

Manuales de Desarrollo Sostenible

8 ■ Restauración de Praderas Marinas

FUNDACION

 Banco Santander

Manuales de
Desarrollo Sostenible

8 ■ Restauración de
Praderas Marinas

FUNDACION

 Banco Santander

Este manual está impreso con papeles reciclados y ecológicos,
altamente sostenibles;

cubierta en papel estucado mate *Ikonorex Silk*
y páginas interiores en papel *Cyclus Offset* reciclado

La Fundación Banco Santander no se hace
responsable de las opiniones vertidas por los autores.

Prohibida la reproducción total o parcial de esta
publicación sin autorización de la empresa editora.

© Para esta edición y todas las restantes: Fundación Banco Santander
de texto: Silvia García, Ricardo Aguilar y Ana de la Torriente

de las fotografías: OCEANA: Rafael Hernández, Sergio Gosálvez, Juan Cuetos, Houssine Kaddachi, Carlos Suárez,
Keith Ellenbogen, Juan Carlos Calvín, Thierry Lannoy, Jesús Renedo;
Enrique Talledo

Depósito legal: M-33.369-2009
ISBN: 978-84-92543-09-0

Impreso en España / Printed in Spain
Diseño editorial: Investigación Gráfica, S.A. / Alberto Corazón
Imprime: Brizzolis arte en gráficas

Los ecosistemas marinos, aún más desconocidos que los terrestres por la gran mayoría de las personas, son imprescindibles para la vida global; la salud del mar, y la del planeta en su conjunto, depende de que su equilibrio –biológico, físico y químico– se conserve en las condiciones que han hecho posible la vida tal como hoy la conocemos.

Resaltar la importancia de uno de dichos ecosistemas, las praderas de fanerógamas marinas, es el objetivo de este Manual de Desarrollo Sostenible, en el que se resumen los aspectos básicos que deberían ser generalizadamente notorios; especialmente en un país como el nuestro, de larga historia y extensa geografía relacionada con el mar, así como de grandes intereses económicos ligados a actividades que se desarrollan en él o en su litoral.

La importancia ecológica y económica de las praderas marinas es cada vez más reconocida, no sólo por los científicos, y su conservación es reivindicada de forma creciente por todos los agentes, públicos o privados, que de una u otra forma tienen algo que ver con el mar. Conseguir una protección eficaz de estos espacios, y restaurar aquellos que están degradados para que puedan seguir realizando sus valiosas funciones ambientales, es una tarea que atañe a muchos y con la que todos debemos sentirnos identificados.

Consecuentemente, publicamos este Manual, redactado por Oceana, una organización experta y especialista en los temas marinos. En él, además de abordar los enfoques teóricos, se detallan diversos proyectos concretos de restauración de praderas de fanerógamas marinas, incluido uno llevado a cabo por iniciativa de nuestra Fundación y ejecutado eficientemente por Oceana en el litoral español.

Mantener el mar y el litoral biológicamente vivos es una necesidad económica y ecológica, un requisito ineludible para la continuidad de los ciclos vitales y, por tanto, un forzoso compromiso de la sociedad actual ante las generaciones venideras.

Fundación Banco Santander

Índice

Las praderas de fanerógamas marinas	6
Descripción y distribución	6
Legislación	9
Habitantes de las praderas	11
Importancia ecológica y económica de las praderas marinas	12
Amenazas globales sobre las praderas marinas	15
Actividades humanas con impacto directo	15
Actividades humanas con impacto indirecto	16
Técnicas de restauración de praderas marinas	18
Métodos más empleados	18
Trasplante de plantas adultas	18
Siembra de semillas	19
Riesgos a asumir en cada caso	19
Evaluación de las distintas metodologías	21
Investigación y nuevas metodologías	22
Protección frente a recuperación	23
Ejemplos de restauración de praderas marinas	27
Restauración de praderas de <i>Cymodocea nodosa</i> frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar (Almería)	28
Descripción de la zona de actuación	28
Principal amenaza: la acción humana	29
Medidas de protección aplicables a la zona de actuación	29
Trabajo previo y preparativos	31
Recolección y siembra de semillas	32
Plan de seguimiento de estaciones de siembra	36
Conclusiones y propuestas	36
Trasplantes experimentales de sebadales (<i>Cymodocea nodosa</i>) en aguas del Archipiélago Canario	39
Restauración de fondos marinos con <i>Posidonia oceanica</i> en aguas del Paraje Natural Acantilados Maro-Cerro Gordo (Málaga-Granada)	40
Trasplante de <i>Posidonia oceanica</i> por ampliación del Puerto de Roquetas de Mar (Almería)	41
El Proyecto ERPO: Estructuras de Regeneración de <i>Posidonia oceanica</i>	42
Ejemplos internacionales de restauración de praderas marinas	43
Bibliografía	45
Webs	48

Las praderas de fanerógamas marinas

Descripción y distribución

Las fanerógamas marinas son plantas superiores, con raíces, tallos y hojas, adaptadas a vivir en el medio marino, y con capacidad de producir flores verdaderas, frutos y semillas. Por ser evolutivamente más complejas, debemos diferenciarlas de las algas, de estructura más sencilla y con las que frecuentemente son confundidas.

Las fanerógamas marinas ocupan amplias extensiones de los fondos someros, pudiendo alcanzar profundidades de 40 metros o más, si las condiciones ambientales permiten el proceso de la fotosíntesis. Presentes en mares cálidos y templados, forman las denominadas «praderas submarinas». Hay 60 especies reconocidas de fanerógamas marinas en el mundo que pueden crear prados, pero en las costas europeas se encuentran principalmente cuatro especies, todas ellas presentes en el litoral español; se trata de *Zostera marina*, *Zostera noltii*, *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*. Además, en las costas canarias podemos encontrar una quinta especie, *Halophila decipiens*, más frecuente en las vecinas costas africanas.



Estrella de mar roja
(*Echinaster sepositus*)
en una pradera marina
de *Cymodocea nodosa*
© OCEANA Sergio Gosálvez

Pradera de *Cymodocea nodosa*, llamada hierba del caballito de mar, frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar (Almería)
 © OCEANA Rafael Fernández



Tabla 1. Características generales de las fanerógamas marinas de aguas europeas

Especie	Distribución en las costas europeas	Descripción de la pradera	Profundidad máxima aproximada
<i>Zostera noltii</i>	Costas atlántica, mediterránea y Mar Negro	Praderas laxas, de 20-25 cm de alto, con hojas muy finas, de 1-2 mm de anchura	Hasta 10 m
<i>Zostera marina</i>	Costas atlántica (excepto en Canarias) y mediterránea	Praderas de 30-60 cm de alto, llegando hasta 1 m o más, con hojas acintadas de 10-12 mm de anchura	Hasta 10 m
<i>Cymodocea nodosa</i>	Costas atlántica y mediterránea	Praderas de 30-40 cm de alto, con hojas finas, de 2-4 mm de anchura	Hasta 30 m
<i>Posidonia oceanica</i>	Costa mediterránea	Pradera de 40-60 cm de alto, llegando hasta 1 m o más, con hojas acintadas y consistentes, de 5-12 mm de anchura	Hasta 30-40 m, o más en condiciones de elevada luminosidad
<i>Halophila decipiens</i>	Costa atlántica (sólo en Canarias)	Praderas de escaso porte, de 2-3 cm de alto, con hojas ovaladas de 3-6 mm de ancho	Hasta 30 m, o más en condiciones de elevada luminosidad

Pradera de Zostera noltii, donde una aguja de río o Syngnathus abaster se camufla perfectamente entre las finas hojas de esta planta marina. Ría de Oriñón (Cantabria) © Enrique Talledo



Pradera de Zostera marina, con una puesta de huevos de sepia (Sepia officinalis) sobre sus hojas. Ría de Limpias (Cantabria) © Enrique Talledo





Pradera de *Cymodocea nodosa*, junto a una mata de *Posidonia oceanica* (izda.).
El Calón, Almería © OCEANA Juan Cuetos

Legislación

La conservación, la protección y la mejora de la calidad del medio ambiente, incluida la conservación de los hábitats naturales y especies que en ellos habitan, son un objetivo esencial para la Comunidad Europea, lo que ha conducido a la protección de determinados hábitats y especies a través de diferentes leyes y convenios internacionales.

A partir de estas legislaciones, y con el establecimiento de procedimientos reglamentarios de aplicación en el Mediterráneo español, algunas especies de fanerógamas marinas presentes en el litoral español se han visto consideradas bajo diferentes categorías de conservación, lo que demuestra el creciente interés que han despertado estos ecosistemas, en clara regresión mundialmente.

Posidonia oceanica es, de las especies de fanerógamas marinas presentes en el litoral español, la que ostenta mayor grado de protección. Autóctona en aguas mediterráneas, sus praderas están consideradas como «hábitat natural prioritario» por la Directiva 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (Directiva Hábitats), principal herramienta para la conservación de la naturaleza de la Comunidad Europea. Muchos estudios y esfuerzos se



Anémona Condylactis aurantiaca junto a pradera de *Cymodocea nodosa*
© OCEANA Sergio Gosálvez

llevan a cabo para asegurar el buen estado de esta planta tan importante para la salud del Mar Mediterráneo.

Las praderas formadas por las otras fanerógamas marinas también presentes en el Mediterráneo, *Z. marina*, *Z. noltii* y *C. nodosa*, aún no han alcanzado tan alto grado de consideración, siendo también de vital importancia como hábitat esencial para numerosas especies, así como fuente de oxígeno y materia orgánica para nuestros mares. Oceana y la Fundación Banco Santander realizaron conjuntamente en 2006 un estudio, *Praderas sumergidas*, con el objetivo de solicitar a la Unión Europea que todas las especies de fanerógamas marinas presentes en aguas europeas sean incluidas en los anexos de la Directiva Hábitats.

Todas estas comunidades están seriamente amenazadas en la actualidad por muy diversos factores, mayoritariamente de origen antrópico: actividades de pesca ilegal, prohibidas sobre este tipo de fondos según el *Plan Integral de Gestión para la Conservación de los Recursos Pesqueros en el Mediterráneo*, fondeo descontrolado de embarcaciones de recreo, contaminación y turbidez de las aguas por actividades pesqueras, agrícolas y acuícolas, así como un sinfín de obras y construcciones costeras que modifican la dinámica costera y, por tanto, el litoral y sus ecosistemas.

