

MANUAL PARA ESTUDIANTES

Las praderas de hierbas marinas



MANUAL PARA ESTUDIANTES

Las praderas de hierbas marinas

Créditos

© 2014

Autores

Delmis del C. Alicea Segarra, EdD, Jorge I. Casillas Maldonado, MS, Ivonne Bejarano Rodríguez, PhD

Co-autores

Diana M. Beltrán Rodríguez, MS

Edición científica

Yasmín Detrés Cardona, PhD, Ariel E. Lugo, PhD, Lesbia L. Montero Acevedo, BS

Edición

Ruperto Chaparro Serrano, MA, Delmis del C. Alicea Segarra, EdD, Cristina D. Olán Martínez, MA

Lectores

Álida Ortiz Sotomayor, PhD

Colaboradores

Carmen Zayas Santiago, MS

Diseño gráfico y maquetación

Delmis del C. Alicea Segarra, EdD

Especialista en información

Guía temática y diseño gráfico de las estampas de las eras y períodos geológicos

Alessandra Otero Ramos, MIS

Fotos

Héctor Ruiz Torres, PhD, Luis Rodríguez Matos, BS, Raúl Omar Ortiz Arroyo, MA, Duane J. Sanabria Ponce de León, BS, Oliver Bencosme Palmer, BA, Ruperto Chaparro Serrano, MA, Brenda Soler Figueroa, MS, Edwin Más González, MS, NRCS-USDA

Fotos autorizadas

Stonebird (Jonathan), Ming-I Weng, Ryan Somma, Tina Negus, Shizhao

Imágenes autorizadas

US Geological Survey, Steve Lew, Alejandro149

Mapas autorizados

Ron Blakey

Ilustraciones autorizadas

Ghedoghedo, Karen Carr, Dennis C. Murphy

Video *Yerbas marinas*

Efraín Figueroa Ramírez, BS

Video *Buceada virtual* (pietaje y edición)

Raúl Omar Ortiz Arroyo, MAG

Plena sobre las hierbas marinas

Letra: David R. González Barreto, **Música y voz:** Leró Martínez Roldán

Impresión

Delmis del C. Alicea Segarra, EdD

Publicación número UPRSG-E-261

ISBN: 978-1-881719-66-3

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 1 |
| Trasfondo: Las praderas de hierbas marinas | 3 |
| ¿Qué son las hierbas marinas? | 5 |
| Importancia del ecosistema de pradera de hierbas marinas | 7 |
| Diferencias entre hierbas marinas y algas marinas | 9 |
| Condiciones necesarias para el desarrollo de las hierbas marinas | 12 |
| Las hierbas marinas de Puerto Rico | 14 |
| Hierba de tortuga | 16 |
| Hierba de manatí | 18 |
| Hierba de bajo o de banco | 20 |
| Hierba paleta de remo | 21 |
| Hierba de zanja | 22 |
| Principales amenazas a las praderas de hierbas marinas en Puerto Rico | 23 |
| Glosario | 25 |
| Referencias | 29 |



Introducción

El Programa Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico, como parte de sus esfuerzos para promover la conservación y el uso sustentable de nuestros recursos marinos y costeros, presenta la guía educativa sobre las hierbas marinas con el propósito de resaltar la importancia de estos recursos y crear conciencia sobre la necesidad de que éstos perduren para el disfrute de futuras generaciones. Como parte de su trabajo educativo, Sea Grant se ha dado a la tarea de diseñar una serie de *Guías educativas para maestros* sobre distintos ecosistemas marinos y costeros que existen en Puerto Rico y que son de gran relevancia para mantener el equilibrio ecológico de nuestro archipiélago.

Este manual para estudiantes contiene un trasfondo científico acerca de las hierbas marinas y un glosario que ayudará a los alumnos a entender los conceptos más importantes sobre este tema. Además, se incluyen imágenes y fotografías de alta calidad que muestran las praderas de hierbas marinas y los organismos que viven en ellas. Con este manual los niños y jóvenes podrán leer y realizar las actividades que los maestros le ofrecerán en el salón de clases, así como admirar la belleza que este ecosistema les brinda.

Sabemos que este instrumento será de gran utilidad para dar a conocer este ecosistema y esperamos que los niños y los jóvenes de Puerto Rico aprendan a valorarlo y promuevan su conservación.



An aerial photograph of a traditional wooden structure with a thatched roof, possibly a house or a large shelter. The structure is built with dark wood and has a steeply pitched roof covered in light-colored thatch. A person is visible near the base of the structure. The background shows a dense forest of trees.

Trasfondo



Las praderas de hierbas marinas

¿Qué son las hierbas marinas?

Las hierbas marinas (**fanerógamas** marinas) son plantas que producen flores y frutos con semillas (**angiospermas**) y están adaptadas a vivir en agua salada o **salobre** y, en suelos arenosos y fangosos, ricos en material orgánico y en carbonato de calcio. Estas hierbas comúnmente habitan en la **zona infralitoral** (Figura 1), permanentemente sumergidas en el mar, pero también se pueden encontrar en la **zona litoral**, en terrenos que son periódicamente inundados por la subida de la marea (Figura 1).

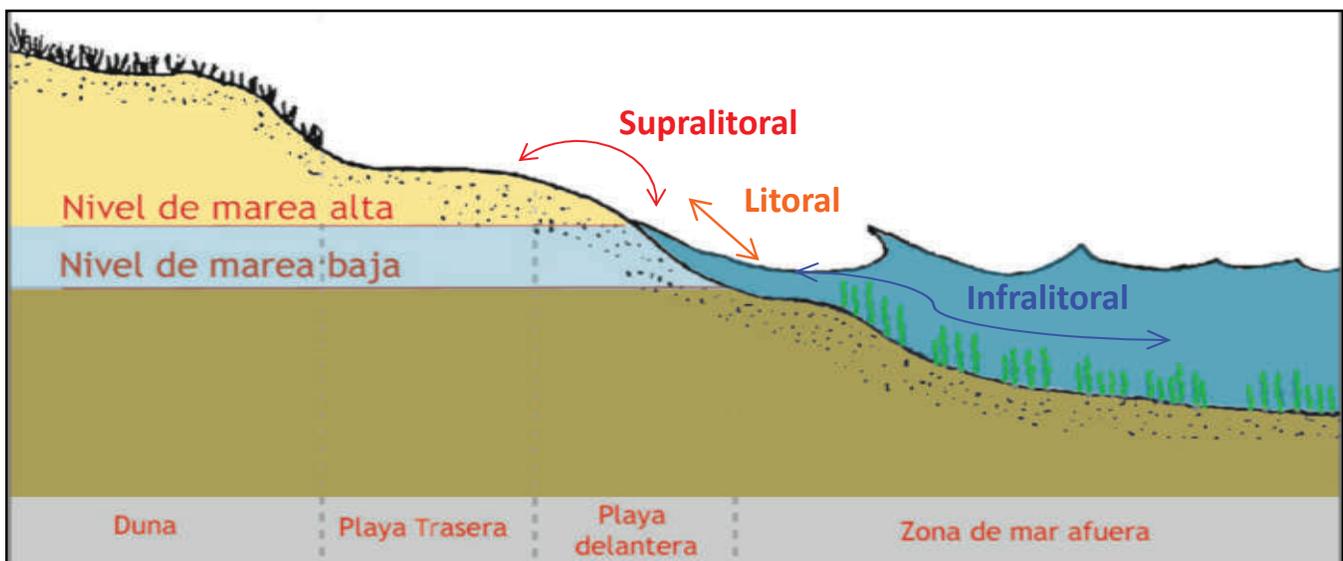


Figura 1. Perfil de una playa arenosa según el patrón y la distribución de las mareas (alta y baja). La zona litoral es el área de la costa que está bajo la influencia directa del alza o el descenso de la marea. Diagrama tomado y adaptado de UNESCO. 2010. *Sandwatch: adapting to climate change and educating for sustainable development*. París: UNESCO.

