

Muchas de las especies de animales y plantas que viven en las reservas naturales andaluzas podrían ser la solución a problemas medioambientales y socioeconómicos de Andalucía, tanto en la actualidad como en el futuro. El mantenimiento de la biodiversidad de estas reservas nos asegura las herramientas para trabajar por una mejor calidad de vida. Un ejemplo claro es el Paraje Natural de las Marismas del Odiel



Prevención de la erosión y biorremediación en las marismas andaluzas

MANUEL ENRIQUE FIGUEROA CLEMENTE

Director del grupo de investigación "Ecología"

Citogenética y Recursos Naturales

CARLOS JAVIER LUQUE PALOMO

Doctor en Biología

JESÚS MANUEL CASTILLO SEGURA

Becario de investigación de la Junta de Andalucía
Dpto. Biología y Ecología.
Facultad de Biología.
Universidad de Sevilla

El Paraje Natural de las Marismas del Odiel es el único en Andalucía con sus límites abiertos, de manera que las playas formadas por la acumulación de la arena arrastrada por la deriva litoral a poniente del Dique de Juan Carlos I, se incluyen progresivamente en la zona protegida, así como los nuevos sedimentos evolucionados a marisma con vegetación emergidos que se encuentran dentro de los límites del Paraje Natural.

Pero debido al proceso contrario (erosión) se pierde anualmente una porción sustancial del paraje. El balance entre ambos fenómenos es muy importante para la conservación de hábitats en este marco ambiental.

Las Marismas del Odiel, es un espacio de incomparable interés natural debido al tipo de ecosistemas que albergan. Tan solo especies animales y vegetales adaptadas a condiciones de inundaciones periódicas y alta salinidad, sobre un sustrato fangoso, pueden sobrevivir en estas condiciones extremas. Están situadas en la desembocadura de los ríos Odiel y Tinto (Huelva), y comprenden una superficie de 7158 hectáreas. Son las mayores marismas de carácter mareal que existen en Andalucía. Están consideradas como Reserva de la Biosfera por la UNESCO, y están declaradas por la Unión Europea como Zona de Especial Protección de Aves. Su posición estratégica, en el cruce entre Europa y África, y entre el Atlántico y el Mar Mediterráneo, acentúa su alto valor ecológico, siendo una zona de gran riqueza de especies de avifauna y con gran abundancia de individuos, con diferente fenología (permanentes, invernantes, estivales y en paso) y de distintos grupos tróficos. Su valor no solo radica en la existencia de esta importante avifauna, sino también por ser uno de los pocos reductos donde sobrevive una vegetación muy adaptada a ambientes halófilos (resistencia a altas salinidades y horas de encharcamiento). Las marismas mareales son las únicas zonas donde se pueden establecer una gran variedad de halófitas en todo el litoral andaluz. Sin la protección y conservación de estos espacios marismesños la superficie se vería seriamente reducida. Además, también tiene un importante papel socioeconómico, ya que una extensa superficie se explota como salinas tanto industriales como tradicionales, y como zonas de captura de cebo para

pesca, además del uso recreativo de las zonas de playas situadas al suroeste del Paraje. Asimismo, son áreas de alevinaje y de producción de alimento para numerosas especies capturadas por la flota pesquera de la zona.

El problema de la erosión

El aumento de espacio protegido en la zona sur del estuario comentado anteriormente contrasta con las pérdidas de grandes extensiones de marismas detectadas en los bordes de los esteros y canales de la zona central del estuario. Este hecho ha sido puesto de manifiesto gracias a una aplicación científica patrocinada por la Dirección General de Protección Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía y la Autoridad Portuaria de Huelva desde 1996.

La erosión sufrida en las Marismas del Odiel provoca la aparición de taludes casi verticales, con desniveles superiores a 50 cm, en las zonas de transición entre marismas con vegetación y canales de drenaje, mostrándose una destacable erosión por desprendimiento de bloques de sustrato. En la zona baja de los taludes se forma una planicie mareal de fango descubierto de vegetación con una notable erosión en regueros, que condiciona la ulterior evolución de las marismas.

Estos taludes,

mediante la erosión horizontal por socavamiento de las bases, van retrocediendo hasta 60 cm de media por año en algunas zonas, presentándose valores extremos de hasta 1.5 metros de erosión de talud al año. Con este retroceso se pierden, por erosión directa, más de 14000 metros cuadrados al año de marismas de gran valor ecológico y económico: las marismas media y alta. En estas zonas anidan numerosas especies protegidas, como la espátula (*Platalea leucorodia*), y son el hábitat de especies vegetales de restringida distribución, como *Suaeda vera*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Inula chrithmoides* o *Cistanche phelypaea*, entre otras. Además es una zona de elevada producción primaria, favorable tanto para los peces, como para los crustáceos y moluscos de la zona.

