

PASTOS MARINOS

Ana Laura Lara-Domínguez

Introducción

Los pastos marinos son plantas (angiospermas) que se encuentran por debajo de la superficie del agua, en estuarios someros. Presentan flores, hojas, rizoma (un tronco bajo la tierra, por lo general orientado de manera horizontal) y un sistema de raíces. La mayoría de sus especies se ubican en suelo suave (esto es limo o arena) y generalmente se distribuyen en extensos y densos manchones bajo el agua, muy similares a los campos de trigo que se observan por todas partes en tierra firme, razón por la que son denominados pastos (Phillips, 1992). En la región del Caribe también son conocidos como "ceibadales".

Los pastos marinos son plantas que se encuentran en estuarios someros, presentan flores, hojas, rizoma y un sistema de raíces. La mayoría de sus especies se ubican en suelo suave y se distribuyen en manchones amplios y densos debajo de la superficie del agua.

Se cree que los pastos marinos derivan de plantas terrestres que regresaron poco a poco al mar, con pasos progresivos de aclimatación: de aguas dulces poco profundas a aguas salobres someras para, finalmente, someterse al agua marina. La adaptación a la vida sumergida en agua marina involucra un conjunto de cambios anatómicos, morfológicos y fisiológicos.

Ecología y funcionalidad

La productividad primaria (producción de materia orgánica en peso, como resultado de la conversión de la luz solar a través de la fotosíntesis) en las praderas de pastos marinos está entre las más altas en relación con otras asociaciones de vegetales (500 a 4,000 g carbón/m²/año). Existen tres técnicas para estimar este valor: 1) determinando los cambios en la concentración de los gases metabólicos, como el oxígeno, en el agua que rodea a las plantas, 2) mediciones de la incorporación de carbón inorgánico isotópico ¹⁴C (carbón catorce) del agua encerrada alrededor de las hojas y 3) observando el incremento temporal de biomasa vegetal o elongación de hojas marcadas previamente.

La pesca ribereña que se realiza en la plataforma continental depende en gran medida de la productividad de los ecosistemas costeros. Por ello, los pastos marinos son una fuente importante de nutrientes para las lagunas costeras y arrecifes, los cuales son transportados por el oleaje y las mareas.

Los resultados de estas técnicas han determinado que las tasas anuales de productividad tiendan a ser más altas en los trópicos y subtropicos porque la época de crecimiento se puede extender todo el año; no sucede lo mismo en los climas templados o fríos. Así mismo, se ha señalado que la biomasa de los humedales de agua dulce puede ser un poco baja en aguas más salobres (Day *et al.*, 1989). Este alimento fabricado por los pastos marinos al crecer puede ser ingerido directamente (por ejemplo, por las tortugas o manatíes) o bien a través de la cadena del detritus, es decir, por la descomposición del material vegetal muerto.

El papel ecológico de los pastos marinos es fundamental ya que proporcionan un hábitat importante a una gran variedad de organismos (algas epífitas, epifauna sésil, epifauna vágil, fitoplancton, zooplancton, necton, algas, microflora, infauna, microbios, camarón y peces, entre otros), que en su conjunto dan forma a la complejidad estructural de este ecosistema (Ibarra y Ríos, 1993). Esto se debe a que en condiciones naturales, las praderas de pastos marinos se localizan en extensas áreas, formando manchones muy complejos por la entremalla de sus hojas que funcionan como sostén o camuflaje. Por ejemplo, en la Laguna de Términos, en Campeche, así como en otras, existe una gran abundancia de moluscos, crustáceos y peces, y más de la mitad de las especies de camarones y cangrejos registrados en ella están asociados a los pastos marinos (Raz-Guzmán y Sánchez-Martínez, 2001).

El papel ecológico de los pastos marinos es fundamental ya que proporcionan un hábitat importante a una gran variedad de organismos (algas epífitas, epifauna sésil, epifauna vágil, fitoplancton, zooplancton, necton, algas, microflora, infauna, microbios, camarón y peces, entre otros), que en su conjunto dan forma a la complejidad estructural de este ecosistema. Este entramado constituye la base de su alta productividad y aporte a la riqueza pesquera.

La composición de especies que conforman este complejo ecosistema va a depender de la temperatura, salinidad, turbiedad, concentración de sales y minerales, oxígeno disuelto, niveles de contaminación y movimiento de agua.

La composición de especies que conforman este complejo ecosistema de pastos marinos va a depender de la temperatura, salinidad, turbiedad, concentración de sales y minerales, oxígeno disuelto, niveles de contaminación y movimiento de agua.

