



5º CONGRESO FORESTAL
ESPAÑOL

5º Congreso Forestal Español

Montes y sociedad: Saber qué hacer.

REF.: 5CFE01-309

Editores: S.E.C.F. - Junta de Castilla y León
Ávila, 21 a 25 de septiembre de 2009
ISBN: 978-84-936854-6-1
© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Papel de los matorrales en la regeneración forestal de *Quercus petraea*, en el norte de Palencia.

SALAZAR, E.¹, MILDER, A.I.^{1,2}, FERNÁNDEZ-SANTOS, B.² y MARTÍNEZ-RUIZ, C.¹

¹ Área de Ecología, E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid

² Área de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Salamanca

Resumen

Es necesario profundizar en el conocimiento de la influencia de los matorrales autóctonos en los procesos de colonización de otras leñosas (arbustivas o arbóreas). El resultado de estas interacciones planta-planta, en muchos casos positivo, favorece la regeneración de especies que, de otro modo, en algunos hábitats y períodos de tiempo, resultaría improbable, como sobre estériles de carbón a corto plazo en el norte de la provincia de Palencia. Nuestro estudio pretende valorar si los matorrales autóctonos facilitan el establecimiento de plántulas de *Quercus petraea* en escombreras de carbón restauradas e identificar alguno de los mecanismos implicados. Los resultados demuestran el efecto nodriza de los matorrales de *Genista florida*, facilitando en el área de estudio el establecimiento de individuos de *Q. petraea* bajo su cubierta en las escombreras mineras de carbón, pero no sólo gracias a la modificación de las condiciones ambientales bajo su copa, sino también debido a la protección mecánica que ejercen frente a los herbívoros. Estos resultados son especialmente importantes pues el área de estudio coincide con el límite sur de distribución de *Q. petraea*, cuyos bosques son de los más amenazados en nuestro país y, en particular, en el área de estudio ocupan comarcas de excepcional valor faunístico y ecológico. Por tanto, la incorporación de los procesos de facilitación entre las labores de restauración forestal permitiría garantizar una gestión forestal con éxito para el establecimiento de ciertas especies, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad.

Palabras clave

Borde del bosque, colonización, estériles de carbón, facilitación leñosa-leñosa.

1. Introducción

Como consecuencia de la minería del carbón en la franja norte de la provincia de Palencia se ha producido una zonación del paisaje, es decir, se ha generado una variación espacial en la estructura física y biológica de las comunidades, debido a que las áreas mineras restauradas se convierten en heridas que cicatrizan en el seno de una matriz “natural”, que en muchos casos es un bosque (Milder et al. 2008). Por tanto, la dinámica de la nueva comunidad vegetal que surge en el área minera restaurada variará no sólo temporalmente sino también espacialmente. El proceso vendrá fuertemente determinado por las interacciones entre el borde del bosque y la nueva mancha de vegetación herbácea (Bramble & Ashley 1955). En estas circunstancias, algunos matorrales autóctonos que de forma natural colonizan los nuevos espacios abiertos pueden facilitar y acelerar los procesos de colonización de otras leñosas (arbustivas o arbóreas) (Jordano et al. 2002; Castro et al. 2006), no sólo por modificar las condiciones microclimáticas bajo su cubierta (Rey-Benayas et al. 2002), sino también por actuar como resguardo frente a herbívoros (Pugnaire 2001). El resultado de estas interacciones positivas es que se favorece la regeneración de otras especies que, de otro modo, en algunos hábitats y períodos de tiempo, resultaría improbable. Además puede permitir a especies de bajas elevaciones moverse en el gradiente, colonizar nuevas áreas, incrementándose así la diversidad biológica de la comunidad (Choler et al. 2001). Este último aspecto es especialmente importante pues el área de estudio coincide con el límite sur de distribución de



Q. petraea, cuyos bosques son de los más amenazados en nuestro país y, en particular, en el área de estudio ocupan comarcas de excepcional valor faunístico y ecológico y, por tanto, requieren de un manejo acorde con sus especiales características.

