



2025 | **16-20**
GIJÓN | JUNIO

9º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

9CFE-1337

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

Organiza





Tendencias en la investigación sobre *Pinus pinaster* Aiton y su relación con el cambio climático: un análisis bibliométrico integral (1990-2024)

CÁMARA-OBREGÓN, A. (1), SOARES, P. (2), MUTKE, S. (3), TOMÉ, M. (2) LÓPEZ-SÁNCHEZ C. (1), y BARRIO-ANTA, C. (1)

(1) Grupo de investigación SMartForest. Asturias Raw Materials Institute. Universidad de Oviedo.

(2) Grupo de investigación ForChange. Instituto Superior de Agronomía. Universidade de Lisboa.

Resumen

La capacidad de adaptación de las especies forestales al cambio climático es esencial para la gestión y conservación de los ecosistemas, y el pino marítimo (*Pinus pinaster* Aiton) destaca como una de las especies de mayor interés en la comunidad científica internacional. Este estudio realiza un análisis bibliométrico integral de las publicaciones científicas sobre la especie entre 1996 y 2024 en la región mediterránea relacionadas con el cambio climático de manera explícita o implícita, identificando tendencias de investigación y áreas clave de estudio.

La base de datos inicial incluyó 3.100 registros, posteriormente depurados hasta 244 publicaciones relevantes. Más del 50% de las mismas se generaron después de 2012, reflejando un creciente interés en el potencial adaptativo de la especie, con un 40% de los estudios actuales vinculados directamente al cambio climático. Entre los principales impactos analizados, el calentamiento global representa el 48,19% de las investigaciones, seguido por el estrés hídrico/sequía (16,87%), los incendios forestales (12,45%) y el manejo forestal adaptativo (11,65%).

Por países, España lidera la producción científica (56,60%), seguida por Portugal y Francia. Por clados genéticos, Atlántico Ibérico (G1) y al Centro de España (G6) son los que concentran la mayor actividad investigadora, con el 50% de los trabajos enfocados en estas regiones.

Palabras clave

Pino marítimo, pino rodeno, cambio climático

1. Introducción

El pino marítimo (*Pinus pinaster* Ait.) es una conífera ampliamente distribuida en la región mediterránea, especialmente en España, Portugal y el sur de Francia. Es relevante tanto por su valor ecológico y protector, como por su producción maderera y resina. Esta especie es altamente plástica y puede sobrevivir a amplios rangos de temperatura, a una gran variabilidad de las precipitaciones, así como a sequías severas, lo que la hace especialmente interesante para abordar los efectos del cambio climático (Moghli et al., 2022; Lecina-Díaz et al., 2023). Posee una significativa variabilidad genética, lo que puede facilitar su adaptación a condiciones climáticas cambiantes. Sin embargo, la rapidez del cambio climático podría superar su capacidad de adaptación natural (Seynave et al., 2018).

La bibliometría es una herramienta fundamental para evaluar y analizar cuantitativamente los resultados de la investigación académica (Shu et al., 2015). Permite identificar tendencias emergentes y proporciona datos esenciales para la definición de políticas, planificación de líneas de investigación y asignación de recursos (Xie et al., 2020). Aunque hay más de 60 artículos de revisión sobre el pino marítimo, no existen estudios bibliométricos sobre la especie, careciendo de un

análisis global integral.

2. Objetivos

Este estudio tiene como objetivos (1) utilizar métodos bibliométricos para analizar la evolución histórica de las investigaciones sobre el pino marítimo y su relación con el cambio climático desde cualquier disciplina, (2) evaluar el estado actual de la investigación y sus deficiencias, y (3) delinear puntos clave y direcciones prioritarias para investigaciones futuras.

3. Metodología

En este trabajo se seleccionó la base de datos de Web of Science (WOS) como fuente principal de datos, debido a su gran calidad, amplia cobertura y precisión en la clasificación (Li et al., 2018) Por ello, esta investigación seleccionó la base de datos WOS para la búsqueda bibliográfica de artículos en inglés incluidos exclusivamente en el Science Citation Index Expanded, no se incluyeron artículos de revisión ni trabajos de congresos. Inicialmente, se realizó una búsqueda de trabajos centrada en los temas especie (*Pinus pinaster*) y cambio climático, acotando el alcance mediante palabras clave específicas. La búsqueda se realizó sin limitación temporal, aunque por la propia temática los registros que conformaron la base de datos abarcan el periodo 1996-2024. La búsqueda inicial resultó en 315 artículos, obteniendo una selección final de 244 tras una depuración adicional basada en títulos, palabras clave y resúmenes.