Aunque este tipo de plantas no son el alimento predilecto de muchos animales debido a su constitución fibrosa, hay que destacar que son una importante fuente de alimento para especies clave como el manatí (*Trichechus manatus*). Su importancia como hábitat de múltiples especies marinas de diversos tamaños y en diferentes fases de desarrollo (larvas, postlarvas, juveniles, adultos) no deja lugar a dudas respecto al papel fundamental que juegan tales ecosistemas para la biodiversidad marina.

Funciones ecológicas de los pastos marinos

Los pastos marinos tienen funciones ecológicas de gran importancia. Wood *et al.* (1969) enumeran las siguientes:

- 1) La productividad orgánica en los pastos marinos es relativamente alta. Algunas especies rivalizan o con frecuencia exceden los valores asociados a los cultivos agrícolas subsidiados. Las hojas de los pastos marinos crecen a una tasa de 5 mm/día y pueden alcanzar una tasa por arriba de los 10 mm/día, aunque esto es muy raro.
- 2) Existe una elevada producción de pastos marinos al año; sin embargo, muy pocos organismos se alimentan directamente de la planta. Como resultado, los pastos marinos producen grandes cantidades de tejido vegetal muerto que se convierte en detritus particulado y disuelto, que juega un papel importante en la dinámica del sistema y del estuario del cual son parte.
- 3) Las hojas y los retoños sirven de sustrato a organismos epibióticos que se adhieren.

Esto incrementa tanto la productividad primaria como la secundaria del hábitat, y la epibiota puede ser fuente de alimento significativo para peces e invertebrados.

La producción de algunas especies de camarón está estrechamente relacionada a la presencia de pastos marinos. Estos aportan nutrientes al sistema y brindan protección a los juveniles del camarón, evitando que sean depredados.

4) Debido a que los pastos marinos están enraizados en el sustrato y producen retoños con racimos de hojas en la columna del agua, estabilizan su hábitat. Esto se presenta en dos formas: las hojas, por un lado, y las raíces y rizomas, por otro. Las hojas forman un deflector que reduce y retarda la velocidad de la corriente cerca de la interfase o zona de contacto agua-sedimento, proceso que promueve la sedimentación e inhibe la resuspensión tanto de material orgánico como inorgánico. Las raíces y rizomas forman una compleja matriz, un entramado en el cual se aprieta el sedimento y se retarda la erosión.

5) Las hojas densas forman una protección para una fauna extremadamente diversa de todos los niveles tróficos. En los niveles tróficos superiores de la cadena alimenticia, los juveniles y adultos de dicha fauna pueden ser migratorios o residentes. Considerando la alta producción de los pastos marinos así como la flora de algas asociadas a ellos (ya sea la que crece sobre las hojas y hace que se sientan babosos al tocarlos o bien la que crece en el sustrato) forman una protección estable y áreas propicias de crianza para muchas especies con valor comercial o deportivo (peces, invertebrados como el camarón, entre otros, Figura 1).

6) Puesto que las hojas generan y retienen material orgánico autóctono (producido en el mismo sitio) así como alóctono (proviene de otros sitios más alejados), se crea un ambiente activo para la descomposición y reciclamiento de nutrientes. Parte de la producción diaria de pastos puede ser exportada a otros ecosistemas, aunque los valores cambian en función de la especie (60 a 100% de la producción diaria de *Syringodium filiforme* pero sólo 1% de *Thalassia testudinum* puede ser exportado de una fuente). Las hojas que se desprenden son usualmente retenidas y de manera gradual empiezan a mineralizarse dentro del sedimento. Al descomponerse, el carbón orgánico disuelto es liberado en la columna de agua, promoviendo el desarrollo de



Figura 1 | Modelo conceptual del ciclo de vida de la mojarra castarica (*Cichlasoma urophthalmus*), en las áreas de pastos marinos de la Laguna de Términos. Los organismos adultos se reproducen en las zonas de manglar, permaneciendo en las raíces las larvas y juveniles en crianza. Los preadultos y adultos en maduración se alimentan en la zona de pastos marinos (tomado de Lara-Domínguez *et al.*, 1988).

bacterias que ayudan al rompimiento enzimático de la materia orgánica particulada (MOP). La MOP se sedimenta en el sustrato con los materiales orgánicos que persisten, promoviendo un activo ciclo de sulfuro que facilita la descomposición y retención de materia orgánica en el sedimento. Las algas epifíticas sobre las hojas de los pastos marinos fijan nitrógeno, añadiéndolo al stock de nutrientes. Los pastos marinos toman la mayoría de sus nutrientes del sedimento, los transportan a través de las plantas y los liberan dentro de la columna de agua por las hojas, actuando como una bomba de nutrientes desde el sedimento hacia el agua.

