

El enebro marítimo en Andalucía

Manuel Enrique Figueroa Clemente

Alfredo E. Rubio-Casal

Jesús M. Castillo Segura

Coordinadores de la Investigación de los Grupos de Investigación.
Universidades de Sevilla y Huelva (*)

El enebro marítimo (*Juniperus oxycedrus subsp. macrocarpa*) es uno de los árboles más singulares de las costas andaluzas. Sus ejemplares, muy conspicuos en la distancia, aislados o agrupados en pequeños bosquetes, pueden alcanzar los quince metros de altura; poseen flores con sexos separados en distintos pies de planta (planta dioica), que florecen de diciembre a febrero

Perteneciente a la familia *Cupressaceae*, el

género *Juniperus*, se diferencia muy bien del grupo de los cipreses y las tuyas por su fructificación, a modo de pequeña piña carnosa llamada 'gálbulo', que tardan cerca de 3 años en madurar. Dentro del género *Juniperus*, nos encontramos con dos tipos de árboles, las sabinas y los enebros, ambos coexistiendo en los bosques dunares de Andalucía. Ambos se diferencian fácilmente por sus hojas adultas y su



porte; los enebros poseen hojas pinchudas dispuestas de tres en tres, mientras que las sabinas poseen hojas escamosas. Las diferencias foliares no son tan claras cuando los árboles son muy jóvenes, debido a que las sabinas inicialmente poseen hojas muy parecidas a las de los enebros (polimorfismo foliar). El nombre *Juniperus*, es una palabra que utilizaban los romanos, derivada del celta *jeneprus*, que significa rudo o áspero. Esta denominación se debe a las zonas donde suelen vivir estos árboles, zonas áridas con largos periodos de sequía o áreas de alta montaña. Las especies de enebros y sabinas se encuentran en su mayoría en el Hemisferio Norte, y se extiende en todos los continentes de dicho hemisferio. En la región mediterránea, esta familia está muy diversificada, encontrándonos en concreto tres especies de sabinas y tres de enebros en la Península Ibérica, con varias subespecies.

El enebro marítimo es una especie de distribución mediterránea, habitando tanto en el continente europeo como en el Norte de África. Su distribución europea comprende España, Italia, la antigua Yugoslavia y Grecia, además de todas las islas importantes del Mediterráneo como Córcega, Cerdeña, Sicilia o Creta. En el Norte de África, presenta menos poblaciones, encontrándose dispersas en Marruecos, Argelia y Túnez. En la Península Ibérica, coloniza varias localidades de las provincias de Huelva y Cádiz en Andalucía y el levante peninsular, en concreto en las provincias de Castellón, Valencia, Gerona y Mallorca. En Andalucía se han contabilizado unos 9000 individuos, la mayoría en el Golfo de Cádiz. En concreto, en el Parque Nacional de Doñana se localizan el 60 % de los individuos de Andalucía (5000 ejemplares) y en el Parque Natural de La Breña y Marismas de Barbate (3000 individuos) aparece la segunda población en número a nivel de la Comunidad Autónoma. Los Términos Municipales de Cartaya y Punta Umbría (Huelva) son las zonas situadas más al Oeste de la Península Ibérica donde aparecen los primeros individuos de enebro marítimo, algunos de ellos mantenidos en jardines de urbanizaciones costeras. En Punta Umbría se localiza un enebreal denso y bien conservado, el Paraje Natural "Enebrales de Punta Umbría". Dentro de este Paraje Natural, la Junta de Andalucía tiene catalogados 269 pies de enebros marítimos, la mayor reserva de la provincia de Huelva tras la existente en el Parque nacional de Doñana. Siguiendo la costa desde esta localidad hasta Mazagón (Huelva) aparecen individuos aislados o formando bosquetes con muy poco individuos. En el resto de la provincia gaditana aparecen bosquetes dispersos en dunas y acantilados como en zonas cercanas a Tarifa al Sur de la provincia, en Sancti Petri, cerca de Chiclana, y en Rota.

