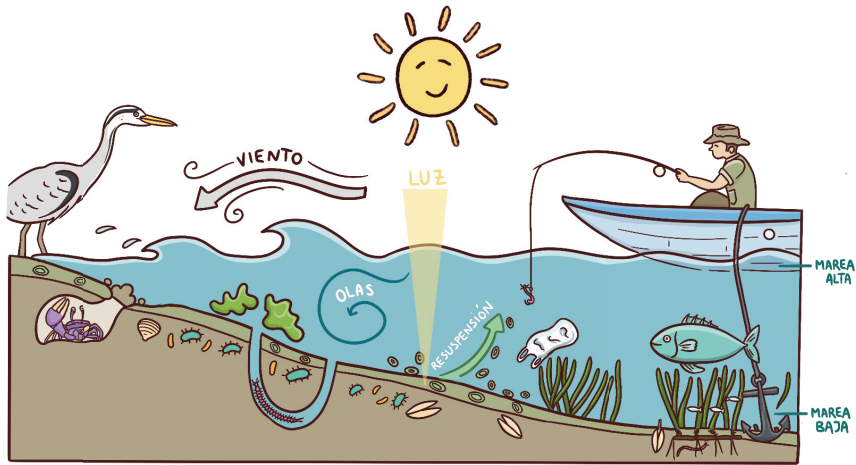




!El fango
es vida!

Manual del profesor



Las zonas intermareales, entre el mar y la tierra.

Las zonas costeras son algunos de los ecosistemas más productivos de nuestro planeta. Entre ellas podemos encontrar sistemas como los estuarios y los deltas de los ríos, lagunas, manglares, zonas con praderas de fanerógamas, marismas y llanuras intermareales. En todas ellas la luz del sol puede llegar sin problema hasta el fondo, hay una gran cantidad de aportes de materia orgánica y nutrientes a través de los ríos y la escorrentía, y los microorganismos que viven en el subsuelo marino transforman esas moléculas orgánicas a formas inorgánicas, haciéndolas disponibles al resto de organismos y contribuyendo a esa alta productividad e importancia para nosotros.

El fondo de las zonas intermareales puede estar formado unas veces por piedras y rocas y otras veces por partículas que llamamos "sedimento". El sedimento más famoso de todos es la arena de la playa, pero hay otros sedimentos, como el fango de las marismas blando y muy pegajoso. Aunque visto desde arriba este sedimento fangoso puede parecer muy poco interesante (a veces incluso es negro, pegajoso, y huele "mal"), juega un papel importante en los ecosistemas poco profundos como lagunas costeras y llanuras intermareales en los ciclos de los nutrientes y en la alta diversidad de organismos de distintos tamaños y tipos que viven allí, muchos de ellos de valor económico y gastronómico.

El sedimento es el lugar donde vive una gran diversidad de organismos de distintos tamaños y tipos.

Entre los organismos que viven en el fango se encuentran animales grandes que componen la llamada macrofauna, tales como los cangrejos, los gusanos de mar (poliquetos), caracoles, erizos y estrellas de mar, etc. Menos visibles son los organismos más pequeños como son los nematodos (pequeños animales que parecen lombrices), copépodos (como el Plancton de *Bob Esponja*) y otros, que se conocen colectivamente como meiofauna. Todos esos animales, grandes y pequeños, son heterótrofos, es decir necesitan comer materia orgánica para crear su propia biomasa (como nosotros). Según qué tipo de materia orgánica consumen y cómo la obtienen se distinguen entre herbívoros, carnívoros, omnívoros, detritívoros etc.

Dado que a la zona intermareal llega abundante luz, también existen organismos fotosintéticos o fotoautótrofos. Algunos de estos organismos son las plantas superiores (plantas que se llaman fanerógamas marinas con semillas y flores, como las plantas terrestres) y las macroalgas verdes (como es la lechuga de mar), rojas (como es el alga *nori* del sushi) y pardas (como el *wakame* de las ensaladas). Otros no tan fáciles de ver son las microalgas (pequeños organismos fotosintéticos como las diatomeas y otras algas verdes) visibles a veces en la superficie del sedimento por las películas de color dorado que forman. El metabolismo de todos los fotoautótrofos está controlado por los ciclos luz y oscuridad (fotosíntesis durante el día y respiración durante la noche) y la abundancia de nutrientes en el agua y el sedimento, dado que no pueden moverse.

Por último, no podemos olvidarnos de los microorganismos más abundantes de todos, las bacterias procariontas, que pueden ser tanto heterótrofas y autótrofas. Estos organismos representan la fracción más importante del sedimento por su abundancia, su diversidad y el hecho que junto con el detritus (la materia orgánica muerta) constituyen los recursos alimenticios para la meio y la macrofauna. Las bacterias además tienen una capacidad metabólica inmensa. Pueden metabolizar casi cualquier cosa y vivir en cualquier sitio y son la base que sostiene el funcionamiento del ecosistema gracias a la remineralización de la materia orgánica.

