

VIII Problemas en Especies Frutícolas asociados a los Nematodos Anillados

Cesar Bauer Gomes¹; Janaina Tauil Bernardo²; Margareth Divers²

¹Investigador Embrapa Clima Temperado, BR 392 Km 78, CP 403, 96010-971, Pelotas-RS; ²Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade, Universidade Federal de Pelotas (Ufpel), 96010-900, Pelotas-RS.

1. Introducción

Diferentes especies de frutales son parasitadas por nematodos. Esos patógenos pueden interferir directamente en el desarrollo de la planta, actuar como vectores de otros patógenos o, aún asociados a otros factores bióticos y abióticos, contribuyendo para la declinación y muerte del hospedero. Diferentes nematodos parasitan el sistema radicular de varias especies de frutales, sin embargo el nematodo del nódulo de la raíz (*Meloidogyne* spp.), de las lesiones (*Pratylenchus* spp.), nematodo de la daga (*Xiphinema* spp. y otros géneros relacionados), anillados (*Mesocriconema* spp. y *Criconemoides* spp.), son causantes del 'stubby root' (*Paratrichodorus* spp. y *Trichodorus* spp.) y el nematodo de los cítricos (*Tylenchus semipenetrans*) son los más dañinos y causantes de perjuicios (Rich *et al.*, 2006; Gomes *et al.*, 2014).

Entre los nematodos anillados, los géneros *Mesocriconema* Andrassy, 1965 (Figura 1), *Criconemoides* Taylor 1936 (Cordero *et al.*, 2012) y *Criconema* Hofmanner y Menzel 1914 (Luna-Guerrero *et al.*, 2011) son considerados ectoparásitos migradores perjudiciales en diferentes especies vegetales de importancia económica. Estos nematodos están ampliamente distribuidos en diferentes partes del mundo, afectando, varias especies de frutales, dentro los cuales, principalmente está el duraznero, ameixa, damasquero, y ceresera; pomelo, vid, manzana, y, más recientemente, pequeñas frutas como la mora y el arandano (Santo y Bolander, 1977; Mckenry y Kretsch, 1994; Whitehead, 1998; Jagdale *et al.*, 2013; Peraza-Padilla, 2014).

Los perjuicios causados por estos fitopatógenos varían principalmente con la resistencia del cultivar/porta-injerto del cultivo y con el nivel poblacional del nematodo en el suelo (Gomes *et al.*, 2014). En ese sentido, la aplicación de prácticas de manejo es de gran importancia como estrategias que posibiliten la

convivencia con el problema, una vez que el uso de nematicidas químicos además de la eficiencia relativa y de los riesgos ambientales, en frutales de rosáceas y uva, es restringido en muchos países debido a la falta de productos químicos con registro, especialmente para tales cultivos.



Figura 1. A: Cuerpo de *Mesocriconema* spp. B: Estilete robusto del nematodo anillado

2. Biología y ciclo de vida

A pesar que los nematodos anillados sean caracterizados como ectoparasitos explorando las capas más externas de las raíces, en algunos casos pueden también ser encontrados en el interior de las mismas (Loof de Grisse, 1989). Entre los nematodos anillados, *Mesocriconema xenoplax* (Raski) Loof y de Grise *Criconemella xenoplax* (Raski) Luc y Raski es la principal especie relacionada a daños y una de las más comúnmente relatadas en *Prunus* spp. y *Vitis* spp. (Bettija *et al.*, 2016). Este patógeno se alimenta de las raíces de la planta hospedera en todas las fases de su vida e induce a alteraciones celulares en los sitios de alimentación. Puede permanecer hasta ocho días en el mismo lugar parasitado a la raíz. Su ciclo de vida varía de 4 a 8 semanas, dependiendo de las condiciones climáticas, pH, tipo de suelo y de la planta hospedera. A 24°C, su ciclo de vida es de 30 días; sin embargo también se reproduce en el invierno, cuando la temperatura del suelo varía entre 7 a 13°C (Bird Melakeberhan, 1995).

La reproducción de *M. xenoplax* ocurre por partenogénesis una vez que los machos son raramente encontrados (Nyczepir y Esmenjoud, 2008). Además de eso, el nematodo anillado parece multiplicarse más rápidamente en suelos

arenosos (Stirling, 1975) de clima templado y subtropical (Whitehead, 1998). Su diseminación se da principalmente por el suelo infestado transportado por animales, equipamientos o adherido a mudas infestadas, además del agua de irrigación. *Mesocriconema xenoplax* sobrevive principalmente en plantas perennes, sin embargo también se mantiene vivo en algunos cultivos anuales y plantas infestantes hospederas (Zehr, 1990; Nyczepir; Esmenjaud, 2008; Khum *et al.*, 2015).

