

Diagnóstico preliminar de *Hymenoscyphus fraxineus* en fresnos de la Comunidad Foral de Navarra

María Durán Lázaro¹,
Xabier Santesteban Insausti¹,
Juan Markina Rey¹,
Eduardo Urmeneta Armendariz¹,
Salomé Hernando Chicote²

¹ Sanidad Forestal del Área de Bosques y Agrosistemas.
OREKAN Gestión Ambiental de Navarra.

² Sección de Planificación Forestal del Servicio Forestal y Gestión Cinegética. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente, Gobierno de Navarra.

Hymenoscyphus fraxineus es un hongo de origen asiático causante de la enfermedad “muerte regresiva del fresno”. Su presencia está vinculada a climas húmedos y temperaturas suaves, sitios donde abunda su principal hospedador *Fraxinus excelsior*. Detectada en Europa a partir de 1992, se ha ido extendiendo por todo el continente, llegando a España en 2021 y detectada en Navarra en 2023. De las 165 muestras analizadas, el 47 % fueron positivas. En 2024 se establecieron 12 parcelas fijas para evaluar daños anuales pie a pie. Los primeros datos muestran un 19 % de pies con daños crecientes y una muerte. El estudio confirma la amplia presencia del patógeno en Navarra, sobre todo en zonas de influencia cantábrica, aunque empieza a afectar también a *Fraxinus angustifolia* en áreas con clima mediterráneo continental. Las futuras prospecciones permitirán seguir la evolución de los daños, la mortalidad anual y poner las bases para identificar individuos con tolerancia al patógeno.

Palabras clave: *Fraxinus spp.*, *Hymenoscyphus fraxineus*, fresno, muerte regresiva del fresno.

1. INTRODUCCIÓN

La muerte regresiva del fresno, también conocida como **chalaro** —término procedente del galicismo *chalarose du frene*— o **ash dieback** en inglés, es una enfermedad fitopatógena provocada por el hongo *Hymenoscyphus fraxineus*, que afecta gravemente a los fresnos. Originalmente fue detectada en el Este de Asia, en las regiones rusas

de Vladivostok y Jabárovsk sobre individuos de *Fraxinus mandshurica* que no presentaban daños relevantes (Gross & Holdenrieder, 2015). En Europa, se notificó por primera vez su presencia en el noreste de Polonia en 1992 aunque probablemente su colonización se produjo varias décadas antes (Kowalski, 2006). En la actualidad, ya existen numerosos registros por toda Europa (Carroll &



Boa, 2023). En España, se detectó oficialmente por primera vez en Asturias en 2021 (Stroheker *et al.*, 2021). En Navarra, las primeras prospecciones y el proceso de puesta a punto del protocolo de diagnóstico comenzaron en 2022, confirmándose su presencia en agosto de 2023 (Santesteban, 2024). Desde entonces, se realiza un seguimiento del patógeno con el objetivo de conocer su distribución y evaluar la evolución de sus daños.

El ciclo biológico del patógeno está estrechamente ligado al desarrollo estacional del hospedador, y puede tener una fase sexual o asexual (figura 1). La fase sexual se inicia con la dispersión de las esporas (ascosporas en hongos ascomicetos), principalmente por el viento (1) y el posado de estas en las hojas o brotes del hospedador durante la primavera. Las esporas germinan y penetran en la hoja a través de los estomas (2). Las hifas del hongo se van extendiendo provocando el deterioro y la muerte de los tejidos (3). A partir de las hojas infectadas, el patógeno puede superar la unión

entre el pecíolo y el tallo iniciándose una lesión necrótica que alcance el tronco (Kirisits, 2012). El hongo pasa el invierno en la hojarasca, donde la siguiente primavera formará los cuerpos fructíferos (apotecios) sobre el raquis o los pecíolos de las hojas (5) en los que se liberarán las ascosporas que colonizarán nuevas plantas (6). La fase asexual del hongo produce esporas asexuales (conidios) que en un principio desempeñan un papel menor en el desarrollo de la enfermedad (4) (Carroll & Boa, 2023). También existen estudios que confirman la presencia del patógeno en semillas, lo que implicaría una vía adicional de dispersión (Cleary *et al.*, 2013). Las condiciones climáticas más favorables para el desarrollo y la dispersión de la enfermedad son las de climas templados y húmedos a finales de la primavera, seguido de temperaturas suaves en verano y otoño (Marçais *et al.*, 2023). La infección se ralentiza con veranos y otoños excesivamente calurosos, ya que su crecimiento disminuye a partir de 30 °C y su supervivencia se ve limitada por encima de 35 °C (Hauptman *et al.*, 2013).

