

# Restauración de angiospermas marinas: legislación y metodología

**Sara Gavara Doñate**

**Trabajo de Fin de Grado**

Grado en Ciencias ambientales

**Tutor y Cotutor:**

**José Lucas Pérez-Lloréns**

**María del Pilar Donat Torres**

**Universidad de Cádiz (UCA)**



## **Resumen**

Las angiospermas marinas son plantas adaptadas a vivir en el medio marino, con raíces, hojas y tallos. Presentan un crecimiento clonal y su reproducción puede ser tanto sexual como asexual. Ocupan grandes extensiones de los fondos litorales, formando praderas de gran complejidad, dependientes de los factores ambientales. Son consideradas especies de alto valor ecológico, debido a que proporcionan beneficios como el refugio para muchas especies, protección de la línea de costa, secuestro de carbono y producción de oxígeno entre otros. En la actualidad, están experimentando una disminución a nivel mundial debido a la actividad antropogénica, causante de su deterioro por vertidos y actividades en zonas costeras, así como el cambio climático o la presencia de especies invasoras. Por ello es necesaria su protección a través de figuras legales, mediante su inclusión en catálogos de especies amenazadas/protegidas, además llevar a cabo una serie de medidas de gestión y conservación a través del seguimiento, la mitigación y técnicas de restauración. En el presente trabajo, una vez tratados los aspectos legislativos y de gestión/conservación se expone un ejemplo concreto de actuación como es el de restauración por semillas.

**Palabras clave:** angiospermas marinas, conservación, gestión, praderas marinas, protección, restauración, seguimiento.

**Abstract**

Seagrass are plants adapted to live in the marine environment, with roots, leaves and stems. They present a clonal growth and sexual and asexual reproduction. They thrive in large areas of coastal bottoms, forming meadows of great complexity, dependent on environmental factors. They are considered species of high ecological value, since they provide benefits as the proportion of refuge for many species, protection of the shoreline, carbon sequestration and production of oxygen, among others. Currently seagrass are experiencing a worldwide decrease due to anthropogenic activity, causing its deterioration by pollution discharges and activities in coastal areas, as well as climate change or the presence of invasive species. Therefore their protection is required throughout legal figures, by including them in lists of endangered/protected, as well as to implement management and conservation measures through monitoring, mitigation and restoration techniques. In the present paper, once treated the legislative and management/conservation aspects, a concrete action example is exposed as the restoration by seeds.

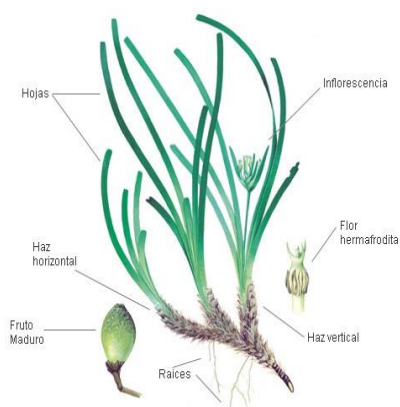
**Keywords:** conservation, management, marine angiosperms, monitoring, protection, restoration, seagrass.

## ÍNDICE

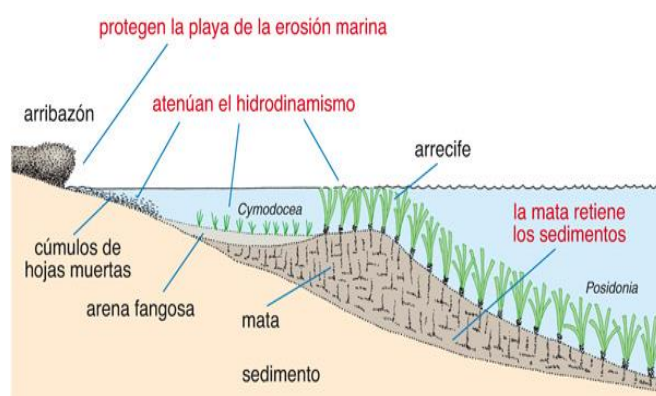
1. Introducción .....	4
2. Objetivos .....	7
3. Antecedentes .....	7
4. Metodología .....	8
4.1 Búsqueda bibliográfica.....	8
4.2 Análisis del material bibliográfico .....	9
4.2.1 Legislación: Internacional, Europea y Nacional .....	9
4.2.1.1 A nivel internacional .....	9
4.2.1.2 A nivel Europeo .....	10
4.2.1.3 A nivel nacional .....	11
4.2.2 Gestión y conservación .....	12
4.2.2.1 Monitoring.....	12
4.2.2.2 Mitigación .....	18
4.2.2.3 Técnicas de Restauración.....	19
4.2.2.4 Escalas de tiempo para la recolonización.....	22
4.2.2.4 Consideraciones del trasplante .....	23
5. Caso de estudio .....	23
5.1 Descripción de la zona de actuación .....	24
5.2 Trabajo previo y preparativos .....	24
5.3 Recolección y siembra de semillas.....	24
6. Conclusiones .....	27
7. Bibliografía .....	28

## 1. Introducción

Las angiospermas marinas son plantas con predecesores terrestres bien adaptadas a vivir en el medio marino (Borum & Greve, 2004), confundidas fácilmente con algas, pero a diferencia de estas, las angiospermas tienen tejidos bien diferenciados que forman raíces, hojas y tallos (Figura 1). Las raíces permiten la incorporación de nutrientes del sedimento y la fijación de las plantas (Pérez-Lloréns *et al.*, 2012). Desarrollan su ciclo biológico en el mar (den Hartog & Kuo, 2006), gracias a distintas adaptaciones al medio marino. Entre estas, cabe destacar la existencia de un sistema subterráneo de rizomas y raíces bien desarrollado para poder vivir en ambientes con elevada hidrodinámica, la capacidad de polinización hidrófila, la existencia de un sistema lacunar para facilitar el transporte de oxígeno entre haces y raíz-rizomas y la presencia de hojas con cutículas reducidas, carentes de estomas y con los cloroplastos situados en la epidermis para optimizar la captación de luz (Hemminga & Duarte, 2000). La estructura celular, la morfología y los patrones de crecimiento en las angiospermas marinas son muy uniformes en todas las especies. Son organismos modulares compuestos por unidades básicas que se van repitiendo durante el crecimiento clonal o vegetativo mediante la elongación del rizoma. El crecimiento del rizoma es tanto horizontal como vertical, y en sus entrenudos y/o extremos se encuentran agrupadas en haces (Figura 1). Se reproducen tanto de forma sexual (son espermatófitas, con flores o inflorescencias generalmente poco vistosas que producen frutos y semillas), como de forma asexual, mediante fragmentación, capaz de regenerar una nueva planta (Marbà *et al.*, 2004).



**Figura 1. Partes de una angiosperma marina.**  
Fuente: Jordi Corbera, extraído del libro “Praderas y Bosques Marinos de Andalucía”



**Figura 2. Angiospermas marinas como protección del litoral.**  
Fuente: Jordi Corbera, extraído de la Guía didáctica “El mar a fondo”

Actualmente hay descritas unas 250.000 especies de angiospermas, pero solo unas 60 especies son marinas (Pérez-Lloréns *et al.*, 2012), de las cuales sólo 4 son nativas de las aguas europeas, estando, presentes también en el litoral español. Se trata de *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Cymodocea nodosa* y *Posidonia oceanica*. Para más información ver anexo.