Por tanto, los conocimientos aportados por los estudios de facilitación leñosa-leñosa pueden contribuir mejorar la gestión de zonas degradadas, en particular zonas mineras recuperadas, u otro tipo de espacios abiertos. Conocer los requerimientos, enclaves más favorables y limitaciones para la regeneración de las especies leñosas, permitirá a los gestores diseñar planes de manejo y restauración de cada especie que sean mucho más viables, sin altas tasas de mortandad (Jordano et al. 2002; Castro et al. 2006) y, en definitiva, una gestión más eficiente tanto desde el punto de vista ecológico como económico.

2. Objetivos

El objetivo general de este trabajo consiste en valorar la influencia de los matorrales sobre el establecimiento de leñosas arbóreas en escombreras de minas (facilitación leñosa-leñosa). En particular, valorar si los matorrales autóctonos facilitan la colonización de *Quercus petraea* sobre estériles de carbón y los mecanismos implicados. Para la consecución del objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos: (1) valorar la influencia de la distancia al borde del bosque en la densidad de individuos de *Quercus petraea* (nº individuos/m²); (2) caracterizar los distintos tipos de micro-hábitats (micro-ambientes) existentes dentro de los ambientes de mina, en función de la superficie cubierta por el matorral, que pueden influir en la abundancia y supervivencia de las plántulas de *Q. petraea*; (3) cuantificar el efecto protector de los matorrales en los micro-hábitats definidos dentro de la escombrera minera, mediante dos variables: a) ángulo de contacto; y b) cobertura de matorral, siguiendo la metodología de García *et al.* (2000); (4) identificar las principales especies de matorral facilitadoras; y (5) valorar el papel protector de los matorrales frente a los grandes herbívoros como principal causa de facilitación de *Q. petraea* en escombreras.

3. Metodología

La zona elegida para realizar este estudio es una antigua mina de carbón restaurada hacía 15 años, localizada en Guardo (noroeste de la provincia de Palencia). El clima es Mediterráneo Sub-húmedo con 962 mm de precipitación anual y 9,3 °C de temperatura media anual (Salazar 2008). La vegetación circundante es un bosque de roble albar (*Quercus petraea* (Mattuschka) Liebl), con especies leñosas acompañantes como: *Cytisus scoparius*, *Genista florida*, *Prunus avium*, *Ilex aquifolium*, *Malus sylvestris*, *Sorbus aria*, *Euonymus europeus*, *Crataegus monogyna*, *Lonicera xylosteum*, *L. periclymenum*, *Rosa canina*, *Viburnum lantana*, etc. (Milder et al. 2008).

El primer muestreo se basó en una modificación del propuesto por Hardt & Forman (1989). Consistió en establecer, en la escombrera objeto de estudio, 23 transectos de 22 m de longitud que se extendieron 11 m hacia el pastizal y 11 m hacia el interior del bosque. La longitud de los transectos hacia la mina vino determinada por la información proporcionada por estudios previos realizados en la zona (Milder 2006), que indicaban la ausencia de individuos de *Q. petraea* más allá de los 11 m de distancia respecto al borde entre el bosque y la mina. Los transectos se establecieron perpendicularmente al borde entre el área minera y el robledal, se muestrearon parcelas de 2x2 m, centradas a intervalos de 4 m en un total de 6 parcelas por transecto; esto es 138 parcelas de 4m² en total. Los transectos se establecieron a intervalos de unos 30 m.

La observación de los resultados preliminares nos indicaba la existencia de diferentes zonas dentro de la mina (posiciones 4 y 5-6), en función de la distancia al borde del bosque, y de diferentes micro-hábitats dentro de cada zona, en función del mayor o menor grado de cobertura de matorral. Esto hizo necesaria una ampliación del muestreo de 37 parcelas más de 2x2 m en posición 4 (la parcela dentro de la mina más cercana al borde del bosque) y de 14 parcelas en posición 5 ó 6 (las dos posiciones últimas de los transectos; las más alejadas del borde del bosque). Por lo que se inventarió un total de 189 parcelas de 2 x 2 m, todas ellas en primavera de 2007.