2. METODOLOGÍA

Desde 2023, la detección de *Hymenoscyphus fraxineus* en Navarra se realiza mediante la recogida de muestras foliares en ejemplares que presentan sintomatología compatible con la enfermedad. La prospección se centra principalmente en la región de distribución de *Fraxinus excelsior*, aunque también se extiende a zonas de carácter más mediterráneo, así como a individuos sintomáticos de *Fraxinus angustifolia*. Adicionalmente, y a raíz del proyecto **POCTFEA SANA SILVA EFA052/01** —cuyo objetivo es crear una red de cooperación transfronteriza en el ámbito de la sanidad forestal— se han desarrollado acciones específicas para el seguimiento de este patógeno. Concretamente, se han establecido 12 parcelas fijas para el seguimiento anual de daños, con el objetivo de analizar su evolución

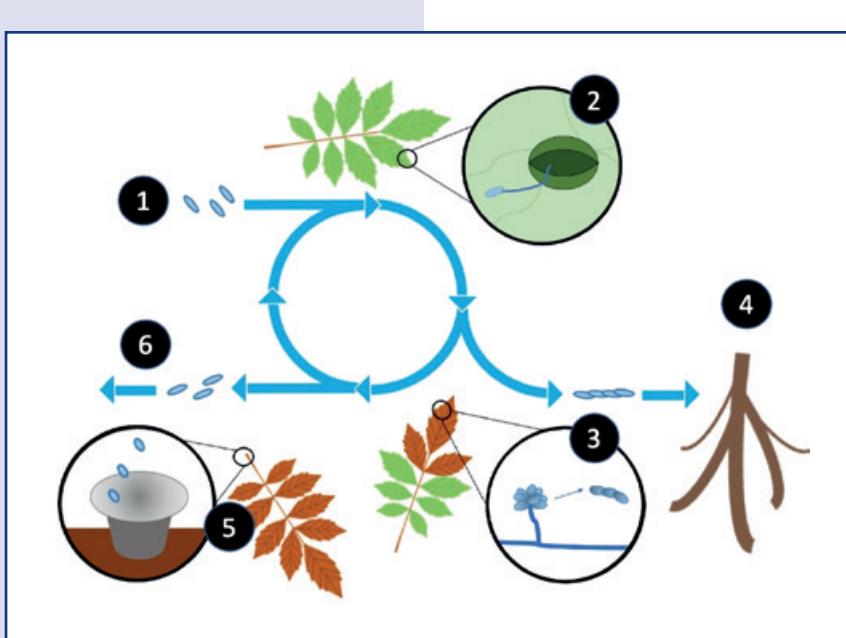


Fig. 1. Ciclo biológico de *Hymenoscyphus fraxineus* (fuente: Carroll & Boa, 2023).