Gracias a la actividad de todos estos organismos, sus interacciones y los factores ambientales, el sedimento es un sistema biogeoquímico complejo, caracterizado por fuertes gradientes fisicoquímicos a escalas muy pequeñas (desde micras a unos pocos milímetros o centímetros). Por ejemplo, la luz desde la superficie solo puede penetrar muy poco en el sedimento lo que obliga a las microalgas de permanecer cerca de la superficie. El oxígeno disuelto en el agua también se consume muy rápido en el sedimento por los organismos aerobios que también tienen que estar en las primeras capas. A más profundidad donde el oxígeno se agota, hay microorganismos que utilizan otros compuestos para respirar como el sulfato y que producen sulfuro de hidrógeno (que da a veces al fango el olor característico de los huevos podridos). Por último, los animales más grandes como la macrofauna también originan cambios importantes en los ciclos de los elementos. A través de sus actividades vitales tales como la construcción de galerías, ventilación de las mismas y sus modos de alimentación incrementan más si cabe la complejidad espacial del ecosistema.

Además de toda la complejidad descrita anteriormente, en los sistemas intermareales tenemos que añadir el efecto de las mareas. Las zonas intermareales son las áreas situadas entre el nivel de mar en marea baja y el nivel del mar en marea alta. Eso significa que en marea baja la superficie del sedimento se queda expuesta en el aire (y al sol, al viento y a las pisadas) mientras que en marea alta el sedimento está cubierto por agua. Estos cambios se producen dos veces al día y se solapan con los ciclos de día-noche.

El objetivo del juego que tenéis en las manos es familiarizaros con la gran riqueza de formas de vida que viven habitualmente en los sedimentos marinos intermareales, muchas de las cuáles pasan totalmente desapercibidas, y las interacciones estrechas que mantienen para el funcionamiento correcto del ecosistema. Entender ese funcionamiento es muy valioso para que juntos podamos protegerlos y que así sigan ofreciéndonos sus servicios de abastecimiento (peces, moluscos, sal, arena ...), de regulación (flujo de nutrientes, filtración del agua, atenuación de la hidrodinámica) y culturales y sociales (actividades relacionadas con las playas, cultura pesquera, disfrute del paisaje etc).

Esperemos que disfrutéis de este juego y que os ayude a comprender toda la acción que se vive en el fango, fango (y zonas intermareales) que tenemos que esforzarnos en cuidar y proteger.

¿Sabías que en cada gramo de sedimento hay entre un millón y mil millones de bacterias?

Reglas básicas del juego

Los jugadores empiezan en la casilla de SALIDA y terminan en la casilla 63 entrando al PARQUE NATURAL. Para entrar en el Parque Natural necesitas sacar un número exacto. Si no lo es, hay que retroceder tantas casillas como puntos tengas en exceso. ¡El primero en entrar en el parque gana la partida!



Biota: Si caes en la casilla "Biota", se puede avanzar hasta la siguiente casilla "Biota" y cogerás una carta de tu personaje. La biota es todo el conjunto de los organismos que viven en un determinado lugar e interactúan entre ellos. Incluye plantas, animales y bacterias entre otros.



Galería del poliqueto: Entrás en la laberintica galería de un poliqueto. Si se cae en esta casilla se salta directamente a la casilla BIOTURBACIÓN y acaba tu turno. Las galerías o madrigueras de la infauna (poliquetos, cangrejos, camarones y otros) pueden tener una multitud de formas y tamaños. Algunas especies construyen galerías permanentes mientras que otros las hacen nuevas constantemente. Algunos fortalecen las paredes añadiendo partículas finas o secretan un moco pegajoso. Algunas galerías tienen solo una apertura que funcione como entrada y salida, otras tienen dos aperturas, una entrada y una salida (así se pueden escapar) y otras varias aperturas. Algunas galerías son justo el tamaño del organismo mientras que otras pueden tener una profundidad de una par de metros. Así que aunque no lo vemos el sedimento puede ser como un complejo laberinto lleno de túneles. Guay, ¿no?



Bioturbación : Un cangrejo está levantando el fango. Ha taponado la salida de la galería y te ha dejado enterrado. Si se cae en esta casilla se pierde un turno.



Basura: ¡Puaj! ¡Esto esta hecho un asco y estas atrapado! Si se cae en esta casilla, NO se puede volver a jugar hasta que no pase otro jugador por encima de la casilla.



