

## 2. ENSAYOS EN PROCEDENCIAS DE *P. pinaster*

### Objetivo:

Tras el reconocimiento del pino marítimo como especie susceptible al NMP, y dada la gran variabilidad genética de la especie, se procedió al estudio de la variación de la susceptibilidad al NMP de distintos orígenes de la península ibérica (cuatro españoles y uno portugués) y un origen francés, con el fin de determinar el grado de susceptibilidad de la población gallega de pino marítimo en comparación con otras procedencias.



### Principales resultados:

Las procedencias más dañadas, y, por tanto, con una mayor mortalidad, fueron precisamente las de aquellas zonas en las que el NMP está presente, es decir la procedencia portuguesa Leiría y la de la zona costera de Galicia, 1a-Noroeste-litoral. Esto indica que las masas presentes en Galicia podrían verse bastante afectadas por la enfermedad del marchitamiento del pino si los daños en condiciones naturales se asemejan a aquellos conseguidos en plántulas en el invernadero.

## 3. ENSAYOS EN FAMILIAS DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA DE *P. pinaster* Y *P. radiata* DEL CIF LOURIZÁN

### Objetivo:

Estos ensayos se realizan para evaluar la variación genética de la susceptibilidad de las familias de los programas de mejora gallegos de los pinos marítimo e insigne. El fin último de estos ensayos es determinar si la tolerancia al NMP puede ser incluida como un nuevo carácter de selección en los programas de mejora, ya que en los países más afectados por la enfermedad constituye uno de los principales métodos de lucha.

Hasta la fecha, se han evaluado 91 familias y 55 familias de pino marítimo e insigne, respectivamente.

### Principales resultados:

En pino marítimo, algunas de las familias destacaron por su mayor tolerancia y estabilidad al NMP, obteniéndose valores de heredabilidad moderadamente altos. En pino insigne aún no se tienen resultados definitivos, pero todo apunta a que también podrían existir algunas familias tolerantes y estables en el tiempo.

De confirmarse estos resultados en campo, podría pensarse en la obtención de plantas resistentes o tolerantes que puedan ser plantadas en futuras repoblaciones en Galicia.



## CONCLUSIONES

Las masas de *P. sylvestris*, *P. pinaster* y *P. radiata* en España podrían verse gravemente afectadas por la enfermedad del marchitamiento del pino en los lugares donde el clima sea favorable para la enfermedad.

Las medidas para el control y manejo de la enfermedad convencionales están basadas en la actuación sobre los principales organismos implicados en el desarrollo de esta: vector, patógeno y huésped, y hasta ahora no han sido suficientes para controlar la enfermedad.

Unas de las mejores soluciones para proteger las masas de pino contra la enfermedad del marchitamiento del pino radican en la selección y producción de pinos resistentes o tolerantes. Nuestros resultados muestran variación genética entre las familias del programa de mejora genética gallego de pino marítimo y altas estimaciones de heredabilidad familiar para el marchitamiento y la mortalidad. Teniendo en cuenta estos resultados, y a la espera de confirmar estos mismos resultados en el insigne, la tolerancia al NMP va a ser incluida como nuevo carácter de selección en los programas de mejora de ambos pinos.

