

Reyes, J. (2011). 5. Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos. En: Afonso-Carrillo, J. (Ed.), *Biodiversidad: explorando la red vital de la que formamos parte*. pp. 159-187. Actas VI Semana Científica Telesforo Bravo. Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias. ISBN: 978-84-615-3089-2.

5. Sebadales: explosión de biodiversidad en desiertos de arena submarinos

Javier Reyes

*Departamento de Biología Vegetal (Botánica),
Universidad de La Laguna
jareyes@ull.es*

Gracias a la invitación del Instituto de Estudios Hispánicos de Canarias, y especialmente a Julio Afonso, he tenido la ocasión de participar en la VI Semana Científica Telesforo Bravo (22 al 26 de noviembre de 2010). Esta VI Semana Científica dedicada a la Biodiversidad, como red vital de la que formamos parte, me ha permitido mostrar la rica biodiversidad que alberga uno de los ecosistemas marinos más productivos de los fondos de las islas Canarias: los sebadales. Estas praderas de hierbas marinas que aparecen en fondos de arenas estables de regiones templadas y tropicales del planeta son considerados auténticos oasis de biodiversidad, y juegan un importante papel ecológico en el medio marino. En estas praderas se establecen redes tróficas complejas en las que participan numerosas especies de algas, invertebrados y vertebrados que dependen directa o indirectamente de las fanerógamas marinas. En este trabajo se muestran las principales características de Cymodocea nodosa, su distribución en los fondos de Canarias, su comportamiento a lo largo del año, así como la flora y la fauna marinas asociadas con las estructuras vegetativas (hojas, rizomas y raíces). En las siguientes páginas presento un resumen con las consideraciones más relevantes sobre este ecosistema marino, que fue objeto de estudio tanto de mi Tesis de Licenciatura como de mi Tesis Doctoral, a las que he dedicado muchos años de investigación. Sirvan estas líneas para poner de relevancia la importancia de los sebadales a través de su conocimiento, y la necesidad de su preservación para las generaciones futuras como auténticas reservas marinas.

Una gran variedad de especies de algas colonizan los fondos rocosos de las islas Canarias, tapizando de múltiples colores rocas y plataformas volcánicas. No obstante, en los fondos marinos canarios existen grandes extensiones ocupadas por sedimentos que quedarían desprovistos de vegetación, conformando verdaderos desiertos submarinos, si no fuera por un grupo de fanerógamas de origen terrestre que en el transcurso de la evolución colonizaron nuevamente el medio marino.

De las plantas vasculares, cuyos ancestros abandonaron el mar hace unos 400 millones de años (Raven, 1977), sólo un pequeño grupo de vegetales retornó y viven, en la actualidad, totalmente sumergidos en fondos sedimentarios. Este paso evolutivo hacia el medio marino tuvo lugar hace unos 100 millones de años, en el Cretácico, cuando el océano Atlántico estaba en pleno proceso de expansión y las islas Canarias comenzaban a levantar sus cimientos en los fondos oceánicos y sólo eran montes submarinos.

En base a evidencias fósiles (den Hartog, 1970), estas hierbas marinas pudieron evolucionar a partir de formas xerófitas de marismas, de plantas próximas a la familia de las gramíneas.

Para poder adaptarse al medio marino, este grupo de fanerógamas debieron adquirir a lo largo de miles de años la capacidad de vivir totalmente sumergidas en agua de mar, la tolerancia a su alta salinidad, un sistema eficaz para el anclaje en fondos sedimentarios inestables, y un polen de tipo filamentosos, capaz de ser transportado por el agua, en ausencia de vientos e insectos polinizadores. Estos dispositivos innovadores permitieron a las fanerógamas marinas ocupar los fondos inestables de sedimento y convertirse en nuevos competidores para las que, hasta entonces, habían sido las protagonistas de la vida vegetal marina: las algas. No obstante, uno de los principales factores limitantes para el crecimiento de estas plantas, al igual que para cualquier organismo fotosintético, es la luz. Por término medio, se ha observado que las fanerógamas marinas no pueden desarrollarse por debajo de una profundidad a la que llega menos del 10% de la luz solar, por lo que siempre ocupan lugares someros en las plataformas insulares y continentales. Dependiendo de la transparencia del agua pueden alcanzar hasta profundidades cercanas a los 70 metros, aunque lo normal es que no superen los 15-20 metros de profundidad.

El desarrollo de estas adaptaciones al medio ha supuesto en todas las especies de fanerógamas marinas la adquisición de un patrón morfológico común. Se trata de plantas provistas de un complejo sistema de rizomas o tallos subterráneos de crecimiento clónico, aunque puedan recurrir a la reproducción sexual a partir de la producción de frutos. Los rizomas pueden disponerse horizontal o verticalmente. Los rizomas horizontales son los responsables de colonizar nuevos espacios, principalmente en los bordes de las praderas submarinas. Los verticales, más frecuentes en las zonas

centrales de las praderas, evitan que las plantas queden sepultadas por procesos de sedimentación. Ambos tipos de rizomas no tienen una diferenciación definitiva, y en caso de necesidad, pueden adoptar el otro tipo de crecimiento. De los rizomas se desarrollan grupos de raicillas, con las que la planta se fija al sustrato y absorbe los nutrientes.

De la parte distal de los rizomas verticales surgen las hojas, las cuales son generalmente largas y acintadas (excepto las hojas ovaladas del género *Halophila*, o las cilíndricas de *Syringodium*), y dispuestas formando pequeños haces terminales. En los rizomas se reconocen nudos (cicatrices originadas por la caída de las hojas) y entrenudos (intervalo de tallo entre dos nudos) más o menos largos en función de la estación.

Las fanerógamas marinas pueden desarrollar inflorescencias o flores en determinadas épocas del año. Tienen en común su pequeño tamaño y el hecho de no ser llamativas, por lo que suelen pasar inadvertidas. El proceso de floración es raro en algunas especies, predominando en la mayoría la reproducción vegetativa por el crecimiento de los rizomas. Esto trae como consecuencia una escasa diversidad genética en las praderas lo que las hace más frágiles ante situaciones adversas.

De las más de doscientas mil especies de angiospermas que existen en la actualidad tan sólo cincuenta y ocho especies pertenecen a este grupo de las fanerógamas marinas, todas ellas monocotiledóneas, agrupadas en dos familias (Potamogetonaceae e Hydrocharitaceae) y en 12 géneros diferentes (den Hartog & Kuo, 2006). Aunque la mayoría de las praderas son monoespecíficas, en algunas pueden llegar a convivir hasta una docena de especies. Se encuentran en todas las latitudes excepto en la Antártida, aunque la mayor riqueza de especies aparece en las zonas tropicales. La mayoría de ellas crecen enraizadas en arenas o fangos, pero algunas pueden crecer sobre rocas.

A pesar del reducido número de especies, estas hierbas desempeñan un importantísimo papel en el medio marino, constituyendo uno de los ecosistemas litorales más productivos e importantes de los mares templados y tropicales del mundo, conocidos generalmente con el nombre de praderas marinas (Fig. 1). Se estima que cubren unos 600.000 km² de fondos con sedimentos en todo el planeta y son responsables de una producción de unos 600 millones de toneladas de carbono al año y del 15% de la absorción del CO₂ del total de organismos marinos, por lo que son indispensables para la reducción de los niveles de este gas y del incremento del efecto invernadero atmosférico (Luque & Templado, 2004).

Estas formaciones vegetales intervienen en el control de los ciclos biogeoquímicos del litoral, interviniendo en el reciclaje de los nutrientes y siendo responsables de una elevada producción de oxígeno y de materia orgánica, que exportan a otros ecosistemas litorales. Además, disminuyen el hidrodinámica marina, minimizando la erosión costera. La elevada densidad

de hojas aumenta la retención de partículas en suspensión, favoreciendo una mayor transparencia en las aguas. El entramado de rizomas y raíces contribuye a la estabilización de los sedimentos, evitando su pérdida en aguas más profundas (Marbà & Duarte, 1994). Pueden considerarse como bioindicadoras de la calidad de las aguas. Constituyen el hábitat para muchas especies, siendo sus hojas, rizomas y raíces guarderías de muchas fases juveniles que encuentran en ellas un lugar para pasar inadvertidas de los depredadores y, asimismo, son un lugar de reproducción y puesta de numerosas especies. Por todo ello, son consideradas como importantes refugios para la biodiversidad.



Fig. 1. Detalle de una pradera de *Cymodocea nodosa* ocupando grandes extensiones de fondos arenosos someros.

En zonas donde las praderas marinas se extienden en grandes superficies costeras, estas hierbas han sido utilizadas con fines muy diversos, como materia prima en cestería y para la obtención de papel. En usos químicos, para la obtención de sales y sosa a partir de sus cenizas y para la obtención de nitrocelulosa. Como combustible para la obtención de calor, como relleno para colchones, almohadas, tapicería y en empaquetados, para la obtención de compost, como fertilizante, aislante térmico y de sonidos, para la construcción de diques artificiales artesanales, como filtro biológico en el tratamiento de aguas residuales, como estabilizadores de sedimento en tramos de costa, como pasto para el

ganado, como recurso alimenticio y medicinal para humanos, entre otros (McRoy & Helfferich, 1980).

En las costas europeas atlánticas y del Mediterráneo existen seis especies de fanerógamas marinas: *Zostera marina* Linnaeus, *Zostera noltii* Hornemann, *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson, *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile, *Halophila stipulacea* (Forsskal) Ascherson y *Halophila decipiens* Ostenfeld (den Hartog, 1970). De todas ellas, sólo *Zostera noltii*, *Halophila decipiens* y *Cymodocea nodosa* crecen en Canarias.

Distribución y requerimientos ecológicos de *Cymodocea nodosa*

El género *Cymodocea* König agrupa cuatro especies (*C. angustata*, *C. rotundata*, *C. serrulata* y *C. nodosa*) y presenta una amplia distribución geográfica por mares tropicales y subtropicales. De ellas, *Cymodocea nodosa* se distribuye ampliamente en el Mar Mediterráneo, sin entrar en el Mar Negro. En el Atlántico, se encuentra en las costas del sur de la Península Ibérica (Portugal y Andalucía) y en las costas del noroeste de África hasta Mauritania, alcanzando su límite meridional en Senegal. Además, está también presente en Madeira y Canarias (Fig. 2a) (Reyes *et al.*, 1995a; Wirtz, 1995).

En las islas Canarias, *Cymodocea nodosa* es la especie más común, formando amplias praderas conocidas con el nombre de seabadales o manchones, que constituyen el ecosistema marino más importante en los fondos de sedimentos de las islas (Afonso-Carrillo & Gil-Rodríguez, 1980; Reyes, 1993).

Los seabadales se localizan, principalmente, en las bahías protegidas al este, sureste, sur y suroeste de casi todas las islas. En las costas norte están ausentes, salvo en enclaves especiales, debido a la mayor exposición al oleaje e inestabilidad de los fondos de arena. No obstante, estas praderas marinas son más abundantes en las islas orientales (La Graciosa, Lanzarote y Fuerteventura) y centrales (Gran Canaria y Tenerife), al presentar mayores plataformas insulares sumergidas y mayor cantidad de sedimentos. Por el contrario, en las islas occidentales, los fondos son más rocosos y abruptos, los fondos de sedimentos con cierta estabilidad son escasos y sus plataformas insulares son más reducidas. Esto motiva el menor número de praderas y la reducida extensión de las mismas en la isla de La Gomera, y su presencia sólo en ambientes portuarios en El Hierro y La Palma (Fig. 2b) (Reyes *et al.*, 1995a; Barquín *et al.*, 2005).