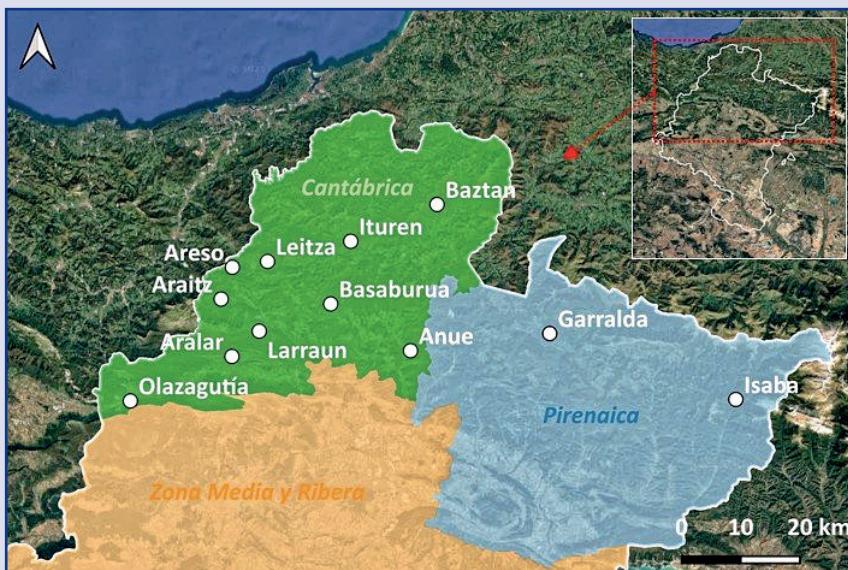


Fig. 2. Ubicación de las 12 parcelas fijas de seguimiento de *Hymenoscyphus fraxineus* en Navarra y la división de las tres comarcas forestales de las que consta.

pie a pie. Se seleccionaron masas de fresnos con afección confirmada del patógeno, con diferentes edades, estructuras y tipos de gestión. La mayoría de las parcelas se ubican en la comarca forestal cantábrica, únicamente dos parcelas se localizan en la comarca pirenaica (figura 2).

2.1. Muestreos aleatorios

En una primera fase de detección del patógeno, se organizó un muestreo que consistió en recoger muestras sintomáticas de al menos una localización dentro de cada una de las cuadrículas generadas por una malla virtual de 10 x 10 km. Esta etapa se llevó a cabo tras la validación del protocolo de identificación del patógeno por parte del Laboratorio Agroalimentario de Navarra, siguiendo las directrices establecidas por la EPPO (*European and Mediterranean Plant Protection Organization*) en el documento PM 7/117 (1) correspondiente a *Hymenoscyphus pseudoalbidus* (EPPO, 2013). De las opciones

contempladas en el protocolo —identificación morfológica o molecular— se opta por la identificación molecular mediante PCR en tiempo real, a partir de ADN fúngico extraído de tejido vegetal sintomático o de micelio cultivado en MEA (*Malt Extract Agar*). Un resultado positivo confirma la presencia del patógeno (Loos & Fourrier, 2011).

2.2 Parcelas fijas

Cada una de las 12 parcelas fijas del seguimiento del patógeno consta de 15 fresnos identificados mediante una pequeña chapa metálica numerada. Siguiendo los criterios de evaluación de daños en fresnos establecidos en el proyecto FraxForFuture (Langer et al., 2022), se establece el nivel de daño en la copa en verano —entre 0 y 5— en función del porcentaje de copa defoliada (figura 3). Además, se evalúan otros daños, como el nivel de amarilleamiento de las hojas, la presencia de insectos, la aparición de necrosis en el tronco, la presencia de cuerpos fructíferos o

de rizomorfos de *Armillaria spp.* La búsqueda de indicios de presencia de insectos, va especialmente dirigida a labores preventivas de detección de escolítidos hospedadores de fresnos del género *Hylesinus spp.*, así como del barrenador esmeralda del fresno (*Agrilus planipennis*) —especie cuarentenaria, incluida en el listado de plagas prioritarias de la Unión Europea—. Respecto a la necrosis del tronco, resulta un valor muy indicativo de las fases más terminales de la enfermedad, así como *Armillaria spp.* que puede actuar como parásito secundario acelerador de la pudrición de la madera.

3. RESULTADOS

El conjunto de resultados obtenidos a partir de los muestreos aleatorios y del primer año del seguimiento de las parcelas fijas han comenzado a ofrecer una visión más precisa sobre la extensión y el impacto de la enfermedad en Navarra. La presencia del patógeno parece muy consolidada en el área con influencia atlántica, donde las condiciones climáticas resultan óptimas para su desarrollo y propagación.