En cada parcela de 4 m² se tomó nota del tanto por ciento de cobertura de matorral (para caracterizar distintos micro-habitats), del número de individuos de roble presentes (midiendo su altura y diámetro) y se identificó, además, la especie de matorral que los protegía (de la que se anotó su altura) y el grado de protección mediante dos variables, siguiendo la metodología de García et al. (2000): a) variable ángulo de contacto, medida como la cantidad (en grados) de la planta de roble tapada por matorrales; y b) variable cobertura de matorral, medida como porcentaje de la superficie de suelo cubierta por vegetación leñosa en cuatro transectos de 1 m situados en los cuatro puntos cardinales principales, centrados sobre la plántula de roble, cuantificando su intersección cada 25 cm.

La intensidad de herbivoría se cuantificó a partir del porcentaje de individuos de *Q. petraea* con signos de ramoneo (García et al. 2000). El grado de asociación entre las plantas de *Q. petraea* y la vegetación de los alrededores, en relación con la herbivoría, se valoró mediante dos índices complementarios: (1) altura del matorral (cm), máxima altura alcanzada por el matorral en contacto directo con el roble; y (2) sobrecubrimiento (cm), diferencia entre la altura del roble y la máxima altura alcanzada por el matorral en contacto directo con él. Un valor negativo indica que el matorral crece por encima del roble cubriéndolo.

Antes de proceder al análisis estadístico de los datos se comprobó la normalidad y homocedasticidad de los mismos, mediante los tests de Kolmogorov-Smirnov & Lilliefors y de Bartlett, respectivamente. Puesto que los datos no cumplían las asunciones de normalidad y homocedasticidad (igual varianza) se utilizó el test no paramétrico de Kruskal-Wallis para comparar más de dos grupos de muestras independientes, y el test de la U de Mann-Whitney para las comparaciones por pares. Todos estos análisis se realizaron con el paquete estadístico STATISTICA 6.0. Para el resto de comparaciones se aplicaron análisis χ^2 que se realizaron con el programa estadístico R (versión 2.6).

4. Resultados

En las escombreras de carbón restauradas en el norte de Palencia, rodeadas por bosques de roble albar (*Q. petraea*), se da una regeneración natural muy intensa de esta especie forestal en la mina, concretamente en los cuatro primeros metros de distancia al borde del bosque (posición 4: 5 ind/m²), siendo la densidad de nuevas plántulas similar a la del bosque (bosque: 6 ind/m²). A mayor distancia, sin embargo, la densidad de robles en las escombreras disminuye considerablemente (posición 5-6: 0,25 ind/m²). Estos resultados indican que existen diferencias estadísticamente significativas (H=68,93; p<0,001; df=2, test de Kruskal-Wallis) en la densidad de robles en función del ambiente: bosque, posición 4 mina y posiciones 5-6 mina.

Para conocer cuáles son las condiciones ambientales bajo las cuales han conseguido establecerse las plántulas de roble albar dentro de los ambientes de mina se han diferenciado dentro de ellos micro-hábitats en función de la superficie cubierta por el



matorral (Figura 1). Los resultados indican que la mayor cantidad de plántulas de roble se registra en los micro-hábitats con mayor cobertura de matorral, concretamente en micro-hábitats con cobertura de matorral por encima del 25% en las zonas de escombrera más próximas al bosque (posición 4: 1-4 m de distancia; $H=15,68$; $p=0,0013$; $df=3$, test de Kruskal-Wallis), y por encima del 75% en las zonas de escombrera más alejadas hasta donde llegan las bellotas (posiciones 5-6: 4-12 m de distancia; $H=18,59$; $p=0,001$; $df=2$, test de Kruskal-Wallis).