Cymodocea nodosa vive enraizada en el sedimento, y su ciclo de vida transcurre totalmente en el mar. Por ello, sus principales requerimientos ecológicos son estar completamente sumergida, disponer de suficiente

iluminación y de un sustrato adecuado donde crecer. Esta planta marina es típicamente colonizadora, y presenta una amplia tolerancia ambiental. Soporta grandes variaciones de salinidad, pudiendo encontrarse desde zonas de estuarios de ríos con salinidad próxima al 10‰ hasta lagunas costeras cerradas, con salinidad cercana al 45‰. No obstante, en ambos límites, las plantas muestran problemas metabólicos, disminuyen la fotosíntesis y su productividad desciende. Su rango de salinidad óptimo oscila entre los 30-37‰.

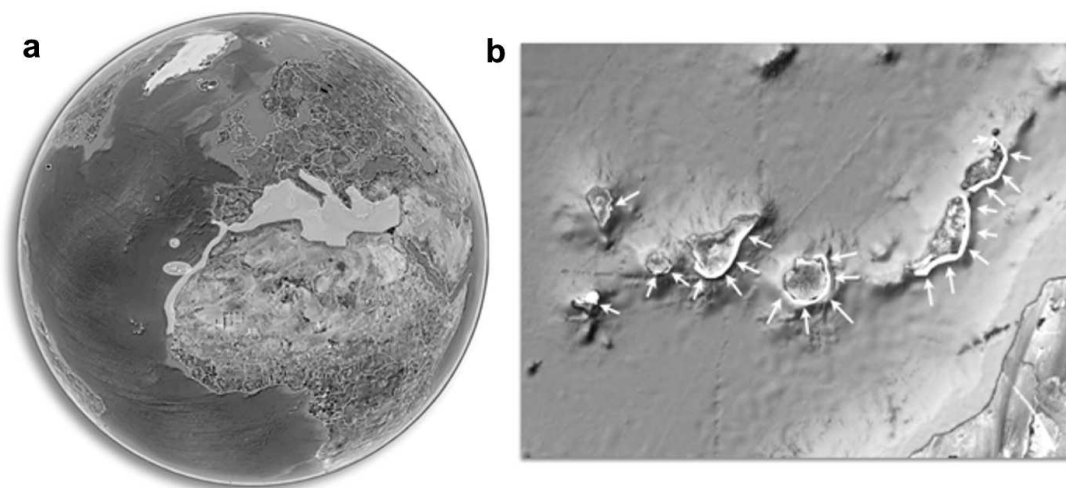


Fig. 2. (a) Distribución mundial de las praderas de *Cymodocea nodosa*. (b) Distribución de los seadales en las islas Canarias (Mapas adaptados de Google Earth).

En cuanto a la luz, necesita un mínimo de radiación lumínica para realizar la fotosíntesis, superior al 11% de la que incide en superficie, por lo que podemos encontrarla creciendo desde charcos intermareales hasta unos 30 metros de profundidad. La cantidad de partículas en suspensión condiciona la turbidez de las aguas, generando un efecto reductor sobre la luz que penetra hacia el fondo. En cuanto a la tipología del sustrato, podemos encontrarla principalmente en fondos arenosos o arenoso-fangosos y, más raramente, en fondos arenoso-rocosos, tanto pobres como ricos en materia orgánica. Puede tolerar ciertas condiciones de anoxia en el sedimento y concentraciones superiores de sulfuro de hidrógeno en el agua intersticial que otras fanerógamas marinas (Marbà & Terrados, 2004).

La intensidad de la dinámica marina es otro de los factores ambientales que puede limitar el establecimiento de estas hierbas. En lugares donde las corrientes son muy fuertes o la intensidad del oleaje es muy alta, el sustrato se vuelve inestable, provocando que la tasa de enterramiento sea superior al crecimiento de los rizomas verticales, o bien, que la pérdida de sedimento por erosión sea tan grande que las semillas o los rizomas horizontales no

tengan tiempo para desarrollar una pequeña mancha y terminar de culminar su ciclo de vida. Las praderas mejor estructuradas se desarrollan al abrigo del oleaje en ensenadas o costas protegidas del efecto dominante de las corrientes. En función de la dinámica marina, los sebaales pueden adquirir estructuras espaciales distintas. Hasta profundidades de unos 10 metros, pueden desarrollar ‘manchones’ de dimensiones variables. Estos manchones pueden quedar delimitados por escalones de sedimento que dejan visibles el entramado de rizomas y raíces de esta fanerógama marina. A mayores profundidades, se pueden establecer praderas continuas con coberturas cercanas al 100%. A medida que disminuye la luz, las praderas se vuelven más laxas y *Cymodocea nodosa* es sustituida por algas verdes de los géneros *Caulerpa* (*C. prolifera* y *C. racemosa*) y *Penicillus* (*P. capitatus*), que pueden dominar los fondos de arena hasta unos 50 metros de profundidad.

Morfología de los órganos vegetativos: hojas, rizomas y raíces

Cymodocea nodosa es una planta marina perenne. Presenta un rizoma rampante ramificado del que parten las raíces y los rizomas erectos. De estos últimos, ramificados o no, surgen hojas agrupadas en haces y con vainas desarrolladas en sus bases. Las raíces son adventicias, como en todas las monocotiledóneas, de color blanquecino, y se forman a nivel de los nudos de los rizomas. En los rizomas horizontales, las raíces surgen generalmente en la superficie inferior, mientras que en los rizomas verticales se forman en cualquier dirección a partir de un nudo. Las raíces primarias se forman generalmente en los rizomas horizontales, siendo éstas las que fijan más eficazmente la planta a la arena.

Los rizomas son herbáceos, cilíndricos y con ramificación monopodial. Según el crecimiento que presentan, se pueden diferenciar dos tipos: horizontales (plagiótropos) y verticales (ortótropos). Los rizomas plagiótropos primarios emiten regularmente rizomas laterales de crecimiento ortótropo. Ambos tipos de rizomas tienen un crecimiento reversible y presentan nudos y entrenudos sucesivos. Generalmente la longitud media de los entrenudos en los rizomas plagiótropos es mayor y más constante que en los ortótropos.

Cada una de las hojas posee una vaina en su base, considerada como una continuación proximal de la lámina foliar. Las hojas en desarrollo quedan protegidas por las vainas de las hojas maduras del mismo haz. Es habitual que las láminas foliares se desprendan antes que las vainas y que se observen, por tanto, varias vainas superpuestas envolviendo el rizoma en crecimiento. Cuando una hoja se desprende permanece su cicatriz en el rizoma y 10-14 escámulas marrones muy pequeñas que pronto se

desprenden. En el punto de unión vaina-lámina foliar y en la cara interna se forma la lígula o pequeña lengüeta, que se prolonga lateralmente formando dos aurículas agudas opuestas. Las hojas son alternas, dísticas y crecen a partir de un meristemo basal. Las láminas foliares son acintadas y su ápice es redondeado, con pequeños dientes marginales. En la superficie de la lámina foliar se distinguen 7-9 nervios paralelos, que confluyen en la región apical (Figs 3, 4) (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1994).

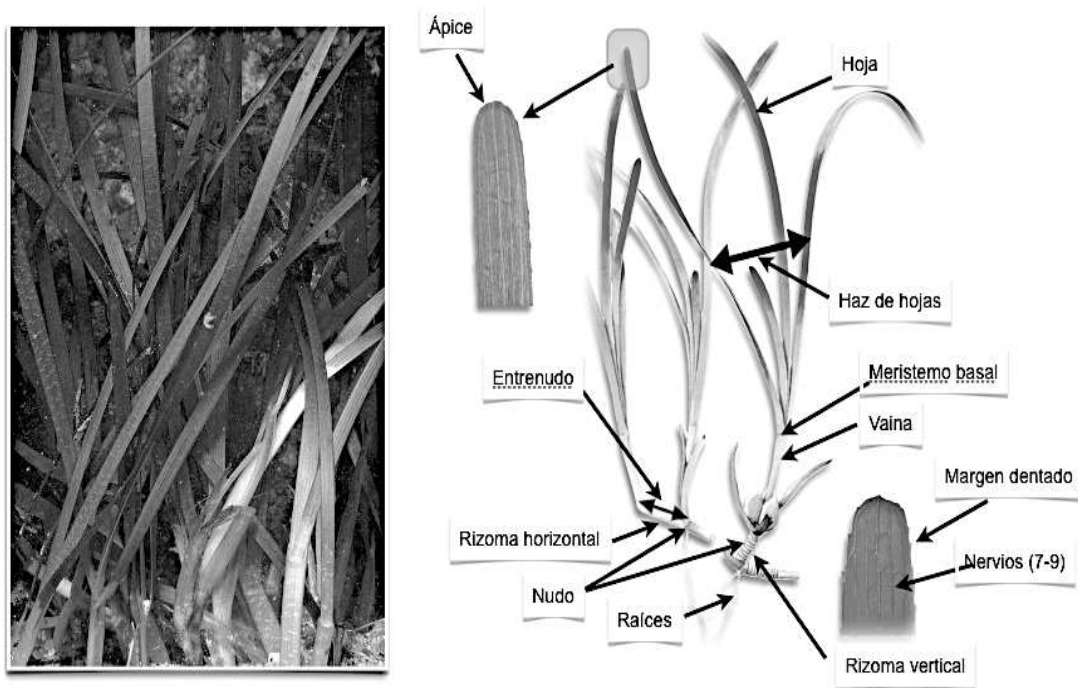


Fig. 3. Detalle de las hojas acintadas de *Cymodocea nodosa* y dibujo esquemático de las estructuras vegetativas de la planta.

Morfología de los órganos reproductores: flores y frutos

Cymodocea nodosa es una especie dioica. Las plantas masculinas y femeninas pueden crecer entremezcladas aunque, generalmente, tienden a formar grandes manchas sólo constituidas por individuos de uno u otro sexo. Las flores son solitarias y unisexuales, y no interrumpen el crecimiento del rizoma.

Las flores masculinas son muy simples (Fig. 5). Cada flor está inserta en el ápice de un pedúnculo floral, desarrollado a nivel de un nudo de un rizoma ortótopo. Este pedúnculo se alarga considerablemente, hasta 8 cm, en pocos días, sobrepasando la vaina de la hoja que en un principio la protege. En el extremo del pedúnculo se insertan los dos estambres que constituyen la flor masculina. Los estambres están soldados entre sí, a nivel

de sus filamentos. No obstante, hacia el ápice, esta unidad se bifurca y se reconocen, en su cara dorsal, los dos filamentos. Las dos anteras, libres entre sí, están formadas respectivamente por dos tecas de disposición paralela, que se abren longitudinalmente. Las anteras jóvenes son blanquecinas y presentan pequeñas manchas superficiales de color rojizo. Cada teca contiene dos sacos polínicos longitudinales paralelos, en cuyo interior el polen constituye una masa algodonosa de filamentos transparentes muy largos. Cuando el polen es liberado y las tecas están completamente abiertas, adquieren un color marrón oscuro y sus márgenes se vuelven ondulados.

