

8.2.12. CASTAÑARES

ALFONSO FERNÁNDEZ MANSO

DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA

La mayoría de los castañares en Castilla y León son formaciones procedentes de cultivo, que suelen ocupar el espacio correspondiente a especies del género *Quercus* de aptencias climáticas parecidas. En Castilla y León, las masas de castaño (*Castanea sativa*) ocupan un total de 28.872 ha¹. Muchos de estos bosques alcanzan una estructura madura, con ejemplares añosos y de considerables dimensiones, llegando a una regeneración natural en casos favorables.

Los castañares maduros crean un ambiente frondoso y sombrío, bastante parecido al de los hayedos del norte peninsular. En el interior, llama la atención el gran acúmulo de hojarasca que cubre el suelo, fundamentalmente del otoño anterior, así como la escasez de vegetación en el sotobosque.

La flora es común a la de las formaciones forestales sobre las que se implantan, con especies atlánticas en los castañares del noroeste de Castilla y León, o con otras de carácter mucho más mediterráneo en el sur de la región. Los castañares se han utilizado tradicionalmente para la producción de madera y de fruto. La fauna es rica cuando el bosque es maduro, semejante a la de otras formaciones caducifolias, y a menudo aprovecha los recovecos de los viejos castaños para nidificar u obtener refugio, además de consumir el fruto como alimento.

Los castañares se desarrollan en climas con precipitaciones generalmente superiores a 600 mm, sobre sustratos silíceos o calcáreos bien lavados y aireados. El castaño aparece hoy en día en las comarcas silíceas y relativamente húmedas, hasta los 1.000 m de altitud. Abunda en las comarcas occidentales de León (El Bierzo, La Cabrera y norte) y Zamora (Sanabria, La Carballeda y Aliste). También medra en las áreas montañosas de Salamanca (Béjar, La Alberca, Linares de Ríofrío, Escorial de la Sierra, Mieza, Masueco, Miranda del Castañar, etc.) y sur de Ávila, en los valles del Tiétar y Alberche. En Burgos crece en los montes de San Zadornil y en los valles atlánticos norteños.

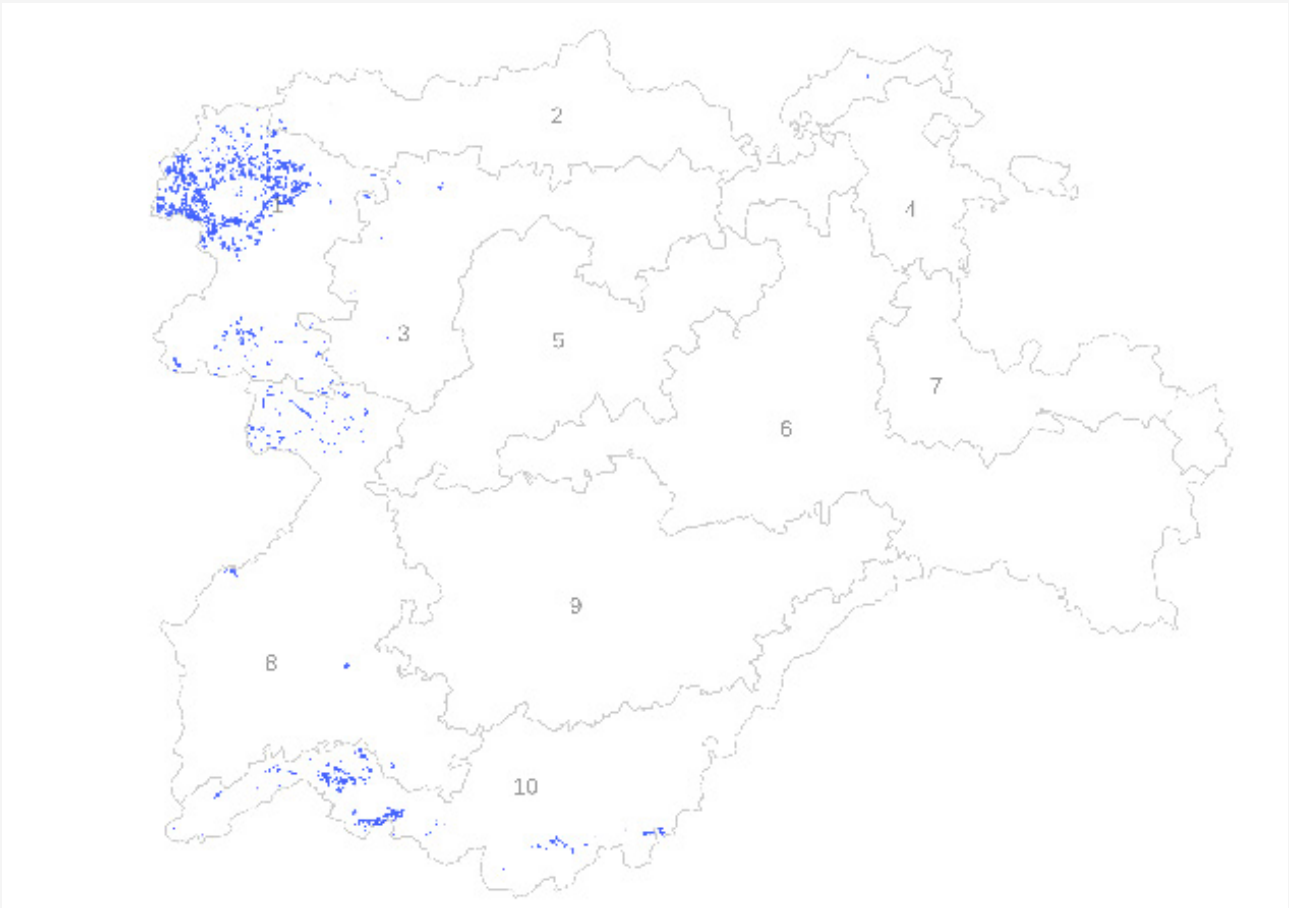
¹ Teselas de *Castanea sativa* como especie principal. Mapa Forestal Español de máxima actualidad © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe.aspx>