No se puede considerar a las angiospermas marinas como un grupo taxonómico sino como un grupo funcional o ecológico de especies con orígenes distintos (Waycott *et al.*, 2006). Se trata de un grupo poco diversificado, pero a pesar de ello ocupan grandes extensiones de los fondos litorales formando praderas con una gran complejidad estructural y riqueza biológica (Pérez-Lloréns *et al.*, 2012). El crecimiento y distribución de las praderas marinas son controlados por la física, la química y las propiedades biológicas del medio en el que viven. Dependen de la luz, los nutrientes y el carbono inorgánico, los cuales son esenciales para la fotosíntesis. Además también necesitan un sustrato adecuado, una exposición moderada y una temperatura conveniente para su distribución (Greve & Binzer, 2004). Son consideradas especies ingenieras (Coleman & Williams, 2002) porque son constructores de hábitats de los que dependen numerosas especies. Tienen un gran valor instrumental ya que nos proporcionan innumerables beneficios, son muy conocidas por sus usos tradicionales en el relleno de colchones y almohadas, como aislantes, como compost, como combustible además de proporcionarnos recursos medicinales y cosméticos (Font-Quer, 1990; Pérez-Lloréns *et al.*, 2012). Otros beneficios indirectos importantes son los recursos pesqueros, ya que proporcionan hábitat a muchas especies, les sirven de alimento y como área de reproducción y protección contra la depredación. También contribuyen a la purificación y destoxificación del agua, además de proteger la línea de costa de la erosión y favorecer la sedimentación del material particulado (Figura 2). Por otro lado, la utilización de nutrientes y producción de oxígeno, la transformación y acumulación de sustancias orgánicas e inorgánicas, o el secuestro de carbono, contribuyen a mitigar los efectos de la eutrofización, la contaminación costera y el calentamiento global (Mateo *et al.*, 2006; McGlathery *et al.*, 2007).

Sin embargo, hay evidencias crecientes de que las praderas actualmente están experimentando una disminución global principalmente debido a la perturbación humana, como el daño físico directo y el deterioro de la calidad de agua (Hemminga & Duarte, 2000). En la actualidad se ha estimado una pérdida de superficie de

angiospermas marinas de 33.000 km<sup>2</sup>, un 18 % del área documentada, tanto por efecto directo e indirecto de actividades humanas (Duarte *et al.*, 2004). La pérdida de estas poblaciones igualmente se puede dar por causas naturales como es el caso del hongo *Labyrinthula*, causando la “wasting disease”, por el cual las hojas generalmente maduras sufren una infección que les genera unas manchas de color marrón oscuro o negro que cubre la totalidad de la hoja en cuestión de semanas. Son mucho mayores las pérdidas de estas praderas marinas debido a la actividad antropogénica. En las zonas costeras se desarrollan múltiples actividades cuyos efectos en el medio causan su deterioro, como pueden ser los vertidos urbanos e industriales, la acuicultura, los vertidos de salmuera, la pesca de arrastre, el marisqueo, el fondeo de embarcaciones o la modificación de la línea de costa mediante la construcción de todo tipo de infraestructuras urbanas, turísticas o industriales (Sánchez-Lizaso *et al.*, 2015) o incluso la introducción de especies invasoras, que compiten con estas praderas marinas por el espacio y los recursos (Duarte *et al.*, 2004). Estas actividades derivadas de la actividad humana, provocan la alteración directa de las zonas costeras, los cambios en el uso de la tierra y la entrada de sedimentos, nutrientes y aguas residuales, así como los efectos sobre el clima (ver anexo). La subida del nivel del mar, en particular, puede ser una causa importante de su disminución (Duarte, 2002). En la Figura 3 se observan los cambios globales de las angiospermas marinas a nivel global identificados con colores, así se muestra la pérdida (rojo), el incremento (verde) o si no se detecta cambio (amarillo). Ante la imparable pérdida de estas comunidades, se han incrementado las diferentes políticas de mitigación y conservación de estas comunidades, con el consecuente aumento de áreas protegidas para paliar su deterioro y pérdida, en la medida de lo posible, al igual que se han proporcionado directrices para los programas de seguimiento, gestión, conservación y restauración de las praderas marinas de todo el mundo.

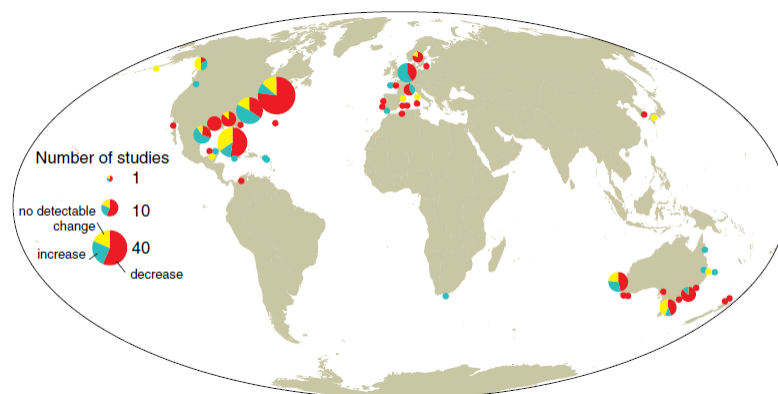


Figura 3. Mapa global indicando los cambios de las praderas de angiospermas. Fuente: Waycott *et al.*, 2009

## **2. Objetivos**

Los objetivos planteados en este trabajo de fin de grado han sido fundamentalmente los siguientes:

- 2.1 Comparación de la normativa Internacional, Europea y Nacional que gestiona el grado de protección, gestión y conservación de las angiospermas marinas.
- 2.2 Identificación de las distintas medidas de gestión y restauración de las praderas de angiospermas marinas, incluyendo un caso de estudio.

## **3. Antecedentes**

En este apartado se utilizan como referencia algunos trabajos e informes realizados anteriormente por distintos autores que pretenden dar una introducción básica al seguimiento, gestión y restauración de las praderas marinas.

En 1998 se elaboró una guía con directrices para la conservación y restauración de praderas marinas en los Estados Unidos y aguas adyacentes, estas fueron desarrolladas por Mark Fonseca del laboratorio de Beaufort de la NOAA, junto con Jud Kenworth y Gordon Thayer, con el financiamiento del Programa Oceánico Costero de la NOAA. El documento presenta una visión general de la conservación y restauración en los Estados Unidos, discute importantes cuestiones que deben abordarse en la planificación de proyectos de restauración de praderas marinas, describe diferentes metodologías de plantación, propone criterios para el seguimiento y medios para evaluar el éxito, y discute los problemas generados por la gestión de los recursos.

En 2004, se publica “European seagrasses: an introduction to monitoring and management”, el cual forma parte del proyecto (M&M). Los autores de este libro, Jens Borum, Carlos M. Duarte, Dorte Krause-Jensen y Tina M. Greve, compilan y presentan información básica sobre la importancia de las angiospermas marinas, los factores que controlan su actuación, las amenazas y las escalas temporales para su recuperación. El objetivo de este proyecto ha sido el de realizar una investigación de las praderas europeas respecto a su dependencia del agua, la calidad del sedimento y su respuesta a las condiciones ambientales.



En 2016, se ha publicado el Atlas de las praderas marinas de España. En los últimos años las praderas marinas han llegado a conseguir un gran protagonismo en las costas españolas. Esto deriva de su importancia ecológica y en el valor de sus funciones y servicios. Sin embargo, la creciente pérdida de estas praderas y su desconocimiento por parte de la población es muy grande. Por ello, existe la necesidad de crear este Atlas de praderas marinas de todas las costas de las regiones litorales de España. Es una pieza clave para la conservación de las praderas marinas de España, una herramienta de trabajo útil en todos los ámbitos de la gestión de la biodiversidad y los recursos marinos.

#### **4. Metodología**

##### **4.1 Búsqueda bibliográfica**

Para la realización de este trabajo se ha hecho una búsqueda bibliográfica. Esta búsqueda es necesaria para la obtención de la información más relevante en el contexto de este trabajo. Posteriormente, se ha realizado una selección y una comparación de documentos científicos, cuyo único objetivo es el conocimiento de la importancia y valor de las praderas marinas. También nos proporcionan el conocimiento de las causas de su actual regresión y las técnicas más apropiadas para su conservación, gestión y restauración. Los métodos de búsqueda bibliográfica son esenciales para la realización de todo tipo de investigaciones y trabajos científicos.

