

3

RESISTENCIA AO NEMATODO DO PIÑEIRO. A INVESTIGACIÓN PRODUCE COÑECEMENTO E RESULTADOS REAIS



Autores artigo orixinal: R. Díaz, E. Prada, M. Alonso Santos, L. Villar Caamaño, E. Torres Sánchez, S. Frade e M. Menéndez Gutiérrez

En: 8º Congreso Forestal Español. Ed. Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2022

A enfermidade do murchamento do piñeiro, causada polo nematodo *Bursaphelenchus xylophilus*, supón un grave perigo para os piñeirais de toda España. Esta enfermidade causou graves danos económicos e ecolóxicos en todos aqueles países onde foi introducida. Na década dos 80, foron varios países asiáticos (China, Xapón, Corea do Sur, Taiwán) os máis afectados, superando nalgúns casos o millón de hectáreas afectadas. En Europa, a enfermidade aparece por primeira vez en Setúbal (Portugal) en 1999. Nos 6 anos posteriores, cortáronse no país veciño 7 millóns de árbores sintomáticas, co obxectivo de evitar a expansión da enfermidade. Os esforzos por conter a enfermidade non foron exitosos ata hoxe, debido tanto á dificultade de controlar o vector que transmite o nematodo (un pequeno escaravello do xénero *Monochamus*) como á dificultade de controlar os movementos de madeira realizados polas persoas. En España a enfermidade detectouse en 2008, e existen actualmente 3 focos demarcados (Pontevedra, Salamanca e Cáceres). Este artigo describe a liña



Exemplar macho do nematodo da madeira do piñeiro, *Bursaphelenchus xylophilus*

de traballo que, dende 2013, está realizando o Centro de Investigación Forestal de Lourizán (CIF Lourizán) para a selección de individuos resistentes á enfermidade.

Métodos de control da enfermidade do murchamento

Os métodos de control dispoñibles actualmente, a curto e medio prazo, inclúen:

- **Trampas con cebo contra o insecto vector:** trátase dun cebo con alta capacidade de atracción para a captura de insectos vivos. Só atrae insectos maduros, polo que convén seguir avanzando no desenvolvemento de cebos para insectos inmaturos, aínda portadores do nematodo;
- **Autodiseminación de fungos entomopatóxenos:** son fungos do xénero *Beauveria* que atraen, e logo infectan, o insecto vector;
- **Inxeccións nematicidas:** ensaiouse o emprego de fungos nematicidas do xénero *Esteya* para a protección de individuos de gran valor.

Aínda que estas medidas axudaron a retardar a enfermidade nos distintos países onde foron aplicadas, resultaron insuficientes para erradicala. Así, considérase que a medida máis eficiente a longo prazo pasa polo emprego de xenotipos resistentes.

Programa de mellora xenética do piñeiro do CIF Lourizán

Este programa iniciouse a finais da década dos 80 co obxectivo de incrementar a produción de

madeira e así fomentar o sector forestal galego. Foi entón cando se estableceron os primeiros hortos de semente de piñeiro do país (*Pinus pinaster*) na provincia da Coruña (Sergude en 1991, Monfero en 1998). Entre 1995 e 2005 o CIF Lourizán levou a cabo ata 19 ensaios de proxenies co material procedente destas coleccións. Paralelamente, arredor do ano 2000 iniciouse tamén un programa de mellora xenética para o piñeiro insigne (*Pinus radiata*), o outro piñeiro de grande interese para o sector forestal galego.

Pero a aparición da enfermidade do marchamento do piñeiro en 2008 marca un punto de inflexión nestes programas de mellora, creándose unha nova liña de investigación que tiña como obxectivo afondar no coñecemento da enfermidade e obter xenotipos resistentes. Tras asegurar o financiamento a nivel nacional, e adaptar as instalacións para traballar cun organismo de corentena, en 2013 iníciase no CIF Lourizán os traballos de inoculación do nematodo en invernadoiro baixo condicións controladas.

Susceptibilidade de *P. pinaster* e *P. radiata* ao nematodo

Os investigadores estudaron a variación interespecífica na susceptibilidade ao nematodo de 6 especies de *Pinus* importantes en España (*P. pinaster*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. radiata*, *P. canariensis*, *P. halepensis*) e outras coníferas de posible interese (*Cryptomeria japonica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Sequoia sempervirens*, *Thuja plicata*), fronte a unha especie americana considerada

resistente (*P. taeda*). A análise dos resultados permitiu establecer 3 grupos de susceptibilidade:

- **moi susceptibles:** *P. sylvestris*
- **susceptibles:** *P. pinaster*, *P. radiata*
- **pouco ou nada susceptibles:** *P. pinea*, *P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. taeda*, *Cryptomeria japonica*, *Pseudotsuga menziesii*, *Sequoia sempervirens*, *Thuja plicata*.

