

Los Estuarios

¿Qué es un Estuario?

La palabra estuario vino a nuestro vocabulario del latín, *aestuarium*, que quiere decir un área bajo las influencias de las mareas. Hoy en día la definición más usada es que un estuario es un área de la costa donde el agua dulce proveniente de la tierra se mezcla con el agua del mar. Observándose en estos lugares dos factores ambientales de gran importancia, las mareas, la cantidad y ritmo de flujo de agua dulce. Aquí los nutrientes de la tierra se mezclan en el estuario con el flujo de las mareas (tidal water), resultando este lugar muy fértil y productivo. Los estuarios son dinámicos debido al gran flujo e intercambio entre el ambiente terrestre y marino. Esta interacción entre dos tipos de agua trae como consecuencia variaciones en la salinidad del sistema. En algunos estuarios se ha encontrado que el agua de mar y el agua dulce se mezclan tan bien, que es homogénea, mientras que en otros sitios se forman dos capas, la superior de agua dulce y la inferior de agua salada por ser ésta más densa. Pese a que las condiciones físicas a menudo son difíciles y la diversidad de las especies es consecuentemente baja, las condiciones alimenticias son con todo tan favorables que la región está repleta de vida. En estas condiciones podemos observar que algunos organismos se adaptan, por tener unas tolerancias amplias a la salinidad y temperatura, mientras que otros no pueden subsistir en este medio y mueren. En estos lugares podemos encontrar especies que son endémicas (especies confinadas a la zona), mientras que otras solo vienen a desovar o a pasar una parte de su ciclo de vida (ej. cetí, camarón, sábalo, jarea, etc.). Para estos animales cualquier impedimento que obstruya su acceso al estuario puede implicar una alteración en su ciclo de vida, imposibilitando así la reproducción de generaciones futuras. En estas áreas encontramos aves de gran belleza y esplendor que adornan el lugar con su gran colorido (pelícanos, garzas. . .).

Los estuarios poseen a menudo tres tipos de productores que realizan el proceso de fotosíntesis; macrófitos (algas, hiervas marinas y hierbas de pantanos), micrófitos bénticos (algas y otros tipos de plantas unidas al fondo) y fitoplancton (algas microscópicas). También podemos encontrar comunidades de plantas asociadas al lugar como bosques pantanosos (*Pterocarpus* o "palo de pollo"), pantanos, manglares y plantas flotantes.

En términos generales los estuarios son áreas de gran belleza, dignas de admiración donde podemos tener instantes de gran esparcimiento espiritual en contacto directo con la naturaleza. Te invito a que compartas conmigo la experiencia de conocer y querer a nuestros estuarios.

¿Qué clases o tipos de estuarios podemos encontrar en Puerto Rico?

En Puerto Rico podemos encontrar los siguientes tipos de estuarios:

- A. Bahías abiertas (Ej. : **Mayagüez, Arecibo**)
- B. Bahía semi-cerrada (Ej. : **San Juan, Jobos**)
- C. Lagunas costaneras (Ej. : **Torrecilla, Joyuda**)

D. Estuarios salinos (Ej. : **Parguera, Vieques, Culebra**)

E. Desembocaduras de ríos (Ej. : **Río Grande de Manatí, Río Cibuco**)

¿Por qué son importantes los estuarios?

Los estuarios son uno de los recursos naturales más importantes con que cuenta nuestra isla porque:

- ❖ Son áreas de alta productividad debido a la gran cantidad de nutrientes que le llegan provenientes de la tierra y el mar, quedando estos atrapados en el lugar.
- ❖ Estos sistemas poseen poca profundidad lo que permite la fácil penetración de la luz solar a través de la columna de agua, promoviendo así una fotosíntesis más activa.
- ❖ En períodos en que el flujo de agua dulce es mayor de lo normal los estuarios ayudan a remover sedimentos y contaminantes de las corrientes y aguas de desagüe, manteniendo de esta manera las aguas costaneras más limpias.
- ❖ Exportan grandes cantidades de materia orgánica disuelta y particulada hacia las aguas de la costa.
- ❖ Son conocidos hábitculos de un gran número de especies marinas de importancia comercial (camarones, jareas, cangrejos, moluscos ...).
- ❖ Son viveros naturales en donde pasan parte de su vida innumerables especies de peces, crustáceos y moluscos.
- ❖ Sirven de refugio para muchas de nuestras aves acuáticas nativas.
- ❖ Lugares donde gran número de especies marinas y de agua dulce migran para poner sus huevos, siendo estos criaderos de muchas especies de consumo humano.
- ❖ Se pueden utilizar como laboratorios naturales donde tanto ciudadanos como científicos desarrollarían sus conocimientos sobre la ecología del sistema.
- ❖ Son lugares de gran valor para la proliferación, y subsistencia de la industria pesquera en Puerto Rico.
- ❖ Sirven de escenario para el desarrollo de actividades recreativas y deportivas, (pesca, caza).
- ❖ Son áreas que pueden retener grandes volúmenes de agua, protegiéndonos así de las posibles inundaciones que tanto daño hacen a la humanidad.
- ❖ En ocasiones nos proveen de albergue para puertos y canales de navegación.

