

8.2.13. PLANTACIONES DE *PINUS RADIATA* Y *PSEUDOTSUGA MENZIESII*

CRISTÓBAL ORDÓÑEZ ALONSO; FELIPE BRAVO OVIEDO

DESCRIPCIÓN ECOLÓGICA

El pino insigne (*Pinus radiata*) es una especie con altos requerimientos de humedad, principalmente en el periodo vegetativo, que en las plantaciones de nuestra región está entre 700 y 900 mm de precipitación. Esta puede ser menor, como en su área nativa (oeste de los Estados Unidos), pero con una precipitación horizontal abundante que compensa la vertical. En todo caso, las precipitaciones estivales abundantes no le son favorables debido a que vienen acompañadas por ataques de hongos, por lo que climas mediterráneos con sequía estival no muy acusada son preferibles para la especie. En cuanto a los condicionantes térmicos, el principal es la baja tolerancia a las heladas, ya que son necesarios más de 300 días al año libres de ellas. Esta característica contrasta con la temperatura del suelo óptima para el crecimiento radical, que es de unos 15 °C, muy inferior al resto de otros pinos. La oscilación térmica en su área de origen no es muy elevada, hasta 7 °C, si bien puede ser superior, de hasta 17 °C en zonas interiores de Galicia. En cuanto al tipo de suelo no tiene requerimientos muy específicos, pudiendo crecer sobre una elevada variedad de rocas. Siempre crece sobre suelos ácidos o muy ácidos, profundos, franco-arenosos y con buena permeabilidad, y si existe una capa arcillosa impermeable debe estar al menos a medio metro de

profundidad (SÁNCHEZ & RODRÍGUEZ, 2008). Las repoblaciones monoespecíficas de pino insigne con vocación productiva están muy extendidas en la cornisa Cantábrica y también se han utilizado en nuestra región en áreas con climatología adecuada, sobre todo en la zona del Bierzo (comarca 1, ver mapa de localización). En términos de superficie, ocupa un total de 11.971 ha¹ en Castilla y León.

El pino oregón (*Pseudotsuga menziesii*) es una especie muy plástica, ya que su distribución original cubre más de 4.000 km² desde Vancouver (Canadá) al norte hasta las montañas centrales de México, con dos variedades diferentes, var. *glauca* en el interior y var. *viridis* en la costa. Esta última variedad, más productiva, es la que se utiliza habitualmente en las repoblaciones de Castilla y León, y su óptimo de producción está condicionado por ausencia de una acusada sequía estival y precipitaciones anuales.

¹ Teselas con *Pinus radiata* 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>

superiores a 800 mm, de los que al menos 300 mm se deben producir en el período vegetativo. Resiste bastante bien el frío y la nieve, aunque es sensible a las heladas tardías. Puede vegetar hasta altitudes de 1.500 m, con ventaja sobre el pino silvestre (*Pinus sylvestris*) o pino negro (*Pinus uncinata*), aunque las mejores producciones se obtienen por debajo de 1.000 m. Puede plantarse tanto en orientación de solana como de umbría, si bien esta última es preferible en estaciones con menor precipitación en las que el suelo conservará mejor la humedad. Esta especie es exigente en cuanto a las condiciones edáficas, ya que requiere suelos profundos, fértiles y con texturas ligeras. En otras condiciones será necesario realizar preparaciones del terreno y abonados para asegurar el éxito de las repoblaciones (AUNÓS & VEGA, 2008). Las plantaciones productivas de pino oregón están muy extendidas en Europa, sobre todo en Francia, donde se encuentra la mayor producción y son poco frecuentes en la parte norte de la península ibérica. En nuestra región la superficie es bastante reducida. Las plantaciones de pino insigne (*Pinus radiata*) en Castilla y León se localizan principalmente en El Bierzo (León),

donde las condiciones ecológicas favorecen su cultivo. En la comarca de Las Merindades, al norte de la provincia de Burgos, se encuentra otra área con condiciones favorables, si bien el área repoblada es más reducida. Por otro lado, las plantaciones de pino de oregón son mucho menos frecuentes y se localizan en El Bierzo (León) y, en la provincia de Burgos, en Las Merindades (Valle de Mena) y La Demanda (zonas altas en el límite con La Rioja), en condiciones ecológicas similares a las que pueden acoger pino silvestre o pino negro, con las que suelen compartir ubicación. En términos de superficie, esta especie ocupa un total de 347 ha² en Castilla y León.

