

8.2.4. HAYEDOS

IRENE RUANO BENITO; CELIA HERRERO DE AZA

DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA

Los hayedos (*Fagus sylvatica*) son uno de los bosques característicos de las montañas de León, Palencia, Burgos y norte de Soria, apareciendo en menor medida en Segovia y de forma puntual en el sur de Salamanca, cubriendo un total de 62.362 ha en Castilla y León¹.

El haya suele mezclarse con *Quercus petraea*, *Q. pyrenaica* y *Pinus sylvestris*, también con *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Juniperus thurifera* y *J. sabina*. En general se encuentra en expansión al amparo de pinares o robledales, ya que estas especies le dan la cubierta necesaria para establecer su regeneración y después, al formar un dosel muy cerrado y umbroso, desplazar a otras especies que necesitan más luz (ORIA DE RUEDA, 2003).

Los hayedos tuvieron hasta el último tercio del siglo XX un aprovechamiento tradicional para carbón, madera y pastos, entre otros. El abandono de estos aprovechamientos ha favorecido el monte alto en la mayoría de los hayedos actuales, cuyo manejo reduce la presencia de grandes árboles con madera

muerta y cavidades, los cuales favorecen la biodiversidad, como ocurría antes con aprovechamientos como los trasmochos con pastoreo.

Los hayedos de Castilla y León están cercanos a su límite sudoccidental de distribución, donde las precipitaciones son menores y la sequía estival es mayor, por lo que los hayedos están presentes en orientaciones sombrías, altitudes mayores y lugares con frecuentes nieblas. El haya necesita un alto grado de humedad, especialmente en la época estival. Por esto, su distribución se limita a zonas con mayor precipitación en el norte y este de Castilla y León. Aunque la humedad es muy limitante, por el contrario, el haya no es exigente en la naturaleza de los suelos. A pesar de esta falta de exigencia en el suelo, necesita una humedad mínima para desarrollarse. Actualmente puede compensar esta falta de humedad en Castilla y León creciendo en zonas de nieblas, umbría y altas altitudes.

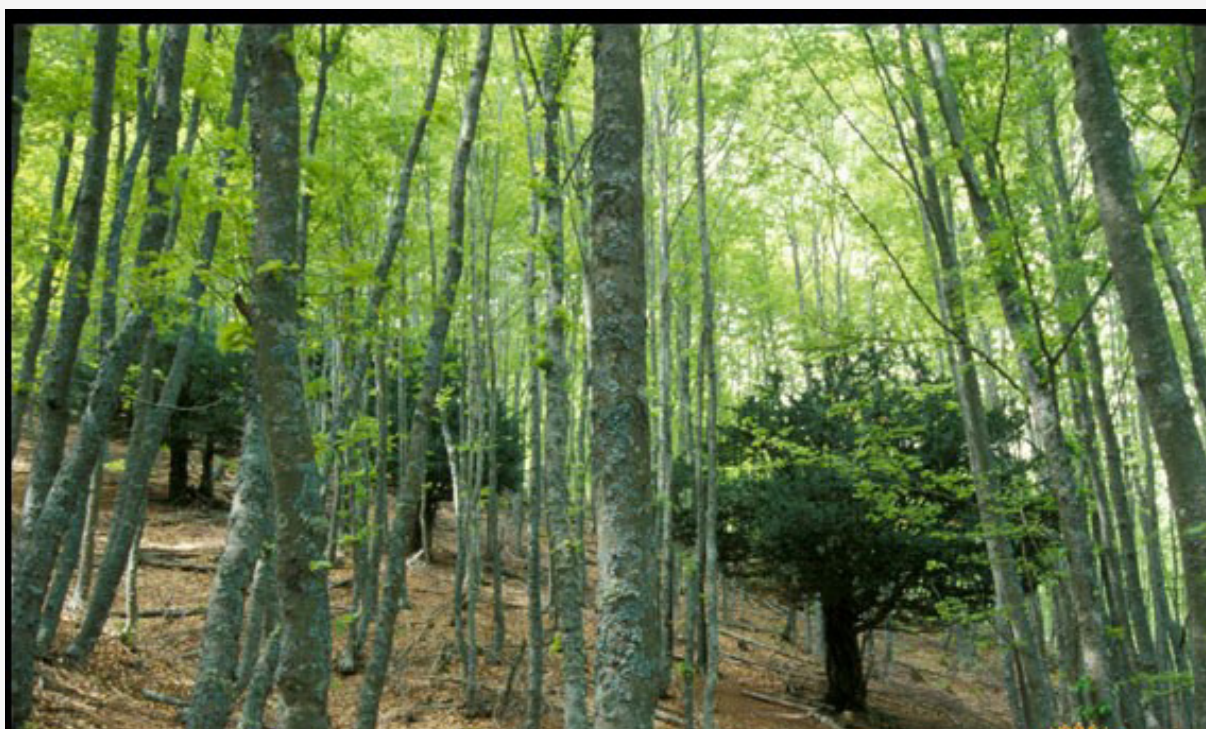
Los hayedos xero-termófilos calcícolas se distribuyen por las montañas calcáreas del norte de la comunidad, estando presentes en diversos puntos del valle del Ebro a su paso por la provincia de Burgos, así como en diversas localidades de la cordillera Cantábrica, y en las provincias de Palencia y León. En estos últimos territorios alternan hayedos acidófilos y hayedos eutrofos.