La secuencia de búsqueda y depuración de datos fue la siguiente:

- Paso 1. TOPIC “*Pinus pinaster*” OR “*p.pinaster*” OR “*maritime pine*” AND TOPIC “*climate change**” OR “*global change*” OR “*global warming*”
- Paso 2. Se mantienen los comandos de búsqueda del Paso 1 y se busca “*Pinus pinaster*” OR “*p.pinaster*” OR “*maritime pine*” en palabras clave del autor, resúmenes y título.
- Paso 3. Se mantienen los comandos de búsqueda del Paso 1 y se busca “*climate change**” OR “*global change*” OR “*global warming*” en palabras clave del autor, resúmenes y título.

La tabla 1 muestra los registros en bruto totales localizados con las secuencias de búsqueda descrita y los registros depurados, una vez eliminadas las coincidencias entre las distintas secuencias de búsqueda. Se encuentran un total de 208 registros comunes tras los pasos 2 y 3 sin tener en cuenta las *Keywords Plus* (KWP).

Tabla 1. Registros obtenidos tras aplicar los pasos de búsqueda 1, 2 y 3

Búsqueda	Paso 2		Paso 3	
	Bruta	Depurada	Bruta	Depurada
And KW	86	8	94	26
And KW + Title	42	2	20	1
And KW + Title + Abstract	40	40	19	20
And KW + Abstract	76	36	68	48
And Title	100	6	33	2
And Title + Abstract	92	52	30	10
And Abstract	243	115	238	162
Keywords plus	57	56	67	67
Total	736	315	552	336

El campo KWP es un conjunto de palabras clave generadas automáticamente por un algoritmo. Estas palabras clave se extraen de los títulos de las referencias citadas en el artículo, y no son proporcionadas directamente por los autores del artículo. Se generan a partir de términos que aparecen con frecuencia en los títulos de los trabajos citados en las referencias del artículo. Comparadas las KWP de ambas búsquedas (Tabla 2), se detectan 10 registros comunes y el resto se encuentran en la búsqueda realizada con el otro criterio; es decir, las del paso 2 en el 3 y las del 3 en el 2.

Tabla 2. Registros comunes y Keywords Plus

	Registros de Paso 2 sin KWP de Paso 2 (1)	Registros comunes (2)	KWP de búsqueda <i>i/j</i> incluida en <i>j/i</i> (3)	KWP comunes
Paso 2	254	208	46	10
Paso 3	265	208	57	10

Nota: (1) = (2)+(3)

Analizados los 10 trabajos que configuran las KWP comunes, se seleccionan aquellos en los que *Pinus pinaster* es objeto de estudio a pesar de no estar incluido en el título, resúmenes o palabras clave del autor. Finalmente, se decide hacer el análisis con los registros que proceden del Paso 2 (80% comunes con Paso 3), considerando que estos trabajos están directamente relacionados con la especie y se ajustan mejor al objeto del estudio. Se realiza una última revisión de los artículos, excluyendo aquellos en los que el pino marítimo no es objeto del estudio, por ejemplo, parte de los materiales empleados en un proceso industrial (Perea-Moreno et al, 2016). Se concluye con 244 registros en la base de datos final.

Todos los análisis de datos fueron realizados utilizando Microsoft Excel (Microsoft Corporation, Versión 16.0, 2021)

4. Resultados y Discusión

Tendencias de publicación

La investigación sobre los trabajos sobre *Pinus pinaster* y su relación con el cambio climático se puede categorizar en tres períodos distintos basados en la tendencia de publicaciones: inicial, intermedio y reciente (Fig. 2). En el período preliminar, que abarcó aproximadamente una década, la investigación representa sólo el 6,15 % del total de publicaciones. Durante el período intermedio, la producción de investigaciones aumentó notablemente (27,37%), a un ritmo medio de 10 publicaciones/año pero con una marcada tendencia de crecimiento, ya que el número de trabajos se cuadruplicó del inicio al final del intervalo. El período reciente supone el 66,39% de la producción total, registrándose un promedio anual de 20 publicaciones, lo que indica una mayor actividad científica en términos absolutos. Sin embargo, el ritmo de crecimiento fue más moderado, con un aumento de solo 1,7 veces entre el inicio y el final del período.

