

## INFLUENCIA DE *Cytisus multiflorus* EN LA SUPERVIVENCIA DE PLANTAS DE *Quercus ilex* Y *Q. pyrenaica*, DURANTE LOS DOS PRIMEROS AÑOS

Sara Villa<sup>1</sup>, Carolina Martínez-Ruiz<sup>2</sup>, José Antonio García<sup>1</sup> y Belén Fernández-Santos<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> Área de Ecología, Facultad de Biología, Universidad de Salamanca, Campus Unamuno, 37071, Salamanca. Correo electrónico: [svilla@usal.es](mailto:svilla@usal.es). \* Correo electrónico: [belenfs@usal.es](mailto:belenfs@usal.es)

<sup>2</sup> Área de Ecología, E.T.S. de Ingenierías Agrarias de Palencia, Universidad de Valladolid, Campus La Yutera, Avda. de Madrid 44, 34071, Palencia. Correo electrónico: [caromar@agro.uva.es](mailto:caromar@agro.uva.es)

### Resumen

Algunos de los estudios recientes han puesto de manifiesto el efecto facilitador de los matorrales sobre la restauración del bosque mediterráneo. No obstante, los efectos pueden ser diferentes según los ambientes y según las especies de matorral implicadas. Hasta el momento no se conocen referencias bibliográficas sobre el posible efecto de *Cytisus multiflorus*, una de las especies de matorral más abundante en el cuadrante NW de la Península Ibérica. En este estudio se evalúa la supervivencia de 200 plántulas de roble y 100 de encina tras dos años de plantación, considerando dos factores de variación: presencia/ausencia de matorral y presencia/ausencia de vallado. Aunque el porcentaje de supervivencia es bajo tras el primer período seco (mayor en robles que en encinas), se obtienen resultados claros del efecto facilitador del matorral, microambiente donde se encontraban la mayoría de plántulas supervivientes. Todas las unidades experimentales con matorral y valla tienen algún individuo superviviente, así como un 60% de las que tienen matorral. Se observa también que la mayoría de los robles que superan el primer período seco, sobreviven también al segundo. En encinas, todas las que superaron el primer período seco, sobrevivieron al segundo.

**Palabras clave:** estrés abiótico, matorral nodriza, facilitación, presión de herbívoros, supervivencia de plantas.

### INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los matorrales se han considerado como elementos negativos dentro de las zonas de labor, pastizales y zonas reforestadas, aplicando políticas de gestión siempre bajo la perspectiva de su eliminación bajo diferentes tratamientos (FERNÁNDEZ-SANTOS et al., 1994). Sin embargo, estudios recientes han puesto de manifiesto el papel facilitador del matorral, modificando las características bajo su copa y constituyendo ‘islas de fertilidad’ (PUGNAIRE et al., 1996). Estas modificaciones suponen un efecto positivo sobre la germinación, crecimiento y supervivencia de distintas especies de plantas, aunque no siempre se detecta el mismo resultado en las interacciones de las mismas (CHOLER et al., 2001). Asimismo, se ha constatado que matorrales autóctonos pueden facilitar debido al efecto protector frente a los herbívoros.

En España, la mayoría de estudios se han realizado en el Sur de la Península sobre el género *Retama* (GONZÁLEZ-

RODRÍGUEZ et al., 2011; PÉREZ-RAMOS et al., 2010). Hasta ahora, no hay referencias bibliográficas sobre los efectos de *Cytisus multiflorus*, uno de los matorrales más abundantes en el cuadrante NW de la Península Ibérica. En este estudio se ha propuesto evaluar la influencia de *Cytisus multiflorus* sobre la supervivencia de plántulas de *Quercus ilex* y *Q. pyrenaica*, intentando ver si el efecto se debe a la protección frente a grandes herbívoros o si se debe a cambios microambientales.

### MÉTODOS

El estudio se ha realizado en zonas centrales del área de distribución de *C. multiflorus*, en el cuadrante Noroeste de la provincia de Salamanca. Estas áreas tienen suelos arenosos y ácidos. El clima es Mediterráneo subhúmedo con precipitación media anual de 600-700 mm y pronunciada sequía estival, con notable variabilidad interanual. La vegetación natural de *Q. ilex*

y *Q. pyrenaica* constituye formaciones adehesadas poco densas, o permanecen sólo en los linderos. El sustrato herbáceo suele estar invadido por matorrales, con *C. multiflorus* como dominante. El uso tradicional es el pastoreo con ganado ovino y bovino en régimen extensivo.