En primer lugar, se ha indagado en diferentes motores de búsqueda con palabras clave para encontrar la información necesaria y adecuada. Los buscadores utilizados han sido google académico, Science Direct, Mendeley o Scopus entre otros. Estos buscadores disponen de artículos y libros científicos y, en este caso, a partir de palabras clave como seagrass, restoration, management, mitigation, *Posidonia oceanica*, se ha encontrado información apropiada para llevar a cabo esta labor.

Aparte de la información obtenida, también se ha revisado la legislación. Una vez encontrada la información apropiada, el siguiente paso es la lectura de toda ella con la selección específica de los aspectos más relevantes para este trabajo. A partir de la información seleccionada y con los objetivos establecidos se emprende el siguiente trabajo.

## **4.2 Análisis del material bibliográfico**

En la actualidad la extensión de los problemas ambientales y la degradación de los espacios naturales han llevado a una mayor preocupación y sensibilización de nuestra sociedad que demanda un medio ambiente de calidad. Por ello, la protección de especies y ecosistemas a través de figuras legales, mediante su inclusión en catálogos de especies amenazadas/protegidas o estableciendo áreas protegidas, es una herramienta para la conservación del medio ambiente y de la biodiversidad. El reconocimiento internacional, nacional y regional de la importancia ecológica, ambiental y económica de las praderas de angiospermas marinas ha dado lugar al establecimiento de diversas medidas de protección en muchas partes del mundo.

### **4.2.1 Legislación: Internacional, Europea y Nacional**

#### **4.2.1.1 A nivel internacional**

Existen una serie de tratados para la conservación de las angiospermas marinas.

El Convenio de Berna 82/72/CEE del Consejo, de 3 de diciembre de 1981, referente a la celebración del Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural de Europa, considera a las especies *Posidonia oceanica*, *Zostera marina* y *Cymodocea nodosa* como especies de flora estrictamente protegida (Guillén & Otero, 2015).

El convenio sobre la protección del medio marino del Atlántico Nordeste, o convenio OSPAR, suscrito en París el 22 de septiembre de 1992, fue el resultado de refundir dos convenios anteriores: el convenio de Oslo para la prevención de la contaminación marina provocada por vertidos desde buques y aeronaves, y el convenio de París para la prevención de la contaminación marina de origen terrestre. Fue ratificado por España mediante instrumento de 25 de enero de 1994. El Convenio OSPAR entró en vigor en 1998. Abarca el Cantábrico y las aguas atlánticas de la península ibérica (región IV OSPAR). En él se declara como especies amenazadas o en declive a las praderas de *Cymodocea nodosa* y de *Zostera* spp (Resolución OSPAR 2008-6) y se propone a los estados miembros una serie de recomendaciones de actuaciones y medidas para mejorar el estado de conservación de estos hábitats (Guillén & Otero, 2015).

El Convenio de Barcelona o Convenio para la protección del medio marino y la región costera del Mediterráneo de 1975 junto con sus posteriores protocolos incluye diversos anexos para la protección de hábitats y especies. En su anexo II del Protocolo referido a las Zonas Especialmente Protegidas y a la Diversidad Biológica en el Mediterráneo refiere entre las especies en peligro o amenazadas, *Zostera marina*, *Zostera noltei*, *Posidonia oceanica* y *Cymodocea nodosa* (Decisión IG.20/5).

Según la más reciente evaluación para la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Naturaleza parece indicar que *Posidonia oceanica* podría clasificarse como especie “Casi Amenazada” y las poblaciones mediterráneas de *Cymodocea nodosa*, *Zostera noltei*, *Zostera marina*, *Halophila decipiens*, *Rupia cirrhosa* y *Rupia maritima* en la categoría de “Preocupación Menor”. Además la primera lista roja de hábitats llevada a cabo en el Mediterráneo y Europa, también parece señalar que las praderas de *Posidonia oceanica* tendrían una categoría de hábitat en estado “Vulnerable” y que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto (Guillén & Otero, 2015).

#### **4.2.1.2 A nivel Europeo**

La Directiva Hábitats de la Unión Europea (92/43/CEE del 21/05/1992), relativa a la conservación de los hábitats naturales de fauna y flora silvestres, y su posterior adaptación a través de la directiva 97/62/CE del 27 de octubre de 1997 (Guillén & Otero, 2015). Incluye en el anexo I como hábitats prioritarios las praderas de *Posidonia oceanica* (hábitat 1120) y las lagunas costeras (hábitat 1150). Además de otros hábitats naturales de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de zonas de especial conservación (ZEC) como pueden ser los bancos de arena cubiertos permanentemente por agua marina poco profunda (hábitat 1110), llanos fangosos o arenosos que no están cubiertos de agua cuando hay marea baja (hábitat 1140) y grandes calas y bahías poco profundas (hábitat 1160).

La Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) del parlamento europeo y del consejo de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, pretende conseguir un buen potencial ecológico y un buen estado químico de las masas de agua, para ello evalúa la calidad ecológica de las masas de agua costeras del Mediterráneo a través de indicadores basados en el estado de

salud de las angiospermas marinas *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa* o *Zostera noltei*.

Más reciente, la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina (2008/56/CE ) del parlamento europeo y del consejo de 17 de junio de 2008, establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino, los estados miembros deberán adoptar las medidas necesarias para lograr o mantener un buen estado medioambiental del medio marino para el año 2021. Esta directiva europea incluye también las angiospermas marinas como elementos de valoración del buen estado ambiental, complementando así la Directiva Marco del Agua en diversos aspectos. Su coordinación puede alcanzar un mayor control sobre las actividades humanas que amenazan la conservación de las praderas marinas.

#### **4.2.1.3 A nivel nacional**

La Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, del 13 de diciembre, establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad española, en la que en su Anexo I las praderas de *Posidonia oceanica* son un tipo de hábitat de interés comunitario cuya conservación requiere la designación de Zonas de Especial Conservación. Por tanto, la presencia de esta especie es motivo suficiente para la designación de espacios de la red Natura 2000, que contribuyan al mantenimiento o restablecimiento del estado de conservación favorable de los hábitats naturales en su área de distribución natural. Uno de los principios inspiradores de esta ley, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, y sin duda de los más trascendentes, es la preservación de la diversidad biológica y genética, de las poblaciones y de las especies.

El Real Decreto 139/2011, del 4 de febrero, para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas indica que las poblaciones de *Zostera noltei* de Canarias son recogidas como especie vulnerable en el Catálogo Español de Especies Amenazadas mientras que *Zostera marina*, *Zostera noltei* del Atlántico y del Mediterráneo y *Posidonia oceanica* se encuentran en el Listado de Especies silvestres en Régimen de Protección Especial (Guillén & Otero, 2015).

El Reglamento (CE) N° 1967/2006 del consejo de 21 de diciembre de 2006 relativo a las medidas de gestión para la explotación sostenible de los recursos pesqueros en el mar Mediterráneo. Dentro del capítulo II, en el artículo 2 define lecho de vegetación marina como una zona en que el lecho marino se caracteriza por la presencia predominante de fanerógamas, o donde dicha vegetación ha existido y plantea la necesidad de medidas de restablecimiento. El término colectivo "lecho de vegetación marina" designa las especies *Posidonia oceanica*, *Cymodocea nodosa*, *Zoostera marina* y *Zoostera noltei*. Dentro del artículo 4 queda prohibida la pesca con redes de arrastre, dragas, artes de trampa, redes de cerco con jareta, redes de tiro desde embarcación, jábegas o redes similares por encima de los lechos de vegetación marina constituida, en particular, por *Posidonia oceanica* u otras fanerógamas marinas.