A menudo, las hierbas marinas crecen en parchos sobre el suelo marino pero pueden extenderse hasta formar grandes praderas. Las praderas de hierbas marinas pueden estar constituidas por una sola especie (monoespecíficas) o por diversas especies (multiespecíficas) (Figura 2).



A



B

Figura 2. Praderas de hierbas marinas. **A.** Pradera monoespecífica de hierba de tortuga. **B.** Pradera multispecífica de hierba de manatí y de hierba de tortuga.

Las hierbas marinas, al igual que los árboles de mangle, pertenecen al grupo de las angiospermas marinas. Estas plantas evolucionaron en el periodo **Cretácico**, cerca de 145 millones de años atrás, a partir de angiospermas terrestres que se adaptaron a vivir en el medio ambiente acuático (Figura 3). Las hierbas marinas tienen la capacidad de vivir completamente sumergidas en agua salada, y poseen un fuerte sistema de raíces para anclarse al sustrato y resistir la acción de las olas y de las corrientes. Además, tienen la capacidad de ser polinizadas en el agua. Las hierbas marinas son **monocotiledóneas** y, aunque se asemejan a las hierbas terrestres, no están emparentadas con éstas.

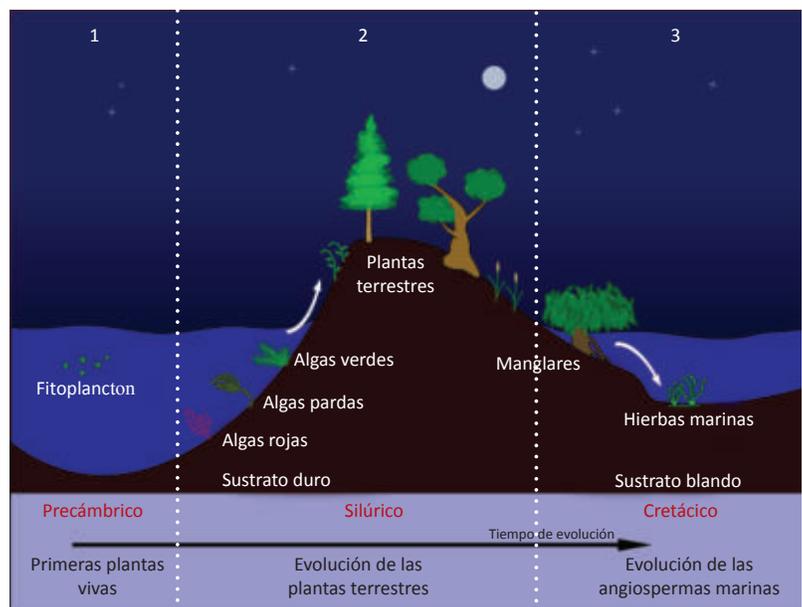


Figura 3. Evolución de las hierbas marinas en la escala geológica. Por: Peter Halasz, tomado y adaptado de: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Evolution_of_seagrasses_Pengo.svg. Licencia: *Creative Commons*.

Angiospermas: Las angiospermas son plantas con flores, semillas y frutos. Ejemplos de estas plantas son: la parcha, el aguacate y el mangó, entre muchos otros.

Cretácico: El Cretácico, o Cretáceo, es una división de la escala temporal geológica. Es el tercer y último período de la Era Mesozoica; comenzó hace aproximadamente 145.5 millones de años y terminó hace 65.5 millones de años aprox.

Fanerógamas: Plantas vasculares (que poseen **xilema** y **floema**) que producen flores.

Monocotiledóneas: Grupo de plantas vasculares (fanerógamas) con flores (angiospermas), donde los embriones de las semillas presentan una sola hoja inicial (un solo cotiledón). Ejemplos de plantas monocotiledóneas son: el maíz, la mayoría de los cereales, el tulipán y la cebolla, entre otras.

Salobre: Agua que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar.

Zona infralitoral: Zona de la costa que está permanentemente sumergida.

Zona litoral : Zona costera bajo la influencia de la marea baja y la marea alta.



Importancia del ecosistema de pradera de hierbas marinas

La pradera de hierba marina es un ecosistema fundamental para mantener el equilibrio ecológico del planeta. Ésta provee hábitat, alimento y refugio a muchas especies marinas. Además, es un gran sumidero de dióxido de carbono y ayuda a prevenir la erosión. A continuación, se explican estos y otros factores que hacen de las hierbas marinas un ecosistema sumamente importante.

1. Interacciones con el manglar y los arrecifes de coral

Los manglares, las praderas de hierbas marinas y los arrecifes de coral están conectados e interactúan entre sí ayudando a estabilizar el ambiente costero. Las hierbas marinas, con su sistema de raíces y sus hojas, ayudan a que las aguas costeras mantengan un bajo contenido de sedimentos y partículas suspendidas, y por consiguiente, a que las aguas permanezcan relativamente claras. La claridad de las aguas es importante para el bienestar de las hierbas marinas y de los arrecifes de coral, ya que permite que llegue suficiente luz solar al fondo marino para que puedan llevar a cabo el proceso de **fotosíntesis**. El oxígeno producido mediante la fotosíntesis facilita los procesos de **descomposición aeróbica** y el reciclaje de nutrientes en las zonas costeras. Además, las praderas de hierbas marinas absorben grandes cantidades de nutrientes y funcionan como filtros naturales de productos químicos en el medio marino. Esto es importante para mantener un balance entre los corales y las macroalgas que habitan en los arrecifes, ya que el aumento excesivo de los nutrientes en el agua causa incrementos descontrolados de las algas, las cuales pueden llegar a sobrecrecer encima de los corales causando su asfixia y su muerte. Por otra parte, las praderas de hierbas marinas son sistemas altamente productivos que exportan nutrientes y **biomasa** hacia otros ecosistemas. Por ejemplo, algunos peces y crustáceos que viven en estas praderas durante sus etapas juveniles, eventualmente, migran hacia otros ecosistemas marinos, como el arrecife de coral.

2. Productividad primaria y diversidad biológica

Las praderas de hierbas marinas son ecosistemas altamente productivos ya que utilizan grandes cantidades de **dióxido de carbono** y producen oxígeno, a través del proceso de fotosíntesis. Este ecosistema ha sido clasificado, junto a los bosques tropicales y templados, como uno de los más

Biomasa: Materia orgánica total de los seres que viven en un lugar determinado.

Descomposición aeróbica: Tipo de descomposición que requiere de oxígeno para ser llevada a cabo.

Detrito: Residuos de la fragmentación de materia orgánica.

Dióxido de carbono: Es un gas que está presente en la atmósfera. Se crea con la respiración de los seres vivos, con la descomposición de material orgánico o con la quema de combustibles que contengan carbono. Este gas es fundamental para que se lleve a cabo la fotosíntesis.

Epífitas: Se refiere a cualquier organismo que crece sobre diferentes superficies (vivas y no vivas) utilizándolas solamente como soporte, pero que no le causa daño directo (es decir, que no es parásito).

Eurihalino: Organismos que toleran un amplio rango de concentración de sal. En este caso, que soportan diferentes concentraciones de sales en el medio acuático donde viven.

Foraminíferos: Pequeños organismos unicelulares pertenecientes al grupo de los protozoarios. Su cuerpo esta protegido por una delicada concha o testa.

Organismos planctónicos: Son organismos, generalmente microscópicos, que viven flotando en aguas marinas o dulces (son débiles nadadores).

Sedimentación: Proceso de acumulación y deposición de sedimentos.

Sustrato: Superficie sobre la cual vive un organismo.

