



Agenda Mediterránea de Investigación Forestal **2030**

Referencia recomendada

Bou Dagher-Kharrat, M., de Arano, I. M., Zeki-Başken, E., Feder, S., Adams, S., Briers, S., Fady, B., Lefèvre, F., Górriz-Mifsud, E., Mauri, E., Mavsar, R., Muys, B., Nocentini, S., Pettenella, D., Peñuelas, J., Sardans, J., Secco, L., Travaglini, D., Tripodi, G., Wunder, S., Bozzano, M. 2022. Mediterranean Forest Research Agenda 2030. European Forest Institute. DOI: <https://doi.org/10.36333/rs5>

ISBN: 978-952-7426-30-2 (versión impresa) / 978-952-7426-31-9 (versión digital)

Autores

Magda Bou Dagher Kharrat¹, Inazio Martinez de Arano¹, Emin Zeki-Başkent², Sarah Feder¹, Sarah Adams¹, Siebe Briers¹, Bruno Fady³, François Lefèvre³, Elena Górriz-Mifsud^{1,4}, Eduard Mauri¹, Robert Mavsar¹, Bart Muys⁵, Susanna Nocentini⁶, Davide Pettenella⁸, Josep Peñuelas^{9,10}, Jordi Sardans^{9,10}, Laura Secco⁸, Davide Travaglini⁶, Giuseppe Tripodi¹, Sven Wunder¹, Michele Bozzano¹.

Afiliaciones institucionales

¹Instituto Forestal Europeo, Oficina Regional Mediterránea (EFIMED), Barcelona, España

²Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Técnica Karadeniz, Trabzon, Turquía

³Unidad de Ecología de Bosques Mediterráneos, URFM, Aviñón, Francia

⁴Centro de Ciencia y Tecnología Forestal de Cataluña (CTFC), Solsona, España

⁵División de Bosques, Naturaleza y Paisaje, Universidad KU Leuven, Lovaina, Bélgica

⁶Departamento de Agricultura, Alimentación, Medio Ambiente y Bosques, Universidad de Florencia, Italia

⁸Departamento de Tierras y Sistemas Agroforestales (TESAF), Universidad de Padua, Italia

⁹CSIC, Global Ecology Unit CREAM-CSIC-UAB, Bellaterra, España

¹⁰CREAF, Cerdanyola del Vallès, España

Con el apoyo de:



Índice

Prólogo.....	2
1. Introducción.....	4
2. Un panorama complejo para los bosques mediterráneos.....	6
3. Temas prioritarios.....	8
Tema 1: Resiliencia de los bosques en un contexto de perturbaciones forestales relacionadas con el cambio global.....	8
Tema 2: Conservación y gestión de la biodiversidad y los recursos genéticos forestales.....	12
Tema 3: Gestión forestal orientada a compensaciones y sinergias entre múltiples servicios ecosistémicos.....	16
Tema 4: Innovaciones sociales y empresariales e instrumentos políticos de apoyo a la bioeconomía forestal mediterránea.....	20
4. Aplicación.....	24
Coordinación y creación de redes.....	25
Educación formal e informal.....	25
Financiación de la aplicación de la MFRA 2030.....	25
5. Referencias.....	27

Prólogo

Han pasado más de diez años desde que elaboramos la primera **Agenda Mediterránea de Investigación Forestal 2010-2020** (MFRA, por Mediterranean Forest Research Agenda). La MFRA actuó a su vez como una brújula y catalizador que, junto con el trabajo de la Oficina Regional Mediterránea del Instituto Forestal Europeo (EFIMED) y su red, se tradujo en importantes avances para una comunidad de investigación forestal mejor equipada, coordinada y estructurada en la región mediterránea. Esto fue posible porque la MFRA no sólo se desarrolló de forma colectiva, sino que también se puso en práctica de forma conjunta. Permítanme dar tres ejemplos de la aplicación de la MFRA.

En primer lugar, **FORESTERRA** "Enhancing FOrest RESearch in the MediTERRAnean", la única iniciativa forestal de ERA-NET con una perspectiva regional. FORESTERRA se financió dentro del 7º Programa Marco de la UE para impulsar la cooperación científica en los países del área mediterránea (incluidos los Estados miembros y no miembros de la UE) y con países de otras Áreas Climáticas Mediterráneas (MCA), en este caso, Australia, Sudáfrica, Chile y California. No sólo proporcionó fondos para proyectos transnacionales, sino que fue la primera iniciativa transnacional que reunió a responsables políticos de los ministerios encargados de la investigación forestal para acordar una visión común y unas prioridades comunes en relación con los bosques mediterráneos y la ciencia forestal. En segundo lugar, el **proyecto AGORA**, también financiado por el 7º Programa Marco, movilizó fondos específicos para mejorar las capacidades de investigación forestal en Marruecos y Túnez mediante asociaciones de "hermanamiento" científico con organizaciones de investigación forestal de España, Italia y Portugal. El proyecto dio lugar a una nueva generación de destacados científicos forestales en Túnez y Marruecos. En tercer lugar, el **programa de máster MEDfOR**, un máster internacional financiado por el programa Erasmus+ de la Unión Europea que se imparte desde 2012 para ofrecer educación superior en materia de bosques y su gestión sostenible para una región mediterránea más próspera. El máster es una iniciativa de colaboración transnacional entre siete universidades de cuatro países mediterráneos.

Sin embargo, a pesar de los resultados conseguidos hasta ahora gracias a la aplicación de la anterior MFRA, las amenazas y los retos a los que se enfrentan los bosques mediterráneos no han disminuido, sino que más bien han aumentado. Afortunadamente, los avances de la ciencia forestal, como los que se comentan a lo largo de este documento, nos generan consciencia de la magnitud del problema, pero también de las posibles soluciones. Espero que la MFRA 2030 genere el nivel adecuado de atención, financiación y acción para garantizar la resiliencia de los bosques mediterráneos al cambio climático y la sostenibilidad de las actividades forestales en beneficio de las personas y la naturaleza. Dado que las proyecciones climáticas indican que las condiciones de tipo mediterráneo se extenderán a gran parte de las regiones vecinas, la MFRA 2030 también puede ser de gran interés para científicos y responsables políticos más allá de la región mediterránea.



Marc Palahí
Director
European Forest Institute



1. Introducción

La primera **Agenda Mediterránea de Investigación Forestal 2010-2020** (MFRA 2020) (Palahi *et al.*, 2009) se redactó hace ahora más de una década. Desde entonces, la aceleración de los cambios climáticos, ecológicos, socioeconómicos y políticos ha ido transformando los complejos sistemas socioecológicos del Mediterráneo. En este contexto, los acuciantes retos medioambientales (por ejemplo, incendios forestales, sequías, fenómenos meteorológicos extremos) exigen una atención urgente por parte de las agendas políticas locales y regionales.

La necesidad de actuar para reforzar la resiliencia de los ecosistemas forestales mediterráneos también se puso de manifiesto durante la pandemia del COVID-19. La pandemia puso de relieve la creciente importancia de los bosques periurbanos y urbanos para las actividades recreativas y para hacer frente al estrés mental. Además, el conflicto entre Rusia y Ucrania y otras inestabilidades e incertidumbres geopolíticas mundiales han cambiado drásticamente los flujos comerciales de los recursos energéticos y madereros. Estas coyunturas han afectado especialmente a la demanda y a los precios de mercado de la biomasa maderera para la producción de energía, como la leña y los pellets, en varios países mediterráneos.

En la última década, se han aprobado nuevas estrategias de alto nivel relacionadas con los bosques, con el objetivo de influir positivamente en su futuro (Lier *et al.*, 2022). A nivel mundial, el 15º objetivo de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, adoptada en 2015, pretende "conservar y restaurar los ecosistemas terrestres, garantizando su uso sostenible, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad". A nivel europeo, la nueva Estrategia de Biodiversidad de la UE (CE, 2021a) y la nueva Estrategia Forestal de la UE 2030 (CE, 2021b) apoyan la aplicación del Pacto Verde Europeo (CE, 2019) y exigen objetivos ambiciosos, como alcanzar el 30% de las zonas terrestres protegidas y plantar 3000 millones de árboles, entre otras intervenciones para restaurar los servicios ecosistémicos degradados de aquí a 2030.

Desde la publicación de la MFRA 2020, se han producido importantes avances en la comprensión de los aspectos ecológicos, económicos y sociales de los bosques mediterráneos. Al mismo tiempo, la complejidad del sistema y los retos emergentes también ponen de relieve nuevas cuestiones, posibles desarrollos futuros y lagunas críticas en nuestra comprensión de la resiliencia, la biodiversidad, el funcionamiento y la dinámica de los bosques.