Caballito de mar
(*Hippocampus ramulosus*),
especialmente adaptado
a vivir entre las hojas
de *Cymodocea nodosa*
© OCEANA Carlos Suárez



Habitantes de las praderas

Son miles de especies marinas las que, directa o indirectamente, se benefician de estos auténticos «bosques sumergidos», que, al igual que los bosques en tierra, son cuna, guardería, despensa y refugio de una enorme biodiversidad. Así, no es de extrañar que muchas de estas praderas alrededor del mundo sean nombradas según algunas especies emblemáticas que las eligen como hogar, como por ejemplo el «pasto de tortugas» o pradera de *Thalassia testudinum*, planta marina de aguas tropicales y sobre la que se alimenta la tortuga verde (*Chelonia mydas*), cuyo pico está diseñado para esta dieta; y la «hierba del manatí» o praderas de *Syringodium filiforme*, sustento básico del impresionante manatí (*Trichechus manatus*), gran mamífero también de aguas tropicales, de hasta 3 metros de largo y 500 kilogramos de peso, que debe consumir hasta 50 kilogramos de estas plantas acuáticas cada día para mantener su cuerpo caliente.

La tortuga boba (*Caretta caretta*), reptil marino amenazado, es un habitual visitante de las praderas marinas. Costa de Cerdeña, Italia © OCEANA Juan Cuetos



Ya en nuestras costas, por todos es conocida la importancia de las praderas de *Posidonia oceanica* para la biodiversidad del Mediterráneo, único mar que cuenta con su presencia. Estas praderas, además de asegurar la existencia de gran cantidad de peces, moluscos y otros invertebrados de gran valor comercial, suponen también el hogar

predilecto de algunas especies protegidas, como por ejemplo las enormes nacras o *Pinna nobilis*, extraordinario molusco de gran tamaño, protegido por diferente legislación nacional e internacional.

Entre las hojas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* spp. también se pueden llegar a concentrar varios cientos de especies diferentes, entre moluscos, crustáceos, cnidarios, peces, equinodermos, ascidias, algas, etc.; *Cymodocea nodosa* tiene gran capacidad para formar ecosistemas mixtos, ya sea con otras fanerógamas, o con algas, por lo que puede acoger un amplio rango de especies con distintas preferencias. Incluso las tortugas marinas frecuentan estos ambientes, alimentándose tanto de las hojas de las fanerógamas directamente, así como de otros organismos que viven entre o sobre sus hojas. Cabe destacar, además, la presencia

Salmonetes de roca (*Mullus surmuletus*) entre hojas de *Cymodocea nodosa*, frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería
© OCEANA Rafael Fernández



de signátidos, familia de peces tan curiosos como los caballitos de mar (*Hippocampus* spp.), con algunas de sus especies protegidas nacional e internacionalmente y adaptados especialmente a vivir entre las hojas de esta fanerógama, por lo que se la conoce también como «hierba del caballito de mar».

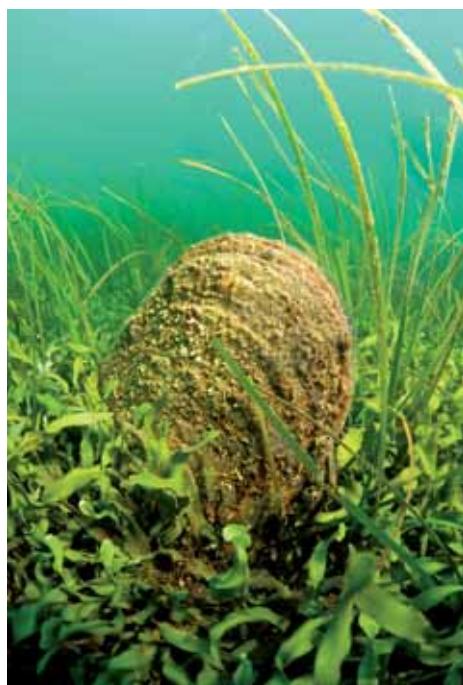
La presencia de praderas de fanerógamas convierte el fondo marino en área de reproducción, guardería de alevines y zona de descanso y resguardo para numerosas especies de peces, lo que además atrae a sus depredadores, que, procedentes del ámbito pelágico, incrementan la biodiversidad del ecosistema. Por otro lado, también puede ser observada una gran diversidad y abundancia de macrofauna invertebrada, como bivalvos y crustáceos, así como de pequeños invertebrados y microalgas, distribuidos entre hojas y rizomas de estas plantas, sirviendo también de alimento para muchas otras especies.

Importancia ecológica y económica de las praderas marinas

La pérdida de praderas marinas conlleva un descenso de productividad y biodiversidad marina, alteración de la dinámica costera, disminución de la calidad de las aguas de baño, falta de oxigenación, inestabilización



Julias (Coris julis), en pradera de Cymodocea nodosa
© OCEANA Juan Cuetos



Nacra (Pinna nobilis) en pradera mixta de Caulerpa prolifera y Cymodocea nodosa. Mar Menor, Murcia.
© OCEANA Juan Cuetos

del sustrato, pérdida de arena en las playas y reducción de recursos pesqueros, lo que afecta directa e indirectamente a los humanos. La desaparición de las praderas marinas repercute negativamente en el valor tanto ecológico como económico de los ecosistemas costeros.

Considerada su presencia como indicador de alta calidad ambiental del medio costero, las zonas marinas degradadas que han sufrido una regresión de sus praderas han visto reducida drásticamente la biodiversidad que albergaban, al tiempo que han experimentado un aumento de la turbidez de las aguas y la inestabilidad de las playas cercanas, anteriormente protegidas del oleaje por las presencia de praderas. Todo ello con la consiguiente repercusión sobre todo tipo de actividades humanas desarrolladas en zonas próximas.

Actividades como el turismo, la pesca recreativa, artesanal, industrial y submarina o el buceo recreativo sufren las consecuencias de la pérdida de la biodiversidad marina, que la presencia de praderas sanas asegura en las costas. Esta reducción en la biodiversidad origina directamente grandes pérdidas económicas por diversas afecciones, como desaparición de zonas atractivas para el buceo, desaparición de recursos pesqueros disponibles, reducción parcial o total de la anchura de las playas con la consiguiente pérdida de



El rascacio (*Scorpaena porcus*) se siente seguro entre las hojas de *Posidonia oceanica*. Cirkewwa (Marfa Point), Malta
© OCEANA Keith Ellenbogen

atractivo turístico, etc., e, indirectamente, por las actividades a desarrollar a posteriori para paliar dichos efectos, como la restauración de playas, económica y ambientalmente de gran impacto, y la costosa búsqueda de peces y otras especies cada vez más escasos.

C. nodosa, por ser especie pionera y colonizadora, así como muy resistente a variaciones de temperatura y salinidad, posibilita el asentamiento de *Posidonia oceanica* en zonas inaccesibles para ésta. El papel ecológico de ambas especies como zona de cría, reproducción y descanso para especies comerciales costeras las convierte además en zona de alimentación para otras especies comerciales marinas. Todo ello multiplica su importancia como factor imprescindible para asegurar un

futuro saludable y productivo a las costas, hecho que debe ser tenido muy en cuenta a la hora de planificar la gestión del litoral.

Igualmente importante es el papel de estas praderas marinas como bioindicadores; es decir, como indicadoras biológicas del buen estado de salud de las aguas litorales. Debido a su alta sensibilidad a los cambios en las condiciones ambientales físicas, químicas y biológicas, son capaces de «alertar» sobre los efectos negativos de actividades desarrolladas en su entorno. Esto se debe a que incluso leves variaciones en luminosidad, temperatura o salinidad, entre otras, repercuten drásticamente en su desarrollo normal, siendo muy numerosos los casos de este tipo de alteraciones que encontramos en la práctica totalidad de las costas europeas, provocados por un sinfín de actividades humanas realizadas irresponsablemente y sin control, que en numerosas ocasiones quedan impunes por la falta de aplicación de las correspondientes sanciones que tales acciones, por ley, merecen.

Numerosos estudios ofrecen estimaciones del valor económico de los servicios que los ecosistemas ofrecen, incluidas las praderas marinas. Debido a la dificultad —o imposibilidad— de calcular el valor y alcance total de estos servicios, no puede darse una cifra concreta, considerando que cualquier estimación es siempre a la baja. Teniendo todo esto en

cuenta, se suele asignar a las praderas marinas la generación de un valor económico anual de entre 12.000 y 16.000 € por hectárea, superando hasta diez veces el valor asignado a los bosques tropicales y hasta tres veces el de los arrecifes de coral. En cambio, multitud de estimaciones superan con creces a la anterior, como es el caso de las praderas marinas del Indian River Lagoon, en Florida, donde se ha calculado un valor de 25.000 € anuales generados por hectárea, teniendo en cuenta solamente las ganancias pesqueras.

Amenazas globales sobre las praderas marinas

Las praderas marinas están en evidente regresión en todo el planeta, y las causas son claras: gran parte de las actividades humanas realizadas en el mar o en la costa, incluso tierra adentro, tienen un impacto altamente negativo en el ecosistema marino. Las praderas marinas son uno de los hábitats más afectados, debido a que son enormemente frágiles y sensibles, así como por su proximidad a la costa, espacio donde se desarrolla un sinfín de actividades humanas agresivas, cuyo impacto en el medio debería ser evaluado y minimizado antes de llevarse a cabo.

Entre estas actividades humanas agresivas para los ecosistemas marinos, y en especial para las praderas, encontramos dos tipos:

aquellas que causan un impacto directo sobre las praderas y, por otro lado, las que generan un impacto indirecto, pero no por ello menos grave.

Actividades humanas con impacto directo sobre las praderas marinas

Son actividades realizadas directamente en zonas con praderas marinas presentes, las cuales sufrirán una degradación inmediata. Dentro de esta categoría podemos citar:

- Emisarios o cables submarinos.
- Pesca de arrastre.
- Fondeos sobre praderas.
- Prospecciones petrolíferas.
- Minería.
- Extracción de arena.
- Regeneración de playas.
- Turismo masivo estacional en la costa.
- Otras pesquerías.
- Vertidos directos y esorrentía.
- Construcciones litorales, como puertos, marinas, espigones, etc.
- Granjas de acuicultura.