Dada a importancia de *P. pinaster* en Galicia, os autores tamén compararon a susceptibilidade de materiais de diferentes procedencias de toda a área de distribución da especie. En total, comparáronse 32 procedencias. Os resultados amosaron diferencias importantes entre procedencias para a resistencia ao nematodo, sendo as procedencias da costa atlántica as que mostraron unha menor resistencia, e polo tanto unha maior mortalidade.

Selección do primeiro material resistente

Unha vez posto de manifesto que a poboación galega era susceptible ao nematodo, decidiuse avaliar os xenotipos da poboación do programa de mellora xenética do piñeiro que foran seleccionados nos anos 80 polo seu bo crecemento e forma. Esta avaliación mostrou que a resistencia ao nematodo é un carácter herdable e, polo tanto, ten senso incluír a liña de mellora por resistencia ao nematodo no programa de mellora do piñeiro do país, ao igual que se fixo xa no Xapón para outras especies de piñeiro. Dado que, ás veces, hai correlacións non desexables entre certos caracteres (por exemplo, en ocasións as árbo-



Danos en xenotipos da poboación do programa de mellora xenética de *Pinus pinaster* (esq.) e de *Pinus radiata* (dta.) tras a inoculación artificial do nematodo da madeira do piñeiro

res que máis medran son as que peor resisten algunhas enfermidades) xurdiu a dúbida de se, ao seleccionar as árbores nos anos 80 por crecemento e rectitude do fuste, podería terse seleccionado as árbores menos resistentes ao nematodo. Afortunadamente, a comparación do material seleccionado co material orixinal de plantacións permitiu comprobar que este non fora o caso e que, ata hoxe, non estaba tendo lugar unha *selección negativa*.

Finalmente, a análise conxunta dos datos de sensibilidade ao nematodo (en plántulas novas no invernadoiro), por unha banda, e do crecemento en volume (en plantas adultas en plantacións), pola outra, permitiron a **selección de 3 familias de piñeiro do país con alta resistencia ao nematodo, con maior rectitude e maior crecemento en volume**. Estes materiais foron incluídos no Catálogo Nacional de Materiais de Base (CNMB) en 2020. A Xunta de Galicia xa está a realizar plantacións con este material en zonas con maior risco de expansión da enfermidade.

Ensaio realizado empregando xenotipos do programa de mellora xenética de piñeiro insigne mostran que, igual que fora o caso co piñeiro do país, a resistencia ao nematodo é un carácter herdable tamén nesta especie. Este feito confirma que se poderán seleccionar os mellores xenotipos do programa por resistencia a esta enfermidade para incluírse no CNMB nun futuro próximo.

Virulencia das distintas cepas de nematodo

Os investigadores estudaron o grao de virulencia de 7 cepas de nematodos procedentes de todo o mundo, para comprobar en que lugar se situaba a virulencia da cepa galega empregada nos ensaios de inoculación. En xeral, a sintomatoloxía e a mortalidade das plántulas foi maior cando se inoculaba *P. pinaster* que cando se inoculaba *P. radiata*. Tamén existiron interaccións entre a cepa de nematodo e a especie de piñeiro inoculada. Así, en *P. pinaster* a cepa máis agresiva foi de procedencia portuguesa (Pt52T), seguida das cepas españolas, mentres que en *P. radiata* a cepa máis virulenta foi a xaponesa (S10). A cepa galega SpPO1 presentou un alto grao de

virulencia, confirmouse así que se podía seguir empregando nos ensaios de mellora xenética de *P. pinaster* e *P. radiata*.

Metodoloxías alternativas para avaliar danos por nematodo

Aínda que o **exame visual** da sintomatoloxía tras a inoculación do nematodo na planta enteira é a metodoloxía máis común para avaliar os danos por nematodo, tamén se ensaiaron outras metodoloxías:

- medición da **redución de oleoresina**: o dano do nematodo nas canles resiníferas produce un bloqueo das traqueidas que reduce o fluxo de resina, o cal se pode detectar antes de que se observen síntomas;
- medición da **fluorescencia da clorofila**: a fotosíntese retárdase a medida que avanza o dano por nematodo, o cal permite unha detección temperá da súa presenza;
- técnicas non destrutivas en **fragmentos de planta adulta**: son moi rápidas, pero non sempre funcionan. Mentres que se mostraron efectivas en especies asiáticas, en piñeiro do país non é posible distinguir ata a data os xenotipos resistentes dos susceptibles.

Conclusión

A enfermidade do murchamento do piñeiro é actualmente unha grande ameaza para as masas de piñeiros de España e de Europa. As ferramentas de control empregadas ata agora (trampas con cebo para o vector, fungos entomopatóxenos, substancias nematicidas) foron incapaces de evitar a expansión da enfermidade, só de retardala. Dende 2013 o CIF Lourizán traballa nunha liña de loita contra o nematodo, dentro do Programa de mellora xenética dos piñeiros do país e insigne. Esta liña permitiu identificar un grupo de xenotipos con elevada resistencia ao nematodo que, no caso do piñeiro do país, foron rexistrados a nivel nacional e que xa se están empregando en novas plantacións. Esta liña de investigación segue avanzando en busca de novos xenotipos aínda máis resistentes.