La Agenda Mediterránea de Investigación Forestal 2030 (MFRA 2030) es una oportuna revisión de los logros de la última década en relación con las anteriores prioridades de investigación y, al mismo tiempo, examina dónde debe centrarse la atención en los próximos diez años. Algunas áreas temáticas de la MFRA 2020 han avanzado considerablemente gracias a los focos de atención de la MFRA, mientras que otras merecen una supervisión continuada y se han incluido en la MFRA 2030 en vista de la cantidad de trabajo que aún queda por hacer.

Durante la preparación de la MFRA 2030, hemos recopilado información sobre los logros más importantes de la investigación, los avances significativos y las innovaciones de la última década. Para ello, contamos con la participación de la red de la Oficina Regional Mediterránea del Instituto Forestal Europeo (EFIMED) y de la comunidad forestal mediterránea en general. Las principales conclusiones de esta consulta se resumen en el **Informe de la Encuesta MFRA 2020**, junto con los proyectos y publicaciones destacados que surgieron de los últimos diez años de investigación forestal mediterránea.

El proceso dio lugar a la definición de cuatro áreas prioritarias que deberán abordarse en la próxima década:

- Resiliencia de los bosques en un contexto de perturbaciones forestales relacionadas con el cambio global
- Conservación y gestión de la biodiversidad y los recursos genéticos forestales
- Gestión forestal orientada a compensaciones y sinergias entre múltiples servicios ecosistémicos
- Innovaciones sociales y empresariales e instrumentos políticos de apoyo a la bioeconomía forestal mediterránea

Esperamos que la MFRA 2030 anime a investigadores y profesionales a emprender nuevas acciones, y que sirva también de referencia para que los responsables políticos y las agencias de financiación apoyen los esfuerzos globales para reforzar la resiliencia de los bosques mediterráneos frente a la crisis climática y de biodiversidad, las nuevas demandas sociales y los retos demográficos. Además, si las condiciones similares a las mediterráneas se extienden a gran parte de las zonas adyacentes, tal y como predicen los científicos del clima, la MFRA 2030 será relevante para una comunidad aún más amplia de partes interesadas.



Foto: Adobe Stock

2. Un panorama complejo para los bosques mediterráneos

En las últimas décadas, el abandono gradual de las tierras agrícolas ha dado lugar a una reforestación espontánea, especialmente en la Europa mediterránea (Valladares *et al.*, 2014). Entre 2010 y 2015, los bosques mediterráneos aumentaron su cobertura en un 2% y ocuparon el 10% de la superficie total de los países mediterráneos. Sin embargo, esta proporción varía mucho de un país a otro.

Por otro lado, en los países del sur del Mediterráneo, una presión muy elevada sobre las zonas forestales está asociada a un aumento de la demografía humana, a la expansión de los cultivos y a una mayor presión de la ganadería, así como a la sobreexplotación de los recursos hídricos (Peñuelas *et al.*, 2021). Hoy en día, es cada vez más urgente reforzar la resiliencia y la capacidad de adaptación de los bosques ante las incertidumbres medioambientales y socioeconómicas. Muchas de las preocupaciones actuales relacionadas con los bosques están sin duda interrelacionadas. Por ejemplo, parece estar surgiendo un nexo regional entre el agua, la biodiversidad y los incendios. La biodiversidad es uno de los principales activos que sustentan muchos servicios ecosistémicos importantes que proporcionan los bosques mediterráneos, pero está sometida a la presión de las cambiantes funciones hidrológicas de los bosques, que se ven afectadas por el cambio en el uso del suelo y el cambio climático. Y a su vez, estas estructuras y funciones están fuertemente vinculadas a los impactos negativos de los incendios forestales. Este último riesgo pone de manifiesto la necesidad de proteger los bosques de los impactos humanos y, en algunos casos, de proteger también a los seres humanos de las externalidades negativas que los bosques pueden infligirles.

Señalamos la aparición de los llamados "problemas perversos", que reflejan la compleja dinámica de la incertidumbre. Los problemas graves no tienen soluciones simples y directas, sino que deben abordarse mediante acciones holísticas, coordinadas y sostenidas. En el caso de los bosques, estos problemas suelen estar inducidos por crisis mundiales, como fenómenos meteorológicos extremos, pérdida de biodiversidad o brotes de plagas y enfermedades, o una combinación de ambos.

Estos problemas suelen ir acompañados de:



Procesos sociales, como el crecimiento demográfico, las migraciones, los cambios en las pautas de consumo o la urbanización y el abandono de tierras rurales.



Persistencia de un **modelo de desarrollo económico** aún dominado por la sobreexplotación de los recursos naturales, la contaminación del agua y el uso de recursos energéticos no renovables.



Capacidades **limitadas de gobernanza** de las instituciones y administraciones públicas, así como políticas y competencias fragmentadas y/o solapadas y descoordinadas.

Cabe añadir una capa más de complejidad, que es el aspecto social y multifuncional de los bosques mediterráneos. La percepción tradicional de "bosque para la producción de madera" se ha desplazado hacia el concepto moderno de "bosque para la prestación de múltiples servicios ecosistémicos", entre los que se incluyen la conservación de la biodiversidad, el ocio, la producción de bioenergía y la mitigación del cambio climático. Este último concepto, reforzado principalmente por los medios de comunicación de masas, es un objetivo que evoluciona rápidamente en comparación con la puesta en marcha de acciones estratégicas aplicadas por las administraciones para abarcar esas necesidades.

Los medios de comunicación de masas desempeñan un papel fundamental en la forma en que la sociedad percibe y reacciona ante toda la gama de problemas a los que se enfrentan los bosques (sociales, medioambientales y económicos), así como en sus causas subyacentes y en la configuración del imaginario colectivo para resolverlos (Fabra-Crespo *et al.*, 2015). Aunque estas percepciones surgen de complejas interacciones entre los componentes socioeconómicos, institucionales, políticos y técnicos del sistema, necesitan tiempo para salir a la superficie y ser adoptadas más ampliamente por la sociedad. Los elementos asociados suelen ser analizados por los investigadores y comprendidos por los responsables políticos o de la toma de decisiones por separado dentro de silos disciplinarios, lo que desatiende las interacciones y la retroalimentación que, de otro modo, podrían dar lugar a respuestas más rápidas (Wunder *et al.*, 2021). Comprender y explorar el potencial de las aportaciones de las diversas partes interesadas a la investigación y la gestión forestales es esencial para identificar puntos de intervención de gran impacto y para elaborar políticas mejor informadas.

En las siguientes secciones, ofrecemos una visión común para el futuro de la investigación forestal mediterránea en la que presentamos los cuatro temas prioritarios identificados a través de un proceso participativo.