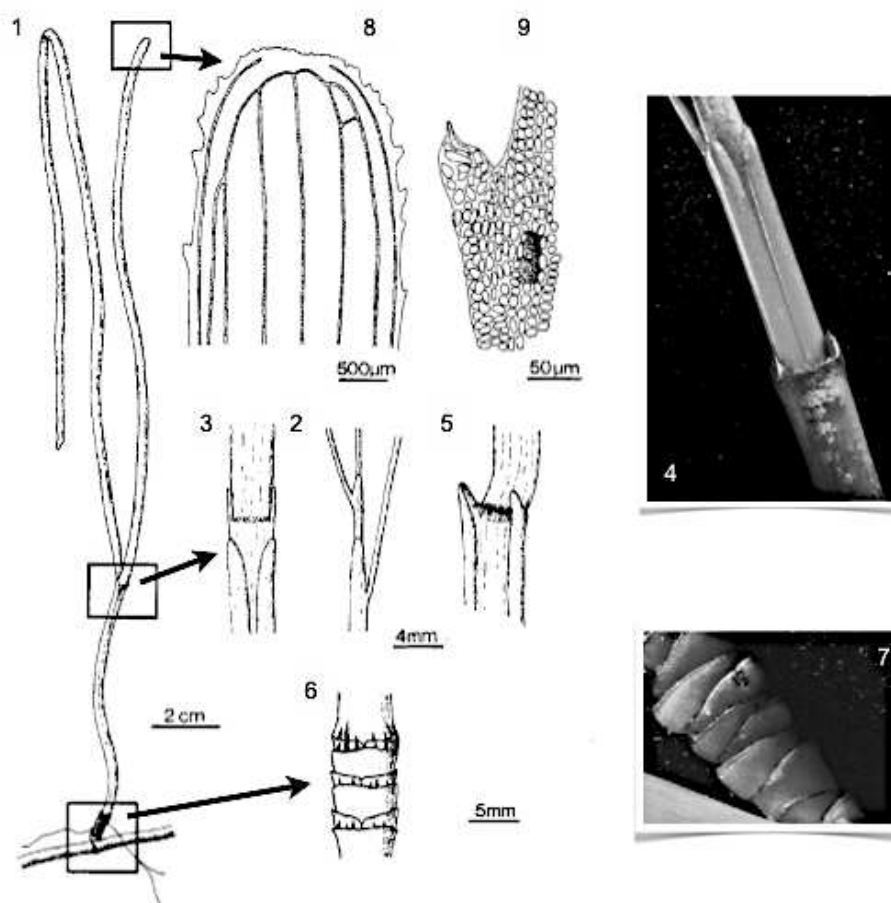


Fig. 4. Características de las hojas de *Cymodocea nodosa*. (1) Detalle de un haz de hojas. (2) Visión lateral de un haz de hojas, donde se observa la inserción vaina-lámina foliar de dos hojas sucesivas. (3,4) Visión frontal de un haz de hojas, donde se observa que los márgenes libres de la vaina de la hoja más madura envuelven a la hoja que se desarrolla en su interior. (5) Detalle de una hoja en el nivel de unión vaina-lámina foliar, donde se observa la lígula y las aurículas opuestas. (6,7) Detalle de un rizoma ortótropo donde se observa las cicatrices de hojas (nudos), en las que permanecen las escámulas. (8) Detalle del ápice de una hoja, con pequeños dientes marginales y nervios paralelos que confluyen en la región apical. (9) Detalle de un diente marginal.

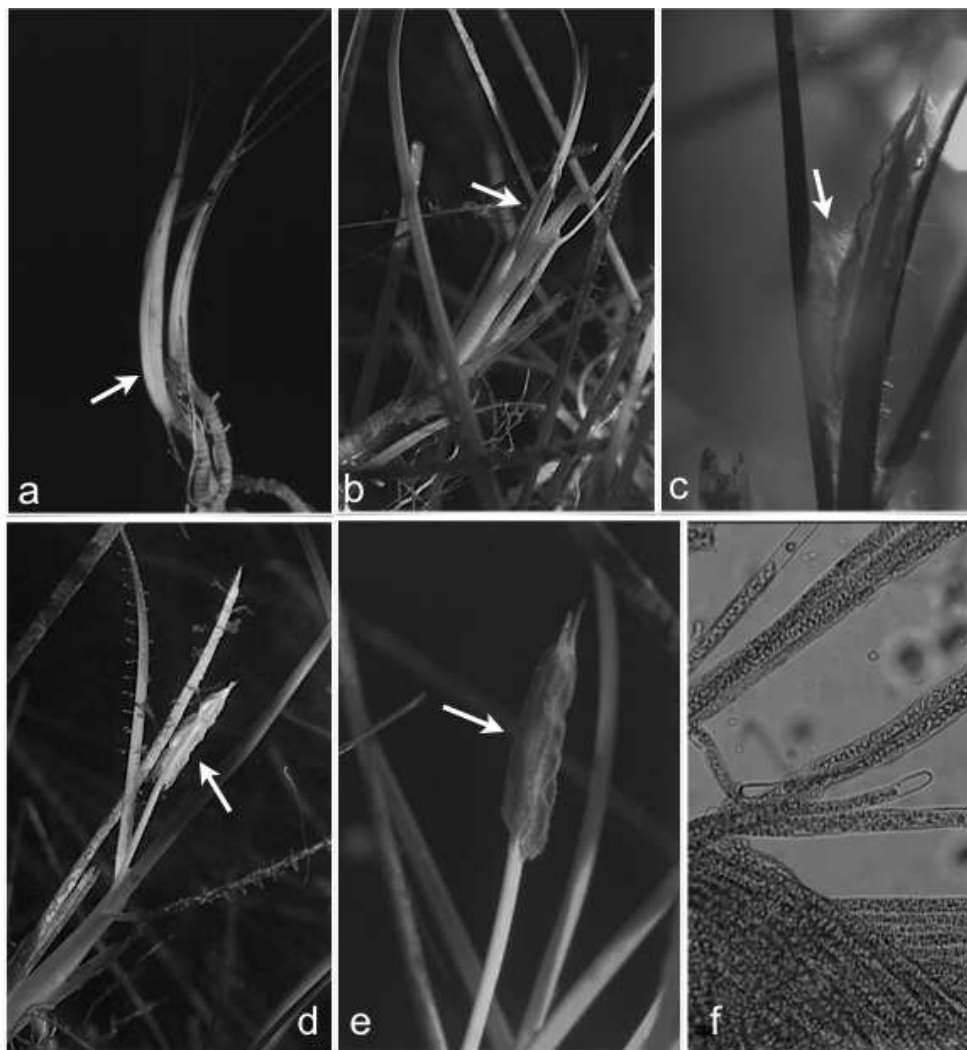


Fig. 5. Aspecto de las flores masculinas. (a) Flor masculina joven, aún cubierta por las vainas de las hojas del haz. (b) Estambres sobresaliendo de las vainas de las hojas. (c) Anteras liberando el polen filamentosos. (d) Anteras blanquecinas una vez liberado el polen. (e) Anteras maduras de color oscuro con márgenes ondulados. (f) Microfotografía del polen filamentosos.

Las flores femeninas son muy simples (Fig. 6), y también están insertas en el ápice de un corto pedúnculo floral, que no se alarga en el proceso de maduración de la flor, y son sólo los estigmas los que sobresalen de las vainas de las hojas que la protegen. En el ápice del pedúnculo se insertan los dos carpelos que constituyen la flor femenina, con gineceo apocárpico, con dos óvulos uniloculares. En el extremo superior de cada carpelo se forma un pequeño acodamiento redondeado, del que surge un estilo, de hasta 3 mm de largo y dos estigmas filiformes de hasta 6 cm de largo.

Cymodocea nodosa produce pares de frutos drupáceos, con epicarpo carnoso de color amarillento y endocarpo duro, seco y frágil. Los frutos tienen forma lenticular, con el borde dorsal convexo y el borde ventral prácticamente recto. El epicarpo carnoso se descompone con el tiempo y

únicamente permanece el endocarpo protegiendo a la semilla. Es entonces cuando se reconocen, tanto en el borde dorsal como el ventral, unas crestas prominentes endurecidas. La cresta dorsal es crenulada y es por donde tiene lugar la dehiscencia en la germinación. Las flores y los frutos dejan unas cicatrices características en el rizoma cuando se desprenden, que permiten estudiar de forma retrospectiva los eventos de floración que han ocurrido en el transcurso de los años (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1994).

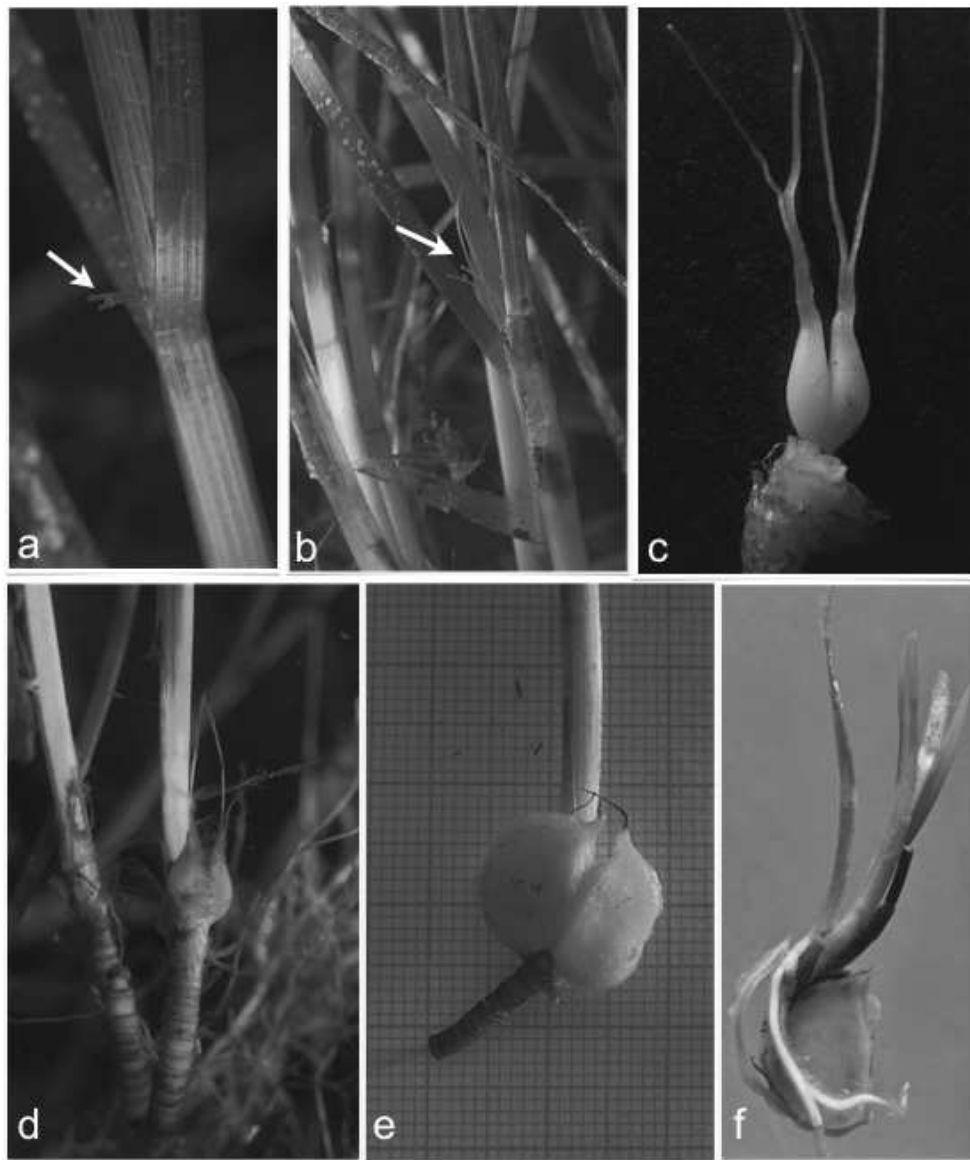


Fig. 6. Aspecto de las flores femeninas y frutos. (a) Estigmas filiformes comenzando a superar las vainas de las hojas. (b) Estigmas maduros superando la longitud de las vainas. (c) Detalle de la flor femenina donde se observan los carpelos, en cada uno de los cuales surge un estilo que se bifurca en dos estigmas filiformes. (d) Frutos en desarrollo con estilos persistentes. (e) Aspecto de los frutos jóvenes que permanecen sujetos a los rizomas ortótopos durante algún tiempo. (f) Germinación de una semilla.