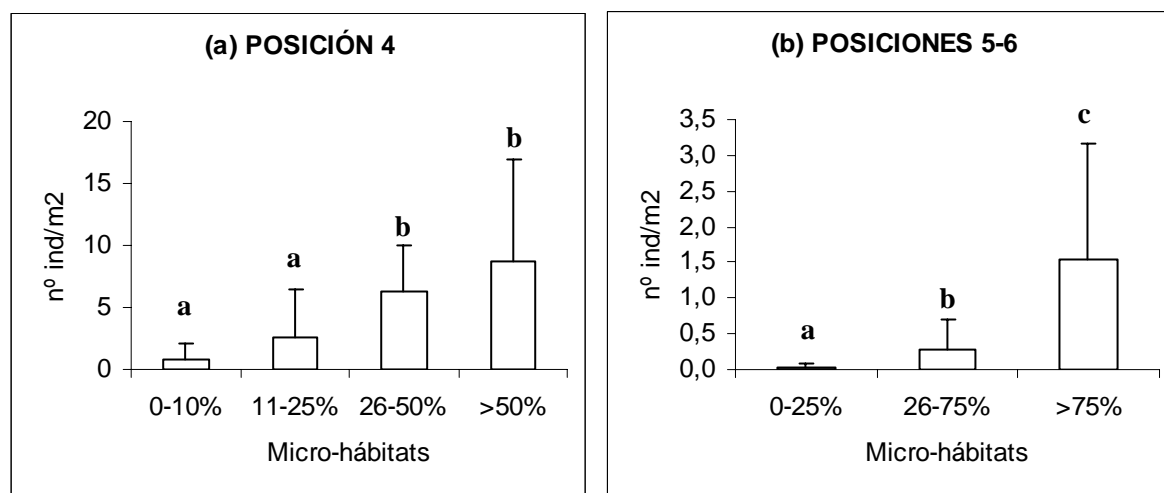


Figura 1. Número medio de individuos de *Q. petraea* por metro cuadrado y desviación estándar ($n = 15$), según el porcentaje de cobertura de matorral, en ambos ambientes mineros (a) posición 4 y (b) posiciones 5-6. Las letras sobre las barras resumen los contrastes a posteriori entre pares de comparaciones realizados con la U de Mann-Whitney.

En ambos ambientes de mina (posición 4 y 5-6) se ha encontrado un efecto protector significativo de los matorrales sobre plántulas de roble albar; efecto protector medido de diversas maneras: porcentaje de contactos (Posición 4: $\chi^2 = 25,88$; $df = 9$; $p < 0,001$; Figura 2a; Posiciones 5-6: $\chi^2 = 449,798$; $df = 9$; $p < 0,001$; Figura 2b), ángulo de contacto (Posición 4: $\chi^2 = 210,07$; $df = 11$; $p < 0,001$; Figura 3a; Posiciones 5-6: $\chi^2 = 502,19$; $df = 11$; $p < 0,001$; Figura 3b) y sobre-cubrimiento del matorral (Posición 4: ($\chi^2 = 105,98$; $df = 9$; $p < 0,001$; Figura 4a; Posiciones 5-6: ($\chi^2 = 57,88$; $df = 9$; $p < 0,001$; Figura 4b). No obstante, el mayor efecto protector de los matorrales sobre los individuos de roble albar se da en el ambiente minero más alejada del bosque, ya que en el más próximo todavía se hace notar la influencia del de la sombra del bosque y el mayor aporte de bellotas, por lo que también aparecen bastantes individuos de roble albar en zonas abiertas sin apenas protección por parte del matorral (Figura 3a).