Monte bajo de Castanea sativa (Prioranza del Bierzo, León). Foto de SEVILLA, F.



Aspecto del castañar donde aparece el regenerado, monte bajo y árbol para fruto (Prioranza del Bierzo, León). Foto de SEVILLA, F.



Distribución de masas forestales con castaño (Castanea sativa) como especie principal en el ámbito de Castilla y León según comarcas (1. Bierzo-Sanabria; 2. Montaña Cantábrica; 3. Páramos silíceos y ribera; 4. Burgos norte; 5. Tierra de campos; 6. Páramos calizos y Soria; 7. Sistema Ibérico; 8. Oeste; 9. Tierra de pinares; 10. Sistema Central). Fuente: Mapa Forestal Español de máxima actualidad © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, IMPACTOS OBSERVADOS Y PREVISTOS

Las modificaciones de las temperaturas previstas por el cambio climático tendrán múltiples implicaciones en la fisiología del castaño. La temperatura afecta a los principales procesos fisiológicos, como las tasas de crecimiento y desarrollo de las plantas, el tiempo fenológico, la productividad y la calidad. De esta forma, los inviernos más cálidos afectan el correcto desarrollo fisiológico y fenológico de la especie. Los árboles de clima templado, como el castaño, a menudo requieren inviernos relativamente fríos para cumplir con sus requisitos de enfriamiento durante la latencia invernal, lo que permite un desarrollo fisiológico y fenológico adecuado, como brotación, floración, cuajado y maduración. La exposición acumulada a bajas temperaturas permite que las plantas establezcan adecuadamente la producción de inflorescencias cuando surgen temperaturas más cálidas en primavera. Por ejemplo, el tiempo de brotación depende de la exposición a temperaturas frías para liberar la latencia, seguida de temperaturas óptimas para promover el crecimiento de las plantas en primavera. Modificaciones en las condiciones fenológicas tendrán mayoritariamente repercusiones negativas en las poblaciones.

En algunos casos, las temperaturas más cálidas pueden traer algunos beneficios, como una mayor productividad y la aceleración de la maduración de la fruta, provocando las cosechas tempranas. La temperatura está fuertemente asociada con el crecimiento radial, siendo la tasa máxima de crecimiento correlacionada tanto con la temperatura como con la duración máxima del día. Por otro lado, una acumulación insuficiente de frío puede reducir la producción de frutos, con consecuencias perjudiciales para los rendimientos. En otras ocasiones, las tendencias al alza de la temperatura pueden reducir la disponibilidad de agua y disminuyen las condiciones de frío. También el aumento de temperatura media anual será un factor importante en la producción de castañas, y puede ser un factor limitante en un escenario futuro de cambio climático. En Castilla y León, el déficit de lluvias y el calor extremo del verano pueden conducir a una reducción severa de la productividad de los castañares.

