.E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Diversidad y Ecología Animal (CONICET-UNC) y Centro de Zoología Aplicada, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina; <sup>2</sup>Laboratorio de Biología Molecular, Pabellón CEPROCOR, Santa María de Punilla, Córdoba, Argentina; <sup>3</sup>Instituto de Biología de la Altura, Universidad Nacional de Jujuy, Jujuy, Argentina.

Los géneros *Nacobbus* y *Globodera* comprenden especies cuarentenarias, en virtud de las considerables pérdidas económicas que ocasionan en determinados cultivos, principalmente en solanáceas. Entre ellos, *N. aberrans sensu lato*, *G. pallida* y *G. rostochiensis* se encuentran entre los 10 nematodos fitófagos de mayor importancia a nivel mundial (Jones *et al.*, 2013). En Sudamérica, estos nematodos tienen una amplia dispersión, principalmente en la región andina de donde son originarios (Bridge & Starr, 2007; Plantard *et al.*, 2008).

### Género *Nacobbus*

Es endémico del continente americano y su *status* taxonómico es aún incierto. Considerando características morfológicas y morfométricas, comprendería las especies *N. dorsalis* y *N. aberrans* (Sher, 1970), siendo esta última la más importante por su mayor dispersión (Argentina, Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, México y Estados Unidos) y su amplio rango de hospedadores. Es conocido como el “falso nematodo de la agalla” debido a que los síntomas visibles que genera en las raíces de las plantas que parasita son similares a los producidos por *Meloidogyne* spp.

Debido a la considerable variabilidad intra-específica que muestran poblaciones de distinto origen geográfico (principalmente, a nivel morfológico, morfométrico, fisiológico, cariológico y genético), se considera que *N. aberrans s.l.* representaría un complejo de especies (Reid *et al.*, 2003; Ramirez-Suarez, 2011; Cabrera Hidalgo *et al.*, 2015). Esto ha sido corroborado con estudios filogenéticos de la región ITS del ADN ribosomal (ADNr) que han mostrado la existencia de clados con una marcada divergencia entre ellos (Lax *et al.*, 2014a). Estos autores,

también pusieron en evidencia la utilidad del gen 28S (ADNr) para inferir relaciones filogenéticas entre poblaciones de *N. aberrans s.l.*

Los principales cultivos que ataca son: tomate (*Solanum lycopersicum*), pimiento (*Capsicum annuum*), papa (*S. tuberosum*), poroto (*Phaseolus vulgaris*) y remolacha (*Beta vulgaris*). En el caso de la papa, no solo es capaz de invadir sus raíces sino también la piel de los tubérculos. En la región andina, es el principal patógeno que afecta la producción de ese cultivo, con disminuciones en los rendimientos que pueden alcanzar el 73% (Franco, 1994).

Debido a su *status* cuarentenario, la precisa identificación de *N. aberrans s.l.* es sumamente importante; por esa razón se ha hecho énfasis en el desarrollo de técnicas rápidas de rutina para detectar, principalmente, los estadios filiformes que son los que se encuentran en el material importado. Para ello, con fines diagnósticos se han diseñado sets de cebadores específicos que permiten amplificar parcialmente el gen 18S del ADNr (Anthoine & Mugniéry, 2005) o la región ITS (Atkins *et al.*, 2005). Esta última metodología permite la detección del nematodo a partir de ADN extraído de muestras de suelo y de piel de tubérculos contaminados.

Debido a su capacidad de colonizar diferentes ambientes (0-4000 m.s.n.m.) y a sus hábitos polífagos que incluyen numerosas malezas que actúan como reservorios, el control de este nematodo es complicado. A esto se le agrega la existencia de razas/grupos/patotipos que manifiestan preferencia por ciertos hospedadores, principalmente papa, tomate, pimiento, remolacha y poroto (Castiblanco *et al.*, 1999; Manzanilla-López *et al.*, 2002; Lax *et al.*, 2011). Sin embargo, cabe destacar que aún, no existe consenso sobre la metodología adecuada para desarrollar este test.