La distribución geográfica del enebro marítimo

El enebro marítimo es una especie de distribución mediterránea, habitando tanto en el continente europeo como en el Norte de África. Su distribución europea comprende España, Italia, la antigua Yugoslavia y Grecia, además de todas las islas importantes del Mediterráneo como Córcega, Cerdeña, Sicilia o Creta. En el Norte de África, presenta menos

El Parque Nacional de Doñana concentra el sesenta por ciento de la población de la especie estando la segunda población en el Parque Natural de la Breña y Marismas del Barbate

poblaciones, encontrándose dispersas en Marruecos, Argelia y Túnez. En la Península Ibérica, coloniza varias localidades de las provincias de Huelva y Cádiz en Andalucía y el levante peninsular, en concreto en las provincias de Castellón, Valencia, Gerona y Mallorca. En Andalucía se han contabilizado unos 9000 individuos, la mayoría en el Golfo de Cádiz. En concreto, en el Parque Nacional de Doñana se localizan el 60 % de los individuos de Andalucía (5000 ejemplares) y en el Parque Natural de La Breña y Marismas de Barbate (3000 individuos) aparece la segunda población en número a nivel de la Comunidad Autónoma. Los Términos Municipales de Cartaya y Punta Umbría (Huelva) son las zonas situadas más al Oeste de la Península Ibérica donde aparecen los primeros individuos de enebro marítimo, algunos de ellos mantenidos en jardines de urbanizaciones costeras. En Punta Umbría se localiza un enebreal denso y bien conservado, el Paraje Natural "Enebrales de Punta Umbría". Dentro de este Paraje Natural, la Junta de Andalucía tiene catalogados 269 pies de enebros marítimos, la mayor reserva de la provincia de Huelva tras la existente en el Parque nacional de Doñana. Siguiendo la costa desde esta localidad hasta Mazagón (Huelva) aparecen individuos aislados o formando bosquetes con muy poco individuos. En el resto de la provincia gaditana aparecen bosquetes dispersos en dunas y acantilados como en zonas cercanas a Tarifa al Sur de la provincia, en Sancti Petri, cerca de Chiclana, y en Rota.

¿Cuál es su hábitat y por qué conservarlo?

El hábitat característico del enebro marítimo son zonas cercanas al mar, normalmente sobre sustrato arenoso, aunque también puede vivir en roquedos y acantilados como en el Parque Natural de La Breña y Marismas de Barbate. Pero exceptuando este último caso, los bosquetes de enebros marítimos suelen aparecer en zonas arenosas cercanas a la playa, sobre sistemas dunares tanto en dunas fósiles como en dunas más recientes tanto móviles como estabilizadas, ocupando indistintamente las zonas culminantes de dunas y las depresiones entre trenes dunares sucesivos (denominados localmente corrales).

Los ecosistemas costeros boscosos cumplen funciones importantes como proteger las zonas interiores contra los temporales o como hábitat de especies vegetales y animales singulares

Estos ecosistemas costeros boscosos cumplen funciones socio-económicas y ecológicas muy importantes: protegen las zonas interiores de los temporales, son hábitats de especies vegetales y animales muy singulares como el camaleón común, son utilizados como zonas de turismo y recreo, y son

zonas de un interesante uso bajo la perspectiva de la enseñanza medioambiental y ecológica. La conservación de este tipo de hábitats es fundamental para la permanencia de sus especies integrantes, hay muchas especies que dependen para su conservación del bosque dunar de enebros y sabinas.