La reducción o redistribución temporal de las precipitaciones afectará el crecimiento y el desarrollo

de los castañares debido al déficit de agua del suelo y el estrés hídrico de las plantas, lo que conlleva a la producción de órganos más pequeños que obstaculizan la producción de flores y el llenado de granos, limitando el tamaño y el número de hojas individuales. El estrés hídrico puede generar una amplia gama de impactos negativos, pudiendo destacar entre los procesos afectados el descenso de la floración y cuajado de frutos, disminución del área foliar, fotosíntesis limitada, aborto de flores y abscisión de los amentos.

La revisión bibliográfica realizada por FREITAS et al. 2021 sobre la influencia del cambio climático en el castaño indica que la precipitación no es un factor limitante en las áreas atlánticas, pero que la disponibilidad de agua tiende a serlo en las áreas mediterráneas. El cambio climático puede llegar a aumentar la demanda de agua de los cultivos entre el 40% y 250%. Por otro lado, la duración del período de sequía se identifica como una de las principales limitaciones climáticas para el crecimiento del castaño, ya que podría verse severamente restringido cuando ocurren más de dos meses consecutivos de sequía, lo cual es muy común en climas de tipo mediterráneo. La disponibilidad de agua se considera un recurso importante para mejorar los rendimientos finales. Muchos estudios sugieren que el estrés hídrico y sus efectos en la floración y el cuajado de frutos se reflejan en la productividad de los árboles y las características de los frutos. El estrés por sequía en las plantas puede promover una disminución en la producción de los castañares, cuyas condiciones de estrés reducen la disponibilidad de agua y de nutrientes. En castañares situados en zonas de clima mediterráneo, el agua está disminuyendo debido al cambio climático.

Otro factor a tener en cuenta es la pérdida de árboles viejos y huecos de gran trascendencia en la conservación de la biodiversidad. Estos árboles son especialmente valiosos como refugio de multitud de animales, imprescindibles para el control de los males y enfermedades del bosque. La presencia de huecos en el interior de los troncos, elementos clave a nivel biológico al albergar numerosas especies de vertebrados e invertebrados, particularmente importantes hábitats para especies saprófitas son

necesarios para conservar y promover la diversidad de fauna. Este hecho supone una pérdida de la variabilidad, diversidad ecológica, y cambios en la estructura de los castaños.

Es necesario resaltar la pérdida de la capacidad de resiliencia ante plagas y enfermedades, ya que se pronostica una peor recuperación de la especie ante perturbaciones bióticas y abióticas. Las enfermedades y plagas que afectan y diezman a los castaños también están asociadas a condiciones ambientales específicas. El cambio climático acrecentará la progresión y la virulencia las patologías de los castaños. El aumento de temperaturas puede favorecer la propagación del chancro del castaño, enfermedad causada por el hongo *Cryphonectria parasitica*, y reducir la resistencia adquirida sistemáticamente de los árboles hospedantes. A día de hoy, el chancro del castaño afecta a más del 90 % de los ejemplares de la zona leonesa del Bierzo. Es una enfermedad muy común y prácticamente imposible de eliminar por su fácil transmisión. Además, la humedad se considera un factor clave para el establecimiento, la propagación y la longevidad de la tinta del castaño (*Phytophthora cinnamomi*), otro hongo que provoca el decaimiento general de la planta en un proceso que puede culminar con su muerte. En los últimos tiempos, los castaños también se han visto afectados por la avispa del castaño, *Dryocosmus kuriphilus*, que produce un daño en el interior del ejemplar que puede llegar a causar su muerte y cuyos ciclos depredadores podrían verse alterados por el cambio climático.