Levante y Poniente: Si caes en la casilla Levante, el viento te lleva hasta Poniente ¡Pero cuidado! Si caes en Poniente el viento te manda hasta Levante. La hidrodinámica, las corrientes y los vientos, tienen un rol importante en el traslado de material y organismos de un lugar a otro. Cuando el viento es muy fuerte, no solo transporta el material en suspensión en el agua y el plancton, sino que también resuspende una buena parte del sedimento superficial. Dónde acabará depende de su dirección, la duración, el estado de marea y la morfología del ambiente. Por eso las diatomeas del sedimento, conocido como microfítobentos, secretan unas sustancias mucosas que actúan como pegamento para el sedimento ¡Cuidado que se nos lleva el vientoooooo!



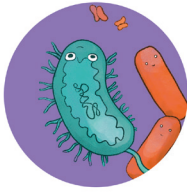
Invierno: Brrrrr ¡Que frio! Ha llegado el invierno y el metabolismo se ralentiza. Si se cae en esta casilla, hay que permanecer un turno sin jugar.



Dados: Si se cae en estas casillas, tira el dado dos veces y suma los números. Se avanza tanto como resulte y vuelves a tirar.



Derrame: Oh no, ha habido un derrame de petróleo. Una película sobre la superficie impide la entrada de la luz en el agua y los tóxicos te envenenan. Si se cae en esta casilla, hay que volver a la casilla de salida.



Bacterias



Un poliqueto te ha enterrado hasta una zona sin oxígeno (anóxica) y te tienes que adaptar

Pierdes un turno

los microaerófilos, los que solo viven en bajas concentraciones de oxígeno y muchos más. Nuestra bacteria es aerobia, por lo tanto por cada molécula que oxida obtiene más energía utilizando oxígeno que otra cosa. Por lo tanto si algo la entierra a un nivel donde no hay oxígeno, verá su metabolismo ralentizado.



Un poliqueto está ventilando su galería y entra más oxígeno. Metabolizas materia orgánica más rápido.

¡Avanzas 3 casillas!

La macrofauna, como son los poliquetos, cambia las condiciones en el sedimento. Los poliquetos, siendo organismos aerobios, necesitan oxígeno para sobrevivir. Con movimientos ondulatorios de sus cuerpos bombean oxígeno dentro de sus galerías para poder respirar. Este oxígeno es también aprovechado por los microorganismos aerobios del sedimento que de esta forma pueden sobrevivir en lugares que no sería posible sin los poliquetos. De esta forma, la materia orgánica en el sedimento se metaboliza de forma más eficiente.



Llegas a una zona con mucha materia orgánica que degradar y te multiplicas.

¡Avanzas 3 casillas!



Estas en una playa de arena con poca materia orgánica y te cuesta crecer.

Pierdes un turno

Todos los organismos heterótrofos necesitan una fuente externa de materia orgánica para mantener su homeostasis y crecer (igual que nosotros). La cantidad de materia orgánica en el sedimento tiene una relación directa con el tamaño del grano del sedimento. Cuanto más fino

es el sedimento, es decir más fangoso, más materia orgánica suele tener. Mientras, el sedimento con grano grueso, es decir más arenoso, tiene menos materia orgánica. Por eso el sedimento de las playas arenosas nunca es negro ni huele mal. Así que una bacteria tendrá menos materia orgánica disponible en un ambiente arenoso y le será un poco más difícil crecer.



Encuentras un grupo de bacterias de las que puedes metabolizar sus desechos. ¡Rico!

Avanzas 2 casillas

Los microorganismos en el medio natural tienen la capacidad de metabolizar una gran variedad de compuestos orgánicos e inorgánicos para crecer. Algunas bacterias se especializan en el uso de determinados compuestos de tal modo que sus desechos pueden ser usados por otras bacterias. De esta forma los microorganismos crecen a lo largo de gradientes naturales que se forman en gran medida por su propia actividad (concentración de oxígeno, sulfuro de hidrógeno, sulfato...) en los puntos donde pueden obtener todos los elementos necesarios. Así nada queda desaprovechado y todo se recicla. En muchas ocasiones

las asociaciones entre los microorganismos son tan estrechas, parecidas a las de simbiosis, que se forman auténticos consorcios.

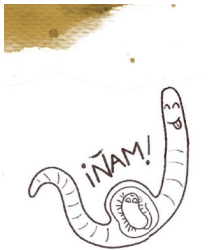


Con eso del cambio climático, los inviernos son tan calentitos que te multiplicas, quizás... demasiado.

¡Avanzas 4 casillas! Los demás retroceden!