Para este estudio, se ha llevado a cabo un experimento de manipulación considerando dos aspectos: a) la presencia/ausencia del matorral y b) la presencia/ausencia de vallado. Se realizó un diseño en bloques con 4 unidades experimentales por bloque: Matorral-Valla (MV), Matorral (M), Valla (V) y Abierto (A). Se hicieron 5 réplicas (5 bloques). Se cercó con vallas móviles de obra (altura 2m y luz de malla de 12x22cm). En cada unidad experimental se plantaron 10 robles y 5 encinas, de 1 y 2 savias, respectivamente, en Abril de 2010; en total 200 robles y 100 encinas. En las unidades con matorral se plantó bajo la cubierta de la leñosa. La supervivencia fue evaluada quincenalmente hasta pasar el primer período seco, y posteriormente cada 2 meses hasta completar los dos años.

Para analizar la supervivencia tras el primer período seco se utilizó el Método de análisis de Kaplan-Meyer, que tiene en cuenta los valores durante todo el proceso; cuando se detectaron diferencias significativas entre microambientes a lo largo del tiempo y las curvas eran paralelas, se realizó una comparación por pares mediante el Test Log-Rank. Para las comparaciones en un período de dos años se ha empleado como tratamiento estadístico un Modelo de 2 factores (Microambiente y tiempo) con medidas repetidas en un factor (tiempo); cuando se obtuvieron diferencias significativas, se buscó dónde estaban haciendo comparaciones por pares aplicando la corrección de Bonferroni para mantener la probabilidad global por debajo del nivel de significación.

Los programas utilizados para el análisis fueron SPSS 17.0 y STATISTICA 7.

## RESULTADOS

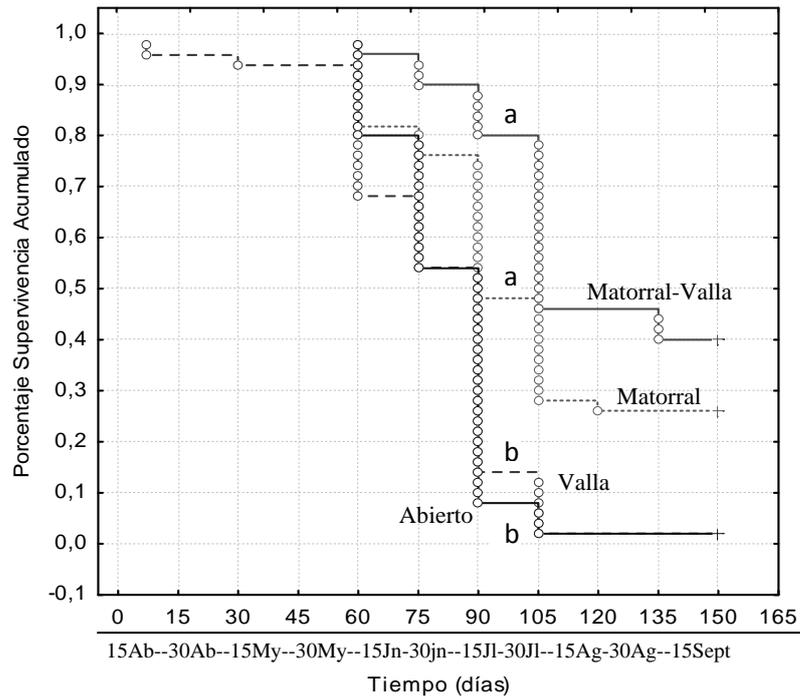
### Supervivencia hasta pasar el primer período seco

El porcentaje medio de supervivencia tras el primer período seco es muy bajo, mayor en robles ( $17,5\% \pm 5,3$ ) que en encinas ( $8,0\% \pm 4,4$ ). No obstante, la gran mayoría de los individuos supervivientes tras esa primera estación seca estaban situados en las unidades experimentales con matorral:  $40,0\% \pm 11$  en MV y  $26,0\% \pm 11,7$  en M en el caso de robles;  $24,0\% \pm 8,0$  en MV y  $8,0\% \pm 8,0$  en M, en encinas. En todas las unidades con matorral valladas y en el 60% con matorral no valladas hubo plantas supervivientes, mientras que en las unidades sin matorral sólo sobrevivieron 3 robles (dos en unidades valladas, uno sin vallar) y ninguna encina.