Zonas estuarinas: Zonas costeras donde se unen cuerpos grandes de agua dulce (ej. ríos) y el mar. Estas zonas reciben la influencia de los cambios de marea, pero están protegidas de la acción directa de olas y vientos.

productivos del mundo. La alta productividad y la complejidad estructural de las praderas de hierbas marinas aumentan la diversidad de hábitats y por lo tanto, la biodiversidad marina.

3. Refugio, criadero y alimento para muchas especies

Las praderas de hierbas marinas son el hogar de muchos organismos tales como las estrellas de mar, los erizos y las almejas, que encuentran en ellas la protección ideal del fuerte embate de las olas y de las corrientes. Asimismo, estas praderas son áreas de refugio para larvas y juveniles de peces, moluscos, langostas y otras especies de importancia comercial. La superficie de las hojas de las hierbas marinas sirve de **sustrato** para diversas algas **epífitas**, esponjas y **foraminíferos**, entre otros. Además, en este ecosistema habitan muchas especies de importancia medicinal (Martínez Daranas, 2007).

Las hojas de las hierbas marinas son una fuente importante de alimento para una gran diversidad de organismos, entre ellos los manatíes y las tortugas verdes, ambas especies consideradas actualmente en peligro de extinción. Además, el **detrito** generado de la fragmentación de estas plantas es alimento para muchas especies que viven en el mar y en la playa, como por ejemplo, los pepinos de mar, los cangrejos y las anémonas. La descomposición de las hierbas marinas también libera nutrientes al agua que son aprovechados (re-absorbidos) por las mismas hierbas y por algunos **organismos planctónicos**. Comúnmente, algunas aves marinas (ej. pelícanos y gaviotas) sobrevuelan las praderas de hierbas marinas en busca de alimento.



4. Prevención de la erosión

El extenso sistema de fijación (raíces y rizomas) de las hierbas marinas ayuda a prevenir la erosión del fondo marino ya que aumenta el proceso de **sedimentación** (acumulación y deposición de sedimentos), la compactación y la estabilización del suelo. Además, las hojas de las hierbas marinas ayudan a proteger las costas de la erosión al disipar la energía de las olas y de las corrientes. Esta capacidad de las hierbas marinas de atrapar y retener sedimentos ayuda a mantener la claridad del agua.

Diferencias entre hierbas marinas y algas marinas

Frecuentemente, las hierbas marinas son confundidas con algas. Sin embargo, existen marcadas diferencias morfológicas, ecológicas y fisiológicas entre ambos grupos, algunas de las cuales se mencionan a continuación (Tabla 1).

Tabla 1. Diferencias entre las hierbas marinas y las algas marinas.

Tomado de: Seagrass-watch. <http://www.seagrasswatch.org/seagrass.html>

| HIERBAS MARINAS | ALGAS MARINAS |
|--|--|
| Son plantas superiores con un sistema vascular interno (xilema y floema) a través del cual se transportan los minerales y los nutrientes a todas las células del organismo. | Son organismos no vasculares. Los nutrientes llegan a las células del organismo a través de difusión . |
| Poseen raíces, tallos y hojas verdaderas. | Poseen rizoides, pedicelos (talo) y láminas (frondas). Carecen de raíces, tallos y hojas verdaderas. |
| Tienen raíces y rizomas para anclarse al sustrato y para absorber nutrientes y minerales. | Tienen rizoides para anclarse al sustrato pero absorben los nutrientes del agua a través de difusión por las células superficiales del organismo. |
| Hacen fotosíntesis solamente en las células de sus hojas. | Hacen fotosíntesis en todas las células de su cuerpo. |
| Su reproducción puede ser sexual (flores, frutos y semillas) o asexual (rizomas, raíces o brote s). | Su reproducción es principalmente asexual mediante esporas, fragmentación o brote s, pero también pueden tener reproducción sexual a través de gametos . |

Brote: Renuevo de una planta que comienza a desarrollarse, puede incluir tallos y hojas.

Difusión: Proceso mediante el cual fluyen las moléculas de una región de mayor concentración a una de menor concentración.

Floema: Tejido vascular de una fanerógama, que conduce azúcares y nutrientes en forma ascendente y descendente, desde los órganos que los producen hacia aquéllos en que los que se consumen y almacenan.

Fotosíntesis: Es un proceso que utiliza la energía del sol, agua, nutrientes, la clorofila de las plantas y el dióxido de carbono para formar tejidos vegetales (por ejemplo en forma de azúcares, grasas o proteínas).

Gametos: Son células que participan en la reproducción sexual. Tienen una sola copia de cada cromosoma (son haploides). En muchos animales las conocemos como óvulo y espermatozoide. Al unirse, forman un organismo con dos copias de cada cromosoma (diploide) como los seres humanos.

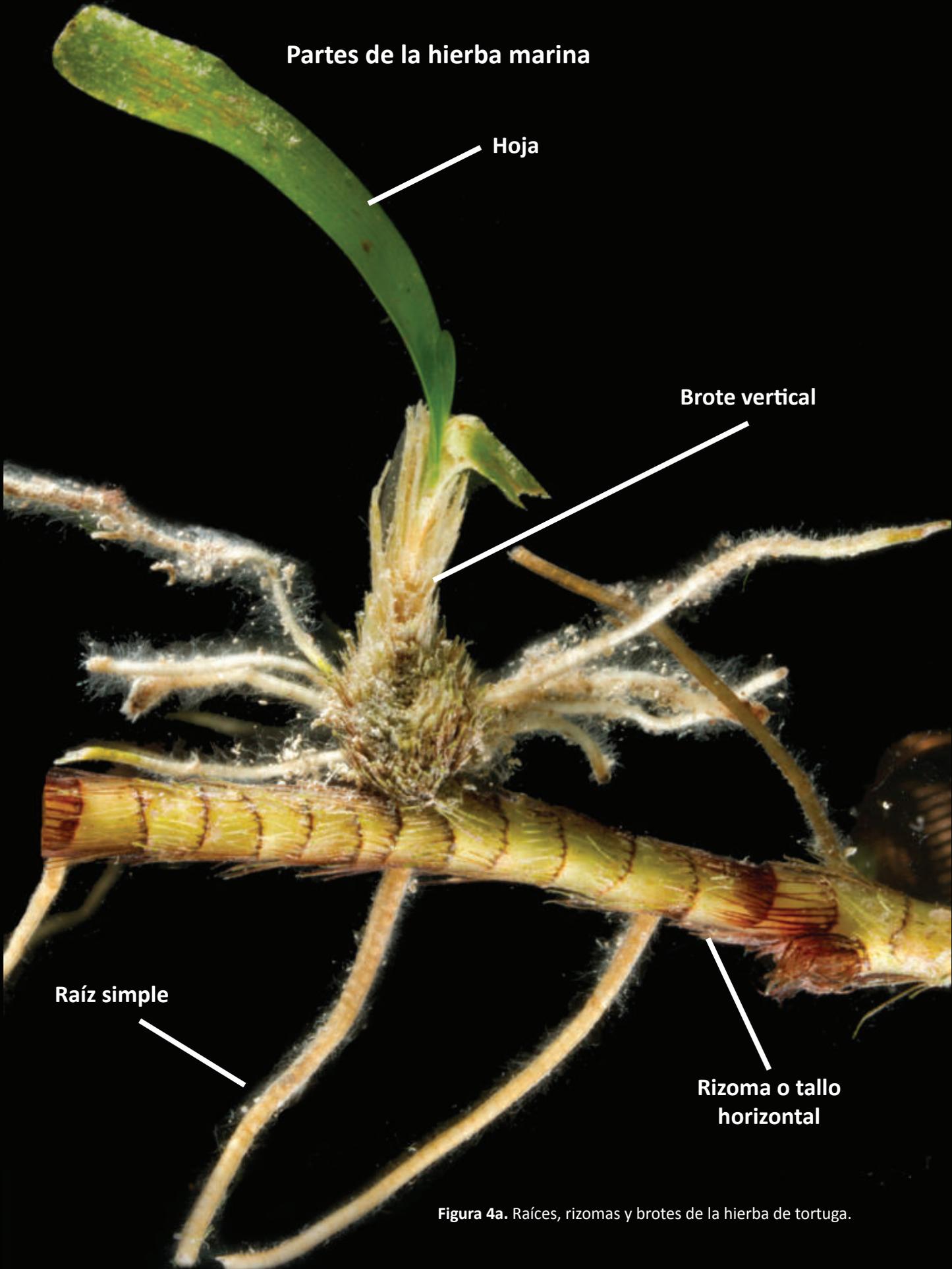
Lámina: Estructura generalmente aplanada de las algas, que se asemeja a la hoja de una planta.