Se ha constatado además, que la especie de matorral que con mayor frecuencia ejerce un efecto facilitador sobre los robles es *Genista florida* (posición 4: $\chi^2 = 186,43$; $df = 5$; $p < 0,001$; posición 5-6: $\chi^2 = 174,14$; $df = 2$; $p < 0,001$), a pesar de presentar en el área de estudio menor densidad que otros matorrales como *Cytisus scoparius*. Concretamente el 91% y 65% de los matorrales protectores son de *G. florida* en las zonas mineras más alejada y cercana al bosque, respectivamente.

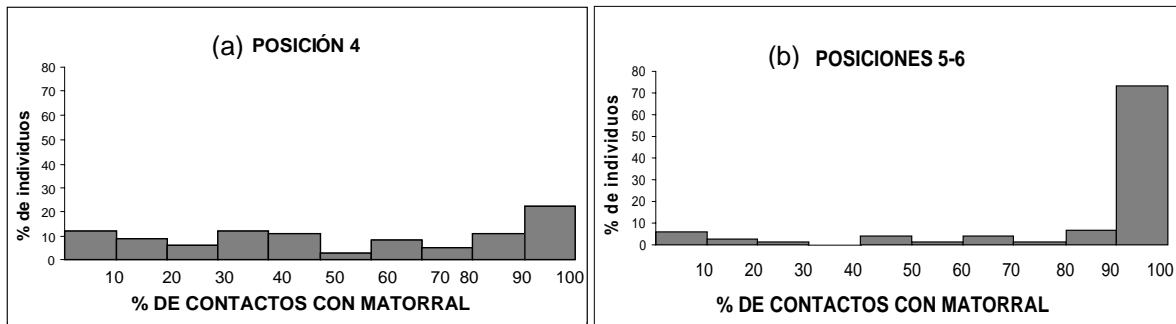


Figura 2: Porcentaje de contactos de los individuos de *Q. petraea* con matorrales en los alrededores en ambos ambientes de mina (a) posición 4 y (b) posiciones 5-6.

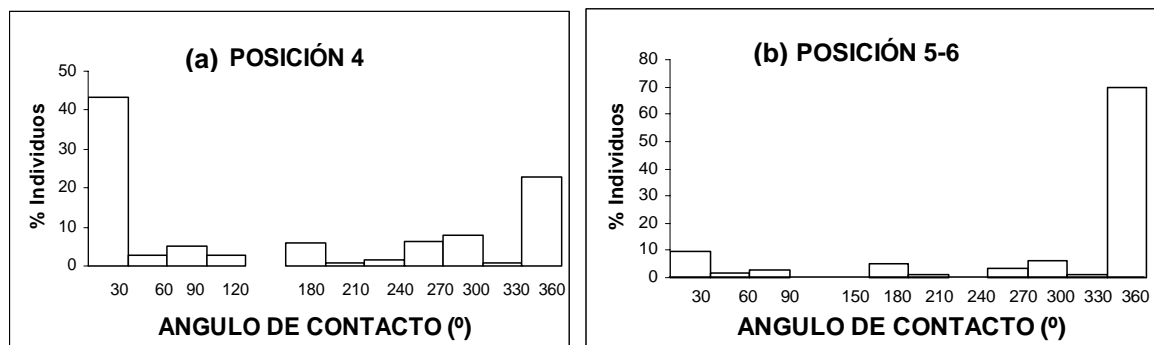


Figura 3: Porcentaje de individuos de *Q. petraea* según el ángulo de contacto entre éstos y el arbusto protector en ambos ambientes de mina (a) posición 4 y (b) posiciones 5-6.