¿Cómo pueden ser afectados los estuarios?

Los estuarios pueden ser afectados por los siguientes factores:

- ❖ La rápida industrialización y el aumento poblacional resulta en alteraciones significativas en este sistema.
- ❖ La deforestación de nuestras zonas estuarinas.
- ❖ Contaminación de las aguas estuarinas por descargas de afluentes domésticos e industriales, aguas calientes, derrames de petróleo y otros.
- ❖ La excesiva sedimentación afecta la salud del sistema.
- ❖ Estructuras para controlar el movimiento del agua dulce, tales como las presas, las bombas y otras, afectan el equilibrio del sistema.

Definición de Estuarios:

Los estuarios son áreas semicerradas en la costa donde el agua dulce de los ríos se mezcla con el agua de mar cuando se encuentran. Este encuentro permite el desarrollo de un ambiente único, habitado por menos especies que otros ambientes costeros, pero de una productividad alta y de gran importancia para otros sistemas ecosistemas marinos.

Los estuarios se encuentran entre los ecosistemas costeros más afectados por actividades del hombre. Por su carácter de puertos naturales se han desarrollado grandes ciudades a lo largo de ellos y algunas consecuencias incluyen dragados, rellenos, construcciones de marinas, parques industriales y depósitos de basura. Muchos han sido destruidos y otros se encuentran en riesgo de desaparecer como ecosistemas costeros.

Origen y Tipos de estuarios:

1. **Estuarios de llanuras costeras o valles de ríos ahogados:** muchos estuarios se originaron al subir el nivel del mar, cuando finalizó la última era glacial hace 18,000 años atrás y el mar invadió tierras llanas y desembocaduras de los ríos. Ej. Costa Este de EU. Chesapeake Bay.
2. **Estuario de barrera:** Este tipo de estuario se origina debido a la acumulación de barreras de arenas o islas de barreras que viene a formar una pared entre el río y el mar. Ej. Costa del golfo de México frente a Texas: Laguna Madre. Ej. Costa de Carolina del Norte: Islas de barreras frente a Cabo Hateras.
3. **Estuario de origen tectónico:** Otros estuarios no se originaron por cambios en nivel del mar, sino como resultado de movimientos en la corteza terrestre debido a subsistencia. Ej. Bahía de San Francisco, California.

4. **Estuarios originados por erosión glacial: (Fjords)**- Otros estuarios se crearon cuando glaciares en retroceso cortaron valles profundos a lo largo de las costas. Ej. Sureste de Alaska, British Columbia, Noruega, Sureste de Chile, etc. Estuarios anchos y bien desarrollados son comunes a lo largo de regiones de llanuras costeras en plataformas continentales anchas e márgenes activos: Ej. Costa Atlántica de América del Norte. Estuarios estrechos y poco desarrollados ocurren en costas de plataformas estrechas, de inclinación pronunciada, características de márgenes activos: Ej. Costa Pacífica de Norte América.

Características Físicas de los Estuarios:

1. **Salinidad (‰):** Los estuarios están sujetos a grandes fluctuaciones de salinidad (‰). La salinidad de los estuarios fluctúa tanto de lugar a lugar como de tiempo en tiempo. Cuando el agua de mar con una salinidad promedio de 35 ‰ se mezcla con agua de río con una salinidad de 0 ‰ la mezcla puede tener una S ‰, intermedia entre valores y a veces en casos extremos puede exceder las 35 ‰ (Laguna Madre, Texas). La S ‰, en el estuario varía dependiendo de: el lugar del estuario donde se mida la S‰ y la profundidad del estuario, el agua salada (más densa) se mueve por el fondo, río arriba formando una cuña de agua salada y el agua dulce (menos densa) se mueve por la superficie hacia el mar. La cuña de agua salada puede avanzar más o menos dependiendo del ritmo diario de las mareas. La distribución de S ‰, en un estuario depende de otros factores: la forma y fondo del estuario, el viento, evaporación superficial, cambios de mareas e influencia de escorrentías. En estuarios estrechos y profundos, las corrientes de mareas afectan su patrón de S ‰. En sitios de poca precipitación y alta evaporación la S ‰, de los estuarios aumenta: Ej. Laguna Madre, Texas, con un promedio de salinidad de 50 ‰, pero en épocas de Sequía puede llegar hasta una salinidad de 100‰.
2. **Substratos:** Los ríos llevan sedimentos y otros materiales a los estuarios: **arenas y material grueso**(se asientan en la boca de los ríos); **sedimentos finos y lodo** (se depositan en la parte central del estuario). Los substratos de los estuarios son lodos suaves compuestos de arcilla y cieno, ricos en materia orgánica que presentan las siguientes características: anóxicos (baja O₂ debido a descomposición bacteriana), mal olor y color oscuro (acumulación de H₂S, tóxico para la mayoría de los organismos), presencia de bacterias anaeróbicas (descomponen materia orgánica en ausencia de O₂). Los estuarios llanos con flujo continuo de mareas poseen aguas con grandes cantidades de O₂ disueltos, mientras que estuarios profundos (Fjords) presentan aguas profundas pobres en O₂ disuelto debido a la descomposición orgánica llevada a cabo por acción bacteriana.
3. **Temperaturas de los estuarios:** En los estuarios ocurren fluctuaciones marcadas en temperaturas (°C) debido a poca profundidad y una amplia superficie de área. Durante las mareas bajas, las fluctuaciones en T°C diarias y temporales son muy marcadas.

4. Suspensión de sedimentos: Gran cantidad de sedimentos se encuentra suspendidos en la columna de agua de los estuarios. Esto puede influir: reduciendo la transparencia del agua; limitando penetración de la luz; obstruyendo sistema de filtración de alimentación de algunos organismos; detrimental para ecosistemas aledaños (abrasión y sofocación de corales, yerbas marinas, etc.). El conjunto de estos factores físicos le confiere a cada estuario sus características particulares y por tanto los organismos presentes en los mismos tienen que lidiar con los ajustes necesarios para adaptarse a las condiciones específicas presentes y las variaciones que pueden experimentar en tiempo y espacio.

Ecosistema del estuario:

Los estuarios son ecosistemas muy productivos donde gran cantidad de organismos tienen su hábitat, algunos de gran importancia comercial. También sirven de criaderos y para que aves, peces y otros organismos obtenga su alimento. Encontramos varias comunidades distintivas, cada una con sus componentes vegetal y animal característicos.

Vida en los estuarios:

Para vivir en los estuarios los organismos requieren llevar a cabo adaptaciones a cambios extremos y rápidos en S‰, T°C y otros factores físicos como turbidez, suspensión de sedimentos, materia particulada y poca penetración de luz.

1. Adaptaciones a Δ S‰ : La mayoría de las especies estuarinas son especies de origen marino que han desarrollado la capacidad de tolerar baja S‰. Entre éstos están una mayoría, eurihalinos, que toleran cambios amplios en S‰ y que han evolucionado a partir de especies marinas. También se encuentra una minoría, stenohalinos, que toleran un cambio leve en S‰, entre lo que encontramos especies marinas o de agua dulce. Otras especies de aguas salobres que toleran S‰ intermedia. Entre las diferentes adaptaciones que presentan los organismos para lidiar con los cambios en S‰ que ocurren en el estuario están las siguientes:

- a. cambios en su comportamiento:** (Por ejemplos: nadan alejándose del área de Δ S‰, cierran sus conchas, se entierran en el fango)
- b. osmoconformadores:** (mantienen balance osmótico entre los fluidos del cuerpo y la S‰ del ambiente, o sea, cambian sus fluidos dependiendo de la S‰ externa: gusanos, poliquetos).
- c. osmoreguladores:** (organismos que mantienen la S‰ interna de sus cuerpos constante. Estos eliminan el exceso de agua o absorben solutos del ambiente para compensar la pérdida de agua que sufren con los cambios en S‰. Para esto utilizan glándulas, agallas, riñones. Ej. Cangrejos, peces).
- d. Absorción de sales:** (las plantas del estuario también tienen adaptaciones para manejar los Δ S‰. Las hierbas y plantas de pantanos aledaños al estuario, contrario a los animales, toleran altas salinidades. Ellas absorben sal del ambiente para evitar la pérdida de agua. Ej.: *Avicennia* (mangle negro) absorbe sal, aunque elimina exceso por las hojas. Ej. Hierbas suculentas: *Batis*, *Sessuvium*, *Salicornia*).

