

# ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA REGENERACIÓN DEL ALCORNOCQUE ('QUERCUS SUBER') A TRAVÉS DE SEMILLAS

*Mario López Monzalvett / Álvaro Maldonado Santiago / Juan Domingo Martínez Rodríguez*  
Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Facultad de Biología. Universidad de Sevilla

## 1. Resumen

El motivo principal que nos llevó a la realización de este estudio experimental fue poder determinar con la mayor precisión posible algunos de los factores que afectan en mayor medida a la regeneración del alcornocal a través de semillas. Para ello se procedió a la siembra de 1.600 bellotas de alcornoque (*Quercus suber*) en diferentes combinaciones de una serie de factores (roza, efecto "copa", herbivoría por ungulados y modo de siembra), en parcelas de 1 m<sup>2</sup>. Posteriormente se hizo un seguimiento de cada bellota, desde diciembre de 2000 hasta agosto de 2001, obteniéndose datos sobre la germinación, predación y pérdidas por diferentes motivos.

Analizando los datos recogidos se observó que en la zona de estudio sometida a la roza una diferencia significativa en los resultados de predación con respecto a la zona no rozada, probablemente como consecuencia de la mayor facilidad de localización de las bellotas y las plántulas por parte de los depredadores.

Otro aspecto relevante a destacar fue la mayor tasa de germinación observada en aquellas bellotas enterradas fuera de la influencia de la copa del árbol. Esta relación nos lleva a pensar que el enterramiento es un factor decisivo para la germinación, al proteger la semilla de la predación y proporcionar un ambiente más favorable para la misma.

Por último cabe destacar el mayor número de plántulas establecidas en la zona rozada respecto a la no rozada, así como una más temprana germinación de las mismas.

## 2. Introducción

El alcornoque (*Quercus suber*) es una de las especies más valiosas y características de la cuenca mediterránea por ser una de las mejores opciones forestales posibles en los terrenos silíceos y pobres. En esas condiciones son pocas las especies capaces de competir con él, tanto ecológica como económicamente (Montoya, 1980). Esta ventaja económica del alcornoque se debe a la producción de un tejido de protección secundario (la suberina o el corcho), que puede ser explotado comercialmente por el hombre.

El porte del alcornoque varía atendiendo a que el árbol crezca aislado o en masas densas, siendo esta última la situación analizada en este estudio; en este caso la forma de la copa sufre modificaciones, dominando el crecimiento en altura sobre la expansión lateral de la copa, por lo que el árbol toma un porte irregular y un menor follaje interior. Esto favorece el paso de luz que a su vez permite el desarrollo de la vegetación herbácea y matorral, así como la germinación de bellotas y otras semillas, consiguiéndose así un beneficio en la regeneración de la masa forestal del alcornoque (Montero y Cañellas, 1999).

La regeneración del alcornoque se ve afectada por diversos factores: 1) el tipo de agrupaciones vegetales presentes en la zona (como la mayor o menor abundancia del matorral por efecto de la roza) que puede implicar una mayor o menor competencia (nótese que también podrían existir interacciones positivas -facilitación-), siendo este un factor determinante para la distribución y abundancia de las diferentes especies (Tilman, 1997); 2) la naturaleza y el estado del suelo, que afecta a la germinación y penetración de la radícula (Montoya, 1980); 3) la influencia del calor estival y la sequía; y, por último, 4) la acción de parásitos y predadores que pueden hacer inviable la germinación de las bellotas e incluso el establecimiento de las plántulas.

Uno de los problemas que actualmente amenaza la propia existencia de la masa de alcornoques es la ausencia o escasez de regeneración natural de la especie (Pardos, 2000). Ante este hecho nos decidimos a elaborar un estudio experimental para comprobar qué factores son más relevantes para la regeneración del alcornocal a través de semillas. Los principales factores considerados que pueden afectar a la regeneración, bien favoreciéndola o inhibiéndola, son la roza, el efecto "copa" y el modo de siembra.

Para ello se ha llevado a cabo un diseño factorial en el que se han sembrado 1.600 bellotas de alcornoque bajo distintas combinaciones de los factores expuestos anteriormente, en cuadrados de 1 m<sup>2</sup>, en una parcela experimental situada en La Sauceda (Cortes de la Frontera, Málaga). Las semillas fueron posteriormente monitorizadas cada mes desde la siembra (diciembre de 2000) identificando individualmente las bellotas germinadas, predadas y perdidas por diversos motivos.