Algunos estudios realizados en Portugal con la variedad de castaño "Judía" encontraron que las diferencias morfológicas y fenológicas entre ecotipos están relacionadas con pequeñas diferencias genéticas y adaptaciones fenotípicas a diferentes condiciones climáticas (COSTA et al. 2017). Existe una variación adaptativa entre poblaciones de condiciones extremas que definen la distribución geográfica de una planta según su característica genética. Teniendo esto en cuenta, no está claro cómo se podrán adaptar los castaños a condiciones de estrés hídrico. Investigaciones recientes sugieren ya una respuesta de aclimatación insuficiente al cambio climático por parte de los ecosistemas durante los últimos 30 años (CASTELLANA et al. 2021). Sin embargo, la resiliencia y adaptación de los sotos tradicionales dependerá, en última instancia, de las variaciones en las condiciones climáticas.

De esta forma, se espera un probable desplazamiento latitudinal y altitudinal de los castaños más mediterráneos. A pesar de no haber encontrado un estudio específico, es probable, como ocurrirá con otras especies forestales mediterráneas, que las condiciones más cálidas determinen un posible

desplazamiento de los castaños hacia regiones donde hoy en día las temperaturas excesivamente bajas son comúnmente un factor limitante para el crecimiento, siguiendo una expresión altitudinal (CONEDERA et al., 2016, 2021).

En este mismo sentido, GALLEGO GARCÍA et al. (2022) han realizado los mapas potenciales del castaño en Castilla y León y su evolución frente al cambio climático, concluyendo que la evolución constante de las variables climáticas ambientales que afectan la distribución del castaño en Castilla y León han propiciado la regresión de la probabilidad de distribución óptima de la especie para las series climáticas pasadas 1900-1980 y 1981-2010, cercana al 40%. La modelización de la evolución de la distribución potencial en función de los diferentes escenarios de cambio climático proporciona proyecciones diferentes en los que el escenario previsto B2 (con políticas de reducción del efecto invernadero) permite recuperar en gran medida la superficie potencial óptima. Sin embargo, el escenario A2 (sin reducción de gases efecto invernadero) acentúa la regresión de la superficie potencial respecto a las series actual y pasadas. En concreto, para el escenario A2 se produce una disminución la superficie potencial del 95% en el caso óptimo y el 72% en el caso de potencialidad media, mientras que para el escenario B2 se produce una disminución la superficie potencial del 82% en el caso óptimo y el 62% en el caso de potencialidad media.

En la comarca leonesa del Bierzo, se ha valorado sostenibilidad de los castaños, comprobándose que aquellos situados en una cota superior a los 800 m en la actualidad tienen mejor estado de conservación, aunque estos resultados no son concluyentes (FERNÁNDEZ-MANSO et al 2010).

Otra vulnerabilidad es la pérdida de la gestión efectiva, que tendrá repercusiones sobre la biodiversidad de los castaños. La despoblación rural ha provocado una pérdida de aquellos que se ocupaban de dinamizar montes y bosques cultivados, como son los sotos de castaño. Por ejemplo, la comarca del Bierzo cuenta con 19.298,95 ha de castaños, de las cuales aproximadamente la mitad (8.161,16 ha) todavía mantiene cierto nivel de cultivo, mientras que el resto de la superficie de castaños se encuentra abandonada o semiabandonada. Esta comarca, que posee el 50% de los castaños de Castilla y León, expresa muy bien la alarmante tendencia a la pérdida de la gestión tradicional. Los enfoques tradicionales de gestión del castaño (es decir, tallares y sotos para fruto), requieren una gestión intensiva, cuya reducción vinculada al abandono rural aumentará si el cambio climático acentúa la falta de rentabilidad de estas masas. En ausencia de

manejo, los rodales de castaño tienden a ser invadidos por otras especies y evolucionan hacia bosques mixtos. La especie es muy sensible cuando se asocia con especies arbóreas tolerantes a la sombra o a la falta de intervenciones selvícolas. Ello se debe a que la ausencia de tratamientos selvícolas favorece la sustitución del castaño por masas del género *Quercus*, con menor número de especies acompañantes y de naturaleza más cerrada, favoreciendo a su vez la vulnerabilidad del entorno natural a los incendios. Además, debido a la abundante capacidad de rebrote de la especie, los rodales de castaños suelen recurrir a sistemas de monte bajo a partir de

la segunda generación de árboles, lo que requiere adaptar los modelos de gestión selvícola. Esto está provocado una severa disminución de la biodiversidad en las regiones afectadas y la reducción de la provisión de servicios ecosistémicos.