Reproducción sexual: floración, fructificación y germinación

La floración en *Cymodocea nodosa* tiene lugar desde finales de marzo a finales de junio, coincidiendo con el aumento de la temperatura del agua y del número de horas de luz al día, después de pasar la planta por los mínimos invernales (Figs 7, 8). El periodo con mayor número de haces con flores suele ser durante los meses de abril y mayo. Los frutos tardan en madurar unos tres meses y comienzan a ser abundantes en las praderas desde mayo hasta octubre, observándose haces con frutos hasta diciembre. En condiciones normales, los frutos maduran enterrados en el sedimento unos centímetros por debajo de la superficie de la arena. A lo largo del otoño y en invierno, el pericarpo de los frutos se va descomponiendo. Las semillas se van desprendiendo de los haces y quedan libres en el sustrato (Reyes *et al.*, 1995a).

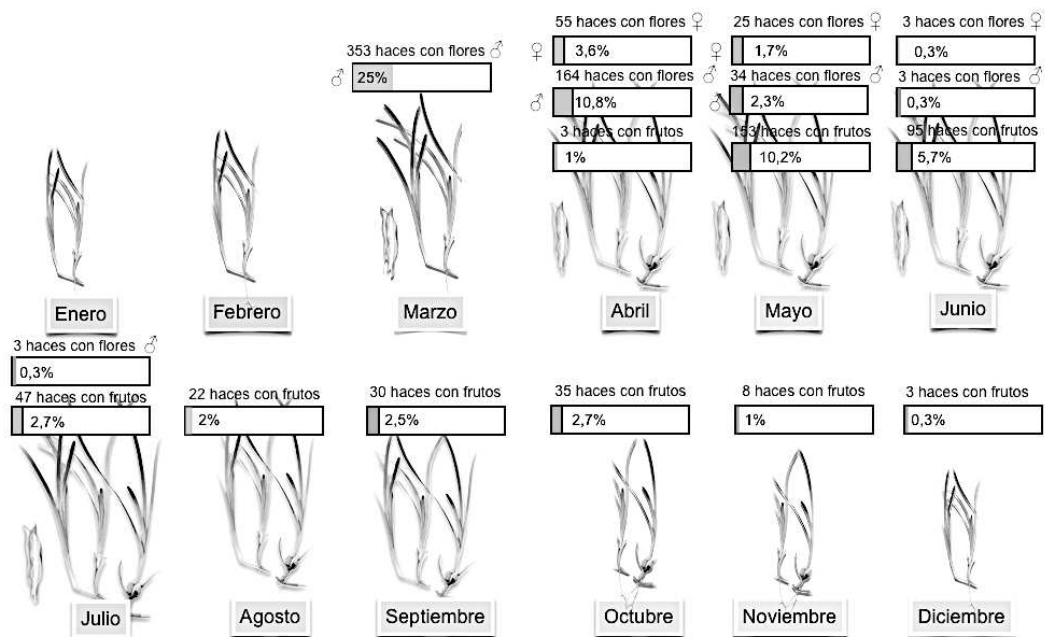


Fig. 7. Fenología reproductora de *Cymodocea nodosa* en praderas de El Médano. Valores medios por m² de pradera. En barras, se recoge el porcentaje con respecto al total de haces.

Las flores comienzan a formarse a partir de plantas mayores de un año y frecuentemente aparecen en varios haces cercanos de un mismo rizoma, por lo que suelen formar agregados a pequeña escala (Terrados *et al.*, 2004). Existen praderas en las que se han observado mezcladas plantas de ambos sexos, aunque en la mayoría de los casos aparecen plantas de un solo sexo. La distancia entre unas y otras condiciona el éxito reproductor. El porcentaje de floración de los haces puede ser muy variable entre unas

praderas y otras, tanto en Canarias como en el Mediterráneo (entre un 10-30%). Asimismo, mientras algunas praderas presentan una cierta regularidad en la floración, siendo un fenómeno recurrente todos los años, en otras se presenta como un evento irregular en el tiempo (Reyes, 1993; Reyes *et al.*, 1995a).

Las semillas germinan desde febrero hasta septiembre, aunque en Canarias sólo se han observado plántulas desarrolladas, siempre de menos de un año de edad, entre abril y septiembre (Reyes *et al.*, 1995a). Las evidencias sobre germinación de semillas en diferentes localidades del Mediterráneo son variables, desde praderas donde las semillas no han sido encontradas, hasta praderas en las que la germinación es abundante y común todos los años. Los experimentos de germinaciones realizados en condiciones de laboratorio revelan que las semillas no requieren la presencia de un sustrato o su enterramiento para germinar, y que tanto la reducción de la salinidad como el aumento de la temperatura del agua aceleran la germinación. El porcentaje total de semillas que germinan aumenta con la reducción de la salinidad, pero no está afectado por el aumento de la temperatura del agua. No obstante, el desarrollo de las plántulas requiere condiciones de salinidad superiores al 15% (Terrados *et al.*, 2004).

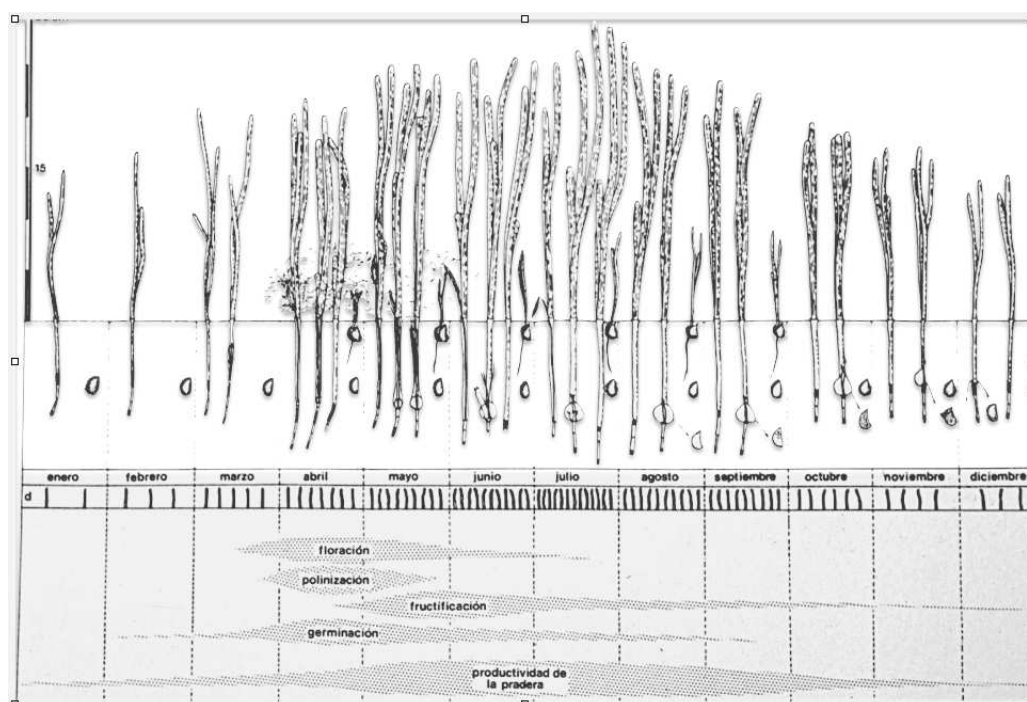


Fig. 8. Cuadro resumen de la fenología vegetativa y reproductora de *Cymodocea nodosa* durante un ciclo anual. Obsérvense las variaciones en longitud y ancho de hojas, en número de hojas por haz y en densidad de haces en la pradera, así como en los períodos en los que suceden los fenómenos de floración, polinización, fructificación y germinación. Además se recoge la caída y presencia de frutos en el sedimento, y los períodos de mayor o menor productividad de la pradera.

El éxito de la reproducción sexual de *Cymodocea nodosa* es muy variable en Canarias y en el Mediterráneo. En cualquier caso, a pesar de que la planta invierte mucha energía en la producción de semillas, éstas no parecen contribuir de forma significativa a la propagación de las praderas, siendo escaso el número de germinaciones y elevado el número de semillas sin germinar que se observan en los sedimentos. La cantidad de semillas de *Cymodocea* en los sedimentos es muy variable. Los valores máximos registrados en todos los estudios realizados oscilan entre 200 y 600 semillas por m² de pradera. En las praderas de El Médano (Tenerife) se detectaron valores máximos de hasta 64 germinaciones por m² durante el mes de abril, y un valor medio anual de 267 frutos por m² de pradera (Reyes *et al.*, 1995a).

Como los frutos se desarrollan enterrados en el sedimento, las semillas suelen germinar en las proximidades de las plantas que los han originado. Así, la producción de nuevas plantas por reproducción sexual contribuye principalmente al mantenimiento de praderas existentes. Sólo en los casos en los que la dinámica del oleaje y las corrientes producen grandes desplazamientos de arena, tanto las semillas como las plantas de *Cymodocea* pueden quedar desenterradas y pueden ser dispersadas a zonas más lejanas, ayudando a su propagación. No obstante, la fragilidad de las raíces y de los rizomas cuando quedan desenterrados sugiere que su capacidad de dispersión y colonización de un nuevo sustrato a partir de fragmentos de la planta es muy escasa (Reyes, 1993; Terrados & Marbà, 2004).

Anatomía de los órganos vegetativos

Como plantas vasculares que son, las fanerógamas marinas se diferencian de las talófitas que incluyen a todas las algas, en la formación de verdaderos órganos vegetativos (hojas, tallos, raíces) y en la producción de flores y frutos. Si observamos la anatomía de *Cymodocea nodosa*, comprobamos que ésta coincide con la que presenta el resto de las fanerógamas marinas, presentando la estructura característica de las monocotiledóneas.

Las hojas de *Cymodocea* presentan diferentes tejidos: cutícula, epidermis, hipodermis, parénquima lagunar, esclerénquima y tejido vascular. Los rizomas muestran los siguientes estratos: epidermis, parénquima cortical externo, parénquima lagunar, endodermis y cilindro central. Por último, las raíces exhiben capas bien diferenciadas: epidermis, exodermis, parénquima cortical externo, parénquima lagunar, parénquima cortical interno, endodermis y cilindro central (Reyes & Sansón, 1994). Todos estos tejidos que se desarrollan en los órganos vegetativos pueden observarse en la figura 9.