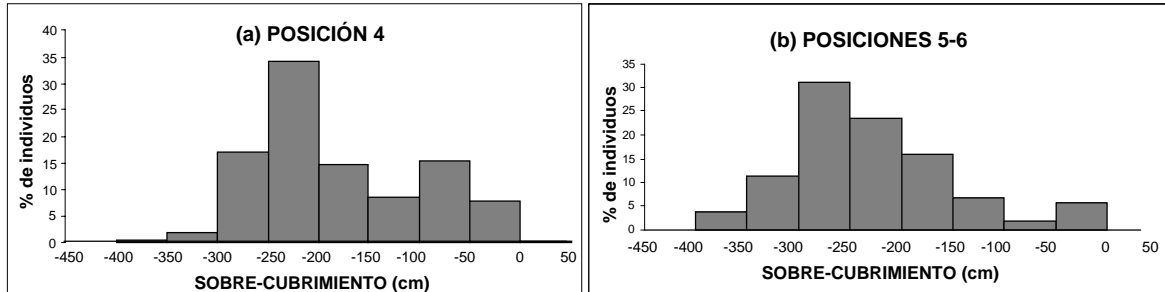


Figura 4: Porcentaje de individuos de *Q. petraea* con distinto grado de sobre-cubrimiento por parte del matorral próximo, en ambos ambientes de mina (a) posición 4 y (b) posiciones 5-6; si valor negativo el matorral crece por encima del roble.

Teniendo en cuenta que la presión de herbivoría, medida como porcentaje de robles comidos (es decir, con signos de ramoneo), es similar (7-9% de robles ramoneados), es similar (7-9% de robles ramoneados) en ambos ambiente mineros (más cercano y más alejado del bosque; $\chi^2 = 2,91$; $df = 1$; $p = 0,088$), se observa que el 75 y 97 % de los robles ramoneados, en las zonas mineras más cercana y más alejada al bosque respectivamente, se encuentran en el micro-hábitat cuya cobertura de matorral es inferior al 10% (posición 4: $\chi^2 = 137,09$; $df = 3$; $p < 0,001$; posición 5-6: $\chi^2 = 274,25$; $df = 3$; $p < 0,001$). Estos resultados indican que el efecto nodriza de los matorrales de *Genista florida*, facilitando en el área de estudio el establecimiento de individuos de *Q. petraea* bajo su cubierta en las escombreras mineras de carbón, es debido a la protección mecánica que ejercen frente a los herbívoros.

5. Discusión

La mayor densidad de roble albar en el ambiente de bosque está de acuerdo con los resultados obtenidos en estudios previos en la zona (Vergel -Otero 2002; Milder 2006), y era esperable debido a la dispersión barócora de las bellotas tras su maduración, en un proceso que rara vez aleja las bellotas del árbol productor, a no ser por la acción de algunos dispersantes como roedores o arrendajos (Gómez et al. 2003). Dentro de los ambientes de mina la densidad de robles disminuye al aumentar la distancia al borde del bosque, debido en gran medida a la propia estrategia de dispersión de la especie, concentrándose el 91% de los individuos en los primeros cuatro metros (posición 4), y apenas sobrepasa los doce metros (posición 6) de distancia al borde.

Sin embargo, junto a la estrategia de dispersión de la especie, otro factor que también determina su patrón de colonización en las escombreras de carbón es la disponibilidad de micro-sitios adecuados (Jordano et al. 2002). *Quercus petraea* es una especie que en sus primeras etapas de vida necesita sombra (Rodríguez et al. 2007), y ésta se la proporciona el propio bosque o zonas cercanas cubiertas de matorral. Nuestros resultados indican que la mayor cantidad de plántulas de roble se registra, dentro de los ambientes de mina, en los micro-hábitats con mayor cobertura de matorral, concretamente en micro-hábitats con cobertura de matorral por encima del 25% en las zonas de escombrera más próximas al bosque (1-4 m de distancia), y por encima del 75% en las zonas de escombrera más alejadas hasta donde llegan las bellotas (4-12 m de distancia); resultados que están de acuerdo con los encontrados en otros estudios (García et al. 2000).