Otra vulnerabilidad es la pérdida de recursos genéticos motivados por la no gestión de un sistema poco productivo, además de la pérdida de la variabilidad, diversidad ecológica y cambios en la estructura de los castañares (FERNÁNDEZ-MANSO et al 2010).

ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y MEDIDAS RECOMENDADAS

Aumentar y adaptar la diversidad genética

Los cambios climáticos globales esperados son un gran desafío para los castañares, pero también brindan una buena oportunidad para responder genéticamente (por selección natural o artificial) al cambio ambiental. La identificación de áreas y sectores vulnerables a escala comarcal, así como la evaluación de las necesidades y oportunidades para cambiar cultivos y variedades son respuestas valiosas a las tendencias del cambio climático. En las estrategias de adaptación a largo plazo en castañares se promoverá la diversidad como estrategia de estabilidad ante la incertidumbre, sobre todo mediante selección genética. Como consecuencia del cambio climático, sería importante realizar plantaciones policlonales a la espera de poder definir qué clon es el mejor adaptado. Es muy importante realizar una cuidadosa elección de clones para seleccionar las variedades de mayor rendimiento en respuesta a temperaturas extremas, lo que permite minimizar los daños. La tolerancia a enfermedades e insectos puede ser un aspecto importante de la selección varietal y clonal, evitando así el uso excesivo

de pesticidas y herbicidas. Es importante que los castañicultores acometan el reto de reemplazar las variedades susceptibles por otras más resistentes al clima.

Se deberían localizar posibles masas productoras de semilla en zonas que hoy estén climáticamente al límite pero que van a ser condiciones más frecuentes en el futuro. Las masas de semilla puede que tengan que provenir de masas hoy subseleccionadas pero que en el futuro pueda tener potencial (también para otras especies). También se debería buscar zonas límites para producción de semilla desde la perspectiva de conservación de recursos genéticos. Desde el punto de vista de la adaptación puede no ser interesante, pero desde la conservación siempre lo son. La idoneidad ecológica de estas masas a efectos de adaptación de cambio climático deberían ser objeto de líneas de investigación y ensayos específicos. También se deberían realizar plantaciones que aseguren la conectividad entre distintos castañares.

Aplicar tratamiento con bioestimulantes

Como complemento a la selección clonal, hemos encontrado en la bibliografía buenos resultados utilizando sustancias protectoras, como aerosoles foliares. El silicio es reconocido como fertilizante, funcionando como bioestimulante fitosanitario bajo estrés ambiental, que activa los mecanismos de tolerancia latente de la planta. Este compuesto confiere resistencia a las plantas en condiciones de estrés biótico mediante la combinación de un sistema de defensa físico y químico que mejora la resiliencia a nivel morfológico, fisiológico y bioquímico. Más específicamente, el silicio juega un importante papel estructural y protector sobre la planta, con bajos costes energéticos debido al aumento de la rigidez y abrasividad de tejidos vegetales (aumento de la

resistencia de los vasos del xilema a la sequía y al calor). Algunos estudios han demostrado que las plantas tratadas con silicio mostraron una mejor capacidad de recuperación cuando se volvieron a someter al nuevo período de temperatura óptima (25 °C) después del período cálido (32 °C).

Para terminar este epígrafe, podemos recordar que uno de los problemas provocados por las temperaturas más cálidas y las alteraciones de las lluvias en los castañares es el déficit de boro, y su aplicación a los castaños puede mejorar su capacidad de adaptación a las variaciones climáticas extremas.

Aportar de agua a sotos productivos

Para contrarrestar el estrés por sequía en las plantas habría que promover acciones vinculadas al riego para aumentar la producción de castañas por árbol en aquellos sotos altamente productivos. El riego es una opción eficiente para promover la hidratación de las especies, y es una adecuada estrategia de adaptación al cambio climático, pero supone nuevos costos que los castañicultores deben tener en cuenta. Empieza a haber experiencias en otros lugares de Europa extrapolables a la realidad de Castilla y León. En Portugal se riegan en torno a 600 ha; en concreto, en las plantaciones realizadas en los últimos diez años el riego se ha introducido en el 25% de las mismas. En Francia es frecuente el riego de castaños de menos de 50 años. Además, en algunos casos se están utilizando sistemas de