3. Problemas en *Prunus* spp.

Mesocriconema xenoplax es la principal especie de los nematodos anillados relacionado al marchitamiento del duraznero (Nyczepir y Esmenjaud, 2008). Daños directos causados por *M. xenoplax* han sido reportados predominantemente en duraznero, cuyos síntomas en las plantas infectadas, van desde el atrofiamiento y muerte de las raíces, clorosis hasta la pérdida del vigor (Reddy, 2014). Adicionalmente, la infección de las raíces por este patógeno puede alterar la dormancia afectando la capacidad de la planta de soportar estreses ambientales. De esta forma, pomares de duraznero con plantas debilitadas y con densidades poblacionales elevadas de *M. xenoplax*, en el suelo, asociados a condiciones adversas (déficit o exceso hídrico, pH bajo, fertilidad baja del suelo y altas variaciones térmicas, podas drásticas) predisponen a la ocurrencia del síndrome de Muerte Precoz, también conocida como Peach Tree Short Life=PTSL (Ritchie y Clayton, 1981). En el sur de los EUA, plantas parasitadas por *M. xenoplax* son más vulnerables a la muerte de plantas en función de los efectos separados o combinados con el frío y el cancro bacteriano (BCC) (*Pseudomonas syringae* pv. *Syringae*) (Nyczepir, 1990) o presentan aumento de defoliación en función del BCC (Mckenry, 1989) y de la bacteria *Xanthomonas arboricola* pv. *Pruni* (Palacio-Bielba *et al.*, 2015).

Resultados de investigaciones de larga duración demostraron que el nematodo anillado, *M. xenoplax*, es un componente biótico clave del complejo de síndrome PTSL (Nyczepir *et al.*, 1983). Además de la ocurrencia de PTSL en el sur de los EUA (Nyczepir y Esmenjaud, 2008), tal problema también ya fue relatado en duraznero en México. Los autores observaron la presencia del BCC en la gran mayoría de las áreas; y lo, asociaron a la ocurrencia de PTSL a *M. xenoplax* o *Criconema mutabilie* en 50% de esas áreas (Luna-Guerrero *et al.*, 2011). Una importante diferenciación entre PTSL y cancro bacteriano, en California-

USA, es que el daño causado por el frío no es típicamente asociado con la muerte de plantas causada por el BCC (Nyczepir y Esmenjoud, 2008). En el extremo sur del Brasil, el PTSL asociada a la ocurrencia de *M. xenoplax* ha sido un factor limitante en la persicultura a más de 30 años (Gomes *et al.*, 2014). La muerte precoz de plantas de ciruela relacionada a la ocurrencia simultánea de elevadas poblaciones de *M. xenoplax* y *Meloidogyne javanica* también ya fue relatada en la misma región (Gomes *et al.*, (2001). La muerte de duraznero también fue relatada por Ramírez (1987) citada por Ortiz (011) en Venezuela, en cambio no hay registro de agentes biológicos citados en el documento. Más recientemente, el referido síndrome fue diagnosticado en moras (*Morus alba* L.) en Costa Rica asociada a la presencia de *M. sphaerocephalum* (Taylor, 1936) Loof 1989 y *M. anastomoides* (Maqbool y Shahina, 1985) Loof y De Grisse 1989 (Peraza-Padilla, 2014).

Los síntomas del PTLS incluyen desde la presencia de ramas secas hasta la muerte completa de la planta. Además de eso, en el final de la dormancia, árboles con problemas, pueden presentar brotamiento y floración anormal, muerte de los brotes, o también puede haber brotación tardía en la parte interna de la copa y en las ramas más gruesas. En las ramas de plantas enfermas, se observan zonas alternadas de tejido sano y oscurecido, que comprometen la parte interna del tronco. Durante la poda, o cuando esas ramas son cortadas, se siente un olor semejante al del vinagre, señal característica del PTSL. En ese estadio, en que la planta está muy debilitada, se puede verificar la presencia de perforaciones en las ramas, generalmente asociados al ataque de *Scolytus* spp. (Gomes y Carneiro, 2014).

En un estudio conducido por 12 años en Carolina del Sur (Miller, 1994), estimaron pérdidas por encima de 6 millones de dólares al año debido al PTSL. En prospección de la ocurrencia de la muerte precoz de durazneros en el extremo sur de Brasil, ya fueron observadas tasas de sobrevivencia hasta de 10% en las áreas más afectadas (Mayer *et al.*, 2009). En ese sentido, los perjuicios varían anualmente una vez que tal problema se constituye por un complejo de factores y causas.