Los resultados que hemos obtenido en el estudio pueden servir de utilidad a la hora de definir con mayor precisión como debe manejarse el bosque para que se maximicen las posibilidades de éxito de la regeneración sexual (i.e., vía semillas) del alcornoque. Así partiendo de los factores anteriormente citados hemos obtenido una serie de consideraciones generales acerca de la germinación y predación de las semillas de alcornoque.

## 3. Material y métodos

El área de estudio donde se ha realizado el trabajo consiste en una parcela experimental de 100x150 m, limitada con el exterior por una valla cinegética que impide la entrada de grandes herbívoros. El área está constituida además por dos zonas, una rozada y otra sin alterar con objeto de llevar a cabo un estudio ecológico sobre el efecto de la roza en la comunidad de alcornocal. Estas dos características nos han permitido estudiar el efecto de la predación de grandes herbívoros (al sembrar bellotas dentro y fuera de la malla) y el del rozado en la germinación de las mismas.

Las bellotas de *Quercus suber* utilizadas en la siembra sufrieron un proceso de selección previa que intentó minimizar el número de bellotas picadas o germinadas antes del comienzo del experimento; en total se han sembrado 1.600 bellotas (800 dentro de la parcela vallada y 800 fuera en superficies adyacentes a la misma). Las bellotas fueron recogidas previamente en la época de fructificación (octubre-noviembre de 2000) en el mismo área donde se realizó el estudio experimental.

Las bellotas han sido sembradas en grupos de 25 sobre superficies de muestreo de forma cuadrada con un área de 1 m<sup>2</sup>, resultando un total de 64 parcelas. Cada bellota equidista de las adyacentes 20 cm y están situadas a lo largo de 5 filas y 5 columnas. Para localizar estas muestras se han delimitado los cuatro vértices de cada cuadrado clavando en el suelo estacas de madera de 30 cm de longitud marcadas con cinta aislante de colores.

Para conjugar los factores a estudiar se han establecido 32 cuadrados fuera de la parcela y otros 32 dentro. Dentro de cada uno de estos grupos la mitad está en zona rozada y la otra mitad en no rozada (16 cuadrados en cada una) y de esos la mitad está bajo árbol y la otra mitad fuera de árbol (8 cuadrados). Para los cuadrados fuera de la valla hemos intentado encontrar zonas que se asemejen a la rozada y no rozada del interior de la cerca, además de buscar una homogeneidad en cuanto a la pendiente del terreno donde se sitúan las mismas. En la Figura 1 se muestra la localización de los distintos cuadrados dentro y fuera de la valla.

32 cuadrados fuera parcela	16 cuadrados zona rozada 16 cuadrados zona no rozada	8 cuadrados bajo árbol 8 cuadrados fuera árbol 8 cuadrados bajo árbol 8 cuadrados fuera árbol
32 cuadrados dentro parcela	16 cuadrados zona rozada 16 cuadrados zona no rozada	8 cuadrados bajo árbol 8 cuadrados fuera árbol 8 cuadrados bajo árbol 8 cuadrados fuera árbol

