

Procesos implicados en la regeneración de bosques mixtos mediterráneos afectados por decaimiento

B. Ibáñez ^{1,*}

(1) Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC). Avenida Reina Mercedes 10, E-41012, Sevilla. España.

* Autor de correspondencia: Beatriz Ibáñez [beaim19@yahoo.es]

> Recibido el 17 de julio de 2014 - Aceptado el 22 de agosto de 2014

Ibáñez, B. 2014. Procesos implicados en la regeneración de bosques mixtos mediterráneos afectados por decaimiento. *Ecosistemas* 23(3): 105-108. Doi.: 10.7818/ECOS.2014.23-3.14

En las últimas décadas se han descrito síndromes de decaimiento forestal en bosques de todo el mundo como consecuencia de eventos climáticos extremos (p. ej. sequías) o el ataque de plagas y patógenos. La mayoría de los eventos de decaimiento descritos presentan cierta especificidad, afectando de forma distinta a las especies arbóreas coexistentes. Estos procesos tendrán por tanto una alta capacidad para alterar la composición y estructura de la comunidad de plantas no solo a corto plazo (disminuyendo la abundancia relativa de adultos de la especie afectada) sino también a largo plazo a través de sus efectos sobre las dinámicas de regeneración. En esta tesis se evaluaron los efectos del decaimiento de *Quercus suber* sobre la regeneración de especies leñosas en bosques mixtos del sur de la península ibérica, y en base a ello se determinaron las trayectorias sucesionales más probables de estos sistemas.

Para el desarrollo de este objetivo se emplearon dos escalas de trabajo. A escala regional se analizó la supervivencia de árboles adultos y la abundancia de regeneración de *Q. suber* a lo largo de gradientes ambientales, usando datos del Segundo y Tercer Inventario Forestal Nacional (IFN) en Andalucía. A escala local se estudió el impacto del decaimiento de *Q. suber* sobre los patrones de abundancia y funcionamiento de plántulas y juveniles de especies leñosas, analizando de forma específica la relevancia para la regeneración natural de los cambios inducidos por el decaimiento sobre las comunidades de organismos del suelo (patógenos y micorrizas). Para ello se desarrollaron trabajos de campo experimentales y observacionales en bosques mixtos de *Q. suber* - *Olea europaea* var *sylvestris* (bosques abiertos) y *Q. suber* - *Quercus canariensis* (bosques cerrados) del Parque Natural de los Alcornocales (Cádiz).

Dinámica del bosque a escala regional

El estudio de los bosques de *Q. suber* analizando datos del IFN permitió detectar respuestas diferenciales a las variables climáticas entre individuos adultos y el regenerado. La supervivencia de árboles adultos respondió negativamente a temperaturas medias más elevadas durante la primavera. En cambio la regeneración estuvo favorecida por temperaturas más suaves (menos frías) durante el invierno. Así, ante un aumento de temperatura media las poblaciones de árboles adultos verían disminuidas sus tasas de supervivencia, mientras que el número de plántulas aumentaría, y será el balance neto de ambos procesos demográficos lo que determinará la capacidad de respuesta de la especie al incremento de tem-

peraturas. En cualquier caso, a pesar de la respuesta positiva de las plántulas a la temperatura, la escasez generalizada de regenerado encontrada en las parcelas de inventario pone de manifiesto el fuerte cuello de botella existente en la regeneración del alcornoque a escala regional. Esta limitación en la regeneración hace que esta especie se encuentre ya de por sí en una situación delicada, a lo que se suman los efectos negativos del cambio climático sobre los adultos, comprometiendo la continuidad de la estructura y la composición que estos bosques presentan actualmente.

En este estudio se mostró la importancia de considerar las interacciones entre el clima y el suelo a la hora de determinar la influencia del clima en las dinámicas de poblaciones vegetales, especialmente en sistemas limitados por la disponibilidad de agua. En suelos arenosos y aireados un aumento en la precipitación de invierno mostró un efecto beneficioso en los árboles adultos (Fig. 1), posiblemente al producir un aumento en la cantidad de agua almacenada en profundidad, que estaría disponible durante la época de sequía estival. Sin embargo, en suelos pesados con elevados porcentajes de arcilla, una mayor precipitación perjudicó a los árboles al aumentar el riesgo de encharcamiento y, con ello, la posible asfixia de las raíces (Fig. 1).