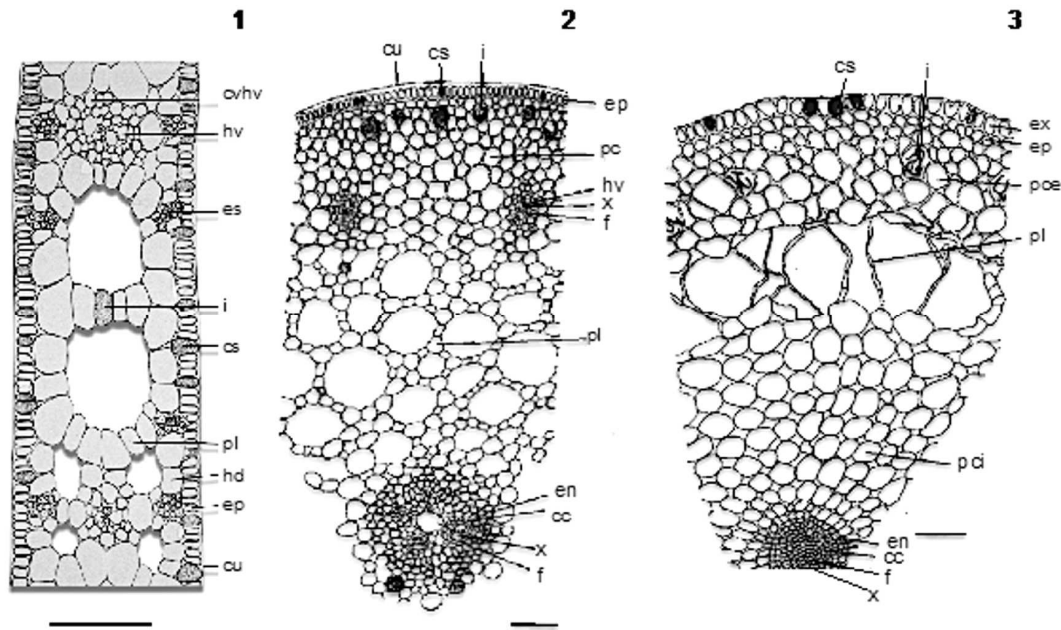


Fig. 9. Anatomía de estructuras vegetativas de *Cymodocea nodosa*. (1) Sección transversal de una hoja (cu = cutícula; ep = epidermis; cs = células secretoras; hd = hipodermis; pl = parénquima lagunar; i = inclusiones; es = esclerénquima; hv = haz vascular; cvhv = células de la vaina del haz vascular); escala = 120 μ m. (2) Sección transversal de un rizoma vertical (cu = cutícula; ep = epidermis; cs = células secretoras; pce = parénquima cortical externo; i = inclusiones; hv = haz vascular; pl = parénquima lagunar; en = endodermis; cc = cilindro central; x = xilema; f = floema); escala = 120 μ m. (3) Sección transversal de una raíz primaria (ep = epidermis, cs = células secretoras, ex = exodermis, pce = parénquima cortical externo, i = inclusiones, pl = parénquima lagunar, pci = parénquima cortical interno, en = endodermis; cc = cilindro central; x = xilema; f = floema); escala = 100 μ m.

Variaciones de crecimiento y producción a lo largo del año

El aspecto de los sebales varía considerablemente a lo largo del año mostrando una mayor frondosidad y vitalidad en los meses de primavera y verano, cuando alcanzan los valores medios más elevados de longitud y ancho de las hojas, número de hojas que forman un haz, y densidad de haces por unidad de superficie. Como consecuencia, también se alcanzan en estos meses los valores más altos de biomasa y tasa de producción primaria. Por el contrario, en los meses de otoño e invierno, todos los parámetros mencionados alcanzan los valores mínimos. Estas fluctuaciones estacionales se han observado también en praderas del Mediterráneo, donde *Cymodocea nodosa* muestra un comportamiento similar (Pérez, 1989; Terrados, 1991).

En praderas de Canarias (El Médano) se estimó una producción foliar anual de 752 gramos de peso seco por m² y año, y una productividad anual de 3,5 por año (Tabla 1). La producción anual de los rizomas fue de 30 a 37 gramos de peso seco por m² y año, resultando una productividad anual de 0,14-0,16 por año. El crecimiento anual en longitud de los rizomas se ha estimado en unos 2,2 m por m² de pradera, inferiores a los registrados en algunas localidades del Mediterráneo, diferencia que podría deberse a la presencia de un mayor número de rizomas ortótropos, con un crecimiento en longitud más limitado. Las observaciones realizadas contabilizando la secuencia de nudos y entrenudos de los rizomas (retrodatación) han permitido concluir que algunos rizomas pueden permanecer hasta 8 años en el sedimento. La producción primaria registrada en estas praderas fue de 780 gramos de peso seco por m² y año, superior a los valores registrados en distintas praderas del Mediterráneo posiblemente debido a las diferencias de temperatura del agua. Los mínimos invernales en Canarias oscilan entre 17-18°C frente a 9-12°C en el Mediterráneo, que provoca un metabolismo más lento en este mar. Los valores de intervalo plastocrónico (días transcurridos entre la aparición de dos hojas sucesivas) medidos en Canarias oscilaron entre 18 días en mayo y 39,3 días en febrero, con una media anual de 27,9 días, lo que equivale a la formación de 13 hojas por haz y año, igual que en praderas del Delta del Ebro (Reyes, 1993; Reyes *et al.*, 1995b).

Tabla 1. Valores máximos y mínimos de diferentes parámetros biométricos y de producción de *Cymodocea nodosa* en praderas de El Médano (Reyes, 1993).

PARÁMETROS	VALORES MEDIOS MÁXIMOS (primavera-verano)	VALORES MEDIOS MÍNIMOS (otoño-invierno)
Densidad de haces	1928 haces/m ²	934 haces/m ²
Número de hojas/haz	hasta 4 hojas (3-3,4)	3 hojas (2,2-3)
Longitud de las hojas	hasta 31 cm	hasta 14,7 cm
Ancho de las hojas	hasta 3,4 mm	1,7 mm
Índice foliar	3,9 m ² /m ² pradera (mayo-agosto)	0,97 m ² /m ² pradera (diciembre)
Biomasa foliar	249 g ps/m ² (junio-julio)	55 g ps/m ² (noviembre-febrero)
Producción media por haz	1,9 mg ps por haz y día	0,8 mg ps por haz y día
Producción foliar de la pradera	2,9-3,6 g ps/m ² y día (mayo-agosto)	0,9-11 g ps/m ² y día (dic.-enero)
Producción foliar anual	752 g ps/m ² y año	
Número de hojas nuevas/haz	0,8 hojas/haz (abril)	0,4-0,6 resto del año
Frecuencia de aparición hojas nuevas	0,042-0,056 hojas/haz y día (mayo-julio)	0,025 hojas/haz y día (febrero)
Frecuencia de caída de hojas	0,049-0,057 hojas/haz y día (mayo-julio)	0,012 hojas/haz y día
Días aparición 2 hojas sucesivas	18 días (mayo)	39,3 días (febrero)
Intervalo plastocrónico anual	27,9 días lo que supone 13 hojas/haz y año	

Los sebadales como hábitat para una diversa biocenosis vegetal

Las praderas de fanerógamas marinas constituyen un hábitat con una gran heterogeneidad ambiental en fondos sedimentarios, que permite el asentamiento de comunidades mucho más complejas que las que existen en fondos inestables desprovistos de vegetación. Los diferentes órganos vegetativos de las fanerógamas marinas constituyen microhábitats favorables para el asentamiento de muchas especies vegetales y animales que crecen como epífitos (Fig. 10). Asimismo, el entramado que forman sus estructuras epígeas (hojas) e hipógeas (rizomas y raíces) supone un lugar de refugio para pequeñas especies que buscan protección y alimento. La biodiversidad que albergan es muy variada, encontrándose representantes de grupos como las bacterias, los hongos, las algas, y los animales invertebrados y vertebrados.

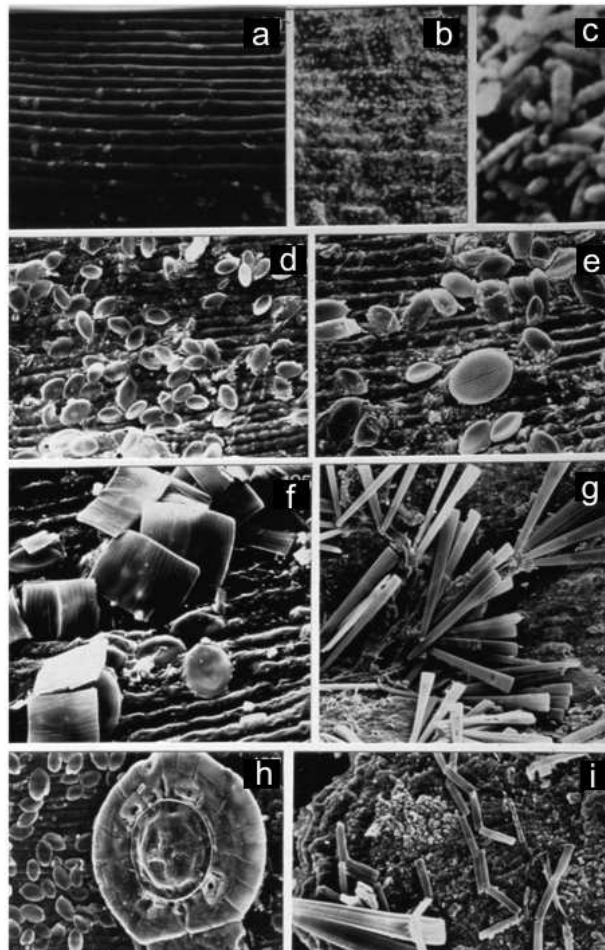


Fig. 10. Secuencia de los primeros estadios de colonización de las hojas de *Cymodocea nodosa* obtenidas con microscopía electrónica de barrido (MEB). (a) Detalle de la superficie foliar; (b-c) Bacterias; (d-g, i) Diatomeas; (h) Germinación de *Hydrolithon* sp.

Desde el momento en que las hojas de *Cymodocea nodosa* sobrepasan las vainas que las protegen y quedan expuestas al medio marino, pueden ser colonizadas por diversos organismos. La micromorfología ondulada de su superficie facilita en un principio el establecimiento de esporas, zigotos o propágulos de pequeñas especies. Los primeros organismos que se fijan son las bacterias y las microalgas. Las bacterias son capaces de colonizar en pocas horas las hojas de las fanerógamas marinas. Sus exudados modifican la superficie de la hoja y favorecen el establecimiento posterior de otros microorganismos. Entre las microalgas, las diatomeas son las primeras que colonizan las hojas de *Cymodocea*. En poco tiempo un gran número de especies pueden tapizar casi por completo su superficie. Tanto el mucílago que producen como sus paredes de sílice contribuyen a la retención de detritus, que modifican la textura original de la superficie de las hojas, facilitando aún más el proceso de colonización (Reyes, 1993; Reyes & Sansón, 1996; Reyes & Sansón, 1997). Las primeras esporas o zigotos de macroalgas comienzan a fijarse en las hojas a los pocos días de quedar expuestas, una vez creada la biopelícula de bacterias y microalgas. En un principio, dominan los primeros estadios de desarrollo de especies de hábito costroso, como las rodófitas *Hydrolithon* spp. y *Pneophyllum lejolissii*, la feófito *Myrionema magnusii* y la clorófita *Ulvella setchellii*. Destacan por su abundancia y color blanquecino las coralináceas costrosas del género *Hydrolithon* (Fig. 11). Estas especies constituyen el estrato costroso de la comunidad de epífitos que alcanza su máximo desarrollo hacia los ápices de las hojas más viejas (Reyes & Afonso-Carrillo, 1995).

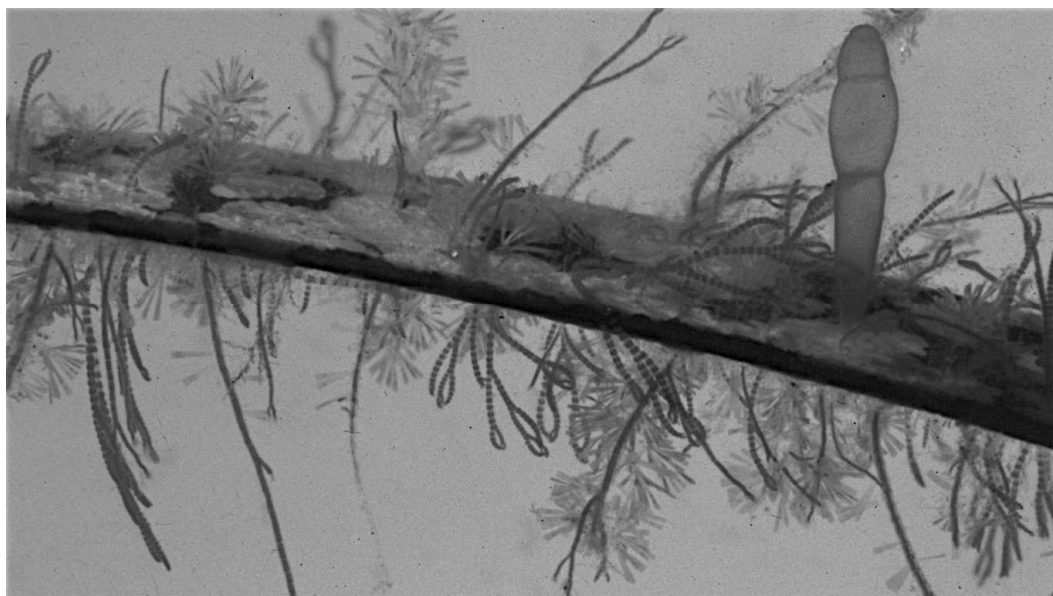


Fig. 11. Detalle de una hoja de *Cymodocea nodosa* sobre la que están creciendo como epífitos pequeñas algas de hábito costroso (totalmente adheridas a la superficie de la hoja) y pequeñas algas de hábito erecto (adheridas por un solo punto).