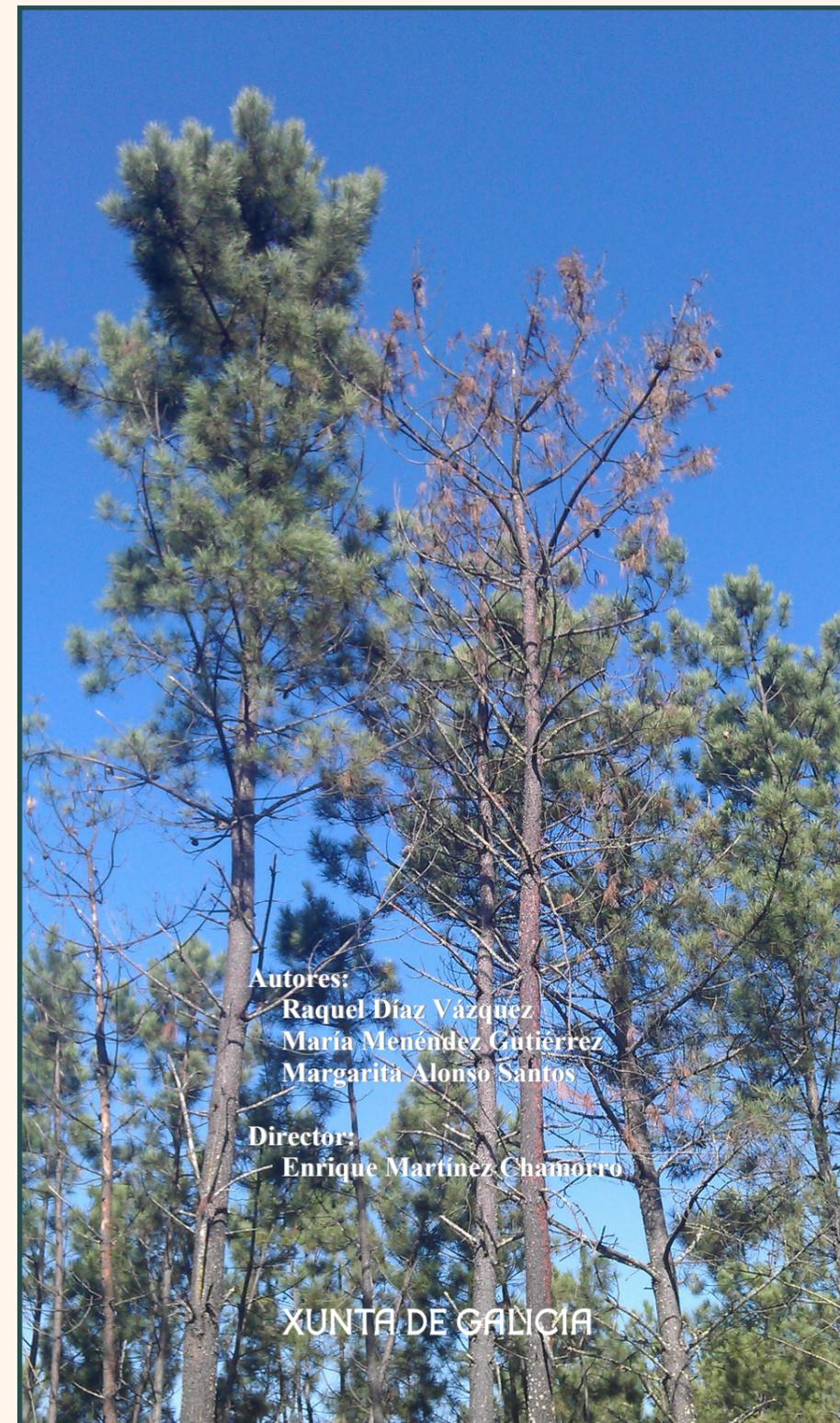


D.L.: C 2001—2017

## BIBLIOGRAFÍA

- Bonifácio, L., 2016. Pine wilt disease in Portugal. Pine Wilt Disease International Symposium. Seoul (Korea). 72-81 pp.
- Confemadera, 2015. Informe resultados Confemadera Galicia – Universidade de Vigo. 33 pp.
- De la Fuente, B., Saura, S., Beck, P.S.A., Enviado. Predicting the spread of an invasive tree pest: the pine wood nematode in Southern Europe.
- Hoshi, H., 2016. Pine wilt disease in Japan. Pine Wilt Disease International Symposium. Seoul (Korea). 57-60 pp.
- Kyeong-hak, L., 2016. Current status of pine wilt disease in Korea as an invasive species and management strategy. Pine Wilt Disease International Symposium. Seoul (Korea). 38-43 pp.

## MEJORA GENÉTICA FRENTE AL NEMATODO DE LA MADERA (*Bursaphelenchus xylophilus*) EN EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN FORESTAL DE LOURIZÁN



**Autores:**  
Raquel Díaz Vázquez  
María Menéndez Gutiérrez  
Margarita Alonso Santos

**Director:**  
Enrique Martínez Chamorro

XUNTA DE GALICIA

## EL NEMATODO DE LA MADERA DEL PINO (*Bursaphelenchus xylophilus*)

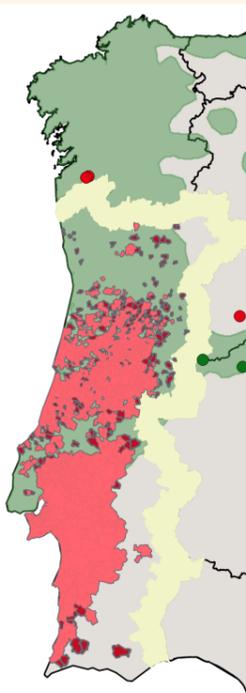


El nematodo de la madera del pino, *Bursaphelenchus xylophilus* (NMP), es el causante de la enfermedad conocida como marchitamiento del pino (Pine Wilt Disease, en inglés), la cual afecta a un gran número de coníferas provocando su marchitamiento hasta la muerte.