Algunas de estas actividades pueden permitir cierto grado de recuperación natural de la pradera original, una vez terminada la obra o actuación, como es el caso de instalación de emisarios o cables submarinos. El resto, impedirán esta recuperación por ocupación total del espacio, o alteración per-



Barco de arrastre de fondo faenando en aguas del Mar de Alborán
© OCEANA Juan Carlos Calvin



Muelle de carga de áridos. Islas Eolias, Italia © OCEANA Carlos Suárez

manente de las condiciones físicas o químicas necesarias para el desarrollo de nuevas plantas.

Actividades humanas con impacto indirecto sobre las praderas marinas

Son aquellas actividades no desarrolladas directamente sobre las praderas marinas, pero cuyos efectos pueden alcanzar el entorno marino, alterando radicalmente la calidad del agua (aumento de la turbidez, cambios en la composición química) lo que impediría el normal desarrollo de las plantas y condenando por tanto la supervivencia de la pradera. Entre este tipo de actividades, cabe destacar algunas de las más comunes y relevantes:

- Cada día, en todos los mares y océanos del mundo, se realizan vertidos de hidrocarburos y otras sustancias contaminantes, en las operaciones rutinarias de los buques mercantes, pesqueros y de recreo, tanto en puerto como en alta mar, que incrementan la presencia de contaminantes en las aguas.
- Actividades como la agricultura, la construcción y las actividades industriales vierten extraordinarias cantidades de productos químicos y otros materiales y sedimentos al mar, a través de emisarios, o arrastrados por ramblas y ríos, los cuales llegan al



El nudibranquio azul Hypselodoris picta se alimenta de los epífitos que crecen sobre la hoja de Posidonia oceanica, frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería
© OCEANA Juan Cuetos

mar cargados de estas sustancias nocivas, contaminando también las aguas y fondos.

- La fuerte presencia humana en zonas litorales lleva arraigada, en la mayoría de los casos, una depuración deficiente e incluso inexistente de aguas residuales (negras o grises), que acaban en el mar; hecho agravado por la ocupación masiva del litoral, especialmente en países de turismo costero.
 - La realización de obras y construcciones en el litoral puede modificar el curso natural de las corrientes marinas en la zona y de los procesos de sedimentación costera, con las consiguientes afecciones a los ecosistemas litorales terrestres y marinos.
- Sin olvidar la llegada de sedimentos provenientes de obras tierra adentro, arrastrados por los ríos y las lluvias directamente al mar, lo que puede llegar a enterrar o arrasar praderas enteras.
 - Debe citarse la incidencia que las actividades de sobrepesca pueden causar tanto a praderas marinas como a otros hábitats. La pesca abusiva de determinadas especies de interés comercial puede originar su reducción o desaparición, provocando efectos en cascada en toda la cadena trófica.
 - El vertido de salmuera procedente de plantas desaladoras a través de emisarios submarinos puede provocar cambios localizados de salinidad en el mar, modificando las condiciones óptimas para la presencia y crecimiento de las praderas marinas.
 - Por último, cabe destacar la larga lista de actividades humanas que están generando la emisión de «gases de efecto invernadero». Estos gases están provocando el aumento de la temperatura global (cambio climático) y, por tanto, de mares y océanos, con graves repercusiones para la vida en el planeta, que tanto en el medio terrestre como en el marino se están empezado a constatar.

Técnicas de restauración de praderas marinas

Debido al creciente interés que tanto la comunidad científica, como gestores del medio marino, medios de comunicación e incluso algunos pescadores y políticos y otros colectivos muestran por la salud de las praderas marinas, especialmente en los últimos años, el número y variedad de experiencias de restauración es cada vez mayor. Se refuerza así una búsqueda de soluciones, que dio comienzo hace ya más de tres décadas, para paliar la constatada regresión a la que están sometidos estos ecosistemas de tan alto valor.

Pradera mixta de C. nodosa y P. oceanica, asociación frecuente entre estas dos especies © OCEANA Sergio Gosálvez



Métodos más empleados

Durante los últimos años, la restauración de praderas marinas alrededor del mundo está siendo ampliamente experimentada a través de muy distintas técnicas, que pueden agruparse en dos grupos básicos; las dirigidas a la recolección y trasplante de plantas y las que se centran en la obtención y siembra de semillas:

- **Trasplante de plantas adultas:** es el método tradicionalmente más empleado, probablemente por la inmediata sensación de creación de hábitat. Esta técnica se centra en la recogida de individuos adultos de una pradera sana, recolectando o bien cepellón, es decir, plantas maduras con rizomas y sustrato circundante adherido, o bien haces desnudos, sin sustrato adherido, y su posterior trasplante a zonas degradadas. Los haces, tras los temporales, también pueden ser recogidos a la deriva o directamente en las playas, donde pueden llegar en grandes cantidades.

El cepellón será insertado directamente al sustrato o mediante «macetas» biodegradables; los haces pueden ser montados sobre rejillas de material, preferentemente biodegradable, o anclados directamente en el sustrato. Este tipo de trasplante se caracteriza por la alta tasa de mortalidad de

individuos trasplantados registrada en la práctica totalidad de los experimentos realizados hasta hoy. Además, implica unos elevados costes económicos y logísticos, tanto para trasplantes manuales o mecanizados; asimismo, puede llegar a ocasionar graves daños a la pradera donante, suponiendo la degradación de la misma. Ningún proyecto, llevado a cabo utilizando este método, ha podido demostrar total eficacia y relevancia hasta hoy.

- **Siembra de semillas:** en los últimos años, esta metodología está focalizando la atención de los investigadores, por la reducción de costes económicos y logísticos que conlleva, así como se está corroborando la relevancia de la reproducción por semillas frente a la reproducción clo-

nal, en la extensión y recuperación natural de las praderas marinas.

Todo el proceso de recogida, mantenimiento, transporte y plantación o siembra, resulta mucho más sencillo y económico. Las semillas deberán ser recogidas directamente de la pradera, una vez hayan madurado. Eventualmente puede producirse la llegada de cantidades considerables de semillas a la playa, donde podrían ser recolectadas, aunque esta recogida sería casual, pues no puede predecirse.

Una vez reunidas las semillas, éstas pueden ser directamente sembradas en la zona a restaurar, o bien ser mantenidas y tratadas en laboratorio para favorecer o incluso inducir su germinación (mediante variaciones de temperatura y salinidad) antes de ser llevadas al mar. En los últimos años, además, se están desarrollando métodos mecánicos de siembra que agilizan todo el proceso y reducen los costes. Por todo ello, este método se muestra claramente más ventajoso que el trasplante de plantas adultas.

Riesgos a asumir en cada caso

El trabajo de restauración implica una serie de riesgos que deben ser cuidadosamente abordados, para evitar condenar el trasplante o la siembra a un fracaso:

Rizomas de Cymodocea nodosa, frecuentemente expuestos en zonas batidas por las corrientes © OCEANA Sergio Gosálvez





Frutos de Cymodocea nodosa desenterrados por la acción de las corrientes. Estos frutos, aparecen por parejas en la base de las hojas © OCEANA Sergio Gosálvez

- Trasplante de plantas adultas:

1. Durante la fase de recogida de plantas, habrá daños y alteraciones a la configuración de haces y rizomas de la pradera donante. Al extraer cepellón o haces se producirá pérdida de gases a través de hojas y raíces circundantes, lo que perturbará la fortaleza de la pradera sana. Este problema no se da en la recogida de haces a la deriva o en playas.
2. El proceso de trasplante de plantas adultas conlleva un despliegue de medios económicos y de personal muy elevado. La recogida en mar, el transporte al lugar elegido –con o sin mantenimiento en

tanques para la optimización de las condiciones– así como la propia plantación, son operaciones muy complejas que requieren de buena cantidad de personal especializado. Todas estas tareas deben realizarse muy cuidadosamente y con mucho trabajo previo de preparación, ya que las plantas arrancadas de su medio son extremadamente sensibles.

- Utilización de semillas:

1. Durante la fase de búsqueda y recogida de semillas, podría alterarse el anclaje de la pradera donante al sustrato, si los rizomas quedasen desenterrados cuando se retiran las semillas de la planta. Si éstas son recogidas en la costa o una vez caídas de la planta se elimina este problema.
2. El proceso de siembra puede conllevar mantenimiento de semillas en laboratorio, etapa muy delicada debido a la cantidad de factores (oxigenación del agua, luminosidad, temperatura, y salinidad) que deben tenerse en cuenta para mantener al máximo la cantidad de semillas viables.

En contadas ocasiones se han obtenido porcentajes significativos de supervivencia de los individuos trasplantados, pero la obtención



Frutos de *Cymodocea nodosa* © OCEANA Sergio Gosálvez

de estos resultados no es predecible y resulta altamente laborioso y económicamente inviable para restauraciones verdaderas, más allá de las meramente experimentales.

Evaluación de las distintas metodologías

Son muchos los factores ambientales que determinan el desarrollo óptimo de una pradera marina, y aún insuficiente el conocimiento sobre la fisiología de estas plantas y la relevancia para colonizar nuevas áreas, especialmente mediante reproducción por semillas. Tratar de restaurar un ecosistema marino degradado, recuperando su equilibrio natural, es una tarea extremadamente compleja, por la dificultad añadida de realizar este tipo de trabajos en el medio marino, así como por la complejidad de funcionamiento del propio medio en sí.

Por tanto, ninguna metodología de restauración marina puede ser considerada idónea, es decir, económica y logísticamente abor-

Tabla 2. Evaluación de las distintas técnicas de recuperación

Método		Donante	Impacto ambiental	Coste económico	Coste logístico	Recomendación
Trasplante de plantas	Cepellón	Pradera sana	↑	↑	↑	✗
	Haces desnudos	Pradera sana	↗	↗	↑	✗
		Playa	↘	↓	⇒	✓
Siembra de semillas	Laboratorio	Pradera sana	↘	⇒	↘	✓
		Playa	↓	⇒	↘	✓
	In-situ	Pradera sana	↘	↘	↘	✓
		Playa	↓	↘	↘	✓

Legenda: ↑ alto; ↗ medio-alto; ⇒ medio; ↘ medio-bajo; ↓ bajo; ✗ no recomendado; ✓ recomendado; ✓ altamente recomendado

dable, para restaurar grandes superficies degradadas, así como relevante para la recuperación del ecosistema alterado a su estado original.