Uno de los resultados de esta erosión de taludes es la movilización en las Marismas del Odiel de más de 8000 metros cúbicos de sedimentos cada año provenientes de dichos taludes. Gran parte de estos sedimentos van a parar al fondo de los canales navegables del estuario, favoreciendo su colmatación gradual. Como consecuencia de este aterramiento se hacen necesarios dragados constantes de dichos canales para el normal funcionamiento de los puertos de Huelva y Punta Umbría, con la consiguiente problemática de almacenaje de los materiales dragados y la posible resuspensión de metales pesados acumulados en los fondos de los canales.

Erosión horizontal en los canales que rodean a la

Reserva Natural de la Isla de Enmedio

	Canal Sur	Canal Suroeste	Canal Noroeste	Canal Este
Erosión media en 30 meses \pm	157.8 \pm 56.2	93.8 \pm 60.7	51.2 \pm 41.6	53.3 \pm 26.7
Desviación estándar (cm)				
Erosión media anual (cm)	63.1	37.5	20.5	21.3
Longitud (m)	991	3176	2821	4187
Altura media del talud (cm)	93.0	64.3	58.3	51.3

Las causas de esta erosión hay que buscarlas tanto en los factores naturales, como la propia hidrodinámica del estuario, las fuertes avenidas fluviales, a veces erráticas entre años y típicas del clima mediterráneo de la zona; y en factores antrópicos, como son el aumento del nivel del mar debido al efecto invernadero, la eliminación de la vegetación de las interfases canales/marismas vegetadas por parte de los buscadores de cebo incontrolados, el alto poder erosivo originado por la flota pesquera o los posibles efectos indirectos de alteración en la hidrodinámica del estuario producidos por las grandes obras de ingeniería civil como son la construcción de los diques Juan Carlos I y el Dique de Punta Umbría, necesarias para el normal desarrollo de esta zona portuaria y pesquera.

La lucha contra la erosión

Aunque la erosión que sufren las Marismas del Odiel es un problema grave para algunas zonas del Paraje Natural, aún podemos ponerle solución.

En estas marismas habitan 2 especies vegetales del género *Spartina*, pertenecientes a la familia de las gramíneas, *Spartina maritima* y *Spartina densiflora*. La primera, *S. maritima*, es una especie propia de marismas europeas y aparece en localidades de marisma baja soportando muy bien la inmersión. La segunda, *Spartina densiflora*, es una especie sudamericana, posiblemente introducida en Andalucía en el siglo XVI tras el descubrimiento de América y naturalizada a las condiciones ambientales de las costas andaluzas. Aparece tanto en zonas de

marisma baja, con muchas horas de inmersión bajo el agua, como en marismas altas más independizadas de la acción mareal.

En las marismas que son colonizadas por estas especies la erosión disminuye considerablemente, a la vez que aumenta la acreción o depósito de los sedimentos en suspensión transportados por el agua.

La solución al problema de la erosión está en incentivar la colonización de estas dos espartinas de las planicies mareales desnudas, situadas junto a taludes de erosión. De esta manera, los tallos de estas plantas disminuyen la energía cinética de las olas y las avenidas fluviales, haciendo que no golpeen la base de los taludes violentamente. Además, al disminuir la velocidad del agua favorecen que los sedimentos transportados en suspensión sean depositados en el fondo, aumentando así la sedimentación. Las planicies mareales desnudas, una vez sembradas con *Spartina maritima* y *Spartina densiflora* van poco a poco aumentando su nivel de sedimentos, disminuyendo la altura del talud adyacente y desarrollando toda una comunidad de animales y plantas asociada a las praderas de *Spartina*.



En las zonas donde la erosión es o ha sido muy elevada, la siembra de las espartinas debe ir acompañada por la construcción de rompeolas de madera, de bajo impacto paisajístico y ambiental. Estos rompeolas tendrían la función de proteger a la vegetación sembrada frente a la erosión, y por sí solos aumentan el nivel topográfico de la marisma, de tal manera que si en un principio estaba muy bajo para la siembra de espartinas, tras un periodo de pretratamiento con el rompeolas el lugar estaría preparado para la introducción de espartinas.

Técnicas similares han sido utilizadas en países del norte de Europa, como Inglaterra y Holanda, y en los Estados Unidos de América, en la desembocadura del Mississippi, para luchar contra la erosión de sus costas y estuarios, utilizando especies de espartinas u otras plantas de marismas.