4. Problemas en Vid

M. xenoplax es uno de los nematodos parásitos de plantas más frecuentes en vid en diferentes partes del globo; teniendo un efecto negativo sobre el

desarrollo de las plantas ya registrados en áreas de Europa y de EUA (Pinkerton *et al.*, 2004). Este nematodo, bastante frecuente en Chile, ha aumentado su importancia en vid gradualmente. Juntamente con *Xiphinema index* y *X. americanum*, *Mesocriconema xenoplax* es considerado serio causante de daños económicos en el Centro y Norte de Chile (Magnuacelaya *et al.*, 2011). El parasitismo en las raíces puede producir el atrofiamiento de las vides cuyas plantas afectadas pueden presentar síntomas de enanismo, hojas de menor tamaño y sistema radicular con menor desarrollo y reducción de radículas. La manifestación de los síntomas puede variar con el cultivar y la edad de la planta, y el nivel poblacional del nematodo en el suelo y ser influenciado por estrés ambiental; sin embargo, los daños parecen ser más evidentes en el trasplante (Pinkerton *et al.*, 2004; 2005), a pesar de haber pocos estudios en este patosistema, algunas evidencias sugieren que plantas de uva infestadas con el nematodo anillado son posiblemente más propensas a lesiones en el invierno (Bettija *et al.*, 2016).

Gomes *et al.* (2009) conduciendo un estudio sobre la diversidad de la nematofauna asociada al decaimiento de la vid en la región serrana del sur de Brasil, se observó la presencia del nematodo anillado (*Mesocriconema* sp.) en 100% de muestras provenientes de áreas que presentaban problema. En trabajo reciente, Kuhn (2015) verificó la patogenicidad de diferentes poblaciones de *M. xenoplax* sobre diferentes cultivares de *V. labrusca* y un porta injerto de *V. berlandieri* x *V. riparia* de vid. De acuerdo con el mismo autor, todos los genotipos probados fueron susceptibles habiendo correlación negativa entre reproducción del nematodo y peso de la parte aérea y/o raíz para los cultivares de *V. labrusca*. A pesar de existir referencia de decaimiento de *V. labrusca* cv. Concord asociado al parasitismo con *M. xenoplax* (Klinger, J, 1975), todavía son necesarios estudios más detallados en las condiciones brasileras para la vinculación del decaimiento de vid con el nematodo anillado como agente primario. De acuerdo con Nyczepir *et al.*, (1987), el parasitismo de las raíces de duraznero por el nematodo anillado, induce a la disminución de los niveles de azúcares (glicosilación) que son la fuente de energía primaria para las células de la planta; predisponiendo a los durazneros a daños provenientes de estrés ambiental o de causa biótica como el chancro bacteriano. En ese sentido, el autor sugiere que tal acontecimiento puede también ser verdadero para la vid.

5. Manejo de nematodos parásitos de frutales

Entre las prácticas de manejo empleadas en el control de nematodos parásitos de frutales, las primeras acciones ya deben ser iniciadas en la instalación del área, luego del análisis nematológico del suelo, revisando las plantaciones, procurando áreas libres y sin patógenos o con poblaciones por debajo del daño económico de tales plagas fitoparásitas. Sin embargo, en áreas infestadas por nematodos, se debe tener en cuenta que especies y sus respectivos niveles poblacionales ocurren en el suelo para la toma de decisiones. En esa condición el primer paso a ser dado es el uso de portainjerto resistentes o tolerantes a los nematodos plagas presentes localmente (Gomes y Carneiro, 2014).

En el caso del duraznero, a pesar de no disponerse de portainjertos resistentes, en los EUA, existe material genético como el 'Guardian'[®] que es resistente a varias especies del nematodo del nódulo de la raíz, al BCC y tolerante al nematodo-anillado y a *Pratylenchus penetrans* (Okie *et al.*, 1994; Nyczepir y Esmenjaud, 2008); sin embargo, Guardián es susceptible al hongo de suelo *Armillaria* spp. y presenta baja germinación de las semillas (Beckman *et al.*, 1997). Recientemente, fue lanzado también en los EUA el porta injerto 'Sharpe', cuyo uso en áreas con antecedentes de muerte precoz permite mayor sobrevivencia de las plantas comparativamente al 'Guardian', lo que hace de este portainjerto una alternativa viable en áreas infestadas por ser resistente a *M. incognita*, *M. floridensis* y *Armillaria* spp.; presentan menor exigencia al frío y ser de dominio público (Beckman *et al.*, 2008): En cambio, en países como Brasil, pruebas preliminares conduciéndose para injertos de cultivares de duraznero nacional sobre Sharp han evidenciado bajo prendimiento limitando su uso apenas en ciruelas (Ueno, B., comunicación personal).

Considerando el manejo del nematodo anillado en el preplantío en un local infestado o en áreas de *Prunus* spp. ya establecidos con ocurrencia del PTSL, se debe proceder primeramente al empleo de medidas auxiliares visando la atenuación del problema.

