

Regeneración del enebro en la alta montaña mediterránea

Autor: Daniel García García.
Título de la tesis: Regeneración natural del enebro (*Juniperus communis*) en áreas de alta montaña mediterránea: conectando la ecología reproductiva con el reclutamiento poblacional.
Directores: Regino Zamora Rodríguez y José María Gómez Reyes.
Centro: Departamento de Biología Animal y Ecología (Unidad de Ecología), Universidad de Granada.
Fecha: Noviembre de 1998.

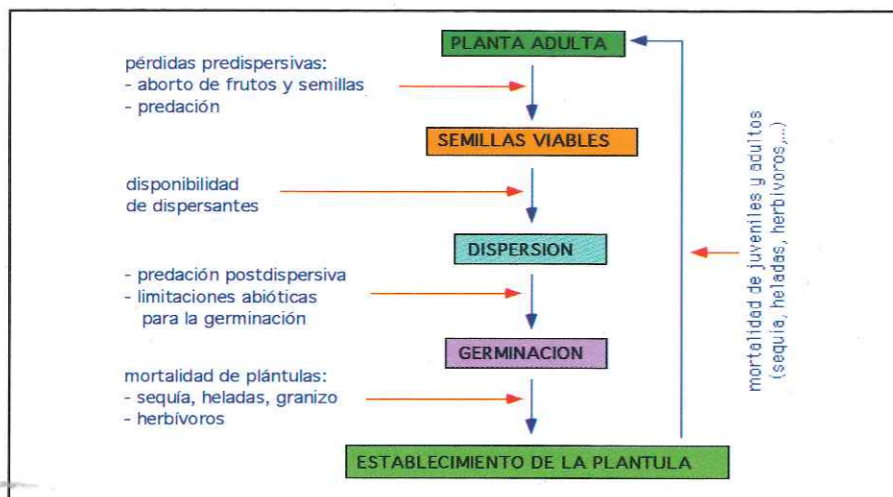


Figura 1. Esquema conceptual del reclutamiento en *Juniperus communis*, incluyendo sus distintas fases, así como los factores bióticos y abióticos que influyen en las pérdidas en capacidad de regeneración natural en cada fase.

El reclutamiento es el proceso de incorporación de nuevos individuos en las poblaciones naturales. En el caso de las plantas sin capacidad de reproducción vegetativa, ha de considerarse como un proceso multifásico, compuesto por un conjunto de etapas seriales que van desde que la semilla se forma en la planta madre hasta que la nueva plántula es autosuficiente. Las distintas etapas (Figura 1) estarían conectadas entre sí e influidas, cada una de ellas, por diversos factores bióticos (predadores y dispersantes de semillas, herbívoros de plántulas) y abióticos (efectos climáticos sobre la producción de semillas, la germinación y la supervivencia de las plántulas). Por lo tanto, existe una conexión directa entre la ecología reproductiva de una especie, su reclutamiento y, finalmente, la estructura de las poblaciones de adultos establecidos. Sin embargo, esta conexión apenas ha sido estudiada en plantas leñosas de ciclo largo. En esta tesis doctoral nos planteamos estudiar la regeneración natural del enebro *Juniperus*

communis en áreas de alta montaña mediterránea. Tratamos de identificar los factores ecológicos que limitan el reclutamiento de las plántulas y de relacionar dicho reclutamiento con la estructura de edades de las poblaciones establecidas. Para ello estudiamos el ciclo vital del enebro, desde la fase de formación de propágulos hasta el establecimiento de plántulas, pasando por la dispersión de las semillas. Utilizamos una aproximación multiescala, donde combinamos tanto enfoques experimentales reduccionistas como análisis observacionales a escala geográfica y temporal amplia.