Originario de Norteamérica, este organismo ocasionó importantes pérdidas económicas y ecológicas en aquellos países en los que fue introducido (Japón, China, Corea, Taiwán y Portugal). En España, el primer foco se declaró en 2008 y, hasta la fecha, se han declarado otros cuatro más. De los cinco focos detectados, dos ya han sido erradicados. A pesar de que en nuestro país la evolución de la enfermedad parece lenta, hay que destacar que países que en la actualidad se encuentran muy afectados por la enfermedad, la evolución de ésta fue muy lenta al principio, pero pasados unos años causó grandes pérdidas. Por ejemplo, en Corea la enfermedad se mantuvo en la zona de Busán durante 8 años tras el primer positivo, pero poco después se detectó a más de 80 km, avanzando en la actualidad 14 km por año (Kyeong-Hak, 2016). En Portugal se detectó, e inicialmente se mantuvo en la península de Setúbal, pero transcurridos 9 años apareció a más de 200 km. Hoy en día todo Portugal ha sido declarado zona demarcada y ya se han gastado más de 50 millones de euros en su control (Bonifácio, 2016).

En los países afectados se están utilizando diversas estrategias de control para luchar frente al marchitamiento del pino (principalmente manejo de las masas afectadas y del vector, tanto con lucha química como biológica), si bien hasta la fecha ninguna de ellas ha podido detener totalmente la enfermedad. Desde los años 80, países como Japón están apostando fuertemente por la mejora genética, habiéndose encontrado árboles tolerantes a la enfermedad entre las especies asiáticas de pino. Asimismo, en los últimos años se están produciendo anualmente varios cientos de miles de plántulas tolerantes para la repoblación de sus montes (Hoshi, 2016).

### El problema en Galicia



Existe un claro riesgo de propagación de la enfermedad desde Portugal y/o los focos españoles activos. En la actualidad, el nematodo ya se extiende prácticamente por todo Portugal, y sigue avanzando con rapidez. De hecho, de la Fuente et al. (enviado) prevén que la enfermedad se extienda naturalmente en España a partir de 2022. Esto, unido a que especies como el pino marítimo (*Pinus pinaster*) y el pino insignie (*Pinus radiata*), que ocupan una gran extensión en Galicia y poseen un gran valor ecológico y económico (más de 3 millones de m<sup>3</sup> cortados en 2015; CONFEMADERA, 2015), ya han mostrado su susceptibilidad a *B. xylophilus* en el monte, hacen que debamos estar preparados ante lo que puede ser una grave amenaza al sector.

#### Leyenda

- Focos erradicados
- Focos activos
- Zona afectada marzo 2016
- Zona afectada mayo 2017
- Zona tampón
- Pinus pinaster

## MEJORA GENÉTICA FRENTE AL NEMATODO en el Centro de Investigación Forestal de Lourizán

Con el fin de ayudar a controlar el marchitamiento del pino, en el Centro de Investigación Forestal de Lourizán en 2011 se iniciaron obras para la adaptación de sus instalaciones y en 2013 los trabajos de investigación de mejora genética frente al nematodo. El fin último de los trabajos es conseguir plantas de pino marítimo y de pino insignie resistentes o tolerantes a la enfermedad.

Por ser un organismo de cuarentena, los trabajos han de realizarse bajo estrictas medidas de seguridad. El invernadero fue dotado con un depósito de almacenamiento de PEAD para aguas de limpieza, doble puerta de entrada, riego por goteo y malla de 2 x 2 mm de luz en los sistemas de ventilación.



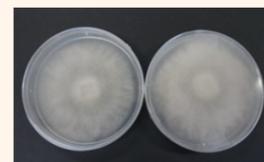
### Líneas generales de la investigación sobre el nematodo

- Evaluar el desarrollo de la enfermedad del marchitamiento del pino y la variación de la susceptibilidad frente a esta enfermedad de distintas especies del género *Pinus*; así como diversas procedencias de pino marítimo.
- Estudiar la variación genética de las familias de los programas gallegos de mejora genética de los pinos marítimo e insignie, para la selección y mejora de material tolerante al NMP.
- Determinar los factores químicos, fisiológicos y morfológicos implicados en los mecanismos de resistencia de diferentes árboles hospedantes frente al ataque del NMP, evitando tanto el desarrollo de la enfermedad como la muerte del hospedante.