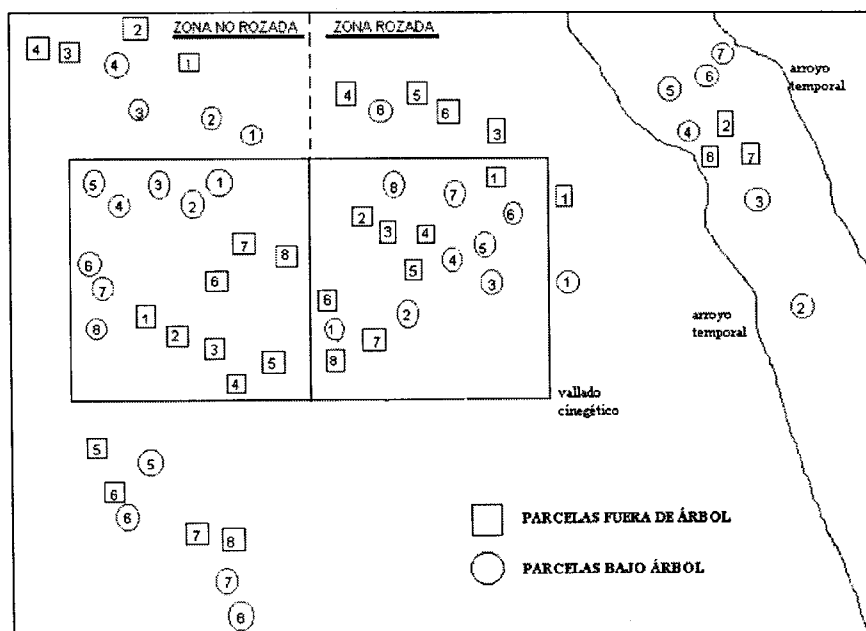


Figura 1. Mapa orientativo en el que se ilustra la situación aproximada de las muestras en la zona de estudio.

Las bellotas se sembraron en superficie o bien enterradas unos 3 cm, y hemos diferenciado parcelas de superficie (todas las bellotas en superficie), enterradas (todas enterradas) y mixtas (en las cuales hay 13 bellotas en superficie y 12 enterradas, alternas); de las 8 parcelas dadas para cada combinación de los factores conjugados hay 2 de superficie, 2 enterradas y 4 mixtas.

Las siembras se realizaron en diciembre de 2000, y se ha venido muestreando la evolución de las mismas mensualmente hasta el verano de 2001, para lo cual se ha inspeccionado cada parcela y apuntado las observaciones realizadas en cuanto a germinación (plántulas), predación (posibles restos), bellotas deterioradas (podridas o picadas) y desaparición (resto). Hemos incluido en este resto todas aquellas bellotas desaparecidas que no han dejado indicios sobre lo que les ha podido ocurrir, excepto aquellas desaparecidas que han estado germinadas y ancladas al suelo, las cuales hemos supuesto que han sido predadas, aún sin dejar señales de esta predación (suponemos que esas bellotas no han podido ser arrastradas por el agua de la lluvia).

#### 4. Resultados

El resultado más significativo lo hemos obtenido al comparar las parcelas ubicadas dentro y fuera de la malla cinegética. Tanto la señalización como la propia constitución de las muestras exteriores han resultado fuertemente deterioradas por el ganado principalmente, lo que nos ha impedido realizar un seguimiento significativo de las mismas. Esto nos ha llevado a concluir que se encuentran expuestas, como era de esperar, a una alta depredación, tanto de bellotas como de plántulas, por parte de los grandes herbívoros que habitan la zona (en su mayoría ganado vacuno). Por ello los siguientes datos reflejan sólo los resultados obtenidos en las muestras ubicadas en el interior de la parcela, con 800 bellotas consideradas; aquí la predación se debe a todos aquellos animales que pueden acceder al interior de la parcela.

A partir de los datos que obtuvimos en los sucesivos muestreos de las parcelas interiores elaboramos la Tabla 1, donde se recogen todos los resultados finales sobre germinación, predación, bellotas deterioradas y resto. Podemos observar que lo más significativo de la tabla es el alto número de bellotas que han germinado en la situación correspondiente a zona rozada, fuera de árbol y sembradas en profundidad; la diferencia con

	Rozada, bajo árbol, superficie	Rozada, bajo árbol, enterradas	Rozada, fuera árbol, superficie	Rozada, fuera árbol, enterradas	No rozada, bajo árbol, superficie	No rozada, bajo árbol, enterradas	No rozada, fuera árbol, superficie	No rozada, fuera árbol, enterradas	Total
Germinadas	0	8	1	19	1	12	0	3	44
Predadas	26	0	44	0	23	0	2	0	95
Podridas y picadas	10	0	11	0	5	0	0	0	26
Resto	66	90	46	79	73	86	100	95	625
TOTAL	102	98	102	98	102	98	102	98	800

Tabla 1. Datos finales obtenidos hasta el último muestreo (agosto 2001) dentro del vallado cinegético.

las demás situaciones es notable, aunque se puede apreciar como el mayor número de bellotas germinadas se corresponde siempre cuando la siembra se ha realizado en profundidad. Asimismo, la predación en esta condición de siembra es bajísima, no habiendo observado durante los muestreos señales de animales que hayan intentado excavar para buscarlas.