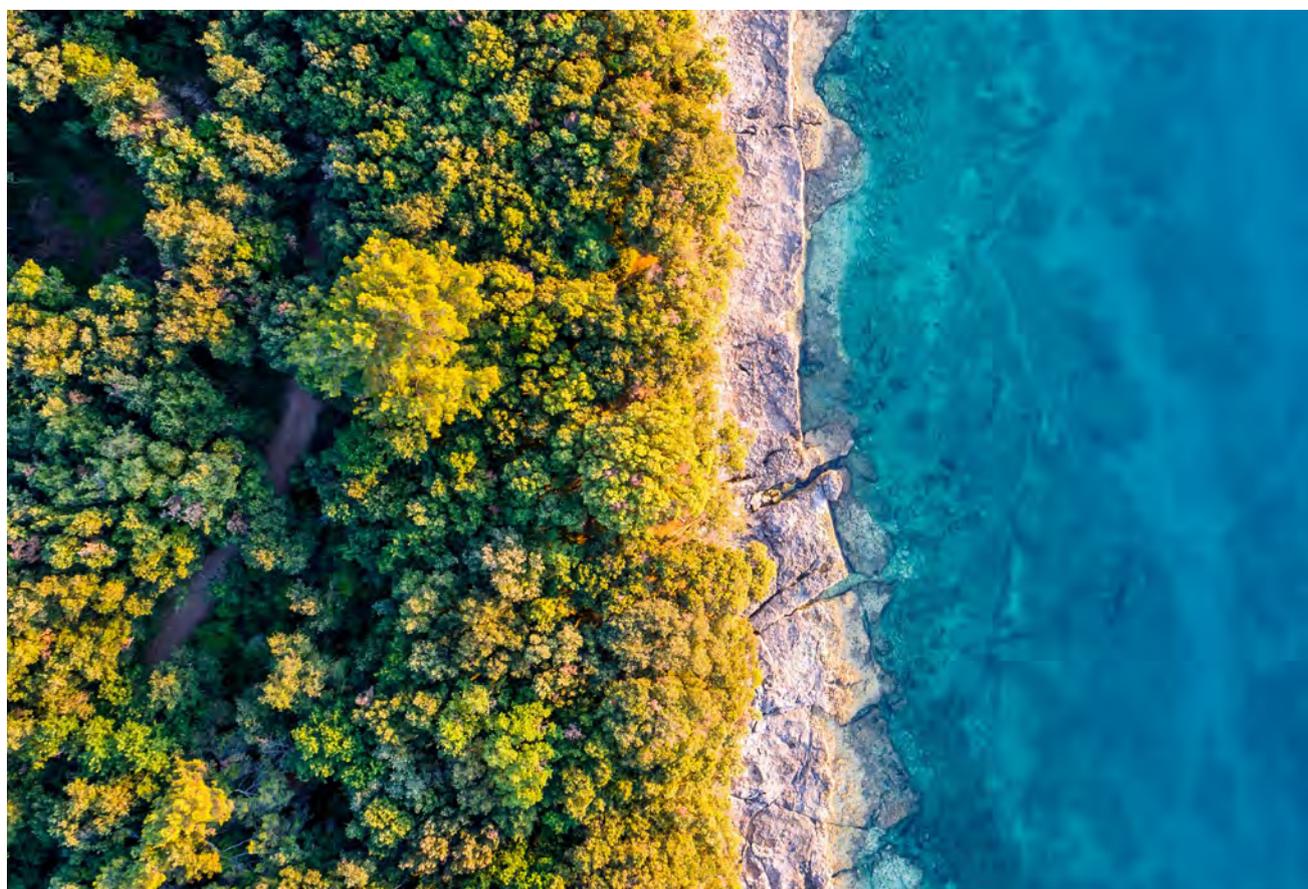


Foto: Adobe Stock

3. Temas prioritarios

En respuesta a los retos y necesidades descritos, hemos identificado cuatro áreas prioritarias de investigación:

Tema 1: Resiliencia de los bosques en un contexto de perturbaciones forestales relacionadas con el cambio global

La cuenca mediterránea se considera uno de los principales focos del cambio climático, debido a los cambios en la temperatura de la región, las precipitaciones medias y su variabilidad interanual (MedECC 2020). Para los bosques mediterráneos, una implicación clave es el aumento de la aridez, que se manifiesta en una gran disminución de la precipitación media y un aumento de su variabilidad a lo largo de la estación seca; el agua es el principal factor limitante para la provisión de servicios de los ecosistemas forestales (Ruiz *et al.*, 2020).

La combinación del cambio climático, las perturbaciones antropogénicas, incluida la sobreexplotación de los recursos forestales, los incendios y la deforestación provocados por el hombre, y otros aspectos del cambio global seguirán afectando a la vegetación forestal mediterránea (Gauquelin *et al.*, 2018).

El trabajo de Peñuelas y Sardans (2021) destacó que el aumento de las condiciones de sequía, la sobreexplotación, la expansión de plagas, los incendios, las invasiones de especies, la contaminación y la degradación del suelo se están combinando para impulsar la regresión y la muerte de los bosques en varias zonas de la cuenca mediterránea. Además, las perturbaciones causadas por el ganado y la sobreexplotación en algunas zonas mediterráneas han aumentado significativamente, exacerbando así el efecto negativo de la reducción de las precipitaciones naturales (Doblas-Miranda *et al.*, 2017; Riedel *et al.*, 2013). Además, en una paradójica contradicción, la rápida disminución de la presión ganadera en gran parte del norte de la cuenca mediterránea está conduciendo al establecimiento de densos bosques pioneros que exacerbaban el riesgo de incendios forestales y a una pérdida masiva de especies que requieren niveles de luz más altos como los que se encuentran bajo el régimen de pastoreo tradicional (Rolo *et al.*, 2019).

Comprender mejor la necesidad de adaptación de los árboles y bosques mediterráneos en el contexto del cambio ambiental global y la modificación de los regímenes de perturbación es fundamental para una gestión sostenible del paisaje forestal mediterráneo. Por lo tanto, los esfuerzos deben centrarse en el desarrollo de prácticas y políticas de gestión adecuadas para asegurar la(s) "opción(es) de elección" para las generaciones futuras.



Lugares con datos observacionales/experimentales utilizados en el artículo científico de Peñuelas y Sardans. Fuente: Peñuelas, J.; Sardans, J. Global Change and Forest Disturbances in the Mediterranean Basin: Breakthroughs, KnowledgeGaps, and Recommendations. *Forests* 2021, 12, 603; <https://doi.org/10.3390/f12050603>



Preguntas claves de investigación:

1

¿Cómo está transformando el cambio climático las estructuras forestales, especialmente en lo que respecta a los cambios en las precipitaciones y el aumento de la temperatura y la aridez?

2

¿Cuáles son los elementos clave de las interacciones planta-suelo en relación con el ciclo de los nutrientes y el carbono en condiciones de aridez creciente y lixiviación de nutrientes?

3

¿Cómo han respondido la morfología, la fisiología, el crecimiento, la reproducción y la mortalidad de los árboles a los efectos del cambio climático o cómo se han visto influidos por ellos?

4

¿Cuál es el papel de los bosques mediterráneos en la creación de precipitaciones?

5

¿Qué enfoques integrados de conservación y gestión pueden mejorar la capacidad de recuperación de los bosques, incluidos aquellos en los que intervienen microbios, hongos, líquenes y animales sensibles a los efectos de la sequía, los incendios y otras perturbaciones?

6

¿Cómo crean o aceleran las perturbaciones los cambios en los ecosistemas forestales? ¿Cuáles son los consiguientes efectos sobre las funciones económicas y sociales de esos cambios en las especies? ¿Cómo reconstruir ecosistemas mejor adaptados?

7

¿Qué enfoques de gestión ayudan a desarrollar la resiliencia de los bosques sin comprometer sus servicios ecosistémicos económicos, sociales y relacionados con la biodiversidad (por ejemplo, enfoques como la reforestación, la forestación y la gestión ganadera)?

8

¿Cómo puede afectar el abandono generalizado de las tierras a los ecosistemas y las comunidades locales y promover cambios clave en el futuro?



Enfoques de investigación sugeridos:

1

Módulos de formación de alta tecnología (por ejemplo, ejercicios de simulación de incendios, desarrollo de bosques virtuales, gestión de combustibles, etc.) para evaluar los efectos de las perturbaciones en la estructura forestal.

2

Estudios de caso *in situ* para medir la resiliencia de los árboles y arbustos forestales en diversas condiciones de sequía en distintas zonas de altitud.

3

Explorar los impactos de las perturbaciones en la fertilidad del suelo, así como los efectos socioeconómicos en los bienes y servicios forestales, y los costes de restauración de las infraestructuras tras las perturbaciones. Contraste con los costes de las medidas de mitigación de riesgos y su eficacia.

4

Recopilación de buenas prácticas a partir de nuevos enfoques comunitarios de gestión de incendios.

5

Modelización para proyectar las condiciones futuras de los bosques en distintos escenarios de cambio climático.

6

Experimentos para investigar la intensidad óptima de pastoreo del ganado en diversos ecosistemas forestales mediterráneos.

7

Utilizar la experiencia y la modelización para predecir las condiciones específicas de las masas forestales para su rehabilitación con materiales genéticos existentes o nuevos mejor adaptados que proporcionen los servicios ecosistémicos necesarios (hábitat, suministro de madera/combustible, etc.).

8

Intercambio de conocimientos y desarrollo de capacidades a través de la formación, el asesoramiento y la transferencia de competencias entre instituciones mediterráneas.



Oportunidades

- La crisis de la energía fósil fomenta el uso de fuentes de energía alternativas, como los residuos del clareo, contribuyendo al mismo tiempo a reducir el riesgo de incendios forestales.
- La gestión de los bosques mediterráneos para aumentar el almacenamiento de carbono y compensar las emisiones de gases de efecto invernadero es cada vez más necesaria.