La probabilidad de éxito de las distintas metodologías empleadas viene determinada por una serie de factores clave:

1. Especie a tratar.
2. Ubicación de la pradera donante (condiciones oceanográficas, climatológicas, tipo de sustrato, etc.).
3. Futura ubicación de las plantas adultas, brotes o semillas.
4. Metodología empleada, manual y/o mecanizada, a lo largo de todo el proceso.
5. Envergadura del proyecto.
6. Época del año.
7. Otros (experiencia del personal implicado, condiciones meteorológicas impredecibles, posibles, etc.).

Tal cantidad de factores a tener en cuenta dificulta enormemente la evaluación de cualquier tipo de restauración, haciendo incierto el grado de supervivencia que podrá obtenerse. Por otro lado, aún no hay estudios que demuestren la plena recuperación de la funcionalidad de una pradera trasplantada, la vuelta a su estado original recuperando el equilibrio natural.

Todas las metodologías empleadas se encuentran en continuo proceso de experimentación, desarrollo y mejora, tratando de focalizar la investigación en aquellas experiencias que muestran mayores índices de supervivencia. En el caso de los trasplantes de adultos, es muy elevada la mortalidad de los individuos, y, en los contados casos de éxito, los costes de las actuaciones, incluso en trasplantes a pequeña escala, impiden la aplicación de estas técnicas para restauraciones reales.

Investigación y nuevas metodologías

El principal problema que surge a la hora de plantear la restauración de una pradera submarina es el alto coste, tanto logístico como económico, al que hacer frente. Hasta hoy, ningún método de trasplante o siembra ha demostrado ser adecuado para restauraciones a gran escala. Los esfuerzos en la investigación de nuevas metodologías están enfocados a optimizar la efectividad de las técnicas empleadas, prestando especial atención al uso de semillas, por ser éstas más fácilmente manejables y resistentes, además de tratarse de técnicas no agresivas para la pradera donante. Por tanto, el uso de semillas para restauraciones a gran escala se presenta, a priori, como el método más efectivo y en el que

se están centrando numerosas investigaciones mundialmente.

Por otro lado, cabe destacar la atención que la investigación está prestando a los factores que condicionan el crecimiento y propagación de las praderas, como son luminosidad, nutrientes en el agua, tipo de sedimento y salinidad entre otros, que condicionarán qué lugares son o no adecuados para una futura restauración; estos factores determinarán el éxito de las actuaciones de restauración y que son, por tanto, objetivo de recientes experiencias de investigación.

Protección frente a recuperación

La restauración de praderas marinas, aún en fase experimental, está peligrosamente siendo utilizada como justificación para la reali-

zación de actuaciones agresivas en la costa, tomando como medida compensatoria a una agresión humana al medio, unas técnicas de restauración –frecuentemente trasplante de praderas enteras–, cuya viabilidad está aún por ser demostrada.

Obviamente, el trasplante de praderas a lugares distintos a los que se encontraban no puede ser considerado un sistema de recuperación o regeneración, ya que la pradera existente desaparece. Además, el trasplante suele hacerse a una zona donde la pradera no existe y en la que, en muchos casos, no ha existido nunca; lo que puede ser un indicativo de que no es un lugar óptimo para el desarrollo de esta especie, o que existen actividades desarrolladas por el hombre que impiden su crecimiento allí y que hay que abordar antes de realizar el trasplante.

Cabe destacar dos casos tristemente «famosos» de trasplante de praderas marinas amenazadas por grandes obras en el litoral español:

Por un lado, en aguas de la Comunidad Valenciana se ejecutó el trasplante a gran escala de una enorme pradera sana de posidonia (*Posidonia oceanica*) que se interponía a las obras de ampliación de un puerto deportivo. El grado de protección nacional e internacional con el que cuentan estas praderas obliga a la

Detalle de las finas hojas de la planta marina *Cymodocea nodosa*
© OCEANA Juan Cuetos





Pradera mixta de *Posidonia oceanica* (izda.) y *Cymodocea nodosa* (drcha.), donde se aprecian las diferencias de porte y color entre ambas especies
© OCEANA Juan Cuetos

búsqueda de soluciones que eviten la agresión a este importante ecosistema allí donde esté presente. Así, se puso en marcha una obra de grandes dimensiones para trasplantar todo un bosque sumergido a otro lugar, lejos del área de influencia de las obras proyectadas. El fracaso de tal experiencia ha sido tan rotundo, provocando la muerte de la práctica totalidad de las matas trasplantadas, que se ha llegado a la paralización de las obras de ampliación del puerto. En los tribunales se encuentra en estos momentos la demanda de la paralización definitiva de estas obras, avalada por los estudios de universidades e institutos de investigación.

Por otro lado, las obras de ampliación de un puerto industrial en el Archipiélago Canario se han encontrado igualmente ante el re-

chazo de ciudadanos, comunidad científica, ecologistas y, finalmente, el Tribunal Superior de Justicia de Canarias, por la gravedad del daño que se causaría a la pradera de la zona. En este caso se trata de una pradera de *Cymodocea nodosa* o sebadal, nombre que se da en el Archipiélago Canario a estas comunidades. Como en el ejemplo anterior, se propuso el trasplante de toda la pradera afectada a otro lugar, como medida compensatoria a la construcción del puerto, aunque nunca se llevó a cabo gracias a que el caso fue insistentemente cuestionado, teniendo en cuenta las nulas probabilidades de éxito del trasplante, actualmente inviables a gran escala. Las obras de este puerto también se encuentran paralizadas por la justicia e igualmente están a la espera de una resolución judicial que, de ser favorable a la continuación de las obras, condenaría a la desaparición a este ecosistema único.

Es bien sabido que las actividades humanas constituyen el principal factor de degradación de estos ecosistemas. Como ya se ha mencionado en epígrafes anteriores, la construcción de puertos comerciales, industriales y deportivos, diques de abrigo, playas artificiales y emisarios submarinos; el vertido de aguas residuales, de residuos o de salmuera procedentes de plantas desalinizadoras; e incluso la acción de determinadas artes de pesca –como el arrastre de fondo–



Estrellas de mar rojas (Echinaster sepositus) junto a mata de Posidonia oceanica
© OCEANA Sergio Gosálvez

Rodolitos de algas rojas calcáreas libres de la especie Lithothamnion corallioides, también llamados maërl, entre hojas de Cymodocea nodosa y Posidonia oceanica (al fondo) © OCEANA Sergio Gosálvez



y de cultivos marinos, han provocado el deterioro de algunas praderas y la desaparición de otras. En algunos casos, también es importante tener en cuenta causas naturales, como la acción de las corrientes o los temporales de invierno, capaces de provocar daños importantes en las praderas marinas.

Teniendo en cuenta la disminución acelerada de biodiversidad marina debido a la creciente pérdida de calidad de las aguas costeras, la aprobación y puesta en marcha de actuaciones y herramientas para la conservación y restauración de los ecosistemas sumergidos se plantea como un objetivo imprescindible y de urgencia. Esto puede conseguirse mediante la combinación de medidas que conlleven la protección de las praderas existentes: designación de áreas marinas protegidas, procedimientos reglamentarios enfocados a evitar la contaminación y eliminar artes de pesca destructivas como el arrastre, aplicación de sanciones, etc., y medidas que permitan la recuperación de áreas ya degradadas, como es el caso de la repoblación.

La aplicación conjunta de estrategias eficientes de protección y restauración es el único modo de detener la acelerada regresión que están sufriendo las praderas marinas y recuperar la biodiversidad perdida.

Ejemplos de restauración de praderas marinas

Ejemplo 1: Restauración de praderas de *Cymodocea nodosa* frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar (Almería)

Dentro de la línea de actuación que la Fundación Banco Santander tiene establecida para la recuperación de espacios naturales, y en consonancia con los objetivos de conservación del medio marino que tiene establecidos Oceana, se ha realizado el proyecto de siembra de semillas de *Cymodocea nodosa* en el entorno de Roquetas de Mar (Almería). A continuación se detallan las acciones llevadas a cabo durante los meses de julio y agosto de 2008.

Descripción de la zona de actuación

Las principales praderas de fanerógamas marinas en Almería se encuentran en el cabo de Gata o zonas aledañas (golfo de Vera y bahía de Almería). Fruto de un proyecto de investigación desarrollado por Oceana y la Fundación Banco Santander en el verano de 2006, se identificaron áreas con diferente grado de degradación y densidad de *Cymodocea nodosa*, lo que permitió, tras un análisis detallado, identificar y caracterizar las estaciones de restauración.

Las praderas de la zona de actuación, compuestas de *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* y *Zostera marina*, situadas en zonas abiertas y batidas, son similares a las que se pueden hallar en otras zonas del litoral cantábrico y atlántico español, por lo que la experiencia que se obtenga de esta intervención puede ser extrapolable a otros lugares. Ello proporciona importantes conocimientos para afrontar la conservación y recuperación de fanerógamas marinas no sólo en España, sino en todo su rango de distribución.



Largos rizomas de Cymodocea nodosa desenterrados y expuestos, probablemente por un reciente temporal, frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería © OCEANA Rafael Fernández



Alga tropical Asparagopsis taxiformis, invasora en los mares europeos, en pradera de Cymodocea nodosa frente al Paraje Punta Entinas-Sabinar, Almería © OCEANA Juan Cuetos



Ubicación de las estaciones de siembra y recogida de semilla de *Cymodocea nodosa* frente a Punta Elena y frente a Roquetas de Mar, en el entorno del Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar (Almería)



Efectos destructivos de la pesca de arrastre sobre una pradera de *Cymodocea nodosa*. Roquetas de Mar, Almería © OCEANA Juan Cuetos

Principal amenaza: la acción humana

En toda Andalucía, la franja costera está sometida a la presión de núcleos de población, instalaciones de agricultura intensiva –invernaderos– y turismo de masas que generan una gran presión urbanística. Todos estos efectos suponen un elevado coste ambiental, en cuanto a la degradación y el deterioro del paisaje litoral, de la calidad de las aguas, así como de la dinámica litoral y de la línea de costa. En concreto, la costa de Almería es una de las zonas, de todo el litoral mediterráneo, más afectadas por estas actividades humanas agresivas, degradando tanto ecosistemas terrestres como marinos.