En primer lugar, analizamos los patrones intrapoblacionales de producción de frutos y semillas de *J. communis* en Sierra Nevada. Encontramos que la cantidad de semillas viables que podía producir una planta estaba influida por la disponibilidad de recursos del hábitat. Sin embargo, la viabilidad de las semillas era muy baja, debido al efecto del aborto y la predación predispersiva, e independiente del hábitat y de la edad de las plantas madre. Tras seis años de muestreo secuencial encon-

tramos que la producción de las semillas variaba mucho entre años. Aunque la viabilidad de las semillas también mostró variaciones interanuales, el aborto supuso siempre la pérdida de la mayor parte de las semillas en Sierra Nevada. Comprobamos si el aborto de semillas podía estar relacionado con el ataque de dos tipos de predadores de semillas, la avispa predispersiva *Megastigmus bipunctatus* y el ratón de campo *Apodemus sylvaticus*. Partimos de la hipótesis de que la planta, a través del aborto de las semillas, podría disminuir el efecto nocivo de los predadores. Nuestros datos no confirmaron esta hipótesis puesto que el aborto no disminuía la predación y no suponía un beneficio para la planta.

Los resultados anteriores sugerían que la variación en el aborto de las semillas de enebro era independiente de los procesos que suceden a escala intrapoblacional, por lo que decidimos ampliar nuestra escala espacial de estudio. Para ello analizamos la variación en la viabilidad de las semillas a escala geográfica, mediante un muestreo de poblaciones de enebro a

lo largo de un amplio gradiente latitudinal en Eurasia (Figura 2). De todas las poblaciones estudiadas, las andaluzas fueron las que mostraron una mayor incidencia del aborto de las semillas. Encontramos también que esto se relacionaba con la latitud, con niveles máximos en las poblaciones en los extremos norte y, sobre todo, sur del área de distribución de la planta en Eurasia. Por lo tanto, interpretamos que el alto grado de aborto de las plantas andaluzas estaba directamente relacionado con el aislamiento geográfico de estas poblaciones y con el estrés ambiental propio de las montañas mediterráneas.

El siguiente paso fue analizar los procesos demográficos de en las zonas de montaña mediterránea. Para ello, estudiamos primero las interacciones de la planta con las aves dispersantes de sus semillas y los roedores predadores, así como la variación espacio-temporal de las interacciones a escala regional. Por otra parte, analizamos los procesos de dispersión de semillas y de establecimiento de plántulas en Sierra Nevada, considerando distintos microhábitats dentro de la alta montaña. Encontramos que las aves dispersaban siempre la mayoría de las semillas producidas por los enebros, generando una lluvia de semillas muy heterogénea en el espacio, pero que variaba poco entre estaciones y años. Tras la dispersión, la predación por roedores provocó una redistribución espacial de la lluvia de semillas inicial, ya que los ratones consumieron en mayor proporción las semillas situadas bajo las plantas madre y bajo las rocas. La probabilidad de germinación de las semillas varió también entre microhábitats. La principal causa de mortalidad de las plántulas de enebro fue la sequía estival. El pisoteo y el consumo por ungulados provocó también la pérdida de numerosas plántulas. Haciendo un balance, encontramos que los denominados borreguiles, pastizales adyacentes a cursos de agua y que cubren una escasa superficie en la alta montaña mediterránea, eran el único microhábitat que permitía cierto reclutamiento efectivo de plántulas de enebro. Esto era debido a que estos puntos mantienen un alto grado de humedad incluso durante el verano. Estas diferencias de supervivencia de las plántulas se mantenían también para plántulas de dos y tres años.

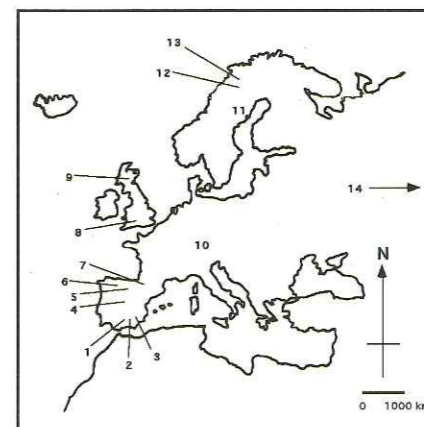


Figura 2. Localidades donde se estudió la proporción de semillas de *Juniperus communis* abortadas, predadas y sanas: 1- Sierra Nevada (Granada, ES), 2- Sierra de Baza (Granada, ES), 3- Sierra de Cazorla (Jaén, ES), 4- Sierra de Guadarrama (Madrid, ES), 5- Picos de Urbión (Soria, ES), 6- Somiedo (Asturias, ES), 7- Pirineo (Navarra y Huesca, ES), 8- Hampshire (Sussex, UK), 9- Montes Grampian (Escocia, UK), 10- Alpes (Uri y Oberland, CH), 11- Umeå (Västerbottens, SE), 12- Kiruna (Lappland, SE), 13- Abisko (Lappland, SE) y 14- Montes Sayan (Buriatia, RU).

