

Conociendo el ecosistema del humedal



Actividades Educativas



Departamento de Recursos Naturales y Ambientales
Secretaría Auxiliar de Educación y Relaciones con la Comunidad
División de Relaciones con la Comunidad

Septiembre 2016

Preparado por:

Cheryl Batista
Eliezer Nieves
Gloria Ortiz
María L. Rivera
Pedro Carrión

Colaboradores:

Coralys Ortiz Maldonado
Zoraida Enid Silva
Félix Grana Rafucci
Nitza Martínez,
Osvaldo Quiñonez Martínez
Nancy Vázquez Gilbert,

Fotos:

Cheryl Batista
Eliezer Nieves
Emilio Rebollo
Héctor Ortiz
Osvaldo Quiñonez Martínez

Este producto fue financiado parcialmente a través de fondos asignados al Programa de Manejo de la Zona Costanera por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales y la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA, por sus siglas en inglés), aportación federal NA14NOS4190142

Aprobado por la Comisión Estatal de Elecciones CEE-SE-16-2656

Contenido

Enfoque del Manual	1
¿Qué es un humedal?	4
Humedales Costeros	11
Biodiversidad	18
Funciones del Humedal	46
Legislación	51
Amenazas	54
Acción Ciudadana	56
Actividades Educativas	58
Antes de la visita al humedal	61
Durante la visita al humedal	75
Actividad Final	77

E

NFOQUE DEL MANUAL

La isla de Puerto Rico posee una gran variedad de humedales, esenciales para la protección del agua y la diversidad biológica que allí vive. Estos ecosistemas son hábitats vulnerables, lo que hace esencial desarrollar entendimiento científico de sus procesos naturales para comprender sus interacciones, relaciones ecológicas y los efectos, a corto y largo plazo, que nuestras acciones causan sobre estos sistemas.

Una herramienta para alcanzar la conservación de todas nuestras áreas naturales, incluyendo los humedales, es la educación. Al utilizar los bosques, reservas y refugios como parte del aula escolar se crean cambios en actitudes individuales y colectivas hacia la naturaleza y se involucra a la sociedad en la conservación de la misma; ya que no podemos proteger lo que no conocemos.

Otro beneficio de integrar la naturaleza en los procesos enseñanza-aprendizaje son presentados en el libro “The last child in the Woods”, del autor americano “Richard Louv”. Este plantea la necesidad que existe en aumentar el contacto de nuestros niños y jóvenes con la naturaleza para que su desarrollo físico y emocional sea saludable. Él explica que la alienación de nuestros niños de los recursos naturales ha redundado en costos humanos, tales como la disminución del uso de los sentidos, los problemas de atención, entre otros.

“Deben de enseñarle a sus hijos que el suelo que pisan son las cenizas de nuestros antepasados. Digan a sus hijos que la tierra está enriquecida con las vidas de nuestro pueblo, a fin de que sepan respetarla. Es necesario que enseñen a sus hijos, lo que nuestros hijos ya saben, que la tierra es nuestra madre. Todo lo que ocurra a la tierra, le ocurrirá también a los hijos de la tierra. Cuando los hombres escupen en el suelo, se están escupiendo así mismos. Esto es lo que sabemos: la tierra no pertenece al hombre, es el hombre el que pertenece a la tierra. . Esto es lo que sabemos: todas las cosas están ligadas como la sangre que une a una familia. El sufrimiento de la tierra se convertirá en sufrimiento para los hijos de la tierra. El hombre no ha tejido la red que es la vida, solo es un hilo más de la trama. Lo que hace con la trama se lo está haciendo a sí mismo” (Carta del Gran Jefe Seattle al Presidente de los Estados Unidos).

Basado en lo antes expuesto es que se crea la Ley del Programa Contacto Verde (Ley Núm. 36 de 23 de marzo de 2015). Esta Ley propone el desarrollo de actividades que permitan a los estudiantes a participar de visitas a lugares de valor ecológico, y ofrecer experiencias formativas que pongan al

estudiante en contacto directo con los espacios de alto valor ecológico actualmente conservados como reservas naturales.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) presenta este documento con el propósito de promover un mejor entendimiento de las funciones y valores de los humedales, e integrar estos ecosistemas como laboratorio viviente, según establecido por Ley. El compendio de actividades incluidas la final del documento presenta alternativas diseñadas para integrar el uso de áreas naturales como aulas de experiencia educativa.

Esperamos que puedan sacar provecho de esta herramienta educativa y que podamos aportar, a su vez, para educar sobre la protección y conservación de los humedales de Puerto Rico.

¿CÓMO UTILIZAR ESTE MANUAL?

El manual está organizado en dos secciones:

- 1) Trasfondo, con información básica detallada sobre los humedales, su ecología, sus funciones, su salud y como podemos conservarlos.
- 2) Actividades Educativas, estas recopilan estrategias que se realizan previo a la visita a un humedal, durante la visita a un humedal y al regresar al salón de clases.

“El gran reto de nuestro tiempo es construir y fomentar comunidades sostenibles diseñadas de tal manera que sus estilos de vida, estructuras físicas, empresas, economías y tecnologías no interfieran con la capacidad inherente de la naturaleza para crear y sostener la vida. El primer paso en este esfuerzo es entender los procesos de organización y las interacciones que los ecosistemas han desarrollado para proteger la red de vida.” (Fritjof Capra).

Las actividades que se presentan en este manual permiten que el estudiante internalice y comprenda los conceptos e información presentada de una forma divertida e integral. Las mismas han sido adaptadas de programas de educación ambiental reconocidos mundialmente, que han sido diseñados por maestros, educadores, padres y líderes comunitarios con vasta experiencia trabajando con estudiantes desde el nivel pre-escolar hasta nivel superior, a saber: Proyect Learning Tree (PLT), Proyect Wild Aquatic, Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular, y el Baúl de actividades sobre Bosques Tropicales - Bosque Nacional del Caribe.

Aunque las actividades están dirigidas a estudiantes de escuela intermedia, pueden ser adecuadas para desarrollarse con estudiantes de otros niveles.

ALGUNAS ENTIDADES RELACIONADAS

Las siguientes entidades poseen información sobre los humedales, su importancia y su protección.