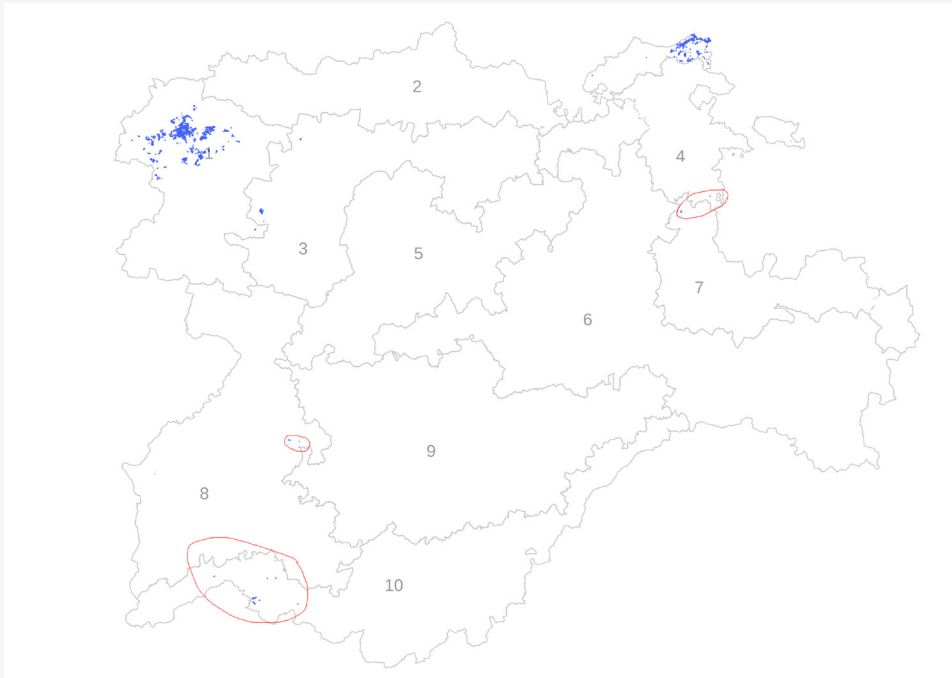
2 Teselas con *Pseudotsuga menziesii* como especie principal. Mapa Forestal Español de máxima actualidad © Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico: <https://www.miteco.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/descargas/biodiversidad/mfe.aspx>



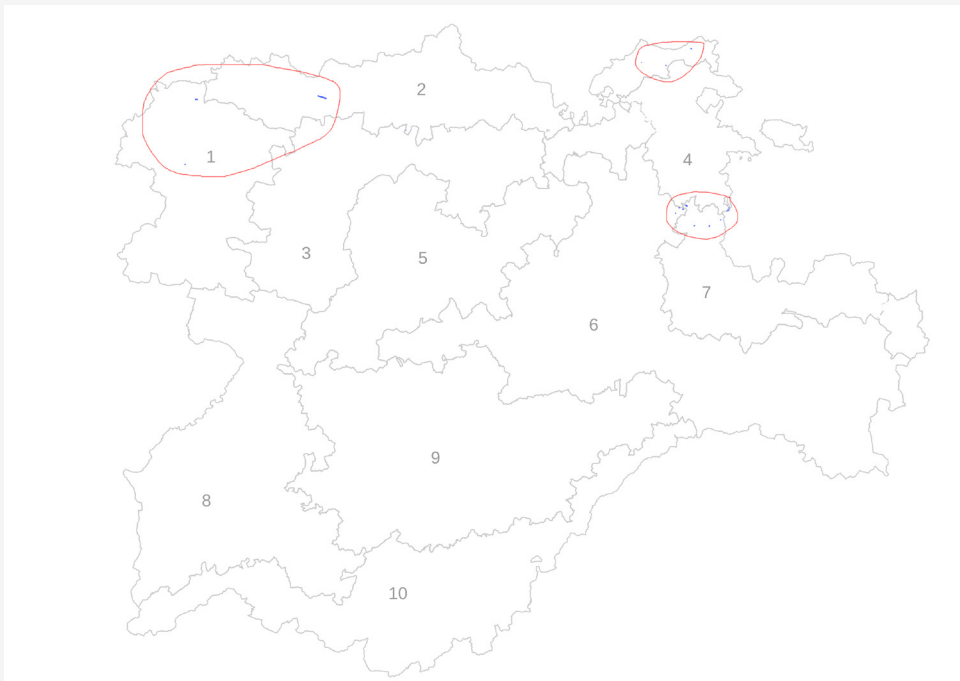
Repoblación de Pinus radiata con marco de plantación de 1,5 x 1,5 m (Cabañas Raras, León). Foto de SEVILLA, F.