3.1 Muestreos aleatorios

El total de muestras analizadas fue de 165, resultando 87 negativas (52,7 %) y 78 positivas (47,3 %). El peso de muestreo no ha sido homogéneo a lo largo del territorio, ya que únicamente se han recogido muestras con sintomatología, resultando en 87 muestras en la comarca cantábrica, 46 en la pirenaica y únicamente 32 en la zona media y ribera (figura 4). En base a esta distribución, en la comarca cantábrica 58 muestras fueron positivas (66,7 %), en la pirenaica 20 muestras fueron positivas (43,5 %) y en la zona media y Ribera ninguna muestra resultó positiva. Cabe des-

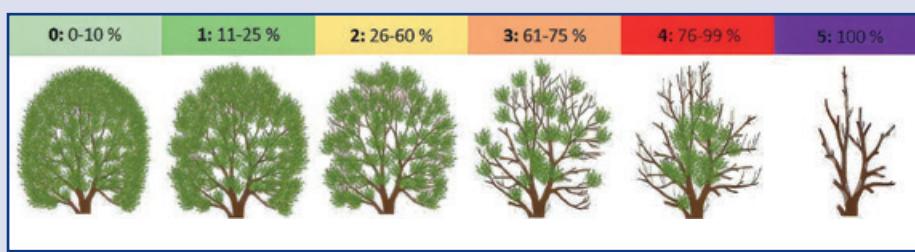


Fig. 3. Ilustración de los diferentes niveles de daño de la copa en verano en función del porcentaje de defoliación.

Fig. 4. Localización de todos los puntos donde se recogieron muestras aleatorias para confirmar la presencia de *Hymenoscyphus fraxineus*.

tacar que 148 muestras provenían de ejemplares de *Fraxinus excelsior* (89,7 %), mientras que sólo 17 muestras eran de *Fraxinus angustifolia* (10,3 %), registrando un resultado positivo en *Fraxinus angustifolia*.

Si analizamos la relación entre la superficie de los municipios con detecciones de *H. fraxineus* respecto de la superficie de cada comarca forestal, concluimos que en el 75,8 % de la comarca cantábrica y en el 36,0 % de la pirenaica se ha detectado el patógeno *H. fraxineus*. En el resto de Navarra no se ha detectado el patógeno.

3.2 Parcelas fijas

El nivel promedio de daño a escala de parcela indica que, entre la evaluación de daños de 2024 a 2025, 8 parcelas aumentaron el nivel de daño, 2 se mantuvieron igual y 2 disminuyeron ligeramente. Las cuatro parcelas en las que no se registró un empeoramiento se corresponden con las dos ubicadas en la comarca pirenaica —localización más oriental— y las dos con una estructura de masa de plantación joven en la comarca cantábrica (tabla 1).

Los resultados a escala de árbol (tabla 2) muestran que el 19,4 % de los pies aumentaron su nivel de daño, mientras que el 48,9 % se mantuvo igual y el 31,7 % disminuyó. El número de árboles al que se le atribuyó el mayor nivel de daño [4] antes de considerarse muerto [5], fue de 4 in-

dividuos en 2024 y de 10 en 2025. En este intervalo de tiempo, tan sólo se registró la muerte de un pie, concretamente en la parcela de Ituren.

Respecto a la valoración de otros daños, destacan 12 pies con necrosis significativas en más de 1/3 de

su tronco en las parcelas de Areso, Aralar, Basaburua e Ituren, además de otros 4 pies con necrosis leves. También cabe mencionar el hallazgo de galerías e imagos de *Hylesinus fraxini* en ramas gruesas caídas al suelo en las parcelas de Garralda y

Tabla 1. Resultados promedios del nivel de daño de las parcelas fijas de seguimiento de *Hymenoscyphus fraxineus*, junto con las principales características de cada masa y los datos climáticos de temperatura media anual y precipitación acumulada de la estación meteorológica más cercana (meteonavarra.es).

Parcela	Daño		Datos masa			Datos clima	
	2024	2025	Diá. (cm)	Alt. (m)	Estructura masa	Temp. (°C)	Prec. (mm)
1 Anue	1,1	1,4	31	11	Alineados	11,2	1201
2 Araitz	1,6	2,1	143	15	Adehesados	13,4	1528
3 Aralar	0,9	1,1	67	16	Adehesados/Trasmochos	10,8	1384
4 Areso	0,4	1,1	41	8	Adehesados/Trasmochos	12,4	1761
5 Basaburua	0,8	2,5	115	16	Adehesados	11,6	2055
6 Baztan	0,5	0,7	61	11	Plantación joven alineada	13,7	1675
7 Garralda	0,5	0,0	54	15	Alineados	10,3	1236
8 Isaba	1,0	0,2	72	15	Bosque ribera	11,4	1242
9 Ituren	1,3	2,3	110	11	Adehesados/Trasmochos	14,1	1457
10 Larraun	1,5	2,9	132	12	Adehesados/Trasmochos	13,4	1528
11 Leitza	1,5	1,5	93	14	Alineados	11,6	2055
12 Olazagutía	1,0	1,0	53	14	Plantación joven alineada	9,6	1204

Tabla 2. Resultados del nivel de daño de la copa en verano de los árboles que forman parte de las parcelas fijas de seguimiento de *Hymenoscyphus fraxineus* en Navarra.