Simultáneamente al establecimiento de las especies costrosas tiene lugar la llegada de especies de hábito erecto (Fig. 11). En estos primeros estadios dominan representantes de Ceramiales, especialmente Ceramiaceae (*Ceramium diaphanum*, *C. flaccidum* y *Ceramium* sp.) y Rhodomelaceae (*Polysiphonia* spp., *Laurencia minuta* y *Chondria mairei*). Estas especies junto a otras menos abundantes conforman el estrato erecto de la comunidad de epífitos, que alcanza siempre su máximo desarrollo hacia los ápices de las hojas más viejas de los haces (Fig. 12) (Reyes & Sansón, 1996).

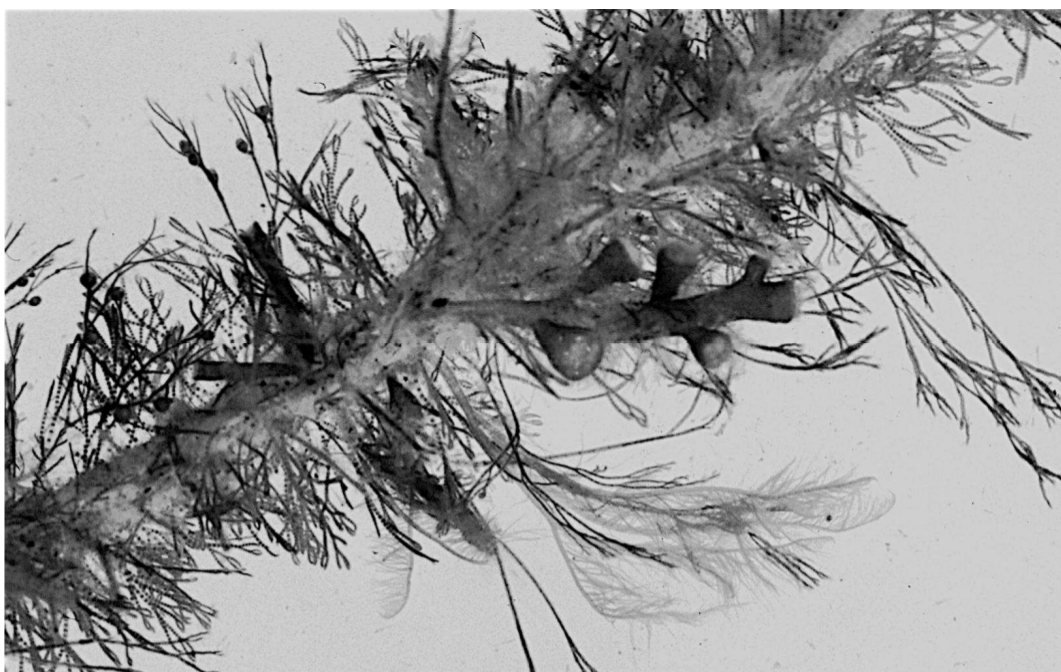


Fig. 12. Detalle de una hoja de *Cymodocea nodosa* con numerosas algas epífitas que cubren su superficie.

En las hojas de *Cymodocea nodosa* se han identificado 53 especies epífitas (26 algas rojas, 12 algas pardas, 9 algas verdes, 5 cianobacterias y 1 hongo) (Reyes & Sansón, 1996). Las algas rojas presentan una elevada contribución cualitativa en relación al resto de las divisiones de algas, hecho constatado en diferentes fanerógamas marinas. El número máximo de especies observado en una hoja fue de 39 en enero y el mínimo de 21 en octubre, siendo 29 el número medio de especies de algas epífitas detectadas. Estos valores coinciden respectivamente con el mayor y menor tiempo de permanencia de las hojas en el haz, 80-90 días en invierno y 40-50 días en primavera-verano (Reyes & Sansón, 1997).

De estas especies, 22 constituyen la flora epífita permanente (presente a lo largo de todo el año), 14 forman la flora epífita estacional (reconocida en una o varias estaciones), y 17 constituyen la flora epífita ocasional

(especies raras, poco frecuentes). El 51% de las especies se observó fértil, coincidiendo en su mayoría con los epífitos permanentes, que forman estructuras reproductoras sexuales y/o asexuales, o se multiplican a través de propágulos. Estas especies adaptan perfectamente su desarrollo y reproducción al ciclo de vida de las hojas de *Cymodocea*. Por el contrario, las especies ocasionales no logran completar su historia biológica en el tiempo de vida de las hojas (Reyes & Sansón, 1997; Reyes *et al.*, 1998).

El número de especies epífitas y su recubrimiento se incrementan desde la zona basal hacia la zona apical de las hojas, pero muestran una estabilización o un ligero descenso hacia el ápice. La mayor parte del recubrimiento, entre el 90 y 99%, lo aportan especies de algas rojas que dominan cuantitativamente frente al resto de divisiones de algas. Esta dominancia se debe a pocas especies pertenecientes a Ceramiales (*Ceramium diaphanum*, *C. flaccidum*, *Ceramium* sp., *Chondria mairei*, *Herposiphonia secunda*, *Laurencia minuta*, *Polysiphonia* sp.) y Corallinales (*Hydrolithon* spp., *Pneophyllum lejolisii*) (Reyes *et al.*, 1998). La biomasa de epífitos por unidad de superficie de hoja se incrementa con la edad de la hoja a lo largo del año. La biomasa por m² de superficie de pradera alcanza valores máximos de 124,1 gramos de peso seco en noviembre y mínimos de 29,7 gramos en marzo. Se ha estimado una producción anual de epífitos de 625 gramos de peso seco por m² de pradera (Reyes & Sansón, 2000).

La comunidad de epífitos que se establece en los rizomas y raíces está constituida por unas 81 especies, entre las que se incluyen todas las especies de las hojas (Fig. 13). La mayor estabilidad en el tiempo de este

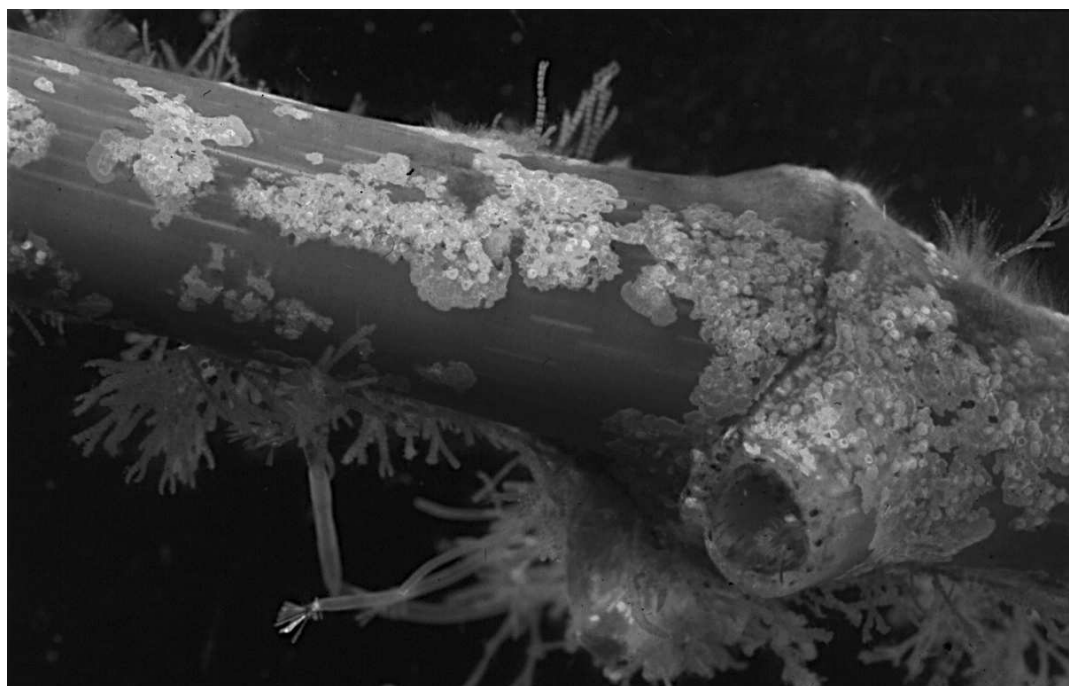


Fig. 13. Detalle de un rizoma de *Cymodocea nodosa* con numerosas algas epífitas.

tipo de sustrato permite el establecimiento de una comunidad más rica en especies, constituida, por lo general, por algas que se desarrollan en plataformas o fondos rocosos cercanos y que buscan en este sustrato un soporte físico para desarrollarse (Reyes & Sansón, 1996).

Fauna invertebrada asociada a los sebadales

La fauna asociada a los sebadales puede vivir en diferentes microhábitats generados por la planta. Los animales pueden crecer enterrados en el sedimento asociados con los rizomas y raíces (infauna), viviendo fijos o móviles en hojas, tallos y raíces (epifauna), o desplazándose libremente entre las hojas o por encima de ellas (epibentos). Son numerosos los grupos de invertebrados que están presentes en los sebadales: esponjas, cnidarios, nemertinos, anélidos poliquetos, moluscos, briozoos y equinodermos. Algunos buscan soporte y alimento en las estructuras vegetativas de *Cymodocea*, otros buscan refugio en este tipo de ambientes.

Las esponjas son poco abundantes en los sebadales ya que necesitan un sustrato estable. Especies del género *Cliona* pueden crecer en rizomas que quedan al descubierto en bordes de praderas. Los cnidarios tienen una mayor presencia en hojas y rizomas, y en fondos de arena entre haces de *Cymodocea*. Colonias de hidrozooos, principalmente del género *Aglaophenia*, son comunes sobre hojas y rizomas, cuando estos últimos quedan al descubierto. En las hojas aparecen anémonas, como *Anemonia melanaster* y la pequeña *Bunodeopsis strumosa*. Desarrollándose en sustrato arenoso pueden observarse con frecuencia *Anemonia sulcata* y los ceriantarios *Isarachnanthus maderensis* y *Pachycerianthus dorhni*.

Los fondos de arena donde se desarrollan las praderas son el hábitat preferido de numerosos gusanos anélidos poliquetos, bien representados entre los invertebrados. Millones de gusanos aprovechan la materia orgánica que se genera en los sebadales como recurso alimenticio. Los grupos más numerosos son Syllidae, Paraonidae y Spionidae. Abundan también especies sedentarias que viven en el interior de tubos fabricados con mucílago y partículas de arena, como *Sabella pavonina*, *Ditrupa arietina*, *Diopatra neapolitana* y *Megaloma vesiculosum*, así como especies que discurren por la superficie de los fondos, como el gusano de fuego *Hermodice carunculata* (Brito et al., 2005).