fertirrigación que mejoran la disponibilidad de agua, de nutrientes y la calidad del fruto. Recientes estudios han confirmado que el riego aumentó la producción en un 22% y un 37% frente a los no regados. Así, estudios han documentado el efecto del riego sobre el índice de tamaño, el peso del fruto o la producción de castañas por árbol, aumentando el valor comercial de la castaña. En concreto, aumenta su calibre manteniendo su valor nutricional y características sensoriales (tamaño del fruto, firmeza, sabor y dulzor) sin afectar negativamente la composición química de la castaña. Normalmente, los sistemas de riego que se encuentran en el cultivo de castaña son sistemas de goteo y sistemas de microaspersión, siendo el primero el que mejores resultados a dado.

Mejorar la capacidad de retención de agua y de la fertilidad del suelo

Entre las estrategias de adaptación a corto plazo se evitará la pérdida de calidad del suelo y de la humedad edáfica (aportación de agua a sotos productivos, manejo del suelo y labores culturales). Otra estrategia posible es aumentar la capacidad de retención de agua en el suelo con una aplicación de "mulching" para reducir la evaporación, mejorar el suministro de nutrientes, el control de competencia herbácea y la protección contra la erosión (se puede combinar con la aplicación de residuos de poda y desechos de la agroindustria).

Alternativamente, la adopción de cultivos de cobertura es una práctica prometedora para la conservación del suelo y el agua en las zonas de cultivo.

En general, los cultivos de cobertura que pueden mejorar el carbono orgánico del suelo son de especial interés en estos sistemas, ya que pueden ayudar a desarrollar la resiliencia para la adaptación al cambio climático, al tiempo que contribuyen a mitigar el calentamiento global mediante el secuestro de carbono atmosférico. El cultivo de cobertura aumenta la rugosidad de la superficie, reduce el esfuerzo cortante de la escorrentía, reduce las salpicaduras de las gotas de lluvia, mejora la infiltración del agua del suelo, la absorción de carbono atmosférico y la fijación en el suelo, aumentando así el carbono orgánico del suelo.

Regular la densidad estructural de los castaños

Se propone la regulación de la densidad estructural de las masas de castaño a través de labores culturales. Por ejemplo, la poda debe enfocarse principalmente a mejorar la distribución de la luz dentro del dosel (orientada a la fotosíntesis), la aireación del follaje y el buen desarrollo de los brotes. Como sugerencia, los residuos de poda se pueden utilizar como mantillo para mejorar la fertilidad del suelo.

En Francia se han realizado distintos experimentos de claras en montes bajos de castaño con la idea de mejorar el estrés hídrico del bosque (COLL & DELP, 2019). En estos estudios han demostrado una reducción muy significativa del número de días de estrés hídrico y un aumento de la cantidad de agua exportada, aunque los resultados no son definitivos. En concreto, el estudio desarrollado por el Centre Regional de la Propriete Forestiere de Nouvelle-Aquitaine publicado en (COLL & DELP, 2019) realizó una clara que supuso una reducción

del índice de área foliar (LAI) de 4,86 a 3,67 m²/m² para una parcela con mezcla de monte alto roble/monte bajo de castaños. El efecto de la clara sobre el balance hídrico de la parcela supuso un incremento del agua evaporada de 230 a 325 mm/año en promedio. Por otro lado, el modelo elaborado predijo una reducción de la duración del periodo con estrés por sequía de 30 a 10 días/año, en promedio, tanto para roble como para castaño, aunque dicha estimación no incorpora el crecimiento después de la intervención. También, el Centre Regional de la Propriete Forestiere d'Occitanie desarrolló una experiencia de claras con una reducción de LAI de 4,85 a 1,98 m²/m². La consecuencia sobre el balance hídrico del rodal predicha por el modelo incluye un incremento del agua exportada de 199 a 410 mm/año en promedio. Por otro lado, el modelo predice una reducción de la duración del periodo con estrés por sequía de 60 a 0 días/año, en promedio, para el castaño.