- 🌿 Environmental Protection Agency (EPA)-<https://www.epa.gov/wetlands>
- 🌿 National Marine Fishery Service-<http://www.habitat.noaa.gov/ourwork/wetlands.html>
- 🌿 Natural Resources Conservation Services (NRCS)-
<http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/national/water/wetlands/>
- 🌿 Programa de Manejo de Zona Costanera (DRNA)- <http://drna.pr.gov/tag/zona-costanera/>
- 🌿 Ramsar- <http://www.ramsar.org/>
- 🌿 US Fish & Wildlife Service (USFWS)-<https://www.fws.gov/wetlands/>

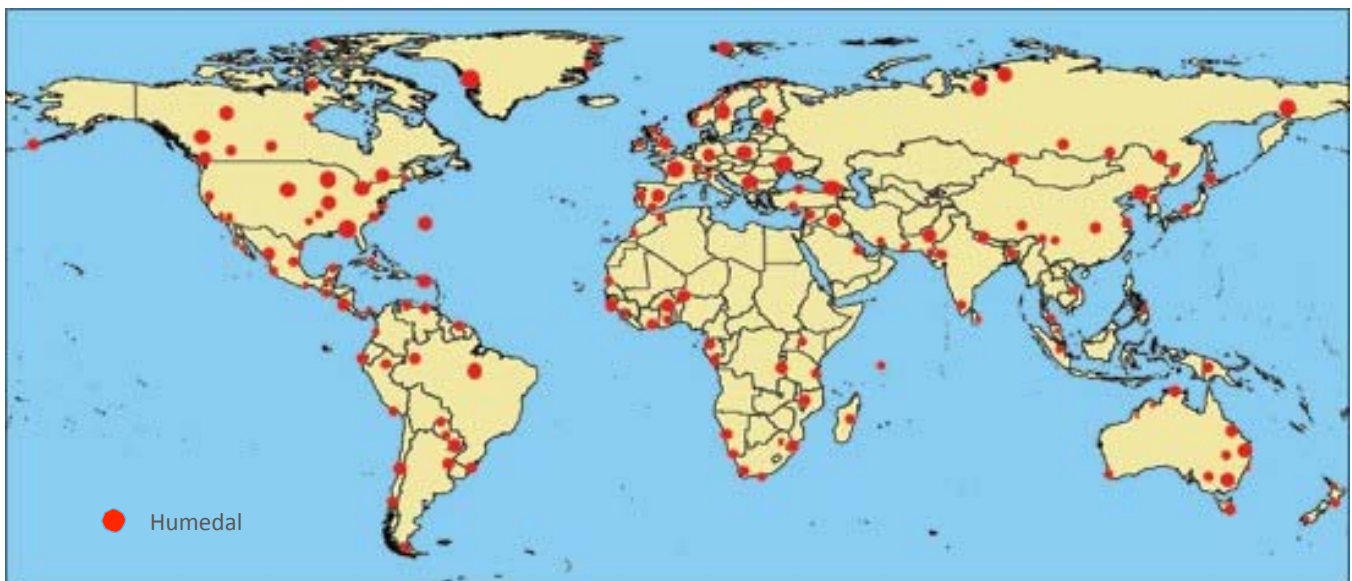
¿Qué es un Humedal?

Existen varias definiciones de lo que es un humedal. La organización mundial Ramsar define un humedal como un ecosistema donde el suelo está saturado con agua, ya sea durante todo el año o por períodos de tiempo variables durante el año. La presencia prolongada de agua influye en el desarrollo del suelo, los tipos de plantas y animales pertenecientes al humedal. Estos ecosistemas pueden variar ampliamente debido a diferencias regionales y locales en suelos, topografía, clima, hidrología, química del agua, vegetación y otros factores, incluyendo la perturbación humana.

El Departamento de Recursos Naturales y Ambientales define los humedales como: *“un área natural saturada por aguas superficiales o subterráneas a un intervalo y duración suficiente como para sostener, y el cual bajo circunstancias normales sostiene o sostendría una vegetación típicamente adaptada a condiciones de suelos saturados, inundados o empozados”* Ley 314, del 24 de diciembre de 1998 (Política Pública sobre Humedales en PR, Ley de Tierra).

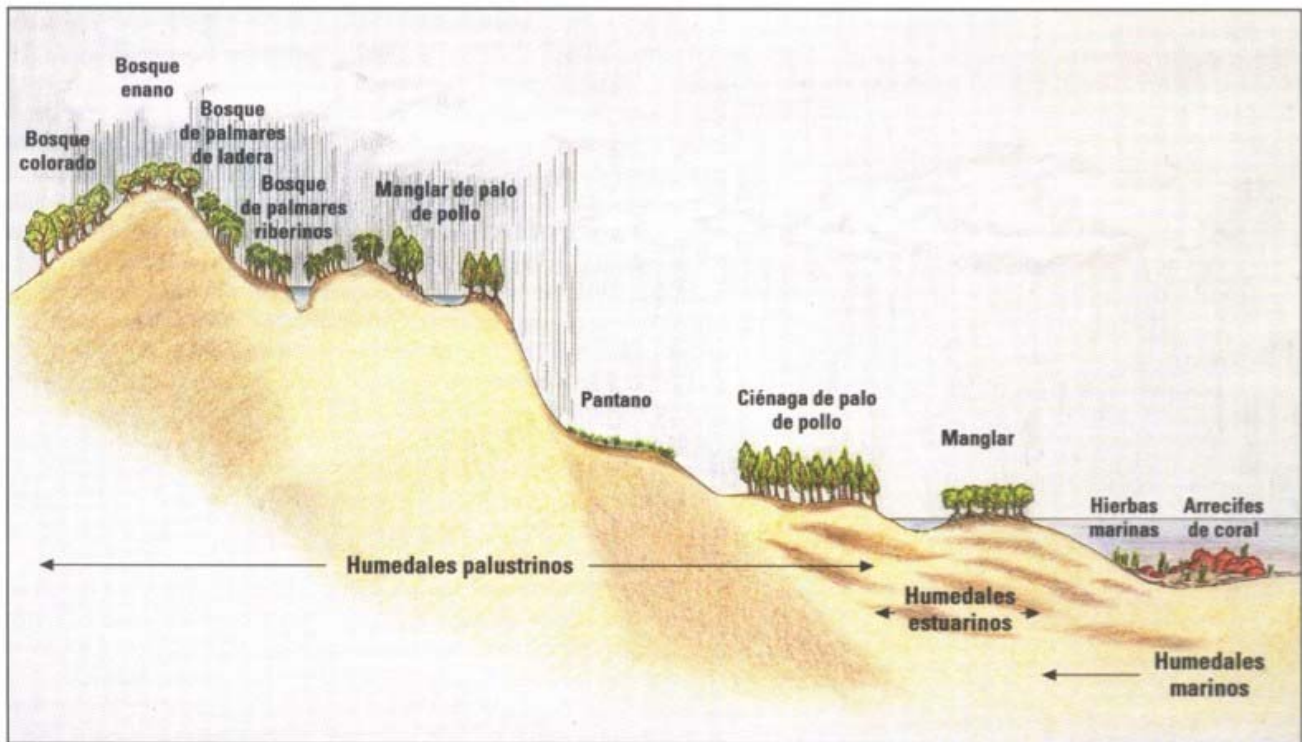
¿DÓNDE ENCONTRAMOS HUMEDALES?