Al producir y atrapar sedimentos, por la exportación de materia orgánica disuelta y particulada y por la transferencia de energía entre ecosistemas, la influencia de los pastos marinos se extiende hacia otros ecosistemas a través de interacciones físicas.

En México existen nueve especies de pastos marinos que se distribuyen a lo largo de las costas, excepto en el Pacífico tropical mexicano. En las costas del Pacífico se han registrado cuatro especies de pastos marinos y en el Golfo de México, cinco (desde Tamaulipas hasta el sistema arrecifal de Yucatán). Sólo una especie se encuentra en ambas costas.

Distribución

La distribución de cada una de las especies de pastos marinos está en función de las condiciones ambientales como la penetración de la luz solar en la columna de agua, temperatura, salinidad, tipo de sustrato donde se encuentran, oleaje, corrientes, concentración de nutrientes y disponibilidad de semillas. Estos factores son determinantes en la preservación de este tipo de vegetación en la zona costera. Su distribución se restringe a la plataforma continental, donde pueden encontrar estas condiciones.

En México existen nueve especies de pastos marinos que se distribuyen a lo largo de las costas, excepto en el Pacífico tropical mexicano (seguramente debido a que la plataforma continental del Pacífico tropical es muy estrecha). En las costas del Pacífico se han registrado cuatro especies de pastos marinos y en el Golfo de México, cinco (desde Tamaulipas hasta el sistema arrecifal de Yucatán; Ibarra y Ríos, 1993). La única especie que se encuentra en ambas costas es *Halodule wrightii*.

Así mismo, se les puede encontrar en estuarios, lagunas costeras y en zonas someras de las plataformas continentales, generalmente en aguas con poca turbulencia. Pueden crecer en diferentes tipos de sustratos, entre ellos lodo, arena de grano fino o grueso, arcilla y en ocasiones también sobre la roca. Estas especies son: *Zostera marina*, *Phyllospadix scouleri*, *P. torreyi*, *Thalassia testudinum*, *Halodule wrightii*, *H. beaudettei*, *Syringodium filiforme*, *Halophila decipiens* y *H. engelmanni*.

A manera de ejemplo se van a presentar los estudios realizados a lo largo del estado de Veracruz. En el Cuadro 1 y en la figura 2 se muestran localidades y comunidades de pastos marinos registradas. Sin embargo, recientemente se han publicado registros de la especie *Halodule beaudettei* en la Laguna de Tamiahua (Martínez-Murillo y Aladro-Lubel, 1994).

Los pastos marinos dominan en ambientes con sustrato adecuado, poco profundo, con agua de alta transparencia. Es difícil encontrarlos en zonas donde las playas son de alta energía, especialmente en la zona de rompiente o en los deltas de los ríos donde hay una gran carga de sedimentos.

LOCALIDAD	<i>Halodule wrightii</i>	<i>Halodule beaudettei</i>	<i>Halophila decipiens</i>	<i>Ruppia maritima</i>	<i>Syringodium mfiliforme</i>	<i>Thalassia testudinum</i>
L. de Tamiahua		X				
L. La Mancha		X				
A. Isla de Lobos						X
A. Blanquilla (frente a Puerto de Veracruz)			X			X
A. Galleguilla						X
A. Gallega						X
A. Hornos	X		X		X	X
I. de Sacrificio						X
A. Pájaros	X				X	X
I. Verde	X					X
A. Anegada de Enfrente						X
I. de Enmedio	X		X		X	X
I. Salmedia					X	X
L. de Mandinga				X		
L. de Alvarado				X		
L. Sohieromapan				X		

Cuadro 1 | Especies que se registran en la zona costera del estado de Veracruz (Lot, 1977). (L = laguna, A= arrecife, I= isla).

A partir de la distribución de pastos marinos en Veracruz, se observa que en las zonas de islas y arrecifes es posible encontrar más de una especie, mientras que en las lagunas costeras domina una sola especie, aunque existen variaciones entre las diferentes lagunas.

Efectos de la actividad humana en los ecosistemas de pastos marinos

Algunas de las actividades humanas y sus consecuencias, que modifican y ponen en riesgo a los pastos marinos son:

- Los desechos urbanos y rurales arrojados sin un tratamiento previo.
- Contaminación industrial, incluyendo desechos biológicos y minerales.
- La exploración y explotación del petróleo.
- Construcción de puertos e infraestructura asociada a esta actividad como faros, diques, canales, entre otros.
- Dragado regular de los canales cuya consecuencia es una deriva de sedimentos.