Plantas vasculares: Plantas que presentan un sistema vascular (xilema y floema) para la distribución de agua y nutrientes a través de la planta.

Rizoide: Estructura parecida a la raíz de las plantas, que utilizan las algas para anclarse al suelo y estabilizarse. No absorbe nutrientes.

Rizomas: Tallo subterráneo de una planta, que crece horizontalmente y a partir del cual nacen raíces y brotes nuevos. Los rizomas le facilitan a la planta un rápido esparcimiento por un lugar.

Xilema: Tejido vascular de las plantas que conduce agua y sales inorgánicas que les sirven como nutrientes. Esto ocurre en forma ascendente por toda la planta, proporcionando también soporte a la misma.



Partes de la hierba marina

Hoja

Brote vertical

Raíz simple

Rizoma o tallo horizontal

Figura 4a. Raíces, rizomas y brotes de la hierba de tortuga.

Partes de la alga marina

Láminas

Estructura de fijación

Figura 4b. Láminas y estructura de fijación de la alga marina.

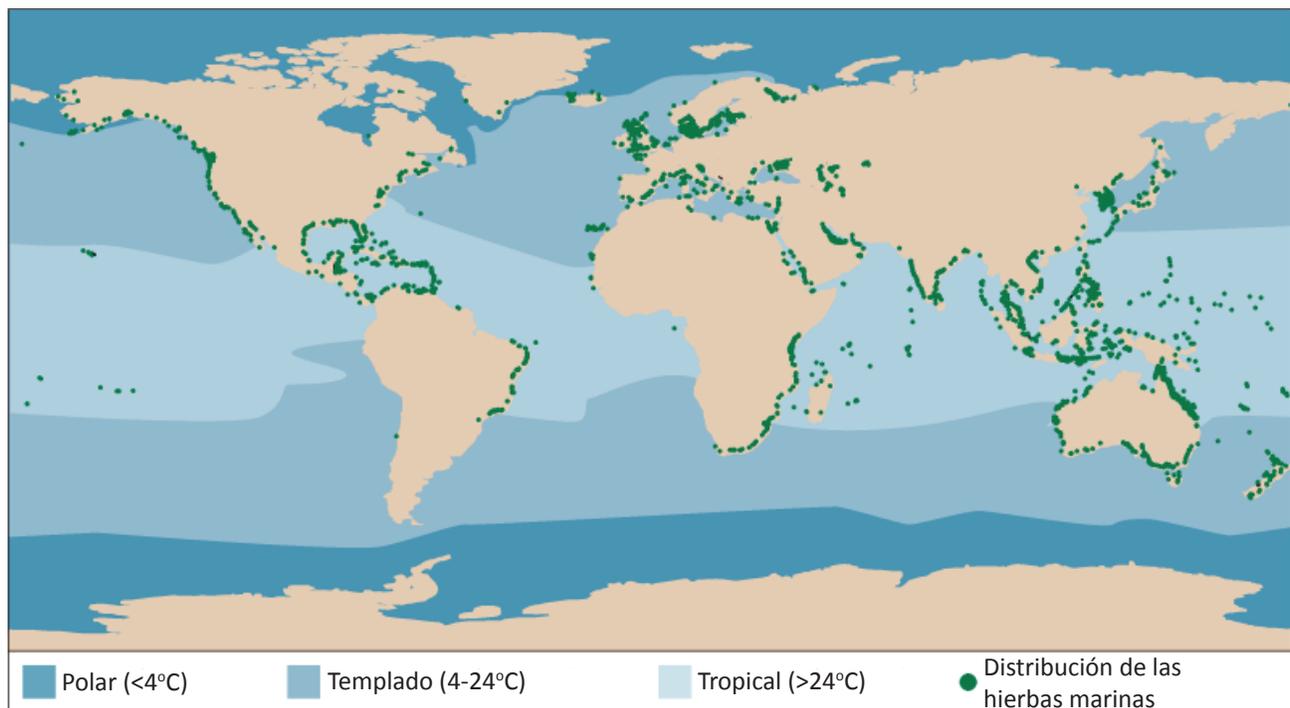


Condiciones necesarias para el desarrollo de las hierbas marinas

En la Tierra existen varias zonas climáticas entre las que se encuentran: la polar, la templada y la tropical. Las zonas polares están en los extremos norte y sur de la Tierra (desde el círculo polar hasta los 90° de latitud en los dos hemisferios). Allí, las temperaturas son muy frías y las precipitaciones muy escasas. Éstos son lugares inhóspitos. Por su parte, la zona templada se encuentra entre los 30° y 60° de latitud en ambos hemisferios, y hay marcadas diferencias en temperatura y precipitación según las estaciones del año. Son regiones más aptas para la vida. Mientras tanto, las zonas tropicales son cálidas durante todo el año y aunque hay cuatro estaciones, las precipitaciones diferencian dos de ellas: invierno y verano.

La mayoría de las hierbas marinas se encuentran en las regiones tropicales (30° N y los 30° S) y subtropicales, entre los 25° y 40° de latitud en ambos hemisferios. Sin embargo, algunas especies habitan en zonas templadas (Figura 5). Su distribución está regulada por una serie de parámetros, tales como:

- 1. Temperatura:** Las hierbas marinas habitan principalmente en aguas con temperatura superior a los 75°F (24°C) (Figura 5). Sin embargo, algunas especies pueden encontrarse en aguas más frías (de hasta 39°F o 4°C).



- 2. Salinidad:** La mayoría de las hierbas marinas toleran un amplio rango de salinidad, por lo que se pueden encontrar tanto en **zonas estuarinas** (áreas con baja salinidad donde el agua de mar se mezcla con agua dulce) como en zonas de alta salinidad. Entre las especies caribeñas, la hierba de bajo o de banco (*Halodule wrightii*) es la que mejor resiste las condiciones extremas de salinidad (es la más **eurihalina**). (Phillips y Meñez, 1988, citado por Martínez Daranas, 2007)
- 3. Acción de las olas:** Aunque cuentan con fuertes estructuras de fijación al sustrato, las hierbas marinas habitan en zonas costeras protegidas de las fuertes condiciones del oleaje y de las corrientes: bahías, lagunas y estuarios.

4. Disponibilidad de luz y profundidad: Para poder llevar a cabo el proceso de fotosíntesis, las hierbas marinas requieren de la luz solar, por lo tanto, viven en aguas relativamente claras y poco profundas donde haya buena disponibilidad de luz en el fondo marino. La penetración de la luz en la columna de agua determina la profundidad máxima hasta la cual se pueden distribuir estas hierbas. La descarga de sedimentos y de nutrientes en la costa aumenta la turbidez del agua y reduce la disponibilidad de luz en estos ambientes.



Las hierbas marinas de Puerto Rico

Aunque las hierbas marinas se encuentran en todas las latitudes, excepto en la Antártida, la gran mayoría de las especies habitan en regiones tropicales. Las praderas de hierbas marinas mejor desarrolladas en Puerto Rico se encuentran en las zonas del suroeste, sur y este de la Isla donde la plataforma insular es más amplia y menos profunda que la de la costa norte. Estas zonas también se caracterizan por tener un oleaje y unas corrientes más suaves que las de la costa norte (Figura 7), lo que facilita el establecimiento y el desarrollo de las praderas de hierbas marinas.



