



**2025** | **16-20**  
**GIJÓN** | **JUNIO**

**9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL**

**9CFE-1818**

Actas del Noveno Congreso Forestal Español  
Edita: **Sociedad Española de Ciencias Forestales. 2025.**  
ISBN: **978-84-941695-7-1**

Organiza





## Aproximación al impacto económico potencial del Nematodo de la Madera de Pino en el sector forestal de Galicia.

PICOS, J. (1), DIAZ VAZQUEZ, R. (2)

(1) Universidad de Vigo - Escuela de Ingeniería Forestal

(2) Centro de Investigación Forestal de Lourizán, Xunta de Galicia

### Resumen

Una de las principales amenazas para los bosques de pino en España y Europa es el nematodo de la madera de pino, *Bursaphelenchus xylophilus* (NMP), causante de la enfermedad de la marchitez del pino (EMP). Este nematodo ha generado grandes daños ambientales y económicos en los países afectados. Se prevé una expansión natural de la enfermedad en la próxima década. Galicia es la región más vulnerable, dado el peso económico y social de su industria basada en coníferas sensibles al nematodo y con el 98% de los bosques en manos privadas y altamente fragmentados. A esto se le añade el riesgo de que ante la percepción del riesgo los propietarios forestales opten por el cambio de especies o incluso abandonen la actividad forestal. El sur de Galicia, además se enfrenta al riesgo recurrente de incendios que complica la gestión preventiva. Esta contribución tiene como objetivo examinar y explorar de manera integral las implicaciones de la expansión de la EMP en el sector forestal, específicamente la cadena de valor de la madera de pino en Galicia. Junto con el daño directo, el trabajo también profundiza en los efectos de las políticas de contención y control, arrojando luz sobre su eficacia e implicaciones.

### Palabras clave

*Bursaphelenchus xylophilus*

Enfermedad de la marchitez del pino

Industria de la madera

Pérdidas económicas

### 1. Introducción

El nematodo de la madera del pino (NMP), *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner & Burher) Nickle, originario de Norteamérica, es el organismo que produce la enfermedad del marchitamiento del pino (EMP). Desde su primera aparición en Portugal en 1999 (MOTA et al. 1999) constituye una de las amenazas más graves a las que se enfrentan las masas de pinares españolas y europeas. Desde esa primera aparición su presencia en Portugal fue aumentando, llegando a declararse todo Portugal como zona demarcada en 2008. Fue a partir de 2008 cuando comenzó la aparición de focos en España, habiéndose declarado seis focos en total en Castilla y León, Extremadura y Galicia. Si bien, dos de estos focos han sido declarados erradicados, recientemente, en noviembre de 2024, un nuevo foco se declaró en el sur de Ourense (DOG 2024). Hasta la fecha, en Europa se ha detectado causando la muerte en individuos de *Pinus pinaster* Aiton (MOTA et al. 1999), *Pinus radiata* D. Don (ZAMORA et al., 2015), *P. nigra* Arnold (INÁCIO et al., 2014) y, recientemente, *P. sylvestris* L. (FONSECA et al., 2024). Recientes modelos (e. g., DE LA FUENTE et al. 2018) predicen un aumento de la expansión natural en estas comunidades autónomas en la próxima década, por lo que España comienza a ser considerada como de riesgo inevitable de infección a corto o medio plazo.

Este nematodo se considera organismo de cuarentena en Europa por los graves



daños que puede causar a las distintas especies de pino europeas su dispersión. Hasta la fecha, ha causado graves pérdidas medioambientales y económicas en los países donde se ha introducido, tanto en Asia como en Europa. Por ejemplo, en Japón las pérdidas superaron el millón de m<sup>3</sup> anual en los años 80 (HOSHI 2016), y en Portugal, debido a esta enfermedad, se cortaron más de 7 millones de árboles sintomáticos (BONIFÁCIO 2016). A pesar de que no hay datos de las pérdidas económicas ocasionadas en España por esta enfermedad, todo apunta a que pueden estar siendo ya muy elevadas.

## 2. Objetivos

En la presente comunicación se pretende dimensionar el impacto económico potencial de la expansión de la EMP en el sector forestal y la industria de transformación de la madera de pino en Galicia.

## 3. Metodología

Los problemas fitosanitarios graves, como el NMP, tienen un impacto en los servicios ecosistémicos que brindan los ecosistemas forestales. Además, afectan el flujo de ciertos productos en regiones específicas, generando un aumento de precios. Sin embargo, en el mercado global, un tipo de madera puede sustituir a otro sin mayores inconvenientes, impactando principalmente a los propietarios forestales y a las industrias locales. Estas perturbaciones incrementan los costos de producción y reducen el rendimiento, desplazando hacia arriba la curva de oferta y elevando los precios de mercado. Las crisis fitosanitarias son particularmente gravosas para los propietarios privados debido a los largos ciclos de producción, amenazando inversiones a largo plazo.