El manejo de *N. aberrans s.l.* es insatisfactorio debido a la poca información relacionada con distintos aspectos de su ciclo biológico y a la falta de herramientas de diagnóstico rápidas y confiables para su detección. Esta situación se agrava, además, por las escasas medidas de prevención destinadas a limitar tanto el incremento de sus poblaciones en el suelo así como la dispersión a nuevas áreas no contaminadas. Esto último cobra un particular interés en el caso del cultivo de papa, cuya mayor vía de disseminación, principalmente a lo largo de la región andina, ocurre por el intercambio de tubérculos contaminados.

### **Género *Globodera***

Comprende especies formadoras de quistes de considerable importancia para la agricultura, siendo *G. pallida* y *G. rostochiensis*, las principales que afectan al cultivo de papa a nivel mundial. Por esa razón, también se los conoce como “nematodos del quiste de la papa” (NQP). Si bien son parásitos de raíces, también tienen la capacidad de infectar estolones y tubérculos.

En la Comunidad Europea, las pérdidas que ocasionan alcanzan los millones de euros al año (Reid, 2009) mientras que en Bolivia y Perú, se estiman alrededor de 13 y 128 millones de dólares, respectivamente (Franco-Ponce & González-Verástegui, 2011). Cabe destacar que afectan directamente la producción del cultivo y también de manera indirecta, resultado del rechazo de papa semilla proveniente de campos infestados (Franco & Main, 2008).

La identificación de los NQP se basa principalmente en pequeñas diferencias morfológicas y morfométricas que, sumadas a su gran variabilidad intra-específica, complican significativamente su reconocimiento por la superposición de los caracteres, no sólo entre ambas especies sino también con otras del género. En América puede generarse confusión con *G. mexicana*, *G. tabacum s.l.* y *G. ellingtonae*. Este último nematodo corresponde a un nuevo NQP que fue detectado parasitando papa en la región andina; comparte características morfológicas y morfométricas con *G. pallida*, *G. rostochiensis* y con el complejo *G. tabacum* (Lax *et al.*, 2014b). Dada esa superposición entre especies muy próximas, la identificación debe ser confirmada mediante análisis moleculares, principalmente con la secuenciación de la región ITS. Sin embargo, en ciertas ocasiones, la existencia de haplotipos diferentes y la gran heterogeneidad en esa región pueden ser limitantes al utilizar sólo ese gen para la identificación de *Globodera* spp. (Madani *et al.*, 2011). El gen Hsp90 (Lax *et al.*, 2014b) y el de la corismato mutasa (Chronis *et al.*, 2014) han mostrado ser marcadores útiles para diferenciar las tres especies de NQP y *G. tabacum s.l.*

La identificación de esos organismos es importante para fines cuarentenarios y para la selección de estrategias adecuadas de manejo. La existencia de patotipos de *G. pallida* y *G. rostochiensis* con diferente virulencia y la posibilidad de cohabitar en un mismo campo, dificultan aún más el control de las poblaciones. A esto se añade la capacidad de sus quistes de persistir, 20-30 años en ausencia del hospedador, la escasa eficiencia de los nematicidas de síntesis química y el requerimiento de largas rotaciones de cultivos para reducir significativamente los niveles de infestación en el suelo (Hockland *et al.*, 2012). De allí la importancia de la prevención y el desarrollo de programas de certificación de papa semilla que garanticen su sanidad.

## Referencias

Anthoine G, Mugniéry D. 2005. Variability of the ITS rDNA and identification of *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae) by rDNA amplification. *Nematology* 7, 503-516.