La nueva visión de la conservación propugna la protección de hábitats potenciales para las especies, especialmente las más vulnerables. En estos hábitats costeros, el enebro marítimo aparece desde las zonas más cercanas a la playa, con mayor incidencia del viento y efecto de salpicadura del agua del mar, y el primer corral dunar, hacia las zonas interiores, conviviendo con otras dos especies arbóreas, la sabina negral (*Juniperus phoenicea* subsp. *turbinata*) y el pino piñonero (*Pinus pinea*), disminuyendo su abundancia hasta desaparecer a unos dos kilómetros hacia el interior. El enebro marítimo ha sido un árbol muy utilizado por la especie humana debido a la excelente calidad de su madera, por los pueblos de vocación marinera de la costa de Huelva y Cádiz, y a los productos que de ella se derivan. Así, por medio de la destilación seca de su leño y ramaje se obtiene aceite de miera o de cada. Este producto es resinoso y posee características antisépticas y antiparasitarias, por lo que era muy utilizado en veterinaria para el ganado. Por otro lado, el enebro marítimo cumple funciones ecológicas muy importantes en la cadena trófica costera, produciendo semillas que sirven de alimento para aves y mamíferos. Además, el enebro marítimo aporta singularidad paisajística a los ecosistemas costeros. Su copa irregular y de tonalidades verde glaucas produce un fuerte contraste con las otras especies arbóreas que la rodean, el pino piñonero y la sabina, con copas regulares de formas aparasoladas y cónicas, respectivamente. Estas tres especies juntas forman bosques costeros de gran belleza paisajística, posiblemente, el más singular se encuentra en el Paraje Natural de "Enebrales de Punta Umbría" en Huelva. En el Parque Nacional de Doñana los trenes de dunas móviles van enterrando a su paso los pinos, quedando los enebros ubicados en dunas fósiles a modo de montes isla en el sistema de dunas móviles de Doñana, confiriendo al paisaje dunar del Parque Nacional de Doñana una gran singularidad. En la costa gaditana, el bosque de enebros del Parque Natural de La Breña y Marismas de Barbate es de gran belleza; podemos observar enebros desde los acantilados que dan al mar, hasta las zonas más interiores, donde convive también con la sabina negral y el pino piñonero.

Estado de conservación y causas de regresión

El enebro marítimo es una especie protegida, catalogada "En Peligro de Extinción" en el Libro Rojo de la Flora Silvestre Amenazada de Andalucía. Se trata del árbol de zonas costeras con estado de conservación más deficiente en nuestra comunidad y con peor futuro si no se toman medidas urgentes para regenerar sus poblaciones y ampliar su distribución eliminando, en lo posible su alto nivel de fragmentación. Para ello es necesario proteger además sus hábitats potenciales. En el momento actual, actividades como el desarrollo urbanístico y turístico en zonas costeras de una manera no sostenible con la conservación de la Naturaleza, han provocado y siguen provocando la desaparición y degradación del hábitat del enebro marítimo; así nos encontramos con actuaciones, algunas necesarias, como vías públicas o urbanizaciones que han acabado, por descuido, con ejemplares adultos o han esquilado parte de su hábitat natural de expansión, condenado la especie a un nivel dramático de fragmentación. Pero la conservación del enebro marítimo no solo se ve afectada negativamente por nuestro desarrollo social y económico. Hay excelentes estudios de carácter



botánico realizados por el Profesor Julio Pastor y su grupo (Universidad de Sevilla), que aportan interesantes datos de su Biología. Muchas de sus semillas no son viables; en concreto, en el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría cerca del 15 % no son viables y además germinan muy poco y son destruidas por animales como el conejo. Esta problemática reproductiva provoca que sus poblaciones naturales muestren un proceso de senescencia, siendo los enebros jóvenes muy escasos, cuestionándose de forma evidente la persistencia de la especie.

A pesar de los valores ambientales del enebro y la problemática de su conservación antes descrita, hasta ahora existía una laguna muy importante en el conocimiento de su ecofisiología, elemento de diagnóstico de carácter básico con reconocimiento internacional para la gestión. La ecofisiología de esta especie puede arrojar resultados muy importantes a la hora de desarrollar estrategias en favor de su persistencia, políticas de repoblación, distribución a nivel general y

ubicación a nivel local en los ecosistemas dunares, ya que nos informa de muchas de las relaciones que ésta mantiene con el medio en el que se encuentra.

Nuestros Grupos de Investigación han aplicado en los últimos años técnicas ecofisiológicas al conocimiento del enebro marítimo en comparación con la sabina negral y el pino piñonero en la provincia de Huelva, todos componentes arbóreos actuales del bosque dunar, con el fin de aportar un conjunto de datos básicos para el conocimiento de este conjunto de especies características del hábitat costero andaluz, prestando especial atención al enebro.