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

Los hayedos acidófilos atlánticos se distribuyen en una estrecha franja a lo largo de las sierras que marcan el reborde septentrional de la comunidad autónoma, desde el Moncayo en el sistema Ibérico hasta la vertiente leonesa de la sierra de los Ancares en la cordillera Cantábrica. A modo excepcional, aparece un enclave de este hábitat en el puerto de la Quesera, en la sierra de Ayllón (Segovia), en lo que constituye uno de los hayedos más meridionales de la península ibérica. Los hayedos acidófilos pueden estar acompañados por otras especies como *Betula alba*, *Pinus sylvestris* o *Quercus petraea*.

Aunque no es frecuente la presencia de matorrales y las poblaciones de especies vasculares es pobre, pueden aparecer arbolillos de *Sorbus aucuparia* o *Ilex aquifolium*, además de arándanos, brezos y helechos, acompañados de una gran riqueza de líquenes y plantas no vasculares como musgos y hepáticas.

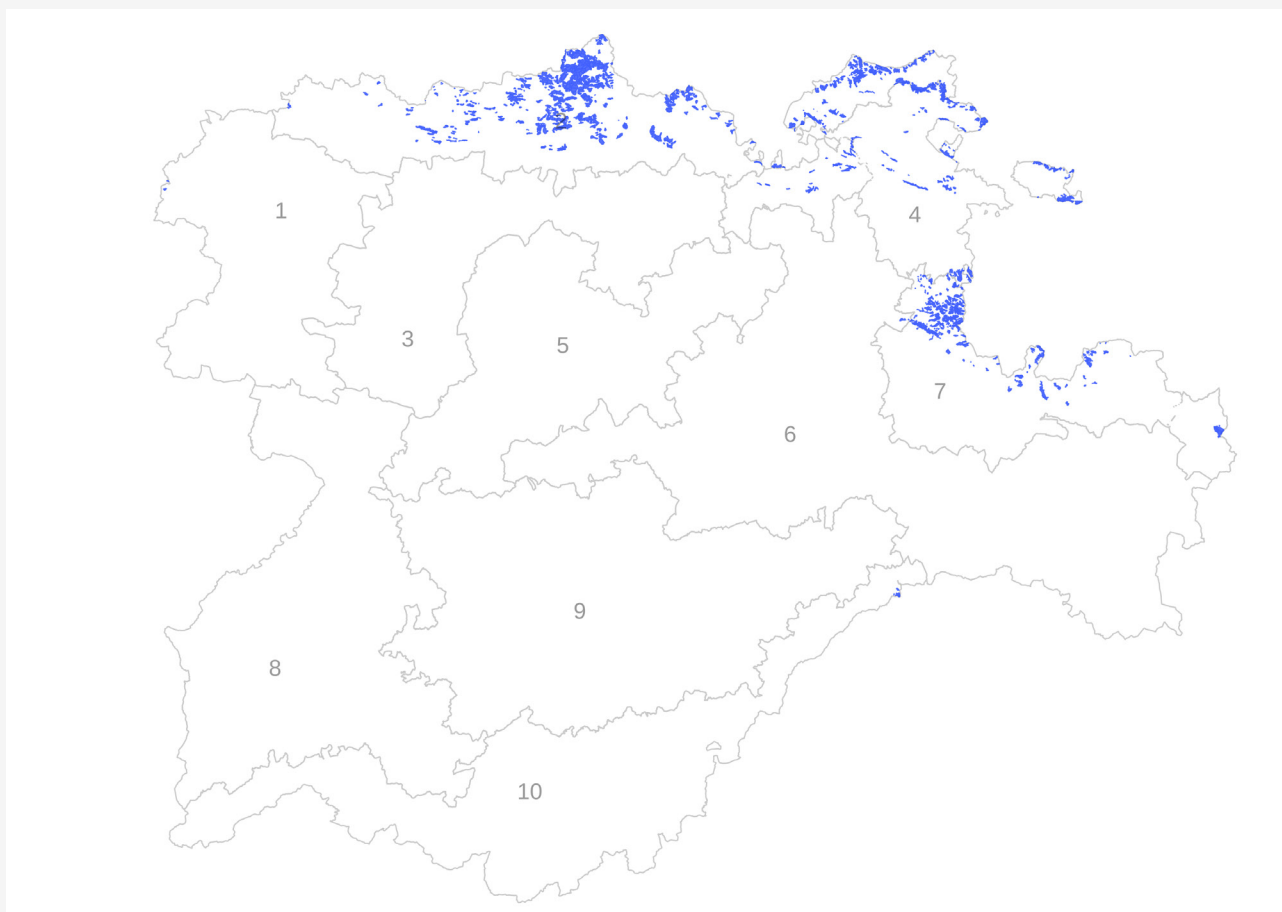
Los hayedos se caracterizan por una alta biodiversidad asociada a pies extramaduros y componentes de madera muerta, con presencia de cavidades, que son necesarios para la supervivencia de muchas especies de musgos, líquenes, hongos, invertebrados, anfibios, y en general para los distintos procesos biogeoquímicos asociados. En el caso de los hayedos acidófilos, estos son buenos indicadores la presencia del arándano *Vaccinium myrtillus* y las gramíneas *Deschampsia flexuosa*, *Galium rotundifolium*, *Luzula sylvatica* o *Blechnum spicant*. En los hayedos calcáreos es buen indicador la presencia de orquídeas forestales como *Cephalanthera longifolia* o *Epipactis helleborine*. El boj (*Buxus sempervirens*) es un buen indicador de los hayedos xero-termófilos más occidentales (ESCUADERO et al., 2008). El estudio de la presencia de estas especies indicará la calidad de los hayedos.