La mayoría de las bacterias crecen con mayor rapidez a temperaturas entre 4 °C y 60 °C, pudiéndose duplicarse cada 20 minutos ¡Por eso no debemos dejar la comida fuera de la nevera! Un crecimiento bacteriano exponencial y descontrolado afectará a los compuestos del sedimento y en el caso de bacterias aerobias, pueden acabar con el oxígeno del sedimento. Estos cambios pueden hacer difícil a otros organismos crecer y prosperar en un ambiente con tantas bacterias. En ese ambiente sin oxígeno, algunas bacterias utilizan sulfato en lugar de oxígeno y al respirar producen sulfuro de hidrógeno, un gas de olor a

huevos podridos. Ese gas es tóxico para los organismos aerobios, incluso para nosotros por eso lo podemos detectar en muy bajas concentraciones. ¡Algo huele mal por aquí!



¡Oh no! La cadena alimentaria puede ser dura a veces ¡Has sido comido por un gusano!

Vuelves al inicio

Los macroorganismos del sedimento se pueden distinguir según sus preferencias de alimentación principalmente en:

Herbívoros: se alimentan de plantas, macroalgas y microalgas.

Omnívoros: se alimentan de todo un poco.

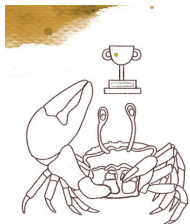
Sedimentívoros: aquellos que ingieren el sedimento para digerir a los pequeños organismos (las bacterias y meiofauna) que contiene o los detritus, u otra materia aprovechable. Un ejemplo de sedimentívoro sería la lombriz de tierra.

Filtradores: Se alimentan de partículas orgánicas suspendidas en el agua u organismos de pequeño tamaño como es el plancton (bacterioplancton, fitoplancton y zooplancton)

Dado que en todo tipo de sustrato crecen bacterias, es muy probable que como bacteria acabas siendo comido por alguien.



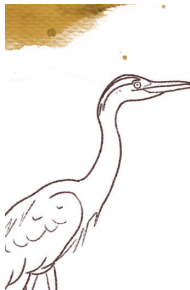
Cangrejos



Encuentras un cangrejo más pequeño que tú y luchas con él. ¡Ganas!

Avanzas 2 casillas

Los cangrejos violinistas, como ocurre con todo tipo de animales, tienen que luchar por el espacio, la comida y la capacidad de reproducirse. Los cangrejos violinistas suelen vivir en altas densidades y los enfrentamientos entre ellos son muy comunes. Además dado que no tienen una madriguera fija, a menudo acaban en la de otro compañero con el que tendrán que enfrentarse para poder quedarse ahí antes de que suba la marea. El más grande como casi siempre gana.



¡Oh no! La cadena alimentaria puede ser dura a veces ¡Has sido comido por una garza!

Vuelves al inicio

Las garzas y otros pájaros o incluso algunos mamíferos terrestres se alimentan de cangrejos. Los cangrejos no tienen los ojos como nosotros, sino que tienen unos ojos compuestos que se parecen más a los de los insectos. Su visión tienen un sistema complejo que les permite reconocer a sus depredadores a distancia. Sus ojos están elevados por encima del cuerpo, lo que les proporciona un campo de visión panorámico y sin obstáculos. Así, los cangrejos ven los cuerpos de otros cangrejos por debajo del horizonte y todo lo que es más grande que ellos por encima del horizonte. El horizonte divide la

visión en su mundo social y un mundo de depredadores. Aunque los ojos del cangrejo violinista son mucho más débiles que los nuestros, pueden ver a otros cangrejos hasta unos 2 m de distancia, un pájaro de 30 cm volando sobre la marisma a una distancia de 15 m y una persona que camina por la marisma a 100 m de distancia (¡nosotros no podemos!), aunque no son tan buenos a la hora de ver detalles. Como cangrejo, anda con los ojos bien abiertos o... ¡jacabará siendo comido!



¡Ha bajado la marea! Puedes salir a comer microalgas del sedimento y crecer.

Avanzas 3 casillas

Los cangrejos violinistas pasan la primera parte de su vida como plancton acuático y sólo se asientan en la zona intermareal tras su última muda larvaria. Los adultos viven en las llanuras intermareales fangosas donde pueden construir sus madrigueras formando densas colonias por edad, sexo y especies mixtas. Los adultos defienden su propia madriguera y una pequeña zona alrededor de la misma. Son activos en la superficie durante la marea baja, alimentándose de algas, bacterias y detritus en la superficie del sedimento formando pequeñas bolitas de material procesado. Es también visible el sedimento alrededor de la entrada de la madriguera de un color que puede variar de negro a marrón claro que proviene de la excavación de la propia

madriguera. En marea alta, los cangrejos vuelven a la madriguera y la tapan con sedimento manteniéndose dentro de una burbuja de aire. Aunque son organismos acuáticos y tienen branquias, no pueden respirar bien bajo el agua y prefieren el aire húmedo. Además, en marea alta su visión no les ayuda y con tantos peces en el agua (depredadores), mejor quedarse quieto en casa.