Figura 6. Distribución de las hierbas marinas en Puerto Rico

En el mundo existen aproximadamente 60 especies de hierbas marinas. En la región del Caribe y en Puerto Rico las siguientes cinco especies son las más comunes:

- Hierba de tortuga (*Thalassia testudinum*)
- Hierba de manatí (*Syringodium filiforme*)
- Hierba de bajo o de banco (*Halodule wrightii*)
- Hierba paleta de remo (*Halophila decipiens*)
- Hierba de zanja (*Ruppia marítima*).

Nota: Los nombres comunes de las hierbas marinas varían de acuerdo al lugar donde se encuentren. Algunos de los nombres que se mencionan en esta guía son los que se utilizan en Puerto Rico y otros son una traducción directa de su nombre común en inglés.

En general, las praderas de hierbas marinas en Puerto Rico tienen una zonación (distribución espacial) vertical donde la hierba de bajo o de banco suele predominar en la parte menos profunda, seguida por la hierba de tortuga o una mezcla de ambas, luego por la hierba de manatí y por último, y no tan frecuentemente, por la hierba paleta de remo en aguas más profundas (Figura 7). Por otra parte, la hierba de zanja vive en aguas salobres o de baja salinidad y no comparte, necesariamente, la distribución espacial con las demás hierbas.

Estas cinco especies de hierbas marinas presentan diferencias morfológicas tales como el tamaño y la forma de sus hojas, de sus flores y de sus frutos. También varía su tolerancia a la salinidad y a la profundidad de acuerdo al lugar donde se desarrollen.

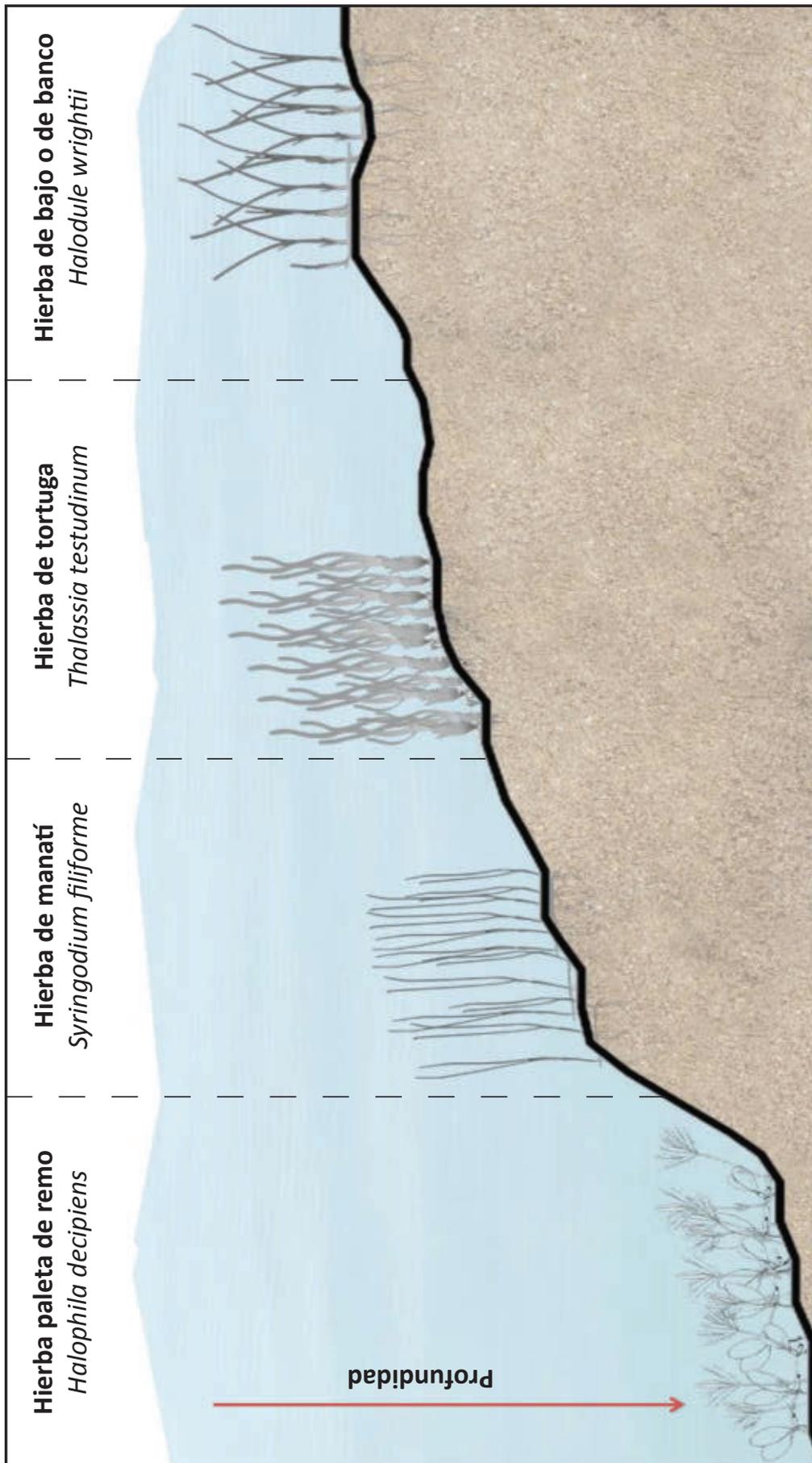


Figura 7. Zonación vertical de las cuatro (4) especies de hierbas marinas más comunes en Puerto Rico en un gradiente de profundidad.

Hierba de tortuga

(*Thalassia testudinum*)



Figura 8. Fotografía de una pradera de hierba de tortuga.

La hierba de tortuga es la especie dominante en el Caribe. Su nombre común proviene de su importancia como fuente principal de alimento para la tortuga verde (*Chelonia mydas*) así como para algunos peces y otros organismos herbívoros. La hierba de tortuga vive en ambientes de alta salinidad, generalmente protegidos de la fuerte acción de las olas. Puede encontrarse a profundidades de 10 m (33 pies), pero en aguas claras puede alcanzar profundidades de hasta 30 m (98 pies). Esta especie es capaz de tolerar exposiciones directas al aire durante la marea baja.

La hierba de tortuga posee hojas planas, en forma de cinta, de 0.4 a 1.8 cm (0.16 a 0.71 pulgadas) de ancho y hasta 30 cm (aprox. 12 pulgadas) de largo. Las hojas son redondeadas en las puntas y surgen en racimos de tallos cortos. Sus flores son grandes y su color puede variar desde blanco-verdoso claro hasta rosado pálido. Éstas producen vainas que contienen muchas semillas que a menudo llegan a tierra. Esta hierba tiene un fuerte sistema de anclaje que incluye raíces y rizomas (o tallos horizontales) que pueden penetrar profundamente en el sedimento (hasta 25 cm, aprox. 10 pulgadas)(Figura 9).



Figura 9. Foto del detalle de una hierba de tortuga. En ésta se pueden observar las raíces, los rizomas y el brote vertical. En el recuadro se muestra un acercamiento de la hoja de la hierba.

Organismos que viven y se alimentan en las hierbas de tortuga



Figura 10. A. Nudibranquio o babosa de mar (molusco), B. Epífitas sobre las hojas la hierba de tortuga, C. Pepino de mar, D. Estrella de mar, E. Tortugas marinas (En la foto se observa una tortuga verde.), F. Flor de la hierba de tortuga

Hierba de manatí

(*Syringodium filiforme*)

Figura 11. Fotografía de una pradera de hierba de manatí.