Concretamente en la zona de actuación, el área marina comprendida entre Punta Sabinar y Punta Elena –ubicada esta última al Este del Paraje Natural–, se encuentra a pocas millas de dos áreas que ejercen una fuerte presión antrópica, como son las urbanizaciones de Roquetas de Mar y el puerto deportivo de Almerimar.

En la zona, durante el citado proyecto de investigación llevado a cabo por la Fundación Banco Santander y Oceana en 2006 en aguas españolas del Mediterráneo y Atlántico Sur, se documentaron algunas marcas de arrastre sobre praderas, así como una alta tasa de sedimentación que provocaba el enterramiento de las mismas en algunos lugares.

Medidas de protección aplicables a la zona de actuación

Los lugares de repoblación se encuentran, específicamente, en las proximidades del Paraje Natural de Punta Entinas-Sabinar, en el espacio comprendido entre El Ejido y Roquetas de Mar. Este Paraje Natural, con una superficie de 1.960 hectáreas, engloba la Reserva Natural del mismo nombre, que tiene una extensión de 785 hectáreas; fue declarado con la aprobación de la Ley 2/89 de la Junta de Andalucía. Con posterioridad se declaró por la Comunidad Europea como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA); además es una zona húmeda incluida en la Lista Ramsar, de la Convención sobre Humedales o Convención Ramsar.

En el caso del Convenio de Berna, relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, adoptado en 1979 bajo los auspicios del Consejo de Europa por la mayoría de los países de la cuenca mediterránea, los anexos no contaban en principio con ninguna especie florística marina, pero éstos fueron modificados en 1996, incluyendo tres de las cinco especies de magnoliófitas marinas del Mediterráneo (*Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica*, *Zostera marina*). Más específicamente, de entre los países europeos de la cuenca mediterránea, sólo Francia, Croacia y España cuentan en su legislación con normativa específica para la protección de *C. nodosa*.

Además de estas medidas de protección directa, el establecimiento de procedimientos reglamentarios enfocados a controlar los vertidos contaminantes (i.e. aplicación de los Protocolos del Convenio de Barcelona), a asegurar el tratamiento de residuos urbanos (i.e. aplicación de la Directiva 91/271/CEE), a luchar contra la eutrofización de las aguas (i.e. aplicación de la Directiva 91/676/CEE), a prohibir ciertas artes de pesca (i.e. aplicación del Reglamento (CE) n.º 1967/2006 del Consejo de 21 de diciembre de 2006) y a luchar contra la introducción de especies invasoras (i.e. aplicación de la Directiva 92/43/CEE), constituyen instrumentos importantes de protección indirecta de las praderas de fanerógamas marinas. Por otro lado, según el Anexo I de la Directiva Hábitats, que recoge los tipos de hábitats naturales para cuya protección deben designarse zonas de especial conservación, las praderas de *C. nodosa* quedarían indirectamente contempladas, por formar parte del hábitat 1110 Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina, poco profunda.

Se deben destacar, igualmente, algunas normativas referidas a los gobiernos autonómicos de algunas Comunidades Autónomas, como es el caso de Cataluña, Valencia y las Islas Baleares, de aplicación en el Mediterráneo español, que disponen de una protección eficaz de las magnoliófitas marinas (filo al que pertenecen las fanerógamas). En el caso de Cataluña, la Orden de 31 de julio de 1991 incluye protección de *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* y *Zostera noltii*. En la Comunidad Valenciana, la Orden de



El blenio de banda oscura (Parablennius rouxi) encuentra cobijo en la pradera de Posidonia oceanica. Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería © OCEANA Thierry Lannoy



Lenguado (*Solea solea*) mimetizado con el fondo fangoso circundante frente a Roquetas de Mar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez



Búsqueda de semillas en una pradera sana y densa de *Cymodocea nodosa*, frente al Paraje Punta Entinas-Sabinar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez

23 de enero de 1992 prohíbe la destrucción de las praderas de fanerógamas marinas por ser zona de interés pesquero y en el Govern Balear, la Orden de 21 de septiembre de 1993 regula la pesca, el marisqueo y la acuicultura sobre las praderas de fanerógamas.

Trabajo previo y preparativos

En el año 2006, a bordo del catamarán Oceana Ranger y en colaboración con la Fundación Banco Santander, Oceana desarrolló una investigación conjunta sobre las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. en el litoral mediterráneo. Gran parte de los trabajos se centraron en Almería dadas sus características, ya que se trata de una zona de transición mediterránea-atlántica, con una alta diversidad de endemismos y especies características de ambas regiones zoogeográficas. Las praderas de *Cymodocea nodosa* y *Zostera* sp. en la zona del litoral almeriense, al contrario de otras presentes en otros lugares como el Mar Menor, se encuentran en zonas abiertas y batidas, por lo que tienen mayor similitud con las que pueden encontrarse en otras zonas del litoral atlántico español.

El objetivo de esta investigación consistió en sentar las bases para el diseño de un programa de restauración ecológica de praderas marinas degradadas. Los resultados de tal colaboración se presentaron en el informe *Praderas sumergidas*. Durante dicha campaña pudo documentarse el estado de las praderas marinas, entre otras, del entorno de Roquetas de Mar, Punta Entinas-Punta Sabinar-Punta Elena, Balerna y Balanegra. Estas serían las ubicaciones escogidas, por sus particulares condiciones ecológicas, para el desarrollo de una siembra experimental a llevar a cabo durante el verano de 2008 y conjuntamente, de nuevo, entre la Fundación Banco Santander y Oceana.

Durante los meses previos al inicio de la siembra, se consultó a diversos científicos y técnicos experimentados en la materia y se reunió toda la documentación posible sobre experiencias anteriores de restauración de praderas marinas. Una vez diseñada la metodología de trabajo y preparados los materiales necesarios —equipos de buceo, requerimientos de personal y todo el material necesario para llevar a cabo la recolecta y siembra de frutos—, se

solicitaron a la Dirección General de Gestión del Medio Natural de la Junta de Andalucía los permisos que son necesarios para llevar a cabo la manipulación de una especie silvestre como es *Cymodocea nodosa*.

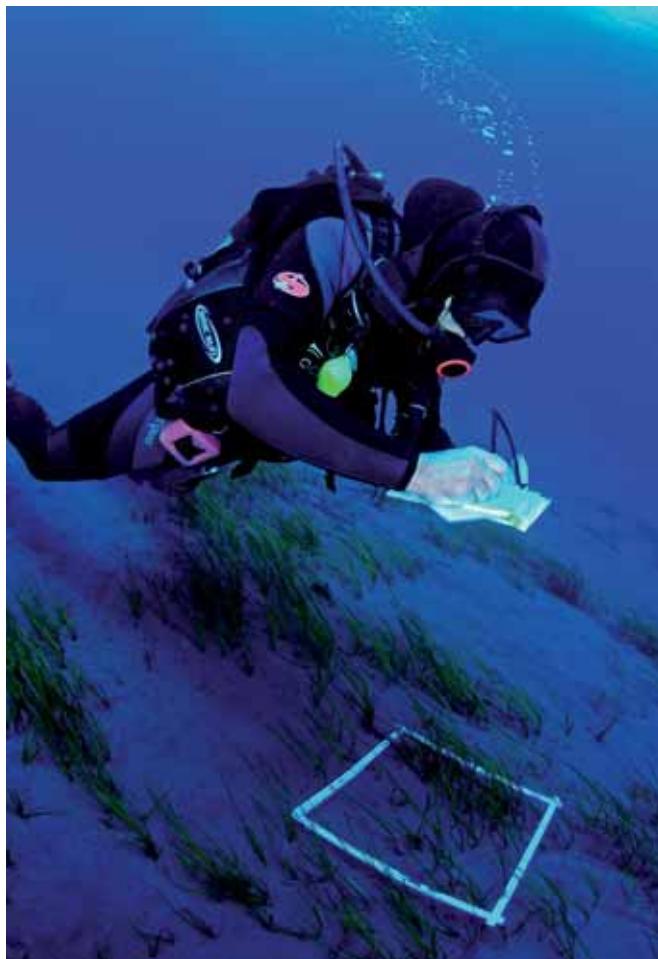
Las praderas de *Cymodocea nodosa* presentan una marcada estacionalidad, tanto reproductiva como de crecimiento y producción de biomasa. La fenología reproductora de esta planta ha sido estudiada en detalle. En los meses de primavera –entre marzo y junio–, cuando la temperatura del agua empieza a subir después de alcanzar los mínimos invernales, tiene lugar la floración. La producción de semillas tarda unos dos o tres meses en desarrollarse, haciendo que el momento óptimo de dispersión se concentre entre julio y agosto.

En las zonas donde la producción de semillas es alta, el nivel de viabilidad y germinación también se ha demostrado elevado, haciendo que más de la mitad de las semillas puedan llegar a dar lugar a una nueva planta. No obstante, la mortalidad de nuevas plantas y clones parece también importante, así como la depredación de semillas por invertebrados y peces, lo que limita las posibilidades de expansión de esta fanerógama. Como media se estima que las praderas de *C. nodosa* producen entre 200 y 600 semillas/m², aunque en algunas localidades, tanto mediterráneas (Italia) como atlánticas (Canarias), se han recolectado más de 1.000 o incluso hasta 2.000 semillas/m² al año. Siguiendo estos datos se estimó la cantidad de frutos necesarios para llevar a cabo esta actuación.

Recolección y siembra de semillas

1.ª Fase: Reconocimiento de las estaciones y búsqueda de semillas

Para documentar y determinar el estado de la pradera en la zona, se procedió al reconocimiento de los fondos frente a Balanegra y Balerma cubriendo un área de aproximadamente 400 Hectáreas, con el objetivo de localizar las zonas más propicias para la recolección de semillas. Se realizaron una serie de inmersiones en las zonas de pradera previamente identificadas como posibles donantes de semillas, para



Buceador tomando datos de densidad de la pradera de *Cymodocea nodosa* frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería
© OCEANA Sergio Gosálvez



Pradera rala de *Cymodocea nodosa* frente a la costa de Balerna y Balanegra, (Almería) © OCEANA Rafael Fernández

proceder a la siembra de las mismas inmediatamente después de su recogida.