Desafíos

- Desarrollar estrategias de gestión que eviten la homogeneización del paisaje y la acumulación excesiva de biomasa / combustible.
- Lenta evolución y actualización del marco normativo en los distintos países para poder gestionar los bosques privados y públicos siguiendo las nuevas recomendaciones.



Recomendaciones

- Destacar la gestión controlada del ganado como herramienta para mantener la biodiversidad y mitigar el riesgo de incendios forestales.
- Llevar a cabo una planificación jerárquica del paisaje a múltiples escalas mediante la evaluación de los impulsores y efectos a mayor escala de diversas perturbaciones y servicios ecosistémicos, al tiempo que se planifican acciones a menor escala, como la mejora de la educación de actores implicados y la gestión del territorio.
- Encontrar sinergias con la conservación de la biodiversidad y las nuevas actividades de bioeconomía circular a la hora de desarrollar estrategias de gestión.

Tema 2: Conservación y gestión de la biodiversidad y los recursos genéticos forestales

Numerosas especies arbóreas del bosque mediterráneo son resistentes a sequías extremas y crónicas (Helman *et al.*, 2017). Se sabe que albergan una gran diversidad genética (véase Fady 2005 para las especies de coníferas) que se reconoce cada vez más como un pilar estratégico para la conservación de la biodiversidad y la gestión forestal sostenible.

Para seguir sus nichos ecológicos en un clima cambiante, las especies arbóreas están desplazando su área de distribución hacia el norte (Morin *et al.*, 2008) y hacia altitudes más elevadas (Lucier *et al.*, 2009). Las que no puedan adaptarse con suficiente rapidez disminuirán en abundancia o se extinguirán en parte o en toda su área de distribución (Fady *et al.*, 2016; Aurelle *et al.*, 2022). Por ello, se recomiendan medidas de gestión, como el mantenimiento de la diversidad genética y la migración asistida de especies (IPCC, 2014).

Sin embargo, algunas características importantes que influyen en la migración de los árboles, como el modo de dispersión de los árboles, no se conocen bien. Por ejemplo, el núcleo de dispersión total (TDK) describe la influencia combinada de todos los vectores de dispersión (bióticos y abióticos) que afectan a la dispersión, germinación y establecimiento de una plántula. Su comprensión es de vital importancia para predecir las respuestas de las plantas a un entorno biótico o abiótico cambiante y, por tanto, para la migración de los árboles (para una revisión, véase Rogers *et al.*, 2019).

La biodiversidad forestal abarca la multitud de plantas, animales, hongos y microorganismos que habitan en las zonas forestales y su diversidad genética asociada. La migración de toda la comunidad, incluida la biodiversidad del suelo, es esencial para el éxito del asentamiento y debe tenerse en cuenta (Vitali *et al.*, 2022).

El documento de Fady *et al.*, (2022) pone de relieve la necesidad de integrar la investigación genética forestal actualmente compartimentada. En primer lugar, esto significa salvar una brecha geográfica persistente entre la investigación genética llevada a cabo en diferentes regiones mediterráneas. En segundo lugar, el reto consiste en vincular mejor tres grupos temáticos dominantes: "Diversidad genética y diferenciación"; "Condiciones ambientales, crecimiento y respuesta al estrés"; y "Patrones de distribución de las especies".



Países analizados por su producción científica en el campo de la genética forestal durante el periodo 1991-2020. Fuente: Fady, B., Esposito, E., Abulaila, K. et al. Forest Genetics Research in the Mediterranean Basin: Bibliometric Analysis, Knowledge Gaps, and Perspectives. *Curr Forestry Rep* 8, 277–298 (2022). <https://doi.org/10.1007/s40725-022-00169-8>



Preguntas claves de investigación:

1

¿Cuál es el potencial de las especies arbóreas mediterráneas para establecerse en latitudes septentrionales?

2

Cómo de eficiente es la capacidad de dispersión natural de los árboles mediterráneos rastreando sus condiciones óptimas - con un enfoque en el núcleo de dispersión total para las especies de árboles mediterráneos y su comunidad asociada.

3

¿La interrupción de las interacciones clave entre especies provocará la interrupción de toda la red de interacciones y dificultará la adaptación y migración de toda la comunidad?

4

¿Cómo deben diseñarse y aplicarse las estrategias de gestión del paisaje (por ejemplo, corredores de biodiversidad) para lograr efectos positivos duraderos en la biodiversidad a nivel de hábitat, especies y genética?

5

¿Qué enfoques de gestión de los recursos forestales pueden utilizarse para mantener y mejorar la biodiversidad forestal y su resiliencia?

6

¿Cuál es la mejor manera de catalogar, archivar y compartir los datos y conocimientos sobre biodiversidad forestal para una gestión eficaz del hábitat?

7

¿Qué limitaciones jurídicas y políticas existen o deben desarrollarse para implantar y gestionar eficazmente las redes de áreas protegidas (incluidas las unidades de conservación genética) en toda la región mediterránea?

8

¿Cómo influye la dinámica de la comunidad post-incendio en el potencial adaptativo y la resiliencia dentro de los diferentes tipos de bosque, y bajo diferentes frecuencias e intensidades de incendios forestales?



Enfoques de investigación sugeridos:

1

Construir técnicas de modelización de nichos basadas en los rasgos adaptativos y funcionales de los árboles y en su modo de distribución para prever cambios en la distribución de las especies en escenarios climáticos futuros y predecir cambios bruscos de las especies arbóreas dominantes a diferentes escalas espaciales durante las próximas décadas.

2

Aplicar la genómica de poblaciones para evaluar y controlar las interacciones entre especies en los bosques de referencia y en los restaurados (Breed *et al.*, 2019). La meta-ómica dilucidará cualquier interacción biológica antes, durante y después de las actividades de restauración. Esto ayuda a una planificación más receptiva y relevante para las actividades de restauración resilientes frente a entornos que cambian rápidamente.

3

Transferencia de mejores prácticas, indicadores de ecosistemas y eficacia de los esfuerzos de conservación, en particular para los proyectos de conservación destinados a salvaguardar la diversidad genética y el potencial de adaptación.

4

Llevar a cabo un seguimiento a largo plazo de los ecosistemas y experimentos en zonas protegidas como laboratorios vivientes para el desarrollo sostenible de los bosques.

5

Intensificar la investigación observacional, experimental y de modelización sobre las especies arbóreas y las mezclas de especies, con el fin de aumentar la productividad, la estabilidad y la multifuncionalidad del sistema mediante mecanismos de complementariedad y facilitación basados en los rasgos.

6

Reunir un conjunto de datos sólido (basado en datos reales) que afecte a los bosques mediterráneos para utilizarlo en el aprendizaje automático y herramientas estadísticas similares para predecir escenarios futuros.

7

Desarrollar y gestionar bases de datos de libre acceso y plataformas para el intercambio de datos y conocimientos en el campo de la genética forestal y la biodiversidad en toda la región mediterránea.

8

Intercambio de conocimientos y desarrollo de capacidades a través de la formación, el entrenamiento y la transferencia de habilidades entre instituciones mediterráneas.



Oportunidades

- Las herramientas genómicas existentes y emergentes, como la genómica de poblaciones y la meta-ómica, pueden mejorar la obtención de semillas, así como la evaluación y el seguimiento de los resultados de la restauración.
- El contexto político de la transición ecológica es favorable a la conservación de la biodiversidad y la gestión sostenible (por ejemplo, el Pacto Verde Europeo).



Desafíos

- La diversidad genética no está bien integrada en los instrumentos políticos y los esfuerzos de conservación de los bosques mediterráneos.
- La región mediterránea no es un escenario político integrado y el impacto humano es elevado en ella.



Recomendaciones

- A menudo, los datos sobre rasgos funcionales, distribución y dispersión de los árboles mediterráneos sólo existen para sus localizaciones europeas específicas. Es necesario ampliar los datos y análisis para incluir toda la región mediterránea.
- Identificar indicadores claros de los ecosistemas para medir la eficacia de la conservación, y adopción de estos indicadores en todos los campos para permitir medidas de eficacia mejor estandarizadas, y meta-análisis cuantitativos para identificar las mejores prácticas de gestión.
- Identificar y analizar los entornos políticos y socioeconómicos que favorecen la conservación de la biodiversidad, incluida la diversidad genética.

Tema 3: Gestión forestal orientada a compensaciones y sinergias entre múltiples servicios ecosistémicos

La gestión de diversos servicios ecosistémicos implica tanto sinergias como compensaciones; por lo tanto, los intentos de maximizar sólo uno o dos servicios pueden conducir a pérdidas imprevistas en la provisión de otros servicios (Rodríguez *et al.*, 2006). De hecho, los enfoques que priorizan la producción de madera siguen siendo dominantes en gran parte de la gestión forestal mediterránea, a pesar de la creciente demanda social de otros múltiples servicios.