En ambos ambientes de mina se ha encontrado, además, un efecto protector de los matorrales sobre plántulas de roble albar medido de diversas maneras: porcentaje de contactos, ángulo de contacto y sobre-cubrimiento del matorral. No obstante, el mayor efecto protector de los matorrales sobre los individuos de roble albar se da en el ambiente minero más alejada del bosque (posiciones 5-6). En este ambiente es donde un mayor porcentaje de los robles muestra mayor porcentaje de contactos con matorrales próximos, así como mayor ángulo de contacto y mayor grado de sobre-cubrimiento por parte de éstos que en el ambiente de mina más próximo al bosque (posición 4). En ambiente de mina más próximo al bosque, todavía se hace notar la influencia de la sombra del bosque y el mayor aporte de bellotas, por lo que también aparecen bastantes individuos de roble albar en zonas abiertas sin apenas protección por parte del matorral.

Curiosamente en este estudio el mayor efecto protector no lo realizan los matorrales espinosos, a diferencia de lo encontrado en otros estudios (García et al. 2000), posiblemente porque ocupan posiciones más erráticas dentro de las escombreras de carbón, debido a su tipo de dispersión primaria zoócora, a donde llegan con mayor dificultad las bellotas de roble albar. Mientras que *Genista florida* ocupa mayores superficies y más continuas desde las proximidades del bosque a los espacios más abiertos (Milder et al. 2008).

Se ha constatado, además, un efecto protector de los matorrales frente a la herbivoría, puesto que los signos de ramoneo disminuyen significativamente en los micro-hábitats con mayor cobertura de matorral; resultados que concuerdan con los encontrados por García et al. (2000). En conjunto, los resultados ponen de manifiesto el efecto nodriza de los matorrales de *Genista florida*, facilitando en el área de estudio el establecimiento de individuos de *Q. petraea* bajo su influencia en las escombreras mineras de carbón, pero no sólo gracias a la modificación de las condiciones ambientales bajo su copa, si no también debido a la

protección mecánica que ejercen frente a los herbívoros. Se sabe que el efecto protector de los matorrales puede reducir la presión ejercida por los herbívoros, ya que proporcionan refugio (ocultación) a las plantas frente a la acción de los herbívoros (Jordano et al. 2002).

Por tanto, la incorporación de los procesos de facilitación entre las labores de restauración forestal permitiría garantizar en las áreas mineras restauradas una gestión exitosa para el establecimiento de ciertas especies arbóreas, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad. Una recomendación práctica sería sembrar o plantar matorrales autóctonos en las escombreras mineras, concretamente en los cinturones próximos al borde del bosque, con el objetivo de incrementar la superficie de transición entre el bosque y los espacios abiertos, permitiendo así la expansión del bosque desde el borde.

6. Conclusiones

El descenso de la densidad media de individuos de *Quercus petraea* a lo largo del gradiente bosque-mina permite diferenciar tres ambientes claros en el área de estudio: bosque, zona minera próxima al bosque (posición 4) y zona minera más alejada (posiciones 5-6). Dentro de los ambientes de mina se distinguen, a su vez, micro-hábitats en función de la superficie cubierta por el matorral, siendo en el ambiente de mina más alejado del bosque en el que los matorrales ejercen una mayor influencia positiva sobre la densidad de robles.

En ambos ambientes mineros, se ha demostrado el efecto protector de los matorrales, mayoritariamente por parte de *Genista florida*, sobre el establecimiento de individuos de *Q. petraea*, valorado a través del porcentaje de contactos, ángulo de contacto y sobre-cubrimiento del matorral. No obstante, el mayor efecto protector de los matorrales sobre los individuos de roble albar se da en el ambiente minero más alejado del bosque, ya que en el más próximo todavía se hace notar la influencia del bosque en cuanto a protección y aporte de bellotas, por lo que también aparecen individuos de roble albar en zonas abiertas sin apenas protección por parte del matorral.

En ambos ambientes mineros, la intensidad de herbivoría, valorada como el porcentaje de individuos ramoneados respecto del total, es similar, y se ha constatado un efecto protector de los matorrales frente a ella, puesto que los signos de ramoneo disminuyen significativamente en los micro-hábitats con mayor cobertura.