A nivel mundial estos existen en todos los continentes y climas, excepto la Antártida.



(Fuente: Information for action 2015)

Llamados comúnmente “zonas húmedas” o “donde la tierra se junta con el agua”, los humedales constituyen verdaderos ambientes de transición entre sistemas terrestres y acuáticos. En Puerto Rico podemos encontrarlos desde la montaña hasta la costa en conexión con ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, embalses, estuarios o el mar.



(Fuente: Tipos de Humedales de Lugo y Brown, 1988)

(Fuente: U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2425)

¿CÓMO SE FORMA UN HUMEDAL?

Los humedales se forman cuando el agua se acumula en áreas bajas donde el terreno tiene un drenaje muy pobre. El agua que llena los humedales viene de muchas fuentes. La lluvia es una fuente principal del agua en muchos humedales. Otros humedales se nutren del agua que periódicamente se desborda de los ríos, lagos, etc. Una tercera fuente de agua en los humedales es el agua subterránea que fluye debajo de la tierra y a veces emerge a la superficie. Todas estas tres fuentes la lluvia, los desbordamientos y el agua subterránea le proveen agua a los humedales en ciclos regulares llamados hidro-periodos, basados en el ciclo natural del agua a través de la hidrosfera. La formación, persistencia, tamaño y función de un humedal está determinada por los procesos hidrológicos del área en que se encuentran (Carter V. , 2015).

IMPORTANCIA DEL AGUA EN EL HUMEDAL

El humedal se nutre de agua, ya sea dulce, salobre o salada. La hidrología (entrada y salida del agua) del humedal controla la cantidad y calidad del ecosistema. Esta circulación del agua es vital para mantener el sistema saludable. El agua dulce de los humedales proviene de dos fuentes principales: aguas superficiales y aguas subterráneas. El agua superficial viene mayormente de la precipitación, de las escorrentías o aguas de arroyos o ríos. Esta encuentra su camino a los humedales por gravedad, corre cuesta abajo hasta que encuentre un lugar bajo en el que descansar. Las aguas subterráneas (aguas que fluyen debajo de la tierra) pueden entrar a los humedales por filtración, manantiales u ojos de agua. El agua salada proviene del mar, y llega a estos ecosistemas con el subir y bajar de las mareas.

Estas aguas transportan nutrientes y oxígeno a las diferentes comunidades que componen el humedal (plantas, peces, invertebrados, microbios, etc.), crean las condiciones apropiadas para mantener la vida en el sistema y proveen un medio de transportación a especies de peces locales y migratorios para su desove.

El ciclo de agua y el humedal

Los humedales juegan un papel clave en el mantenimiento del ciclo hidrológico en el Planeta. Estos ecosistemas funcionan como sistemas reguladores del movimiento del agua entre la tierra y la atmósfera y, del clima global y local. Los humedales son los proveedores, procesadores y purificadores de agua (Bullock A., Acreman M., 2003).

Los humedales desempeñan un papel fundamental en el ciclo del agua pues absorben y retienen el agua de lluvia, recargan los acuíferos y cuerpos de agua superficiales, retienen sedimentos y purifican las aguas. No en vano son llamados “riñones del planeta”(CAACH 2005).

Cuando hablamos del ciclo del agua nos referimos a la continua circulación de agua a través de diversos estados, que ocurre en un patrón predecible. El agua se mueve por nuestro planeta a través de complejas interacciones entre la lluvia, la evaporación, la infiltración, los flujos superficiales y la recarga de los acuíferos. El patrón que estamos más familiarizados incluye movimiento de agua de la tierra a la atmósfera en forma de vapor (evaporación), donde se condensa y forma nubes (condensación), regresa a la tierra mediante lluvia o nieve (precipitación) y fluye sobre la tierra (áreas altas a áreas bajas) debido a la gravedad (escorrentía). El ciclo global del agua es mucho más complejo que este modelo pero los mismos procesos básicos están ocurriendo constantemente alrededor de la tierra.



<http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

El humedal y cuencas hidrográficas

A nivel local los humedales son componentes esenciales para el manejo y el suministro del agua dentro de una cuenca hidrográfica (y viceversa). Una cuenca hidrográfica se compone de todos los terrenos cuyas corrientes de agua descargan o fluyen hacia un humedal ya sea una quebrada, río, lago o embalse, ciénaga, laguna, estuario, manantial o pantano. Cuando las cuencas hidrográficas no son manejadas adecuadamente (se permite la deforestación, erosión del terreno y sedimentación de los cuerpos de agua) se alteran los procesos que permiten el desarrollo del ciclo de agua, por el cual se genera la lluvia. Afectando no solo nuestro suministro de agua potable, sino también, alterando el balance natural de los ecosistemas de humedales, y poniendo en peligro la existencia de una gran variedad de especies de plantas y animales

Desde la extracción directa de aguas subterráneas hasta los impactos en los procesos atmosféricos globales, las actividades humanas inciden y alteran el ciclo del agua global. Los cambios en una parte del sistema pueden tener consecuencias imprevistas en otras partes de este ciclo, creando un desbalance en los patrones atmosféricos y su interconexión con los ecosistemas terrestres, acuáticos, subterráneos y marinos (RAMSAR, 2012).



Escorrentía



(Fuente: U.S. Geological Survey Circular 1139)

¿CÓMO PODEMOS IDENTIFICAR UN HUMEDAL?