La hierba de manatí es otra hierba marina común en nuestra región. Generalmente, se encuentra en fondos lodosos o arenosos en la zona infralitoral. Esta hierba es más frecuente en ambientes estables y no tolera bajas condiciones de salinidad. En Puerto Rico, esta especie suele estar en aguas poco profundas, mezclada con la hierba de tortuga (Figura 13B), o en praderas monoespecíficas hasta unos 20 - 30 m (aprox. 66 - 100 pies) de profundidad. La hierba de manatí es el principal alimento del manatí antillano (*Trichechus manatus*), el cual está considerado como una especie en peligro de extinción.

La hierba de manatí posee hojas finas y cilíndricas (con forma de espaguetis), de entre 0.8 y 2 mm de ancho y hasta 50 cm (aprox. 20 pulgadas) de longitud. Debido a que tiene menos área de superficie que las otras especies de hierbas marinas, la hierba de manatí no es una buena competidora por la luz (necesaria para hacer fotosíntesis). Debido a que sus hojas finas generan menos resistencia al oleaje, esta hierba marina coloniza y permanece en ambientes de alta energía.

La hierba de manatí florece normalmente entre los meses de enero a junio (Den Hartog, 1970). Esta especie tiene plantas femeninas y masculinas separadas. La **polinización** ocurre cuando el polen liberado al agua hace contacto con el **estigma** de la planta femenina.

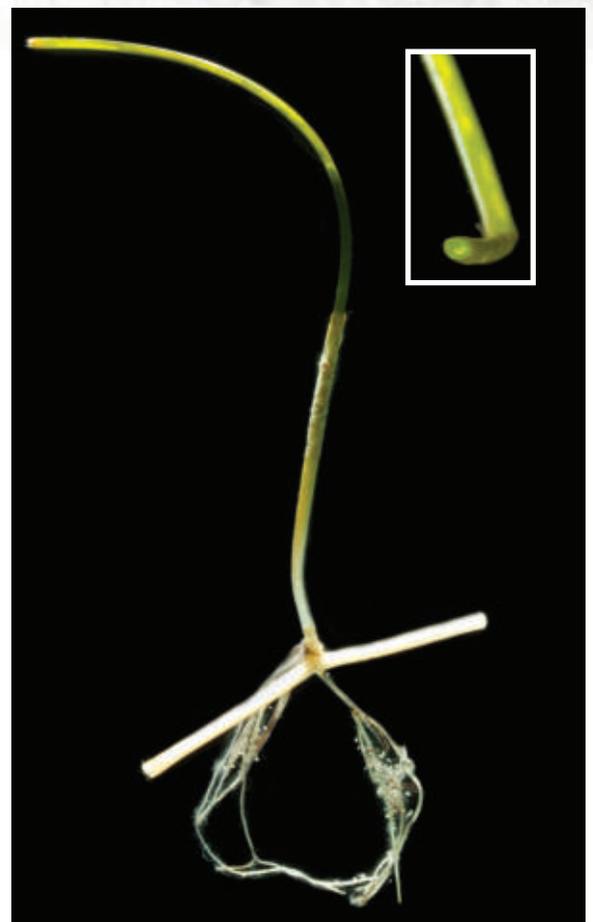


Figura 12. Foto del detalle de una hierba de manatí. En ésta se puede observar la forma cilíndrica de su hoja (ver recuadro).



Figura 13. A. El manatí antillano (*Trichechus manatus*) se alimenta de la hierba de manatí. B. La hierba de manatí mezclada con la hierba de tortuga.

Estigma: Parte del gineceo o pistilo (parte femenina de la flor) que recibe al polen durante la polinización.

Polinización: Proceso mediante el cual se transfiere el polen de una flor desde los estambres (parte masculina de la flor que produce el polen) hasta el estigma (parte receptiva de la flor).

Hierba de bajo o de banco

(*Halodule wrightii*)

Figura 14. Fotografía de una pradera de hierba de bajo o de banco.

La hierba de bajo o de banco se caracteriza por tener hojas aplanadas, largas y delgadas (más delgadas que las de la hierba de tortuga) que miden entre 4 y 10 cm (aprox. entre 1.6 y 4 pulgadas) de largo y entre 2 y 5 mm (0.08 y 0.20 pulgadas) de ancho. Presentan dos o tres dientes en la punta superior. Las hojas se agrupan en diferentes **nódulos** sobre el rizoma. De cada nódulo, salen de 2 a 5 raíces hacia abajo y un grupo de hojas hacia arriba. Sus raíces no son ramificadas. Crecen sobre arena o lodo en zonas con más de 5 m (aprox. 16 pies) de profundidad. Puede encontrarse en praderas monoespecíficas o mezclada con otras hierbas (Figura 14).

Nódulos: Estructura que separa los segmentos del rizoma y de la cual surgen brotes con hojas y/o raíces.



Figura 15. Foto del detalle de una hierba de bajo o de banco. En ésta se puede observar la forma de su hoja y los dientes que tiene en la parte superior (ver recuadro).



Hierba paleta de remo

(Halophila decipiens)

Figura 16. Fotografía de una pradera de hierba paleta de remo.

La hierba paleta de remo se caracteriza por sus hojas pecioladas (tienen **pecíolo**) y ovaladas (en forma de remo o paleta), que tienen un borde finamente aserrado (dentado), y que nacen en pares sobre los rizomas (o tallos horizontales), con un par de escamas (estructuras con forma y consistencia parecida a las escamas de los peces) en su base. Estas hojas alcanzan hasta 25 mm (0.98 pulgadas) de largo y 6 mm (0.24 pulgadas) de ancho. Entre las hierbas marinas que hay en Puerto Rico, esta especie es la menos parecida a las hierbas terrestres, pues no tiene una vaina en su base recubriendo sus hojas (a diferencia de la hierba de tortuga, que sí la posee). Esta hierba es una **planta anual** (cumple su ciclo de vida en un año) que se encuentra generalmente en aguas profundas, de aproximadamente unos 30 m (casi 100 pies). La hierba paleta de remo tiene delgados rizomas (o tallos horizontales) que corren a lo largo de la superficie de la arena o lodo y una raíz en cada nodo para anclar la planta al sustrato.

Pecíolo: pedúnculo o especie de rabito de la hoja mediante el cual se une al tallo.

Planta anual: Planta que cumple su ciclo de vida en un año.



Figura 17. Foto del detalle de la hierba paleta de remo.

Hierba de zanja

(*Ruppia maritima*)

Figura 18. Fotografía de una pradera de hierba de zanja. Foto por: Stonebird (Jonathan), CC By NC-SA 2.0

La hierba de zanja es una especie que tiene una amplia distribución geográfica y que abunda en lagunas costeras, estuarios y bahías de poca profundidad, en regiones tropicales y subtropicales. Aunque se encuentra generalmente en aguas salobres o de muy baja salinidad, posee una alta tolerancia a los cambios drásticos en la salinidad. Algunos botánicos no consideran la hierba de zanja como una hierba marina sino más bien como una planta de agua dulce tolerante a la sal (Den Hartogh, 1970).

Las hojas de la hierba de zanja (Figura 19) son muy finas (1 mm o 0.04 pulgadas) y miden aproximadamente 10 cm (aprox. 4 pulgadas) de largo. De su tallo, salen muchas ramas que en ocasiones alcanzan hasta 0.5 m de alto. Su sistema de anclaje consiste en finos rizomas (o tallos horizontales) y raíces. Sus flores son muy pequeñas, miden entre 3-5 mm (0.12-0.20 pulgadas) y se encuentran en pares. La **polinización** puede ocurrir debajo del agua o en la superficie. Sus frutos son oscuros, tienen forma de pera y crecen en grupos. Esta hierba es considerada una valiosa fuente de alimento para las aves acuáticas migratorias quienes a su vez ayudan en la dispersión de la misma. La propagación de la hierba de zanja puede ser por semillas, por rizomas o por fragmentos.



Figura 19. Imagen del detalle de la hierba de zanja. Foto por: Ming-I Weng, <http://www.flickr.com/photos/mingiweng/>

Antropogénico: Se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas.