El problema de los metales pesados

El estuario de los ríos Tinto y Odiel está fuertemente contaminado por metales pesados como el arsénico, plomo, cadmio, zinc, hierro, cobre, etc. Las fuentes de contaminación hay que buscarlas en dos puntos principalmente:

El primero y quizás el más importante son las históricas explotaciones mineras al aire libre localizadas en las cuencas de drenaje de los ríos Tinto y Odiel, situadas en el Andévalo

onubense, al norte de la provincia de Huelva. Tanto parte del procesamiento de los minerales, como el lavado natural de las escombreras de estas minas y por las aguas de escorrentía provocan que el efluente transportado por ambos ríos tenga una alta carga de metales pesados, produciendo una fuerte contaminación inorgánica. Estas explotaciones minerales comenzaron ya en época fenicia y aún, en la actualidad siguen en funcionamiento.

Por otro lado, el Polo Químico de Huelva, situado junto al estuario de los ríos Tinto y Odiel, y que fue instalado bajo la política "desarrollista" a ultranza de los años sesenta. Las empresas de este polo industrial han estado vertiendo sus residuos, sin control alguno, a las rías del Tinto y el Odiel durante decenas de años, hasta la entrada en vigor del Plan Corrector de Vertidos.

Técnicas de fitorremediación

En el marco de la aplicación científica antes comentada se ha estudiado la capacidad de bioacumulación de metales pesados de las dos especies de *Spartina*, con el objetivo de su utilización en proyectos de fitorremediación, es decir limpieza de sedimentos contaminados mediante la utilización de medios biológicos, en nuestro caso de vegetación.

Se ha comprobado como ambas especies, *Spartina maritima* y *Spartina densiflora*, soportan perfectamente altas concentraciones de metales pesados en los sedimentos, como son 71 g de hierro, 14.3 g de arsénico, 3.4 g de cobre y 1.0 g de plomo por cada kilogramo de sedimento (concentraciones máximas).

Además, las espartinas acumulan en sus hojas, tallos y raíces, metales pesados en concentraciones hasta 3 veces superiores a las que aparecen en el sedimento alcanzando valores de acumulación que permiten catalogarlas como hiperacumuladoras para metales pesados, en concreto hierro, arsénico, cobre, plomo y níquel. Estos metales pesados son capturados junto con el agua y las sales minerales de las que se nutren.

Spartina densiflora, al acumular grandes cantidades de biomasa en poco tiempo y tener hojas que permanecen en

la planta una vez muertas (a diferencia de las hojas de *Spartina maritima* que cuando mueren caen rápidamente de la planta), se muestra, tras un pretratamiento anterior a la siembra, como una planta ideal para la limpieza de sedimentos intermareales contaminados por metales pesados. Dado su carácter eurihalino puede utilizarse tanto en zonas con alta salinidad del sustrato, como las Marismas del Odiel, como en zonas de menor salinidad, como la cuenca del río Guadiamar.

▼

**La *Spartina densiflora*
se muestra como una planta
ideal para la limpieza
de sedimentos intermareales
contaminados
por metales pesados**

Una vez que *Spartina densiflora* ha absorbido los metales pesados del sedimento se procede al corte de su biomasa aérea, en la cual se acumulan parte de los metales pesados, de manera que la contaminación está controlada en un compartimento determinado y concreto, y fuera de los sedimentos en donde estaría incontroladamente a disposición de la red trófica del ecosistema. Las espartinas contaminadas se depositarían directamente en un almacén de residuos tóxicos y peligrosos, o bien se le aplicaría un tratamiento de compactación antes de su depósito.

Este método de limpieza tiene un bajo impacto ambiental y es compatible con la restauración de la zona afectada. Una de las ventajas de esta especie es que después del corte de la biomasa aérea, al ser una planta clonal con sustancias de reservas en los tallos subterráneos (rizomas) rebrota de nuevo, sin tener que recurrir a nuevos trasplantes, por lo que estaría nuevamente preparada para "recargar" sus tallos aéreos con metales pesados.

Mediante esta técnica no se pretendería realizar una limpieza total de todo el estuario del Odiel y

Tinto, puesto que la carga inorgánica que existe es inmensa y además continua llegando altas concentraciones de metales pesados a través de los cauces de estos dos ríos. Pero sí se podría utilizar para realizar una reducción de los niveles de metales pesados en zonas determinadas.

Las especies del género *Spartina*, de versátil ecología e importantes capacidades, pueden ser la solución natural para algunos de los problemas de nuestras marismas, estuarios y cuencas fluviales.

Agradecimientos

Damos gracias a Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía por habernos ofrecido la oportunidad colaborar con la revista MedioAmbiente y a la Autoridad Portuaria de Huelva y a la Dirección General de Protección Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente por su apoyo en este proyecto.