De acuerdo con Ritchie (1988), densidades poblacionales de 38–83 *M. xenoplax*/100 cm³ de suelo, en las condiciones de Carolina del Norte-EUA, son indicativos de la ocurrencia de PTSL, cuando entonces se puede efectuar el control químico por el uso de nematicidas conforme recomendaciones técnicas locales. En los EUA el producto químico 1-3-dicloropropeno es registrado

como nematicida en preplantación es muy efectivo; sin embargo, al ser retirado del mercado, Fenamiphós es el único nematicida registrado para uso en posplantío (Ferris *et al.*, 2004) y solo es efectivo cuando es usado todos los años.

En relación al empleo de portainjertos de vid en el manejo del nematodo anillado, la mayoría de los materiales ya probados son susceptibles, excepto para los genótipos VRO39-16, 420A y 101-14 que son resistentes, y, 4453 Malegue, 110R, USDA 6-19B y USDA 10-23B moderadamente resistentes a *M. xenoplax*, siendo los dos últimos también resistentes a *M. javanica*, *M. incognita*, *M. chitwood*, *P. vulnus* y *T. semipenetrans* (Ferris *et al.*, 2012; Schreiner y Zasada, 2013). En función de las dificultades de control del nematodo anillado en California-USA, Storey (2013) sugiere algunos cambios en el proceso productivo de la uva han contribuido para el agravamiento del problema en los últimos años: en el pasado las áreas eran fumigadas antes del plantío de las vides, una práctica que se tornó rara; aumento del estrés que debilita la vid por el hecho de dejar las uvas por mucho tiempo, en condiciones de irrigación deficiente; todo por el hecho de que los portainjertos modernos sean más bajos. En ese sentido, medidas preventivas con determinación del nivel poblacional de *M. xenoplax* en el suelo, antes de la plantación del área, se hacen necesarias, similarmente al manejo del nematodo anillado en durazno en pre y pos-plantío con el uso de nematicidas (Storey, 2017).

En Chile, la utilización de nematicidas químicos, es el método comúnmente para controlar nematodos parásitos en vid en función de la falta de portainjertos tolerantes o resistentes. En trabajo conducido en Los Andes, Chile, Magunacelaya *et al.* (2011) observaron que un área de vid *Vitis vinifera* var. Globo rojo de 28 años y con dificultad de productividad, posterior a la aplicación de cadusafos en sistema de goteo, controló *M. xenoplax*, *X. index* y *X. americanum* presentando efecto sobre el rendimiento, como un ejemplo de aplicación de nematicidas en sistemas agrícolas con irrigación por goteo. En los EUA los nematicidas cadusafos, fenamiphos y furfural; además del producto biológico DiTera que había sido registrado para uso en la vid (Storey, 2017). Sin embargo en Brasil, no existen productos químicos con registro de uso para el cultivo.

El uso de rotación de cultivos con especies vegetales no hospederas de nematodos en áreas altamente infestadas es una táctica que desde hace mucho tiempo viene siendo utilizado en el control de *M. xenoplax* y *Meloidogyne* spp. en

preplantación de duraznero en los EUA (Nyczepir y Bertrand, 2000;). En Brasil, varios cultivos de invierno y verano (leguminosas, gramíneas y crucíferas) fueron probados en campo con esquemas de rotación y/o sucesión para la reducción de las poblaciones de *M. xenoplax*, teniéndose en cuenta la reutilización de las áreas infestadas con estos nematodos. En trabajos realizados en Embrapa Clima Temperado, extremo sur del Brasil, se observó reducciones drásticas en las poblaciones de ambas especies en condiciones de campo. Con el empleo de las combinaciones nabo forrajero-millete-avena blanca-maíz, avena blanca-mucuna-trigo-sorgo y avena negra-frejol de chanco-millete-nabo forrajero, fueron verificados reducciones de los niveles poblacionales del nematodo anillado en el suelo en más de 80%, cuyos mayores niveles de control fueron observados en los dos primeros cultivos, con posterior estabilización de sus niveles, independientemente del sistema estudiado; sin embargo para el nematodo del nódulo de la raíz *M. javanica*, tubo reducción drástica de sus poblaciones en el suelo sometido a todos los sistemas en el primer cultivo; en cambio, en la selección de los cultivos a ser escogidos para la rotación se debe tomar en cuenta escoger especies que además de suprimir las poblaciones de nematodos parásitos de plantas, sean adaptados a la región de cultivo y representen algún retorno económico al productor en el período de rotación (Carneiro *et al.*, 1998; Gomes *et al.*, 2010; Gomes y Carneiro, 2014). En ese sentido, especies vegetales no hospederas del nematodo anillado pueden hacer parte de esquemas de rotación de cultivos en áreas infestadas y destinadas al plantío de vid.

