

# Acerca de la singularidad de los ecosistemas mediterráneos



Pinar de pino silvestre de la Sierra de Baza

Trasladar experiencias de manejo y gestión de los recursos de otros países es una operación delicada. Hasta el punto de que, con frecuencia, los resultados son poco satisfactorios y en ocasiones, incluso desastrosos. La pregunta es: ¿por qué aquí no han funcionado (ni funcionan) determinadas técnicas de manejo y gestión del medio natural desarrolladas en países europeos que tienen más tradición en investigación y en la aplicación de dicha investigación a aspectos productivos?

Es un hecho evidente que se puede fabricar un coche en España con unas piezas prácticamente idénticas a las utilizadas en una factoría alemana. En este caso, la receta de fabricación del coche puede aplicarse indistintamente en ambos países, siempre y cuando existan los recursos humanos, materiales y tecnológicos adecuados. Pero ¿se pueden extender recetas técnicas o experiencias de gestión, de supuesta aplicabilidad universal, a otras actividades como la agricultura, ganadería, producción forestal o gestión y conservación medioambiental? Sin duda la mayor parte de los lectores de "Ecosistemas" respondería negativamente a esta pregunta, teniendo en cuenta que todas estas actividades

Regino Zamora, Jorge Castro, José M<sup>a</sup> Gómez, José A. Hódar y Daniel García pertenecen al Grupo de Ecología Terrestre de la Universidad de Granada.

dependen, entre otros factores, del clima, que es claramente distinto en España y Alemania. A pesar de ello, nos encontramos con que los hechos demuestran repetidas veces que las técnicas de gestión establecidas en el centro y norte de Europa han sido también aplicadas en nuestro ambiente mediterráneo.

Vamos a analizar esta problemática con el pino silvestre (*Pinus sylvestris*), especie de gran interés económico. Para ello, vamos a comparar datos básicos de

su ecología en el centro y norte de Europa, con la información que nuestro grupo de investigación ha obtenido a través del proyecto CICYT (Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología) "Regeneración de especies forestales en áreas de montaña mediterránea" en dos poblaciones situadas en el límite sur del área de distribución de esta especie arbórea, una en el Parque Nacional de Sierra Nevada, y otra en el Parque Natural de Sierra de Baza. En estas sierras, el pino

silvestre forma bosques de pequeña extensión acantonados en las partes altas de las montañas, en oposición a los extensos y homogéneos bosques de pino silvestre del centro y norte de Europa.

## Bosques-ista y efecto de los depredadores de semillas

La producción de semillas es muy inferior a la registrada en los bosques del centro y norte de Europa (Cuadro I). Por otra parte, la reducida extensión de los pinares mediterráneos de pino silvestre los convierte en medios forestales con características insulares, lo que incrementa el consumo de semillas por aves granívoras y roedores. El resultado es una reducción drástica del número de semillas disponibles para el reclutamiento poblacional.

## La sequía como límite a la regeneración

La mortalidad de plántulas de pino silvestre es muy elevada en Sierra Nevada y Sierra de Baza debido a la sequía estival (Fig. 1), que es una causa de muerte casi inexistente en los bosques europeos. La práctica totalidad de las plántulas que se establecen en sitios abiertos mueren, mientras que sólo sobrevive una pequeña fracción de las que se establecen bajo



Plántulas muertas debido a la sequía estival.

matorrales (datos obtenidos de unas 280.000 semillas utilizadas en diferentes experimentos de germinación).

La limitación por agua afecta seriamente al crecimiento de las plántulas y juveniles (Tabla 1), de manera que tardan unos 22 años en alcanzar 1,5 m de altura. Si los ungulados dañan al juvenil un año tras otro, entonces el crecimiento se

retrasa hasta unos 34 años para llegar a 1,5 m (datos obtenidos de 619 juveniles marcados y revisados durante 5 años).