Los fondos de sedimento y las hojas de *Cymodocea* suponen un lugar ideal para gran variedad de moluscos. En los fondos de sedimento destacan por su gran tamaño los conos (*Conus pulcher*), así como *Marginella glabella*, *Bulla mabillei* y la elegante *Hydatina physis*. Aparecen numerosos ejemplares de bivalvos, como *Mactra corallina* y especies del género *Cardium*, que se alimentan de las partículas orgánicas del agua y del

sedimento. Una adaptación especial a las hojas de *Cymodocea* la presentan los pequeños moluscos de color verde *Oxynoe olivacea* y *Smaragdia viridis* (Fig. 14), que encuentran en las hojas acintadas de esta fanerógama un sustrato apetitoso, dejando unas huellas características de su ramoneo en la superficie de la hoja. Algunos moluscos buscan alimento, refugio y lugar de puesta entre las hojas y rizomas de la seba. Se trata de especies carnívoras, como el choco (*Sepia officinalis*) y el pulpo común (*Octopus vulgaris*).

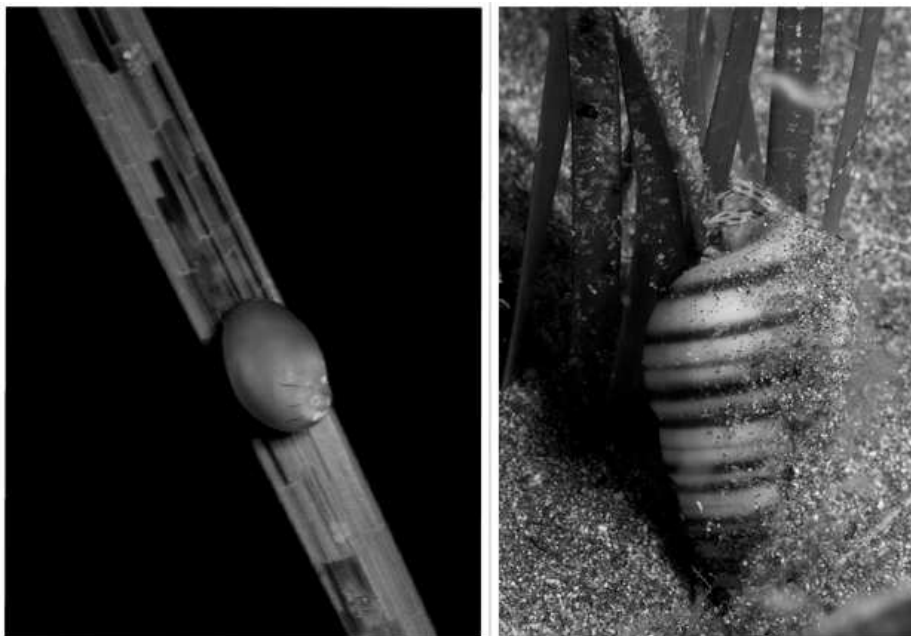


Fig. 14. *Smaragdia viridis*, pequeño molusco de color verde que se alimenta de las hojas de *Cymodocea nodosa* (izquierda) y el cangrejo ermitaño del género *Pagurus* (derecha) alimentándose de los organismos que crecen sobre las hojas (Fotos: Javier Campos).

Los pequeños crustáceos abundan entre las hojas y rizomas. Nubes de miscidáceos pueden formar grandes agrupaciones en los bordes de los sebadales aprovechando la materia orgánica particulada que se generan en estos ambientes, y suponen una fuente de alimento importante para muchas especies de peces. Pequeños anfípodos e isópodos consumen organismos que viven sobre las hojas y rizomas, así como restos muertos de la planta. Otros crustáceos como *Hyppolite longirostris* e *Hyppolite inermis* se han adaptado perfectamente a las hojas de *Cymodocea*, adquiriendo una coloración verde para poder camuflarse. También se pueden observar cangrejos ermitaños, como *Pagurus* spp. (Fig. 14) y *Dardanus calidus*, protegidos con conchas de moluscos gasterópodos, deambulando por los fondos de arena, entre los restos de rizomas y hojas. Con la ayuda de sus patas traseras aplanadas, el cangrejo *Portunus hastatus* se entierra en el sedimento con gran facilidad.

Otros elementos de la fauna de los sebadales son los equinodermos. Es frecuente observar sobre el sedimento ejemplares de holoturias, como *Holothuria arguinensis* (Fig. 15), que se desplazan lentamente alimentándose de la materia orgánica mezclada con la arena. Los erizos de los sebadales tienen la capacidad de camuflarse; los irregulares (*Echinocyamus pusillus*) pasan inadvertidos porque viven enterrados en el sedimento y los de púas romas (*Sphaerechinus granularis*) se camuflan con restos de hojas y algas. Raramente, se observan grupos de erizos de Lima (*Diadema* aff. *antillarum*) haciendo incursiones nocturnas desde las plataformas rocosas cercanas para buscar alimento en las praderas, a pesar de que los fondos de sedimento no son un buen aliado para ellos. Otros equinodermos que abundan en estos fondos son las estrellas de mar, entre las que destacan *Coscinasterias tenuispina*, la estrella peine (*Astropecten auranciacus*), la estrella roja (*Echinaster sepositus*, Fig. 15) y la ofiura (*Amphipholis squamata*).

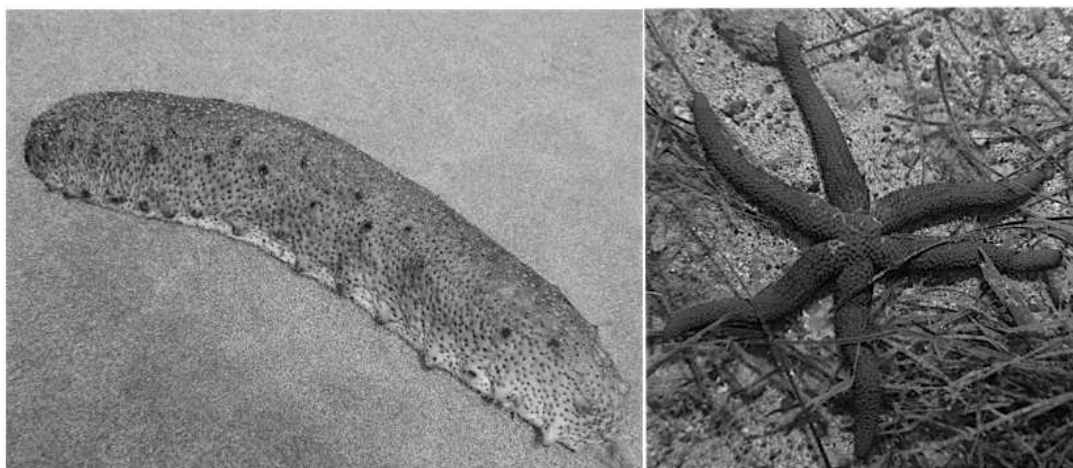


Fig. 15. La holoturia (*Holothuria arguinensis*) se alimenta de la materia orgánica de la arena en los sebadales (izquierda), y la estrella roja (*Echinaster sepositus*) merodea por los fondos de arena con hojas muertas de *Cymodocea* en busca de presa (derecha).

Fauna vertebrada asociada a los sebadales

Los sebadales constituyen un hábitat importante para la cría y refugio de fauna vertebrada. Las estructuras vegetativas de *Cymodocea nodosa* constituyen un oasis frente a los fondos de arena desprovistos de vegetación, que suponen un desierto submarino pobre en recursos alimenticios. Las estructuras epígeas (hojas) e hipógeas (rizomas y raíces) suponen un lugar en el que numerosas especies de algas y pequeños invertebrados que allí viven actúan de reclamo para muchas especies de

peces. Son pocas las especies de vertebrados que se alimentan directamente de las hojas, tallos y raíces, o de sus restos muertos. No obstante, estas especies buscan la abundancia de vida que albergan estos ecosistemas, principalmente pequeños crustáceos planctónicos y epifauna. Los estudios realizados sobre la fauna piscícola coinciden en que las praderas de fanerógamas marinas son mucho más ricas, en términos de diversidad y abundancia, que los fondos arenosos desprovistos de vegetación (Aguilera *et al.*, 1994; Tuya *et al.*, 2005).

En general, los peces que se pueden encontrar en los sebadales permanecen en ellos durante diferentes periodos de tiempo, pudiendo clasificarse en residentes permanentes, residentes estacionales o temporales, migratorios y ocasionales (Fig. 16). La abundancia relativa y la composición de las especies de peces encontradas en las praderas también dependen de la proximidad de otros hábitats (por ejemplo, plataformas rocosas) y del ciclo día-noche (ya que muchas especies utilizan las praderas como refugios nocturnos).

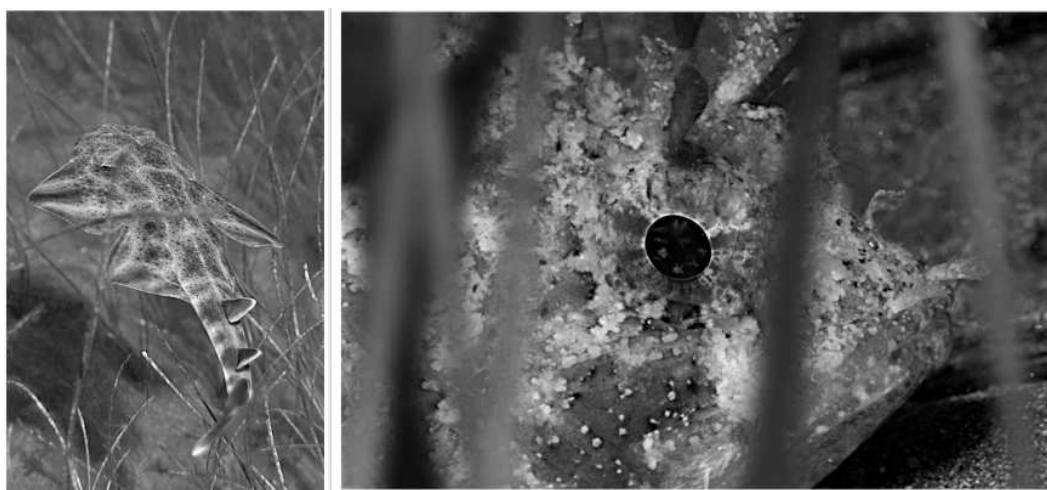


Fig. 16. Un angelote (*Squatina squatina*) desplazándose sobre el sebadal (izquierda) y un rascacio (*Scorphaena* sp.) espera a su presa entre las hojas de *Cymodocea*. (Fotos: Javier Campos).

Estudios realizados en diferentes sebadales de Tenerife citan 51 especies de peces, agrupadas en 26 familias. De estas especies, 2 pertenecen a peces cartilaginosos y 49 a peces óseos (Mena *et al.*, 1993). Para los sebadales de las islas orientales, se han registrado hasta el momento 67 especies de peces (7 cartilaginosos y 60 óseos) (Espino *et al.*, 2008). La familia mejor representada en número de especies (11 especies) y en abundancia, es la de los espáridos (sargos, chopas, samas, salemas). La familia de los tamboriles es bastante frecuente en las praderas, representada por la gallinita (*Canthigaster rostrata*) y el tamboril (*Sphoeroides*

marmoratus). Otras familias importantes son Scaridae (viejas) y Mullidae (salmonetes).