En una zona con alta densidad de haces, alcanzando coberturas de más de un 80%, sobre todo entre los 9 y 13 metros de profundidad, documentada por Oceana en años anteriores, mediante GPS, mirafondos, ROV e imágenes satélite, se realizaron numerosos transectos de búsqueda paralelos a la costa. Tras sucesivas inmersiones en estos fondos frente a Balanegra y Balerna, apenas se hallaron unas manchas ralas y dispersas de lo que había sido una pradera densa y sana. Parece ser que debido a los temporales del invierno y a la acción de los arrastreros que faenan ilegalmente en la zona, la densa pradera documentada, sólo dos años atrás, ha desaparecido casi en su totalidad, arrancada o enterrada por la arena. Al menos en este caso, la elevada tasa de crecimiento de los haces de *C. nodosa* y que da a esta planta una resistencia muy elevada a condiciones adversas, no es suficiente para combatir las afecciones de origen natural o antrópico de la zona.

2.ª Fase: Recolección y siembra de semillas

A bordo del Oceana Ranger, se realizó, durante el mes de agosto, la recolección y siembra de semillas de *C. nodosa* en el entorno de Roquetas de Mar. Se eligieron dos localizaciones, frente a Roquetas de Mar y frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, que se caracterizan por tener distinto grado de degradación o alteración de sus praderas marinas (Tabla 3).

En una primera inmersión frente a la Urbanización Roquetas de Mar, al sur del Monumento Natural Arrecife-Barrera de *Posidonia oceanica*, se comprobó que la pradera de la zona apenas había producido semilla ese año. Frente a Punta Elena, tras varias inmersiones a profundidades entre 8 y 15 metros de profundidad se encontraron áreas con suficiente producción de semillas y, por tanto, aptas para la recolección (Tabla 3). Se recogieron un total de 813 semillas, las cuales aparecieron levemente enterradas, apenas 1 ó 2 centímetros en la mayoría de los casos, lo que facilitó su búsqueda y evitó el desenterramiento de los rizomas durante la recolección. Aún así, todos los buceadores portaron bolsas de tela para la recogida de arena de zonas próximas, por si hubiese sido necesario

cubrir rizomas que quedasen expuestos. Los frutos recogidos, semicirculares y aplanados, con una media de 9,98 milímetros de ancho y 12,82 milímetros de largo, fueron recogidos por los submarinistas en pequeñas bolsas de malla. Ya a bordo, permanecieron hasta la siembra –apenas unas horas– en recipientes con agua de mar y protegidos de la luz solar directa.

En las jornadas siguientes a la recolección de semillas, se realizó su siembra (Tabla 4). En base a la información obtenida de las grabaciones hechas por Oceana en años anteriores y mediante la ayuda de un mirafondos, se localizaron zonas idóneas, desprovistas de *C. nodosa* pero suficientemente cercanas a áreas pobladas, asegurando así que las condiciones del entorno son favorables para el desarrollo de las semillas.

En ambas localizaciones se sembró a dos profundidades distintas, resultando 4 puntos de siembra, lo que permitirá comparar el éxito de germinación de las semillas sembradas y



Una de las semillas de Cymodocea nodosa halladas semienterrada frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez



Estación de siembra de semillas de Cymodocea nodosa en aguas de Roquetas de Mar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez



Semilleros utilizados en la siembra para proteger a las semillas de las corrientes y la depredación, anclados al fondo mediante «patas» clavadas 40 cm al sustrato. © OCEANA Sergio Gosálvez



Instalación de semilleros en fondo fangoso frente a Roquetas de Mar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez

su adaptación a las diferentes condiciones de degradación y de profundidad. Así, en cada uno de los cuatro puntos, se colocaron anclados al sustrato 10 semilleros de plástico, separados entre sí aproximadamente 50 centímetros, en dos filas de 5 semilleros cada una.

Los semilleros consisten en cajas de plástico cuya base, que queda hacia la superficie, ha sido transformada en tapadera, para permitir la revisión periódica de la plantación y proteger los brotes de la depredación. En cada uno de los semilleros se colocaron manualmente 20 semillas a 2-3 centímetros de profundidad, agujereando el sustrato. Todos los semilleros fueron etiquetados indicando fecha, profundidad y estación de siembra. Una vez que las plántulas se hayan desarrollado y arraigado convenientemente, los semilleros serán retirados del mar.

Tabla 3. Estaciones de búsqueda y recolección de semillas

Localidad	Coordenadas	N.º Sem.	Prof.	Características
Roquetas de Mar	N 36° 46.000 W 002° 36.000	0	15 m	Pradera de <i>C. nodosa</i> y <i>P. oceanica</i> . Baja densidad. Fondo fangoso. Degradación baja.
Punta Elena	*N 36° 40.881 W 002° 39.665	273	13 m	Pradera de <i>C. nodosa</i> . Densidad media. Fondo arenoso con gravilla. Degradación baja.
Punta Elena	*N 36° 40.853 W 002° 39.723	540	13-15 m	Pradera de <i>C. nodosa</i> . Alta densidad. Fondo arenoso. Degradación baja.

* Puntos de inmersión. Las semillas fueron halladas en un radio de 25 m a partir de estos puntos.

Tabla 4. Estaciones de siembra de semillas

Localidad	Coordenadas	Prof.	Características
Punta Elena	N 36° 41.566 W 002° 39.307	8,8 m	Degradación media. Marcas antiguas de arrastreros. Pradera mixta (<i>C. nodosa</i> , <i>P. oceanica</i>). Fondos mixtos (arenosos, maërl, arrecifes de <i>Mesophyllum</i> sp.).
Punta Elena	N 36° 40.645 W 002° 39.347	17,3 m	Pradera mixta (<i>C. nodosa</i> , <i>P. oceanica</i>). Degradación media. Fondos mixtos (arenosos, maërl, arrecifes de <i>Mesophyllum</i> sp.).
Roquetas de Mar	N 36° 44.112 W 002° 36.287	10,7 m	Degradación alta Fondos arenoso-fangosos
Roquetas de Mar	N 36° 43.987 W 002° 36.290	14,5 m	Degradación alta Fondos arenoso-fangosos

Plan de seguimiento de estaciones de siembra y puntos de recogida de semillas

La revisión de las estaciones de siembra y los puntos de recogida de semillas se realiza periódicamente desde la primavera de 2009, coincidiendo con la época de germinación de las semillas. Se documentará la evolución de la plantación –tasa de germinación y desarrollo de las plántulas– así como de la pradera donante, para evaluar posibles afecciones al crecimiento por reproducción sexual de la pradera tras la retirada de algunas semillas, y afecciones a los haces, por alteración del sustrato durante la extracción de las mismas.

A partir de los datos obtenidos respecto al diseño de las estaciones de siembra, ubicación y tasas de germinación y supervivencia, se establecerán los patrones e indicadores de éxito de la experiencia piloto que ha supuesto esta actuación.

Conclusiones y propuestas

Según los datos obtenidos en los transectos de búsqueda de semillas, las praderas de *C. nodosa* del litoral almeriense se encuentran sometidas a grandes oscilaciones en su extensión y biomasa, tanto por la característica dinámica costera de este tramo de litoral como por la acción de los arrastreros que frecuentemente faenan de forma ilegal sobre estas praderas, arrasándolas directamente y produciendo una turbidez continuada en la columna de agua que dificulta el normal desarrollo de las fanerógamas de toda la zona circundante.

En esta actuación, 800 semillas de *C. nodosa* han sido sembradas, directamente tras su recolecta, en cuatro localizaciones del litoral almeriense, teniendo en cuenta distintas variables como profundidad y estado de salud de las praderas cercanas. La búsqueda, recolecta y siembra in situ de semillas de *C. nodosa* ha resultado ser un proceso sencillo y de fácil aplicación, comparado con otros métodos de restauración de este tipo de hábitats.

La restauración de praderas de *C. nodosa* mediante recolección de semilla y siembra directa en zonas degradadas es un proceso más sencillo y económico que otros métodos habituales en este tipo de actuaciones, como son la germinación de semillas en laboratorio y la plantación



Buceadoras de Oceana durante la siembra de semillas. En cada caja se sembraron 20 semillas, enterrándolas apenas 1 ó 2 cm en el sustrato.
© OCEANA Sergio Gosálvez



Jóvenes salmonetes de roca (*Mullus surmulletus*) alimentándose de pequeños invertebrados que viven entre las hojas de *Cymodocea nodosa*. © OCEANA Rafael Fernández

de heces recogidos directamente de la planta, además de menos dañino para la población donante. Este método se presenta, asimismo, por todo lo expuesto anteriormente, como idóneo para llevar a cabo repoblaciones a gran escala, una vez se logre determinar la metodología más adecuada.

La práctica inexistencia de experiencias de restauración a gran escala no permite obtener conclusiones determinantes, sea cual sea la metodología empleada, y, por tanto, la restauración de praderas marinas no puede considerarse por el momento como remedio a la regresión que sufren estos ecosistemas en la actualidad, más aún cuando no se pone freno a las actividades humanas que causan esta regresión. Existe además una falta muy acusada de conocimiento sobre el estatus real de las praderas de *C. nodosa*, tanto en el litoral almeriense como en el resto de su área de distribución, así como sobre la relevancia de la reproducción sexual en la proliferación de estas plantas, lo que ralentiza los esfuerzos enfocados en su conservación y recuperación.

La necesidad de asegurar la permanencia y recuperación de las praderas de *C. nodosa*, dada su demostrada importancia para el mantenimiento de la biodiversidad marina y la calidad del medio en las costas, parece motivo suficiente para proteger estos ecosistemas. La consideración como hábitat prioritario de los céspedes de *C. nodosa* en el Anexo I de la Directiva Hábitats, al igual que las praderas de *Posidonia oceanica*, quedaría así suficientemente justificada.

La reconocida falta de datos sobre el medio marino en general, y muchos de sus ecosistemas en particular, hace que su conservación y protección sean actualmente deficientes. En el caso de las praderas de *C. nodosa*, tanto por lo que se refiere a su estado real, distribución, grado de amenaza y regresión, así como a su biología y oportunidades de recuperación, ésta deficiencia es, si cabe, aún más acusada. Contar con suficiente información es necesario para planificar una correcta gestión de la especie y lograr, por tanto, su recuperación.