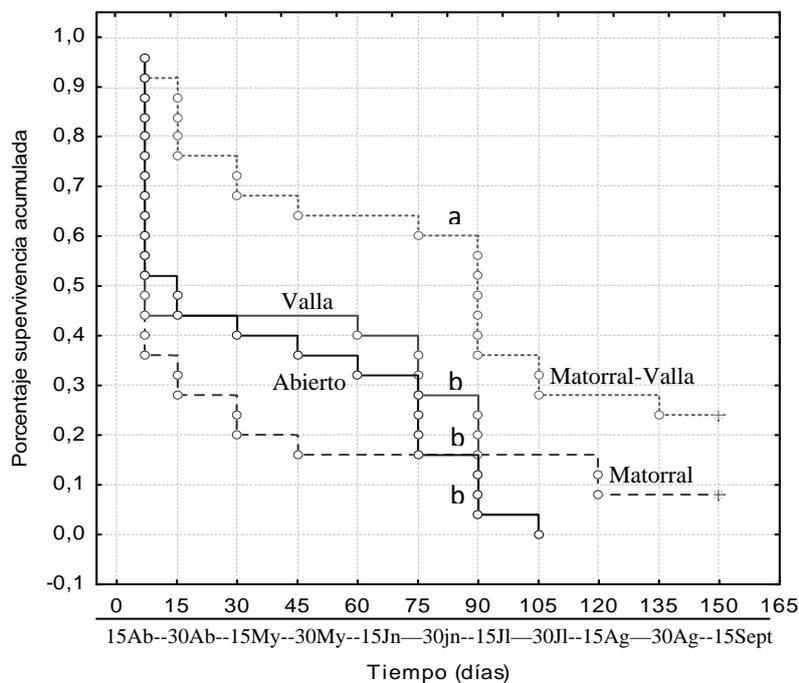
Con los datos de supervivencia obtenidos para cada plántula hasta Septiembre de 2010, hemos realizado el análisis de supervivencia en las 4 unidades experimentales. Para ello, se ha utilizado el método de Kaplan- Meyer (Figuras 1 y 2). En el caso de *Quercus pyrenaica*, se detectan diferencias altamente significativas en el análisis global de las 4 unidades experimentales (test Log- Rank extendido a varias categorías=58,9;  $df=3$ ;  $p<0,0001$ ). Los ambientes con matorral llegaron a un tiempo promedio de supervivencia mayor a 100 días (102 con sólo matorral y 119 en el caso de matorral-valla), mientras que en los ambientes sin matorral, con y sin valla, sólo se llegó a 82 y 78 días de supervivencia promedio, respectivamente.

En el caso de *Q. ilex*, al considerar conjuntamente las cuatro curvas de supervivencia obtenidas por el método de Kaplan- Meyer se detectan diferencias altamente significativas (test Log- Rank extendido a varias categorías = 19,9;  $df=3$ ;  $p<0,001$ ). El tiempo medio de supervivencia es de hasta 81 días en la unidad experimental Matorral-Valla y 31 días con sólo matorral. Las unidades sin matorral tienen una media de supervivencia

de 41 días en la unidad vallada y 36 días en abierto.



**Figura 1.** Curvas de supervivencia de Kaplan-Meier obtenidas para las plántulas de *Q. pyrenaica* desde su plantación (día 0; 15 de abril de 2010) hasta pasar la primera estación seca (día 150; 15 de septiembre de 2010) en cada una de las unidades experimentales. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con el test Log-rank por pares.



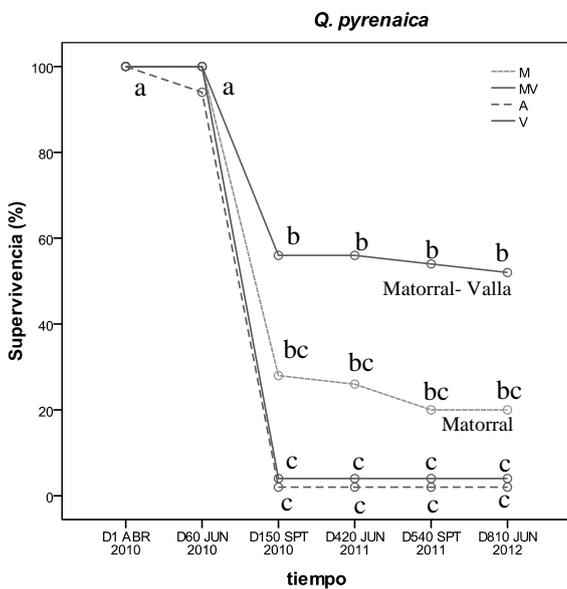
**Figura 2.** Curvas de supervivencia de Kaplan-Meier obtenidas para las plántulas de *Q. ilex* desde su plantación hasta pasar la primera estación seca en cada una de las unidades experimentales. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) de acuerdo con el test Log-rank por pares.