Hayedo con tejos (Tosande, Palencia). Foto de SEVILLA, F.



Hayedo con sotobosque de Ilex aquifolium en la vertiente sur del Valle de Tobalina (Burgos). Foto de VÁZQUEZ-VELOSO, A.



Mapa de distribución de masas forestales con haya (Fagus sylvatica) como especie principal según comarcas en el ámbito de Castilla y León (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.

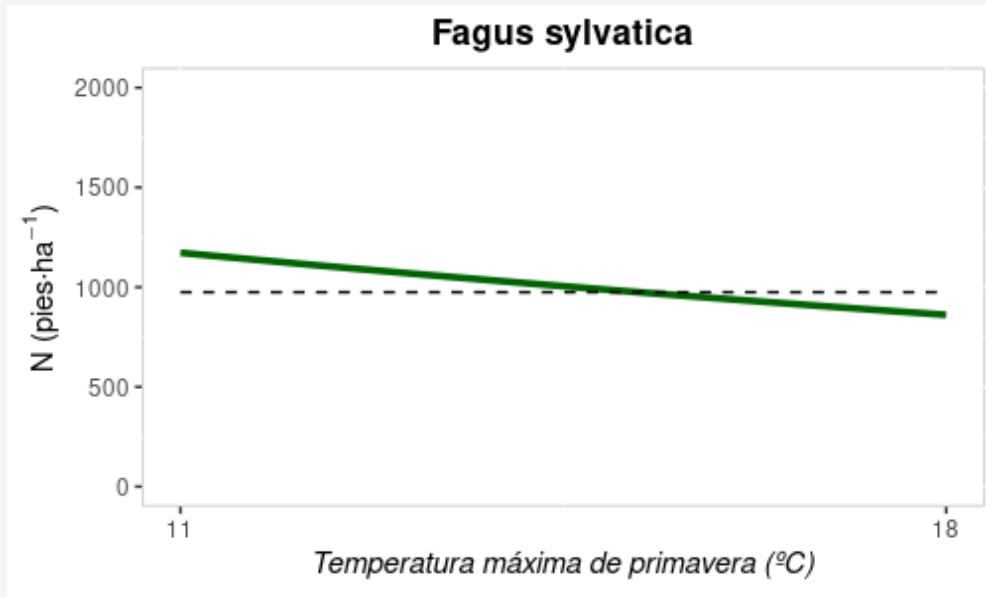
VULNERABILIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO, IMPACTOS OBSERVADOS Y PREVISTOS

Los hayedos en Castilla y León están en sus límites de distribución, siendo más vulnerables a posibles cambios climatológicos, donde la sequía estival y la falta de humedad son su principal limitación. Algunos estudios afirman que los nuevos escenarios estimados con el cambio climático, como un aumento de las temperaturas y un cambio de estacionalidad en las precipitaciones, afectarán a los hayedos, pudiendo limitar seriamente su distribución y abundancia (HERRERA et al., 2001; PEÑUELAS & BOADA, 2003; ROZAS, 2001). Las sequías esperadas pueden afectar a los hayedos, por una parte, limitando la regeneración natural, y por otra disminuyendo la vitalidad de los árboles dominantes. El efecto de la falta de humedad y sequía estival afecta significativamente a la supervivencia de las plántulas de haya, dificultando la incorporación de nuevos pies a las masas (WAGNER et al., 2010). El haya no solo se verá perjudicada por la disminución de agua disponible en el suelo, sino que también se verá afectada por su alta demanda evaporativa, suponiendo altas pérdidas de agua cuando el ambiente en la atmósfera es seco, lo que implica un efecto negativo sobre el crecimiento (ARANDA et al., 2016).