2. Adaptaciones a vivir en lodos:

Construyen cuevas o huecos en el lodo. La mayoría de los organismos que viven en el lodo hacen cuevas para enterrarse o viven en tubos permanentes bajo la superficie del sustrato. Este comportamiento les ofrece la ventaja de que los Δ S‰ dentro del fango, son menores que en la columna de agua. En este hábitat la cantidad de O₂ disponible es muy limitada debido a la descomposición de manera que los organismos lidian con esta problemática de diferentes formas: bombean aguas ricas en O₂ cuevas o huecos, algunos poseen sangre rica en hemoglobina, lo que facilita atrapar O₂.

Tipos de comunidades estuarinas

I. Comunidad de la columna de agua

- 1. Plancton:** El tipo y densidad del plancton varía dependiendo del movimiento de las corrientes, S‰, T°C, turbidez del agua. En estuarios pequeños la mayor parte del plancton son especies marinas que son transportadas por las mares, mientras que estuarios grandes pueden poseer sus propias especies estuarinas.
- 2. Peces:** Los estuarios presentan una variedad de peces ya que aquí abunda el alimento y hay muy pocos predadores. Muchos de estos peces son de importancia comercial (anchovetas, róbalo). También encontramos especies de peces que migran a través del estuario, (anádromos) que su vida adulta ocurre en el mar y se reproducen en agua dulce como el salmón y otros (catádromos) que su vida adulta ocurre en agua dulce y van a reproducirse al mar como las anguilas.
- 3. Camarones:** También encontramos especies de camarones, algunos de gran valor comercial que utilizan el ecosistema del estuario como criadero: Ej. *Penaeus*.

II. Comunidad de planicies fangosas (mud flats):

Las llanuras fangosas son áreas del estuario que quedan expuestas durante la marea baja. El tipo de sedimentos de estas llanuras pueden ir desde arenas en la boca de los ríos hasta arcilla y sedimentos finos en la parte central del estuario. En estuarios con diferencia muy marcada entre marea baja y marea alta estos pantanos son muy extensos.

- 1. Productores:** Los organismos productores de las planicies del estuario son mayormente algas que crecen sobre restos de conchas (*Enteromorpha*, *Ulva*, *Gracilaria*, diatomeas y quimiobacterias. Los animales de la comunidad de organismos presentes en estas áreas fangosas se alimentan de detrito de depósito o en suspensión y pueden clasificarse de la siguiente forma: Meiofauna e Infauna.
- 2. Meiofauna:** Organismos altamente especializados que viven entre los granos de fango. Encontramos herbívoros que se alimentan de la capa de diatomeas y otras plantas diminutas en la superficie del sustrato. También hay comedores de detrito depósito o filtradores, predadores y descomponedores. Ej.: protozoarios, nématodos, gusanos segmentados, poliquetos e infinidad de animales diminutos.

3. Infauna: Aquellos organismos que viven en los sedimentos y se alimentan de materia de depósito (detrito). Desarrollan la capacidad de extraer nutrientes presentes en los sedimentos o pasar los sedimentos a través de su cuerpo. Ej. Almejas, camarón fantasma, cangrejo violinista. Debido a la acción de bacterias anaeróbicas que llevan a cabo descomposición orgánica, estos sedimentos son pobres en O₂ y ricos en H₂O. Los organismos que se ajustan a estas condiciones entrando en etapa de inactividad para reducir el consumo de O₂ y otros manteniendo simbiosis con bacterias quimiosintéticas.

III. Comunidades de pantanos (salt marshes):

En el ecosistema del estuario también encontramos áreas que se inundan durante la marea alta donde se puede localizar riachuelos, pequeñas lagunas y flujos de mareas. Son característicos de la costa este de Norte América y del Golfo de México debido al poco declive de la plataforma continental. Los "salt marshes" se desarrollan de forma óptima cuando se reúnen condiciones de estuarios anchos, bahías llanas y costas de poco declive como en la costa este (atlántica) de EU. En la Costa oeste de EU (del Pacífico) no se reúnen estas condiciones y por tanto no se desarrolla la comunidad pantanosa asociada a los estuarios. La Comunidad de organismos está constituida por:

- 1. Productores:** Es característico de estas áreas una zonación de plantas que toleran alta S‰ (halófitas) y que puede variar dependiendo de condiciones como altura de la marea, localización geográfica y tipo de sustrato. Hierbas suculentas como *Spartina* (hierba condón) y *Salicornia* (hierba de cristal) son comunes en los pantanos del estuario. En el sustrato fangosos encontramos organismos fijadores de N₂ (bacterias y algas azul-verdosas), algas filamentosas verdes y diatomeas.
- 2. Consumidores asociados al pantano:** Animales marinos y de agua dulce utilizan la vegetación del pantano para protegerse y como fuente de alimento: caracoles que respiran aire, se alimentan de algas diminutas y de detrito. Otros viven enterrados en el fango (excavadores). Además encontramos nemátodos, crustáceos, larvas de insectos, invertebrados pequeños, cangrejo violinista (*Uca*), peces juveniles, aves y mamíferos que vienen a conseguir alimento en la zona.