- Atkins SD, Manzanilla-López RH, Franco J, Peteira B, Kerry BR. 2005. A molecular diagnostic method for detecting *Nacobbus* in soil and in potato tubers. *Nematology* 7, 193-202.
- Bridge JS, Starr [JL](#). 2007. Plant nematodes of agricultural importance: a color handbook. Academic Press, Elsevier. San Diego, USA.
- Cabrera Hidalgo AJ, Marbán Mendoza N, Valdovinos Ponce G, Valadez Moctezuma E. 2015. Genetic variability and phylogenetic analyses of *Nacobbus aberrans sensu lato* populations by molecular markers. *Nematropica* 45, 263-278.
- Castiblanco O, Franco J, Montecinos R. 1999. Razas y gama de hospedantes en diferentes poblaciones del nematodo *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935), Thorne & Allen 1944. *Revista Latinoamericana de la Papa* 11, 85-96.
- Chronis D, Chen S, Skantar AM, Zasada IA, Wang X. 2014. A new chorismate mutase gene identified from *Globodera ellingtonae* and its utility as a molecular diagnostic marker. *European Journal of Plant Pathology* 139, 245-252.
- Franco J. 1994. Problemas de nematodos en la producción de papa en climas templados en la región andina. *Nematropica* 24, 179-195.
- Franco J, Main G. 2008. Management of nematodes of Andean tuber and grain crops. En: *Integrated Management and Biocontrol of Vegetable and Grain Crops Nematodes*. Ciancio A, Mukerji KG (Eds.). Springer, Dordrecht, Netherlands, 99-117.
- Franco-Ponce J, González-Verástegui A, 2011. Pérdidas causadas por el nematodo quiste de la papa (*Globodera* sp.) en Bolivia y Perú. *Revista Latinoamericana de la Papa* 16: 233-249.
- Hockland S, Niere B, Grenier E, Blok VC, Phillips MS, Den Nijs L, Anthoine G, Pickup J, Viaene N. 2012. An evaluation of the implications of virulence in non-European populations of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis* for potato cultivation in Europe. *Nematology* 14, 1-13.
- [Jones JT](#), [Haegeman A](#), [Danchin EG](#), [Gaur HS](#), [Helder J](#), [Jones MG](#), [Kikuchi T](#), [Manzanilla-López R](#), [Palomares-Rius JE](#), [Wesemael WM](#), [Perry RN](#). 2013. Top 10 plant-parasitic nematodes in molecular plant pathology. *Molecular Plant Pathology* 14, 946-961.
- Lax P, Rondan Dueñas JC, Coronel NB, Gardenal CN, Bima P, Doucet M. 2011. Host range study of Argentine *Nacobbus aberrans sensu* Sher populations and comments on the differential host test. *Crop Protection* 30, 1414-1420.
- 
- Lax P, Rondan Dueñas JC, Gardenal CN, Doucet ME. 2014a. Phylogenetic relationships among populations of the *Nacobbus aberrans* complex (Nematoda, Pratylenchidae) reveal the existence of cryptic species. *Zoologica Scripta* 43, 184-192.

- Lax P, Rondan Dueñas JC, Franco-Ponce J, Gardenal CN, Doucet ME. 2014b. Morphology and DNA sequence data reveal the presence of *Globodera ellingtonae* in the Andean region. *Contributions to Zoology* 83, 227-243.
- Madani M, Ward LJ, De Boer SH. 2011. Hsp90 gene, an additional target for discrimination between the potato cyst nematodes, *Globodera rostochiensis* and *G. pallida*, and the related species, *G. tabacum tabacum*. *European Journal of Plant Pathology* 130, 271-285.
- Manzanilla-López RH, Costilla MA, Doucet M, Inserra RN, Lehman PS, Cid del Prado-Vera I, Souza RM, Evans K. 2002. The genus *Nacobbus* Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae): systematics, distribution, biology and management. *Nematropica* 32, 149-227.
- Plantard O, Picard D, Valette S, Scurrah M, Grenier E, Mugniéry D. 2008. Origin and genetic diversity of Western European populations of the potato cyst nematode *Globodera pallida* inferred from mitochondrial sequences and microsatellite loci. *Molecular Ecology* 17, 2208-2218.
- Ramirez-Suarez A. 2011. Biology, systematics, phylogenetic analysis and DNA character-based species diagnosis of the false root-knot nematode *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen 1944 (Nematoda: Pratylenchidae). ETD collection for University of Nebraska-Lincoln.
- Reid A, Manzanilla-López RA, Hunt DJ. 2003. *Nacobbus aberrans* (Thorne, 1935) Thorne & Allen, 1944 (Nematoda: Pratylenchidae); a nascent species complex revealed by RFLP analysis and sequencing of the ITS-rDNA region. *Nematology* 5, 441-451.
- Reid A, 2009. PCR detection of potato cyst nematode. En: *Plant Pathology, Methods in Molecular Biology*, Burns R (Ed). Vol. 508. Humana Press, New York, USA. 289-294.
- Sher SA. 1970. Revision of the genus *Nacobbus* Thorne and Allen, 1944 (Nematoda: Tylenchoidea). *Journal of Nematology* 2, 228-235.