Finalmente, para comprobar si el mecanismo demográfico que explicaba la escasa capacidad de regeneración en Sierra Nevada era generalizable a otras poblaciones del entorno, estudiamos la estructura de edades en distintas poblaciones de la Península Ibérica. Este análisis mostró grandes diferencias regionales, al estar las poblaciones mediterráneas

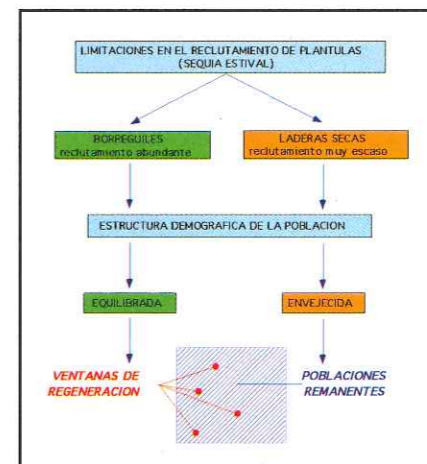


Figura 3. Representación de la conexión entre los procesos que ocurren a escala de reclutamiento de plántulas en *Juniperus communis* y la estructura demográfica de las poblaciones, diferenciando los hábitats de borreguil (pastizales adyacentes a cursos permanentes de agua) y ladera seca. El resultado final es una matriz de enebros envejecidos con dinámica remanente, poblando las laderas secas, donde aparecen los borreguiles como ventanas de regeneración poblacional.

fuertemente envejecidas en comparación con las poblaciones eurosiberianas. Diferencias similares aparecieron entre hábitats con distinta disponibilidad de agua en Sierra Nevada (borreguiles frente a zonas de ladera seca) lo que corrobora el papel limitador de la sequía estival mediterránea en la regeneración natural de *J. communis*. Por lo tanto, las limitaciones en el reclutamiento de las plántulas debidas a la sequía estival tienen un impacto directo sobre la estructura demográfica de las poblaciones de adultos (Figura 3). La mayor supervivencia de plántulas en los borreguiles permite una incorporación efectiva de individuos, generando una estructura de edades equilibrada en estas áreas consideradas "ventanas de regeneración". Sin embargo, en las laderas secas, la combinación del bajo número de semillas viables y la escasez de micrositios adecuados para el reclutamiento determina una baja y lenta tasa de reclutamiento, dando como resultado una estructura de población envejecida. Por tanto, la mayoría de los enebrales de montaña mediterránea, que se asientan sobre laderas secas, son un claro ejemplo de poblaciones con "dinámica remanente", gracias a la longevidad de los individuos adultos, durante largos períodos bajo condiciones ecológicas desfavorables para el reclutamiento.

Aunque los borreguiles constituyen puntos de renovación poblacional, son tan escasos que el panorama general de los enebrales de alta montaña mediterránea es el de poblaciones de "fósiles vivientes". La permanencia de estas poblaciones se basa en que los individuos, una vez superadas las fases juveniles, muestran una gran resistencia a los factores de mortalidad bióticos y abióticos y sobreviven durante siglos. Sin embargo, a pesar de esta resistencia natural, *J. communis* es incapaz de recuperarse tras perturbaciones como el fuego o los desmontes para carriles y pistas de esquí, ya que no es capaz de rebrotar ni de colonizar "vía semilla" espacios abiertos en estas áreas. Por lo tanto, la baja capacidad de regeneración natural y la escasa resiliencia de enebro frente a las perturbaciones antrópicas son fuertes condicionantes a tener en cuenta en cualquier plan de gestión de los enebrales de montaña mediterránea. ■