Pseudotsuga menziesii creciendo entre rebollos (Valdesamario, León). Foto de SEVILLA, F.

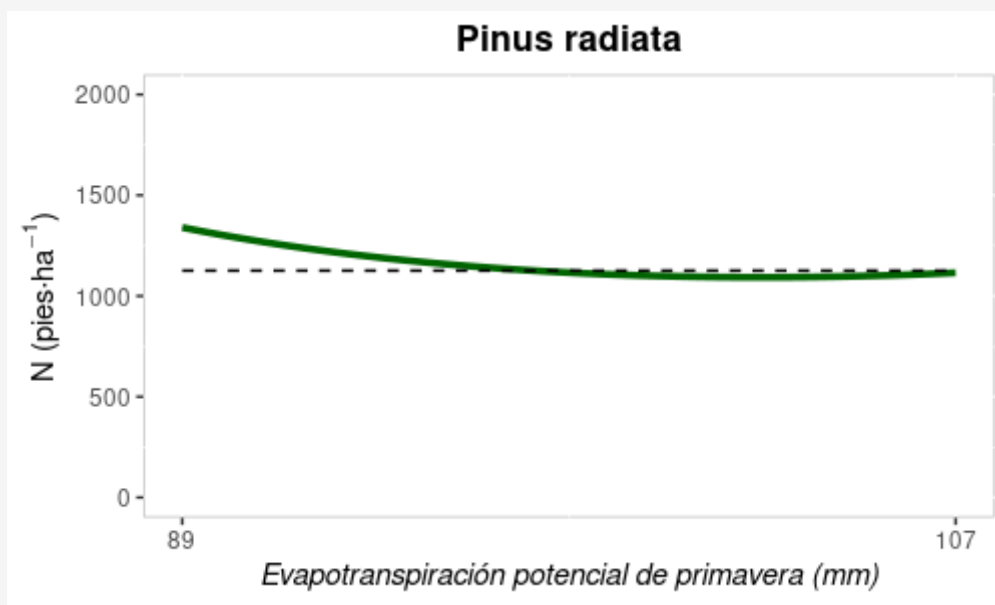


Mapa de distribución de masas forestales con *Pinus radiata* como especie principal según comarcas en el ámbito de Castilla y León (1. Bierzo-Sanabria; 2. Montaña Cantábrica; 3. Páramos silíceos y ribera; 4. Burgos norte; 5. Tierra de campos; 6. Páramos calizos y Soria; 7. Sistema Ibérico; 8. Oeste;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



Mapa de distribución de masas forestales con *Pseudotsuga menziesii* 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



Influencia climática de la máxima capacidad de carga (expresada como el Índice de Densidad Máxima de la Masa, SDImax) para Pinus radiata. La línea continua (verde) representa la estimación del SDImax utilizando el modelo climático-dependiente de mejor ajuste para la especie (evapotranspiración potencial (mm) 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).

Es posible que las repoblaciones monoespecíficas, y especialmente las de especies alóctonas, se vean gravemente afectadas por las condiciones ambientales. Los fenómenos de sequías extremas se están volviendo cada vez más frecuentes a consecuencia del cambio climático, y pueden generar problemas en repoblaciones con masas puras, sobre todo con especies alóctonas, como la desecación de ramillas, la disminución del crecimiento y la muerte de individuos más débiles. Así mismo, el aumento de la temperatura y el consiguiente aumento del estrés hídrico, debido a una mayor evapotranspiración, pueden provocar el decaimiento de los individuos más expuestos a la insolación y considerables pérdidas de crecimiento y, por tanto, de productividad. Existe también la posibilidad de daños graves, e incluso mortalidad elevada, en grandes áreas afectadas por sequía estival en repoblaciones de pino oregón. Aunque, en general, la regeneración natural no es deseable en repoblaciones

productivas intensivas, en las que la mejora genética se utiliza para aumentar la productividad, esta se verá perjudicada por el cambio en las condiciones climáticas.