Promover la migración asistida y restauración del ecosistema

Las estrategias de adaptación a largo plazo en castañares facilitarán los cambios naturales de vegetación debidos a las nuevas condiciones climáticas, fundamentalmente fomentando reubicaciones y nuevas plantaciones. Las discusiones sobre traslocaciones y reintroducciones de especies con el cambio climático están aumentando. Con el cambio climático previsto en Europa, algunas especies que crecen actualmente en el sur de Europa serán más adecuadas en el centro y norte de Europa o en áreas de mayor altitud en el sur. En el caso del castaño, las condiciones más cálidas en Europa determinarán un posible desplazamiento hacia el norte, en regiones donde hoy en día las temperaturas excesivamente bajas son comúnmente un factor limitante para el crecimiento.

Otra vía de trabajo serán las nuevas plantaciones con un mayor esfuerzo en la planificación previa, realizando plantaciones con recursos locales en áreas de potencialidad óptima para distintos escenarios futuros (optando así por una vía diferente a las plantaciones policlonales propuestas anteriormente). Del mismo modo, las plantaciones de castaños pueden establecerse en diferentes lugares de acuerdo con la tolerancia climática, desarrollando en área de potencialidad futura óptima para todos los escenarios.

Favorecer la migración promoviendo la conectividad a escala de paisaje y realizar restauraciones del hábitat con recursos locales en áreas de potencialidad óptima para distintos escenarios futuros, son medidas a tener en cuenta.

Controlar plagas y enfermedades para mejorar el estado de vitalidad de las masas

Los riesgos de la proliferación de nuevas plagas y enfermedades se han incrementado con el cambio climático, siendo necesario reducir los impactos provocados en la producción. Como medida de adaptación, además del desarrollo e introducción de variedades de cultivos resistentes o menos susceptibles, el seguimiento y la monitorización continua de afecciones son medidas relevantes. La aplicación de plaguicidas debe considerarse cuidadosamente, teniendo en cuenta los posibles impactos sobre la calidad del agua. El silicio también se utilizó para proteger al castaño contra hongos patológicos que

atacan hojas, raíces y tallos. Algunos estudios han demostrado que la aplicación de silicio a castaños afectados con *C. parasítica* y *P. cinnamomi* redujeron la gravedad de la enfermedad y la tasa de mortalidad de los castaños. Es importante también el desarrollo de tratamientos para tinta y/o agusanado. Es tan importante este apartado en la adaptación al cambio climático que sería necesaria la elaboración de un Plan de Actuación urgente frente a riesgos patológicos en castañares en estaciones subóptimas.

PROPUESTA DE ENCLAVES O ZONAS DE ANÁLISIS POR COMARCAS EN CASTILLA Y LEÓN

Enumeraremos los enclaves o zonas de seguimiento por comarca:

- i. Comarca 1: se proponen como zonas de seguimiento, por tener el castaño una situación más precaria, la zona del Bierzo y el valle de Sajambre (León), y las comarcas de Sanabria y Carballada (Zamora)
- ii. Comarca 2: el valle de Mena (Burgos)
- iii. Comarca 4: el valle de San Zadornil (Burgos)
- iv. Comarca 10: los castañares de Béjar, Mogarraz y Miranda del Castañar (Salamanca), el valle del Tiétar y sus proximidades (Ávila)

REFERENCIAS

CASTELLANA, S., MARTIN, M. Á., SOLLA, A., ALCAIDE, F., VILLANI, F., CHERUBINI, M., NEALE, D., & MATTIONI, C. 2021. SIGNATURES OF LOCAL ADAPTATION TO CLIMATE IN NATURAL POPULATIONS OF SWEET CHESTNUT (*CASTANEA SATIVA* MILL.) FROM SOUTHERN EUROPE. *ANNALS OF FOREST SCIENCE*, 78(2), 1-21. [HTTPS://DOI.ORG/HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S13595-021-01027-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13595-021-01027-6)

COLL, L., & DELP, R. 2019. GUÍA DE GESTIÓN FORESTAL PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO DE LOS BOSQUES PIRENAICOS. PROYECTO CANOPEE OPCC.