El uso de plantas antagonistas en el manejo de nematodos parásitos de plantas en áreas ya establecidas, también puede contribuir en la reducción de los daños causados por los fitonematodos. En un estudio conducido en áreas orgánicas de duraznero infestado con el nematodo anillado en el extremo sur del Brasil, cuya área debajo de las plantas fue sembrada con millete y se observó el efecto antagónico de ese cultivo sobre las poblaciones del patógeno (Gomes *et al.*, 2008). El cultivo de millete en el verano y de la avena en el invierno asociado a la incorporación de torta de mamona parece no solo contribuir en el manejo de esa plaga, como también mejorar las condiciones del suelo y calidad de los frutos (Bernardo *et al.*, 2014). Sin embargo debe tenerse cuidado para evitar la competencia de las coberturas con el duraznero; así como también, dosis muy elevadas de tal residuo las cuales pueden favorecer la

ocurrencia de pudriciones de frutos en función del exceso de nitrógeno (Gomes, C.B., Comunicación personal).

En África del Sur, el uso de coberturas verdes en áreas de vid incluye muchas ventajas como la regulación de la temperatura y reducción de la evapotranspiración y erosión del suelo, aumento de la materia orgánica y supresión de plantas dañinas (Fourie *et al.*, 2015). Además de la rotación de cultivos, otras tácticas, como el uso de la solarización y de la biofumigación del suelo, han demostrado resultados promisorios en la supresión de nematodos en pre plantío al duraznero. Lima (2008) estudiando el efecto de la biofumigación del suelo con torta de mamona en el suelo naturalmente infestado con *M. xenoplax* en la presencia o ausencia de plantas de duraznero, verificó supresión rápida y eficiente del nematodo anillado en pre plantío; sin embargo, en áreas ya establecidas, el empleo de la biofumigación no resultó en el control del nematodo. A pesar de pocos resultados prácticos, recientemente, la utilización de agentes biocontroladores han demostrado potencial en el manejo de *M. xenoplax* en duraznero (Nyczepir *et al.*, 1998; Mota, 2012); sin embargo, la reducida o falta de productos biológicos con registro para frutales, es una restricción.

Prácticas agrícolas como el encalado, abonamiento equilibrado, poda conducida tardíamente y, control de otras plagas, parecen también ayudar en la tolerancia de la planta a los nematodos y aumentar la sobrevivencia de las plantas en áreas con problemas; en cambio el suceso de ese manejo está en la dependencia de la ocurrencia y nivel poblacional de los nematodos, del estado de las plantas y de las condiciones edafoclimáticas del lugar (Campos *et al.*, 1998; Gomes *et al.*, 2014); Así como también del tipo de abonamiento. Conforme Nyczepir (2012), la pulverización foliar de Níquel debe ser utilizada con cautela en áreas de duraznero con problemas de muerte de plantas, una vez que ese tratamiento puede afectar los procesos metabólicos y fisiológicos de las plantas y aumentar la incidencia de PTSL.

El control satisfactorio de estas plagas raramente es alcanzado con una sola medida, la integración de diferentes estrategias con el uso de porta injertos resistente/tolerante, rotación de cultivos con especies vegetales no hospederas y/o antagonistas de nematodos, control biológico, biofumigación, entre otras, pueden servir a lo largo del tiempo, para la mejoría de la sanidad y sobrevivencia de las plantas en las áreas, y así disminuir los perjuicios a la fruticultura.

6. Referencias Bibliográficas

- Beckman, T. G.; Reighard, G. L.; Okie, W. R.; Nyczepir, A. P.; Zehr, E. I.; Newall, W. C. History, current status and future potential of Guardian™ (BY520-9) peach rootstock. *Acta Horticulturae*, The Hague, v. 451, p. 251-258, 1997.
- Beckman, T. G.; Chaparro, J. X.; Sherman, W. R. 'Sharpe', a clonal plum rootstock for peach. *HortScience*, Alexandria, v. 43, n. 7, p. 2236-2237, 2008.
- Bernardo, J. T.; Krolow, A. C.; Gomes, C. B. Population dynamic of ring nematode in peach orchard managed with castor bean cake and millet crop. *Journal of Nematology*, Volume 46(2):139, 2014.
- Bettiga, L. J., Westerdahl, B. B., Ferris, H., Zasada, I. (2016). *Pest Management Guidelines: Grape*. Disponível em < <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r302200111.html> > Consultado em: 08 De Fevereiro de 2017.
- Bird, G. W.; H. Melakeberhan. 1995. *Compendium of Stone Fruit Diseases*. APS Press, St. Paul, MN. 98 pp.
- Campos, A. D.; Carneiro, R. M. D. G.; Finardi, N. L.; Fortes, J. F. Morte precoce de plantas. In: Medeiros, C.A.B.; Raseira, M. do C.B. *A cultura do pessegueiro*. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, 1998. p. 280-295.
- Carneiro, R. M. D. G.; Campos, A. D.; Pereira, J. F. M.; Raseira, M. C. B. Avaliação de porta-enxertos de *Prunus* quanto à suscetibilidade ao nematoide anelado e ao conteúdo de enzimas fenol-oxidases. *Nematologia Brasileira*, v.22, n.1, p.32-38, 1998.
- Carneiro, R. M. D. G.; Carvalho, F. L. C.; Kulczynski, S. M. Seleção de plantas para o controle de *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne* spp. através de rotação de culturas. *Nematologia Brasileira*, v.22, n.2, p. 41-48, 1998.
- Carneiro, R. M. D. G.; Fortes, J.; Almeida, M. R. Associação de *Criconemella*
- Cordero, M. A.; Robbins, R. T.; Szalanski, A. L. Taxonomic and Molecular Identification of *Mesocriconema* and *Criconemoides* Species (Nematoda: Criconematidae). *Journal of Nematology* 44(4):399-426. 2012.
- Eiseinback, J. D. Description of the blueberry root-knot nematode, *Meloidogyne carolinensis* n.sp. *Journal of Nematology*, 14(3): 303-317, 1982.
- EL -Borai, F. E.; Duncan, L. W. Nematode parasites of subtropical and tropical fruit tree crops. In: Luc, M.; Sikora, R.A.; Bridge, J. *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. 2nd ed. Washington: Cab International, 2005. p.467-492.