El grupo mejor adaptado a la vida en los seadales es el de los singnátidos, entre los que destacan los caballitos de mar y los pejepipas, difíciles de observar debido a su capacidad críptica y mimética con los rizomas y hojas de *Cymodocea*. Este grupo tiene varios representantes en Canarias: el caballito de mar (*Hippocampus hippocampus*), los pejepipas (*Syngnathus typhle* y *Nerophis ophidion*) y la aguja mula (*Syngnathus acus*). Una adaptación extrema a las hojas de *Cymodocea* la presenta el gobiesócido *Opeatogenys cadenati*, que al igual que los moluscos *Smaragdia viridis* y *Oxinoe olivacea*, viven adheridos a las hojas y pasan inadvertidos por su coloración verde y sus escasas dimensiones. En este grupo de especies propias de las praderas hay que destacar también a un espárido exclusivo que recibe el nombre de mojarra (*Diplodus annularis*).

Una característica importante de los seadales es la función que desempeña como zona de cría y refugio para los juveniles de muchas especies de peces de importancia económica, tales como salmonetes, viejas, chopas, besugos, bocinegros, sargos, bogas, gueldes, cabrillas y samas, entre otras. Otro vertebrado que puede observarse descansando o buscando alimento entre los haces de hojas de *Cymodocea* son las tortugas marinas. La especie más común es la tortuga boba (*Caretta caretta*, Fig. 17), aunque en ocasiones se han observado ejemplares de tortuga verde (*Chelonia mydas*).

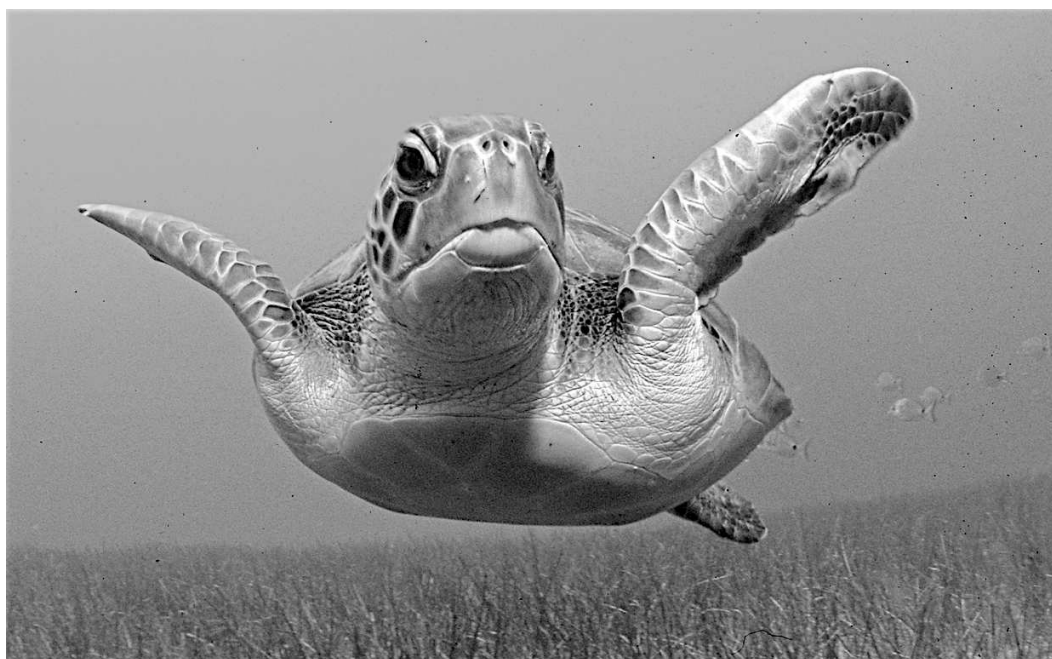


Fig. 17. La tortuga boba (*Caretta caretta*) se desplaza sobre el sebadal en busca de alimento (Foto: Javier Campos).

Por último, hacia los límites más profundos de los sebadales, en ocasiones, aparece la comunidad de anguilas jardineras (*Heteroconger longissimus*), peces planctívoros que excavan un tubo en el sedimento desde donde salen para aprovechar los organismos que transportan las corrientes.

Fragilidad de los sebadales

En los anteriores apartados se ha puesto de manifiesto que las praderas de *Cymodocea nodosa* juegan un importante papel ecológico en el medio marino y muchas especies de algas, invertebrados y vertebrados dependen directa o indirectamente de ellas. Como sucede en todos los ecosistemas, la presión ejercida por el hombre provoca desequilibrios que rompen su estado natural, experimentando en algunos casos procesos de regresión irreversibles. La naturaleza frágil de las praderas de hierbas marinas ante impactos naturales (temporales) o antrópicos, está provocando la desaparición de considerables extensiones de estas fanerógamas, estimándose a nivel mundial una tasa de pérdida anual entre un 2-5% (Duarte & Gatuso, 2008). Según estudios recientes, en las dos últimas décadas se han perdido unos 33000 km² de praderas de hierbas marinas, un 18% de la superficie documentada en el planeta.

Existe un reconocimiento internacional de la importancia ambiental y económica de las praderas de fanerógamas marinas, lo que ha dado lugar a que en estas últimas décadas se hayan tomado numerosas medidas legales de protección internacionales, nacionales y autonómicas (convenios, directivas, leyes, protección de lugares de interés, catálogos de protección...), que se muestran insuficientes para el mantenimiento de estos ecosistemas. La creciente presión en el litoral canario ha generado un incremento notable en los impactos sobre diferentes hábitats marinos, entre los que se incluyen los sebadales. Es de vital importancia el disponer de una efectiva ordenación, gestión y vigilancia del litoral y medio marino, así como planificar campañas educativas y de sensibilización ambiental entre la población con el fin de preservar para las generaciones futuras los sebadales y la biodiversidad marina que albergan.

Referencias

- AFONSO-CARRILLO, J. & M.C. GIL-RODRÍGUEZ (1980). *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson (Zannichelliaceae) y las praderas submarinas o sebadales en el Archipiélago Canario. *Vieraea* 8: 365-376.
- AGUILERA, F., A. BRITO, C. CASTILLA, A. DÍAZ, J.M. FERNÁNDEZ-PALACIOS, A. RODRÍGUEZ, F. SABATÉ & J. SÁNCHEZ (1994). *Canarias*.

- Economía, Ecología y Medio Ambiente*. Francisco Lemus Editor. La Laguna.
- BARQUÍN, J., G. GONZÁLEZ, L. MARTÍN, M. C. GIL-RODRÍGUEZ & A. BRITO (2005). Distribución espacial de las comunidades bentónicas submareales de los fondos someros de Canarias. I: Las comunidades de substrato blando de las costas de Tenerife. *Vieraea* 33: 435-448.
- BRITO, M.C., D. MARTÍN, & J. NÚÑEZ (2005). Polychaetes associated to a *Cymodocea nodosa* meadow in the Canary Islands: assemblage structure, temporal variability and vertical distribution compared to other Mediterranean seagrass meadows. *Marine Biology* 146: 467-481.
- DEN HARTOG, C. (1970). *The Seagrasses of the World*. North Holland. Amsterdam. London.
- DEN HARTOG, C. & J. KUO (2006). Taxonomy and Biogeography of the Seagrasses. In: *Seagrass Biology, Ecology and Conservation*. Larkum, A.W.D., R. J. Orth & C.M. Duarte (Eds.). Springer. pp. 1-23.
- DUARTE, C.M. & J.P. GATTUSO (2008). Seagrass meadows. In: *Encyclopedia of Earth*. Eds. Cutler J. Cleveland (Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, National Council for Science and the Environment). http://www.eoearth.org/article/Seagrass_meadows.
- ESPINO, F., F. TUYA, I. BLANCH & R.J. HAROUN (2008). *Los sebadales de Canarias. Oasis de vida en los fondos arenosos*. BIOGES, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. 68 pp.
- LUQUE, A.A. & J. TEMPLADO (2004). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- MARBÀ, N. & C.M. DUARTE (1994). Growth response of the seagrass *Cymodocea nodosa* to experimental burial and erosion. *Marine Ecology Progress Series* 107: 307-311.
- MARBÀ, N. & J. TERRADOS (2004). Distribución y requerimientos ecológicos. In: Luque, A.A. & J. Templado (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 133-134. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- MENA, J., J.M. FALCÓN, A. BRITO, F.M. RODRÍGUEZ & M. MATA (1993). Catálogo preliminar de la ictiofauna de las praderas de fanerógamas marinas de la isla de Tenerife, Islas Canarias. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* 11: 217-222.
- MCROY, C.P. & C. HELFFERICH (1980). Applied aspects of seagrasses. In: R.C. Phillips & C.P. McRoy (Eds), *Handbook of seagrass biology: an ecosystem perspective*. pp. 297-343. Garland STPM Press. New York.
- PÉREZ, M. (1989). Fanerógamas marinas en sistemas estuáricos: producción, factores limitantes y algunos aspectos del ciclo de nutrientes. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.

- RAVEN, J.A. (1977). The evolution of vascular land plants in relation to supracellular transport process. *Advances in Botanical Research* 5: 153-219.
- REYES, J. (1993). Estudio de las praderas marinas de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) y su comunidad de epífitos, en El Médano (Tenerife, Islas Canarias). Tesis Doctoral. Universidad de La Laguna.
- REYES, J. & J. AFONSO-CARRILLO (1995). Morphology and distribution of nongeniculate coralline algae (Corallinaceae, Rhodophyta) on the leaves of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae). *Phycologia* 34: 179-190.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1994). Morfología y anatomía de *Cymodocea nodosa* (Cymodoceaceae, Magnoliophyta) en praderas de El Médano (S Tenerife, islas Canarias). *Vieraea* 23: 43-64.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1996). Las algas epífitas en *Cymodocea nodosa* en El Médano, isla de Tenerife (Magnoliophyta, Cymodoceaceae). *Vieraea* 25: 45-56.
- REYES, J. & M. SANSÓN (1997). Temporal distribution and reproductive phenology of the epiphytes on *Cymodocea nodosa* leaves in the Canary Islands. *Botanica Marina* 40: 193-201.
- REYES, J. & M. SANSÓN (2000). Biomass and production of the epiphytes on the leaves of *Cymodocea nodosa* in the Canary islands. *Botanica Marina* 44: 307-313.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995a). Distribution and reproductive phenology of the seagrass *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson in the Canary Islands. *Aquatic Botany* 50: 171-180.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1995b). Leaf phenology, growth and primary production of the seagrass *Cymodocea nodosa* at El Médano (South of Tenerife, Canary Islands). *Botanica Marina* 38: 457-465.
- REYES, J., M. SANSÓN & J. AFONSO-CARRILLO (1998). Distribution of the epiphytes along the leaves of *Cymodocea nodosa* in the Canary Islands. *Botanica Marina* 41: 543-551.
- TERRADOS, J. (1991). Crecimiento y producción de las praderas de macrófitos del Mar Menor, Murcia. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia.
- TERRADOS, J. & N. MARBÀ (2004). Capacidad de dispersión y colonización. In: Luque, A.A. & J. Templado (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 143-144. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- TERRADOS, J., N. MARBÀ & J. TEMPLADO (2004). Reproducción sexual: floración, fructificación y germinación. In: Luque, A.A. & J. Templado

- (Coords.). *Praderas y Bosques Marinos de Andalucía*, pp. 142-143. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, Sevilla.
- TUYA, F., A. BOYRA, P. SÁNCHEZ-JEREZ & R.J. HAROUN (2005). Multivariate analysis of the benthic-demersal ichthyofauna along soft bottoms of the Eastern Atlantic: comparison between unvegetated substrates, seagrass meadows and sandy bottoms beneath sea-cage fish farms. *Marine Biology* 147: 1229-1237.
- WIRTZ, P. (1995). One vascular plant and ten invertebrate species new to the marine flora and fauna of Madeira. *Arquipelago. Life and Marine Science* 13A: 119-123.