Árbol	2024		2025		2024		2025		2024		2025		2024		2025	
	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025	2024	2025
1	1	1	2	3	2	2	4	4	1	1	0	0	1	1	0	0
2	2	0	2	2	2	2	2	2	1	3	1	0	1	1	1	0
3	0	0	2	3	1	1	2	2	1	3	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	4	4	1	1	0	0	1	1	0	0
5	2	1	1	3	2	1	0	2	1	3	1	1	1	1	1	1
6	3	4	2	3	1	1	0	1	2	3	1	1	1	1	1	1
7	0	1	2	3	2	2	1	1	0	3	0	3	1	0	0	0
8	1	1	2	3	0	1	2	2	0	3	0	3	0	0	0	0
9	0	1	2	2	0	0	3	3	1	3	0	1	0	1	0	1
10	2	2	1	1	0	1	2	2	1	3	0	1	0	1	0	0
11	1	1	1	1	1	1	0	2	0	1	1	0	1	0	1	0
12	0	2	2	2	1	1	0	2	1	3	1	2	1	1	2	2
13	0	1	2	1	0	1	2	2	0	3	0	3	1	1	2	2
14	1	1	1	1	0	1	4	4	1	3	1	1	1	1	0	0
15	3	4	1	2	0	0	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0
	ANUE		ARAITZ		ARALAR		ARESO		BASABURUA		BAZTAN					
1	1	0	1	0	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1
2	0	0	1	0	1	1	2	3	1	2	1	1	1	1	1	1
3	0	0	1	0	1	2	4	3	4	2	2	1	1	1	1	1
4	1	0	1	1	1	1	1	3	1	3	2	2	1	1	1	1
5	0	0	1	1	2	4	3	4	2	2	2	2	1	1	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1	3	1	3	2	3	1	1	1	1
7	1	0	1	0	2	4	2	4	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	0	1	0	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	0	0	1	0	2	2	3	4	1	2	1	2	1	1	1	1
10	0	0	1	0	1	1	1	1	2	3	2	1	1	1	1	1
11	0	0	1	0	1	3	1	3	2	1	1	1	1	1	1	1
12	0	0	1	0	2	5	1	3	1	1	1	2	1	1	1	1
13	1	0	1	0	2	3	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1
14	1	0	1	0	1	2	1	2	1	3	2	1	1	1	1	1
15	0	0	1	0	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	GARRALDA		ISABA		ITUREN		LARRAUN		LEITZA		OLAZAGUTÍA					

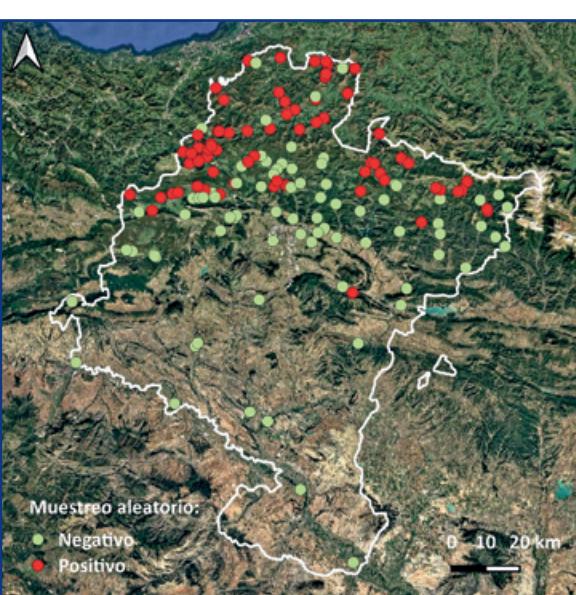




Fig. 5. Aspecto de necrosis en tronco (izda.), fresnos con nivel de daño 3 en su copa en verano (centro) y galerías e imagos de *Hylesinus fraxini* (dcha.)