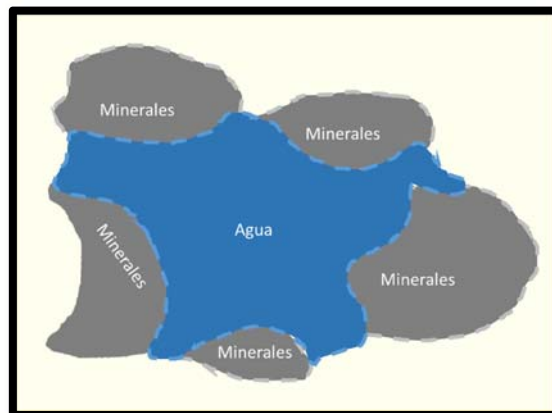
Para determinar si en un terreno está presente un humedal debemos considerar los siguientes componentes o parámetros: 1) la presencia de agua, 2) el tipo de suelo y 3) el tipo de vegetación.

🌿 **Agua:** La hidrología es la fuerza impulsora en un humedal. El agua en un humedal puede provenir de fuentes superficiales o subterráneas, y ésta puede estar presente durante todo el año o por períodos de tiempo variables durante el año. Estas condiciones crean un ambiente que favorece el desarrollo de los suelos (hídricos) característicos del humedal y el crecimiento de plantas (hidrófitas) especialmente adaptadas a vivir en condiciones anaeróbicas (falta de oxígeno). La siguiente tabla presenta algunos indicadores que debes observar para determinar la presencia de agua en un terreno.

Las características principales de un humedal son: **presencia de agua**, **suelos hídricos** (bajos en oxígeno por estar saturados de agua) y **vegetación especialmente adaptada** a vivir en estas condiciones. A éstas características se añade la **biodiversidad** o variedad de vida y procesos naturales que allí se

INDICADOR	PARA PODER COMPROBAR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE UN HUMEDAL PODEMOS OBSERVAR:		DIBUJO DE ESTOS INDICADORES
	INDICADOR	¿QUÉ SIGNIFICA?	
AGUA 	Áreas inundadas y/o suelos saturados de agua.	Son evidencia de presencia de agua en el terreno.	
	Manchas (negras o grises) de agua en troncos, tallos y hojas de plantas.	Son evidencia de cambios en nivel del agua en el terreno.	
	Depósitos de sedimento en plantas.	Durante periodos de inundación el agua transporta sedimentos que quedan en las hojas de las plantas.	
	Marcas de movimiento o drenaje de agua sobre el terreno	Son evidencia de cambios en nivel del agua en el terreno	

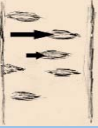
🌱 **Suelos:** El suelo es un material no consolidado, presente en la superficie de la tierra, que puede sostener vegetación. No consolidado se refiere a todo aquel sedimento suelto (granos o grava) que ha sido erosionado por procesos naturales (viento, agua y presión entre otros). Cada tipo de suelo posee propiedades y características específicas que los diferencian. Estas propiedades surgen debido a las interacciones entre el material de origen (minerales) del suelo con el clima, la topografía y los organismos vivos del área donde éste se localiza. Los suelos que forman un humedal se conocen como suelos hídricos por estar saturados de agua, lo que ocasiona que prevalezcan condiciones anaeróbicas (deficiencia de oxígeno) en estos. A diferencia de los terrenos no saturados con agua, el oxígeno presente en los sustratos de los humedales está disuelto en el agua, que ocupa los espacios de los poros, entre las partículas que componen el suelo (Quevedo, 1995). La siguiente tabla presenta algunos indicadores que debes observar para determinar la presencia de suelos hídricos en un terreno.



INDICADOR	PARA PODER COMPROBAR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE UN HUMEDAL PODEMOS OBSERVAR:		DIBUJO DE ESTOS INDICADORES
	Indicador	¿Qué significa?	
SUELOS 	Suelo color marrón con manchas grises cerca de la superficie	Significa que el nivel freático (nivel del agua) fluctúa durante el año	
	Suelos de color gris oscuro	Significa que son áreas inundadas o hídricas.	

🌱 **Vegetación:** Las plantas que habitan los humedales, llamadas hidrófitas, han desarrollado unas adaptaciones que les permiten crecer y vivir en el agua o en suelos que al menos periódicamente son deficientes en oxígeno debido al contenido excesivo de agua. Estas adaptaciones pueden ser morfológicas (cambios en forma), fisiológicas (cambios en procesos internos), estrategias reproductivas o una combinación de estas. En muchas de estas plantas mientras los tallos y hojas se encuentran expuestas a la atmósfera su sistema de raíces funciona adecuadamente en un medio privado de oxígeno y ambientes de agua dulce, salobre o salada (Quevedo, 1995). La siguiente tabla presenta algunos indicadores que debes observar para determinar la presencia de vegetación de humedal en un terreno.



INDICADOR	PARA PODER COMPROBAR LA PRESENCIA O AUSENCIA DE UN HUMEDAL PODEMOS OBSERVAR:		DIBUJO DE ESTOS INDICADORES
	Indicador	¿Qué significa?	
VEGETACIÓN 	Neumatóforos	Raíces que crecen sobre el nivel de inundación para proveer respiración adecuada a la planta.	
	Raíces aéreas	Raíces que crecen en forma de zancos para estabilizar a la planta sobre terrenos inestables.	
	Lenticelas	Poros en las raíces aéreas y tallos para el intercambio de gases entre la atmósfera y la planta.	

HUMEDALES EN LA ZONA COSTERA

En Puerto Rico los humedales representan parte esencial de los ecosistemas costeros. Los humedales localizados en la zona costera incluyen áreas dentro de las cuencas costeras que podrían o no estar influenciadas por la marea, y que son inundadas por agua dulce, salinas o salobres. Pueden estar saturados de agua durante todo el año, durante ciertas estaciones o durante parte del día. Algunos de los humedales en la zona costera son: ciénagas, lagunas costeras, manglares, hierbas marinas y arrecifes de coral. Estas áreas han sido grandemente impactadas a consecuencia del desarrollo turístico, comercial y urbano (PMZCPR, 2008).



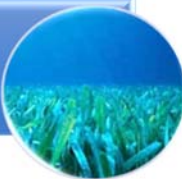
CLASIFICACIÓN DE LOS HUMEDALES COSTEROS

Los humedales son clasificados según las especies de plantas que lo componen, la procedencia del agua que los nutre (agua dulce, salada o salobre) y por el tipo de suelo, su forma y origen. El Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE), clasifica los humedales ubicados en los llanos costeros de Puerto Rico en siete categorías diferentes, a saber (Preliminary Guide to Wetlands of Puerto Rico USCOE, 1978):

Humedales influenciados por agua salada:

- Este sistema está dominado por plantas flotantes o ancladas en el fondo marino. Está inundado permanentemente por agua salado o salobre.