Basándose en su estudio bibliográfico (de la última década), Nocentini *et al.* (2022) confirman el creciente interés de la investigación en la multifuncionalidad de los bosques mediterráneos. Sin embargo, "la capacidad de los bosques mediterráneos para proporcionar todos estos beneficios se ve cada vez más amenazada por los cambios medioambientales y sociales" (*ibid.*).

Entre otros servicios ecosistémicos, los servicios hidrológicos proporcionados por los bosques están siendo ampliamente reconocidos como importantes (Biro *et al.*, 2011; Muys *et al.*, 2014). Sin embargo, siguen siendo poco conocidos a escalas más complejas. La consecuencia es que los servicios relacionados con el "agua verde" que proporcionan los bosques (servicios relacionados con la capacidad del bosque para evaporar agua, como el control de la erosión y la creación de precipitaciones) siguen estando infravalorados en comparación con los servicios relacionados con el "agua azul" (recarga de agua en ríos y acuíferos) (*cf.* Ellison *et al.*, 2017; Muys *et al.*, 2021).

Por otro lado, los servicios culturales y sanitarios están aún más rezagados, aunque cada vez se presta más atención a los productos forestales no madereros -una actividad productiva tradicional en todo el Mediterráneo- como el corcho, los piñones o los hongos (Wolfslehner *et al.*, 2019). Muchos paisajes mediterráneos han sido moldeados por las interacciones entre el hombre y el medio ambiente a lo largo de los siglos (Gauquelin, 2018). Sin embargo, las perturbaciones inducidas por el cambio climático, como el aumento de la aridez y la aparición de megaincendios, o las alteraciones antropogénicas en la estructura y densidad de los rodales, como el sobrepastoreo o el abandono de tierras, son motores clave del cambio en los paquetes de productos y servicios que proporcionan los bosques mediterráneos (Nocentini *et al.*, 2022).

Los bosques mediterráneos, como parte de un mosaico paisajístico de usos, deberían mantenerse no sólo por su importancia cultural e histórica, sino también porque pueden contribuir a mantener abiertas las opciones de adaptación al cambio global.

Tanto la investigación como los responsables políticos deberían contribuir a encontrar soluciones sostenibles para mantener medios de vida económica y medioambientalmente viables en estos valiosos entornos (Nocentini *et al.*, 2022). Uno de los cuatro caminos políticos para que la futura política forestal de la UE apoye la provisión de servicios ecosistémicos (Winkel *et al.*, 2022), un sistema de pagos por servicios ecosistémicos (PES) a escala de la UE tiene un potencial significativo para avanzar en la provisión de servicios ecosistémicos forestales (FES). Sin embargo, algunos FES, como la protección de las cuencas hidrográficas, están más arraigados a nivel local y, por tanto, también pueden abordarse mejor mediante sistemas de incentivos concebidos a nivel local o nacional.



Preguntas claves de investigación:

1

¿Qué riesgos y oportunidades presentarán las transformaciones a gran escala del paisaje mediterráneo y cómo puede adaptarse la gestión forestal multifuncional para responder a ellas?

2

¿Qué nuevos enfoques de gestión forestal multifuncional son necesarios para apoyar múltiples servicios ecosistémicos como alternativa a los enfoques más limitados utilizados habitualmente para la producción de madera?

3

¿Cuál es la mejor manera de identificar, cuantificar y valorar servicios ecosistémicos hasta ahora poco estudiados, como las funciones culturales e hidrológicas de los bosques?

4

¿Qué sistema de ayuda a la toma de decisiones (DSS) será más pertinente para la gestión forestal multifuncional en el Mediterráneo? ¿Y cuál es la mejor manera de integrar en su diseño los distintos aspectos relacionados con el cambio climático (mitigación y adaptación)?

5

¿Cómo pueden ayudar los avances actuales en la disponibilidad de datos espaciales precisos y de alta resolución a estimar con mayor precisión la provisión de múltiples servicios ecosistémicos?

6

¿Cómo puede afectar positiva y negativamente el abandono de tierras a la biodiversidad, los ecosistemas y las comunidades locales, así como a los servicios que prestan los bosques?

7

¿Qué enfoque de la gestión de la vegetación puede ayudar a preservar las actividades humanas y las vidas humanas en caso de incendio?

8

¿Cómo pueden influir las políticas y estrategias relacionadas con la bioeconomía en el diseño y la aplicación de procesos de planificación de la gestión forestal multifuncional?



Enfoques de investigación sugeridos:

1

Diseñar modelos innovadores de gestión forestal multiobjetivo para investigadores y profesionales que ayuden a personalizar el diseño y la aplicación de prescripciones de gestión adecuadas.

2

Adoptar un enfoque global de gestión de la vegetación / carga de combustible a nivel de paisaje más allá de los límites del bosque.

3

Desarrollar un sistema de ayuda a la toma de decisiones (DSS) versátil para i) abordar los riesgos y las incertidumbres; ii) ayudar a alcanzar objetivos polifacéticos de gestión forestal; y iii) analizar las sinergias y compensaciones entre los diversos servicios ecosistémicos, centrándose en el nexo agua-incendios-biodiversidad.

4

Desplegar DSS para desarrollar enfoques de gestión que den cabida a políticas y estrategias bioeconómicas.

5

Desarrollar y aplicar alternativas de gestión y estrategias de participación de múltiples partes interesadas (mercado, estado, comunidad) que garanticen la producción sostenible de múltiples servicios ecosistémicos bajo las limitaciones del cambio climático.

6

Explorar hasta qué punto el público comprende la importancia de los múltiples servicios ecosistémicos y los valora, y cómo influyen estas percepciones en las expectativas y preferencias del público entre varios enfoques de gestión del paisaje forestal.

7

Intercambio de conocimientos y desarrollo de capacidades a través de la formación, el entrenamiento y la transferencia de habilidades entre instituciones mediterráneas.



Oportunidades

- Una creciente necesidad de interacción de las sociedades altamente urbanizadas con la naturaleza para el ocio, la salud y el bienestar.
- Una creciente integración de herramientas y enfoques económicos en los esfuerzos de conservación de la naturaleza.



Desafíos

- Gestionar los ecosistemas forestales para obtener múltiples servicios ecosistémicos (funciones y beneficios) a largo plazo requiere un enfoque transdisciplinar.
- Ausencia de inventarios normalizados de los bosques mediterráneos.



Recomendaciones

- Las soluciones sostenibles para mantener medios de vida viables desde el punto de vista económico y medioambiental en los paisajes forestales mediterráneos tradicionales deben respetar la importancia cultural e histórica, contribuir a la conservación de la biodiversidad y ofrecer potencial de adaptación a futuros cambios climáticos y otros cambios globales (Muys *et al.*, 2022).
- Las investigaciones futuras deberían prestar más atención a los países del sur y el este del Mediterráneo, donde están surgiendo las múltiples vías del abandono de tierras.
- Los inventarios forestales mediterráneos deberían ampliarse más allá de los indicadores relacionados con la producción forestal y normalizarse para establecer una base de datos espacial que proporcione los datos necesarios para la planificación de la gestión forestal multifuncional.

Tema 4: Innovaciones sociales y empresariales e instrumentos políticos de apoyo a la bioeconomía forestal mediterránea

La bioeconomía forestal mediterránea captada por el mercado representa solo una parte de los beneficios que proporcionan los bosques: más del 65% del valor económico total de los bosques mediterráneos procede de productos forestales no madereros y servicios ecosistémicos (Merlo y Croitoru, 2005). Sin embargo, la mayor parte de este valor permanece fuera de los mercados tradicionales y no fluye hacia los propietarios y gestores forestales cuyas decisiones de uso del suelo afectan a su provisión (Martínez de Arano *et al.*, 2018).

Más allá de mercados específicos (por ejemplo, corcho, chopo o resina) o nichos de mercado (por ejemplo, bioproductos de orientación ecológica), las industrias forestales mediterráneas han mostrado hasta ahora un avance tecnológico limitado, se basan en recursos madereros importados y se ocupan de cadenas de valor fragmentadas y desestructuradas (Nilsson 2007). Otros retos adicionales se derivan de las peculiares características de los bosques mediterráneos: i) el elevado coste de las actividades forestales, debido a su accidentada topografía montañosa, su lejanía y su escasa accesibilidad; y ii) las cambiantes actitudes, necesidades y capacidades de los propietarios forestales.