Además, según el reciente estudio de (RODRÍGUEZ DE PRADO et al., 2021) se muestra cómo evoluciona la máxima densidad de la masa o máxima densidad de carga (SDImax) bajo condiciones cambiantes del clima. En el caso del pino insigne, los cambios en el clima son monitoreados por medio de la alteración en la evapotranspiración potencial (ETP) de primavera (mm), como se muestra en la figura. El área entre la línea de auto-clareo y la línea horizontal, que representa el SDImax medio a lo largo del gradiente climático, puede ser interpretado como un proxy de la vulnerabilidad de la máxima capacidad de carga de la especie ante distintas condiciones climáticas. En el caso del pino insigne, los resultados muestran que la máxima

capacidad de carga se verá reducida ligeramente con el aumento de la ETP, estabilizándose a partir de cierto punto, donde un aumento de la ETP no supondría cambios importantes en la máxima capacidad de carga. El pino oregón no ha sido incluido en este estudio, por lo que no podemos confirmar que vaya a tener comportamientos análogos.

Estas repoblaciones van a ser más susceptibles a daños bióticos y abióticos en el futuro, prediciendo diferente capacidad de adaptación de masas mixtas frente a monocultivos. Otro riesgo que tienen las plantaciones, especialmente las de pino oregón, es el de derribos por vientos fuertes. Estos derribos los pueden sufrir las masas cuyos árboles tengan un coeficiente de esbeltez elevado, debido a un régimen de claras inadecuado, y que además ocupen áreas susceptibles de sufrir vendavales.

Los riesgos bióticos también han aumentado a causa del cambio climático. Por un lado, se han incrementado los casos de enfermedades como la banda roja (*Dothistroma pini* y *D. septosporum*) y la banda marrón (*Lecanosticta acicola*), que pueden afectar a las plantaciones de las dos especies, aunque está teniendo consecuencias mucho más severas en el caso de pino insignie. Ambas enfermedades empezaron a afectar de forma grave a las plantaciones del País Vasco desde 2018, y en la actualidad ya han llegado hasta Galicia. Sus devastadores efectos están relacionados con el cambio climático, y presentan un efecto más dramático en las masas de mayor densidad, sobre todo en fondos de valle, provocando altas tasas de mortalidad. Además, las masas densas favorecen la conservación de la humedad, sobre todo en fondos de valle, y estas condiciones son propicias para la enfermedad.

Estos condicionantes climáticos son también favorables para defoliadores de pino como la procesionaria, que en ausencia de frío invernal presenta un comportamiento mucho más dañino y puede afectar

de manera grave al pino insignie. Por otro lado, el aumento de la temperatura mínima en invierno, que favorece la proliferación de plagas, porque reduce su tiempo de hibernación, provoca efectos más graves en las repoblaciones, y su efecto se puede apreciar en los pinares de especies sensibles a la procesionaria, entre las que se encuentra el pino insignie.

En el caso de las plantaciones productivas de pino oregón, las principales amenazas son de origen abiótico, sobre todo fuertes sequías o derribos por viento, pero en condiciones climáticas adversas es susceptible al ataque de agentes bióticos como el hongo parásito *Armillaria mellea*, aumentando la sensibilidad al hongo con la disminución en la disponibilidad de agua, o perforadores como *Tomicus piniperda* e *Ips* sp.. Además de estas enfermedades, en ambas especies es necesario señalar el efecto que puede causar el hongo *Fusarium* sp., que afecta principalmente en la fase de vivero (OTERO et al., 2020; STEWART et al., 2012), pero que puede convertirse en un problema serio si se utiliza planta infectada en la plantación.

Por otro lado, el aumento de temperatura y sobre todo la disminución de disponibilidad hídrica reduce considerablemente el espacio disponible para monocultivos de pino oregón. Estas repoblaciones ocupan las partes altas de la vegetación arbolada, por lo que un desplazamiento altitudinal de las plantaciones con esta especie supondría la colonización de áreas muy elevadas y previsiblemente de excesiva pendiente. En estas condiciones, la ventaja de una especie cuyo valor principal es el productivo se verá ciertamente reducida respecto a otras especies autóctonas como el pino silvestre, el pino negro o matorrales de alta montaña. En el caso de las repoblaciones de pino insignie, el desplazamiento altitudinal llevaría a esta especie a ocupar zonas en las que las heladas invernales, a las que es muy sensible, dificultarían de forma muy importante su supervivencia.

ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN Y MEDIDAS RECOMENDADAS

Fomentar la diversidad específica en las plantaciones productivas de *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii*

Para reducir algunos de los inconvenientes de las masas puras se propone la utilización de una mezcla de especies en las plantaciones. Además de la indudable ventaja de romper la continuidad de la masa, lo que la hace menos susceptible a los ataques de agentes bióticos y abióticos, pueden presentar efectos beneficiosos de “sobrecrecimiento”, es decir, un crecimiento mayor del esperado por la simple superposición de las especies (BRAVO-OVIEDO et al., 2018), derivado del aprovechamiento complementario de los recursos. Para poder utilizar estos beneficios es necesario estudiar cada mezcla, pero ya existen ejemplos que pueden ayudar en este sentido, como el realizado por THURM et al. (2016) sobre haya y pino oregón en Alemania y en el que han encontrado que el pino oregón en mezcla con haya presenta una mejor capacidad de recuperación del crecimiento tras una sequía severa que en masas puras. Aunque es necesario realizar más estudios y establecer ensayos de plantaciones que nos ayuden a comprobar los efectos beneficiosos de las masas mixtas, permitiendo seleccionar las mezclas más adecuadas en cada caso, como regla general parece buena práctica favorecer el regenerado de frondosas

autéctonas en plantaciones ya establecidas, así como la utilización de especies acompañantes en repoblaciones nuevas. Estas acciones, que pueden realizarse sobre las masas ya existentes, se dirigen a favorecer la mezcla, permitiendo el crecimiento de frondosas propias de la zona al realizar las claras. En plantaciones nuevas es aconsejable la utilización de una segunda (o incluso tercera) especie compatible con la especie productiva que se desea introducir.

Por estos motivos se aconseja promover las plantaciones productivas en mezcla con especies nativas en las que se tenga en cuenta que la proporción sea suficiente para evitar la propagación descontrolada de agentes bióticos y abióticos, que se realicen los cuidados selvícolas necesarios para mantener el vigor y el coeficiente de esbeltez en niveles adecuados, y que la selección del material vegetal empleado en las repoblaciones haya sido realizada de acuerdo con las condiciones climáticas pronosticadas y adaptadas al área de destino (AUNÓS & VEGA, 2008; SÁNCHEZ & RODRÍGUEZ, 2008)

Adaptar la diversidad genética en plantaciones productivas de *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii*

La selección del material vegetal a emplear en las plantaciones es siempre fundamental, pero en las actuales condiciones de cambio climático se vuelve imprescindible para garantizar su resiliencia y capacidad de adaptación a los distintos escenarios previstos. Aunque MERLO et al. (2004) recomienda para el pino oregón la recolección cerca de la zona de plantación en lugar de la zona originaria (Norteamérica), ya que de esta forma se garantiza la adaptación del material seleccionado,

siendo aconsejable ampliar el área de selección para encontrar las condiciones climáticas pronosticadas. Hay líneas de investigación que prueban la relación entre la sequía y la densidad de la madera, por lo que este carácter se debería incluir entre los criterios de selección de pino oregón (MARTINEZ-MEIER et al., 2008).

No obstante, y dado que en los países de origen se están desarrollando programas de mejora muy importantes, resultaría de gran interés ampliar el

material vegetal susceptible de ser empleado en repoblaciones, teniendo en cuenta su resistencia al ataque de agentes bióticos a la vez que se tengan

en cuenta la adaptación a las condiciones climáticas previstas por los escenarios futuros proporcionados por el IPCC.

Controlar la densidad de las masas productivas de *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii* para reducir el estrés hídrico

Se propone la reducción de la densidad de los rodales mediante claras. La reducción del índice de densidad máximo del rodal que se prevé al aumentar la evapotranspiración primaveral debe acompañarse de regímenes de claras adaptados a las condiciones locales. Esta medida llevará aparejada la apertura

de claros, donde se podrán incorporar especies autóctonas (primera medida de adaptación), y un aumento de las dimensiones de los productos finales. Por tanto, deberán diseñarse itinerarios selvícolas acordes con esta reducción del índice de densidad del rodal.