A nivel más restrictivo encontramos el regional, ya que debe cumplir tanto la legislación europea como la legislación nacional, además de la de su propia comunidad autónoma. Como es el caso de la Comunidad Valenciana, en la Orden de 23 de enero de 1992, de la Conselleria d'Agricultura i Pesca, para la regulación de las actividades sobre las praderas de fanerógamas marinas.

#### **4.2.2 Gestión y conservación**

El establecimiento de una legislación adecuada para la protección de las angiospermas marinas es un efecto positivo alcanzado por el ser humano (Duarte, 2002). Sin embargo, hay tres acciones clave para la conservación efectiva de las angiospermas marinas: 1) el desarrollo de una red de seguimiento a nivel mundial (monitoring), 2) la mitigación, reduciendo el impacto de las actividades antrópicas y por último, 3) la restauración, revertiendo todo el daño posible que ha sido causado a estas especies.

##### **4.2.2.1 Monitoring**

Son programas de vigilancia creados para enfrentar las pérdidas y proporcionar información sobre la tendencia y estado actual de las angiospermas marinas. Los primeros programas de seguimiento fueron iniciados en Australia, USA y Francia en los 80. En la actualidad más de 40 países han desarrollado programas que supervisan más de 2000 praderas marinas de todo el mundo (Figura 8). Algunos de esos programas son llevados a cabo por científicos y personal técnico y otros por voluntarios (Duarte *et al.*, 2004).

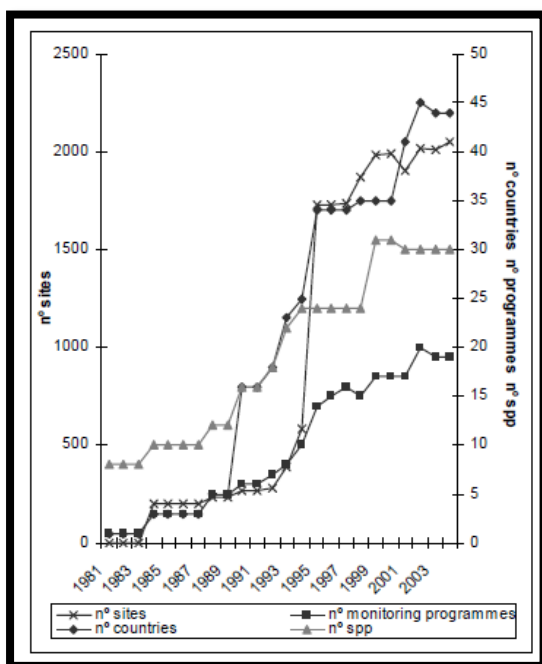


Figura 8. Evolución de los programas de seguimiento. Fuente: Duarte *et al.*, 2004

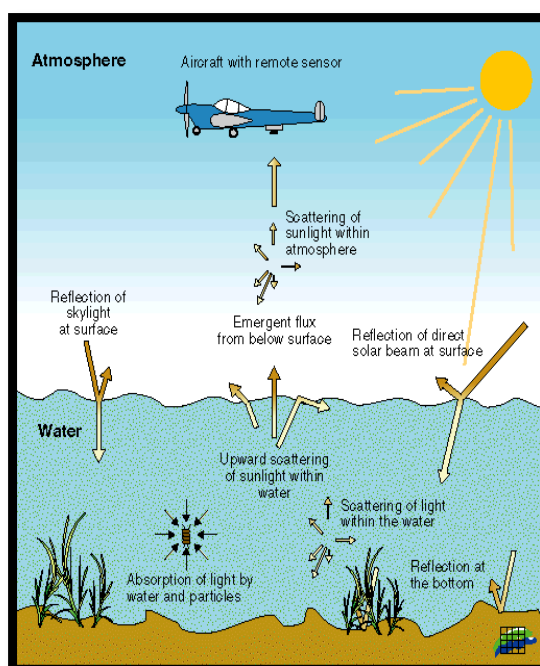


Figura 9. Sensores remotos para ver las características del fondo. Fuente: <http://www.dmu.dk/rescoman/Project/Backgrounds/challenges.htm>

Durante un programa de seguimiento se pueden evaluar diversos indicadores. Los indicadores de distribución y abundancia sirven para determinar el status actual; el seguimiento de procesos, genética y composición química para predecir la futura tendencia de estas praderas; y el seguimiento de la calidad del hábitat sirve tanto para determinar el status actual como para predecir escenarios futuros.

### Indicadores de distribución

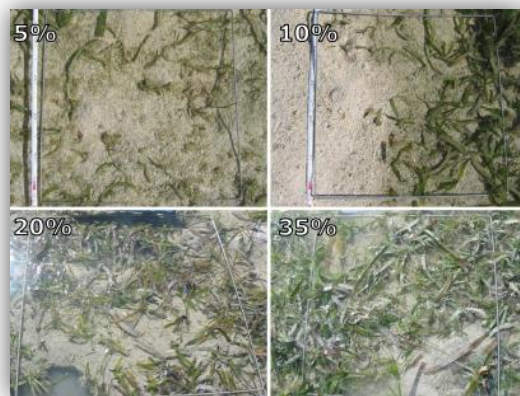
Dentro de los indicadores de distribución encontramos presencia/ausencia, área de distribución y límites de profundidad de las angiospermas marinas. El área de distribución está altamente conectada con la presencia/ausencia de estas especies, por tanto pueden usarse métodos similares para su seguimiento. Se evalúan la distribución y presencia/ausencia de angiospermas marinas usando varios métodos de mapeo como son imágenes de satélites, fotografías aéreas, vídeos o una combinación de ellos (Figura 9). También los límites de profundidad se pueden obtener con estos métodos y pueden ser definidos con alta precisión si los sensores de profundidad son buenos y si la profundidad del agua es correcta dependiendo del nivel del mar en el tiempo de muestreo. Se trata de un método no destructivo que puede ser repetido con el tiempo en

la misma localización. Además, con esta información se puede evaluar el potencial máximo del área de distribución de las praderas y su futura expansión (Krause-Jensen *et al.*, 2004). Los problemas que puede generar esta técnica son, por un lado, las aguas turbias o profundas que pueden limitar la interpretación de las imágenes, y por otro lado, las acumulaciones de mejillones, piedras o macroalgas que pueden ser confundidas con las praderas de angiospermas marinas y, por tanto, afectar también a su interpretación.

### **Indicadores de abundancia**

Los principales indicadores de abundancia son la cobertura, la biomasa y la densidad de haces. Son los más utilizados en los programas de seguimiento para determinar la abundancia de las angiospermas marinas y detectar cambios. Las observaciones directas con buzos son el método más común pero se tarda mucho tiempo si se trata de grandes áreas. Por esta razón, en áreas extensas se utilizan la teledetección (Figura 9), con alternativas ópticas como las fotografías a través de un satélite o acústicas como el sonar de barrido lateral (Duarte *et al.*, 2004).

La cobertura describe el porcentaje del sustrato cubierto por plantas (Figura 10). Está controlada por la luz y es dependiente de la profundidad. El área de estudio puede ser delimitada en zonas o definida como cuadrados de un determinado tamaño. El porcentaje de cobertura puede ser estimado visualmente por un buzo (Figura 11). Además esta técnica no es destructiva. Por otra parte, la biomasa es el peso (medido como peso fresco o peso seco) de las praderas por m<sup>2</sup> de sedimento que ocupan y de ese modo proporciona una medida de la abundancia de las praderas marinas a lo largo del gradiente de profundidad. Para ello se realiza una extracción de las angiospermas marinas dentro del marco de muestreo. La desventaja que presenta es que es un método destructivo, además de costoso. La densidad de haces es el número de haces de las praderas por m<sup>2</sup> de sedimento que ocupa y puede ser estimada junto con el indicador de biomasa. Se trata de una técnica no destructiva si el recuento haces se lleva a cabo antes de que las muestras sean extraídas, o una técnica destructiva si se cuentan los haces una vez extraídas las muestras (Krause-Jensen *et al.*, 2004).