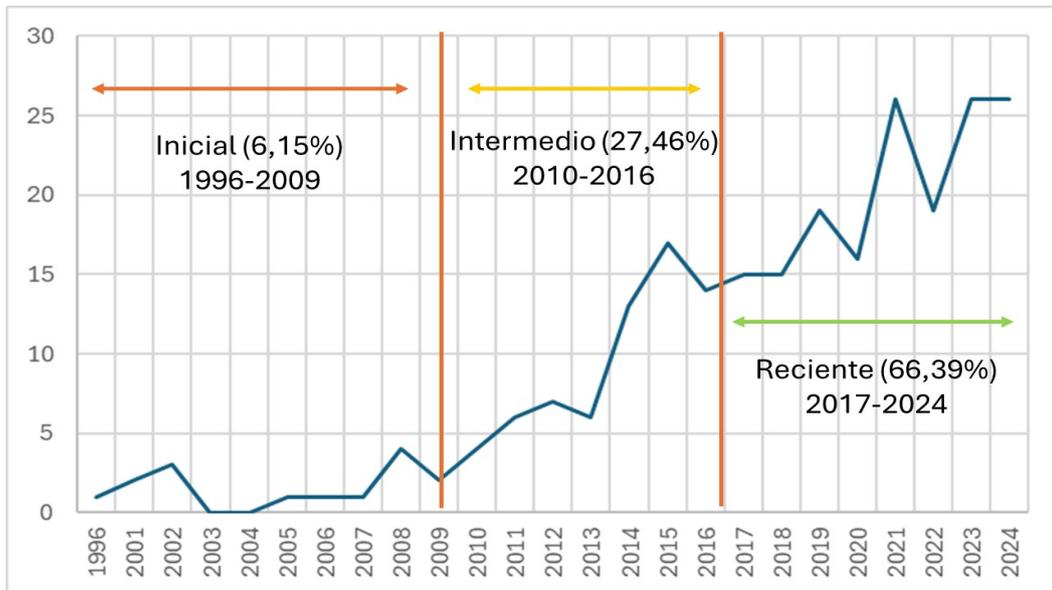


Figura 1. Número de publicaciones de 1996 a 2024

Análisis por país

El número de artículos publicados puede, hasta cierto punto, indicar la contribución e influencia de un país en el campo de estudio. Entre 1996 (primera cita de la base de datos) y 2024, son 19 países los que al menos tienen 1 publicación en este campo. España lidera en publicaciones (150, 56,60%), seguida por Portugal (37, 13,95%), Francia (33, 12,45%) e Italia (17, 6,42%). En total, los países donde se considera que la especie encuentra su hábitat natural, el número de publicaciones identificadas contribuyen a un 89,81% del total (Fig.2).

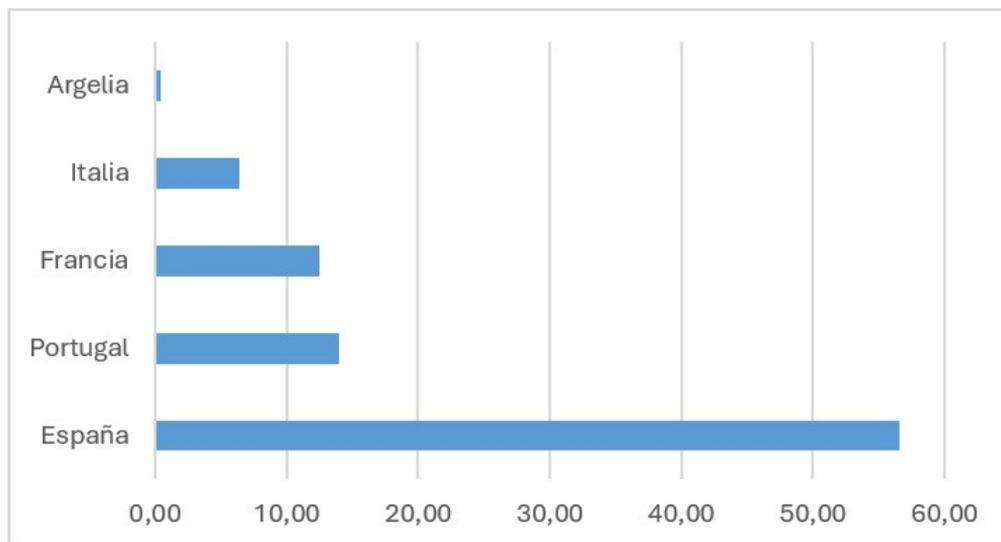


Figura 2. Contribución científica por país (%), dentro del área natural de *Pinus pinaster* Ait

Análisis de revistas

Los 244 artículos que conforman la base de datos con la que se trabajó finalmente se publicaron en 94 revistas, de las cuales 57 sólo publicaron un artículo. La Figura 3 detalla las revistas con más de 6 artículos, la mayoría con factores de impacto elevados. Son en total diez revistas, en las que se publicaron 128 artículos, lo que representa el 49.80 %. *Forest Ecology and Management* lidera

con 35 publicaciones, seguido de *Science of the Total Environment* con 18 y *Forests* con 15. De los años de publicación, *Science of the Total Environment* tiene el factor de impacto más alto (8,2), seguido por *Agricultural and Forest Meteorology* (5,6) y *Forest Ecology and Management* (3,7).