En cambio, otros estudios han observado la expansión de los hayedos en sus límites de distribución de la península (SÁNCHEZ DE DIOS et al., 2021) o de Europa (FOTELLI et al., 2009) o predicen una producción mayor para esta especie al aumentar el periodo de crecimiento, siempre que no haya limitación de agua (SABATÉ et al., 2002). El abandono del pastoreo puede facilitar la expansión de los hayedos,

invadiendo zonas de matorral y pastos herbáceos (OLANO et al., 2009b). También puede verse favorecida su presencia en zonas de densidad baja en robledales y pinares (ARANDA, 2015; OLANO et al., 2009b). ARANDA (2015) concluye que, ante esta diversidad de respuesta, el futuro del haya en la península ibérica está condicionada por procesos a nivel local, dependiendo de sus condiciones micro-climáticas y edáficas, así como de la gestión aplicada.

La siguiente figura muestra que la máxima capacidad de carga del haya, expresada mediante el Índice de Densidad Máxima de la Masa (SDI_{max}), disminuye con la temperatura máxima de primavera. El área entre ambas líneas nos permite conocer la desviación del SDI_{max} respecto de la media a lo largo del gradiente climático. Esta área bajo la curva puede ser interpretada como un proxy de la vulnerabilidad de la máxima capacidad de carga de la especie ante distintas condiciones climáticas. Una mayor área entre curvas indica una mayor vulnerabilidad de la especie. En este caso, el área comprendida entre las curvas de SDI_{max} obtenidas para el haya no es muy significativa, puesto que la curva de SDI_{max} se desvía muy poco respecto de la referencia. En este caso, podemos sugerir que el haya es poco vulnerable a cambios climáticos puesto que, a lo largo de toda su distribución climática, el SDI_{max} disminuye aproximadamente 300 pies/ha, lo que supone una reducción mucho menor que otras especies estudiadas.



Influencia climática de la máxima capacidad de carga (expresada como el Índice de Densidad Máximo de la Masa, SDImax) para Fagus sylvatica. La línea continua (verde) representa la estimación del SDImax utilizando el modelo climático-dependiente de mejor ajuste para la especie (temperatura máxima (°C) de primavera (abril, mayo y junio)). La línea horizontal discontinua (negra) representa el valor de referencia de SDImax. Gráfico adaptado de RODRÍGUEZ DE PRADO et al. (2020).

El haya cuenta con una capacidad de adaptación al suelo que le puede favorecer. También su variabilidad intra-específica puede ser clave para su adaptación a la sequía y la falta de humedad ambiental, ya que se han observado diferencias intra-específicas en la respuesta a la sequía. Puede existir una adaptación local de las poblaciones situadas en zonas más secas, dentro de los límites marcados por su intolerancia a la sequía (ROBSON et al., 2012; SÁNCHEZ-GÓMEZ et al. 2013; WEBER et al., 2013).

La estructura de la masa, entendida como la densidad o la mezcla con otras especies, puede ser clave para el consumo del agua de los árboles. Los aclareos pueden aumentar el crecimiento al reducir la competencia, y además prolongan la duración del periodo de crecimiento (VAN DER MAATEN, 2012). La productividad o la eficiencia del crecimiento del haya aumenta en presencia de otras especies, aunque puede haber factores que también influyan e interaccionen con ese efecto positivo de la mezcla, como el estrés hídrico o la carga ganadera (CONDÉS et al., 2013; PRETZSCH et al., 2012).

En relación a las clases de edad, en el caso de las especies tolerantes a la sombra como el haya,

los árboles grandes pueden ser más sensibles a la sequía que los árboles más pequeños, y esta diferencia aumenta en climas secos (MÉRIAN & LEBOURGEOIS, 2011). La presencia de grandes pies de haya, ya sean vivos asociados a antiguos aprovechamientos de leñas y pastoreo, en proceso de decaimiento o incluso muertos, está asociada a una alta biodiversidad por representar microhábitats para ciertas especies. Por lo tanto, su desaparición supondrá una pérdida de biodiversidad.

Otros impactos que pueden afectar al haya en Castilla y León son las heladas tardías. Al adelantarse la fenología foliar ante primaveras más cálidas, la frecuencia de defoliación por heladas tardías puede aumentar. SANGÜESA-BARREDA et al. (2021) observaron que las poblaciones más altas y en zonas más secas sufren más el efecto de las heladas tardías y que su frecuencia ha aumentado en las poblaciones más meridionales. Los incendios no son frecuentes en los hayedos, aunque en zonas de porte bajo y con presencia de matorral podrían verse afectados, no siendo esta una de las grandes preocupaciones (OLANO et al., 2009b).

ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y MEDIDAS RECOMENDADAS

Regular la densidad de las masas para reducir el estrés hídrico

La gestión de los hayedos tiene que buscar el mantenimiento de la humedad, tanto para que los pies grandes sobrevivan como para facilitar la regeneración natural, dando continuidad a las masas. Para ello, es necesario bajar la densidad para reducir la competencia y que los árboles tengan más vigor,

pero de forma paulatina para que no sufran (VAN DER MAATEN et al., 2013). CANDEL-PÉREZ et al., (2017) estimaron que con densidades bajas la tasa de mortalidad del haya es menor, la supervivencia es más alta y los portes mayores.