*Tabla 1 Clasificación del impacto económico por NMP (elaboración propia a partir de Zhao et al. (2020))*

Indicador	Indicador Secundario	Indicador Terciario
Pérdidas		Directas
		Indirectas

Para el caso que ocupa este informe los componentes del impacto económico que se analizarán serán los recogidos en la Tabla 2.

*Tabla 2 Componentes del impacto económico a considerar para el caso del NMP en Galicia*

Concepto
Pérdidas directas
Pérdidas Indirectas

Hay que hacer notar que estos componentes no son directamente sumables ya que p.ej. para el cálculo del sobrecoste de tratamientos se tendrá en cuenta la producción actual, sin descontar el eventual descenso ocasionado por la falta de madera, que provoca el menor valor añadido bruto considerado en el primer apartado.

#### **4. Resultados y Discusión.**

##### **4.1 Revisión del impacto económico estimaciones en otras áreas geográficas**

El impacto global de la presencia o amenaza del NMP y la EMP en áreas boscosas es una preocupación creciente desde el punto de vista económico, agravada por el cambio climático. El enfoque científico y normativo varía según la vulnerabilidad percibida de los bosques y las repercusiones económicas de las pérdidas



comerciales (WEBSTER ET AL, 2008).

En los EE.UU., las pérdidas anuales superaban los 4.200 M\$ (PIMENTEL ET AL, 2000), mientras que en Canadá se estimaban en 9.600 M\$ (COLAUTTI ET AL, 2006). BERGDAHL (1988) señala que las restricciones a la exportación de madera han reducido las exportaciones de astillas de 52 M\$ en 1981 a 5,7 M\$ en 1984. En 1985, Savannah Sales Corporation reportó una pérdida de 20 M\$ en ventas potenciales a Europa debido a los embargos.

En Corea del Sur, entre 1985 y 2015 se eliminaron 10.662.293 árboles con un coste de 609 M\$ (YIM ET AL, 2018). En Japón, la pérdida anual de madera de pino ha superado 1 millón de m<sup>3</sup> desde los 70, con una pérdida máxima de 2,4 millones de m<sup>3</sup> en 1979 (BERGDAHL, 1988).

En Noruega, BERGSENG ET AL (2012) concluyen que la EMP no es esperable con el clima actual, pero podría surgir con el cambio climático, con pérdidas directas entre 0,01 y 0,02 M€. Incluso con una mortalidad del 100% y tasa de infección de 2, se esperan 500.000 árboles muertos en 50 años, con pérdidas de 0,43 a 0,96 M€. Los costes del plan de contingencia superarían los 200 M€.

En China, ZHAO ET AL (2020) evalúan la pérdida económica entre 1998 y 2017, mostrando un crecimiento del 22% anual desde 2013. La pérdida económica total anual promedio es de 7.170 M¥ (922 M€), con pérdidas directas de 1.530 M¥ (197 M€) y pérdidas indirectas de 5.640 M¥ (725 M€). Las pérdidas de recursos forestales y costes de control son significativas. Las pérdidas unitarias por hectárea aumentaron de 9.000 €/ha en 2001 a 34.000 €/ha en 2017.

SOLIMAN ET AL (2012) modelaron los impactos económicos del NMP en la UE, pronosticando que, sin control, afectaría al 10,6% del área de la UE para 2030. Se estimaron pérdidas acumuladas de 27.000 M€ en el análisis NUTS y 22.000 M€ en resolución pixelada. Las pérdidas fueron más altas en Portugal y España, cubriéndose con importaciones y/o disminución de exportaciones, lo que elevaría el precio mundial de la madera.

El Consorcio de Evaluación de la Cadena Alimentaria (FCEC, 2012) analizó daños en la UE, estimando pérdidas entre 900 M€ y 1.700 M€ en Portugal según el nivel de mortalidad. En un escenario de propagación generalizada en la UE, las pérdidas podrían ascender a 39.000-49.200 M€.

#### 4.2 Pérdida de recursos forestales en Galicia

Los montes, independientemente de su titularidad, desempeñan una función social relevante, tanto como fuente de recursos naturales y sustento de actividades económicas como por ser proveedores de múltiples servicios ambientales, entre ellos, de protección del suelo y del ciclo hidrológico; de fijación del carbono atmosférico; de depósito de la diversidad biológica y como elementos fundamentales de la conectividad ecológica y del paisaje.