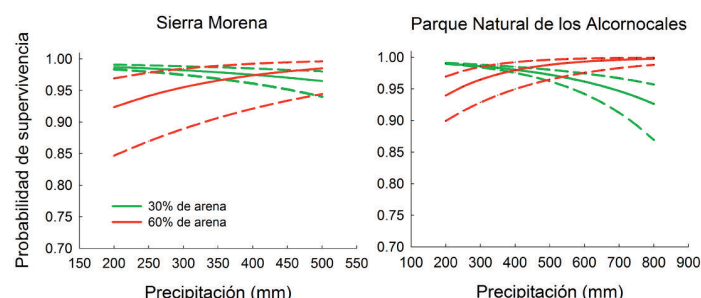


Figura 1. Efecto medio predicho de la precipitación de invierno en la supervivencia de árboles adultos en suelos con diferentes contenidos en arena, para las dos regiones en las que se dividió el estudio relativo a los datos de inventario de los bosques de *Q. suber* en Andalucía: Sierra Morena y Parque Natural de los Alcornocales. La línea sólida es la media de la predicción, y las líneas discontinuas representan el 95% de intervalo de confianza. Los valores de precipitación están limitados a los rangos encontrados para esta variable en cada región.

Los resultados sugieren, además, que en las dinámicas demográficas estudiadas la interacción entre el clima, la textura y los organismos patógenos del suelo podrían estar jugando un papel importante. Así, el efecto negativo de la precipitación en la supervivencia de árboles adultos en suelos arcillosos podría estar también relacionado con que la mayor cantidad de agua retenida en estos suelos puede favorecer el desarrollo de oomicetos patógenos causantes de la podredumbre radical (p. ej. *Phytophthora cinnamomi*) y, por tanto, la eventual muerte de *Q. suber*. Similarmente, la respuesta encontrada en el caso de la regeneración, donde el efecto positivo de la precipitación se vio reducido en condiciones de mayor temperatura (Fig. 2), podría estar relacionada con un efecto positivo del incremento de la temperatura sobre los oomicetos patógenos del suelo, afectando indirectamente a la supervivencia de plántulas.

Dinámica del bosque a escala local

En esta tesis se incluyeron distintos trabajos experimentales y observacionales realizados a escala local para evaluar el impacto del decaimiento de *Q. suber* sobre el establecimiento de plántulas y los patrones espaciales de organismos del suelo (patógenos y micorrizas). Para ello se utilizaron modelos de vecindad, los cuales permiten incorporar de forma espacialmente explícita las interacciones entre la dinámica de poblaciones de árboles adultos, el banco de plántulas y las comunidades edáficas. Así, es posible detectar los cambios que podrían producirse en las comunidades bióticas a medida que se modifica la composición del dosel fruto del decaimiento.

El papel de la vecindad en las dinámicas de regeneración del bosque

Los resultados obtenidos mostraron un efecto negativo del decaimiento de *Q. suber* sobre la regeneración de especies arbóreas (*Q. suber*, *Olea europaea*, *Q. canariensis*) en los bosques de estudio. Este efecto negativo generalizado tanto sobre la supervivencia (Fig. 3) como sobre la abundancia de regenerado (Fig. 4) podría estar causado por la pérdida de la protección que confieren las copas tras la muerte del árbol. En sistemas mediterráneos como los estudiados las interacciones de facilitación planta-planta juegan un papel fundamental en el establecimiento de plántulas, al suavizar las duras condiciones del verano. La magnitud del efecto negativo del decaimiento varió sin embargo entre las distintas especies arbóreas coexistentes, causando cambios de orden en su abundancia. Así, por ejemplo, en los bosques abiertos la regeneración de *O. europaea* se vio afectada en menor grado por el decaimiento que la de *Q. suber* (Fig. 4), pasando *Olea* a dominar el banco de brinzales en vecindades de *Q. suber* con decaimiento. Los efectos del decaimiento de *Q. suber* sobre la regeneración de otras especies leñosas (matorrales y lianas) mostraron un patrón totalmente diferente al encontrado para los árboles, siendo dichos efectos de carácter neutro o incluso positivo (Fig. 4). Como consecuencia, la presencia relativa de dichas especies aumentó considerablemente en el banco de plántulas. Estas tendencias sugieren la transformación de los bosques mediterráneos hacia formaciones más abiertas con dominancia arbustiva, como consecuencia del cambio ambiental global.