Los pagos por servicios ecosistémicos (PES) ofrecen interesantes oportunidades para activar la conservación y la buena gestión de los bosques, complementando los limitados ingresos de los productos comercializables con recompensas de servicios ecosistémicos sinérgicos (por ejemplo, reducción del riesgo de incendios forestales o protección de las cuencas hidrográficas).

La innovación social en la silvicultura incluye nuevas formas de interacción entre los actores, valores y acuerdos de gobernanza. Al implicar a los ciudadanos en la resolución de los retos sociales, las iniciativas de innovación social contribuyen a: i) reforzar el bienestar de las comunidades rurales; ii) satisfacer las demandas sociales (por ejemplo, en materia de servicios ecosistémicos); iii) catalizar y orientar a los agentes de la cadena de valor hacia mercados más dinámicos; y iv) hacer que el sector forestal sea más inclusivo. Este compromiso social ayuda a orientar los componentes socioecológicos y económicos del sistema para lograr territorios más resilientes.

El documento de Secco *et al.*, (de próxima publicación) destaca que la mayoría de las publicaciones científicas mediterráneas se centran en las innovaciones tecnológicas, mientras que las innovaciones sociales surgen de forma incipiente, y las innovaciones organizativas e institucionales casi no se tienen en cuenta. Sin embargo, la creciente importancia que ha adquirido recientemente la investigación sobre innovación social, gracias a los programas europeos de financiación de la investigación y la innovación, promueve el papel del capital humano y social y el compromiso de la sociedad.



Preguntas claves de investigación:

1

¿Cuáles son las barreras para la adopción de innovaciones y el emprendimiento social, técnico o institucional/empresarial en los bosques mediterráneos y cómo superarlas?

2

¿Qué tipos de innovación y qué sistemas de innovación ayudarían a respaldar unos bosques y unas comunidades relacionadas con los bosques más resilientes en la región mediterránea?

3

¿Qué oportunidades ofrecen los bosques mediterráneos para la sustitución innovadora de materiales y procesos ricos en emisiones de gases de efecto invernadero? ¿Qué mecanismos innovadores permitirían internalizar servicios ecosistémicos actualmente no comercializados?

4

¿Qué hace falta para que surjan más iniciativas de pagos por servicios ecosistémicos, prosperen y tengan repercusiones de alto nivel?

5

¿Cómo pueden los científicos, los responsables políticos y otras partes interesadas traducir mejor las necesidades y los retos en tiempo real en procesos de innovación eficaces?

6

¿Qué enfoques de comunicación y transferencia de conocimientos entre científicos, responsables políticos y profesionales podrían servir/mejorar las vías de desarrollo de la innovación en la silvicultura mediterránea?

7

¿Cómo nivelar el terreno de juego para que las innovaciones sociales, institucionales y organizativas, respaldadas por la investigación en ciencias sociales, reciban el mismo nivel de apoyo que las ciencias naturales/físicas y la tecnología?



Enfoques de investigación sugeridos:

1

Adoptar enfoques y herramientas de investigación transdisciplinarios y transformadores que impliquen recíprocamente a científicos y otros actores relevantes.

2

Diseñar, probar y aplicar marcos de pensamiento sistémico/dinámica de sistemas para analizar sistemas socioecológicos-institucionales complejos para el desarrollo de una bioeconomía forestal mediterránea y las innovaciones necesarias.

3

Combinar enfoques y herramientas cuantitativos y cualitativos, y triangular los datos para supervisar y evaluar la innovación y la eficacia de las políticas, y diseñar y utilizar visualizaciones adecuadas (véase "research weaving" - Nakagawa et al., 2019) para comunicar los resultados.

4

Aprovechar los conocimientos de las ciencias forestales mediante procesos de cocreación para reforzar los procesos de innovación social, por ejemplo, adoptando métodos creativos y técnicas de indagación apreciativa, haciendo hincapié en las soluciones y estimulando la proactividad ciudadana mediante la capacitación de los agentes.

5

Análisis comparativo de casos de iniciativas piloto de pagos por servicios ecosistémicos (PES) y sus resultados, así como de esfuerzos fallidos por establecer PES a diferentes escalas.

6

A la hora de elaborar el programa de investigación, hay que centrarse en la investigación orientada a las necesidades más que en los temas de interés.

7

Intercambio de conocimientos y desarrollo de capacidades a través de la formación, el entrenamiento y la transferencia de habilidades entre instituciones mediterráneas.



Oportunidades

- Aumenta el interés por el tema debido a la creciente demanda mundial de alternativas sostenibles para tecnologías y productos, así como a los ajustes en las pautas de consumo y generación de residuos.
- Ejemplos de casos de éxito en los que las innovaciones sociales y empresariales en el ámbito de la bioeconomía forestal se convirtieron en empresas prósperas y viables.



Desafíos

- La transferencia de conocimientos a los responsables políticos y los profesionales es fundamental para transformar la investigación científica en acciones de innovación que cuenten con el apoyo, la aceptación y el uso de los agentes.
- La financiación de la innovación se centra en la tecnología, lo que significa que faltan fondos estables y a largo plazo, recursos y esfuerzos institucionales para la investigación transdisciplinar y acciones innovadoras de gobernanza sociopolítica.



Recomendaciones

- La novedad y la innovación de la investigación y el desarrollo en el Mediterráneo pueden potenciarse i) utilizando un enfoque multidisciplinar, desde las ciencias naturales a las sociales; ii) utilizando marcos de gobernanza holísticos; iii) motivando la participación de inversores privados, empresas y emprendedores; y iv) integrando diversos tipos de conocimiento e innovación (tecnológica, organizativa, social e institucional).
- Las innovaciones frugales y a pequeña escala necesitan apoyo. Éstas se basan en factores clave distintos del gran capital financiero y las inversiones industriales, más adecuados a las peculiaridades mediterráneas. Estos factores incluyen: i) capital social; ii) confianza hacia las instituciones; iii) soluciones basadas en la naturaleza y específicas para cada lugar, diseñadas, aplicadas y supervisadas por redes locales; iv) nichos de mercado; y v) interdependencias entre los bosques y otros sistemas (por ejemplo, turismo, desarrollo local, sanidad, educación, finanzas, seguridad alimentaria).
- Es necesario modificar los criterios de evaluación del rendimiento de los científicos/ investigadores y ponderar los esfuerzos científicos, políticos y de las partes interesadas de forma similar a las publicaciones científicas para fomentar la transferencia de conocimientos de la ciencia a la política y la práctica.

4. Aplicación

Desarrollada a partir de las aportaciones del mundo académico, la industria y los colaboradores gubernamentales y no gubernamentales, la MFRA 2030 es un llamamiento a la comunidad investigadora para que colme las lagunas de investigación y conocimiento forestal y garantice que los responsables políticos y los profesionales del sector forestal se guíen por la ciencia a la hora de tomar decisiones.

La MFRA 2030 articula las necesidades de investigación para una gestión eficaz de los bosques mediterráneos durante los próximos ocho años. Sin embargo, deben definirse algunas prioridades urgentes para una acción inmediata. Estas prioridades de investigación requieren una financiación adecuada y coherente, apoyo político, capacidad de la administración pública, interacción empresarial público-privada y conceptos de investigación bien enmarcados.

Este nexo de condiciones es especialmente importante debido a las disparidades políticas en todo el Mediterráneo y a su contexto fragmentado de propiedad de la tierra, partes interesadas, comunidades y ecosistemas.

El progreso de la investigación forestal mediterránea dependerá también del potencial investigador individual y colectivo de todos los países mediterráneos. También dependerá de que se superen las desigualdades en la distribución de los recursos y las infraestructuras. En concreto, la gestión de los bosques mediterráneos y la investigación sobre innovación y políticas relacionadas con los bosques deberían basarse en asociaciones y redes de investigación a largo plazo que apliquen la investigación participativa y desarrollen la capacidad de investigación de los jóvenes.

Al igual que en el caso de la MFRA 2020, la implementación de la Agenda Mediterránea de Investigación Forestal 2030 continuará construyendo un triángulo de conocimiento forestal mediterráneo de investigación, educación e innovación, basado en su triángulo geográfico con vértices en las regiones de la **Europa Mediterránea**, el **Mediterráneo Oriental** y el **Mediterráneo Meridional**.