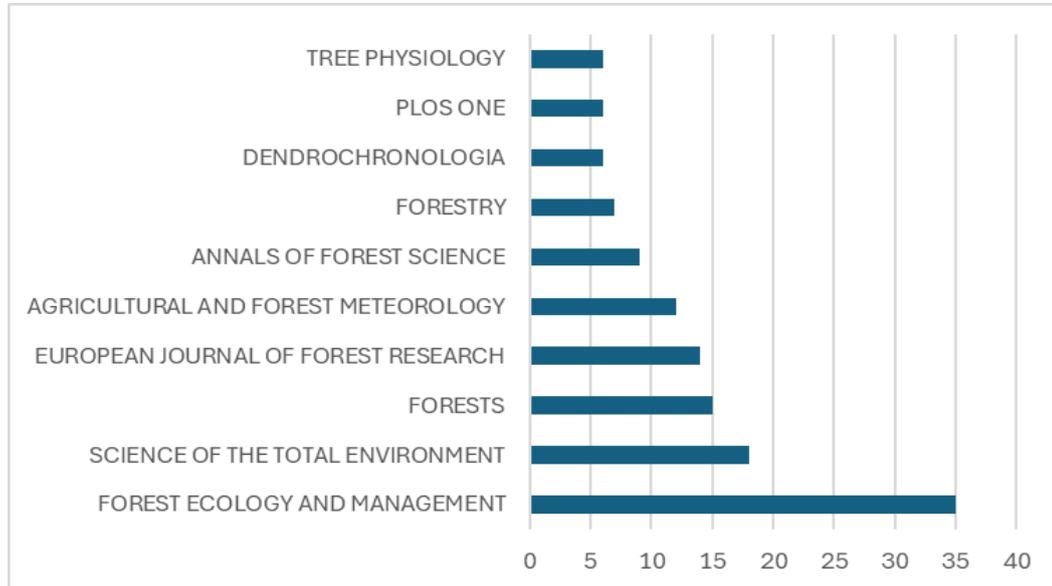


Figura 3. Número de publicaciones por revista con más de 6 artículos publicados

Análisis de impactos vinculados al cambio climático en *Pinus pinaster* Ait

Se han clasificado todas las publicaciones según el impacto asociado al cambio climático que se abordaba en el estudio concreto. Para ello, se han identificado once impactos en la literatura analizada, que se definen a continuación:

1. **Adaptación Genómica:** Este concepto destaca la interacción entre la base genética de la adaptación y los procesos selectivos ambientales. Conjunto de procesos y mecanismos que combinan la evolución de variaciones genéticas y su expresión funcional, permitiendo a las poblaciones de *Pinus pinaster* ajustar su fenotipo y persistir en ambientes cambiantes. Incluye *adaptación genética* (cambios heredables en la frecuencia de alelos que confieren una mayor aptitud en condiciones específicas, De la Mata et al, 2012; Vizcaino-Palomar et al., 2014) y *genética adaptativa* (estudio de los genes y sus vías moleculares que subyacen a las capacidades adaptativas, como la tolerancia al estrés hídrico, la plasticidad fenotípica y el ajuste a microambientes diversos, Perdiguero et al, 2012; Serra-Varela et al., 2015)
2. **Calentamiento Global:** Incluye el impacto integral del cambio climático en la distribución, crecimiento y adaptación de *Pinus pinaster*, así como sus manifestaciones: eventos extremos (sequías, tormentas), daños abióticos (incendios, estrés hídrico) y bióticos (plagas, enfermedades). Esta categoría se aplica cuando no se determina un impacto específico derivado del calentamiento global.
3. **Estrés Hídrico/Sequía:** Abarca la falta de agua en el suelo, atmósfera o plantas, y sus impactos en procesos como metabolismo, productividad, interacciones bióticas y abióticas, ciclos de nutrientes y gestión forestal. Es una consecuencia clave del cambio climático exacerbada por periodos secos más frecuentes e intensos que se considera de manera específica en