Fomentar la diversidad estructural de las masas

Se deben evitar los bosques de haya con estructuras muy homogéneas, aplicando esquemas de gestión que no impliquen cortar grandes superficies, como la entresaca por bosquetes. Se recomienda utilizar esquemas de gestión que no eliminen

simultáneamente grandes superficies, utilizar técnicas de corta y saca respetuosas con el suelo y reducir el impacto sobre especies diferente al haya (OLANO et al. 2009a, 2009b).

Fomentar la diversidad de composición de especies

Favorecer las masas mixtas de haya con otras especies como el pino silvestre puede ser una opción eficaz en las zonas secas (PRETZSCH et al., 2015, 2016), ya que este tipo de mezclas mejora la disponibilidad de agua (GONZÁLEZ DE ANDRÉS et al., 2017).

No obstante, hay que tener en cuenta el objetivo de gestión, ya que los efectos pueden ser positivos para el haya, pero negativos para el pino (GONZÁLEZ DE ANDRÉS et al., 2018).

Fomentar la regeneración natural

Aparte de las medidas comentadas anteriormente, en el caso de hayedos de zonas llanas, se recomienda limitar la presión de la ganadería. Las dificultades para regenerar pueden verse acrecentadas por la ganadería, por lo que es necesario limitar su

presencia, al menos en los tramos en regeneración. Además, la compactación del suelo por un pastoreo excesivo puede disminuir la infiltración de agua en el suelo, aumentando la erosión hídrica, lo que empeorará el estado del hayedo (OLANO et al. 2009).

Favorecer la biodiversidad típica de los hayedos a través de la gestión de árboles extramaduros y muertos

En una situación aconsejable, la evolución de los hayedos mantendrá la biodiversidad asociada a madera muerta y árboles extramaduros, dejando distintos componentes de madera muerta, como árboles viejos y extramaduros, tanto en pie como

tumbados en el suelo, de distintos tamaños y estadios de descomposición, características fundamentales para promover y conservar la biodiversidad asociada (HERRERO et al., 2016; OLANO et al. 2009a, 2009b).

Aumentar y adaptar la diversidad genética

Se debe mantener la diversidad genética en el regenerado natural, ya que se han observado diferencias intra-específicas con adaptaciones locales a la sequía de las poblaciones situadas en zonas más secas (ROBSON et al., 2012; SÁNCHEZ-GÓMEZ et al., 2013; WEBER et al., 2013). Esto se puede lograr

mediante intervenciones selvícolas que actúen sobre un área reducida, como puede ser la entresaca por bosquetes, confiriendo también una mayor resiliencia a la masa.

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

Una de las zonas de seguimiento más importante es la sierra de Ayllón (Segovia, comarca 10) por estar en su límite de distribución.

En general, en las zonas más al sur y exposiciones de solana de la provincia de Burgos (comarca 4),

concretamente los bosques relictos de la comarca de Valdelucio, páramos de la Lora y bosques de Valdivielso, Valle de Losa y Treviño.

REFERENCIAS

ARANDA, I. 2015. VULNERABILIDAD FUNCIONAL DEL HAYA (*FAGUS SYLVATICA* L.) Y RECURRENCIA DE LOS PERIODOS SECOS. EN: LOS BOSQUES Y LA BIODIVERSIDAD FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO: IMPACTOS, VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN EN ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE, MADRID. [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PUBLICATION/332038499_VULNERABILIDAD_FUNCIONAL_DEL_HAYA_CAP13](https://www.researchgate.net/publication/332038499_VULNERABILIDAD_FUNCIONAL_DEL_HAYA_CAP13)

ARANDA, I., RODRÍGUEZ-CALCERRADA, J., ROBSON, T. M., CANO, F. J., & SÁNCHEZ-GÓMEZ, D. 2016. REVISIÓN DE LOS ASPECTOS FUNCIONALES DE LA RESPUESTA A LA SEQUÍA EN *FAGUS SYLVATICA*. 60 CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL. SOCIEDAD ESPAÑOLA DE LAS CIENCIAS FORESTALES. [HTTPS://WWW.CONGRESOFESTAL.ES/ACTAS/DOC/6CFE/6CFE01-087.PDF](https://www.congresoforestal.es/actas/doc/6CFE/6CFE01-087.PDF)

CANDEL-PÉREZ, D., BLANCO, J. A., GONZÁLEZ DE ANDRÉS, E., LO, Y. H., IMBERT, J. B., & CASTILLO, F. 2017. SIMULANDO LA INTERACCIÓN ENTRE LA DENSIDAD INICIAL Y LOS FLUJOS DE AGUA Y NUTRIENTES PARA COMPRENDER EL DESARROLLO DE RODALES MIXTOS DE *PINUS SYLVESTRIS* Y *FAGUS SYLVATICA* BAJO CAMBIO CLIMÁTICO. *ECOSISTEMAS* 26(2), 38-51. 10.7818/ECOS.2017.26-2.05