AcuáOcomarino
("Saltwater
aquaculture")



- Son humedales con una cobertura de 25% o menos de vegetación. Están inundados por agua salada cuando la marea sube. Los salitrales asociados al manglar son un ejemplo de este Opo.

Llanos costeros de
agua salada ("Salt
water coastal flat")



- Áreas inundadas ocasionalmente o regularmente por agua salobre o salada. En estas encontramos plantas herbáceas (25% de cobertura) y plantas leñosas (40% de cobertura). No es tan común en Puerto Rico.

Ciénaga de agua
salada ("Saltwater
marsh")



- Áreas inundadas por agua salada. Este sistema está dominado por árboles de mangle: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botón o botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Pantanos de agua
salada ("Saltwater
swampy")



Humedales influenciados por agua dulce:

- Este sistema está dominado por ríos, lagos, quebradas, canales, embalses y charcas con vegetación flotante o ancladas al fondo por sus raíces. Son áreas inundadas permanentemente o casi siempre.

AcuáOco de agua dulce ("Freshwater aquaOc")



- Áreas inundadas ocasional o regularmente por agua dulce. En estas encontramos plantas herbáceas (25% de cobertura) y plantas leñosas (40% de cobertura).

Ciénaga de agua dulce ("Freshwater marsh")-



- Áreas inundadas ocasionalmente o regularmente por agua dulce. En estas encontramos plantas leñosas (más de un 40% de cobertura).

Pantano de agua dulce ("Freshwater swamps")

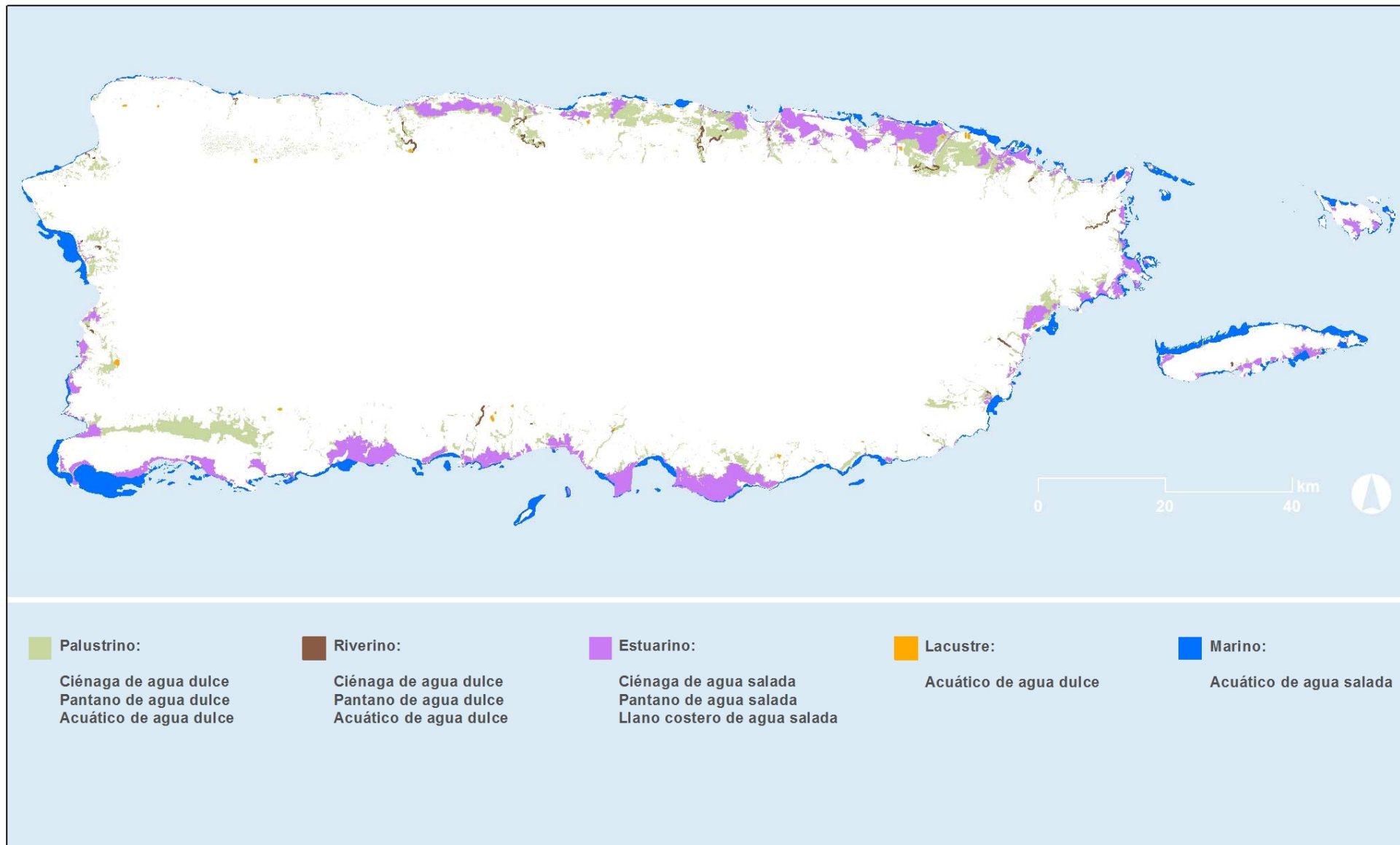


Tabla 1.1: Descripción de los siete tipos humedales presentes en las costas Puerto Rico, según la clasificación establecida por el USACE.