- Ferris, H., M. V. Mckenry, B. A. Jaffee, C. E. Anderson, Juurma. A. Population Characteristics and Dosage Trajectory Analysis for *Mesocriconema xenoplax* in California *Prunus* Orchards. *J Nematol.* 36(4): 505–516, 2004.
- Ferris, H., Zheng, L.; Walker, M. A, Resistance of Grape Rootstocks to Plant-parasitic Nematodes. *Journal of Nematology* 44(4):377–386. 2012.
- Forge, T.; Zasada, I.; Pinkerton, J.; KOCH, C. Host status and damage potential of *Paratrichodorus renifer* and *Pratylenchus penetrans* (Nematoda) to blueberry (*Vaccinium* spp.). *Canadian Journal of Plant Pathology*, 34(2): 277–282, 2012.
- J.C. FOURIEL, J.C.; Krugerii, D. H. M.; Malan, A.P. S. Afr. J. Effect of management practices applied to cover crops with bio-fumigation properties on cover crop performance and weed control in a vineyard. *Enol. Vitic.* vol.36(1): 2015.
- Fourie, J. C., Kruger, D. H. M., Malan, A. P. Effect of Management Practices Applied to Cover Crops with Bio-fumigation Properties on Cover Crop Performance and Weed Control in a Vineyard. *South African Journal for Enology and Viticulture* 36(1):146-153, 2015.
- Gomes, C. B.; F. L. C. Carvalho, J. G.; Casagrande, E. E. B. Radmann. 2010. Avaliação do potencial de coberturas verdes e de sistemas de rotações de cultura na supressão do nematoide anelado (*Mesocriconema xenoplax*) em pré- plantio ao pessegueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32:74-81.
- Gomes, C. B.; Campos, A. D.; Costa, F. A. Levantamento de nematoides fitoparasitas associados a pomares de Videira em declínio da Serra Gaúcha. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 110, 2009.
- Gomes, C. B.; Bosenbecker, V. K.; Nava, D. E. Effects of cover crop systems and organic manures in the management of *Mesocriconema xenoplax* and other pest in an organic each orchard. In: Abstracts of 5^o International Nematology Congress. Brisbane, p.279, 2008.
- Gomes, C. B.; Carneiro, R. M. D. G. Nematoides fitoparasitas do pessegueiro. In: RASEIRA, M. C. B.; PEREIRA, J.F.M.; CARVALHO, F.L.C. (Org.). *Pessegueiro*. 1ed. Brasília-DF: Embrapa, 2014, v.1, p. 487-508.
- Gomes, C. B.; Campos, A. D.; Almeida, M. R. A. Ocorrência de *Mesocriconema xenoplax* e *Meloidogyne javanica* associados à morte precoce de ameixeiras e à redução da atividade de enzimas fenol oxidases. *Nematologia Brasileira*, v.24, n.2, 249-252, 2000.