Figura 2 | Esquemas de algunas de las especies de pastos marinos que se distribuyen en el litoral de estado de Veracruz (esquemas modificados de Day *et al.*, 1989).

Estas actividades se traducen en los siguientes problemas que afectan a los pastos marinos:

Deforestación y/o cambio de uso de suelo en la cuenca alta. Provoca que los ríos lleven una gran cantidad de sedimentos en suspensión lo que ocasiona que se incremente la turbidez, limitando así la entrada de luz solar en las áreas con pastos marinos. Esta luz es fundamental para la existencia de los pastos marinos ya que es su fuente de energía en el proceso de fotosíntesis. Así mismo, el exceso de sedimentos que llega a las partes bajas donde se desarrollan los pastos puede cubrir las hojas. Por lo tanto, lo que se busca es un balance entre la cantidad de sedimentos que llegan a la costa y la tasa de crecimiento de los pastos marinos de modo que los mantenga por arriba de estos nuevos sedimentos.

Agricultura. La excesiva cantidad de nutrientes por el inadecuado uso de fertilizantes en las áreas de cultivo está determinando que las epífitas que se desarrollan sobre las hojas de los pastos marinos presenten un crecimiento mayor, y provoca que extiendan aún más su distribución en las hojas, con lo que se inhibe la absorción de la luz solar, llegando a provocar la muerte del individuo. Así mismo, los herbicidas empleados en la agricultura deterioran las áreas de pastos marinos debido a que no son selectivos y provocan su muerte.

Ganadería. Los agroquímicos utilizados en esta actividad tienen el mismo efecto que los utilizados en la agricultura. Además, hay una excesiva descarga de materia orgánica al sistema que puede rebasar la capacidad del área de pastos marinos para absorberla e incorporarla, provocando anoxia (falta de oxígeno) y, finalmente, desencadena la migración o muerte de la fauna asociada.

Pesquerías. El abundante alimento disponible en las comunidades de pastos marinos permite la presencia de un gran número de especies de interés comercial. Su captura por los pescadores afecta el crecimiento de las plantas de la localidad.

Los pastos marinos junto con los manglares mantienen la riqueza productiva y la biodiversidad de los lagunas costeras. Los lugareños frecuentemente desconocen su importancia ecológica y los arrancan por que sus redes de pesca

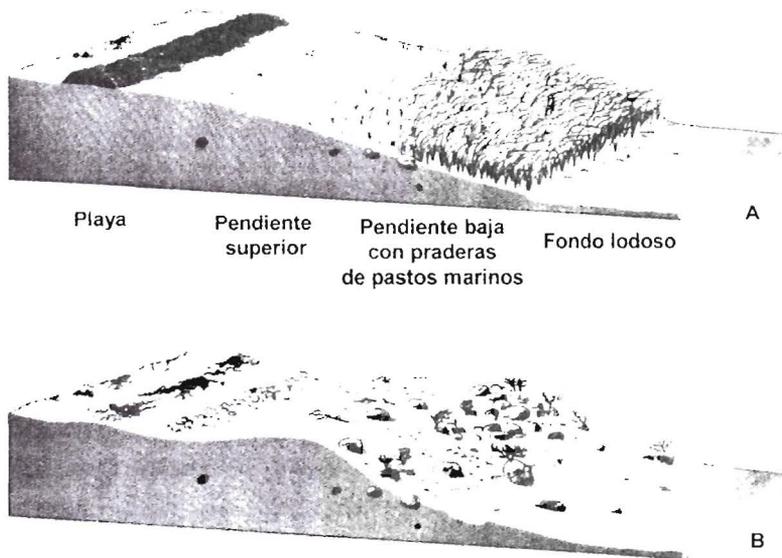


Figura 3 | Diagramas que muestran: A) Condiciones típicas de las praderas de pastos marinos antes de ser destruidas por diferentes actividades humanas, o bien por causas naturales como enfermedades. B) Condiciones extremas después de la destrucción de pastos marinos. Pueden darse diferentes tipos transicionales entre A y B, dependiendo del grado y duración de las perturbaciones (tomado de Rasmussen, 1977).

La desaparición de las praderas de pastos marinos por diferentes causas, ya sea de origen antrópico o por perturbaciones naturales, cambia drásticamente las características de la zonificación. En la Figura 3 se muestran dos diagramas. En el A hay presencia de pastos marinos; se observa una zonificación donde la pendiente superior somera se muestra casi sin vegetación y está constantemente expuesta al cambiante nivel del mar. La pendiente baja se observa con praderas de pastos marinos. Además, posee un fondo lodoso. Mientras que en el diagrama B se muestran condiciones extremas después de la destrucción de los pastos marinos. Generalmente, las capas de fondo empiezan a ser más de cuarzo, dependiendo de la fuerza del movimiento del agua.