TIPO DE HUMEDAL	ECOSISTEMAS RELACIONADOS	LOCALIZACIÓN	FUENTE DE AGUA	VEGETACIÓN DOMINANTE
ACUÁTICO MARINO ("Saltwater aquatic")	Marinos	Fondos marinos	Inundado permanentemente por agua salada o salobre.	Especies de hierbas marinas, <i>Thalassia testudinum</i> , <i>Syringodium filiforme</i> , y <i>Halodule wrightii</i> ; junto a macroalgas.
PLANICIES COSTERAS DE AGUA SALADA ("Saltwater coastal flat")	Estuarinos	Salitrales en áreas costeras, asociados al manglar	Inundados por agua salada cuando la marea sube	Helechos o plantas suculentas como: <i>Batis marítima</i> (barilla o verdolaga) y <i>Sesuvium portulacastrum</i> (verdolaga roja o yerba de vidrio).
CIÉNAGA DE AGUA SALADA ("Saltwater marsh")	Estuarinos	Lagunas localizadas detrás de manglares	Inundadas ocasionalmente por agua salada	Dominadas en un 25% por plantas herbáceas y un 40% por plantas leñosas. Ej. <i>Acrostichum aureum</i> y <i>A. danaeifolium</i> y <i>Laguncularia racemosa</i> (mangle blanco).
PANTANOS DE AGUA SALADA ("Saltwater swampy")	Estuarinos	Manglares	Inundados ocasionalmente por agua salobre o salada.	Árboles de mangle rojo (<i>Rhizophora mangle</i>), mangle blanco (<i>Laguncularia racemosa</i>), mangle negro (<i>Avicennia germinans</i>) y mangle botón o botoncillo (<i>Conocarpus erectus</i>).
ACUÁTICO DE AGUA DULCE ("Freshwater aquatic")	Lacustre	Ríos, lagos, quebradas, canales, embalses y	Inundadas permanentemente o casi siempre por agua dulce.	Vegetación flotante o anclada al fondo. Ej. <i>Typha domingensis</i> (eneas) y <i>Eichhornia</i>

TIPO DE HUMEDAL	ECOSISTEMAS RELACIONADOS	LOCALIZACIÓN	FUENTE DE AGUA	VEGETACIÓN DOMINANTE
CIÉNAGA DE AGUA DULCE ("Freshwater marsh")-		charcas		<i>crassipes</i> (jacinto de agua) y <i>Nymphaea</i> sp. (lirio de agua).
	Palustrino	Llanos costeros	Inundados ocasionalmente o regularmente por agua dulce.	Dominados por plantas herbáceas (25%) y plantas leñosas (40%). Entre la vegetación dominante esta: <i>Typha domingensis</i> (eneas), <i>Eriochloa polystachia</i> (malojilla) <i>Hibiscus tiliaceus</i> (emajagua).
PANTANO DE AGUA DULCE ("Freshwater swamps")	Palustrino	Llanos costeros	Inundados ocasionalmente por agua dulce.	Se caracteriza por poseer más de un 40% de su área cubierta por vegetación leñosa. Ej. Pantano de palo de pollo (<i>Pterocarpus officinalis</i>) y el pantano de Cayur (<i>Annona glabra</i>).

Mapa de localización de diferentes tipos de humedales en las costas de Puerto Rico



BIODIVERSIDAD DEL HUMEDAL

Un humedal es un ecosistema compuesto por partes vivas o bióticas (flora y fauna) y partes no vivas o abióticas (agua, aire, tierra) interactuando continuamente. En estos ecosistemas cada organismo ocupa un nicho o rol cumpliendo una función específica dentro del mismo. Son sistemas variables, dinámicos y únicos en el mundo. Cuando hablamos de diversidad biológica o biodiversidad nos referimos a la variedad de organismos vivos en nuestro ambiente, los genes que estos contienen y los sistemas ecológicos en los que estos habitan. La Convención sobre la Diversidad Biológica (Agosto- 2013) define biodiversidad como “la variabilidad entre los organismos vivos de todos los ecosistemas terrestres y acuáticos, y las interacciones ecológicas de las cuales estos forman parte; esto incluye diversidad e interacciones dentro de una especie, entre diferentes especies y entre ecosistemas”. La biodiversidad incluye:

- Diversidad genética-Se refiere a la variedad de información genética contenida en los individuos de todas las plantas, animales y micro-organismos.
- Diversidad de especies-Se refiere a la variedad de especies vivas.
- Diversidad de ecosistemas-Se refiere a la variedad de hábitats, comunidades y procesos ecológicos, junto a la asombrosa diversidad que existe en estos.

La biodiversidad es una parte importante de nuestras vidas, y protegerla debe ser nuestra mayor prioridad. Son las interacciones entre los organismos vivos las que permiten el desarrollo y continuidad de movimiento de energía y los ciclos fundamentales en la naturaleza (agua, carbono, nitrógeno etc.) para el funcionamiento de todos los ecosistemas y la producción de servicios gratuitos que satisfacen las necesidades de la sociedad humana (Wildlife Conservation, 2014). Nosotros, sin saberlo, utilizamos elementos de biodiversidad diariamente. A través de la biodiversidad ocurre la polinización (provee frutos), se mantiene el equilibrio atmosférico (provee aire limpio, agua y clima), tenemos suelos fértiles (provee alimentos y medicamentos) y aguas limpias.

Los humedales han sido llamados "sistemas super-biológicos" ya que producen grandes volúmenes de alimentos que es la base para mantener la biodiversidad en estos sistemas. La combinación de aguas poco profundas, altos niveles de nutrientes y productividad primaria (la cantidad de biomasa o materia orgánica producida) es ideal para el desarrollo de microorganismos que forman la base esencial de la cadena alimenticia del planeta. La red alimentaria desarrollada en los humedales relaciona múltiples

especies de plantas y animales (aves, peces, anfibios, crustáceos e insectos) (Wildlife Conservation, 2014).

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos del planeta. Estos aportan servicios valorados en por lo menos \$33,000 millones de dólares cada año. De los 20,000 especies de peces que hay en el mundo, más de 40% viven en el humedal (RAMSAR, 2004).

En Puerto Rico existe una conexión entre todos los ecosistemas de la montaña al mar (terrestres, de agua dulce y marinos). Esta se manifiesta a través de ciclos naturales para transporte de nutrientes, energía y organismos de un ecosistema a otro. Cuando se impacta o altera un ecosistema dentro de esta cadena se afectan todos los demás. Esta misma relación existe entre los ecosistemas que componen el Planeta Tierra.

En años recientes, la pérdida de biodiversidad ha alarmado a la comunidad científica. Gran parte de esta pérdida es causada por el manejo inadecuado de los recursos naturales, lo que ha contribuido a que la población de una o más especies disminuya. Cuando una especie se encuentra en peligro o se ha extinguido, otras especies que dependen de ella para alimento, refugio o capacidad para reproducirse también se ven amenazadas. Esto afecta nuestras propias vidas así como las de futuras generaciones (Fidley, Kereseca, Shadrack, Hernderson and Kupe, 2008).