**Figura 10. Porcentaje de cobertura de las angiospermas marinas. Fuente:**  
[http://www.seagrasswatch.org/Methods/2012/Fieldbooklets/SW\\_Field\\_booklet\\_Torres\\_Stra](http://www.seagrasswatch.org/Methods/2012/Fieldbooklets/SW_Field_booklet_Torres_Stra)



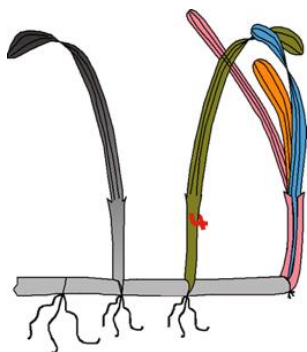
**Figura 11. Estimación visual por buzo**  
Fuente:[https://seascope6.files.wordpress.com/2013/09/m07-3\\_09\\_rachel-recording-from-quadrat2\\_ri\\_lr.jpg](https://seascope6.files.wordpress.com/2013/09/m07-3_09_rachel-recording-from-quadrat2_ri_lr.jpg)

### Indicadores de procesos

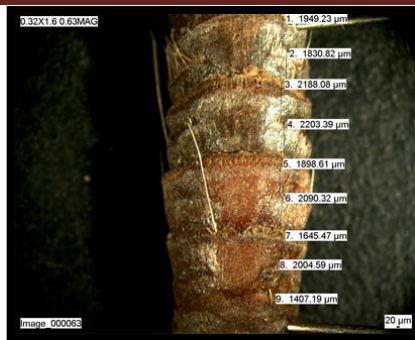
Los indicadores de procesos indican el crecimiento y la historia demográfica de las praderas, para detectar un cambio incipiente o en curso y para evaluar la capacidad de la población para adaptarse a un entorno cambiante (Kennedy *et al.*, 2004). Los indicadores de procesos más usados son las tasas de reclutamiento y mortalidad de haces, las tasas de elongación foliar y tasas de crecimiento del rizoma vertical.

Las tasas de reclutamiento y mortalidad de haces se estiman directamente a partir de la tasa de crecimiento neto de la población, revelando así si una población está en expansión, está en declive o permanece estable. Dependen de la especie en cuestión y las condiciones ambientales, además, pueden ser evaluadas a través de técnicas retrospectivas y el constante censo de haces. En cuanto a las tasas de elongación foliar (Figura 12), permiten conocer como de favorables son las condiciones del ambiente para el crecimiento de las praderas marinas. Para estimar la longitud de las hojas se utilizan distintas técnicas de marcaje, por ejemplo, usando una marca en la parte baja del exterior de la vaina de la hoja, así, se puede calcular la longitud de la parte nueva de las hojas (Kennedy *et al.*, 2004). Por último, las tasas de crecimiento del rizoma vertical (Figura 13) pueden ser estimadas retrospectivamente debido a que la planta crece, y a la vez, su rizoma produce hojas nuevas que al caer dejan una cicatriz en el mismo, así es posible determinar el crecimiento vertical y la producción foliar anual del haz en los últimos años o incluso décadas (Duarte *et al.*, 1994).





**Figura 12. Tasa elongación foliar.**  
**Fuente:** Gestión y conservación de praderas marinas



**Figura 13. Tasa crecimiento vertical de *Posidonia oceanica*.** Fuente: Elena Díaz Almela.

### Indicadores de composición isotópica y química

Entre estos indicadores se consideran el contenido de nutrientes y la composición isotópica estable del nitrógeno y azufre en los tejidos de las plantas. Los elementos que se suelen medir en los tejidos de las angiospermas marinas son carbono (C), el nitrógeno (N) y el fósforo (P), tanto en hojas, rizomas y raíces, para así obtener la información nutricional de las praderas y la relación C: N: P. Esta relación nos ofrece información de la posible limitación del crecimiento por N y P bajo condiciones de eutrofización en el agua o en el sedimento (Kennedy *et al.*, 2004). Debido a la baja sensibilidad y alta variabilidad estacional, los contenidos de nutrientes de los tejidos no pueden ser parámetros de rutina dentro del programa de seguimiento. Además, se trata de un método destructivo (Kennedy *et al.*, 2004).

Los isótopos estables de nitrógeno en las angiospermas marinas sirven principalmente para evaluar las fuentes de nitrógeno en el hábitat (fertilizantes, aguas residuales, acuicultura...) más que para estimar índices de calidad de las praderas. Los isótopos estables de azufre en angiospermas marinas sirven para detectar una posible intrusión de sulfuro en las raíces, y por tanto detectar condiciones de un sedimento de baja calidad ambiental, con abundante materia orgánica, anóxico y poco apto para el desarrollo de las praderas de angiospermas marinas (Kennedy *et al.*, 2004).

### Indicadores de diversidad

La degradación del hábitat puede causar la pérdida de diversidad genética, y como consecuencia, reducir el potencial de las poblaciones para sobrevivir y adaptarse a los cambios en las condiciones ambientales (Kennedy *et al.*, 2004). Igualmente, la

caracterización de las diferencias geográficas entre las poblaciones es crítica para entender si la recuperación de una pradera puede depender de poblaciones vecinas o a la hora de elegir poblaciones donantes para la restauración. La detección de reducciones recientes en la diversidad genética o en el flujo de genes entre poblaciones puede ser un indicador de deterioro de condiciones ambientales.

### Calidad del hábitat

Una gran cantidad de variables pueden afectar a la calidad del hábitat de las angiospermas marinas. Algunos indicadores de los cambios son la calidad del agua y las variables climáticas, la sedimentación, los epífitos y las proliferaciones de macroalgas y especies clave de fauna (Krause-Jensen *et al.*, 2004).

Los parámetros más importantes de la calidad del agua que afectan al crecimiento de estas plantas son la concentración de nutrientes, la atenuación de la luz y la salinidad. Otras variables más específicas de la calidad del agua que afectan al crecimiento son la concentración de materia orgánica disuelta y particulada; las concentraciones de O<sub>2</sub> y H<sub>2</sub>S (Figura 15); y la concentración de sustancias tóxicas. Debido a la gran variabilidad de estos parámetros, deben medirse con frecuencia en un programa de seguimiento rutinario. Existen también otras variables climáticas que pueden afectar al crecimiento, siendo las más relevantes la temperatura del agua, la precipitación y escorrentía, la insolación y la velocidad y dirección del viento. La tasa de sedimentación total de las partículas orgánicas en suspensión puede ayudar a evaluar el estado de las praderas marinas. Esta tasa de deposición de partículas en suspensión se puede estimar con trampas de sedimentación (Figura 14) (Krause-Jensen *et al.*, 2004).



Figura 14. Trampa de sedimentación. Fuente: Mika Noguera, IMEDEA



Figura 15. Peces asociados a las praderas. Fuente: <http://cram.org/catalogo-de-especies/fondos-marinos/fanerogamas-marinas/praderas-de-posidonia/>

Los epífitos están presentes en los ecosistemas de las praderas marinas cuando existen elevadas concentraciones de nutrientes en el agua (Figura 16). Además, la presencia de la macroalga verde del género *Caulerpa*, puede ser usada como indicador del deterioro de la calidad del sedimento. Las praderas marinas acogen una gran diversidad de especies de fauna, las cuales pueden usarse como indicadores de la calidad de estos hábitats. Se pueden encontrar erizos que son consumidores habituales de estas plantas, peces que son residentes permanentes en las praderas, moluscos y pájaros que se alimentan en la zona intermareal (Figura 15). (Krause-Jensen *et al.*, 2004).