## Importancia de la heterogeneidad temporal

Durante los años secos la práctica totalidad de las plántulas mueren. En años más lluviosos (e.g. 1996 y 1997, ver Fig. 2), sobrevive una pequeña fracción de las plántulas que se establecen bajo matorral, mientras que siguen muriendo la práctica totalidad de las que se establecen en espacios abiertos. Otro efecto de los años secos (v.g. 1995) es que el pasto es mucho más escaso, por lo que el ganado ramonea más frecuentemente los pinos juveniles, efecto que apenas ocurre en años lluviosos (Fig. 1).

## Importancia de la heterogeneidad espacial

En las montañas mediterráneas existe una gran heterogeneidad de condiciones ecológicas. Por ejemplo, en la Sierra de Baza hay dos sectores del pinar que se diferencian en orientación, densidad de pies, y presión de herbivoría: en uno de ellos, el denso pastizal dificulta el establecimiento de plántulas de pino y todos los

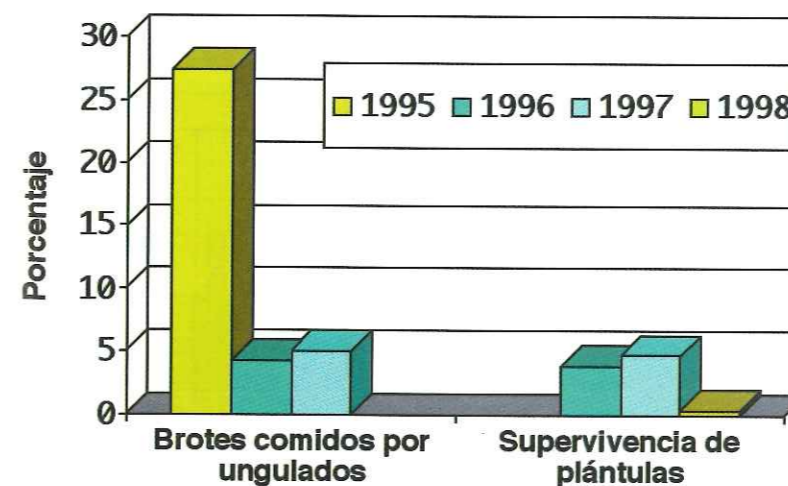


Figura 1: Porcentaje de brotes comidos por ungulados en juveniles de pino silvestre (datos de Sierra de Baza, de 1995 a 1997), y porcentaje actual de supervivencia de plántulas emergidas en 3 años consecutivos (1996-1998). Los daños por ungulados fueron mayores durante el año seco (1995), al escasear el pasto, y la práctica totalidad de las plántulas que emergieron en 1998 (año seco) murieron durante el verano.

años pasta el ganado, por lo que la regeneración natural está colapsada; en el otro, el suelo pedregoso, unido a la exposición norte de la ladera, favorece el establecimiento de plántulas y, además, hay muy poca herbivoría, ya que apenas llega el rebaño en sus desplazamientos. Por tanto, dos sectores del bosque separados apenas 1 km deberían tener gestiones distintas, ya que actualmente tienen una capacidad de regeneración muy diferente.

**Implicaciones para la gestión**

Los resultados anteriores sirven para ofrecer una serie de medidas de manejo que ayudarían a la restauración de estos bosques:

- 1) Favorecer la expansión del bosque de pino silvestre, y su conexión con otras formaciones boscosas situadas a menor altitud (encinares y pinares de pino laricio), de manera que el efecto de bosque-isla se atenúe lo más posible.
- 2) Rotar las parcelas donde está el ganado doméstico, con el fin de evitar daños acumulados año tras año en los pinos juveniles.
- 3) Al variar mucho las precipitaciones entre años, la capacidad de carga ganadera varía también considerablemente de un año lluvioso a uno seco. Por tanto, los criterios para asignar un número de cabezas de ganado por unidad de superficie deben ser flexibles, ajustándose a la climatología del año. Hay que ejercer un mayor control en años secos, ya que, al escasear el pasto, el ganado ramonea más los juveniles de pino silvestre.
- 4) La mayor supervivencia de plántulas y juveniles asociados a matorral sugiere que, en nuestros ambientes mediterráneos, los matorrales ejercen un efecto global positivo, facilitando la supervivencia de plántulas y juveniles de pino silvestre (al contrario que en ambientes centroeuropeos, donde el efecto de competencia del matorral sobre el árbol puede ser mayor). Los matorrales son, por tanto, beneficiosos para la regeneración del pinar. Las implicaciones de este hecho son de gran trascendencia a la hora de planificar repoblaciones forestales en la Región Mediterránea. De hecho, actualmente estamos investigando a fondo técnicas alternativas de repoblación en el marco de un proyecto CICYT-FEDER en colaboración



Pino de porte achaparrado, a consecuencia de haber sido dañado repetidas veces por ungulados.

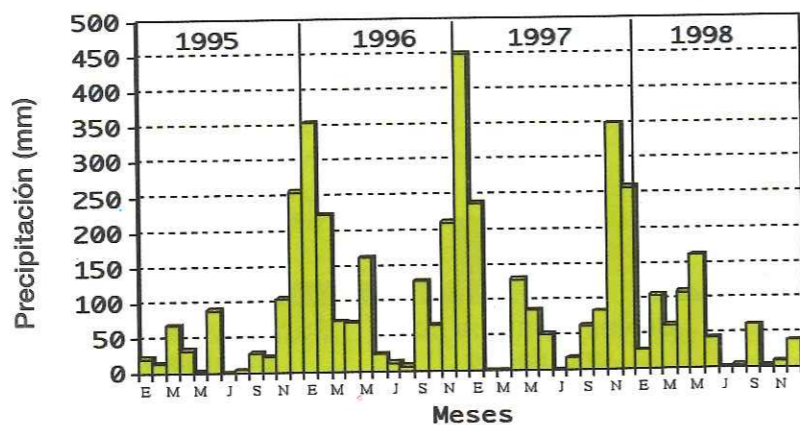
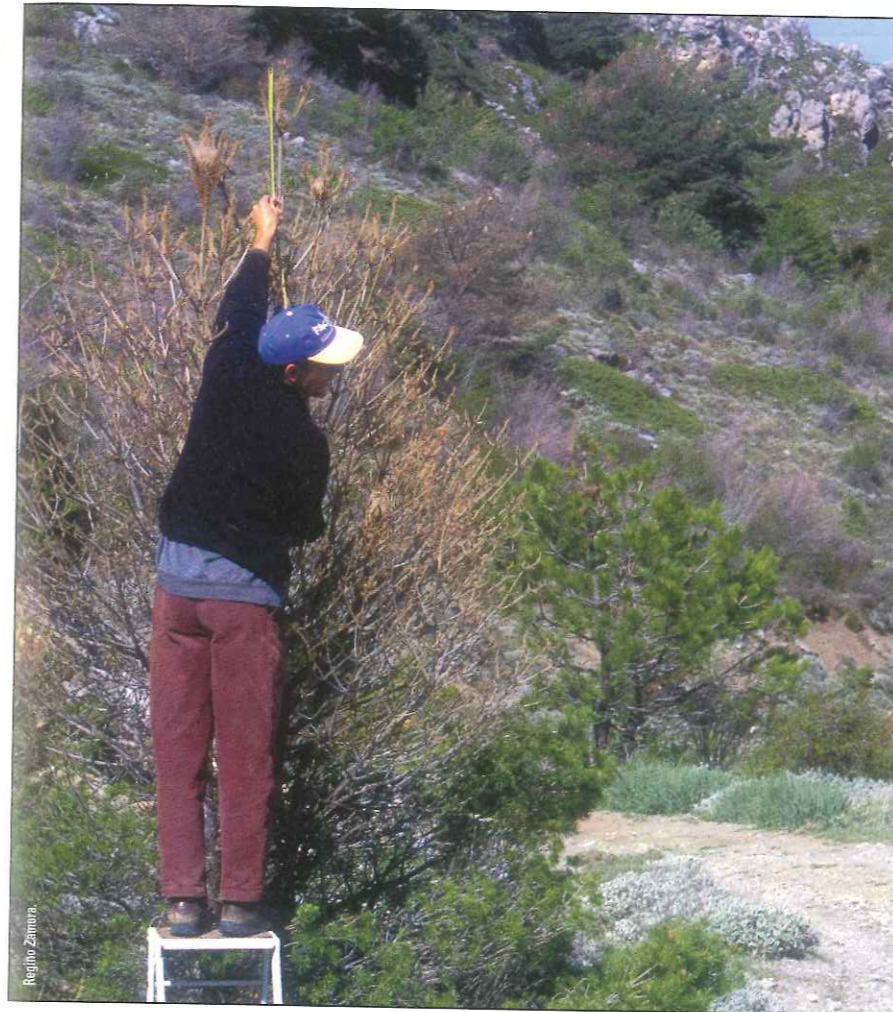