IV. Comunidad del manglar asociada a estuarios:

En latitudes tropicales y subtropicales el manglar sustituye en áreas protegidas de la costa la comunidad pantanosa asociada a los estuarios en la zona templada. Se establece una vegetación de plantas florecientes en la zona entre mareas que viene a formar un bosque donde ocurre una sucesión ecológica entre el ambiente marino y terrestre.

- 1. Productores:** La zonación de plantas de mar a tierra está constituida por:
 - a. *Rhizophora mangle*** (mangle rojo) con sus raíces en forma de zancos sumergidas casi totalmente en el agua, donde una comunidad de organismos se pega, entre ello infinidad de algas.
 - b. *Avicennia germinans*** (mangle negro) con proyecciones que surgen de sus raíces (neumatóforos) para un mejor intercambio de gases a través del fango donde se encuentra y la excreción de sal a través de sus hojas.

- c. *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) con glándulas excretoras de sal en la base del pecíolo de sus hojas.
- d. *Conocarpus erectus* (mangle botón) se encuentra en tierra firme y en condiciones mínimas de S‰.

2. Consumidores: Las raíces del mangle rojo sirven de sustrato para ostras, caracoles, esponjas, tunicados, poliquetos, etc. También ocurren infinidad de organismos en el sustrato fangoso que son comedores de detrito o filtradores: cangrejos, camarones, almejas, poliquetos, etc. Detrás de éstos vienen peces y aves para obtener alimento. El manglar sirve de criadero para muchos organismos ya que brinda protección para etapas temprana de desarrollo y juveniles. Debido a la gran acumulación de materia orgánica en descomposición que ocurre en el manglar esta zona es nombrada constructora o hacedor de suelos. Cuando la acumulación es de tal magnitud que el sustrato se modifica puede ocurrir sustitución por plantas terrestres facilitando para que se inicie una sucesión ecológica entre el ambiente marino y el terrestre.

V. Otras comunidades estuarinas:

Otras comunidades estuarinas lo son las praderas de plantas florecientes sumergidas (hierbas marinas) y los arrecifes de ostras en zonas templadas. Las praderas de hierbas marinas vienen a estabilizar sedimentos con sus raíces y contribuyen con sus hojas para proveer alimento y protección a infinidad de organismos, además de ser fuente directa de detrito que viene a enriquecer aún más el ecosistema estuarino. En el arrecife de ostras se desarrolla una sucesión de generaciones creciendo sobre conchas de sus predecesoras y al cual se le agregan algas, esponjas, poliquetos, bayocas y otros organismos que se pegan a las conchas. Otros organismos usan los restos de las conchas para albergue.

Interacciones entre los organismos del estuario:

A pesar que la cantidad de especies en el estuario es limitada, las existentes explotan al máximo la alta productividad de este ecosistema. Los nutrientes llevados al sistema por ríos y mareas junto con la aportación de organismos fijadores de N₂ y la descomposición de materia orgánica son utilizados por los organismos productores que son una densidad alta en las diferentes comunidades del ecosistema. Las diatomeas y algas en los sustratos junto con el fitoplancton en la columna de agua contribuyen grandemente a la productividad primaria del estuario. Los consumidores hacen uso de la materia orgánica producida en el sistema mayormente en forma de detrito depositado o suspendido. La mayoría de los animales se alimentan de materia orgánica muerta, bacterias y descomponedores. La materia sin digerir es excretada en forma de detrito que vuelve a circular en el sistema o es llevado por las aguas a enriquecer ecosistemas adyacentes.

Información tomada de:

- ❖ Publicación "Los Estuarios" de la Oficina de Educación y Publicaciones del Departamento de Recursos Naturales. Auspiciado por el Programa de Manejo de la

Zona Costanera bajo la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de Estados Unidos. //Publicado en Enero 1985.

- ❖ Publicación "Charla sobre Estuarios" de la Reserva de Bahía de Jobos.