**Supervivencia desde el primer período seco hasta completar los dos primeros años**

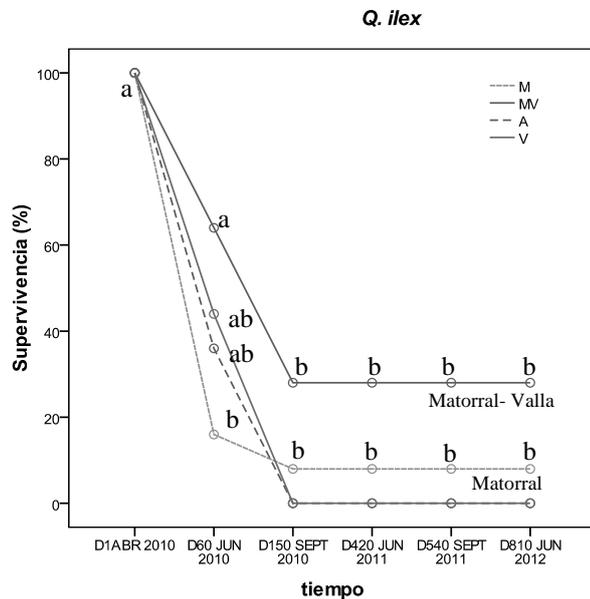
Para las plántulas de *Q. pyrenaica*, en el análisis de dos factores con medidas repetidas se detectan diferencias significativas para el factor tiempo (Test Roy's Largest Root;  $F=61,254$ ;  $p<0,01$ ) y para la interacción tiempo- microambiente (Test Roy's Largest Root;  $F=5,138$ ;  $p<0,01$ ). Los resultados de los contrastes por pares (Figura 3) ponen de manifiesto que las diferencias que se detectaron tras el primer período seco entre microambientes se mantienen a lo largo del tiempo. Es decir, dentro de cada microambiente no se detectan diferencias significativas desde el día 150 (15 de Septiembre de 2010) hasta el día 810 (15 de Junio de 2012). Aún así, 3 individuos no superaron el segundo período seco en la unidad sólo con matorral, y un individuo en el caso de MV. Otro individuo más murió en esta unidad experimental durante el invierno, dado que fue arrancado por pequeños herbívoros para los que el

vallado no es impedimento. Los porcentajes de supervivencia tras 2 años fueron 52% en MV y 20% en M. El valor correspondiente a MV es mayor que el obtenido tras pasar el primer período seco, debido a que varios individuos se dieron por muertos incorrectamente y, posteriormente se vio que no lo estaban.

En cuanto a *Q. ilex*, en el análisis factorial de medidas repetidas también se detectan diferencias altamente significativas para el factor tiempo (Test Roy's Largest Root;  $F=215,82$ ;  $p<0,01$ ) y significativas para la interacción tiempo-microambiente (Test Roy's Largest Root;  $F=3,008$ ;  $p=0,06$ ). Al igual que en robles, se puede ver cómo las diferencias encontradas tras el primer período seco se mantienen entre microambientes (Figura 4), y no hay ninguna diferencia en la supervivencia de los individuos dentro de cada microambiente a partir del día 150 (Septiembre 2010), indicando que todos los individuos que superaron el primer período seco, también lo hicieron el segundo.



**Figura 3.** Porcentajes totales de supervivencia obtenidos para las plántulas de *Q. pyrenaica* desde su plantación (día 0; 15 de abril de 2010) hasta completar los dos años (día 810; 15 de junio de 2012) en cada una de las unidades experimentales. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas con la corrección de Bonferroni ( $p<0,05$ ).



**Figura 4.** Porcentajes totales de supervivencia obtenidos para las plántulas de *Q. ilex* desde su plantación (día 0; Abril de 2010) hasta completar los 2 años (día 810; Junio de 2012) en cada una de las unidades experimentales. Diferentes letras representan diferencias estadísticamente significativas con la corrección de Bonferroni ( $p<0,05$ ).

## DISCUSIÓN

En este trabajo se analiza el efecto del matorral *Cytisus multiflorus* sobre la supervivencia de plántulas de encina y roble tras dos años de plantación. La supervivencia tras pasar el primer período seco fue muy baja, mayor en robles que en encinas. Además, la gran mayoría de individuos de roble que superan el primer período seco, sobreviven al segundo. En la encina, los pocos individuos que sobreviven al primer período seco, también superan el segundo. Esto concuerda con lo señalado por otros autores, donde se considera que el primer año es fundamental para la supervivencia (NAVARRO-CERRILLO et al. 2005). Con los datos de los meses posteriores se pudo comprobar que la supervivencia fue infravalorada en el caso del roble dada la caducidad de sus hojas.