Figura 2. Precipitación registrada en una de las zonas de estudio (Trevenque, Sierra Nevada, 1680 m snm) durante el período 1995-1998. Los años 1995 y 1998 fueron secos (651 y 632 mm), mientras que los años 1996 y 1997 fueron muy lluviosos (1793 y 1283 mm, respectivamente).



Investigador midiendo los crecimientos de un pino infestado de procesionaria.

con la empresa TRAGSA titulado "Papel de los matorrales en la regeneración y restauración forestal bajo condiciones climáticas mediterráneas: diseño y evaluación de una nueva técnica de repoblación forestal". Los primeros resultados indican claramente que los plantones colocados junto a matorrales tienen una mayor supervivencia que los plantados, según las técnicas al uso, en espacios abiertos.

**Conclusiones**

El pino silvestre se distribuye desde el norte hasta el sur del continente europeo. Sin embargo, esto no implica que los factores ecológicos determinantes de la regeneración y restauración del bosque sean los mismos a lo largo de todo el gradiente. Y de hecho, nuestros estudios indican que no lo son (Cuadro I). Así, el principal factor limitante de la regeneración del pinar de pino silvestre en la Región Mediterránea es la sequía estival, que provoca una mortalidad masiva de plántulas, y limita considerablemente el crecimiento de los juveniles. Además, los predadores de semillas y la herbivoría repetida de los juveniles por ungulado actúan sinérgicamente con la sequía estival, de manera que se produce un efecto acumulativo de factores negativos, tendencia que se magnifica en años secos.

**CUADRO I. Características de los bosques de pino silvestre del centro y norte de Europa en comparación con las características de los bosques de pino silvestre situados en el sur de la Península Ibérica, y los principales factores que afectan a su regeneración.**

	Centro y norte de Europa	Sierra Nevada Y Sierra de Baza
Fisionomía	Bosques muy extensos, monoespecíficos o con pocas especies, muy homogéneos. Óptimo climático. Alta densidad de árboles.	Bosques aislados, de pequeña extensión. Mezclados con especies mediterráneas (encina, arce, pino laricio) o con éstas colindantes. Baja densidad de árboles.
Producción de semillas	Elevada (100 sanas/m <sup>2</sup> en promedio).	Muy baja (en torno a 10 sanas/m <sup>2</sup> ), influido por la escasa densidad de árboles.
Reclutamiento de plántulas	Eficiente. Incluso es común la regeneración de las masas a partir de pinos testigo tras las cortas de madera.	Muy escaso, debido a la elevada predación de semillas por aves y roedores (>95%) y, sobre todo, a la alta mortalidad de plántulas durante el verano (hasta el 100%).
Crecimiento de juveniles	Elevado (entre 8 y 45 cm/año dependiendo de la fertilidad del suelo), ya que durante el verano hay días largos y elevada humedad edáfica. La herbivoría, tanto por ungulados como por insectos, tiene poca incidencia.	Bajo (entre 6 y 18 cm/año dependiendo de la pluviometría anual), muy limitado por la sequía estival. Tanto los ungulados como la procesionaria reducen el crecimiento considerablemente (2-3 cm/año).