- los trabajos.
4. **Manejo Forestal Adaptativo para el Cambio Climático:** Estrategias y prácticas de gestión forestal para mitigar los impactos del cambio climático y maximizar la resiliencia de los ecosistemas forestales. Incluye silvicultura adaptativa, prevención de incendios, plagas y enfermedades, reforestación con especies adaptadas al clima futuro, transformación de bosques puros en mixtos, etc.
 5. **Incendios:** Trabajos enfocados en los incendios forestales como impacto principal, analizados desde distintas disciplinas: ecología (impactos en biodiversidad, estructura del ecosistema y regeneración natural), silvicultura (estrategias preventivas, como reducción de combustible y planificación), ecofisiología (respuestas adaptativas al fuego), biogeoquímica (cambios en ciclos de nutrientes y carbono), gestión forestal, modelos predictivos, restauración post-incendio, mitigación de riesgos, etc.
 6. **Plagas y Enfermedades:** Proliferación, expansión e intensificación de patógenos y plagas impulsadas por el cambio climático.
 7. **Cambio Climático Pleistocénico:** Alteraciones climáticas durante el Pleistoceno, caracterizadas por ciclos glaciares e interglaciares que afectaron ecosistemas y distribución de especies como *Pinus pinaster*. Abarca estudios paleoclimáticos sobre temperaturas, precipitaciones, dinámica costera y migraciones con implicaciones en los paisajes actuales.
 8. **Viento:** Efectos mecánicos y fisiológicos del viento en la estructura, desarrollo y estabilidad de árboles y bosques. Abarca respuestas morfológicas y fisiológicas (cambios en arquitectura del tallo, raíces y anclaje) y riesgos (daños por vientos fuertes bajo condiciones climáticas cambiantes).
 9. **Comercio de Material Forestal de Reproducción (MFR):** Intercambio transfronterizo de semillas, plántulas y material genético forestal para mejorar la adaptación climática y sostenibilidad de los bosques. Aborda translocaciones genéticas, riesgos de desajustes y promoción de adaptaciones preseleccionadas (Jansen et al., 2019)
 10. **Mitigación del Cambio Climático:** engloba estrategias, tecnologías y enfoques que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente CO₂, y promover una transición hacia economías más sostenibles y resilientes (p.ej. bioenergía basada en recursos forestales, valorización de residuos forestales, etc.), integrando principios de economía circular para maximizar la sostenibilidad ambiental. Esta categoría es aplicable a trabajos que investigan formas de aprovechar recursos forestales para reducir las emisiones netas de carbono, sustituyendo materiales y fuentes de energía convencionales, y promoviendo modelos más sostenibles de producción y consumo. Su alcance incluye desde tecnologías de bioenergía hasta el desarrollo de bioproductos innovadores.
 11. **Impactos antropogénicos históricos:** agrupa estudios enfocados en los efectos de prácticas humanas históricas sobre la ecología, la genética y la evolución de los bosques. Es particularmente útil para evaluar cómo estos impactos han moldeado los ecosistemas forestales y su resiliencia frente al cambio climático.

La Fig.4 muestra cómo se distribuyen los impactos mencionados en relación con la especie. No sorprende que la categoría *Calentamiento global* (48,19%) sea la más



numerosa y a distancia del resto, ya que la mayoría de los trabajos se centran en la caracterización que estos efectos, de manera conjunta, generan sobre la especie y se analizan desde múltiples disciplinas. En segundo lugar, el *estrés hídrico/sequía* (16,87%), en tercer lugar, y prácticamente empatados, destacan los *Incendios Forestales* (12,45%) y el *Manejo Forestal Adaptativo* (11,65%) y en cuarta posición, las *Plagas y Enfermedades* (5,62%). Estas categorías suponen el 95% de los trabajos que configuran la base de datos de estudio.

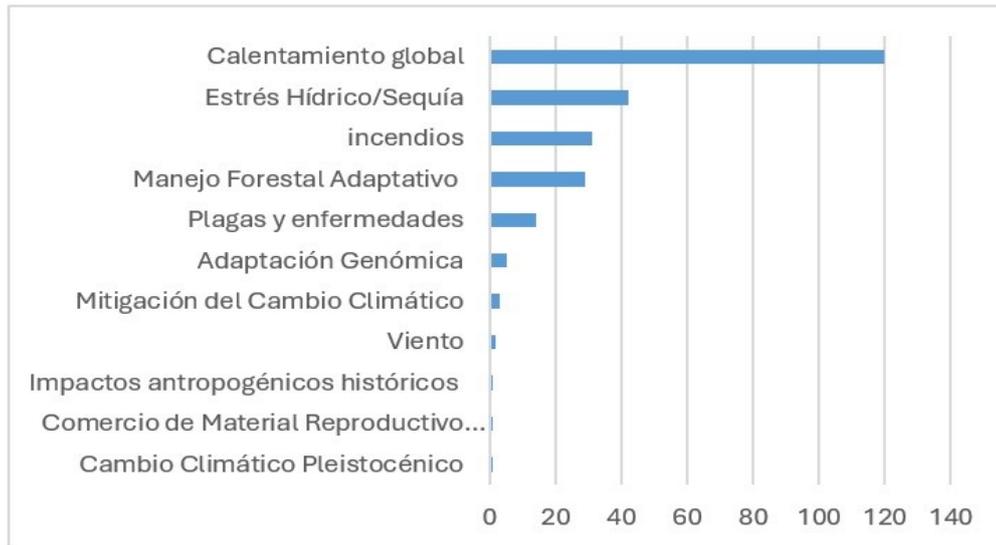


Figura 4. Número de trabajos por categoría de impacto asociado al cambio climático