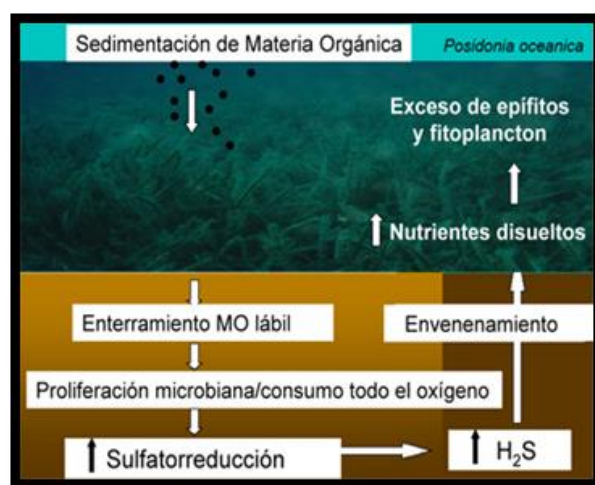


Figura 16. Cadena de procesos y consecuencias desencadenadas por un enriquecimiento de materia orgánica. Fuente: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem>.

#### 4.2.2.2 Mitigación

Debido a que los principales factores que afectan a la pérdida de las praderas marinas están relacionados principalmente con la gestión de las zonas costeras y el aumento de la presión antrópica, se pueden llevar a cabo una serie de actuaciones para su conservación. Dentro de las actuaciones de mejora se pueden destacar la mejora de los sistemas de depuración de aguas, asegurar la instalación y el mantenimiento de las boyas de fondeo, preservar e instalar arrecifes artificiales para la prevención de pesca de arrastre ilegal y realizar programas de gestión de arribazones para que no se incremente la erosión de las playas.

Existe la necesidad de que la sociedad manifieste una actitud positiva hacia la conservación de las angiospermas marinas y sus hábitats. Especialmente en sectores cuya actividad pueda suponer una agresión a estos ecosistemas si se practica de manera inadecuada, principalmente el sector agrícola, el pesquero o el turístico. La mejora en estas prácticas puede ayudar a la conservación de estas especies. Además, se deben mantener las líneas de investigación que sigan trabajando en la protección de estas especies. Para ello se pueden realizar estudios para determinar la capacidad de carga de los usos del litoral para poder hacer una explotación y uso sostenible de los recursos marinos, la modelización de los efectos del cambio climático sobre las angiospermas y el desarrollo de estrategias de mitigación para su protección. Además de un seguimiento constante a nivel global.

#### **4.2.2.3 Técnicas de Restauración**

Debido a que la colonización natural de las praderas marinas es lenta, se puede acelerar este proceso con distintas técnicas de restauración de las angiospermas marinas. Los procesos de restauración se han introducido en todo el mundo, siendo pioneros Australia y Estados Unidos y más tarde llevados a Europa. Para el éxito del trasplante hay que tener en cuenta, por una parte, el emplazamiento. Sólo debe hacerse en áreas deterioradas por acciones antrópicas y nunca realizarlos si la pérdida ha sido natural o donde nunca ha habido praderas. Por otra parte, tener en cuenta los factores naturales como la disponibilidad de luz, la turbidez del agua, los niveles de nutrientes, la tasa de sedimentación, la calidad y estabilidad del sedimento, la intensidad de la corriente, el oleaje, la profundidad y la temperatura para que la restauración tenga éxito (Christensen *et al.*, 2004).

Existen distintas técnicas de restauración de las angiospermas marinas, pero éstas pueden agruparse en el trasplante de plantas adultas y la siembra por semillas. La primera opción, el trasplante de plantas adultas, consiste en la obtención de individuos a partir de una pradera que actúa como donante. Existen distintos métodos de trasplantes. Uno de ellos son los “Plugs” (Figura 17), que son tubos de PVC o de un material similar, de varias medidas que sirven para extraer las plantas, rizomas y sedimento para ser transportado a la zona donde se trasplantará. Los tubos se insertan en el sedimento y

con la ayuda de una pala se extrae y se mantiene en una bolsa, donde se conserva hasta su plantación en un hoyo realizado previamente (Fonseca et al., 1998).

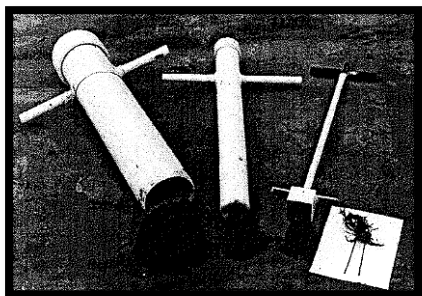


Figura 17. Método "Plug". Fuente: Fonseca et al., 1998

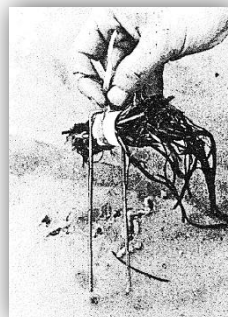


Figura 18. Método "Staple". Fuente: Fonseca et al., 1998

Otro es el método "Staple" ("grapa") (Figura 18), se trata de piezas de metal en forma de U, que ayudan a las plantas a mantenerse en el sedimento. Las plantas son extraídas de la pradera donante con una pala o a mano y se mantienen en agua hasta el momento del trasplante. Los rizomas se colocan debajo del "Staple" y se sujetan con una tira de papel, finalmente en el momento de plantarlas se colocan los rizomas de forma horizontal, tal y como ocurre en la naturaleza (Fonseca *et al.*, 1998); En el método "Peat Pot" (Figura 19), las plantas son extraídas de las praderas donantes como en el método "Plug" e introducidas en macetas biodegradables que posteriormente se trasplantan al sedimento que se quiere restaurar (Fonseca *et al.*, 1998). Una vez en el sedimento, los laterales de la maceta deben ser rasgados para permitir la propagación de los rizomas (Christensen *et al.*, 2004). Otro método es el "TERFS" (Transplanting Eelgrass Remotely with Frame Systems) (Figura 21), el cual es una modificación del método "Staple", los rizomas son atados con tiras de papel biodegradable a una parrilla metálica que es depositada en el fondo, una vez que los brotes hayan arraigado y el papel se haya desintegrado, la parrilla es recuperada (Fonseca *et al.*, 1998); Aparte de estas técnicas, también se pueden extraer fragmentos de plantas con rizoma y sedimento, llamados "Tepes" y ser posteriormente trasplantados en otra zona, a mano o de forma mecánica. La forma mecánica es llevada a cabo por una máquina sumergible llamada ECOSUB 1 y ECOSUB 2 (Figura 20) que corta los "tepes", y sin salir del agua lo transporta a la zona de recuperación, finalmente lo trasplanta en un hoyo en el sedimento (Paling *et al.* 2001a).



Figura 19. Método "Peat Pot". Fuente: Fonseca et al., 1998



Figura 20. ECOSUB. Fuente: Michael hannam, Seagrass Restoration

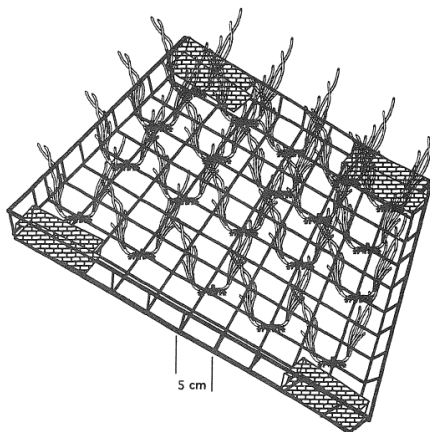


Figura 21. Método "TERFS". Fuente: Fonseca et al., 1998

La segunda opción, la siembra por semillas (Figura 22), tiene la ventaja de ser un método que genera el mínimo impacto en la población de donantes y además es una técnica poco laboriosa y más económica. Normalmente las semillas son recolectadas de forma manual de los brotes de los individuos maduros. Una vez obtenidas pueden sembrarse directamente de forma manual, desde un bote o caminando en mareas bajas por la zona a restaurar. Las semillas son relativamente pesadas, por tanto, sedimentan rápidamente. Sin embargo, factores como la no germinación o la depredación pueden hacer que esta técnica sea inviable (Christensen *et al.*, 2004). Las semillas pueden mantenerse en el laboratorio e inducir su germinación, manteniéndose en tanques con condiciones ambientales adecuadas de temperatura y salinidad hasta su uso. Otro sistema de siembra es el Buoy-Deployed Seeding (Figura 23) es una técnica sencilla desarrollada para simular la habilidad natural de los haces reproductivos maduros de *Zostera marina* de liberar las semillas en un periodo de pocas semanas, ya que consiste simplemente en colocar una cantidad estándar de haces reproductivos en una bolsa con una luz de malla mayor de 2 cm atadas por un extremo a una boya, y por el otro a un bloque de cemento que sirve como ancla, por lo que de manera natural las semillas se liberan en un sitio conocido (Pickerell *et al.* 2006).