CONDÉS, S., DEL RIO, M., & STERBA, H. 2013. MIXING EFFECT ON VOLUME GROWTH OF *FAGUS SYLVATICA* AND *PINUS SYLVESTRIS* IS MODULATED BY STAND DENSITY. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 292, 86-95. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2012.12.013](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.013)

ESCUADERO, A., & AL. 2008. GUÍA BÁSICA PARA LA INTERPRETACIÓN DE LOS HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO EN CASTILLA Y LEÓN. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. VALLADOLID. 432 PP. [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PROFILE/FRANCISCO-EZQUERRA/PUBLICATION/274959001_GUIA_BASICA_PARA_LA_INTERPRETACION_DE_LOS_HABITATS_DE_INTERES_COMUNITARIO_EN_CASTILLA_Y_LEON/LINKS/552D4EED0CF2E089A3AD724C/GUIA-BASICA-PARA-LA-INTERPRETACION-DE-LOS-HABITATS-DE](https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Ezquerra/publication/274959001_Guia_basica_para_la_interpretacion_de_los_habitats_de_interes_comunitario_en_castilla_y_leon/links/552d4eed0cf2e089a3ad724c/Guia-basica-para-la-interpretacion-de-los-habitats-de)

FOTELLI, M. N., NAHM, M., RADOGLU, K., RENNENBERG, H., HALYVOPOULOS, G., & MATZARAKIS, A. 2009. SEASONAL AND INTERANNUAL ECOPHYSIOLOGICAL RESPONSES OF BEECH (*FAGUS SYLVATICA*) AT ITS SOUTH-EASTERN DISTRIBUTION LIMIT IN EUROPE. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 257(3), 1157-1164. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2008.11.026](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.11.026)

GONZÁLEZ DE ANDRÉS, E., CAMARERO, J. J., BLANCO, J. A., IMBERT, J. B., LO, Y. H., SANGÜESA-BARRERA, G., & CASTILLO, F. J. 2018. TREE-TO-TREE COMPETITION IN MIXED EUROPEAN BEECH-SCOTS PINE FORESTS HAS DIFFERENT IMPACTS ON GROWTH AND WATER-USE EFFICIENCY DEPENDING ON SITE CONDITIONS. *JOURNAL OF ECOLOGY*, 106(1), 59-75. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/1365-2745.12813](https://doi.org/10.1111/1365-2745.12813)