La valoración económica de los servicios prestados por el medio natural permite cuantificar, en términos monetarios, el incremento de bienestar que experimenta la sociedad gracias a los mismos.

Como referencia básica para la valoración se ha empleado la metodología diseñada en el marco del proyecto VANE “Valoración de los activos naturales de España” (MARM, 2008). El proyecto tenía el objetivo principal de facilitar la identificación y la valoración económica de las funciones y servicios ambientales en el territorio



español y fue llevado a cabo por la Universidad de Alcalá junto con el Ministerio de Medio Ambiente y con el apoyo para los activos forestales del Grupo de investigación de la Universidad Politécnica de Madrid “Economía y Sostenibilidad del Medio Natural”.

El proyecto VANE utiliza para la valoración la superficie clasificada como forestal por MFE25 y IFN4 y se valoran 13 servicios ambientales agregados en 7 aspectos diferentes.

Para el cálculo del valor de las hectáreas de coníferas amenazadas por el NMP (*P. pinaster*, *P. radiata* y *P. sylvestris*) se procederá a considerar los valores medios de los pinares y sus componentes calculados para los pinares por VANE en cada una de las provincias consideradas. Posteriormente ese valor se multiplicará para cada tesela geográfica por su superficie y por su probabilidad de ser afectado en el año de referencia, según el trabajo de DE LA FUENTE ET AL (2018). Con el fin de actualizar los valores publicados en la adaptación de VANE para las provincias de Ourense y Pontevedra, se ha utilizado el Índice de Precios de Consumo (IPC) publicado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) que implica multiplicar las cantidades por el factor 1,45 hasta 2021

*Tabla 3 Superficie (ha) en Galicia por año y probabilidad de afectación según DE LA FUENTE ET AL. (2018)*

Total Galicia	2018	2022	2026	2028
-	240.300	229.361	165.014	100.649
0,10	-	703	4.603	4.481
0,20	-	1.324	2.387	1.959
0,30	-	482	1.584	1.503
0,40	-	795	1.567	1.841
0,50	-	393	1.388	1.548
0,60	-	633	1.353	1.327
0,70	-	693	852	1.301
0,80	-	975	1.218	1.802
0,90	-	385	1.251	2.689
1,00	-	4.557	59.081	121.200
Total	240.300	240.300	240.300	240.300

*Tabla 4 Estimación de pérdidas forestales anuales para en total de Galicia en 2022, 2026 y 2028*

TOTAL GALICIA	2022	2026	2028
producción de materias primas	2,148 M€	18,600 M€	36,733 M€
provisión de agua por uso del suelo	0,236 M€	2,063 M€	8,517 M€
servicio recreativo	0,005 M€	0,046 M€	0,420 M€
caza	0,006 M€	0,049 M€	0,089 M€
control de la erosión	0,185 M€	1,598 M€	2,758 M€
captura de carbono	1,533 M€	13,296 M€	31,079 M€
conservación de la diversidad biológica	0,153 M€	1,324 M€	2,649 M€
Valor total	4,265 M€	36,974 M€	82,244 M€

### 4.3 Pérdidas asociadas a los efectos en mercado

La aparición de los brotes de NMP ha tenido graves consecuencias y restricciones en cuanto a la explotación y comercialización de madera, no solo por los efectos de la enfermedad propiamente dicha sino por las medidas sanitarias que se deben imponer para frenar su avance. Incluso en regiones donde el daño a los árboles sea escaso, la presencia de la plaga tendrá impactos importantes en la industria y en el comercio de madera.

La UE impuso una prohibición en 1993 a la importación de madera sin tratar de todas las regiones de donde el NMP es originario, incluidos EE.UU. y Canadá. Desde la entrada en vigor de dicha prohibición, las exportaciones de Canadá y Estados Unidos se han reducido hasta en dos tercios. Se estima que las restricciones a la importación han causado pérdidas de hasta 150 M\$ en los EE.UU. y hasta 700 M\$ en Canadá.

En términos de pérdidas potenciales de exportación, el análisis de FCEC (2008) de los impactos socioeconómicos y ambientales de prohibir o no el movimiento de productos de madera susceptibles de Portugal para detener la propagación de NMP proporcionó estimaciones de los impactos en varios escenarios para la UE en su conjunto. Se llegó a la conclusión de que, en el peor de los casos, en el que los socios comerciales de terceros países se muestren reacios a importar de la UE por completo (o utilizar las preocupaciones de NMP como justificación para bloquear las exportaciones, constituyendo una Barrena No Arancelaria al Comercio), las exportaciones totales actuales de la UE podrían verse afectadas. La estimación que se hizo del impacto fue de unas pérdidas de 174 M€ en valor de exportación y la puesta en riesgo de más de 11.000 puestos de trabajo. La FCEC identificó a Alemania, Suecia y Francia como los Estados Miembros más afectados ya que en aquel momento juntos representaban el 50% del valor las exportaciones de EU27.