Figura 22. Semillas de *Zostera marina*. Fuente: University of Rhode Island



Figura 23. BUDS. Fuente: Pickerell *et al.*, 2006

#### 4.2.2.4 Escalas de tiempo para la recolonización

Las angiospermas marinas difieren considerablemente en las escalas de tiempo de recolonización debido a sus diferencias en la reproducción sexual, las tasas de elongación horizontal y la dispersión por semillas. Se considera que la recolonización de *Zostera* spp. y *Cymodocea nodosa* es un fenómeno relativamente rápido, que puede extenderse desde meses a pocos años. El proceso de recolonización de *Posidonia oceanica* es mucho más lento, involucra escalas de tiempo que van desde una década a varios siglos. Por tanto, la pérdida de especies de *Zostera* y *C. nodosa* puede considerarse reversible, mientras que la pérdida de *P. oceanica* debe considerarse un proceso irreversible (Cunha *et al.*, 2004). En tabla 1 se muestran ejemplos de tasas de formación de “patches” (rodales) de las angiospermas marinas y en la tabla 2, se muestran las tasas de elongación horizontal de las diferentes especies.

Tabla 1. Ejemplos de tasas de formación de “patches” de angiospermas marinas. Fuente: Cunha *et al.*, 2004

Especies	Tasa de formación	Fuente
<i>Zostera marina</i>	100 patches ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	(Olesen & Sand-Jensen 1994)
<i>Cymodocea nodosa</i>	45 patches ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	(Duarte & Sand-Jensen 1990)
<i>Posidonia oceanica</i>	3 patches ha <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup>	(Meinesz & Lefèvre 1984)

Tabla 2. Tasas de elongación horizontal. Fuente: Cunha *et al.*, 2004

Especies	Tasa de elongación horizontal
<i>Zostera marina</i>	0.1-0.9 m/año
<i>Zostera noltei</i>	0.44-1.68 m/año
<i>Cymodocea nodosa</i>	0.09-2 m/año
<i>Posidonia oceanica</i>	0.02-0.08 m/año

#### 4.2.2.4 Consideraciones del trasplante

El trasplante de angiospermas marinas es un trabajo laborioso y costoso. El coste varía dependiendo de algunos factores como el material utilizado, la profundidad del agua, el tipo de sedimento o la perturbación o pérdida del material trasplantado que puede requerir de nuevo una replantación. Además, la obtención de brotes y semillas puede afectar negativamente a las praderas donantes, aunque se considera que la recolección de semillas puede ser menos dañina para la planta donante. Por último la evaluación del éxito del trasplante requiere de un programa de seguimiento durante un tiempo, por lo tanto también puede ser un proceso muy largo y costoso (Christensen *et al.*, 2004).

Desde hace años se recurre al trasplante de angiospermas como solución a su pérdida. Sin embargo, las experiencias obtenidas a nivel mundial no garantizan su utilidad y eficiencia debido a múltiples factores, como son la especie, la zona geográfica o las características de la zona.

### 5. Caso de estudio

En este apartado se expondrá un ejemplo de experiencia piloto de restauración llevado a cabo en España por la Fundación Banco Santander y Oceana, dentro de Manuales de Desarrollo Sostenible para la Restauración de Praderas Marinas. El caso elegido es el que se realizó en el entorno de Roquetas de Mar (Almería), frente al Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar, con la siembra de semillas de *Cymodocea nodosa* durante los meses de julio y agosto de 2008.



Figura 24. Zona de actuación. Fuente: Manual de Desarrollo Sostenible, Restauración de Praderas Marinas



### **5.1 Descripción de la zona de actuación**

La zona de actuación es un área marina comprendida entre Punta Sabinar y Punta Elena, situada esta última al Este del Paraje Natural Punta Entinas-Sabinar (Figura 24). En esta zona se encuentran especies como *Cymodocea nodosa*, *Posidonia oceanica* y *Zostera marina* y 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. Se detectaron altas tasas de sedimentación que provocaban el enterramiento de las plantas, así como marcas de arrastre.

Las zonas de repoblación se encuentran, concretamente en las proximidades del Paraje Natural de Punta Entinas-Sabinar, con una superficie de 1.960 hectáreas, de las cuales 785 hectáreas fueron declaradas Reserva Natural, por la aprobación de la Ley 2/89 de la Junta de Andalucía y con posterioridad declarada por la Comunidad Europea como Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA), además se declaró zona húmeda incluida en la lista Ramsar.

### **5.2 Trabajo previo y preparativos**

Debido a que se trataba de una siembra experimental, en primer lugar se hizo un estudio previo del material y personal necesario para llevar a cabo una metodología adecuada en cuanto a la recolecta y siembra de las semillas. En primer lugar se solicitaron a la Dirección General de Gestión del Medio Natural de la Junta de Andalucía los permisos necesarios para la manipulación de la especie silvestre *Cymodocea nodosa*. Las praderas de *C. nodosa* presentan una marcada estacionalidad, tanto reproductiva como de crecimiento y producción de biomasa (Pérez-Lloréns, 2004). En los meses de marzo a junio tiene lugar la floración y la producción de semillas tarda dos o tres meses en desarrollarse, por tanto el momento óptimo de dispersión se concentra entre julio y agosto. *C. nodosa* produce entre 200 y 600 semillas/m<sup>2</sup>.

### **5.3 Recolección y siembra de semillas**

#### **1ª Fase: Reconocimiento de las estaciones y búsqueda de semillas**

En primer lugar se procedió al reconocimiento de los fondos frente a Balanegra y Balerma (Figura 25), zona con una profundidad de entre 9 y 13 metros, que en años anteriores llegó a coberturas de más del 80%. Una vez reconocida la zona, localizar las

posibles praderas donantes de semillas, proceder a su recogida y a su posterior siembra. El reconocimiento se llevó a cabo mediante GPS, mirafondos, ROV e imágenes satélite.



Figura 25. *Cymodocea nodosa* frente a Balanegra y Balerna. Fuente: Sergio Gosálvez, Oceana



Figura 26. Recolección de semillas en pradera sana frente al Parque Punta Entinas-Sabinar. Fuente: Sergio Gosálvez, Oceana

## 2ª Fase: Recolección y siembra de semillas

Se eligieron dos localizaciones con distinto grado de degradación o alteración de sus praderas marinas (Tabla 3). Se recogieron un total de 813 semillas (Figura 26), muy poco enterradas, lo que facilitó su búsqueda. Los frutos recogidos fueron de una media de 9,98 milímetros de ancho y 12,82 milímetros de largo. Posteriormente hasta su siembra permanecieron en recipientes con agua de mar y protegidos de la luz del sol directa.

Tabla 3. Estaciones de búsqueda y recolección de semillas

Localidad	Coordenadas	Nº Semillas	Profundidad	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

Anteriormente se habían elegido unas zonas desprovistas de *Cymodocea nodosa* para el desarrollo de las semillas. Se trataba de 4 puntos de siembra (Tabla 4) a profundidades distintas para poder comparar el éxito de la germinación.