Se observa asimismo en la Figura 2 cómo el mayor número de bellotas predadas se corresponde con las situaciones de siembra en superficie y de ellas destacan las colocadas fuera de árbol, con casi el doble de bellotas predadas que en las otras situaciones. Además, estas tres situaciones corresponden también con el mayor número de bellotas podridas y picadas, aunque debemos tener en cuenta que en las enterradas no hemos podido analizar este dato, de forma que es probable que existan bellotas picadas o podridas en profundidad que no han sido muestreadas.

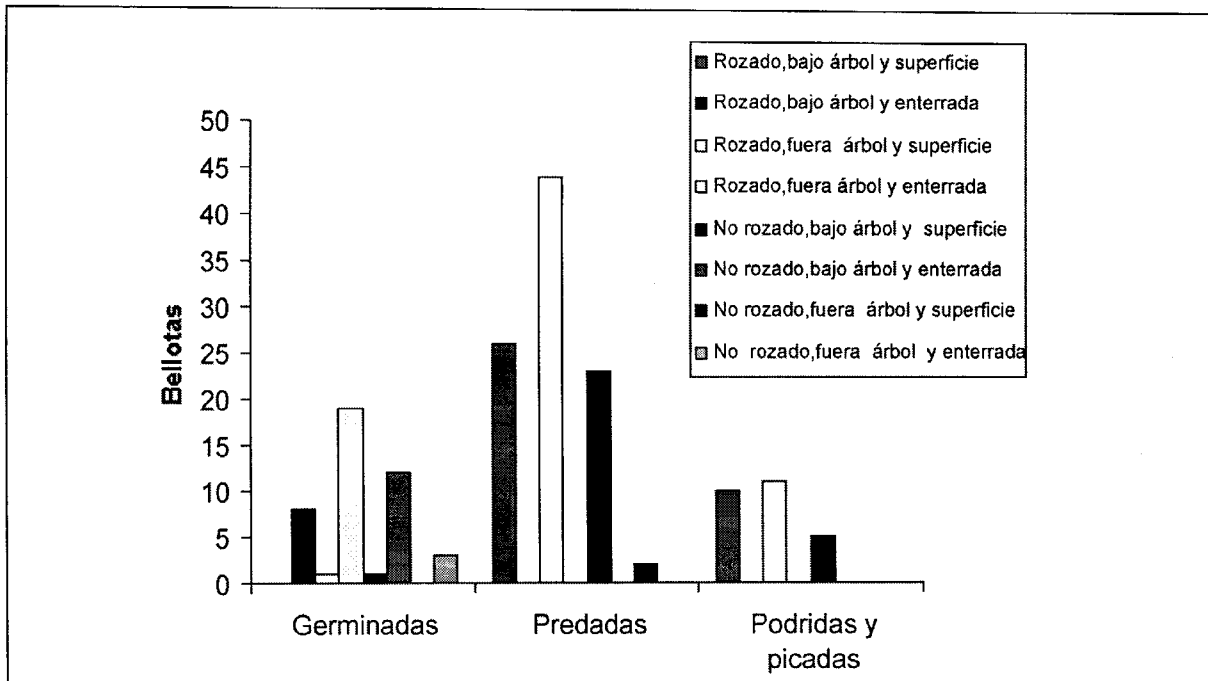


Figura 2. Resultado global para las parcelas interiores.

Para estudiar con mayor nitidez los tres factores principales considerados en este trabajo (roza, efecto "copa" y modo de siembra) hemos agrupado las diferentes situaciones anteriores atendiendo a estos tres factores, reflejando los datos en los gráficos de la Figura 3.

Observamos que considerando las semillas bajo árbol o fuera de árbol no se aportan resultados significativos en cuanto a la predación, aunque hay un mayor número de bellotas germinadas fuera de árbol que bajo el mismo.

Sin embargo, al considerar el factor roza, nos encontramos ante una sustancial variación entre ambos tipos de situaciones, con un mayor número de bellotas predadas en la zona rozada frente a la no rozada, así como más germinación en la rozada. También aparecen más bellotas picadas o podridas en la zona rozada.