El estudio de FCEC (2008) estimó, a precios de entonces, que el impacto global de la introducción del escenario de prohibición (durante 1 año) para el sector portugués de madera susceptible y embalajes de madera podría causar unos 115,5 M€ en términos de pérdidas de exportación. Además de esto, habría unos 176 M€ de pérdida de volumen de negocios (equivalente al 0,03% del PIB del país) y unos 40 M€ de pérdida de valor añadido.



A estos impactos, los autores del informe agregan el impacto en los segmentos posteriores de la cadena de suministro, es decir, las industrias que utilizan embalajes de madera susceptibles (pérdida de facturación estimada en 16.000 M€ o 2.6% del PIB), así como en el sector de transporte y logística (pérdida de facturación estimada en 550 M€ o el 0,08% del PIB), además de la pérdida de facturación del sector transporte de madera sensible (25 M€) y los costes de recogida y destrucción de palets superfluos (11,2 M€). Estos impactos significan que se pondrían en riesgo unos 3.300 puestos de trabajo, en los sectores directamente implicados y otros 160.000 puestos de trabajo en industrias usuarias; 4.055 en transporte y logística; y 310 en el transporte de madera susceptible. Todo esto según FCEC (2008) ocasionaría efectos sobre la economía portuguesa que podrían suponer de 2.500 M€ en aumento del déficit público.

#### 4.4 Pérdidas de Valor añadido en transformación de madera

En las áreas afectadas por NMP que, bien por mortalidad causada por EMP o bien por corta obligada por las medidas sanitarias que deban ser aplicadas, una vez extraída esa madera, no volverá a haber producción de madera con destino industrial.

Además de los daños anteriormente calculados de pérdida de los valores de la superficie forestal afectada, podría argumentarse que la madera que deja de salir genera una pérdida equivalente al valor añadido que la cadena industrial de la madera deja de producir a partir de ella.

Para la estimación de la cantidad de madera se ha empleado la superficie potencialmente afectada en 2028 establecida por DE LA FUENTE ET AL (2018) analizada por distritos forestales, y la madera de coníferas aprovechada en esos distritos en 2019 según CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL (2020). Los distritos forestales cuyas masas forestales de coníferas estarían completamente comprometidas serían los Distritos número XI, XII, XIII y XIV (en Ourense) y XVII, XVIII y XIX (en Pontevedra).

*Tabla 5 Aprovechamientos de coníferas en 2019 en los Distritos potencialmente afectados en 2028*

Distrito Forestal	Aprovechamiento	Distrito Forestal	Aprovechamiento
XI	75.985 m <sup>3</sup>	XVII	79.986 m <sup>3</sup>
XII	77.553 m <sup>3</sup>	XVIII	159.308 m <sup>3</sup>
XIII	10.703 m <sup>3</sup>	XIX	116.506 m <sup>3</sup>
XIV	104.445 m <sup>3</sup>		
Total Ourense	268.686 m <sup>3</sup>	Total Pontevedra	355.800 m <sup>3</sup>
Total Galicia	624.486 m <sup>3</sup>		

Tomando como referencia el año 2019, estos distritos producen el 16% de la madera de coníferas de Galicia.

Las coníferas producidas en Galicia suponen el 80% del consumo de madera del sector de aserrado y el 70% del sector del tablero (si tenemos en cuenta tanto



madera en rollo como subproductos procedentes del aserrado de pino).

A partir del estudio del Marco Input – Output de Galicia (IGE 2020) para los productos 16A Madeira serrada e cepillada y 16B Outros produtos de madeira (que incluye los tableros derivados de madera) y aplicando la cuota que suponen las coníferas en la materia prima empleada, se llega a la conclusión de que el Valor Añadido Bruto por m<sup>3</sup> de madera de pino que la industria de la primera transformación de Galicia obtiene es de 196 €/m<sup>3</sup>. De este modo podría afirmarse que los 624.486 m<sup>3</sup> de madera en rollo que no se aprovecharían dejarían de producir 122,4 M€ de Valor Añadido Bruto.

No se consideran siguientes transformaciones ya que aplica la hipótesis de que la segunda transformación podría trabajar con madera aserrada y tablero importado. Por otro lado, ciertamente la falta de la madera en estos distritos podría hacer que se produjera más en otros o incluso que fuera importada en rollo por la primera transformación. En ausencia de modelos econométricos que permitieran establecer modos de cálculo más detallados la aproximación realizada permite establecer un orden de magnitud de estas.