Plantón repoblado de pino silvestre creciendo vigoroso junto a matorral de salvia.

Por lo tanto, que sea válida una determinada técnica de manejo en Finlandia o en Alemania no quiere decir que tenga necesariamente la misma validez aquí, ya que las condiciones ecológicas son muy distintas. Conclusión: no vale importar recetas provenientes de ambientes climáticamente distintos al nuestro, aplicándolas indiscriminadamente. Hay que partir de un conocimiento de la ecología "in situ", en nuestra Región Mediterránea.

Otra conclusión fundamental: las recetas basadas en valores medios pueden ser útiles para aquellas regiones europeas que son paisajística y climáticamente poco variables, donde por consiguiente, se pueden hacer previsiones para amplias zonas y para muchos años. Por el contrario, un

valor promedio puede no reflejar la heterogeneidad de condiciones que aparecen en los ambientes mediterráneos, donde hay que particularizar por sectores y años. Esto implica realizar un mayor esfuerzo de investigación para obtener la misma capacidad de predicción que en el centro y norte de Europa, ya que los muestreos y experimentos de campo deben intentar abarcar la amplia gama de condiciones ambientales que caracteriza al paisaje mediterráneo, así como extenderse durante varios años (incluyendo años "secos" y años "lluviosos").

Nuestra responsabilidad como investigadores es generar una información adecuada, en calidad y cantidad, sobre el funcionamiento de nuestros sistemas na-

turales, y nunca trasladar a la sociedad o a la administración la sensación de que ya se sabe todo. La responsabilidad de las distintas administraciones públicas es precisamente no incurrir en el vicio de limitarse a dar como válidas las experiencias adquiridas en otros lugares climática y paisajísticamente distintos. Al contrario, las administraciones públicas, tanto las que se encargan de promover investigación como las responsables de la gestión medioambiental, son las primeras interesadas en que dichas investigaciones originales se lleven a cabo y, como consecuencia, se generen criterios de manejo que, por estar basados en nuestra realidad, sean válidos para la gestión, y provechosos para el bolsillo del contribuyente.

Dirección de contacto:

E-mail: rzamora@goliat.ugr.es

#### Bibliografía

- Catalán-Bachiller G. (1991). Las regiones de procedencia de *Pinus sylvestris* L. y *Pinus nigra* Arn. subsp. *salzmannii* (Dunal) Franco en España. ICONA, Madrid.
- Danell, K., Niemelä, P., Varvikko, T. y Vuorisalo, T. (1991). Moose browsing on Scots pine along a gradient of plant productivity. *Ecology*, 72, 1624-1633.
- Giertych M. y Mátyás C. (1991) (ed.). Genetics of Scots pine. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Tegelmark D.O. (1998). Prediction of regeneration success and wood properties in naturally regenerated stands of Scots pine. Doctoral thesis, Swedish University of Agricultural Sciences.
- Nystrand O. (1998). Post-dispersal predation on conifer seeds and juvenile seedlings in boreal forest. Doctoral thesis. Swedish University of Agricultural Sciences, Umea.
- Castro J., Gómez J.M., García D., Zamora R. y Hódar J.A. (1999). Seed predation and dispersal in relict Scots pine forests in southern Spain. *Plant Ecology*, en prensa.
- Zamora R., Gómez J.M., Hódar J.A., Castro J., y García D. Effect of browsing by ungulates on sapling growth of Scots pine in a Mediterranean environment: consequences for forest regeneration. *Forest Ecology and Management*, en prensa. ■