Aralar (figura 5). Un inconveniente destacable en futuras prospecciones es la del mantenimiento de las chapas identificativas de los árboles. Concretamente, en la parcela de Areso desaparecieron 10 de las 15 chapas, debido probablemente a la presencia continuada de ganado que, involuntariamente extrae la chapa.

4. DISCUSIÓN

La distribución del hongo *Hymenoscyphus fraxineus* al que va asociada la enfermedad de “la muerte regresiva del fresno o chalara” ya se encuentra fuertemente instaurada en la Comunidad Foral de Navarra. Las prospecciones realizadas han permitido delimitar la distribución actual del patógeno, evidenciando una mayor presencia en zonas de influencia atlántica. Estas áreas se caracterizan por una elevada pluviometría y por temperaturas suaves durante todo el año. Estas condiciones resultan óptimas tanto para el desarrollo del hongo como para su principal hospedador, *Fraxinus excelsior*. Sin embargo, un positivo en un ejemplar de *F. angustifolia* —en el límite entre la comarca pirenaica y la zona media— pone de manifiesto su capacidad de infectar otras especies en áreas con influencia más mediterránea (Carrari et al., 2015). A la hora de expandirse, cobra gran relevancia el clima existente durante el proceso de esporulación —entre junio y agosto— y los vientos dominantes que por anemocoria pueden llegar a transportar las esporas hasta

50-100 km de distancia (Grosdidier et al., 2018; Gross et al., 2012). Además, la detección del hongo en semillas de fresno refuerza aún más su capacidad de dispersión (Cleary et al., 2013). En este contexto, habría que estudiar más profundamente si la semilla puede ser portadora de la enfermedad y reconsiderar la gestión de los huertos semilleros, fuentes semilleras y demás material base de reproducción, con el fin de evitar la dispersión del patógeno o asegurar de algún modo la asepsia de las semillas.

Pese a que el estudio de la evolución de la enfermedad en las parcelas fijas dio comienzo en el verano de 2024, su continuidad a largo plazo servirá para conocer el avance de los daños pie a pie. La tasa de mortalidad y virulencia de la enfermedad podría relacionarse con las condiciones climáticas que cada año se dan en cada una de las localizaciones. *A priori*, la evolución de los daños en Navarra parece seguir una tendencia similar a la estudiada en Francia, donde el 20 % de los pies empeoran en los primeros años desde la detección de la enfermedad (Husson, 2020). También se podrán analizar otros factores como, por ejemplo, la influencia de la edad de los árboles, la estructura de la masa, etc. Los fresnos trasnochados podrían verse fuertemente afectados por las heridas y el debilitamiento que esta gestión les produce (Candel-Pérez et al., 2022), sin embargo, también existen referencias a la mayor vulnerabilidad a la enfermedad en pies jóvenes (Husson, 2020).

Actualmente se estima que hasta el 5 % de los fresnos podrían no desarrollar daños significativos tras casi dos décadas de exposición al patógeno (Schertler et al., 2025). La identificación de estos ejemplares tolerantes a la enfermedad en España podría facilitar el desarrollo de estudios orientados a investigar los mecanismos de resistencia, sentando las bases para futuros programas de mejora genética enfocados en la tolerancia y resistencia a la enfermedad (Meger et al., 2024).

Actualmente los fresnos en Europa se encuentran frente a un futuro incierto (Hultberg et al., 2020), no sólo por la expansión de la chalara sino también por la llegada a Europa del barrenador esmeralda del fresno (*Agrilus planipennis*) (Musolin et al., 2021). Numerosos trabajos estudian la enfermedad en Europa (Carroll & Boa, 2023), algunos buscan alternativas con fines económicos (Lévesque et al., 2023) o ecológicos, mientras en algunos países como Francia se recomiendan técnicas de gestión específicas para prevenir su propagación (Dowkiw et al., 2021; Santesteban et al., 2025). A la espera de seguir evaluando el avance de la enfermedad en Navarra en los próximos años, esperemos que científicos, técnicos, gestores y políticos aúnén esfuerzos en pro de su conservación.