#### 4.5 Sobrecoste por tener que aplicar tratamientos

FCEC (2012) estima que si fuera necesaria la adaptación de todo el sector de embalajes de madera de la UE a poder dar a la madera tratamiento térmico y secado artificial por ser de obligado cumplimiento al NIMF-15 para el comercio intercomunitario, las inversiones necesarias superarían los 2.000 M€.

En cuanto a la viabilidad de la inversión para las empresas individuales, el análisis del VAN de la inversión calculado por FCEC (2012) indica que la inversión se equilibra obteniendo un sobreprecio mínimo para cubrir los sobrecostes estimado en 0,2 - 0,6 €/palet en el caso de aplicar solo tratamiento térmico y 0,7 - 1,5 €/palet en el caso de incluir además el secado artificial. Las microempresas necesitan alcanzar la parte más alta de esta horquilla de precios mientras que la economía de escala de las empresas medianas y grandes les permite poder operar en la parte baja de la horquilla. Este diferencial proporciona una ventaja competitiva a las empresas más grandes que realizan este tipo de inversiones. Esto sugiere que la necesidad de implantación de NIMF-15 favorecería los procesos de concentración de producción en las empresas de mayor tamaño.

Además, la obligación de cumplir con la NIMF-15 resultará en un aumento de los costos de registro e inspección de los operadores.

*Tabla 6 Estimaciones de FCEC (2012) sobre los costes para garantizar tratamiento térmico y/o secado artificial*

Límite inferior	Límite superior
60 .000	75 .000
90 .000	150 .000
225 .000	375 .000

	0,50
	0,75
	1,00
	25.009
	0,80
Tratamiento térmico	T. térmico + secado forzado/artificial
0.07	0.47
0.0002	0.0013
1.73	11.53

El coste del tratamiento térmico representa un porcentaje del coste total de producción que varía del 4% al 6%, mientras que, de aplicarse conjuntamente tratamiento térmico y secado artificial asciende entre el 10% y el 15%.

Para España FCEC (2012) evaluó el coste de producción por la incorporación del tratamiento térmico en un 6%. En el caso de Suecia indicó costes adicionales para tratamiento térmico y secado forzado/artificial de 20-30 €/m<sup>3</sup> de madera aserrada.

Para el caso de Galicia tras consultas con la Axencia de la Industria Forestal (XERA) y tres de los mayores aserraderos dotados de instalaciones para el tratamiento térmico de la madera aserrada se ha estimado el coste en 25 €/m<sup>3</sup>

En Galicia (XERA 2018) se producen 1.812.000 m<sup>3</sup> de madera aserrada de la que el 83% son coníferas sensibles al NMP (*P. pinaster*, *P. radiata*, *P. sylvestris*). Esto supone 1.503.960 m<sup>3</sup> de madera aserrada de coníferas susceptible de ser tratada en el caso de que la expansión del NMP obligue al tratamiento según NIMF-15 para su comercialización. De este modo a 25 €/m<sup>3</sup> de sobre coste del tratamiento el impacto directo sobre la producción anual de madera aserrada sería de unos 37,6 M€/año.

Si usamos la aproximación de FCEC (2012) de que el tratamiento térmico por NIMF-15 supone entre un 10-15% de incremento del coste de producción, por la pequeña dimensión del aserradero medio en Galicia estos costes se situarían en la parte alta de la horquilla, es decir cerca del 15%. Si como se ha visto en el apartado correspondiente el valor de la producción de madera aserrada y cepillada en Galicia es de 221,754 M€/año, el sobre coste por tratamiento NIMF-15 generalizado para la madera aserrada sería de 33,3 M€/año.

Este cálculo es bajo la hipótesis de que no habría pérdida de mercado, por descenso de competitividad, aun aumentando los costes de producción y que, estos costes, podrían trasladarse al mercado en la suficiente cuantía para seguir permitiendo la viabilidad de las empresas que actualmente no tratan térmicamente la madera.



Además, durante el período necesario para la instalación de la capacidad adicional de madera tratada térmicamente, el sector del aprovechamiento forestal y la industria del aserrado pueden sufrir la pérdida de demanda de materia prima de otras industrias, especialmente la de los embalajes de madera (palets). El aserrado tiende a operar con márgenes muy ajustados por lo que, en muchos casos, incluso una caída temporal de la demanda puede llevar a los operadores menos eficientes a severos problemas económicos.