Patrones de distribución de los organismos del suelo y su papel en las dinámicas de regeneración

Uno de los principales resultados de la presente tesis fue la concordancia espacial encontrada entre el estado de salud de *Q. suber* y la abundancia de patógenos del suelo y de micorrizas en las raíces de las plántulas. La abundancia de patógenos edáficos fue considerablemente mayor en vecindades de alcornoques defoliados que en vecindades de árboles sanos o muertos (Fig. 5). Por otra parte, la variación espacial de la asociación plántula-micorriza respondió al proceso de decaimiento de *Q. suber* de forma diferente según el tipo de bosque. En los bosques abiertos el de-

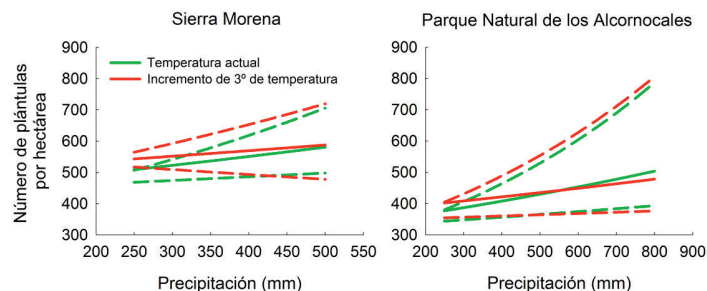


Figura 2. Efecto medio predicho de la precipitación de invierno en la abundancia de plántulas. Se muestran los efectos bajo la temperatura media actual (en verde) y ante un escenario de 3°C de incremento de temperatura media (en rojo). La línea sólida es la media de la predicción, y las líneas discontinuas representan el 95% de intervalo de confianza. Los valores de precipitación están limitados a los rangos encontrados para esta variable en cada región.

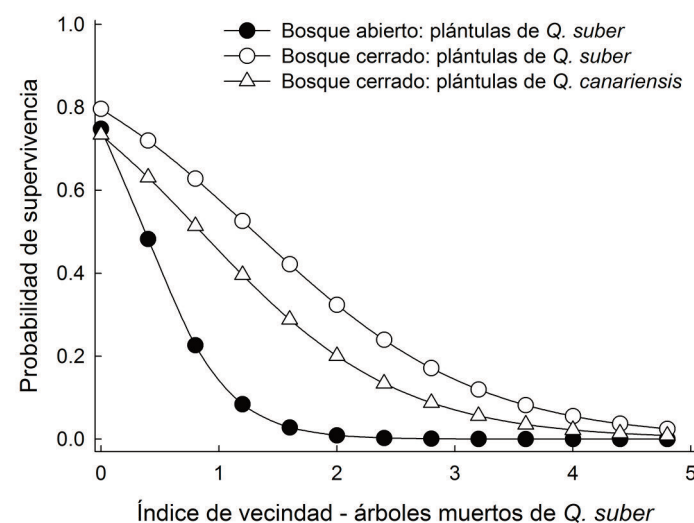


Figura 3. Probabilidad de supervivencia predicha para plántulas de un año de edad de *Q. suber* (en bosques abiertos y cerrados) y *Q. canariensis* (bosques cerrados) en función del índice de vecindad calculado para los árboles muertos de *Q. suber*. El índice de vecindad está calculado como la suma de las áreas basimétricas estandarizadas de los alcornoques muertos en las vecindades de las plántulas. Valores del índice de vecindad de 0 representa vecindades sin árboles muertos, mientras que valores de 5 representan vecindades con el valor máximo encontrado de densidad de árboles muertos. El efecto sobre la supervivencia de *Olea* no pudo ser evaluado debido a la escasa emergencia de las semillas sembradas.

caimiento afectó positivamente a la colonización de plántulas por micorrizas, mientras que el efecto fue negativo en los bosques cerrados (Fig. 5). Estos resultados sugieren que la distribución de árboles con distintos estados de salud puede influir en el funcionamiento del ecosistema a través de sus efectos en la interacción plántula-micorriza, siendo dichos efectos altamente contexto-dependientes.

La variabilidad encontrada en la distribución y abundancia de organismos del suelo se tradujo a su vez en cambios en la demografía de plántulas. Así, se encontró que la emergencia y supervivencia de plántulas de *Q. suber* disminuyó al aumentar la abundancia de patógenos, aunque solo en los bosques abiertos de alcornoque-acebuche. Este resultado podría estar relacionado con las elevadas cantidades de patógenos existentes en estos bosques, mucho mayores que en los bosques cerrados, lo cual podría indicar que para que las plántulas muestren signos de afectación se requieren unos niveles mínimos de la abundancia del patógeno en el suelo (Fig. 5). En el caso de la asociación plántula-micorriza, se encontró un efecto neutro o antagonista de las micorrizas en la supervivencia de plántulas de *Quercus suber* y