CONEDERA, M., KREBS, P., GEHRING, E., WUNDER, J., HÜLSMANN, L., ABEGG, M., & MARINGER, J. 2021. HOW FUTURE-PROOF IS SWEET CHESTNUT (*CASTANEA SATIVA*) IN A GLOBAL CHANGE CONTEXT? *FOREST ECOLOGY & MANAGEMENT*, 494, 119320. [HTTPS://DOI.ORG/HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2021.119320](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119320)

CONEDERA, M., TINNER, W., KREBS, P., DE RIGO, D., & CAUDULLO, G. 2016. *CASTANEA SATIVA* IN EUROPE: DISTRIBUTION, HABITAT, USAGE AND THREATS. [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PROFILE/GIOVANNI-CAUDULLO/PUBLICATION/299468158_CASTANEA_SATIVA_IN_EUROPE_DISTRIBUTION_HABITAT_USAGE_AND_THREATS/LINKS/570b9b2b08ae2eb94223a3ce/CASTANEA-SATIVA-IN-EUROPE-DISTRIBUTION-HABITAT-USAGE-AND-THREATS.PDF](https://www.researchgate.net/profile/Giovanni-Caudullo/publication/299468158_CASTANEA_SATIVA_IN_EUROPE_DISTRIBUTION_HABITAT_USAGE_AND_THREATS/LINKS/570b9b2b08ae2eb94223a3ce/CASTANEA-SATIVA-IN-EUROPE-DISTRIBUTION-HABITAT-USAGE-AND-THREATS.PDF)

COSTA, R., FRAGA, H., FERNANDES, P. M., & SANTOS, J. A. 2017. IMPLICATIONS OF FUTURE BIOCLIMATIC SHIFTS ON PORTUGUESE FORESTS. *REGIONAL ENVIRONMENTAL CHANGE*, 17(1), 117-127. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10113-016-0980-9](https://doi.org/10.1007/s10113-016-0980-9)

FERNÁNDEZ-MANSO, A., MARTÍNEZ, C., & NESPRAL, A. 2010. UN FUTURO PARA EL CASTAÑO: ESTUDIOS SOBRE EL CASTAÑO EN LA COMARCA DE EL BIERZO. ASOCIACIÓN A. MORTEIRA. [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PROFILE/PEDRO-ALVAREZ-ALVAREZ/PUBLICATION/307590796_TECNICAS_CULTURALES_Y_SELVICOLAS_DE_MANEJO_DE_LOS_SOUTOS_DE_CASTANO/LINKS/57CAF2E408AE89CD1E844ECD/TECNICAS-CULTURALES-Y-SELVICOLAS-DE-MANEJO-DE-LOS-SOUTOS-DE-CASTANO.PDF#PAG](https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Alvarez-Alvarez/publication/307590796_TECNICAS_CULTURALES_Y_SELVICOLAS_DE_MANEJO_DE_LOS_SOUTOS_DE_CASTANO/LINKS/57CAF2E408AE89CD1E844ECD/TECNICAS-CULTURALES-Y-SELVICOLAS-DE-MANEJO-DE-LOS-SOUTOS-DE-CASTANO.PDF#PAG)

FREITAS, T. R., SANTOS, J. A., SILVA, A. P., & FRAGA, H. 2021. INFLUENCE OF CLIMATE CHANGE ON CHESTNUT TREES: A REVIEW. *PLANTS*, 10, 1463. [HTTPS://DOI.ORG/10.3390/PLANTS10071463](https://doi.org/10.3390/plants10071463)

GALLEGO GARCÍA, R., RUBIO GUITIEREZ, R., & BLANCO LAGO, E. 2022. MAPAS POTENCIALES DEL CASTAÑO EN CASTILLA Y LEÓN Y SU EVOLUCIÓN FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO. 80 CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL. LLEIDA, ESPAÑA. [HTTPS://8CFE.CONGRESO-FORESTAL.ES/SITES/DEFAULT/FILES/ACTAS/8CFE-780.PDF](https://8CFE.CONGRESO-FORESTAL.ES/SITES/DEFAULT/FILES/ACTAS/8CFE-780.PDF)

PÉREZ-GIRÓN, J. C., ÁLVAREZ-ÁLVAREZ, P., DÍAZ-VARELA, E. R., & MENDES-LOPES, D. M. 2020. INFLUENCE OF CLIMATE VARIATIONS ON PRIMARY PRODUCTION INDICATORS AND ON THE RESILIENCE OF FOREST ECOSYSTEMS IN A FUTURE SCENARIO OF CLIMATE CHANGE: APPLICATION TO SWEET CHESTNUT AGROFORESTRY SYSTEMS IN THE IBERIAN Peninsula. *Ecological Indicators*, 113, 106199. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ECOLIND.2020.106199](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106199)