Polinización hidrofílica: Polinización que ocurre en el agua.

Principales amenazas a las praderas de hierbas marinas en Puerto Rico

Naturales

1. **Tormentas y huracanes** - Las marejadas que llegan asociadas a las tormentas y a los huracanes pueden ser lo suficientemente fuertes para arrancar y socavar extensas praderas de hierbas marinas. Además, la erosión que resulta después de estos eventos puede ocasionar daños físicos directos a las hierbas marinas, o daños indirectos si la turbidez del agua aumenta drásticamente, ya que la entrada de luz disminuye y las hierbas marinas no pueden llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.
2. **Cambio climático** - Las inundaciones y sequías asociadas a los cambios climáticos globales pueden ocasionar fluctuaciones en la salinidad y en la temperatura del agua. También pueden resultar en la exposición al aire de las hierbas marinas por periodos de tiempo prolongados que pueden causar su desecación. Además, los cambios en el nivel del mar pueden afectar la zonación de las hierbas marinas.

Antropogénicas (causadas por los seres humanos)

1. **Eutrofización** - Los fertilizantes y pesticidas que se usan en algunas actividades terrestres pueden llegar a la zona costera durante eventos de lluvia a través del proceso de erosión y **escorrentías**. Estas escorrentías provenientes de actividades residenciales, agrícolas o industriales pueden contener contaminantes que ponen en riesgo la salud de los ecosistemas marinos. El exceso de nutrientes en el agua puede provocar la proliferación excesiva de algas, aumentos en la turbidez de la columna de agua y la reducción de la luz disponible para los organismos que habitan en el fondo marino.
2. **Aumentos de la sedimentación**- El desarrollo urbano y algunas actividades humanas terrestres pueden provocar descargas excesivas de sedimentos en las zonas costeras. Como consecuencia, la turbidez en la columna de agua aumenta y la penetración de luz disminuye, lo cual lleva a una reducción en la actividad fotosintética de los **productores primarios** que habitan en el fondo marino.
3. **Tráfico de botes y anclaje indebido** - Las hélices de los motores de las embarcaciones que transitan por aguas poco profundas pueden crear cicatrices y fragmentar las praderas de hierbas marinas. El anclaje indiscriminado en zonas de hierbas marinas afecta negativa y directamente estos hábitats. Se recomienda utilizar las boyas de anclaje en las áreas donde abundan las hierbas marinas (siempre y cuando estén disponibles).



Caminar sobre las hierbas marinas las destruye.



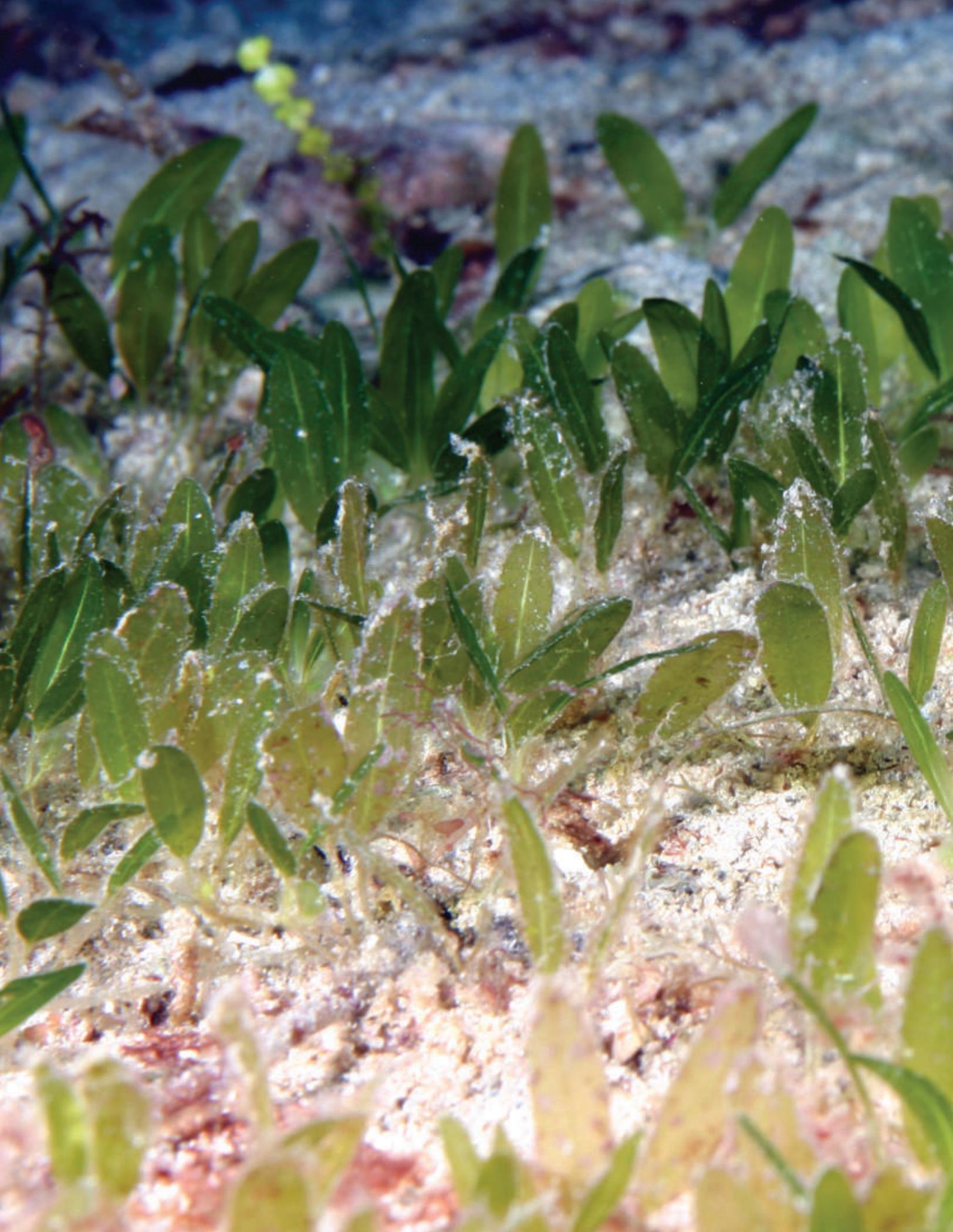
Cuando los botes navegan en áreas llanas, sus hélices pueden fragmentar las hierbas marinas.



Ancla en la zona de las hierbas marinas.

Escorrentía: Es el agua de lluvia que no es absorbida por un terreno y que discurre por distintas superficies.

Productores primarios: Organismos que producen su propia materia orgánica (autótrofos) a través del proceso de fotosíntesis. Los productores primarios son el inicio de todas las cadenas y las redes alimentarias.



Glosario:

Angiospermas: Las angiospermas son plantas con flores y semillas. Ejemplos de estas plantas son: la parcha, el aguacate y el mangó, entre muchos otros.

Antropogénico: El término antropogénico se refiere a los efectos, procesos o materiales que son el resultado de actividades humanas.

Biomasa: Materia orgánica total de los seres que viven en un lugar determinado.

Brote: Renuevo de una planta que comienza a desarrollarse, puede incluir tallos y hojas.

Cretácico: El Cretácico, o Cretáceo, es una división de la escala temporal geológica. Es el tercer y último período de la Era Mesozoica; comenzó hace aproximadamente 145.5 millones de años y terminó hace 65.5 aproximadamente.

Descomposición aeróbica: Tipo de descomposición que requiere de oxígeno para ser llevada a cabo.

Detrito: Residuos de la fragmentación de materia orgánica.

Difusión: Proceso mediante el cual fluyen las moléculas de una región de mayor concentración a una de menor concentración.

Dioica: Planta que posee flores masculinas y femeninas en individuos separados.