Un mariscador te corta la pinza. Te cuesta cortejar a las hembras o termoregularte.

Retrócedes ¡ casilla

Hay varias formas de distinguir si un cangrejo violinista es macho o hembra. La primera es ver la forma del abdomen. Si el abdomen tiene forma triangular es un macho, pero si es más grande y tiene forma redondeada es una hembra (porque necesita todo el espacio posible para guardar los huevos durante el periodo de reproducción). La segunda es mirar a las pinzas (los quelípodos, del griego *queli*: pinza y *podo*: pie). Si tiene dos pinzas iguales es una hembra, pero si tiene una pinza muuucho más grande es un macho. Esa pinza sirve a varios objetivos: La pinza se puede usar para defenderse de depredadores, pelearse con

competidores (otros cangrejos) y atraer a las hembras. El cangrejo mueve la pinza, que puede ser más de la mitad del peso total del animal, de forma rítmica lo más alto posible para "hacerse notar" y atraer las hembras a su madriguera. Cuanto más gruesa es la pinza, más puede aguantar los golpes y que no se rompa, pero a la vez cuanto más pesada, más costoso es mantenerla en el aire por mucho tiempo. ¿Cuál creéis que es más fuerte, una pinza larga o una pinza corta? Lo habéis adivinado, la corta. Luchar con una pinza larga es como intentar hacer enfrentarse a un adversario con unos palillos chinos donde la punta tiene muy poca fuerza. Además de para luchar y para "ligar", se considera que una pinza grande ayuda a los machos que se quedan mucho tiempo quietos para llamar a las hembras moviendo la pinza a emitir el calor (los cangrejos son ectotermos). Es su manera de "sudar". Así que cuando un mariscador encuentra un cangrejo y le corta la pinza, ya no puede, ni defenderse, ni competir, ni atraer a las hembras ¡ni sudar! Si consigue ponerse a salvo tras perder su pinza, la pinza pequeña se convertirá en una grande ¡y la que perdió se reemplaza con una nueva pequeña!



Diatomeas



¡Oh no! La cadena alimentaria puede ser dura a veces ¡Has sido comido por un gusano!

Vuelves al inicio

Las diatomeas son microalgas que viven en la superficie del sedimento para captar la luz del sol, aunque en caso necesario pueden sobrevivir varios meses en oscuridad. Muchas diatomeas tienen la capacidad de migrar dentro del sedimento unos pocos milímetros como máximo para encontrar nutrientes, la cantidad de luz correcta o simplemente evitar ser resuspendidas por las corrientes o los depredadores. Pero cuando un herbívoro pastorea en la superficie del sedimento o un poliqueto u otro detritívoro va engullendo sedimento es muy probable que acabas siendo comido. Cada uno hace lo que puede...



Algunos van como locos por el fango. Un gusano te ha enterrado a su paso

¡Pierdes un turno!

Entre la macroinfauna existe un grupo que se llaman bioturbadores. Son animales que, con sus actividades de construcción de madrigueras, galerías y movimiento libre dentro del sedimento o actividad para alimentarse remueven grandes cantidades de sedimento. Algunos transportan sedimento de la superficie a las profundidades, y otros lo hacen al revés moviendo sedimento profundo y sacándolo a la superficie. Otros lo mueven como excavadoras de forma indiscriminada. Con esta actividad los compuestos disueltos en el agua se remueven, la materia orgánica más lábil desde la superficie

se transporta en profundidad (donde suele haber materia orgánica más antigua, más degradada y de menos calidad), y al revés también, materia orgánica más refractaria se expone en la superficie al oxígeno (que tiene más poder oxidativo), contribuyendo así al reciclaje de compuestos. Así que como diatomea, por el camino puedes ser transportado y enterrado quien sabe cuánto tiempo en las profundidades. Hasta que otro bioturbador te exponga a la superficie... por lo tanto toca esperar.



Cae la noche y no hay luz para hacer fotosíntesis. Tienes que usar tus propias reservas de energía

¡Pierdes un turno!



¡Brilla el sol! Aprovechas su luz para hacer fotosíntesis y te llenas de energía.

¡Avanzas 3 casillas!

Las **diatomeas** igual que otras **macroalgas** o **fanerógamas** son organismos fotoautótrofos. Cuando hay suficiente luz hacen fotosíntesis para obtener su energía (del griego *fos*: luz) y a la vez asimilan carbono inorgánico, dióxido de carbono o su forma más común en el mar que es el bicarbonato para fijarlo y convertirlo en carbono orgánico y así crecer (se auto-alimentan). Durante el día este proceso se produce el oxígeno, mientras que por la noche al igual que las plantas terrestres, las diatomeas tienen que respirar consumiendo sus reservas de compuestos orgánicos, produciendo CO₂.