**Tabla 4. Estaciones de siembra de semillas**

Localidad	Coordenadas	Profundidad	Características
Punta Elena	N 36° 41.556 W 002° 29.307	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

Posteriormente se colocaron anclados al sustrato 10 semilleros de plástico, separados entre sí 50 centímetros, en dos filas de 5 semilleros cada una (Figura 27). Los semilleros son cajas de plástico con tapadera para poder así hacer una revisión de la plantación y proteger los brotes de la depredación (Figura 28). En cada semillero se colocaron 20 semillas, a 2 o 3 cm de profundidad. Una vez las plántula arraigaron se retiraron los semilleros del mar.



**Figura 27. Estación de siembra de semillas de *Cymodocea nodosa*. Fuente: Sergio Gosálvez, Oceana**



**Figura 28. Semilleros utilizados para la protección de las semillas de *Cymodocea nodosa*. Fuente: Sergio Gosálvez, Oceana**

La búsqueda, recolecta y siembra de semillas de *Cymodocea nodosa* ha resultado ser un proceso sencillo y de fácil aplicación, comparado con otros métodos de restauración. Debido a las pocas experiencias de restauración a gran escala no podemos obtener conclusiones determinantes. Hasta ahora, el éxito de los trasplantes con *C. nodosa* se ha conseguido en áreas pequeñas, y gracias a una gran inversión económica. En la actualidad, *C. nodosa* de la costa Almeriense se encuentra ocupando una superficie de 44,06 km<sup>2</sup> y se considera una población estable (Arroyo *et al.*, 2015).

## 6. Conclusiones

Las principales conclusiones de este trabajo han sido:

- 1- Las angiospermas marinas son un grupo funcional o ecológico que proporciona innumerables beneficios como son el mantenimiento de la biodiversidad, el control de la calidad del agua o la protección de la línea de costa.
- 2- La gran mayoría de las pérdidas de las angiospermas marinas se deben al aumento de las actividades antrópicas en las zonas costeras, tanto de forma directa como indirecta.
- 3- La existencia de una red de seguimiento que a través de distintos indicadores permiten conocer la situación actual de las praderas y la predicción de futuros escenarios de todo el mundo.
- 4- Las investigaciones científicas deberían considerarse prioritarias para el desarrollo de nuevas metodologías de trasplante más efectivas y más económicas.
- 5- La gran mayoría de las investigaciones y experiencias respaldan que la restauración con semillas es la más efectiva y es menos nociva para las praderas donantes.
- 6- Debido a las experiencias insuficientes de restauración de las angiospermas marinas y a su elevada inversión económica, esta técnica no puede considerarse como una compensación a su pérdida.
- 7- La actual tasa de pérdidas de las angiospermas marinas pone en peligro su estado y requiere de un aumento de la sensibilización por parte de la población, junto con políticas de protección, gestión y conservación.
- 8- El requerimiento de una educación y valoración de la importancia de la conservación de las angiospermas marinas por parte de la población.

## 7. Bibliografía

Arroyo, M.C., Barrajon, A., Brun, F.G *et al.* 2015. Andalucía. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 310-397.

Borum, J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95.

Christensen, P.B., Almela, E.D., Diekmann, O. 2004. Can transplanting accelerate the recovery of seagrasses? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95: 77-82.

Cunha, A.H., Duarte, C.M., Krause-Jensen, D. 2004. How long time does it take to recolonize seagrass beds? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95: 72-76.

den Hartog, C. & Kuo, J. 2006. Taxonomy and Biogeography of Seagrasses. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J. & Duarte C.M. (eds.), *Seagrasses: biology, ecology and conservation*. Springer, Dordrecht, 503-536.

Duarte, C.M., Marbá, N., Santos, R. 2004. What may cause loss of Seagrasses? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95: 24-32.

Duarte, C.M. 2002. The future of seagrass meadows. *Environmental Conservation* 29: 192-206.

Fonseca, M.S., Kenworthy, W.J., Thayer, G.W. 1998. Guideline for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters. NOAA coastal

ocean decision analysis series no. 12. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, MD.222.

Font Quer, P. 1990. Plantas Medicinales. El Dioscórides renovado. Editorial Labor. S.A. Barcelona.

García, S., Aguilar, R., De la Torriente, Ana. 2009. Manuales de Desarrollo Sostenible. OCEANA-Fundación Banco Santander. Restauración de Praderas Marinas; 8. ISBN 978-84-92543-09-0.

Greve, T.M, Binzer, T.2004.Which factors regulate seagrass growth and distribution? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95:19-23.

Guillén, J., Otero, M.2015. Gestión y conservación. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M. (Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 80-84.

Hemminga, M.A. & Duarte, C.M. 2000. Seagrass ecology. Cambridge University Press, Cambridge, 298.

Kennedy, H., Papadimitriou, S., Marbà, N., Duarte, C.M.,Serrao, E., Arnauld-Haond, S. 2004. How are seagrasses, genetics and chemical composition monitored? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95: 54-62.

Krause-Jensen, D., Almela, E.D., Cunha, A.H., Greve, T.M.2004. Have seagrass distribution and abundance changed? In: Borum J., Duarte C.M., Krause-Jensen D. & Greve T.M. (eds.). 2004. European seagrasses: an introduction to monitoring and management. The M&MS project, 95: 33-40.

Mateo, M.A., Cebrián, J., Dunton, K. & Mutchle, T.2006. Carbon Flux in Seagrass Ecosystems. In: Seagrasses: Biology, ecology and conservation. Springer, The Netherlands, 159-192.

Mc Glathery, K.J., Sundback, K. & Anderson, I.C. 2007. Eutrophication in shallow coastal bays and lagoons: the role of plants in the coastal filter. Marine Ecology Progress Series, 348: 1-18.

Paling, E., M. van Keulen, K. Wheeler, J. Phillips y R. Dyhrberg. 2001a. Mechanical seagrass transplantation in Western Australia. Ecological Engineering. 16: 331-339.

Pérez-Lloréns, J.L. 2004. Las angiospermas marinas de las costas andaluzas. En: Niell, F.X. (coord.), Proyecto Andalucía Naturaleza. Vol. XXIX. Ecología III. Ed. Publicaciones Comunitarias, 7: 193-224.

Pérez-Llorens, J.L., Hernández-Carrero, I., Bermejo-Lacida, R., Peralta-González, G., Brun-Murillo, F.G., Vergara-Oñate, J.J. 2012. Flora marina del litoral gaditano. Biología, ecología, usos y guía de identificación. Universidad de Cádiz, Servicio de publicaciones, Cádiz, 367.

Pickerell, C., S. Schott y S. Wyllie-Echeverria. 2006. Buoy-deployed seeding: a new low-cost technique for restoration of submerged aquatic vegetation from seed. SAV Technical Notes Collection (ERDCN/TN SAV-06-2). U.S Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, M.S. <http://el.erd.c.usace.army.mil/sav/index.htm>

Sánchez-Lizaso, J.L., Ruiz, J.M., Bernardeau-Esteller, J.2015. Causas del deterioro y pérdida de praderas marinas en España: el impacto del hombre. En: Ruiz, J.M., Guillén, J.E., Ramos Segura, A. & Otero, M.M.(Eds.). *Atlas de las praderas marinas de España*. IEO/IEL/UICN, Murcia-Alicante-Málaga: 70-79.

Waycott, M., Procaccini, G., Les, D.H. & Reusch, T.2006. Seagrass evolution, ecology and conservation: a genetic perspective. In: Larkum, A.W.D., Orth, R.J. & Duarte, C.M. (eds.), Seagrass: Biology, Ecology and Conservation. Springer, Dordrecht, The Netherlands, 25-50.