Causas para la pérdida de biodiversidad (Puerto Rico Educa Sabio-Departamento Educación, 2002)

-  Desaparición o deterioro del hábitat-la deforestación, la contaminación de los cuerpos de agua, del aire y de los suelos y los cambios en los patrones hidrológicos en los terrenos anegados y humedales provoca la pérdida de especies de plantas (acuáticas y terrestres), aves e invertebrados.
-  La sobrepoblación y extracción de especies del ambiente a través de la pesca, la cacería, la producción de madera, producción de joyas con conchas de carey o coral y el tráfico de especies silvestres como mascotas domesticas han hecho desaparecer o puesto bajo amenaza a muchas especies de árboles, grandes felinos, aves , tortugas marinas y corales.
-  La introducción de especies exóticas que pueden desplazar a las especies nativas, las prácticas de selección genética para a agricultura y la silvicultura contribuyen a la disminución de la diversidad genética de las especies nativas.

Los fenómenos naturales de impacto global, como los cambios en el clima, cambios en el nivel del mar, erupciones volcánicas y terremotos también contribuyen a lo largo de la historia del Planeta a las variaciones en biodiversidad

FLORA DE LOS HUMEDALES

Por: Vicente Quevedo Bonilla

Botánico, División de Patrimonio Natural, DRNA

La flora de los humedales de Puerto Rico está compuesta por cerca de 670 especies de plantas vasculares (que poseen un sistema interno de transporte de savia) que muestran un grado alto de fidelidad a terrenos permanentemente o semipermanentemente inundados o saturados. Algunos componentes de la flora de los humedales de Puerto Rico son considerados críticos, impartiendo un valor patrimonial aún mayor a la ubicación del humedal.

Las plantas de los humedales, conocidas como hidrófitas, crecen en agua o en un suelo que es al menos periódicamente deficiente en oxígeno como resultado del contenido excesivo de agua. En muchas de ellas, mientras los tallos y hojas se encuentran expuestos a la atmósfera, de la misma forma como en cualquier planta puramente terrestre, el sistema de raíces precisa funcionar adecuadamente en un medio escaso de oxígeno, y en el caso de los manglares, en un ambiente salado.

Como resultado este tipo de flora han desarrollado una amplia gama de adaptaciones que les permite sobrevivir productivamente. Entre estas podemos mencionar:

Adaptaciones para sobrevivir en un ambiente de escasos de oxígeno

Entre las adaptaciones más evidentes se destacan aquellas de naturaleza estructural que conciernen al problema de suplir el oxígeno a las raíces que crecen en suelos o sedimentos anaeróbicos, por ejemplo:

-  El desarrollo de raíces proyectadas por sobre el nivel de inundación (neumatóforos) en hidrófitas leñosas como el Mangle negro (*Avicennia germinans*), es otra adaptación morfológica asociada a proveer una respiración adecuada entre los tejidos radicales (raíces) sumergidos y la atmósfera.
-  La presencia de poros agrandados, llamados lenticelas, en la corteza de las raíces de zanco del Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), permite el intercambio de gases entre la atmósfera y los tejidos leñosos de este tipo de mangle en el ambiente anegado de este pantano costero.

- ✎ Desarrollo de tejidos especializados, llamados arénquimas, que facilitan la difusión interna de oxígeno desde las partes aéreas de las plantas hasta las raíces. Estos tienen células muy pequeñas que delimitan cavidades llenas de aire. Lo anterior es muy evidente en hidrófitas que al menos parte de su cuerpo vegetativo, además de su sistema de raíces, permanece períodos extensos sumergidos en el agua. Esto facilita la difusión de oxígeno, internamente, desde las partes aéreas de la planta hasta las raíces.



Adaptaciones para sobrevivir en un ambiente con presencia de sales

La flora de los humedales costeros, como es el caso de los manglares en el trópico, encaran también el elemento tensor de la presencia de sales. Para sobrevivir en este ambiente desarrollaron las siguientes adaptaciones:

- ✎ Las especies hidrófitas capaces de funcionar adecuadamente ante esto, se reducen a sólo unas cuantas que contienen mecanismos muy especializados en su fisiología. Algunas cuentan con células especializadas en sus raíces las cuales son capaces de bloquear la entrada del sodio (tóxico) y sin embargo permitir la entrada del potasio (un macronutriente esencial) para moverse libremente por la planta.
- ✎ Otras carecen de este mecanismo pero son capaces de secretar las sales incorporadas a través de glándulas secretoras de este tipo en la base de sus hojas. El Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) muestra dos glándulas secretoras de este tipo en la base de sus hojas. Ventajas evolutivas como las descritas facultan a estas especies para colonizar los pantanos sujetos a inundaciones mareales.

Adaptaciones para sobrevivir en un ambiente con presencia de contaminantes

Las plantas de los humedales desempeñan la función de depuración del agua, eliminando las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo y, en algunos casos, productos químicos tóxicos, que usualmente provienen de la actividad agrícola, industrial o minera. Estas poseen adaptaciones como las siguientes:

- ✎ Capacidad de generar procesos bioquímicos que les permiten absorber a través de sus raíces contaminantes y transformarlos (mediante oxidación) para convertirlos en formas químicas inofensivas en sus tejidos. Este proceso bioquímico de oxidación se cree que es altamente eficiente en los espacios internos del tejido del arénquima de la planta hidrófila.

Adaptaciones para sobrevivir en un ambiente con terrenos inundados

Para poder sobrevivir en terrenos con agua las plantas se adaptaron de la siguiente manera:

- ✻ Algunas plantas hidrófitas pueden vivir con las raíces ancladas al suelo o sustrato inundado o saturado y sus restantes partes (tallos, troncos o ramas) emergen fuera de este medio o del agua. A éstas se les conoce como hidrófitas emergentes. Ejemplos de esto en los humedales de Puerto Rico lo son los mangles en nuestros pantanos costeros, el Palo de Pollo (*Pterocarpus officinalis*) en los bosques pantanosos de *Pterocarpus*, algunas yerbas, los juncos y otras floríferas y helechos de múltiples familias.
- ✻ Otras plantas hidrófitas permanecen suspendidas y flotando sobre la superficie de las aguas retenidas en algunos humedales estuarinos, palustritos o lacustres y en canales, con sus raíces extendidas a través del agua.
- ✻ Raíces aéreas- Raíces en crecen forma de zancos que le permiten a la planta estabilizarse sobre terrenos lodosos.