Ha subido la marea. Estas rodeado de agua y nutrientes que te permiten crecer.

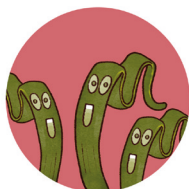
¡Avanzas 4 casillas!

Las **diatomeas** y las **macroalgas** en general necesitan luz, dióxido de carbono y nutrientes como el nitrógeno, el fósforo etc. En las zonas intermareales, en emersión, llega más luz al sedimento por la falta de la columna de agua. Eso significa más luz para los autótrofos. Por otra parte, sin agua no hay tantos nutrientes disponibles y se dedican a aprovechar los que hay en el agua entre los granos del sedimento. Tener luz les sienta fenomenal, pero cuando hay demasiada luz no les gusta mucho porque puede dañar sus sistemas de fotosíntesis (igual que a nosotros si comemos mucho nos duele la barriga),

aumenta mucho la temperatura del sedimento (a nadie le gusta mucho calor) y este se seca.

Las diatomeas tienen la capacidad de migrar, deslizándose gracias al moco que producen, en el sentido vertical dentro del sedimento hasta encontrar las condiciones ideales, suficiente luz y nutrientes. ¡Todo con moderación!

¿Qué ocurre cuando sube la marea? En inmersión, llega menos luz al sedimento porque la columna de agua absorbe parte de ella. Sin embargo, el agua sobrenadante tiene nutrientes disponibles que, aunque sean en bajas concentraciones, son abundantes. Muchas diatomeas tienen la capacidad de almacenar nutrientes en vacuolas (sacos en el interior de la célula) que pueden usar más adelante, en tiempos difíciles. La vida es complicada. Hay muchos factores que les afectan y es mejor estar prevenidas para el futuro.



Fanerogamas



Un grupo de almejas y peces se refugian en tu interior. Los proteges y ellos expulsan ricos nutrientes para ti. ¡Avanzas 2 casillas!

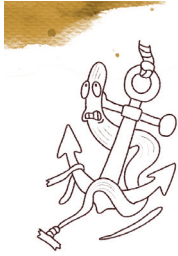
mientras que otros como los poliquetos presentan sus más altas densidades dentro de las praderas dado que es más difícil para un depredador (pez o pájaro) encontrarlos entre las raíces. Los organismos protegidos a su vez ayudan a remineralizar materia orgánica y liberan nutrientes que son asimilados por las fanerógamas y ayudándolas a crecer. Win-win.



Hay tantos nutrientes que crecen algas epifitas sobre tus hojas y no te dejan hacer fotosíntesis. Retrocedes 2 casillas

nutrientes en la columna de agua (eutrofización) las microalgas crecen demasiado y cubren las hojas casi por completo impidiendo que la luz llegue a la propia hoja de la planta. Esto hace que planta crezca más lento o incluso puede darse el caso que la planta muera.

Aunque lo más visible de las praderas son sus hojas, la principal vía por la que se expanden es por las raíces que crecen poco a poco horizontalmente por el sedimento. Esta expansión de sus raíces y rizomas es muy importante para el ecosistema y también para nosotros ya que



¡Oh no! El ancla de una barca ilegal te arranca de la arena y te arrastra la corriente...

Vuelves al inicio
*Si esta carta vuelve a salir solo retrocedes a la anterior biota

retienen el sedimento y evita que se lo lleven las corrientes marinas. Esta retención del sedimento protege las costas cuando hay tormentas y temporales, conservando no solo el refugio de los animales sino también nuestras playas y edificaciones costeras. Las anclas de las embarcaciones (o los arrastreros) que se encuentran anclados en la costa tienen un efecto negativo sobre las raíces de nuestras fanerógamas. Al igual que un bosque ya no es un bosque si lo dividimos creando muchas carreteras (porque los árboles están esparcidos sin continuidad), lo mismo ocurre con las praderas de fanerógamas. Las anclas se enganchan a las raíces y al levantarlas rompen la

continuidad del sistema subterráneo. Eso provoca que la erosión del sedimento sea más grande y que finalmente una tormenta pueda arrancar toda la pradera que no está bien sujeta, destrozando por completo el ecosistema.



Ha subido la marea. Estas rodeado de agua y nutrientes que te permiten crecer.

¡Avanzas 2 casillas!



Ha bajado la marea y no hay agua. El sol te resaca mientras esperas que vuelva a subir.