Coordinación y creación de redes

La aplicación de la MFRA exige un gran esfuerzo de creación de redes y coordinación de la investigación y requerirá un esfuerzo coordinado por parte de la comunidad investigadora y los actores mediterráneos relacionados (véase el **Box I**).

EFIMED desempeña un papel fundamental en la coordinación de los esfuerzos del cuerpo investigador mediterráneo, proporcionando oportunidades de trabajo en red, creando consorcios sólidos y ayudando en el desarrollo de propuestas de financiación.

La comunidad forestal mediterránea se reúne periódicamente durante las ediciones bienales del EFI Mediterranean Network Forum, que se puso en marcha en 2022 con motivo del lanzamiento de esta agenda, y de la Mediterranean Forest Week. Paralelamente a estos eventos, se creará un comité de seguimiento con científicos y partes interesadas cuya composición reflejará la diversidad de los socios, y que se reunirá periódicamente para supervisar la aplicación y revisar las prioridades de la Agenda con carácter bianual.

Box I.

Actores mediterráneos

Institutos nacionales de investigación, universidades, grupos regionales de investigación, centros internacionales de investigación, organizaciones no gubernamentales, industrias, municipios y entidades territoriales.	Silvicultores, agricultores, políticos, responsables de la toma de decisiones, entidades de la sociedad civil y organizaciones de base (propietarios forestales, cooperativas, grupos de jóvenes, voluntarios de acciones de emergencia forestales).
---	--

Educación formal e informal

Para la aplicación de la MFRA 2030, el apoyo del sistema educativo es crucial. Será vital garantizar que los planes de estudio de las universidades e instituciones de formación estén alineados con la MFRA 2030 a la hora de abordar las cuestiones relativas a la gestión de los bosques mediterráneos y los retos asociados. Abogar por una alineación similar en los mensajes clave de los planes de estudio escolares es esencial para un cambio social a largo plazo en la aceptación de las prácticas de gestión forestal para la resiliencia de los bosques mediterráneos. El trabajo en colaboración con los responsables políticos, los pedagogos y las organizaciones de la sociedad civil es fundamental en este sentido.

La MFRA 2030 fomenta el apoyo a las oportunidades de formación y a las visitas científicas de corta duración entre los países participantes, proporcionando capacitación y asistencia técnica y compartiendo buenas prácticas y conocimientos. EFIMED trabajará con las instituciones colaboradoras para organizar periódicamente Programas de Liderazgo Joven (Young Leadership Programmes) y ofrecer becas de apoyo a la juventud mediterránea.

Financiación de la aplicación de la MFRA 2030

La aplicación de la MFRA 2030 debe sustentarse en un apoyo financiero institucionalizado y sostenible. EFIMED trabajará con las instituciones y organizaciones pertinentes para identificar oportunidades de financiación y llegar a los donantes para comunicar las prioridades de la MFRA y generar oportunidades de financiación.

Unos pocos retos urgentes de los bosques mediterráneos pueden ser abordados por países individuales por sí solos. Pero la mayoría de los retos pueden abordarse, y sus consecuencias negativas evitarse de forma más rápida y eficaz, si se emprenden acciones concertadas.

Los problemas graves, supranacionales y a gran escala sólo pueden abordarse con un enfoque basado en sistemas transnacionales, holístico y colaborativo. Aunque la diversidad de la región mediterránea se manifiesta actualmente en unos altos niveles de fragmentación política, económica y social, también cuenta con una fuente de oportunidades, especialmente en el sector medioambiental. Si se gestiona bien, la diversidad de la región podría convertirse igualmente en una fuente de complementariedades, crecimiento y desarrollo que los actores vinculados a la MRFA aún tienen que aprovechar de forma más exhaustiva.



Foto: Pexels

5. Referencias

Aurette D., Thomas S., Albert C., Bally M., Bondeau A., Boudouresque C.F., Cahill A.E., Carlotti F., Chenuil A., Cramer W., Davi H., De Jode A., Ereskovsky A., Farnet A.M., Fernandez C., Gauquelin T., Mirleau P., Monnet A.C., Prévosto B., Rossi V., Sartoretto S., Van Wambeke F., Fady B., 2022. Biodiversity, climate change, and adaptation in the Mediterranean. *Ecosphere* 13(4), e3915.

Birot, Y., Gracia C. & Palahi M. (eds.), 2011. Water for forest and people in the Mediterranean Region – a challenging balance. *EFI Series What Science can tell us* 1, pp. 105-113.

Breed, M., Harrison, P., Blyth, C., Byrne, M., Gaget, V., Gellie, N. Groom, S., Hodgson, R., Mills, J., Prowse, T., Steane, D., Mohr, J., 2019. The potential of genomics for restoring ecosystems and biodiversity. *Nature Reviews Genetics*. 20. 10.1038/s41576-019-0152-0.

Doblas-Miranda, E.; Alonso, R.; Arnan, X.; Bermejo, V.; Brotons, L.; Heras, J.D.; Estiarte, M.; Hódar, J.A.; Llorens, P.; Lloret, F., 2017. A review of the combination among global change factors in forest, shrublands and pastures of the Mediterranean region: Beyond drought effects. *Glob. Planet. Chang.* 148, 42–54.

Ellison D., Morris C.E., Locatelli B., Sheil D., Cohen J., Murdiyarso D., Gutierrez V., van Noordwijk M., Creed I.F., Pokorny J., Gaveau D., Spracklen D.V., Bargaúes Tobella A., Ilstedt U., Teuling A.J., Gebreyohannis Gebrehiwot S., Sands D.C., Muys B., Verbist B., Springgay E., Sugandi Y., Sullivan C.A., 2017. Trees, forests and water: Cool insights for a hot world. *Global Environmental Change*, 43, 51-61.

European Commission, Directorate-General for Environment, EU biodiversity strategy for 2030 : bringing nature back into our lives, Publications Office of the European Union, 2021a, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>.

European Commission. New EU Forest Strategy for 2030. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, COM(2021) 572 Final; European Commission: Brussels, Belgium, 2021b.

European Commission. The European Green Deal. COM, 2019- 640 Final; European Commission: Brussels, Belgium, 2019.

Fabra-Crespo, M., Rojas-Briales, E., 2015. Analysis of mass media news on forest issues: a case study of Spain. *Forest Systems*. Volume 24, Issue 2, e029, 11 pages.

Fady B., Cottrell J., Ackzell L., Alía R., Muys B., Prada A., González-Martínez S.C., 2016. Forests and global change: what can genetics contribute to the major forest management and policy challenges of the twenty-first century? *Regional Environmental Change* 16(4), 927-939.

Fady, B., 2005. Is there really more biodiversity in Mediterranean forest ecosystems? *Taxon*, 54: 905-910.

Fady, B., Esposito, E., Abulaila, K., Aleksic, J. M., Alia R., Alizoti, P., Apostol, E-N., Aravanopoulos, P., Ballian, D., Bou Dagher Kharrat, M., Carrasquinho, I., Cheikh Albassatneh, M., Curtu, A-L., David-Schwartz, R., de Dato, G., Douaihy, B., Eliades, N-G H., Fresta, L., Bechir Suheil Gaouar, S., Hachi Illoul, M., Ivetic, V., Ivankovic, M., 2022. Forest Genetics Research in the Mediterranean Basin: Bibliometric Analysis, Knowledge Gaps, and Perspectives. *Curr Forestry Rep.*

Gauquelin, T., Michon, G., Joffre, R., Duponnois, R., Genin, D., Fady, B., Bou Dagher-Kharrat, M., Derridj, A., Slimani, S., Badri, W., Alifriqui, M., Auclair, L., Simenel, R., Aderghal, M., Baudoin, E., Galiana, A., Prin, Y., Sanguin, H., Fernandez C., et Baldy V., 2018. Mediterranean forests, land use and climate change: a social-ecological perspective. *Regional Environmental Change*, Springer Verlag, 18 (3), pp.623-636.

Helman, D., Lensky, I.M., Yakir, D., Osem, Y., 2017. Forest growing under dry conditions have higher hydrological resilience to drought than do more humid forest. *Glob. Chang. Biol.* 23, 2801–2817.

IPCC, 2014: Summary for policymakers. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1-32.

Lier, M., Köhl, M., Korhonen, K.T., Linser, S., Prins, K., Talarczyk, A., 2022. The New EU Forest Strategy for 2030: A New Understanding of Sustainable Forest Management? *Forests* 13, 245.