#### **4.6 Pérdidas por restricciones al comercio y coste reputacional**

El Acuerdo sobre la Aplicación de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF) entró en vigor el 1 de enero de 1995 junto con el establecimiento de la Organización Mundial del Comercio. Este acuerdo regula la inocuidad de los alimentos y el control sanitario de animales y vegetales, estando relacionado con el Acuerdo sobre Obstáculos Técnicos al Comercio, que también busca corregir ineficiencias del mercado causadas por externalidades. Las barreras técnicas al comercio son normas que, en principio, buscan proteger el medio ambiente o la salud, aunque en ocasiones se utilizan para proteger mercados nacionales de la competencia internacional.

Las barreras no arancelarias (BNA) son especialmente relevantes en el comercio de productos agrícolas y madereros, ya que exigen el cumplimiento de estándares fitosanitarios y de producción. Estas medidas, como la garantía de madera libre de plagas o tratamientos específicos, pueden ser verificadas mediante pruebas o documentación certificada. Aunque necesarias para garantizar la inocuidad alimentaria y la protección de animales y vegetales, estas medidas pueden generar restricciones comerciales, a menudo debido a diferencias regulatorias entre países. Además, pueden ser utilizadas como instrumentos proteccionistas bajo presiones políticas. Por su complejidad técnica, las restricciones injustificadas son difíciles de impugnar. A diferencia de los aranceles, las BNA son más difíciles de cuantificar y los economistas recurren a equivalentes arancelarios, medidas de frecuencia y encuestas para estimar sus efectos en el comercio.

BEGHIN Y BUREAU (2001) analizaron los métodos que podrían utilizarse para estimar los efectos de una BNA en el comercio y el bienestar. Dichos métodos incluyen modelos de gravedad, modelos de equilibrio general y de equilibrio parcial y medidas de costo-beneficio basadas en la evaluación de riesgos. Los costos de las regulaciones pueden compararse con las ganancias asociadas con la reducción de cualquier externalidad negativa para determinar la eficiencia y el efecto proteccionista de las regulaciones.

La principal limitación de este enfoque en el caso que nos ocupa es la no existencia de modelos de equilibrio para la cadena de valor del pino en Galicia y la incertidumbre con respecto al nivel de riesgos y las consecuencias económicas. Por ejemplo, al realizar un análisis de coste-beneficio de la aplicación de los planes de contingencia contra el NMP, sería necesario estimar la probabilidad de contaminación del producto, la probabilidad de propagación de una enfermedad o plaga y todas las relaciones parciales de coste y producción entre todos los eslabones de la cadena de valor.

Además, incluso en el caso de asumir el sobrecoste, estudiado en el apartado anterior, de aplicación del tratamiento exigido por la normativa, la mera percepción del riesgo de transporte del patógeno bien por cierta ineficacia del tratamiento, bien por desconfianza en su correcta aplicación, puede derivar en la preferencia por parte de los consumidores de adquisición de la madera en otras



regiones o países donde del NMP no esté presente.

De este modo el impacto económico podría abarcar todo el mercado de exportación de los productos sensibles, que en el caso de Galicia es de 106 M€/año en madera aserrada y cepillada de coníferas. Las consecuencias de algunas crisis reputacionales en productos primarios analizadas por MATSUMOTO ET AL (2019) o ALDY ET AL (2013) han sido evaluadas a medio-largo entre el 20% o el 30% del valor de facturación. Esto supondría, en nuestro caso, unas pérdidas de entre 20,6 y 31,8 M€/año considerando solo las exportaciones.

Obviamente, podría argumentarse que estos cambios de preferencia de importar madera gallega podrían intentarse compensar con bajadas de precio, pero, considerando que el tratamiento analizado en el epígrafe anterior sería obligatorio y que eso ya supondría una gran pérdida de competitividad en una actividad de escasos márgenes, la capacidad de contrarrestar este daño reputacional es bastante baja.

Adicionalmente, los problemas en la comercialización de la madera afectan sin duda a la salida de la madera al mercado, en muchos casos a través de la reducción de precios, lo que conlleva alargamiento de los turnos, retraso de la ejecución de trabajos selvícolas y en casos extremos al abandono de la silvicultura privada.

Además, considerando las estimaciones que realizó FCEC (2012) para el caso portugués y que se mostraron en las páginas anteriores, los efectos que las restricciones y obligaciones pueden tener en el mercado se ramifican en el caso de un sector como el forestal a prácticamente toda la economía.

#### **4.7 Pérdidas debidas a las labores de prevención, inspección y control**

La presencia del nematodo de la madera del pino (NMP) genera costos significativos en vigilancia y control. Además de las pérdidas directas en recursos forestales y la industria de la madera, es fundamental considerar los gastos asociados con la prevención y manejo de brotes. Según el Acuerdo MSF de la OMC, las medidas de control deben ser justificables económicamente; sin embargo, debido a la naturaleza del NMP, los costos suelen ser elevados.