Pierdes un turno

Las fanerógamas marinas son organismos fotoautótrofos y necesitan usar la energía del sol, carbono del dióxido de carbono y nutrientes para hacer fotosíntesis y crecer aumentando su biomasa. Las fanerógamas tienen la capacidad de asimilar nutrientes tanto del sedimento como del agua sobrenadante a través de sus hojas (no como las plantas que solo absorben nutrientes del suelo con las raíces) ¡cuanto más, mejor! Sin embargo en marea baja, la luz incidente es mayor, la temperatura aumenta, el agua se evapora y las condiciones no son las más idóneas. Las praderas pueden mantener la humedad entre sus hojas al estar postradas una encima de otras, pero la verdad es que están un poco estresadas... ¡son plantas acuáticas al fin y al cabo!

¿Sabías que las enormes praderas marinas a menudo son solo una única planta?
La planta se clona a sí misma a medida que se expande pudiendo cubrir decenas de metros de superficie.



Macroalgas



¡Brilla el sol!
Aprovechas su luz
para hacer
fotosíntesis y te
llenas de energía.

¡Avanzas 3 casillas!

sistema produce más de lo que se consume. Así que las macroalgas comen, respiran y encima dejan algo para el resto también. ¡De nada!



Un desagüe está
expulsando nutrientes.
Creces muy rápido pero
a los demás no les gusta
nada la eutrofización.
Avanzas 3 casillas
Los demás retroceden 1

Si ese crecimiento es excesivo conduce a una proliferación de los organismos que más rápido crecen, que suelen ser las macroalgas verdes (*blooms* de macroalgas). Pero esos *blooms* pueden ser perjudiciales para otros organismos. Lo bueno para uno no es siempre bueno para el resto.



¡Has crecido
demasiado! Te acabas
todo el oxígeno.
Empiezas a
descomponerte y huele
a huevos podridos
Retrocedes 2 casillas

Las proliferaciones de macroalgas son un fenómeno natural, pero a veces con la ayuda de las actividades humanas aumenta tanto su frecuencia como su extensión. Todas estas macroalgas aunque por el día hacen fotosíntesis, por la noche tienen que respirar consumiendo mucho oxígeno y no dejan nada para otros animales. Muchas veces los niveles de oxígeno en el agua bajan tanto que se producen condiciones hipóxicas y los peces mueren. Pero incluso para las propias macroalgas es perjudicial. Las que están arriba y reciben mucha luz suelen estar bien pero las que quedan en capas más profundas poco a poco empiezan a morir por falta de luz y oxígeno. Esa materia orgánica se degrada por las bacterias (respirando) consumiendo más oxígeno todavía.



¡Oh no! La cadena alimentaria puede ser dura a veces ¡Has sido comido por un capaco!

Vuelves al inicio
*Si esta carta vuelve a salir solo retrocedes a la anterior ficha



¡No hay depredadores a la vista! Sin nadie que nos coma podemos crecer rápidamente

¡Avanzas 2 casillas!

Las macroalgas son una fuente muy rica en nutrientes para los herbívoros. Son materia orgánica fresca, lábil, fácil de digerir sin fibras, y con mucho nitrógeno y fósforo. Por eso herbívoros como los caracoles, atacan a las macroalgas como la lechuga de mar cuando tienen la oportunidad ¡Esta lechuga es irresistible!



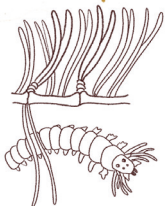
Poliquetos



Hay muchas microalgas en el agua ¡Haces una red de mocos y las atrapas para comer!

Avanzas 3 casillas

Los gusanos poliquetos que viven en el sedimento se distinguen principalmente en detritívoros (comen la materia orgánica degradada en el sedimento y las bacterias que crecen encima de ella) u omnívoros (comen un poco de todo, igual que nosotros, materia orgánica, algas en el sedimento o otros organismos más pequeños). Algunos comen lo que hay en el sedimento, mientras que otros filtran el agua sobrenadante capturando detritus, algas y bacterias en suspensión (filtradores). Uno de los más comunes en sistemas intermareales, la especie *Hediste diversicolor* (miñoca) puede hacer las dos cosas, comer del sedimento y del agua. Para capturar las algas del agua, prepara una red de moco en la entrada de su madriguera y bombea agua con movimientos de su cuerpo, el agua pasa por la red y así atrapa las algas. Después, simplemente se come la red. ¡Esta vez sí que esta permitido comerse los mocos!



¡Has llegado a las raíces de una pradera marina! Estás protegido y por eso más activo.

Avanzas 2 casillas

Los praderas de fanerógamas con sus estructuras (hojas y raíces) forman un ambiente más seguro para mucho invertebrados como los gusanos y las almejas. Sus depredadores, como los peces o los pájaros tienen más dificultad de encontrarlos entre las raíces y cazarlos. ¡Busca, busca, que no me encontrarás! A su vez, los poliquetos remueven el sedimento oxigenándolo, ayudando a la remineralización de la materia orgánica y liberando nutrientes que son aprovechados por las plantas.