En conjunto, los resultados ponen de manifiesto el efecto nodriza de los matorrales de *Genista florida*, facilitando en el área de estudio el establecimiento de individuos de *Q. petraea* bajo su influencia en las escombreras mineras de carbón, pero no sólo gracias a la modificación de las condiciones ambientales bajo su copa, si no también debido a la protección mecánica que ejercen frente a los herbívoros.

7. Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias a la cofinanciación de la entidad minera UMINSA (Unión Minera del Norte, S.A.) a través del Art.83: “Proyecto de actuaciones de I+D+I para la optimización de las restauraciones medioambientales (sector Palencia)” (Referencia: 18I-PJJ), y de la Junta de Castilla y León (Proyecto SA033A07).

8. Bibliografía

BRAMBLE, W.C. & ASHLEY, R.H.; 1955. Natural Revegetation of Spoil in Central Pennsylvania. *Ecology* 36 417-423.

CASTRO, J.; ZAMORA R. & HÓDAR J.A.; 2006. Restoring *Quercus pyrenaica* forests using pioneer shrubs as nurse plants. *Appl. Veg. Sci.* 9 137-142.

CHOLER, P.; MICHALET, R. & CALLAWAY, R.M.; 2001. Facilitation and competition on gradients in alpine plant communities. *Ecology* 82 3295-3308.

GARCÍA, D.; ZAMORA, R.; HÓDAR, J.A.; GÓMEZ, J.M. & CASTRO, J.; 2000. Yew (*Taxus baccata* L.) regeneration is facilitated by fleshy-fruited shrubs in Mediterranean environments. *Biol. Conserv.* 95 31-38.

GÓMEZ, J.M.; GARCÍA, D. & ZAMORA, R.; 2003. Impact of vertebrate acorn- and seedling-predators on a Mediterranean *Quercus pyrenaica* forest. *For. Ecol. Manage.* 180 125-134.

HARDT, R.A. & FORMAN, R.T.T.; 1989. Boundary form effects on woody colonization of reclaimed surface mines. *Ecology* 70 1252-1260.

JORDANO, P.; ZAMORA, R.; MARAÑÓN, T. y ARROYO, J.; 2002. Claves ecológicas para la restauración del bosque mediterráneo. Aspectos demográficos ecofisiológicos y genéticos. *Ecosistemas* 1 83-92.

MILDER, A.I.; FERNÁNDEZ-SANTOS, B. y MARTÍNEZ-RUIZ, C.; 2008. Influencia de la forma del borde del bosque en la colonización de leñosas: aplicaciones en restauración de escombreras mineras. *Cuadernos de la S.E.C.F.* 28 259-264.

PUGNAIRE, F.I. & LUQUE, M.T.; 2001. Changes in plant interactions along a gradient of environmental stress. *Oikos* 93 42-49.

REY BENAYAS, J.M.; LÓPEZ PINTOR, A.; GARCÍA, C.; DE LA CÁMARA, N.; STRASSER, R. & GÓMEZ-SAL, A.; 2002. Early establishment of planted *Retama sphaerocarpa* seedlings under different levels of light, water and weed competition. *Plant Ecol.* 159 201-209.

RODRÍGUEZ, J.; PARDOS, J.A.; GIL, L.; REICH, P. B. & ARANDA, I.; 2007. Light response in seedlings of a temperate (*Quercus petraea*) and a sub-Mediterranean species (*Quercus pyrenaica*): contrasting ecological strategies as potential keys to regeneration performance in mixed marginal populations. *Plant Ecol.* 195 273-285.

SALAZAR, E.; 2008. Influencia de los matorrales en la restauración con leñosas arbóreas (*Quercus petraea*) en áreas mineras del carbón. Proyecto Fin de Carrera de Ingeniero Técnico Agrícola en Hortofruticultura y Jardinería. Universidad de Valladolid.