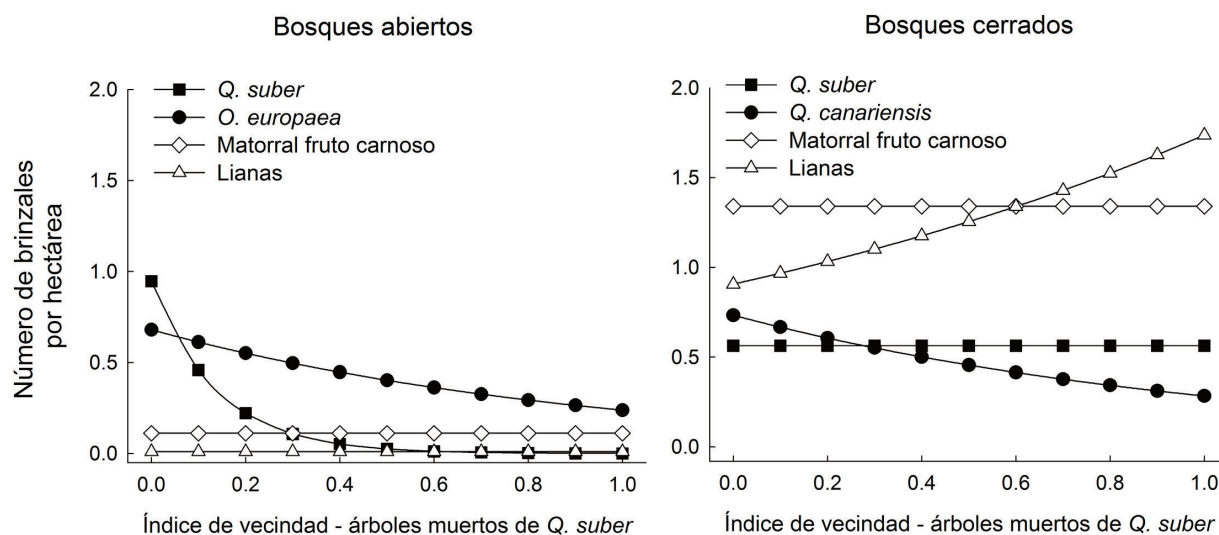


Figura 4. Variación predicha en la abundancia de brinzales de las tres especies arbóreas de estudio (*Q. suber*, *O. europaea* y *Q. canariensis*) y de otras especies leñosas (matorrales y lianas) en función del índice de vecindad calculado para los árboles muertos de *Q. suber*. El índice de vecindad está calculado como la suma de las áreas basimétricas estandarizadas de los alcornoques muertos en las vecindades de las plántulas ponderado por la distancia del árbol al punto de muestreo. Valores del índice de vecindad de 0 representan vecindades sin árboles muertos, mientras que valores de 1 representan vecindades con el valor máximo encontrado de densidad de árboles muertos.