Ibas tranquilamente por ahí cuando un pescador te atrapa para usarte de cebo.

Vuelves al inicio

*Si esta carta vuelve a salir solo retrocedes a la anterior ficha

Los poliquetos son una delicia para los peces. Además, por su manera de moverse, ondulando su cuerpo entero, atraen su atención y al final muerden el anzuelo. Aunque estos poliquetos son abundantes en el medio natural, su recolección incontrolada para pescar puede afectar al sistema por la reducción de su número, limitando el impacto positivo que tienen funcionamiento del sistema (y la comida para sus depredadores). ¡Ave Pescador, morituri te salutant!



¡Ha bajado la marea! Es peligroso andar por ahí fuera. Te escondes en tu galería.

Pierdes un turno



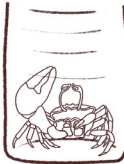
Una garza picotea el fango y te asusta. ¡Te quiere comer! Escapas pero...

Retrocedes 2 casillas

En marea baja los poliquetos se esconden en sus galerías para estar en un sitio húmedo y para evitar los depredadores. En inmersión, pueden subir cerca de la entrada y sacar parte de su cuerpo fuera pastoreando en las microalgas y bacterias que crecen en la superficie del sedimento alrededor de la entrada. Pero siempre se quedan con un pie dentro de su casa. ¡Quién sabe quién anda por allí!



Plásticos y basura



¡Socorro! Entrás en una botella de plástico y quedas atrapado. Pero un niño te saca de ahí y te devuelve al mar.

Avanzas 3 casillas



Unos voluntarios han limpiado el agua de plásticos y bolsas. Ahora puedes recibir más luz y flotar libre.

¡Avanzas 4 casillas!

Cada año se vierten 10 millones de toneladas de plásticos en el océano, lo que equivale a un camión de basura al minuto. Se han encontrado plásticos en las playas más remotas y en el océano más profundo. El problema es todavía más serio teniendo en cuenta que lo que vemos hoy son los plásticos que se han vertido hace muchas décadas. Queda mucho plástico por “descubrir” todavía. Los primeros plásticos empezaron a producirse en los años 50, pero desde el año 2000 se ha producido más que la mitad de todo el plástico producido en el mundo hasta ahora.



¡AY! Te duele la barriga.
Parece ser que has estado comiendo microplásticos en vez de microalgas.

Descansas un turno



Bolsas de plástico caen sobre ti y te tapan la luz. Dejas de crecer mientras esperas que alguien las recoja.

¡Pierdes un turno!

El problema con los plásticos no es solo un problema estético. Los organismos marinos se enredan o se quedan atrapados en ellos. En grandes cantidades afectan el intercambio de oxígeno, la disponibilidad de luz y mucho más.

Los plásticos que llegan al océano se degradan muuuuuy lentamente. Por ejemplo, una botella de agua tarda ¡500 años! Lo mismo que un pañal. Una lata de refresco que parece más dura tarda menos (200 años). El problema adicional es que durante el proceso de degradación se rompen en trozos más pequeños y provocan otros problemas. Esos pequeños trozos de plástico (microplásticos) son más difíciles de limpiar y más fáciles de ingerir incluso por pequeños organismos (y por supuesto por nosotros). Se estima que cada persona ingiere casi 20 kg de plástico en su vida. Si continuamos con la cola de problemas que dan los plásticos tenemos que saber que esos trocitos de plástico al continuar su degradación liberan los compuestos tóxicos que se han usado durante su fabricación y a la vez absorben compuestos tóxicos presentes en el medio marino (otros compuestos que hemos vertido al mar antes). Todo esto se acumula en la cadena trófica intoxicando a los organismos, incluso a los que comemos nosotros. Al igual que no nos gustaría merendar envoltorios, nuestros juguetes o los globos de agua, a los animales del intermareal tampoco les gusta. Por eso recuerda: rechaza, reduce, reusa y recicla.

¿Sabías que las toallitas húmedas suponen un problema tremendo para el medioambiente, ya que van a parar a las playas y los océanos y desprenden microplásticos en los suministros de agua al degradarse?
¡No las tires jamás al inodoro!

¿Te has quedado con dudas o con ganas de más información?

Puedes escribirnos al laboratorio (meb.lab@gm.uca.es) o visitar nuestra página web para acceder a más contenido: <https://microbentos.uca.es>



Autores:

Idea, textos y asesoramiento científico: Dr. Sokratis Papaspyrou
Ilustraciones y diseño: Dra. Vanessa González Ortiz