El relativo éxito obtenido en algunas experiencias piloto de trasplante de céspedes de *C. nodosa* llevadas a cabo en Portugal, Islas Canarias e Italia, sólo es aplicable para pequeñas áreas, debido a la elevada inversión económica y

logística que éstas conllevan. Resulta imprescindible, por tanto, aumentar la efectividad de las técnicas de trasplante, así como desarrollar metodologías menos costosas y agresivas y con mayor porcentaje de éxito. Este tipo de investigación debe ser considerado prioritario para poner freno a las actuales agresiones al medio costero, que toman como medida compensatoria unos trasplantes cuya viabilidad aún no ha podido ser demostrada ni, por tanto, aceptada por la comunidad científica. No obstante, el mejor medio para mantener las praderas marinas existentes sigue siendo su protección y evitar los factores que las degradan.

Son numerosas las investigaciones y experiencias que apuntan a la restauración mediante semillas como la más efectiva y menos dañina para la pradera donante. La información disponible respecto a la contribución de las semillas al mantenimiento y creación de céspedes de *C. nodosa* es aún muy escasa, y no permite conocer de antemano los posibles efectos negativos que la recolecta de semillas para restauraciones a gran escala puede ocasionar a la población original. Por este motivo, el progreso de este tipo de metodologías se ve limitado, siendo imprescindible fomentar la investigación en este campo.

La declaración de áreas marinas protegidas, allá donde esta especie está presente, es un medio para poner freno a las agresiones que causan su regresión, –pesca de arrastre, el anclaje de embarcaciones sobre las praderas, contaminación, etc.– y para potenciar la recuperación natural de las praderas degradadas. Este tipo de protección conlleva la vigilancia del área y la aplicación de sanciones ante las infracciones, que, de no llevarse a cabo, haría de su declaración como zona protegida papel mojado.

Concretamente, esta actuación ha sido llevada a cabo frente al litoral del Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar. Teniendo en cuenta que la existencia de praderas marinas ha sido en muchos casos decisiva para la declaración de zonas protegidas, este hecho debería impulsar la protección de las aguas frente al Paraje Natural, llevando los límites de este espacio natural más allá de la línea de costa, como mínimo hasta profundidades superiores a los 50 metros, para asegurar que todas las praderas marinas de este entorno quedan protegidas.



Pradera sana de *Cymodocea nodosa*, llamada sebadal en las Islas Canarias. © OCEANA Juan Cuetos

Ejemplo 2: Trasplantes experimentales de sebadales (*Cymodocea nodosa*) en aguas del Archipiélago Canario

En Febrero de 2005, el Instituto Canario de Ciencias Marinas (ICCM) puso en marcha un proyecto piloto, a pequeña escala, de trasplante de matas sanas –método del cepellón– de *Cymodocea nodosa* o seba, que estaban siendo afectadas por las obras de ampliación de un puerto en Gran Tarajal, Fuerteventura. Menos de la mitad (40%) de las plantas lograron sobrevivir al trasplante pasados unos meses, desestimando esta técnica como herramienta útil para evitar la pérdida de estos hábitats, según la evaluación de la experiencia presentada en el XIV Simposio Ibérico de Estudios de Biología Marina por los investigadores que la llevaron a cabo. Poco tiempo después, la supervivencia era prácticamente nula, incluso 0% en algunas zonas, como quedó patente durante la celebración del 1.º Taller de conservación de *Cymodocea nodosa* y restauración de su hábitat en Canarias.

Otra serie de experiencias de trasplante experimental han sido llevadas a cabo en aguas del archipiélago para la misma especie. *Cymodocea nodosa* está protegida por la legislación canaria, habiendo sido catalogada como «sensible a la alteración de su hábitat» por el Decreto 151/2001, de 23 de julio, por el que se crea el Catálogo de Especies Amenazadas de Canarias. En cumplimiento de este Decreto se procedió a la reubicación y trasplante de sebadales, elaborando un Plan de Conservación, así como la restauración de su hábitat. Estas investigaciones, llevadas a cabo por el ICCM, han sido relativamente exitosas en algunos sebadales de las islas de Gran Canaria y Lanzarote, aunque se estime necesaria la optimización de las técnicas empleadas para su aplicación a grandes áreas.

Otros trasplantes experimentales fueron llevados a cabo también en las islas de Gran Canaria y Tenerife, sobre sebadales igualmente afectados por grandes obras litorales. En ningún caso se ha podido demostrar la utilidad de los mismos para crear un hábitat similar al destruido por las obras.

Ejemplo 3:

Restauración de fondos marinos con *Posidonia oceanica* en aguas del Paraje Natural Acantilados Maro-Cerro Gordo (Málaga-Granada)

Como antecedentes de actuaciones de restauración en Andalucía cabe destacar la puesta en marcha, por la Delegación de Medio Ambiente de Málaga, del proyecto *Actuaciones prioritarias para la restauración de ecosistemas litorales en la provincia de Málaga*, para regenerar una hectárea de praderas marinas de *Posidonia oceanica* y *Zostera marina* en el Paraje Natural Acantilados Maro-Cerro Gordo. Con la restauración se pretendía conectar entre sí algunos restos de pradera original, tras la constatada destrucción provocada por la pesca de arrastre ilegal sobre fondos someros y la contaminación marina, dos potentes factores de regresión de praderas marinas, muy presentes en la zona. Los resultados de esta experiencia todavía no han sido publicados.



Ejemplo 4: Trasplante de *Posidonia oceanica* por ampliación del Puerto de Roquetas de Mar (Almería)

Tras el anuncio de ampliación del Puerto de Roquetas de Mar, la Junta de Andalucía puso en marcha el trasplante de una pequeña pradera de posidonia que se encontraba en la zona de actuación y, por tanto, condenada a la desaparición. En este caso se trata de un experimento con doble objetivo: probar de nuevo la viabilidad/inviabilidad de un trasplante en el mar y, por otro lado, utilizar estas plantas como indicadores de la recuperación, o no, de la calidad de unas aguas que habían sido contaminadas por vertidos industriales en zonas con pradera de posidonia. Lamentablemente, las difíciles condiciones oceanográficas de la zona, donde fuertes corrientes y temporales son frecuentes, imposibilitaron el desarrollo del trasplante.

Poliqueto Mesochaetopterus rogeri, en los fondos fangosos de Roquetas de Mar, Almería © OCEANA Sergio Gosálvez

Ejemplo 5: El Proyecto ERPO: Estructuras de Regeneración de *Posidonia oceanica*

Muy recientemente se ha puesto en marcha un proyecto de restauración financiado por el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, consistente en el diseño y construcción de un prototipo de semilleros biodegradables que serán instalados directamente en el fondo marino. En ellos se sembrarán semillas de posidonia recogidas en la orilla o directamente de la superficie del mar, para lo que se están realizando estudios de floración de posidonia y deriva de sus semillas con las corrientes.

Las estructuras conformadas por los semilleros deberán ser suficientemente fuertes para resistir condiciones ambientales extremas, como temporales de invierno y zonas de fuerte oleaje y corrientes. El objetivo de la investigación es aumentar las posibilidades de restauración de praderas marinas, reduciendo los elevados costes económico y logístico, que vienen marcando la viabilidad de los métodos empleados hasta el momento.

Los participantes en el proyecto son ocho entidades universitarias y científicas: el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, la Universidad Politécnica de Catalunya, la Universidad de Murcia, el Centro Internacional de Investigación de Recursos Costeros, el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, el Centro de Estudios Avanzados de Eivissa y Formentera, el Centro de Interpretación del Mar de Sant Antoni y la empresa Active Generation. Las investigaciones están en curso y para 2010 se deberán tener parámetros sobre la eficacia de las estructuras, para que puedan ser instaladas en el medio marino.



*Pradera de Posidonia oceanica y una vaca (Serranus scriba), pez común en las costas europeas. Ille Rousse, Córcega
© OCEANA Houssine Kaddachi*

Ejemplos internacionales de restauración de praderas

Estados Unidos fue el primer país en poner en marcha experimentos de restauración de praderas marinas, ya en la década de los cuarenta. Pero es en las últimas décadas cuando se han realizado los mayores esfuerzos, siendo muy amplia la lista de experiencias de restauración, lo que ha llevado al desarrollo de maquinaria especializada que reduzca los costes en distintas fases del proceso. La mayor parte de dichas experiencias se dan en aguas tranquilas de lugares como Florida y Virginia entre otros, y en su mayoría con plantas de *Zostera* sp., registrándose en este último lugar proyectos excepcionalmente exitosos de restauración con semilla de *Zostera* sp.

En Australia, constatada una acusada regresión de sus praderas por actividades industriales agresivas principalmente, se están realizando grandes esfuerzos por recuperar la biodiversidad perdida, trabajando con varios tipos de pradera, entre ellas de *Zostera* sp. y *Posidonia* sp. Diferentes metodologías manuales y mecanizadas están siendo desarrolladas y testadas, sin obtener resultados satisfactorios hasta hoy.

También Japón y Corea han centrado sus esfuerzos mayoritariamente en la especie *Zostera* marina, muy presente en sus costas, investigando sobre distintos factores que afectan al desarrollo de las plantas trasplantadas, como son el tipo de sedimento, tipo de anclaje y estación del año; además, se ha experimentado con procesos manuales y mecanizados, obteniendo mayor supervivencia de las plantas en los primeros, pero los altos costes y daños a las praderas donantes no han logrado ser solventados.

Grupo de adultos y jóvenes delfines comunes (Delphinus delphis), grandes beneficiados de la productividad de las praderas marinas en todo el mundo. Cabo Peñas, Asturias © OCEANA Jesús Renedo



Ya en Europa, *Zostera* sp., *Cymodocea nodosa* y especialmente *Posidonia oceanica*, por su condición de planta endémica del Mar Mediterráneo y formadora de muy densas praderas en importante regresión, han sido objeto de múltiples experimentos. Italia, Francia, Portugal, además de España, cuentan en sus aguas con algunas experiencias de trasplante de plantas adultas. Los experimentos con semillas son aún escasos, aunque cabe destacar experiencias como el proyecto LIFE BIOMARES en Portugal, donde semillas de *Cymodocea nodosa* están siendo germinadas en laboratorio y trasplantados los brotes obtenidos al medio marino, con el fin de aumentar la diversidad genética de las praderas amenazadas de la zona.