En Japón, cada año el NMP afecta hasta 2 Mm<sup>3</sup> de madera, con un 28% de masas forestales sensibles comprometidas, pese a inversiones anuales de hasta 50 M\$ en control (Back, 2020). En Corea del Sur, entre 1985 y 2015, eliminaron más de 10 millones de árboles con un costo acumulado de 609 M\$ (YIM & HAN, 2018). En Portugal, entre 1999 y 2009, se destinaron 80 M€ a un programa nacional de erradicación (BACK, 2020).

Incluso en países sin brotes, los costos preventivos son significativos; en Finlandia, entre 2000 y 2018, el monitoreo del NMP costó 100.000 euros anuales (Hannunen et al., 2020).

En Galicia, el gasto público asociado al Plan de Contingencia del NMP fue de 1,3 M€ anuales entre 2010 y 2017, aumentando a 2,4 M€ anuales desde 2018. El área demarcada actual abarca 135.147 ha, con 55.150 ha de especies sensibles, y se prevé que para 2028 alcance las 240.300 ha. A un costo promedio de 43 €/ha·año, los gastos anuales proyectados para 2028 podrían llegar a 10,5 M€, o más en caso de infestaciones severas.

## **5. Conclusiones**



El nematodo de la madera del pino (NMP), responsable de la enfermedad del marchitamiento del pino (EMP), representa una amenaza crítica para los pinares europeos, especialmente en Galicia, debido a la importancia económica y social de su industria maderera. Utilizando proyecciones de DE LA FUENTE ET AL. (2018), se estimaron los impactos económicos previstos para 2028 en ausencia de medidas de contención efectivas, concluyendo un posible daño económico anual superior a 250 M€.

Los principales impactos incluyen:

- Una pérdida de capacidad productiva valorada en más de 80 M€ anuales, concentrada en Ourense y Pontevedra.
- La reducción del 16% en el suministro de madera de coníferas en Galicia generaría una pérdida de Valor Añadido Bruto superior a 120 M€ anuales.
- Los tratamientos obligatorios de la madera y la caída de exportaciones por restricciones comerciales sumarían más de 61 M€ anuales.
- Los costes de control y erradicación superarían los 10 M€ anuales.
- La pérdida de externalidades ambientales se estima en 45 M€ anuales.

Aunque no es posible sumar directamente todos los efectos debido a las interacciones entre variables, los resultados subrayan la urgencia de reforzar medidas preventivas y explorar estrategias de adaptación. Estas incluyen el desarrollo de materiales genéticos y especies resistentes al NMP, prácticas forestales que mitiguen la enfermedad en un contexto de cambio climático, y ajustes en la industria para evitar la propagación del patógeno.

## 6. Agradecimientos

La presente documentación deriva del Proyecto NEMOPLAN “Estrategias para la contención de la enfermedad del marchitamiento del pino, causada por *Bursaphelenchus xylophilus*: resistencia del hospedante y manejo del insecto vector” dirigido por la Investigadora del C.I.F. Lourizán Dra. Raquel Díaz Vázquez.

## 7. Bibliografía

- ALDY, J.E.; VISCUSI, W.K.; 2013. Risk regulation lessons from mad cows. *Foundations and Trends in Microeconomics* 8: 231–313
- BACK, M.; 2020. Pine wilt disease: a global threat to forestry. *British Society for Plant Pathology*.
- BERGDAHL, D.R.; 1988. Impact of pinewood nematode in North America: present and future. *Journal of Nematology* 20(2): 260–265.
- BERGSENG, E.; ØKLAND, B.; GOBAKKEN, T.; MAGNUSSON, C.; RAFOSS, T.; SOLBERG, B.; 2012. Combining ecological and economic modelling in analysing a pest invasion contingency plan: The case of pine wood nematode in Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research* 27: 337–349.
- BONIFÁCIO, L.; 2016. Pine wilt disease in Portugal. In IUFRO Pine Wilt Disease International Working Party 7.02.10 (pp. 72-81).
- COLAUTTI, R.I.; BAILEY, A.S.; VAN OVERDIJK, C.D.; 2006. Characterised and projected costs of nonindigenous species in Canada. *Biological Invasions* 8: 45–59.
- CONSELLERÍA DO MEDIO RURAL; 2020. Anuario de Estatística Foresta 2019. Xunta de Galicia. Dirección Xeral de Planificación e Ordenación Forestal.
- DE LA FUENTE, B.; BECK, P.S.A.; 2018. Invasive species may disrupt protected area networks: Insights from the pine wood nematode spread in Portugal. *Forests* 9: 282.