5. CONCLUSIONES

El análisis molecular realizado en hojas de árboles sintomáticos ha permitido confirmar la presencia del

hongo *Hymenoscyphus fraxineus* y trazar el mapa actual de su distribución en Navarra. Los resultados confirman una mayor incidencia en fresnos del área de influencia atlántica, atribuible tanto a sus condiciones climáticas favorables al patógeno como a la abundancia de su principal hospedador, *Fraxinus excelsior*. La primera revisión de la evolución de los daños en la red de parcelas de seguimiento, indica que solo un pequeño porcentaje de los ejemplares ha incrementado su nivel de daño. Hasta el momento, únicamente se ha registrado la muerte de un árbol,

mientras que la mayoría mantienen el mismo nivel de daño que el observado durante el verano anterior.

AGRADECIMIENTOS

Debemos las gracias al personal del Área de Biología Vegetal del Laboratorio Agroalimentario de Navarra implicado en las analíticas de las muestras recogidas. Agradecimiento al personal de Basozainak/Guardería de Medio Ambiente por la colaboración en las alertas iniciales. Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el proyecto POCTEFA SANA SILVA

EFA052/01, que está cofinanciado en un 65% por la Unión Europea a través del programa Interreg VI-A España-Francia-Andorra (POCTEFA 2021-2027). El objetivo del POCTEFA es reforzar la integración económica y social de la zona fronteriza España-Francia-Andorra. De esta manera, ha sido parcialmente financiado en el marco del encargo de “Asistencia técnica para el desarrollo de la Agenda Forestal de Navarra, 2025” de la Dirección General de Medio Ambiente del Gobierno de Navarra, aprobado mediante Resolución 1295E/2024, de 16 de diciembre.