Bibliografía

- Aguilar R., Pastor X., de Pablo M.J. (2006): *Hábitats en peligro*. OCEANA-Fundación Biodiversidad.
- Aula del mar de Málaga (1998): *Praderas de fanerógamas marinas en el litoral andaluz*. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.
- Björk, Mats et al. (2008): *Managing Seagrasses for Resilience to Climate Change*. - IUCN, Gland, Switzerland.
- Borde A.B., O'Rourke L.K., Thom R.M., Williams G.W. (2004): *National Review of Innovative and Successful Coastal Habitat Restoration*. Battelle Memorial Institute.
- Borum J., Duarte C. M., Krause-Jensen D. y Greve T.M. (2004): *European seagrasses: an introduction to monitoring and management*. The M&MS project, Copenhagen.
- Bouderesque C. F., Meinesz A., Ledoyer M. y Vitello P. (1994): *Les herbiers á phanerogames marines 98-118*. In *Les biocénoses marines et litorales de Méditerranée synthèse, menaces et perspectives* (Bellan-Santini D., Lacaz J. C. & C. Poizat) Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris.
- Buia M. C. y Mazzella I. (1991): *Reproductive phenology of the Mediterranean seagrasses Posidonia oceanica (L.) Delile, Cymodocea nodosa (Ucria) Aschers, and Zostera noltii Hornem*. *Aquat. Bot.*, 40: 343-362.
- Cancemi G., Buia M. C. y Mazzella L. (2002): *Structure and growth dynamics of Cymodocea nodosa meadows*. *Sci. Mar.*, 66 (4): 365-373.
- Caye G. y Meinesz A. (1986): *Experimental study of seed germination in the seagrass Cymodocea nodosa*. *Aquat. Bot.*, 26: 79-87.
- Costanza R., d'Arget R., de Groot R., et al. (1997): *The value of the world's ecosystem services and natural capital // Nature*.
- Cunha A. (2008): *Projecto BIOMARES LIFE 06/NAT/P/000192. Relatório não técnico*. Centro de Ciências do Mar.
- Curiel D., Scarton F., Rismondo A., y Mrzocchi M. (2003): *Transplanting seagrasses in the Lagoon of Venice: Results and perspectives*. Proceedings of the Sixth International Conference on the Mediterranean Coastal Environment, MEDCOAST 03, E. Özhan (Editor), 7-11 October 2003, Ravenna, Italy. Vol 2: 853-864.
- Duarte C. M. y Sand-Jensen K. (1990): *Seagrass colonization: biomass development and shoot demography in Cymodocea nodosa patches*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 67: 97-103.
- Duarte C. M. y Sand-Jensen K. (1990): *Seagrass colonization: patch formation and patch growth in Cymodocea nodosa*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 65: 193-200.
- Fonseca M. S., Denworthy W.J., Cheap K. M., Curran C. A. y Thayer G. W. (1984): «A low-cost transplanting technique for shoalgrass (*Halodule wrightii*) and manatee grass (*Syringodium filiforme*)», Instruction Report EL-84-1, US Army Engineer Waterways Experiment Station, Vick-

- burg, Miss., prepared by National Marine Fisheries Service under contract to Environmental Laboratory.
- Fonseca Mark S. et al. (1998): Guidelines for the Conservation and Restoration of Seagrasses in the United States and Adjacent Waters. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 12. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, MD. 222 pp.
- Ganassin C. y Gibbs P.J. (2007): A review of seagrass planting as a means of habitat compensation following loss of seagrass meadow. NSW Department of Primary Industries – Fisheries Final Report Series No. 96. 41 pp., ISSN 1449-9967.
- Green E.P, Short F.T, eds. (2003): World Atlas of Seagrasses. Berkeley: University of California Press.
- Greenpeace. Trasplante Letal (2008).
- Luque A.A. y Templado J. (Coords) (2004): *Praderas y bosques marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía. Sevilla, 336 pp.
- Moreno D., Guirado J. (2006): Nuevos datos sobre la floración, fructificación y germinación de fanerógamas marinas en Andalucía. Acta Botánica Malacitana 31, 51-72.
- Orth R. J., Harwell M. C., Bailey E. M., Bartholomew A., Jawad J. T., Lombana A. V., Moore K. A., Rhode J. M., Woods H. E. (2000): A review of issues in seagrass seed dormancy and germination: Implications for conservation and restoration. Mar. Ecol. Prog. Ser. 200:277-288.
- Orth R., Marion S., Granger S., y Traber M. (2008): Restoring eelgrass (*Zostera marina*) from seed: A comparison of planting methods for large-scale projects. SAV Technical Notes Collection. ERDC/TN SAV-08-1. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center.
- Orth R.J., Carruthers T.J.B., Dennison W.C., Duarte C.M., Fourqurean J.W., James W., Heck Jr H.K., Hughes A.R., Kendrick G.A., Kenworthy W.J., y otros (2006): A global crisis for seagrass ecosystems. Bioscience 56: 987-996.
- Pastor X., Aguilar R. y de Pablo M. J. (2007): Praderas sumergidas. OCEANA-Fundación Santander Central Hispano.
- Pavón-Salas N., Garrido M. y Haroun R. (1998): Distribution and structure of seagrass meadows in Las Canteras Beach, Las Palmas, Canary Islands (Spain) Bol. Mus. Mun. Funchal., 50 (289): 107-115.
- Pearce D. (1998): Auditing the Earth. The value of World's ecosystem services and natural capital. Environment 40: 23-28.
- Pirhc H., Buia M. C. y Mazzella L. (1986): Germination and seed development of *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson under laboratory conditions and «in situ». Aquatic Botany, 26: 181-188.
- Reyes J. y Sansón M. (1994): Morfología y anatomía de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) en praderas de El Médano (Tenerife, Islas Canarias), Vieraea, 23: 43-64.
- Reyes J., Sansón M. y Afonso-Carrillo J. (1995): Distribution and reproductive phenology of

- the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botany* 50: 171-180.
- Rismondo A., Curiel D., Marzocchi M. y Scattolin M. (1997): Seasonal pattern of *Cymodocea nodosa* biomass and production in the lagoon of Venice. *Aquatic Botany*.
- Ruiz de la Rosa M., García N., Zarranz M., Manent P., Domínguez R., Gritón M., Louzara G., y González N. (2006). Preliminary results of experimental evaluation about different methods of transplanting *Cymocodea nodosa* in the Canary Islands. *Bio. Mar. Medit.* (2006): 13 (4): 267-271.
- Seddon S. (2004): Going with the flow: Facilitating seagrass rehabilitation. *Ecological Management & Restoration* 5, 167-176.
- Tuya F., Martín J.A., Luque A. (2007): Ciclo estacional de una pradera marina de *Cymodocea nodosa* y la ictiofauna asociada en Playa Dorada (Lanzarote, Islas Canarias, Atlántico oriental).
- Virnstein R.W. y Morris L. J. (1996): Seagrass preservation and restoration: a diagnostic plan for the Indian River Lagoon. St. Johns River Water Management District, Palatka, FL, USA. Technical Memorandum 14.
- Wear R. J. (2006): Recent advances in research into seagrass restoration. Prepared for the Coastal Protection Branch, Department for Environment and Heritage. SARDI Aquatic Sciences Publications No. RD04/0038-4. SARDI Aquatic Sciences, Adelaide.

Webs

CSIC (www.csic.es)
Institut d'Ecologia Litoral (www.ecologiaitoral.com)
Ecologistas en Acción (www.ecologistasenaccion.org)
Fundación Banco Santander (www.fundacionbancosantander.com)
Instituto Canario de Ciencias Marinas (www.iccm.rcanaria.es)
Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (www.marm.es)
Centro de Murcia del Instituto Español de Oceanografía (www.mu.ieo.es)
Plataforma Praderas Marinas de las Axarquía (www.praderasmarinasaxarquia.es)
Universidad de Alicante (www.ua.es)
BIOMARES (www.ccmr.ualg.pt/biomares/proyecto_biomares.html)
Centre d'Océanologie de Marseille (www.com.univ-mrs.fr/gisposi/)
University of Rhode Island (www.edc.uri.edu/restoration/html/tech_sci/restsea.htm)
Seagrass Outreach Partnership (www.flseagrass.org/restoration.php)
IUCN (www.iucn.org)
NOAA Restoration Center (www.nmfs.noaa.gov/habitat/restoration/)
OCEANA (www.oceana.org)
Seagrass (www.seagrasses.org)
Seagrass Net (www.seagrassnet.org)
Seagrass Watch (www.seagrasswatch.org)
WCMC (www.unep-wcmc.org/marine/seagrassatlas/index.htm)
VIMS (www.vims.edu/features/programs/sav.php)
World Seagrass Association (www.worldseagrass.org)
WWF (www.wwf.es)

Las fanerógamas marinas son plantas superiores, con raíces, tallos y hojas, adaptadas a vivir en el medio marino –normalmente hasta 40 metros de profundidad– y con capacidad de producir flores verdaderas, frutos y semillas, debiendo ser diferenciadas de las algas, de estructura más sencilla y con las que frecuentemente son confundidas. La presencia de praderas de fanerógamas convierte el fondo marino en área de reproducción, guardería de alevines y zonas de descanso y resguardo para numerosas especies de peces. También se puede observar en estos ecosistemas una gran diversidad y abundancia de macrofauna invertebrada, como bivalvos y crustáceos, así como pequeños invertebrados y microalgas.

La pérdida de praderas marinas conlleva un descenso de productividad y biodiversidad dinámica costera, disminución de la calidad de las aguas litorales, falta de oxigenación, inestabilidad del sustrato, pérdida de arena en las playas y reducción de recursos pesqueros. Por tanto, la conservación de estos ecosistemas es determinante para la salud del medio de este Manual de Desarrollo Sostenible, y la Fundación Banco Santander quiere ayudar a la conservación de estos singulares ecosistemas, difundiendo su papel en la salud del mar y la costa, al tiempo que se presentan algunos ejemplos de restauración de estas imprescindibles praderas.

SOSTENIBILIDAD

ISBN-13: 978-84-92543-09-0



9 788492 543090