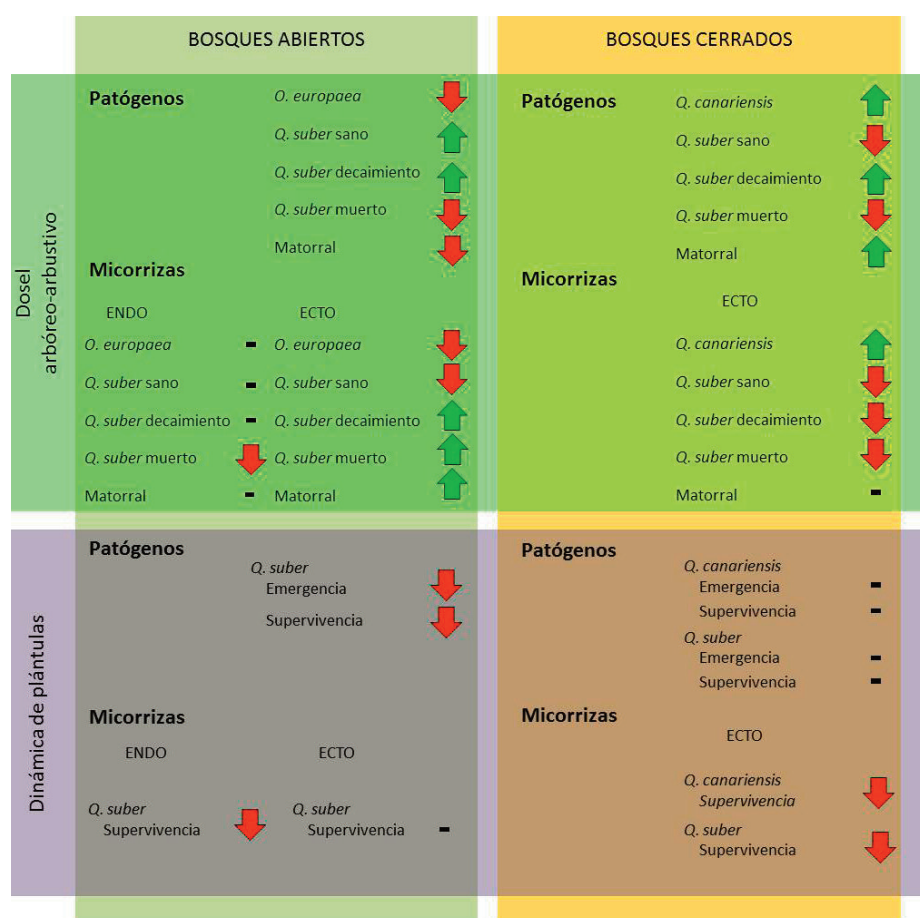


Figura 5. Síntesis de los principales efectos encontrados de las distintas categorías de vecinos arbóreo-arbustivos (panel superior) sobre la abundancia de oomicetos patógenos del suelo y la asociación plántula-micorriza en los dos tipos de bosque de estudio (endomicorrizas solo encontradas en las raíces de plántulas de los bosques abiertos). En el panel inferior se representa el efecto de estos dos tipos de organismos en la dinámica de plántulas. Flechas verdes indican efecto positivo, flechas rojas negativos, líneas negras efecto nulo.

Quercus canariensis de un año de edad (Fig. 5), en contraste con la relación mutualista frecuentemente atribuida a las micorrizas, y que podría estar asociado a los escasos beneficios que para especies de semilla grande como los *Quercus* podría suponer este tipo de simbiosis durante los primeros meses de vida. Cabría esperar sin embargo un cambio de signo en el efecto de las micorrizas (es decir, positivo) en etapas posteriores, al ir agotándose las reservas de las semillas y aumentando la demanda de recursos por parte de brinzales y juveniles. En conjunto, los resultados obtenidos en esta parte de la tesis son relevantes para entender la naturaleza de las interacciones planta-planta mediadas por organismos del suelo, mucho menos estudiadas que las mediadas por factores abióticos a pesar de su papel determinante de la composición y estructura de las comunidades vegetales.

Conclusión

En conjunto, la investigación realizada en el marco de esta Tesis Doctoral pone de manifiesto el fuerte impacto que el decaimiento de *Q. suber* puede tener en las comunidades de plantas y organismos del suelo de los bosques mixtos estudiados. Los efectos detectados sobre las dinámicas de regeneración de especies leñosas parecen apuntar hacia una disminución de la cobertura arbórea - particularmente de *Q. suber*- en el futuro, lo cual pone de manifiesto la vulnerabilidad de estos importantes sistemas y la necesidad de llevar a cabo actuaciones de manejo que incrementen su resiliencia frente a los distintos motores de cambio.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por una beca FPI del Ministerio de Ciencia e Innovación, y por los proyectos INTERBOS (CGL2008-4503-C03-01), DIVERBOS (CGL2011-30285-C02-01) y ANASINQUE (PGC2010-RNM-5782). También agradecemos a la Consejería de Medio Ambiente y a la Oficina Técnica del Parque Natural Los Alcornocales por las facilidades ofrecidas para desarrollar este trabajo.

BEATRIZ IBÁÑEZ MORENO

Procesos implicados en la regeneración de bosques mixtos mediterráneos afectados por decaimiento

Tesis Doctoral

Departamento de Sistemas Físicos, Químicos y Naturales, Área De Ecología (Universidad Pablo de Olavide) e Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología de Sevilla (IRNAS-CSIC), Sevilla, España.

Mayo 2014.

Dirección: Lorena Gómez Aparicio, Teodoro Maraión y Luis Ventura García

Publicaciones resultantes de la tesis

Ibáñez, B., Ibáñez, I., Gómez-Aparicio, L., Ruiz-Benito, P., García, L.V., Maraión, T. Contrasting effects of climate change along life stages of a dominant tree species: the importance of soil-climate interactions. *Diversity and Distributions* DOI: 10.1111/ddi.12193.

Gómez-Aparicio, L., Ibáñez, B., Serrano, M.S., De Vita, P., Ávila, J.M., Pérez-Ramos, I.M., García, L.V., Sánchez, M.E., Maraión, T. Spatial patterns of soil pathogens in declining Mediterranean forests: implications for tree species regeneration. *New Phytologist* 194:1014-1024.