- DE LA FUENTE, B.; SAURA, S.; BECK, P.S.A.; 2018. Predicting the spread of an invasive tree pest: The pine wood nematode in Southern Europe. *Journal of Applied Ecology* 55: 2374–2385.
- DE LA FUENTE, B.; SAURA, S.; BECK, P.S.A.; 2019. Data from: Predicting the spread of an invasive tree pest: The pine wood nematode in Southern Europe. Dryad Dataset.
- DOG, 2024. Resolución de 21 de noviembre de 2024, de la Dirección General de Ganadería, Agricultura e Industrias Agroalimentarias, por la que se declara en el territorio de la Comunidad Autónoma de Galicia la presencia de cuatro nuevos positivos del organismo de cuarentena *Bursaphelenchus xylophilus* (Steiner et Buhner) Nickle et al. (nematodo de la madera del pino) y se establecen las medidas para su erradicación. *Diario Oficial de Galicia*, No. 236, 09/12/2024.
- FCEC; 2008. Analysis of the socio-economic and environmental impacts of banning or not banning the movement of susceptible wood products from Portugal for stopping the spread of pine wood nematode. Food Chain Evaluation Consortium (FCEC).
- FCEC; 2012. Quantification of the economic, environmental and social impacts of introducing mandatory treatment requirements for wood packaging material circulating inside the European Union. European Commission, Directorate General for Health and Consumers.
- FONSECA, L.; SILVA, H.; CARDOSO, J. M. S.; ESTEVES, I.; MALEITA, C.; LOPES, S.; & ABRANTES, I.; 2024. *Bursaphelenchus xylophilus* in *Pinus sylvestris*—The First Report in Europe. *Forests* 15:1556.
- HOSHI, H.; 2016. Pine wilt disease in Japan. In IUFRO Pine Wild Disease International Working Party 7.02.10 (pp. 57-60).
- IGE; 2020 Marco Input-output de Galicia 2016. Instituto Galego de Estatística <http://www.ige.eu/Shiny/MIOGAL/>
- INÁCIO, M.L.; NÓBREGA, F.; VIEIRA, P.; BONIFÁCIO, I.; NAVES, P.; SOUSA, E.; MOTA, M.; 2014. First detection of *Bursaphelenchus xylophilus* associated with *Pinus nigra* in Portugal and in Europe. *Plant pathol* 45:235-238.
- MARM; 2008. Valoración de los activos naturales de España (VANE). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- MOTA, M.M.; BRAASCH, H.; BRAVO, M.A.; PENAS, A.C.; BURGERMEISTER, W.; METGE, K.; SOUSA, E.; 1999. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* in Portugal and in Europe. *Nematol* 1:727–734.
- NIU, H.-P.; ZHANG, A.-L.; 2010. Method of measuring ecological and social benefits of cultivated land and its application. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering (CSAE)* 26: 316–323.
- PIMENTEL, D.; LACH, L.; ZUNIGA, R.; MORRISON, D.; 2000. Environmental and economic costs of nonindigenous species in the United States. *BioScience* 50: 53–65.
- SOLIMAN, T.; MOURITS, M.C.; VAN DER WERF, W.; HENGEVELD, G.M.; ROBINET, C.; LANSINK, A.O.; 2012. Framework for modelling economic impacts of invasive species, applied to pine wood nematode in Europe. *PLoS ONE* 7: e45505.
- WEBSTER, J.; MOTA, M.; 2008. Pine wilt disease: Global issues, trade and economic impact. Springer, pp. 315–316.
- XERA; 2018. A Cadea Forestal Madeira en Galicia 2017. Axencia Galega da Industria Forestal. Consellería de Economía, Emprego e Industria. Universidade de Vigo. J. Picos (coord.), 54 p.
- YIM, K.; HAN, H.; 2018. Impact of introduced pine wood nematode on environment and phytosanitary measures in Rep. of Korea. FAO Commission on Phytosanitary Measures. 13th Session, Rome, 16–20 April 2018.



ZAMORA, P.; RODRÍGUEZ, V.; RENEDO, F.; SANZ, A.V.; DOMÍNGUEZ, J.C.; PÉREZ-ESCOLAR, G.; MIRANDA, J.; ÁLVAREZ, B.; GONZÁLEZ-CASAS, A.; MAYOR, E.; DUEÑAS, M.; MIRAVALLS, A.; NAVAS, A.; ROBERTSON, L.; MARTÍN, A.B.; 2015. First report of *Bursaphelenchus xylophilus* causing pine wilt disease on *Pinus radiata* in Spain. *Plant Dis* 99:1449-1449.