BIBLIOGRAFÍA

- Candel-Pérez, D., Hernández-Alonso, H., Castro, F., Sangüesa-Barreda, G., Mutke, S., García-Hidalgo, M., Rozas, V., & Olano, J. M. (2022). 250-Year reconstruction of pollarding events reveals sharp management changes in Iberian ash woodlands. *Trees - Structure and Function*, 36(6), 1909–1921. <https://doi.org/10.1007/s00468-022-02343-8>
- Carriari, E., Capretti, P., & Luchi, N. (2015). *Hymenoscyphus fraxineus* mycelial growth on media containing leaf extracts of different Oleaceae. *Forest Pathology*, 45(6), 540–543. <https://doi.org/10.1111/efp.12238>
- Carroll, D. & Boa, E. (2023) Ash dieback: From Asia to Europe. *Plant Pathology*, 73, 741–759. <https://doi.org/10.1111/ppa.13859>
- Cleary, M. R., Arhipova, N., Gaitnieks, T., Stenlid, J., & Vasaitis, R. (2013). Natural infection of *Fraxinus excelsior* seeds by *Chalara fraxinea*. *Forest Pathology*, 43(1), 83–85. <https://doi.org/10.1111/efp.12012>
- Dowkiw, A. C., Cousseau, B., & Saintonge, G. F. (2021). 10-La stratégie chalfrax et le plan d'action. European and Mediterranean Plant Protection Organization. (2013). PM 7/117 (1) *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. EPPO Bulletin, 43(3), 449–461. <https://doi.org/10.1111/epp.12061>
- Gross, A. & Holdenrieder, O.; (2015). Pathogenicity of *Hymenoscyphus fraxineus* and *Hymenoscyphus albidus* towards *Fraxinus mandshurica* var. *japonica*. *Forest Pathology* 45, 172-4. <https://doi.org/10.1111/efp.12182>
- Grosdidier, M., loos, R., Husson, C., Cael, O., Scordia, T., & Marçais, B. (2018). Tracking the invasion: dispersal of *Hymenoscyphus fraxineus* airborne inoculum at different scales. *FEMS Microbiology Ecology*, 94(5). <https://doi.org/10.1093/FEMSEC/FIY049>
- Gross, A., Zaffarano, P. L., Duo, A., & Grünig, C. R. (2012). Reproductive mode and life cycle of the ash dieback pathogen *Hymenoscyphus pseudoalbidus*. *Fungal Genetics and Biology*, 49(12), 977–986. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2012.08.008>
- Hauptman, T., Piškur, B., de Groot, M., Ogris, N., Ferlan, M., & Jurc, D. (2013). Temperature effect on *Chalara fraxinea*: Heat treatment of saplings as a possible disease control method. *Forest Pathology*, 43(5), 360–370. <https://doi.org/10.1111/efp.12038>
- Hultberg, T., Sandström, J., Felton, A., Öhman, K., Rönnberg, J., Witzell, J., & Cleary, M. (2020). Ash dieback risks an extinction cascade. *Biological Conservation*, 244. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108516>
- Husson, C. (2020). Una guía para el manejo de fresnos frente a la Chalara. Proyecto CHALFRAX. www.inrae.fr/actualites/chalarose-frene
- loos, R., & Fourrier, C. (2011). Validation and accreditation of a duplex real-time PCR test for reliable in planta detection of *Chalara fraxinea*. *EPPO Bulletin*, 41(1), 21–26. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2338.2010.02430.x>
- Kirisits, T. (2012). Ash dieback associated with *Hymenoscyphus pseudoalbidus* in forest nurseries in Austria. *Journal of Agricultural Extension and Rural Development*, 4(9). <https://doi.org/10.5897/jaerd12.057>
- Kowalski. (2006). *Chalara fraxinea* sp. Nov. Associated with dieback of ash (*Fraxinus excelsior*) in Poland. *Forest Pathology*, 36(4), 264–270. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2006.00453.x>
- Langer, G. J., Fuchs, S., Osewold, J., Peters, S., Schrewe, F., Ridley, M., Kätzel, R., Bubner, B., & Grüner, J. (2022). FraxForFuture—research on European ash dieback in Germany. *Journal of Plant Diseases and Protection* 129(6) 1285–1295. Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. <https://doi.org/10.1007/s41348-022-00670-z>
- Lévesque, M., Bustamante Eduardo, J. I., & Queloz, V. (2023). Potential alternative tree species to *Fraxinus excelsior* in European forests. *Frontiers in Forests and Global Change*, 6:1048971. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2023.1048971>
- Marçais, B., Giraudel, A., & Husson, C. (2023). Ability of the ash dieback pathogen to reproduce and to induce damage on its host are controlled by different environmental parameters. *PLoS Pathogens*, 19(4). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1010558>
- Meger, J., Ułaszewski, B., Pałucka, M., Koziot, C., & Burczyk, J. (2024). Genomic prediction of resistance to *Hymenoscyphus fraxineus* in common ash (*Fraxinus excelsior* L.) populations. *Evolutionary Applications*, 17(5). <https://doi.org/10.1111/eva.13694>
- Musolin, D. L., Selikhovkin, A. V., Peregudova, E. Y., Popovichev, B. G., Mandelshtam, M. Y., Baranchikov, Y. N., & Vasaitis, R. (2021). Northwestward expansion of the invasive range of emerald ash borer, *Agrilus planipennis* fairmaire (Coleoptera: Buprestidae) towards the EU: From Moscow to Saint Petersburg. *Forests*, 12(4). <https://doi.org/10.3390/f12040502>
- Santesteban, X. (2024). La muerte regresiva del fresno, nueva enfermedad presente en Navarra. *Navarra Forestal*, nº 55, 26–29.
- Santesteban, X., Molina, C., & Hernando, S. (2025). Expansión del organismo nocivo *Hymenoscyphus fraxineus* en la Comunidad Foral de Navarra. Resultados de las prospecciones realizadas en 2023. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, 51(1), 129–138. <https://doi.org/10.31167/csef.v0i51.20165>
- Schertler, E., Eisenring, M., Perret-Gentil, A., Gossner, M. M., Stroheker, S., Dubach, V., & Queloz, V. (2025). Evaluation of methods for resistance testing of *Fraxinus excelsior* genotypes against *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forest Pathology*, 55(4). <https://doi.org/10.1111/efp.70029>
- Stroheker, S., Queloz, V., & Nemesio-Gorri, M. (2021). First report of *Hymenoscyphus fraxineus* causing ash dieback in Spain. *New Disease Reports*, 44(2). <https://doi.org/10.1002/ndr.212054>