Los pastos marinos son responsables, en buena parte, de la alta productividad de la zona costera. Al igual que muchos otros de los ecosistemas costeros, son poco valorados por la población en general y se encuentran en peligro por los efectos directos e indirectos de las actividades humanas. Como parte del manejo integral de la zona costera, se deben tomar medidas para su protección.

Situación actual

- Los altos niveles de contaminación y presencia de materiales tóxicos tienen efectos negativos en el crecimiento y desarrollo de los pastos marinos.
- Las altas tasas de deforestación están ocasionando un mayor acarreo de sedimentos a las costas lo que trae como consecuencia aumento en la turbidez del agua.
- Esto afecta el proceso de fotosíntesis que llevan a cabo los pastos marinos y disminuye su crecimiento.
- Las extensas actividades de dragado y relleno, la pesca de arrastre y los altos niveles de contaminación, están destruyendo grandes extensiones de pastos marinos.

RECOMENDACIONES DE MANEJO

- Se recomienda conservar las condiciones ambientales en las que se encuentran dichos pastos (temperatura, salinidad, oxígeno disuelto).
- Evitar dragado y relleno en áreas dominadas por pastos marinos.
- Si se llevan actividades de dragado o relleno en áreas contiguas a los pastos marinos, evitar que los materiales suspendidos sean transportados a los lechos de pastos marinos. Para llevar a cabo estas actividades, deberá conocerse muy bien los patrones de circulación del agua.
- Evitar la liberación de cualquier tipo de desechos y aguas residuales no tratadas en áreas de pastos marinos.
- Evitar la pesca de arrastre en zonas de pastos marinos, ya que éstos son acarreados junto con la fauna.
- Cualquier alteración o desviación de aportes de agua dulce al sistema de pastos marinos deberá ser evaluado para no provocar cambios en la salinidad de las áreas donde se ubican estas comunidades.
- Evitar su remoción en áreas turísticas; más bien colocar señalamientos sobre su importancia y necesidad de protección.

 BIBLIOGRAFÍA

- Day, J. W., Ch. A. S. Hall, M. Kemp y A. Yáñez-Arancibia. 1989. Estuarine Ecology. Wiley Interscience, John Wiley y Sons Inc., New York, E.U.A. 558 p.
- Ibarra S. E. y R. Ríos. 1993. Ecosistemas de fanerógamas marinas. En: S. I. Salazar, N. E. González. Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO, CIQRO, México pp. 54- 65.
- Lara-Domínguez, A. L., M. Caso-Chávez y A. Yáñez-Arancibia. 1988. Modelos de ciclos de vida de peces estuarinos en el sur del Golfo de México: Anadromia y catadromia tropical en *Arius melanopus* (Ariidae), *Bairdiella chrysoura* (Sciaenidae) y *Cichlasoma urophthalmus* (Cichlidae). En: Proceedings of the Symposium on the Ecology and Conservation of the Usumacinta-Grijalva Delta. INIREB Tabasco, W. W. C. Brehm Fonds., IUCN, ICT, Gob. Estado de Tabasco pp. 403-422.
- Lot, A. 1977. General status of research on seagrass ecosystem in México. Cap. 7: En: C. P. McRoy y C. Helfferich (eds.). Seagrass Ecosystems. A Scientific Perspective. Marine Science. (4): 233-246.
- Martínez-Murillo y Aladro-Lubel. 1994. Ciliados asociados al pasto marino *Halodule beaudettei* en la Laguna de Tamiahua, Veracruz, México. Anales Inst. Biol. Universidad Nacional Autónoma de México, Ser. Zool. 65(1): 11-18.
- Phillips, R. C. 1992. The seagrass ecosystem and resources in Latin America. En: U. Seeliger (ed.). Coastal Plant Communities of Latin America. Academic Press, Inc., pp. 233-246.
- Rasmussen, E. 1977. The wasting disease of eelgrass (*Zostera marina*) and its effects on environmental factors and fauna. En: C. P. McRoy y C. Helfferich (eds.). Seagrass Ecosystems. A Scientific Perspective. Marine Science (4): 1-52.
- Raz-Guzmán, A. y A. Sánchez-Martínez. 2001. La biodiversidad de los ambientes estuarinos y marinos de México. Revista Ciencia Nicolaita 26: 125-146.
- Wood, E. J. F., W. E. Odum y J. C. Zieman. 1969. Influence of sea grasses on the productivity of coastal lagoons. En: A. Ayala Castañares (ed.). Coastal Lagoons. UNAM Press, D. F., México, pp. 495-502.