La Figura 5 muestra la evolución del número de artículos desagregado por impacto y su contribución respecto al total de publicaciones. Para el impacto *Calentamiento global*, se aprecia el mismo patrón de evolución descrito que para la totalidad de publicaciones (Fig.1), en este caso con una fase preliminar que comienza algo más tarde (2004) y que también cambia de tendencia de forma evidente a partir de 2010. Respecto a los demás impactos, se observa que no se ajustan a este patrón temporal, siendo lo que más llama la atención el retraso en aparecer, lo que indica una asociación de estos al cambio climático que no ocurría en etapas anteriores.

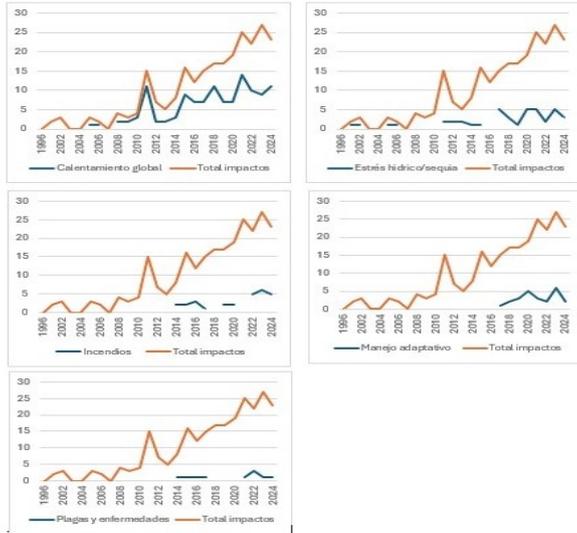


Figura 5. Evolución del número de publicaciones según impacto asociado al cambio climático

Asignación de clados

Los clados genéticos (Tabla 3) de *Pinus pinaster* (Serra-Varela et al., 2015) representan agrupaciones de poblaciones con orígenes y adaptaciones evolutivas distintas. Estos se basan en análisis genéticos de varios marcadores moleculares, que incluyen ADN mitocondrial, cloroplastos y nucleares. La Fig.6 muestra su distribución geográfica.

Tabla 3. Clados de *Pinus pinaster* Ait. (Serra-Varela et al., 2015)

Clado	Región	Características
Atlántico Ibérico G1	noroeste de España y Portugal	Adaptado a condiciones húmedas y frescas. Subestructura genética que lo diferencia del clado atlántico francés
Oriental (Francia, Italia y Córcega) G2	sureste de Francia, norte de Italia y Córcega	Aislado de los demás. Es representativo de las poblaciones europeas más orientales.
Atlántico Francés G3	costas atlánticas de Francia	Similar al G1 pero separado geográficamente por el golfo de Vizcaya. Preferencia por climas templados y húmedos
Marroquí G4	Marruecos	Aislado del resto de los clados por el Estrecho de Gibraltar. Tiene conexiones genéticas limitadas con el clado del sur de España
Este de España G5	Regiones costeras y montañosas del este de España	Resultado de una mezcla genética entre los clados central y sur. Adaptado a climas mediterráneos más secos
Centro de España G6	Mesetas y áreas montañosas centrales de España	Muestra una mezcla genética entre los clados atlántico y otros clados españoles. Adaptado a climas continentales
Sur de España G7	Región: Regiones del sur de España (p.ej., Sierra Nevada).	Resultado de una mezcla entre el clado marroquí y otros clados españoles. Adaptado a sequías extremas y temperaturas altas.
Tunecino G8	Túnez	Presenta influencias de clados europeos orientales, aunque la evidencia sugiere posibles errores en la identificación genética en algunos estudios.

Genéticamente aislado.