Seleccionar nuevas estaciones para las plantaciones productivas de *Pinus radiata* y *Pseudotsuga menziesii*

Es necesario rediseñar las áreas susceptibles de ser repobladas, ya que el hábitat óptimo para ambas especies subirá en altitud para poder garantizar

la producción y rentabilidad de las masas, y con toda probabilidad se reducirá su área potencial de idoneidad.

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

Se propone realizar el seguimiento en la comarca de El Bierzo (León) para pino insigne (comarca 1) y la comarca Montes de Oca (Burgos) para pino

oregón (comarca 7), ya que estas áreas son las que tienen la mayor concentración de estas plantaciones en la comunidad.

REFERENCIAS

AUNÓS, Á., & VEGA, G. 2008. SELVICULTURA DE *PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.) FRANCO. EN: COMPENDIO DE SELVICULTURA APLICADA EN ESPAÑA. INIA-FUCOVASA.

BRAVO-OVIEDO, A., PRETZSCH, H., & DEL RÍO, M. 2018. DYNAMICS, SILVICULTURE AND MANAGEMENT OF MIXED FORESTS. BERLIN: SPRINGER INTERNATIONAL PUBLISHING. 420 PP. [HTTPS://DOI.ORG/10.1007/978-3-319-91953-9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-91953-9)

MARTINEZ-MEIER, A., SANCHEZ, L., PASTORINO, M., GALLO, L., & ROZENBERG, P. 2008. WHAT IS HOT IN TREE RINGS? THE WOOD DENSITY OF SURVIVING DOUGLAS-FIRS TO THE 2003 DROUGHT AND HEAT WAVE. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 256, 837-843. [HTTPS://DOI.ORG/HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2008.05.041](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2008.05.041)

MERLO, E., DÍAZ, R., FERNÁNDEZ LÓPEZ, J., & ZAS, R. 2004. PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE "*PSEUDOTSUGA MENZIESII*" (MIRB) FRANCO COMO MATERIAL DE BASE PARA LA OBTENCIÓN DE MATERIAL FORESTAL DE REPRODUCCIÓN. *INVESTIGACIÓN AGRARIA. SISTEMAS Y RECURSOS FORESTALES*, 13(3), 492-505. [HTTP://HDL.HANDLE.NET/10261/45179](http://hdl.handle.net/10261/45179)

OTERO, M., SALCEDO, I., TXARTERINA, K., GONZÁLEZ-MURUA, C., & DUÑABEITIA, M. K. 2020. COMPOST TEA REDUCES THE SUSCEPTIBILITY OF *PINUS RADIATA* TO *FUSARIUM CIRCINATUM* IN NURSERY PRODUCTION. *PHYTOPATHOLOGY*, 110(4), 813-821. [HTTPS://DOI.ORG/10.1094/PHYTO-04-19-0139-R](https://doi.org/10.1094/PHYTO-04-19-0139-R)

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)

SÁNCHEZ, F., & RODRÍGUEZ, R. J. 2008. SELVICULTURA DE *PINUS RADIATA* D. DON. EN: COMPENDIO DE SELVICULTURA APLICADA EN ESPAÑA. INIA-FUCOVASA. [HTTPS://WWW.UXAFORES.COM/GL/SELVICULTURA-DE-PINUS-RADIATA-DDON](https://www.uxafores.com/gl/selvicultura-de-pinus-radiata-ddon)

STEWART, J. E., ABDO, Z., DUMROESE, R. K., KLOPFENSTEIN, N. B., & KIM, M. S. 2012. VIRULENCE OF *FUSARIUM OXYSPORUM* AND *F. COMMUNE* TO DOUGLAS-FIR (*PSEUDOTSUGA MENZIESII*) SEEDLINGS. *FOREST PATHOLOGY*, 42(3), 220-228. [HTTPS://DOI.ORG/10.1111/J.1439-0329.2011.00746.X](https://doi.org/10.1111/j.1439-0329.2011.00746.x)

THURM, E. A., UHL, E., & PRETZSCH, H. 2016. MIXTURE REDUCES CLIMATE SENSITIVITY OF DOUGLAS-FIR STEM GROWTH. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 376, 205-220. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.FORECO.2016.06.020](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.06.020)