Cuando nos centramos en el factor modo de siembra nos encontramos con que la predación sólo se da en las bellotas de superficie, mientras que la germinación aparece casi exclusivamente en las bellotas enterradas.

También hemos elaborado una gráfica (Figura 4) que nos representa la evolución de las bellotas a lo largo del tiempo, durante los distintos meses en los cuales se monitorizaron las parcelas del interior de la valla. Así, podemos apreciar cómo la caída en el número de bellotas, tanto germinadas como no germinadas, es bastante acusada durante los primeros muestreos, como consecuencia de un aumento en la predación. Más tarde, esta predación también disminuye como consecuencia de la falta de bellotas.

Finalmente hemos agrupado los datos muestreados de todas las bellotas sembradas en profundidad y los dividimos según se trataran de zona rozada y no rozada, elaborando con ellos la siguiente gráfica (Figura 5).

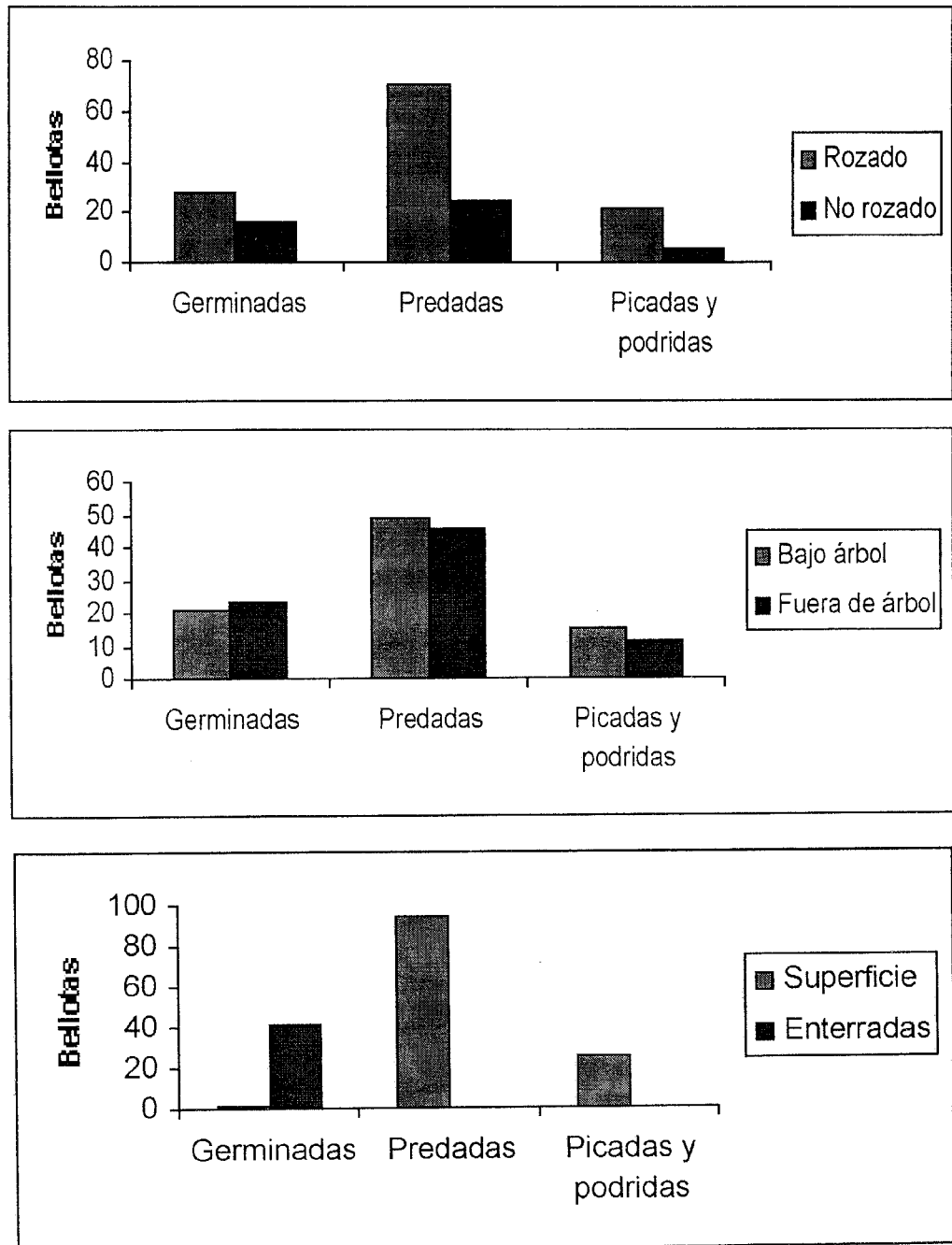


Figura 3. Análisis comparativo para cada uno de los factores.

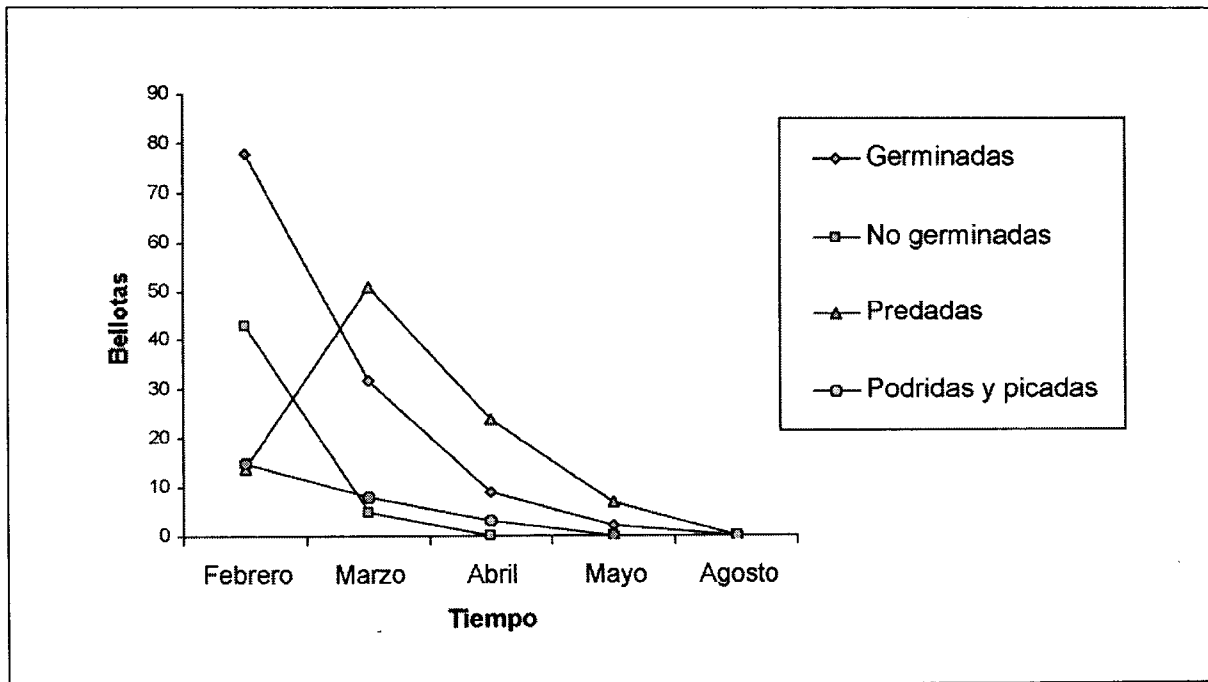


Figura 4. Evolución temporal de las bellotas.

Aquí podemos ver la representación de la germinación a lo largo del tiempo, muestreada por el número de plántulas surgido. Podemos observar como en la zona rozada ha aparecido un mayor número de plántulas y que además han surgido en una fecha anterior, empezando a germinar las de la zona rozada en febrero, mientras que las de la zona no rozada lo hacen a partir del mes de marzo.