- GONZÁLEZ DE ANDRÉS, E., SEELY, B., BLANCO, J. A., IMBERT, J. B., LO, Y. H., & CASTILLO, F. J. 2017. INCREASED COMPLEMENTARITY IN WATER-LIMITED ENVIRONMENTS IN SCOTS PINE AND EUROPEAN BEECH MIXTURES UNDER CLIMATE CHANGE. *ECOHYDROLOGY*, 10(2), e1810. [HTTPS://DOI.ORG/10.1002/ECO.1810](https://doi.org/10.1002/eco.1810)
- HARMON, M. E., FRANKLIN, J. F., SWANSON, F. J., SOLLINS, P., GREGORY, S. V., LATTIN, J. D., ..., & CUMMINS, K. W. 1986. ECOLOGY OF COARSE WOODY DEBRIS IN TEMPERATE ECOSYSTEMS. *ADVANCES IN ECOLOGICAL RESEARCH*, 15, 133-302. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/S0065-2504\(08\)60121-X](https://doi.org/10.1016/S0065-2504(08)60121-X)
- HERRERA, J., LASKURAIN, N. A., ESCUDERO, A., LOIDI, J., & OLANO, J. M. 2001. SUCESIÓN SECUNDARIA EN UN ABEDULAR-HAYEDO EN EL PARQUE NATURAL DE URKIOLA (BIZKAIA) MEDIANTE DENDROCRONOLOGÍA. *LAZAROA*, 22, 59-66. [HTTPS://WWW.RESEARCHGATE.NET/PROFILE/ADRIAN-ESCUDERO/PUBLICATION/27589005_SUCESION_SECUNDARIA_EN_UN_ABEDULAR-HAYEDO_EN_EL_PARQUE_NATURAL_DE_URKIOLA_BIZKAIA/LINKS/0FCFD508800EA44E4B000000/SUCESION-SECUNDARIA-EN-UN-ABEDULAR-HAYEDO-EN-EL-PARQUE-NATURAL-DE-UR](https://www.researchgate.net/profile/Adrian-Escudero/publication/27589005_SUCESION_SECUNDARIA_EN_UN_ABEDULAR-HAYEDO_EN_EL_PARQUE_NATURAL_DE_URKIOLA_BIZKAIA/LINKS/0FCFD508800EA44E4B000000/SUCESION-SECUNDARIA-EN-UN-ABEDULAR-HAYEDO-EN-EL-PARQUE-NATURAL-DE-UR)
- HERRERO, C., MONLEON, V. J., GÓMEZ, N., & BRAVO, F. 2016. DISTRIBUTION OF DEAD WOOD VOLUME AND MASS IN MEDITERRANEAN FAGUS SYLVATICA L. FORESTS IN NORTHERN IBERIAN PENINSULA. IMPLICATIONS FOR FIELD SAMPLING INVENTORY. *FOREST SYSTEMS*, 25(3), e069-e069. [HTTPS://DOI.ORG/10.5424/FS/2016253-09009](https://doi.org/10.5424/FS/2016253-09009)
- MCCOMB, W., & LINDENMAYER, D. 1999. DYING, DEAD, AND DOWN TREES. EN: MAINTAINING BIODIVERSITY IN FOREST ECOSYSTEMS (PP. 335-372.). CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS, ENGLAND. [HTTPS://WWW.CAMBRIDGE.ORG/CORE/BOOKS/MAINTAINING-BIODIVERSITY-IN-FOREST-ECOSYSTEMS/DYING-DEAD-AND-DOWN-TREES/DEA05B6655AABAB8F2A677E721BE606B](https://www.cambridge.org/core/books/maintaining-biodiversity-in-forest-ecosystems/dying-dead-and-down-trees/DEA05B6655AABAB8F2A677E721BE606B)
- MÉRIAN, P., & LEBOURGEOIS, F. 2011. SIZE-MEDIATED CLIMATE-GROWTH RELATIONSHIPS IN TEMPERATE FORESTS: A MULTI-SPECIES ANALYSIS. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 261(8), 1382-1391. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2011.01.019](https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2011.01.019)
- OLANO, J. M., & PERALTA DE ANDRÉS, J. 2009A. 9150 HAYEDOS CALCÍCOLAS MEDIOEUROPEAS DEL CEPHALANTHERO-FAGION. EN: BASES ECOLÓGICAS PRELIMINARES PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO EN ESPAÑA. MADRID: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. 64 PP. [HTTPS://WWW.MITECO.GOB.ES/ES/BIODIVERSIDAD/TEMAS/ESPACIOS-PROTEGIDOS/9150_TCM30-196886.PDF](https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/espacios-protegidos/9150_TCM30-196886.PDF)
- OLANO, J. M., & PERALTA DE ANDRÉS, J. 2009B. 9120 HAYEDOS ACIDÓFILOS ATLÁNTICOS CON SOTO-BOSQUE DE ILEX Y A VECES DE TAXUS (QUERCION ROBORI-PETRAEAE O ILICI-FAGENION). EN: BASES ECOLÓGICAS PRELIMINARES PARA LA CONSERVACIÓN DE LOS TIPOS DE HÁBITAT DE INTERÉS COMUNITARIO EN ESPAÑA. MADRID: MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO. 71 PP. [HTTP://WWW.JOLUBE.ES/HABITAT_ESPANA/DOCUMENTOS/9120.PDF](http://www.jolube.es/HABITAT_ESPANA/DOCUMENTOS/9120.PDF)
- ORIA DE RUEDA, 2003. LOS BOSQUES DE CASTILLA Y LEÓN. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN. 300 PP.
- PEÑUELAS, J., & BOADA, M. 2003. A GLOBAL CHANGE-INDUCED BIOME SHIFT IN THE MONTSENY MOUNTAINS (NE SPAIN). *GLOBAL CHANGE BIOLOGY*, 9(2), 131-140. [HTTPS://DOI.ORG/10.1046/J.1365-2486.2003.00566.X](https://doi.org/10.1046/J.1365-2486.2003.00566.X)
- PRETZSCH, H., DEL RÍO, M., AMMER, C., AVDAGIC, A., BARBEITO, I., BIELAK, K., ..., & BRAVO-OVIEDO, A. 2015. GROWTH AND YIELD OF MIXED VERSUS PURE STANDS OF SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) AND EUROPEAN BEECH (FAGUS SYLVATICA L.) ANALYSED ALONG A PRODUCTIVITY GRADIENT THROUGH EUROPE. *EUROPEAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH*, 134(5), 927-947. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10342-015-0900-4](https://doi.org/10.1007/s10342-015-0900-4)
- PRETZSCH, H., DEL RÍO, M., SCHÜTZE, G., AMMER, C., ANNIGHÖFER, P., AVDAGIC, A., ..., & BRAVO-OVIEDO, A. 2016. MIXING OF SCOTS PINE (PINUS SYLVESTRIS L.) AND EUROPEAN BEECH (FAGUS SYLVATICA L.) ENHANCES STRUCTURAL HETEROGENEITY, AND THE EFFECT INCREASES WITH WATER AVAILABILITY. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 373, 149-166. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2016.04.043](https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2016.04.043)
- PRETZSCH, H., DIELER, J., SEIFERT, T., & RÖTZER, T. 2012. CLIMATE EFFECTS ON PRODUCTIVITY AND RESOURCE-USE EFFICIENCY OF NORWAY SPRUCE (PICEA ABIES [L.] KARST.) AND EUROPEAN BEECH (FAGUS SYLVATICA [L.]) IN STANDS WITH DIFFERENT SPATIAL MIXING PATTERNS. *TREES*, 26(4), 1343-1360. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S00468-012-0710-Y](https://doi.org/10.1007/s00468-012-0710-Y)
- ROBSON, T. M., SÁNCHEZ-GÓMEZ, D., CANO, F. J., & ARANDA, I. 2012. VARIATION IN FUNCTIONAL LEAF TRAITS AMONG BEECH PROVENANCES DURING A SPANISH SUMMER REFLECTS THE DIFFERENCES IN THEIR ORIGIN. *TREE GENETICS & GENOMES*, 8(5), 1111-1121. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S11295-012-0496-5](https://doi.org/10.1007/s11295-012-0496-5)
- RODRÍGUEZ DE PRADO, D., SAN MARTÍN, R., BRAVO, F., & DE AZA, C. H. 2020. POTENTIAL CLIMATIC INFLUENCE ON MAXIMUM STAND CARRYING CAPACITY FOR 15 MEDITERRANEAN CONIFEROUS AND BROAD-LEAF SPECIES. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 460, 117824. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2019.117824](https://doi.org/10.1016/J.FORECO.2019.117824)