- Gomes, C. B.; Campos, A. D.; Costa, F. A. Levantamento de nematoides fitoparasitas associados a pomares de videira em declínio da Serra Gaúcha. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 110).
- Jagdale, G. B.; Holladay, T.; Brannen, P. M.; Cline, W. O.; Agudelo, P.; Nyczepir, A. P.; Noe, J. P. Incidence and Pathogenicity of Plant-Parasitic Nematodes Associated with Blueberry (*Vaccinium* spp.) Replant Disease in Georgia and North Carolina. *Journal of Nematology* 45(2):92-98, 2013.
- Klinger, J. Beobachtungen über die parasitische Aktivität des Nematoden *Macroposthonia xenoplax* an Rebenwurzeln. *Z Pflanzenkr. Pflanzenschutz*, 82:722, 1975.728.
- Kuhn, P. R. Diversidade da nematofauna em pomares de videira e agressividade de populações de *Mesocriconema* spp. em *Vitis* pp., *Prunus persica* e outras espécies vegetais. 2015. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura e Ambiente) - Universidade Federal de Santa Maria.
- Kuhm, P. R.; Kulkzinsky, S. M.; Belle, C.; Trevisan, R.; Gomes, C. B. Suscetibilidade de espécies frutíferas, forrageiras e daninhas a duas populações de *mesocriconema xenoplax*. *Nematropica*, v. 45, p. 1-7, 2015.
- Lima, D. L. Efeitos da solarização e da biofumigação do solo sobre a nematofauna e microbiota associados à cultura do pessegueiro. 2008. 70f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- Loof, P. A. A.; De Grisse, A. Taxonomic and nomenclatorial observations on the genus *Criconemella*. *Fac. Landbouww.Ri;ksuniv. Cent.*, 54/1: 53-74. 1989.
- Luna-Guerrero, A. Y.; Montes-Belmont, R.; Talavera-Rubia, M. F.; Flores-Moctezuma, H. E.; Bravo-Luna, L. Estudio preliminar de los factores bióticos y abióticos asociados a la muerte del duraznero en Morelos, México, *Nematropica*, n. 41, p.254-262, 2011.
- Magunacelaya, J. C., Mancilla, R., Ahumada, M. T. Control of *Mesocriconema xenoplax*, *Xiphinema index* and *Xiphinema americanum*. Varying cadusafos concentrations, and their effect on yield of table grapes var. Red globe over 4 years of application. *Nematropica* 41:172-184, 2011.
- Mayer, N. A.; Ueno, B.; Antunes, L. E. C. Seleção e clonagem de porta-enxertos tolerantes à morte-precoce do pessegueiro. Pelotas, Embrapa Clima

- Temperado, 2009. 16p. (Comunicado Técnico, 209).
- McKenry, M. V. Nematodes. In: LARU, E. J. H.; JOHNSON, R. S. (Ed.). Peaches, plums, and nectarines: growing and handling for fresh market. Oakland: University of California Division, Agriculture and Natural Resources, 1989, p. 139-147. (University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication, 3331).
- McKenry, M. Soil Pests. Pages 154-161 in: Raisin Production Manual. University of California Agricultural and Natural Resources Publication 3393, Oakland, CA. 2000.
- Mota, M. S. Seleção de bactérias como potenciais biocontroladoras do nematoide anelado do pessegueiro (*Mesocriconema xenoplax*). 87f. 2012. Tese (Doutorado em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas.
- Nyczepir, A. P., Reilly, C. C.; Okie, W. R. Effect of initial population density of *Criconemella xenoplax* on reducing sugars, free amino acids, and survival of peach seedlings over time. *Journal of Nematology* 19, 296-303, 1987.
- Nyczepir, A. P.; Beckman, T. G.; Reighard, G. L. Reproduction and development of *Meloidogyne incognita* and *M. javanica* on Guardian peach rootstock. *Journal of Nematology*, Lakeland, v.31, n.3, p.334-340, 1999.
- Nyczepir, A. P.; Bertrand, P. F. Preplanting bahia grass or wheat compared for controlling *Mesocriconema xenoplax* and short life in a young peach orchard. *Plant Disease* 84, 789-793, 2000.
- Nyczepir, A. P.; Esmenjaud, D. Nematodes. In: LAYNE, D.R.; BASSI, D. Eds.: The peaches: botany, production and uses. Ed. CABI., Wallingfore, UK. 2008, p.505-535.
- Nyczepir, A. P.; Zehr, E. I.; Lewis, S. A.; Harshamn, D. C. Short life of peach trees induced by *Criconemella xenoplax*. *Plant Disease*, St Paul, v.67, n.5, p.507-508, 1983.
- Nyczepir, A. P.; Wood, B. W. Foliar Nickel Application Can Increase the Incidence of Peach Tree Short Life and Consequent Peach Tree Mortality. *HortScience*, 47(2):224-227, 2012.
- Nyczepir, A. P.; Bertrand, P. F. Host suitability of selected small grain and field crops to *Criconemella xenoplax*. *Plant Disease Reporter*, Washington, DC, v.74, p.698-701, 1990.
- Ortiz, F.; Aular, J. Muerte repentina del duraznero. In: AULAR, J.; CASARES, M.; GEBÄUER, J. Manejo Hortícola de Huertos de Duraznero.