La técnica ecofisiológica más innovadora, con amplio reconocimiento internacional, que hemos utilizado es la detección de estrés mediante el estudio de la fluorescencia de la clorofila *a*. Esta técnica está muy extendida como herramienta segura para establecer los niveles de estrés de las

La ecofisiología de la especie puede arrojar resultados importantes a la hora de desarrollar estrategias a favor de su persistencia, políticas de repoblación en ecosistemas dunares

plantas y conocer el estado de su aparato fotosintético. Con este análisis, se consigue una información muy valiosa sobre los niveles de estrés de las plantas. La aplicación de esta metodología se puede llevar a cabo tanto en el campo como en el laboratorio, y se realiza con un aparato denominado fluorímetro, que nos permite detectar estados alejados del óptimo fisiológico incluso cuando aún no aparecen síntomas perceptibles o cuando estos están oscurecidos y su aparición se muestra cuando la recuperación de la planta ya es difícil, por haber entrado en una fase de estrés irreversible. Para llevar a cabo las medidas, se escogen las hojas de la especie en cuestión y se mantienen en oscuridad durante media hora; tras este tiempo de exposición, se registran las medidas con el fluorímetro. El equipo de medida nos proporciona una serie de parámetros (máximo de fluorescencia, fluorescencia basal, tiempo de recuperación, entre otros) que junto con otros análisis ecofisiológicos (análisis de la capacidad de fijación de dióxido de carbono, estado hídrico de la planta) nos proporciona una información muy valiosa sobre el nivel de estrés de las especies. La incorporación este tipo de tecnologías a los estudios de conservación de especies y a las estrategias de repoblación acelerada de especies en peligro de extinción o vulnerables está fuera de duda en muchas políticas internacionales de conservación.

Nuestro grupo de investigación comenzó a realizar el estudio ecofisiológico en el Paraje Natural de los Enebrales de Punta Umbría en la primavera de 1999. Desde entonces, y hasta la actualidad, se ha generado una gran cantidad de información sobre la ecofisiología de las tres especies arbóreas que forman el estrato arbóreo del Paraje Natural, especialmente del enebro marítimo. Esta información aporta datos relevantes para establecer una estrategia de conservación de la especie en su hábitat natural.

Los sistemas dunares en nuestra zona son uno de los ecosistemas donde se puede apreciar con claridad el efecto de los periodos prolongados de sequía, típicos del clima mediterráneo, con manifiestas fluctuaciones en precipitación agravados con la escasa posibilidad de retener el agua tras la lluvia del sustrato. Por lo tanto, aquellas especies que no poseen raíces profundas, durante los periodos secos sólo pueden tomar el agua del rocío de la mañana. En el Paraje Natural Enebrales de Punta Umbría, se puede observar por las mañanas el suelo arenoso humedecido por el rocío. Los resultados de nuestros estudios muestran como la sabina negral se comporta como una especie que soporta la fuerte sequía estival del clima Mediterráneo, uno de los potenciales factores limitantes para la conservación de las especies del hábitat dunar. La sabina posee únicamente raíces superficiales y no puede acceder a las aguas profundas de los niveles freáticos; en relación con nuestros resultados experimentales, esta especie se puede calificar como una especie tolerante al estrés. Durante los meses de verano, la sabina muestra una baja eficiencia fotoquímica potencial, medida a partir de la fluorescencia de la clorofila como evidencia del nivel de estrés, apoyada en otras medidas, lo que nos indica que está soportando fuertes niveles de estrés. Sin embargo, en cuanto aparecen las lluvias otoñales, la eficiencia fotoquímica potencial aumenta considerablemente, apuntando que la sabina negral se recupera rápidamente del estrés del verano en cuanto tiene disponibilidad de agua.