Lucier A., Ayres, M., Karnosky, D., Thompson, I., Loehle, C., Percy, K. & Sohngen B., 2009. Forest Responses and Vulnerabilities to Recent Climate Change. In: Seppälä, R., Buck, A. and Katila, P. (eds.) *Adaptation of Forests and People to Climate Change. A Global Assessment Report.* IUFRO World Series 2009 Volume 22. Helsinki, Finland. pp. 29-53.

Martinez de Arano I, Topi C, Pettenella D, Secco L, Masiero M, Follesa M, Fragiaco M, Carnus JM, Lefevre F, Rigolot E, Labidi J, Llano-Ponte R, Prokofieva I, Feliciano D, Muys B, 2018. A forest-based circular bioeconomy for southern Europe: visions, opportunities and challenges. Reflections on the bioeconomy. Synthesis report. European Forest Institute, Barcelona, 119 p.

MedECC - Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)] 2020. Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 632pp. ISBN 978-2-9577416-0-1.

Merlo, M., Croitoru, L., 2005. Valuing Mediterranean forests: Towards total economic value, *Valuing Mediterranean Forests: Towards Total Economic Value.* CABI Publishing.

Morin, X., Viner, D. & Chuine, I., 2008. Tree species range shifts at a continental scale: new predictive insights from a process-based model. *Journal of Ecology*, 96, 784-794.

Muys, B., Angelstam, P., Bauhus, J., Bouriaud, L., Jactel, H., Kraigher, H., Müller, J., Pettorelli, N., Pötzelsberger, E., Primmer, E., Svoboda, M., Thorsen, B.J., Van Meerbeek, K. 2022. Forest Biodiversity in Europe. From Science to Policy 13. European Forest Institute.

Muys B, Ellison D, Wunder S, 2021. Question 7: what role do forests play in the water cycle. In: Mauser (ed.). Key questions on forests in the EU. EFI from knowledge to action 4.

Muys B, Nyssen J, du Toit B, Vidale E, Prokofieva I, Mavsar R, Palahi M, 2014. Water-related ecosystem services of forests: learning from regional cases. In: Katila P, Galloway G, de Jong W, Pacheco P, Mery G (eds.) Forests under pressure – local response to global issues. IUFRO World Series Volume 32, Part II – Chapter 27, 423-440.

Nakagawa, S., Samarasinghe, G., Haddaway, N.R., Westgate, M. J., O’Dea, R. O., Noble, D. W.A. Lagisz, M., 2019. Research Weaving: Visualizing the Future of Research Synthesis, *Trends in Ecology & Evolution*, Volume 34, Issue 3, 2019, Pages 224-238.

Nilsson, S. (coord.). 2007. Study of the Effects of Globalization on the Economic Viability of EU Forestry. IIASA (EC CONTRACT NUMBER—30-CE-0097579/00-89).

Nocentini, S., Travaglini, D. & Muys, B., 2022. Managing Mediterranean Forests for Multiple Ecosystem Services: Research Progress and Knowledge Gaps. *Curr Forestry Rep* 8, 229–256.

Palahí, M., Birot, Y., Borges, J., Bravo, F., Pettenella, D., Sabir, M., Daly H., Shater, Z., Başkent, E., Kazana, V., Mendes, A., Moreira, F., Scarascia-Mugnozza, G. Kleinschmit von Lengefeld, A., 2009. A Mediterranean Forest Research Agenda – MFRA 2010–2020.

Peñuelas, J., Sardans, J., 2021 Global Change and Forest Disturbances in the Mediterranean Basin: Breakthroughs, Knowledge Gaps, and Recommendations. *Forests*, 12, 603.

Riedel, J.L., Bernués, A., Casasús, I., 2013. Livestock grazing impacts on herbage and shrub dynamics in a Mediterranean Natura Park. *Rangel. Ecol. Manag.* 66, 224–233.

Rodríguez, J. P., Beard, T. D., Bennett, E. M., Cumming, G. S., Cork, S., Agard, J., Dobson, A. P. and Peterson, G. D., 2006. Trade-offs across space, time, and ecosystem services. *Ecology and Society* 11(1): 28.

Rogers, HS., Beckman, NG., Hartig, F., Johnson, JS., Pufal, G., Shea, K., Zurell, D., Bullock, JM., Cantrell, RS., Loiselle, B., Pejchar, L., Razafindratsima, OH., Sandor, ME., Schupp, EW., Strickland, WC., Zambrano, J., 2019. The total dispersal kernel: a review and future directions. *AoB PLANTS*. 11: plz042.

Rolo, V., Moreno, G., 2019. Shrub encroachment and climate change increase the exposure to drought of Mediterranean wood-pastures. *Sci. Total Environ.* 660, 550–558.

Ruiz, I., Almagro, M., García de Jalón, S., del Mar Solà, M., José Sanz, M., 2020. Assessment of sustainable land management practices in Mediterranean rural regions, *Journal of Environmental Management*. Volume 276, 111293, ISSN 0301-4797.

Secco, L., Pisani, E., Górriz-Mifsud, E., Masiero, M., Gatto P., Pettenella D. 2022. Social and business innovations and policy instruments to implement the Mediterranean forest-based bio-economy, Paper commissioned by EFIMED, Barcelona. *Unpublished yet*.

Valladares, F., Benavides, R., Rabasa, S.G., Díaz, M., Pausas, J.G., Paula, S., Simonson, W.D. Global change and Mediterranean forests: Current impacts and potential responses. In *Forests and Global Change; Ecological Reviews*; Coomes, D.A., Burslem, D.F.R.P., Simonson, W.D., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK, 2014; pp. 47–75.

Vitali, A., Y. Sasal, D. P. Vázquez, M. F. Miguel, and M. A. Rodríguez-Cabal. 2022. The disruption of a keystone interaction erodes pollination and seed dispersal networks. *Ecology*. 103(1):e03547. 10.1002/ecy.3547.

Wolfslehner, B., Prokofieva, I. and Mavsar, R. (editors). 2019. Non-wood forest products in Europe: Seeing the forest around the trees. What Science Can Tell Us 10. European Forest Institute.

Winkel, G., Lovrić, M., Muys, B., Katila, P., Lundhede, T., Pecurul, M., Pettenella, D., Pipart, N., Plieninger, T., Prokofieva, I., Parra, C., Pülzl, H., Roitsch, D., Roux, J-L., Thorsen, B.J., Tyrväinen, L., Torralba, M., Vacik, H., Weiss, G., Wunder, S. 2022. Governing Europe's forests for multiple ecosystem services: Opportunities, challenges, and policy options. *Forest Policy and Economics*, 145, 102849. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2022.102849>.

Wunder, S., Calkin, D., Charlton, V., Feder, S., Martínez de Arano, I., Moore, P., Silva, F., Tacconi, L., Vega-Garcia, C., 2021. Resilient landscapes to prevent catastrophic forest fires: Socioeconomic insights towards a new paradigm. *Forest Policy and Economics*. 128. 102458. 10.1016/j.forpol.2021.102458.

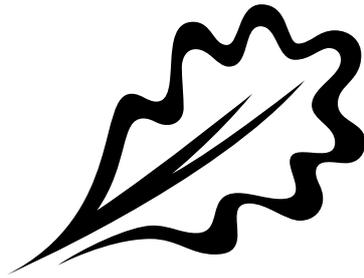


Las opiniones expresadas en esta publicación corresponden a sus autores y no representan necesariamente las del Instituto Forestal Europeo. Las denominaciones geográficas empleadas y el material presentado no implican juicio alguno por parte del editor sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. La mención de una marca comercial no implica que se apruebe el producto en cuestión y sólo se ofrece a título informativo.

La impresión de esta publicación ha recibido apoyo financiero de la Diputació de Barcelona. El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y no refleja necesariamente las opiniones de la Diputació de Barcelona.



Esta publicación se ha impreso utilizando papel y procesos certificados para garantizar un impacto medioambiental mínimo y fomentar la gestión forestal sostenible.



EFI

<https://efi.int/mfra-2030>



EFI

<https://efi.int/mfra-2030>

El **Instituto Forestal Europeo (EFI)** es una organización internacional creada por los Estados europeos. EFI lleva a cabo investigaciones y proporciona asesoramiento político sobre cuestiones relacionadas con los bosques. El Instituto facilita y estimula la creación de redes relacionadas con los bosques y promueve la difusión de información imparcial y pertinente para la elaboración de políticas forestales. Además, aboga por la investigación forestal y por el uso de información científicamente sólida como base de las políticas forestales.