Dióxido de carbono: Es un gas que está presente en la atmósfera. Se crea con la respiración de los seres vivos, con la descomposición de material orgánico o con la quema de combustibles que contengan carbono. Este gas es fundamental para que se lleve a cabo la fotosíntesis.

Epífitas: Se refiere a cualquier organismo que crece sobre diferentes superficies (vivas y no vivas) utilizándolas solamente como soporte, pero que no le causa daño directo (es decir, que no es parásito).

Escorrentía: Es el agua de lluvia que no es absorbida por un terreno y que discurre por distintas superficies.

Estambre: Parte masculina de la flor que produce el polen.

Estigma: Parte del gineceo o pistilo (parte femenina de la flor) que recibe el polen durante la polinización.

Eurihalino: Organismos que toleran un amplio rango de concentración de sal. En este caso, que soportan diferentes concentraciones de sales en el medio acuático donde viven.

Fanerógamas: Plantas vasculares (que poseen xilema y floema) que producen flores.

Floema: Tejido vascular de una fanerógama que conduce azúcares y nutrientes en forma ascendente y descendente, desde los órganos que los producen hacia aquéllos en que los que se consumen y almacenan.

Flores estaminadas: Flores masculinas o flores macho. Son flores que tienen estambres funcionales, capaces de producir polen, pero no tienen ovario o tienen un ovario que no es fértil.

Foraminíferos: Pequeños organismos unicelulares pertenecientes al grupo de los protozoarios. Su cuerpo está protegido por una delicada concha o testa.

Fotosíntesis: Es un proceso que utiliza la energía del sol, agua, nutrientes, la clorofila de las plantas y el dióxido de carbono para formar tejidos vegetales (por ejemplo en forma de azúcares, grasas o proteínas).

Gametos: Son células que participan en la reproducción sexual. Tienen una sola copia de cada cromosoma (son haploides). En muchos animales las conocemos como óvulo y espermatozoide. Al unirse, forman un organismo con dos copias de cada cromosoma (diploide) como tú y yo.

Hidrofilica: En el sentido amplio, que tiene afinidad con el agua. En este caso, se usa para describir a una planta que está adaptada para vivir en medios acuáticos y sumergidos.

Hipersalino: Medio con una concentración de sales superior al agua de mar.

Lámina: Estructura generalmente aplanada de las algas, que se asemeja a la hoja de una planta.

Macrófitas: Plantas grandes (que se ven a simple vista) adaptadas a los medios muy húmedos o acuáticos, tales como lagos, estanques, charcos, estuarios, pantanos, orillas de los ríos, deltas o lagunas marinas.

Monocotiledóneas: Grupo de plantas vasculares (fanerógamas) con flores (angiospermas), donde los embriones de las semillas presentan una sola hoja inicial (un solo cotiledón). Ejemplos de plantas monocotiledóneas son: el maíz, la mayoría de los cereales, el tulipán y la cebolla entre otras.

Nódulos: Estructura que separa los segmentos del rizoma y del cual surgen brotes con hojas y/o raíces.

Organismos planctónicos: Son organismos, generalmente microscópicos, que viven flotando en aguas marinas o dulces (son débiles nadadores).

Osmoregulación: Proceso activo mediante el cual los organismos mantienen un balance adecuado de la concentración de agua y solutos disueltos en su cuerpo.

Pedicelo: Estructura delgada que da soporte a las algas, se asemeja al tallo de las plantas.

Pedúnculo: Rama que une a una hoja, flor o fruto a la planta.

Planta anual: Plantas que cumplen su ciclo de vida en un año.

Pecíolo: pedúnculo o especie de rabito de la hoja mediante el cual se une al tallo.

Plantas vasculares: Plantas que presentan un sistema vascular (xilema y floema) para la distribución de agua y nutrientes a través de la planta.

Polinización: Proceso mediante el cual se transfiere el polen de una flor desde los estambres (parte masculina de la flor que produce el polen) hasta el estigma (parte receptiva de la flor).

Polinización hidrofílica: Polinización que ocurre en el agua.

Productores primarios: Organismos autótrofos que producen materia orgánica a través del proceso de fotosíntesis. Los productores primarios son el inicio de todas las cadenas y las redes alimentarias.

Rizoide: Estructura parecida a la raíz de las plantas, que utilizan las algas para anclarse al suelo y estabilizarse. No absorbe nutrientes.

Rizomas: Tallo subterráneo de una planta, que crece horizontalmente y a partir del cual nacen raíces y brotes nuevos. Los rizomas le facilitan a la planta un rápido esparcimiento por un lugar.

Salobre: Agua que tiene más sales disueltas que el agua dulce, pero menos que el agua de mar.

Sedimentación: Proceso de acumulación y deposición de sedimentos.

Sustrato: Superficie sobre la cual vive un organismo.

UPS: Acrónimo para Unidades Prácticas de Salinidad. Sustituye al antiguo ppm (partes por mil). La salinidad de 35 UPS es considerada la salinidad promedio del agua de mar.

Xilema: Tejido vascular de las plantas que conduce agua y sales inorgánicas que le sirven como nutrientes. Esto ocurre en forma ascendente por toda la planta, proporcionando también soporte a la misma.

Zonas estuarinas: Zonas costeras donde se unen cuerpos grandes de agua dulce (por ejemplo ríos) y el mar. Estas zonas reciben la influencia de los cambios de marea, pero están protegidas de la acción directa de olas y vientos.

Zona infralitoral: Zona de la costa que está permanentemente sumergida.

Zona litoral : Zona costera bajo la influencia de la marea baja y la marea alta.

Zona supralitoral: Parte de la costa que no se inunda con las mareas (está por encima del límite superior de la marea alta).



Figura 20. Sistema de rizoides en las hierbas marinas.



Referencias:

- Blanchon, P., Rodríguez R. (2010). *Seagrass*. Consultado el 17 de agosto de 2013 en <http://www.icmyl.unam.mx/arrecifes/seagrass.html>
- Den Hartog C. (1970). *The sea-grasses of the world*. North-Holland Publ. Amsterdam
- Fourqurean, J. W., Duarte, C.M., Kennedy, H., Marbà, N., Holmer, M., Mateo, M. A., Apostolaki, E. T., Kendrick, G. A., Krause-Jensen, D., McGlathery, K. J. & Serrano, O. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience* (5), 505–509. doi:10.1038/ngeo1477.
- Green E.P and Short F.t . (2003). *World Atlas of Seagrasses*. Prepared by the UIMEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, USA.
- González Lagoa, J.G., González Toro, C. (2010). *Encuentro con el mar*. Puerto Rico: Programa Sea Grant.
- Martínez Daranas, B.A. (2007). *Características y estados de la conservación de los pastos marinos del área de interés del archipiélago Sabana-Camagüey, Cuba*. Tesis presentada a opción de grado científico de Doctor en Ciencias Biológicas. Recopilado de: <http://www.oceandocs.net/bitstream/1834/3405/1/Martinez-Daranas%20ThesisPhD.pdf>
- McKenzie, L. (2008). *Sea Grass Educator Handbook*. Seagrass-watch. Consultado el 17 de agosto de 2013 en http://www.seagrasswatch.org/Info_centre/education/Seagrass_Educators_Handbook.pdf
- McKenzie, LJ., Yoshida, RL. & Coles, RG. (2006 - 2012). *Seagrass-Watch*. Consultado el 17 de agosto de 2013 en <http://www.seagrasswatch.org>
- Seagrass outreach partnership. (2007). *Seagrass it's a live*. Consultado el 17 de agosto de 2013 en <http://flseagrass.org/index.php>
- Thompson, A. (2012). *What is a Carbon Sink?* Consultado el 8 de julio de 2014 en <http://www.livescience.com/32354-what-is-a-carbon-sink.html>



UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO
UPR


Sea Grant
Puerto Rico

UPRSG-E-261

ISBN 9781881719663



9 781881 719663