El enebro marítimo y el pino poseen una estrategia diferente; se comportan como especies evitadoras de la sequía. Durante el verano, estas especies, al igual que la sabina negral, sufren caídas de su eficiencia fotoquímica potencial; sin embargo, al realizar un estudio de la distribución de sus raíces, comprobamos que estas dos especies poseían raíces pivotantes muy profundas. Este hecho, permite al enebro marítimo y al pino piñonero captar el agua que se encuentra en los niveles profundos del freático durante la sequía veraniega, siempre que no existan niveles compacto en el suelo que impidan la penetración, además de existir la posibilidad de aprovechar niveles efímeros de agua superficial. Estas dos especies también sufren caídas en sus niveles de eficiencia fotoquímica, pero gracias al empleo de otras técnicas - el potencial hídrico, medida de la capacidad de disponer agua - comprobamos que el estrés que sufren estas dos especies es debido a las condiciones estresantes propias del verano, como alta intensidad de luz y temperaturas, y no sólo por la posible incapacidad de captar agua.



Las medidas de emisión de fluorescencia, expresada como eficiencia fotoquímica potencial a través del cociente entre el máximo de fluorescencia de la clorofila (F_p) y la fluorescencia variable (F_v), diferencia entre el máximo de fluorescencia y la fluorescencia basal (F_0), a niveles bajos de intensidad luminosa de las tres especies durante el verano de 1999. Las tres especies sufren caídas en la emisión de la fluorescencia durante la sequía de verano, pero la sabina negral (barra de color naranja) sufre descensos mayores. En cuanto se producen las primeras lluvias en otoño, se produce la estival. La sabina negral sufre más estrés durante el verano en las zonas más altas de los campos dunares, ya que el freático del suelo se encuentra más alejado de sus raíces superficiales; en cambio, los pinos piñoneros y enebros marítimos adultos muestran un margen mayor en relación con su posición topográfica frente a la sequía. Gracias a la diferenciación en las estrategias para aprovechar en agua, la sabina negral no compite en forma perceptible por este recurso con el enebro marítimo y el pino piñonero. La combinación de alta radiación, frío y sequía, posible en nuestros ecosistemas puede constituir un conjunto de factores ambientales que, actuando en forma conjunta, puede incidir en la conservación de especies arbóreas de las dunas costeras mediterráneas, especialmente a través de su efecto sobre poblaciones colonizadoras, individuos jóvenes o repoblaciones recientes, elementos claves en el mantenimiento del enebro marítimo

Estos resultados aportan una información muy interesante para la gestión de las poblaciones naturales de enebros marítimos, así como a la hora de desarrollar futuras repoblaciones y otras actuaciones de manejo, donde se tenga en cuenta la relación diferencial frente al sombreado y los efectos de las temperaturas extremas, especialmente en plántulas y ejemplares jóvenes, y los efectos acumulativos sobre los adultos. Nuestros experimentos han demostrado, que el enebro marítimo es la especie que produce mayores tasas de fotosíntesis a mayor intensidad luminosa, por lo que, el exceso de sombreado provocado por los pinos de gran tamaño, podría tener un efecto negativo en su capacidad para fijar CO_2 y por lo tanto para su producción primaria, incidiendo en aspectos de desarrollo y reproducción.

Los sistemas dunares en nuestra zona son uno de los ecosistemas donde se puede apreciar con claridad el efecto de los períodos prolongados de sequía típicos del clima mediterráneo

En vista de estos resultados deberían acometerse experimentos para tratar de ver si efectivamente, el pino piñonero, que fue introducido de forma masiva en la costa andaluza, compite con el enebro marítimo y hasta que punto sería conveniente la eliminación puntual de los pinos, ya que no parece

que haya datos contundentes de tipo experimental que aboguen hacia que la tala de pinos en los espacios protegidos pueda mejorar el estado fisiológico de los enebros. En cualquier caso la coexistencia de las tres especies deber ser muy antigua ya que los estudios palinológicos ponen de manifiesto la existencia del pino en la costa hace 7.000 años.

(*) Autores del artículo:

-Alfredo Emilio Rubio Casal, Jesús M. Castillo Segura, Teresa Luque Palomo, Susana Redondo Gómez, Antonio A. Álvarez López., Manuel E. Figueroa (Responsable del Grupo) Grupo de Investigación "Ecología, Citogenética y Recursos Naturales". Universidad de Sevilla.

- Eloy Manuel Castellanos Verdugo (Responsable del Grupo), Carlos J. Luque Palomo, Javier Jiménez Nieva. Grupo de Investigación "Ecología y Medio Ambiente". Universidad de Huelva.