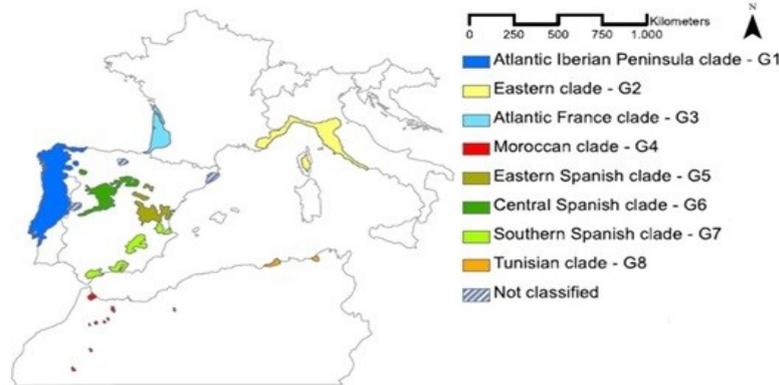


Figura 6. Distribución de los clados genéticos (G1–G8) a lo largo del área de distribución nativa del pino marítimo. Las áreas sombreadas con líneas corresponden a clados no clasificados. Extraído de Serra-Varela et al (2015).

La Fig.7 muestra la evolución del número de publicaciones por clado respecto al total de trabajos. Se observa el incremento del número de estudios, especialmente a partir de 2011, para los clados G1 y G6 cuyas publicaciones suponen el 50% del total. Todos los clados presentes en la Península Ibérica representan el 75% de los trabajos a nivel mundial. Llama la atención la escasa representación de trabajos del clado G3 y su tendencia a mantener el mismo número de publicaciones anuales, dada la relevancia económica que la especie tiene en Francia.

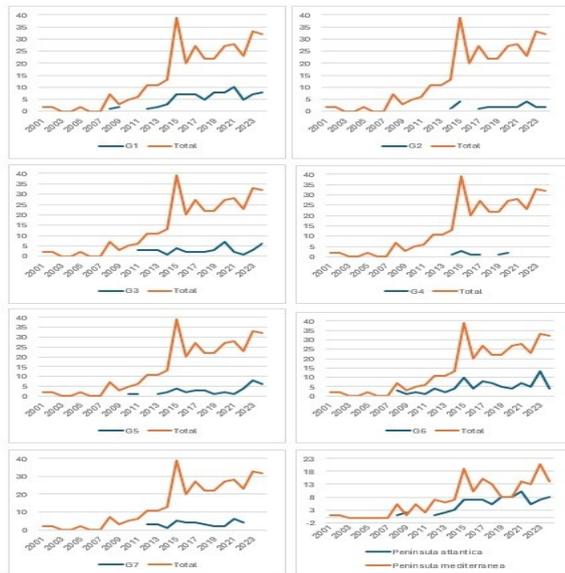


Figura 7. Evolución del número de publicaciones por clado y su contribución al número de publicaciones totales. Nota: el clado G8 se excluye por falta de citas

En el caso del clado G1, representa el área más productiva de la Península Ibérica donde la especie tiene también una gran importancia económica para la producción maderera fundamentalmente. Este clado es, junto con el G6, el que



mayor número de publicaciones presenta (24,48%) y además con una evolución creciente en los últimos 15 años.

El clado G6, con un 25,37%, muestra una tendencia de crecimiento menos acusada que el G1, pero comienza la producción de trabajos de la especie vinculados al cambio climático antes que para la zona atlántica, probablemente porque los impactos se han hecho visibles antes. También la producción de madera es importante en esta zona de España, pero muy destacable el interés que la especie tiene por su capacidad para producir resina de calidad.

Respecto a los clados G2, G4 y G8 el bajo número de publicaciones puede estar atribuido a la escasa representación superficial que la especie tiene en estas zonas.

5. Conclusiones

El análisis bibliométrico realizado sobre *Pinus pinaster* Aiton y su relación con el cambio climático evidencia un notable crecimiento en la producción científica en las últimas décadas, reflejando el interés creciente en esta especie como modelo para estudiar los impactos y estrategias de adaptación frente a condiciones climáticas cambiantes. Se destacan varios puntos clave:

Más del 50% de las publicaciones han surgido desde 2012, con un enfoque cada vez más centrado en los efectos del cambio climático, representando actualmente el 40% de los trabajos. Este aumento subraya la relevancia de *Pinus pinaster* en investigaciones ecológicas y de adaptación genética.

España, Portugal y Francia concentran la mayoría de los estudios, representando el 89,81% del total, lo cual refleja la importancia ecológica y económica de la especie en la región mediterránea.

Entre los once impactos identificados, el calentamiento global (48,19%) domina la literatura, seguido por el estrés hídrico/sequía (16,87%), incendios forestales (12,45%) y manejo forestal adaptativo (11,65%). Estos resultados resaltan las prioridades actuales de investigación, enfocadas en entender y mitigar los efectos más críticos del cambio climático.