- Barquisimeto: Editorial Horizonte, C.A., 2011. 123p.
- Paes, V. S.; Soares, P. L. M.; Carneiro, F. A.; Ferreira, R. J.; Almeida, I. E. J. Santos, J. M. Tropical Plant Pathology, vol. 37(3):215-219, 2012.
- Palacio-Bielsa, A.; Berruete, I. M.; Lopez, M. M.; Penalver, J.; Morente, C.; Cubero, J.; Garita-Cambronero, J.; Sabuquillo, P.; Redondo, C.; Mitidieri, M.; Gomes, Cesar B.; Ueno, Bernardo; Castro, L. A. S.; Leoni, C.; SILVERA, E. La mancha bacteriana de los frutales de los frutales de hueso y del almendro (*Xanthomonas arboricola* pv. *pruni*) en España y Sudamérica. Phytoma Espana, v. 5, p. 21-28, 2015.
- Peraza-Padilla, W. First report of two *Mesocriconema* (Nematoda: Criconematidae) species in mulberry trees in Costa Rica. Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v. 44, n. 2, p. 223-229, Apr./Jun. 2014.
- Pinkerton, J. N., Schreiner, R. P., Ivors, K. L., Vasconcelos, M. C., Effects of *Mesocriconema xenoplax* on *Vitis vinifera* and associated mycorrhizal fungi. Journal of Nematology 36, 193-201, 2004.
- Pinkerton, J. N.; Vasconcelos, M. C.; Sampaio, T. L.; Shaffer, R. G. Reaction of grape rootstocks to ring nematode *Mesocriconema xenoplax*. American Journal of Enology and Viticulture, Davis, v. 56, p. 377 - 385, 2005.
- Raski, D. J. Nematode parasites of grapes. In: PERSON, R. C.; GOHEEN, A.C. (Ed.). Compendium of grape diseases. APS Press, St Paul, 6th ed., p.55-59, 2009.
- Reddy, P. P. Subtropical and temperate fruit crops. p.120-121. In: Plant Growth Promoting Rhizobacteria for Horticultural Crop Protection, Ed. Springer, , 2014.
- Rich, J. R.; Dunn, R. A.; Andersen. P. C. Nematodes of Backyard Deciduous Fruit Trees in Florida. Doc. NG0744, Department of Entomology and Nematology, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida.: December 2006., 6p.
- Ritchie, D. F. 1988. Population dynamics of ring nematodes and peach tree short life in North Carolina. pp. 34-37 in Proceedings 3rd Stone Fruit Decline Workshop, 28-29 Oct., 1986, Clemson University, Clemson, SC.
- Santo, G. S.; W. J. Bolander. Effects of *Macroposthonia xenoplax* on the growth of Concord grape. Journal of Nematology, v. 9, p. 215-217, 1977.
- Schreiner, P.; Zasada, I. History and management of ring nematode in western Oregon vineyards. December, 2013. Acesso em 10 Fev 2017 < <http://blogs.oregonstate.edu/owri/2013/12/10/history-management->

ring-nematode-western-oregon-vineyards/>.

Stirling, G. R. A survey of the plant-parasitic nematodes in Riverland peach orchards. *Agricultural Record*, v.2, n.2, p.11–13, 1975.

Storey, S. Ring nematode: Why is ring nematode so problematic? June 2013, 3p. Acesso em 14 Fev 2017 a . <<http://www.nemlab.co.za/index.php/publications-2/>>.

Storey, S. Nematodes in Vines: Practical guidelines for the short- and long term control of nematodes- Compiled for the Deciduous Fruit Industry. 4p. Acesso em 14 Fev 2017 a . <<http://www.nemlab.co.za/index.php/publications-2/>>.

Wehunt, R. I.; Weaver, D. J. Effect of nematodes and *fusarium oxysporum* on the growth of peach seedlings in the greenhouse. *Journal of Nematology*, v.4, n.4, p.236, 1972.

Wehunt, R. I.; Weaver, D. J. Effect of nematodes and *fusarium oxysporum* on the growth of peach seedlings in the greenhouse. *Journal of Nematology*, v.4, n.4, p.236, 1972.

Wille, C. N. Potencial de bactérias isoladas de figueira e folhelhos betuminosos no controle de *Meloidogyne incognita* em *Ficus carica* cv. Roxo de Valinhos. 108f., 2013. Tese (Doutorado em Programa de Pós-Graduação em Fitossanidade) - Universidade Federal de Pelotas.

Whitehead, A. G. Plant nematode control. Wallingford: CAB International, 1998, 384p.

Zehr, E. I.; Aitken, J. B.; Scott, J. M.; Meyer, J. R. Additional hosts for the ring nematode, *Criconebella xenoplax*. *Journal of Nematology*, St. Paul, v. 22, n. 1, p. 86-89, 1990.