## 5. Discusión y conclusiones

Para concluir y cumplir los objetivos del estudio vamos a tratar de analizar, mediante los resultados obtenidos, los distintos factores que pueden afectar a la regeneración con semillas de *Quercus suber* :

- 1) observamos una alta predación en la zona de estudio situada fuera de la malla cinegética debido a la presión que aquí pueden ejercer los grandes herbívoros, ya que éstos resultan devastadores tanto para la supervivencia de las semillas como de las plántulas (Crawley, 1997; Herrera 1995). Las bellotas que aquí ubicamos fueron predadas rápidamente pues se trata de una zona dedicada al pastoreo en la que abundan vacas, cerdos, ciervos... además de los pequeños roedores que pueden acceder al interior de la malla siendo también los responsables de la predación interna, cuya intensidad es alta al ser ellos mismos los principales consumidores de bellotas como ocurre en bosques de *Quercus caducifolios* (Gurnell, 1993).
- 2) El enterramiento de las bellotas tiene un importante efecto tanto en la germinación como en la predación de las mismas. Por un lado las hace más inaccesibles a los predadores, con un efecto parecido al de las hojas caídas de los árboles al cubrirlas que también hace disminuir la predación (Suh, 1998). Este hecho sugiere que los predadores diurnos de las semillas usan la vista como principal sentido para localizarlas (Wang, 1999), por lo que cualquier obstáculo visual disminuiría el proceso de predación.

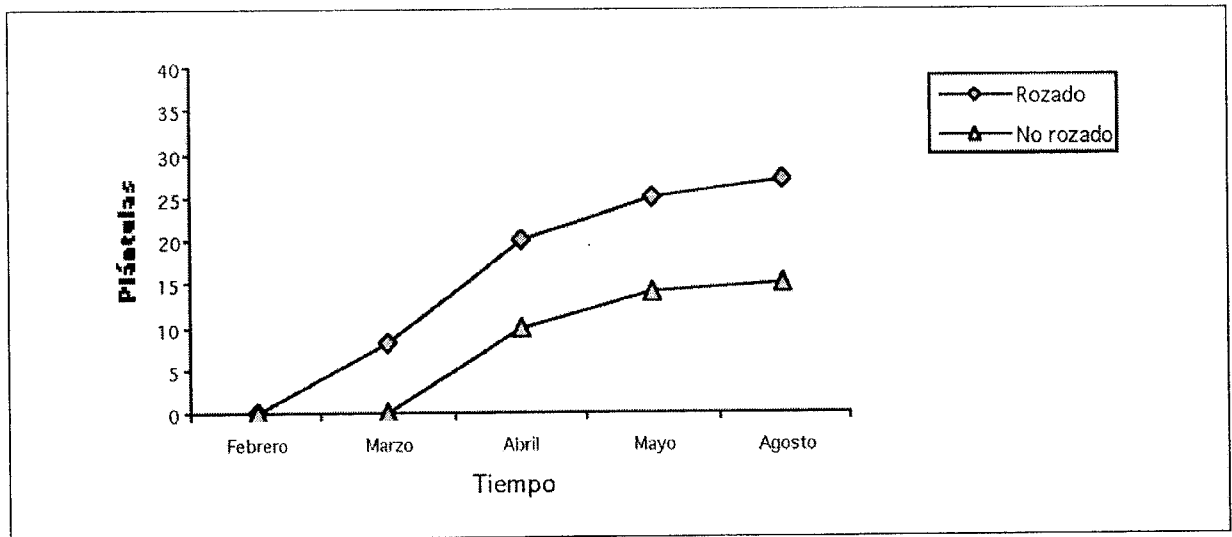


Figura 5. Evolución en el tiempo de las bellotas enterradas.

Además, el enterramiento de las bellotas también puede favorecer su germinación (Montoya, 1980), posiblemente debido a que las bellotas sembradas en superficie pueden sufrir en mayor medida los efectos de la desecación (Fuchs, 2000). Así, la humedad relativa del suelo favorecería la germinación de las bellotas enterradas.

- 3) El efecto "copa" es el factor menos significativo en cuanto a las variables estudiadas; aun así, se observa un ligero aumento de la predación en las bellotas situadas bajo árbol (Herrera, 1995).
- 4) El efecto de la roza sobre la predación de las bellotas es especialmente significativo, aumentando la misma en la zona rozada; debemos tener en cuenta que la alta pluviosidad de este año ha propiciado un gran aumento en el número y tamaño de herbáceas en la zona rozada, pudiendo servir las mismas de refugio a los únicos predadores que pueden acceder por tierra al interior de la malla (roedores). Esta mayor densidad de herbáceas provoca que un mayor número de predadores puedan campear por la zona elevando más la tasa de predación de bellotas (Watkinson, 1997).