### Procedimientos llevados a cabo en los ensayos

#### A. INOCULACIÓN ARTIFICIAL DE *B. xylophilus* EN PLÁNTULAS

El mantenimiento y cría de *B. xylophilus* se lleva a cabo en el hongo *Botrytis cinerea*, previamente cultivado en medio PDA (Potato Dextrosa Agar), a 25°C y en condiciones de oscuridad.



El procedimiento de inoculación consta de los siguientes pasos:

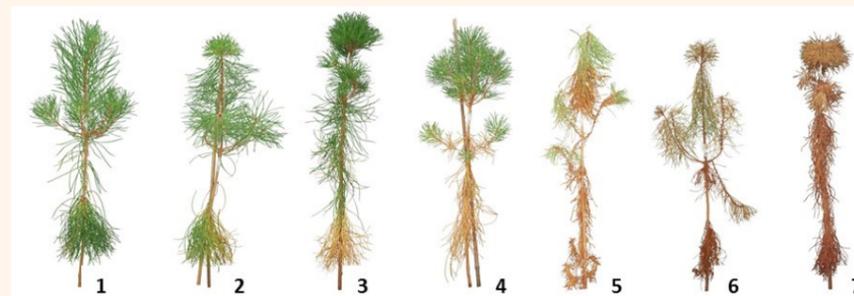
- Eliminación de las acículas del área de inoculación e esterilización de esta.
- Corte longitudinal de 2 cm eliminando la corteza, llegando al córtex.



- La herida se cubre con una tira de gasa y se forma un embudo con parafilm®.
- La suspensión de inoculación se pipetea sobre la gasa y se cierra el embudo de parafilm®.

## B. MEDICIONES

- Evaluación periódica de los síntomas siguiendo una escala del 1-7 (1, planta sana; 7, planta muerta).



- Medición de variables morfológicas (altura, diámetro, nº de ramas).
- Evaluación del estado hídrico mediante la medición del potencial hídrico.
- Medición de la fluorescencia de la clorofila para determinar daños en el aparato fotosintético.
- Análisis de compuestos químicos para determinar aquellos que puedan estar relacionados con la resistencia o tolerancia a la enfermedad.
- Extracción de los nematodos de las plantas para su cuantificación.

### Estudios realizados en el CIF Lourizán

#### 1. ENSAYOS EN ESPECIES DEL GÉNERO *Pinus*

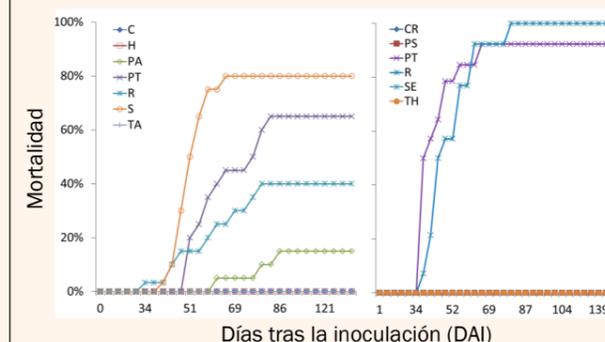
##### Objetivo:

Con el fin de determinar el grado en el que las especies de pino podrían verse afectadas en España por el NMP, se estudió la variación interespecífica en susceptibilidad al NMP de siete especies de pinos de especial importancia en España: *P. canariensis*, *P. halepensis*, *P. pinaster*, *P. pinea*, *P. sylvestris*, *P. radiata* y *P. taeda*. Además, se evaluaron otras especies de coníferas (*Pseudotsuga menziesii*, *Thuja plicata*, *Sequoia sempervirens* y *Cryptomeria japonica*) que, por su valor forestal, podrían considerarse especies alternativas para futuras plantaciones.

##### Principales resultados:

Clasificación de las especies en función de su susceptibilidad:

- Susceptibles: *P. sylvestris* (muy susceptible), *P. pinaster* y *P. radiata*
- Poco susceptibles: *P. pinea*
- Tolerantes: *P. taeda*, *P. halepensis*, *P. canariensis*, *T. plicata*, *S. sempervirens* y *C. japonica*



Cabe destacar que la migración de nematodos desde el punto de inoculación hasta las raíces fue posible en todas las especies; no obstante, la multiplicación se confirmó únicamente en las especies susceptibles.