Sin embargo, el efecto del matorral es claro en este estudio, de acuerdo con lo detectado para otras especies (CASTRO et al., 2006). La mayoría de robles supervivientes se encuentran en unidades con matorral, así como todas las encinas supervivientes. En el caso de las encinas, hay gran mortalidad en los 15 primeros días, debido probablemente a las malas condiciones que presentaban las plantas en el momento de plantación; ante la reducida precipitación de esos días, parece que sólo sobrevivieron en las mejores condiciones, es decir, en las unidades experimentales con matorral y valla. Por lo tanto, puede decirse que el matorral de *C. multiflorus* da lugar a un microambiente más favorable para la supervivencia de plántulas de roble y encina, y en futuros estudios habrá que esclarecer qué cambios introduce; en otras especies se han detectado: reducción de luz y disminución de altas temperaturas (MORO et al., 1997), mejora de la disponibilidad hídrica y de nutrientes (PUGNAIRE et al., 1996), etc.

Ahora bien, al comparar las unidades experimentales con matorral, no se detectaron diferencias significativas por la presencia o no de valla. Esto podría

interpretarse como que el matorral también tiene efecto protector frente al ganado herbívoro. Sin embargo, las diferencias entre los valores medios de MV y M son muy notables, y la ausencia de significación estadística se debe en parte a la gran variabilidad detectada en las unidades experimentales sin vallado, probablemente causada porque la carga ganadera se concentra más en unas zonas que en otras. Esta carga ganadera, tanto ovina como bovina, ha aumentado mucho en los últimos años, pasando de 1 vaca/6 ha (carga tradicional) a 1 vaca/1 ha (GÓMEZ-CUADRADO, Comunicación personal). Por lo tanto, el posible efecto protector de *C. multiflorus* frente al herbívoro parece ser mucho menos importante que el cambio del microambiente.

Con todo ello puede concluirse que *C. multiflorus* tiene un efecto positivo sobre la supervivencia de plántulas de *Q. pyrenaica* y *Q. ilex*, más por cambios microambientales que por protección frente a grandes herbívoros.

## Agradecimientos

A D. Juan Miguel Gómez (Cabeza de Framontanos, Salamanca), por su gran ayuda en todo momento. A la Junta de Castilla y León, el Proyecto VA042A10-2 ha financiado este estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

- 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, M.R.; 2001. Facilitation and competition on gradients in alpine plan communities. *Ecology* 82(12): 3295-3308.
- FERNÁNDEZ-SANTOS, B. & GÓMEZ-GUTIÉRREZ, J.M.; 1994. Post-fire

- production and accumulation of aboveground biomass in a matorral leguminous shrub, *Cytisus multiflorus*, in NW Spain. In: *Biomass for Energy and Industry*: 666-673. Ponte Press, Germany.
- GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, V.; NAVARRO-CERRILLO, M.R. & VILLAR, M.; 2011. Artificial regeneration with *Quercus ilex* L. and *Quercus suber* L. by direct seeding and planting in southern Spain. *Ann. Forest Sci.* 68: 637-646.
- MORO, M.J.; PUGNAIRE, F.I.; HAASE, P. & PUIGDEFÁBREGAS, J.; 1997. Effect of the canopy of *R. sphaerocarpa* on its understorey in a semiarid environment. *Funct. Ecol.* 11:425-431
- NAVARRO CERRILLO, R.M.; FRAGUEIRO, B., CEACERO, C.; DEL CAMPO, A. & DE PRADO, R.; 2005. Establishment of *Quercus ilex* L. subsp. *ballota* [Desf.] Samp. using different weed control strategies in Southern Spain. *Ecol. Eng.* 25: 332-342.
- PÉREZ-RAMOS, I.M.; GÓMEZ-APARICIO, L.; VILLAR, R.; GARCÍA, L.V. & MARAÑÓN, T.; 2010. Seedling growth and morphology of three oak species along field resource gradients and seed mass variation: a seedling age-dependent response. *J. Veg. Sci.* 21: 419-437.
- PUGNAIRE, F.I.; HAASE, P. & PUIGDEFÁBREGAS, J.; 1996. Facilitation between higher plant species in a semiarid environment. *Ecology* 77: 1420-1426.
- PUGNAIRE, F.I.; HAASE, P.; PUIGDEFÁBREGAS, J.; CUETO, M. & INCOLL, L.D.; 1996. Facilitation and succession under the canopy of leguminous shrub, *R. sphaerocarpa*, in SE Spain. *Oikos* 76: 455-464.