- ROZAS, V. 2001. DETECTING THE IMPACT OF CLIMATE AND DISTURBANCES ON TREE-RINGS OF *FAGUS SYLVATICA* L. AND *QUERCUS ROBUR* L. IN A LOWLAND FOREST IN CANTABRIA, NORTHERN SPAIN. *ANNALS OF FOREST SCIENCE*, 58(3), 237-251. [HTTPS://DOI.ORG/HTTPS://DOI.ORG/10.1051/FOREST:2001123](https://doi.org/https://doi.org/10.1051/forest:2001123)
- SABATÉ, S., GRACIA, C., & SÁNCHEZ, A. 2002. LIKELY EFFECTS OF CLIMATE CHANGE ON GROWTH OF *QUERCUS ILEX*, *PINUS HALEPENSIS*, *PINUS PINASTER*, *PINUS SYLVESTRIS* AND *FAGUS SYLVATICA* FORESTS IN THE MEDITERRANEAN REGION. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 162, 23-37. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/S0378-1127\(02\)00048-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00048-8)
- SÁNCHEZ DE DIOS, R., GÓMEZ, C., AULLÓ, I. & AL. *FAGUS SYLVATICA* L. 2021. PERIPHERAL POPULATIONS IN THE MEDITERRANEAN IBERIAN PENINSULA: CLIMATIC OR ANTHROPIC RELICTS? *ECOSYSTEMS* 24, 211–226. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S10021-020-00513-8](https://doi.org/10.1007/s10021-020-00513-8)
- SÁNCHEZ-GÓMEZ, D., ROBSON, T. M., GASCÓ, A., GIL-PELEGRÍN, E., & ARANDA, I. 2013. DIFFERENCES IN THE LEAF FUNCTIONAL TRAITS OF SIX BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) POPULATIONS ARE REFLECTED IN THEIR RESPONSE TO WATER LIMITATION. *ENVIRONMENTAL AND EXPERIMENTAL BOTANY*, 87, 110-119. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.ENVEXPBOT.2012.09.011](https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.09.011)
- SANGÜESA-BARREDA, G., DI FILIPPO, A., PIOVESAN, G., ROZAS, V., DI FIORE, L., GARCÍA-HIDALGO, M., GARCÍA-CERVIGÓN, A.I., MUÑOZ-GARACHANA, D., BALIVA, M., & OLANO, J. M. 2021. WARMER SPRINGS HAVE INCREASED THE FREQUENCY AND EXTENSION OF LATE-FROST DEFOLIATIONS IN SOUTHERN EUROPEAN BEECH FORESTS. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, 775, 145860. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.SCITOTENV.2021.145860](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145860)
- VAN DER MAATEN, E. 2012. CLIMATE SENSITIVITY OF RADIAL GROWTH IN EUROPEAN BEECH (*FAGUS SYLVATICA* L.) AT DIFFERENT ASPECTS IN SOUTHWESTERN GERMANY. *TREES*, 26(3), 777-788. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S00468-011-0645-8](https://doi.org/10.1007/s00468-011-0645-8)
- WAGNER, S., COLLET, C., MADSEN, P., NAKASHIZUKA, T., NYLAND, R. D., & SAGHEB-TALEBI, K. 2010. BEECH REGENERATION RESEARCH: FROM ECOLOGICAL TO SILVICULTURAL ASPECTS. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 259(11), 2172-2182. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2010.02.029](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.02.029)
- WEBER, P., BUGMANN, H., PLUESS, A. R., WALTHERT, L., & RIGLING, A. 2013. DROUGHT RESPONSE AND CHANGING MEAN SENSITIVITY OF EUROPEAN BEECH CLOSE TO THE DRY DISTRIBUTION LIMIT. *TREES*, 27(1), 171-181. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/S00468-012-0786-4](https://doi.org/10.1007/s00468-012-0786-4)