En lo referente a la germinación hemos obtenido que ésta se ha visto favorecida en la zona rozada, cuando lo esperado al plantear el experimento era justo lo contrario. Podría pensarse en principio que en una zona no rozada la germinación de semillas se ve favorecida por una mayor conservación de la humedad en zonas donde el matorral y la vegetación densa sean abundantes, haciendo disminuir la insolación directa sobre el suelo. Debemos tener en cuenta que la temperatura y la humedad del suelo son los factores que en mayor medida limitan la tasa de crecimiento del sistema radical (Pardos, 2000). La explicación a nuestros resultados podría encontrarse en las características diferenciales en cuanto al sustrato en el que se han sembrado las bellotas, ya que en la zona no rozada había mayor pedregosidad mientras que la zona rozada es relativamente más arcillosa. Además, en un invierno-primavera lluviosos, como el acontecido, la cantidad de agua en el suelo debe ser mayor en la zona abierta (rozada).

No obstante una vez germinada la bellota el establecimiento de las plántula se ve favorecido en la zona rozada (como puede observarse en la Figura 5), debido a una menor competencia interespecífica por los recursos más limitantes como son el agua y la luz. Durante la regeneración de cualquier tipo de bosque la competencia entre las plántulas de los árboles y la vegetación circundante es bastante fuerte, disminuyendo la supervivencia de plántulas cuando hay mucha vegetación (Davis, 1999), como es el caso de la zona no rozada.



## 6. Agradecimientos

En la elaboración de este trabajo queremos agradecer a Juan Arroyo por sus indicaciones y consejos; a Arantxa y Nuria por su ayuda durante los muestreos; a Ana por su ayuda en el muestreo y en la elaboración del mapa; a los guardas forestales de El Picacho por el alojamiento prestado, así como a nuestros familiares por los medios que nos facilitaron.

## 7. Bibliografía

- CRAWLEY, M.J.: *Plant herbivore dynamics*. Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications, 1997.
- DAVIS, M.A., K.J. Wrage, P.B. Reich, M.G. Tjoelker, T. Schaeffer y C. Muermann: "Survival, growth and photosynthesis of tree seedling competing with herbaceous vegetation along a water-light-nitrogen gradient", *Plant Ecology*, vol. 145 (1999), pp. 341-350.
- FUCHS, M.A., P.G. Krannitz y A.S. Harestad: "Factors affecting emergence and first-year survival of seedlings of carry oaks (*Quercus garryana*) in British-Columbia, Canada", *Forest Ecology and Management*, vol. 137 (2000), pp. 209-219.
- GURNELL, J.: "Tree seed production and food conditions for rodents in an oak wood in Southern England", *Forestry*, vol. 66 (1993), pp. 291-315.
- HERRERA, J.: "Acorn predation and seedling production in a low-density population of cork oak (*Quercus suber*)", *Forest Ecology and Management*, vol. 76 (1995), pp. 197-201.
- MONTERO, G. y I. Cañellas: *Manual de reforestación y cultivo de alcornoque (Quercus suber)*, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, 1999.
- MONTOYA, J.M.: *Los alcornocales*, Ministerio de Agricultura, 1980.
- PARDOS, M.: *Comportamiento de la planta de alcornoque (Quercus suber) producida en envase: su evaluación mediante parámetros morfológicos y fisiológicos*, Tesis doctoral, INIA, Serie forestal, 2000.
- TILMAN, D.: *Mechanisms of plant competition*, Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications, 1997.
- SUH, M.H. y D.k. Lee: "Stand structure and regeneration of *Quercus mongolica* forest in Korea", *Forest Ecology and Management*, vol. 106 (1998), pp. 27-34.
- WANG, W., K.P. Ma y C.R. Liu: "Removal and predation of *Quercus liaotungensis* acorns by animals", *Ecological Research*, vol. 14 (1999), pp. 225-232.
- WATKINSON, A.R.: *Plant population dynamics*, Plant Ecology, Blackwell Scientific Publications, 1997.