El análisis genético resalta la heterogeneidad adaptativa de *Pinus pinaster*. Clados como G1 (Atlántico Ibérico) y G6 (Centro de España) concentran el 50% de las publicaciones, debido a su relevancia económica y su papel en estudios de adaptación climática. Sin embargo, clados como G3 (Atlántico Francés) presentan una escasa representación, sugiriendo la necesidad de investigaciones más equilibradas.

La integración de múltiples disciplinas, desde la ecología hasta la gestión forestal, ha permitido una visión más completa de los desafíos y oportunidades para *Pinus pinaster*. Este enfoque enfatiza la importancia de enfoques integrados para abordar la adaptación al cambio climático.

Este trabajo representa un punto de partida para futuros estudios, identificando tanto las áreas prioritarias como las lagunas de conocimiento. Las investigaciones venideras deberían centrarse en regiones y clados menos estudiados, así como en el desarrollo de estrategias innovadoras de manejo forestal adaptativo que potencien la resiliencia de los ecosistemas donde esta especie desempeña un rol clave.

6. Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado durante una estancia de



investigación en el Instituto Superior de Agronomía de la Universidad de Lisboa en 2023 y financiada por el Ministerio de Universidades mediante el Programa de estancias de movilidad de profesores e investigadores en centros extranjeros de enseñanza superior e investigación. Pero si hay un agradecimiento muy especial es para Sven Mutke, que me llamó para escribir sobre el pinastro y me acompañó en todo el proceso. Siempre con una sonrisa.

7. Bibliografía

DE LA MATA, R., VOLTAS, J. & ZAS, R., 2012. Phenotypic plasticity and climatic adaptation in an Atlantic maritime pine breeding population. *Annals of Forest Science* 69, 477–487.

JANSEN, S., KONRAD, H., GEBUREK, T., 2019. Crossing borders – European forest reproductive material moving in trade, *Journal of Environmental Management*, Volumen 233, pp 308-320.

LECINA-DIAZ, J., CHAS-AMIL, M.L., AQUILUÉ, N., SIL, Â., BROTONS, L., REGOS, A., TOUZA, J., 2023. Incorporating fire-smartness into agricultural policies reduces suppression costs and ecosystem services damages from wildfires. *Journal of Environmental Management*, 337.

LI, K., ROLLINS, J. & YAN, E., 2018. Web of Science use in published research and review papers 1997–2017: a selective, dynamic, cross-domain, content-based analysis. *Scientometrics* 115, 1–20.

MOGHLI, A., SANTANA, V.M., BAEZA, M.J., 2022. Fire Recurrence and Time Since Last Fire Interact to Determine the Supply of Multiple Ecosystem Services by Mediterranean Forests. *Ecosystems* 25, 1358–1370

PERDIGUERO, P., COLLADA, C., BARBERO, M.C., GARCÍA CASADO, G., CERVERA, M.T., SOTO, A., 2012. Identification of water stress genes in *Pinus pinaster* Ait. by controlled progressive stress and suppression-subtractive hybridization, *Plant Physiology and Biochemistry*, Volumen 50, pp 44-53.

PEREA-MORENO, A.J., JUARDI, A., MANZANO-AGUGLIARO, F., 2016. Solar greenhouse dryer system for wood chips improvement as biofuel, *Journal of Cleaner Production*, Volume 135, pp 1233-1241

SERRA-VARELA, M.J., GRIVET, D., VINCENOT, L., BROENNIMANN, O., GONZALO-JIMÉNEZ, J. AND ZIMMERMANN, N.E.; 2015. Connecting environmental and genetic distance. *Global Ecology and Biogeography*, 24: 1302-1313.

SEYNAVE, I., BAILLY, A., BALANDIER, P., 2018. GIS Coop: networks of silvicultural trials for supporting forest management under changing environment. *Annals of Forest Science* 75, 48

SHU, R., MA, G., ZOU, Y., GUO, N., SU, H., ZHANG, G., 2024. Bibliometric analysis of ecological security pattern construction: Current status, evolution, and development trends. *Ecological Indicators*, Volume 169, 112754.

VIZCAÍNO-PALOMAR N, REVUELTA-EUGERCIOS B, ZAVALA MA, ALÍA R, GONZÁLEZ-MARTÍNEZ SC., 2014. The Role of Population Origin and Microenvironment in Seedling Emergence and Early Survival in Mediterranean Maritime Pine (*Pinus pinaster* Aiton). *PLoS ONE* 9(10): e109132.

XIE, H., ZHANG, Y., WU, Z., LV, T., 2020. A Bibliometric Analysis on Land Degradation: Current Status, Development, and Future Directions. *Land*, 9(1), 28.