Mecanismos de reproducción

Los mecanismos de reproducción en algunas especies de la flora de los humedales son de sumo interés en el estudio de cómo colonizan y se establecen estas comunidades de plantas. Entre estos podemos mencionar:

- ✻ En algunas de estas especies las semillas germinan aún mientras están contenidas en los frutos y éstos, a su vez, se encuentran adheridos a la planta adulta. Mediante este mecanismo, conocido como viviparidad, la etapa más temprana en el desarrollo del nuevo individuo transcurre fuera del agua y no es hasta más tarde, cuando presumiblemente ha desarrollado ciertos tejidos y órganos, que se desprende. Luego de flotar durante algún tiempo en el volumen de agua presente o permanecer sobre la superficie del suelo o sedimento saturado, el proceso de reclutar nuevos individuos a las poblaciones continúa en función del posible anclaje y colonización de estas plántulas, pese a las corrientes de agua.
- ✻ Las dificultades de este proceso son superadas por especies que se reproducen también por mecanismos vegetativos. A través del desarrollo de tallos corredores o rizomas, se desarrollan nuevas colonias a partir de los individuos adultos ya establecidos. En el caso de hidrófitas herbáceas, este mecanismo muchas veces se combina con la reproducción por medio de semillas dispersadas por la velocidad y extensión de las corrientes características del humedal

La vegetación de los humedales es la vegetación típica de suelos anegados. Entre las más predominantes se encuentran:

ACUÁTICAS

Son plantas herbáceas cuyas raíces son alargadas y están arraigadas al sustrato cenagoso, los tallos están sumergidos y sus hojas son flotadoras. Se observan en las lagunas de agua dulce costeras y del interior de la Isla. Entre las especies más comunes están el trébol de agua (*Nymphoides indica*), el jacinto de agua (*Eichhornia crassipes*) y el lirio de agua (*Nymphaea ampla*). Todas estas plantas proveen albergue para la vida silvestre.



Nymphoides indica, especie observada en la orilla de la Laguna Tortuguero. Foto: E. Rebollo, 2005.



Eichhornia crassipes. Foto: E. Rebollo, 2005.



Nymphaea ampla. Foto: E. Rebollo, 2005.

HELECHOS

Helechos acuáticos

Osmunda cinnamomea - Helecho emergente perenne. Se encuentra en las ciénagas costeras, mayormente en la Laguna Tortuguero, Vega Baja.

Helecho de pantano

Acrostichum danaeifolium - Helecho perenne. Crece en pequeñas colonias, muchas veces junto a *Acrostichum aureum*. Se encuentra en



ciénagas salobres, manglares, cauces de agua dulce y manantiales. Provee protección a aves acuáticas.

Acrostichum aureum - Helecho perenne. Crece solitario o en grupos pequeños. Se encuentra en manglares, matorrales y ciénagas costeras. Provee refugio a aves acuáticas.

CIPERÁCEAS

Eleocharis mutata



Es una planta emergente y perenne. Provee albergue para las aves acuáticas.

Eleocharis mutata, observada en la RN Caño Tiburones. CBM, 2005.

Yerba Enea (*Typha domingensis*)

Es una herbácea emergente y perenne que forma colonias extensas. Sus hojas son glabras de 60-100cm de alto y 30-20mm de ancho, de color azul a verde. Habita en ríos, ciénagas, pantanos herbáceos y bordes de los lagos. Provee albergue y área de anidaje a las aves acuáticas.



Typha domingensis, observada en la RN Caño Tiburones. Foto: E. Rebollo, 2005.

ARBUSTOS Y ÁRBOLES

Palo de Pollo (*Pterocarpus officinalis*)

Árbol perenne siempreverde, que alcanza hasta 30 metros de alto. Su tronco desarrolla de 60-90 cm de diámetro. Muestra raíces tabulares prominentes que se extienden hasta la parte superior del tallo y horizontalmente. Habita en bosques pantanosos detrás de manglares y bordes de ríos. Ofrece almacenaje de materia orgánica, provee albergue y anidaje a las aves acuáticas.



Manglar

El manglar es un ecosistema costanero de gran valor constituido por agrupaciones de árboles que pueden tolerar concentraciones altas de sal y sobrevivir en terrenos anegados. Para poder desarrollarse en estas condiciones estos árboles tienen las siguientes adaptaciones:

- ✎ Tolerancia a altos niveles de salinidad.
- ✎ Raíces aéreas que estabilizan el árbol en terrenos blandos.
- ✎ Semillas flotantes (plántulas).
- ✎ Estructuras especializadas que permiten la entrada de oxígeno y la salida de bióxido de carbono (lenticelas y neumatóforos).

En Puerto Rico podemos encontrar manglares en las costas y sus islas adyacentes. Estos pueden estar en contacto directo con el mar, asociados a las riberas y desembocaduras de los ríos o bordeando lagunas costaneras. Los manglares de la isla ocupan unas 119 áreas de manglar, con un promedio aproximado de 22,971 cuerdas (PMZCPR, 2008).



En el Caribe se encuentran cuatro géneros y cuatro especies:

🌿 Mangle Rojo (*Rhizophora mangle*)

Este género crece en áreas inundadas. Se distingue por sus raíces aéreas que brindan sostén al mismo. Posee flores de color blanco a crema y producen un fruto ovoide color café oscuro. Dentro del fruto se forma una semilla vivípara que tiene forma de lanza y flota. Las semillas germinadas (plántulas) son colgantes. El tono de color bajo la corteza del árbol va desde rosa a bastante rojo.



Mangle rojo, observado en el Parque Lineal Enrique Martí Coll en San Juan.
Foto: E. Rebollo, 2005.



🌿 Mangle negro (*Avicennia germinans*)

Este género se distingue por el desarrollo pronunciado de neumatóforos. Estos órganos se originan del sistema de raíces que es muy superficial. Los neumatóforos brotan de estas raíces y alcanzan alturas de 20cm o más sobre el suelo. Posee hojas de forma puntiaguda con la parte inferior blanca y usualmente con granos de sal. Su tronco es de color oscuro.



🌿 Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*)

Se puede reconocer este arbusto por las dos protuberancias anaranjadas (glándulas) que tiene sobre los pecíolo de las hojas. Las hojas son opuestas, elípticas, redondeadas en ambos extremos y ligeramente succulentas. Las flores se dan en espigas terminales. Posee neumatóforos pero son menos numerosos que en el mangle negro.



🌿 Mangle botón (*Conocarpus erectus*)

Posee pequeños frutos en forma de conos redondos de color púrpura o marrón. Se puede encontrar en la parte más alta y arenosa del manglar. Es la única especie de mangle con hojas alternas elípticas-lanceoladas. Frecuentemente se desarrolla como arbusto, pero en lugares favorables se desarrolla como árbol alcanzando 5 a 7 metros de altura.



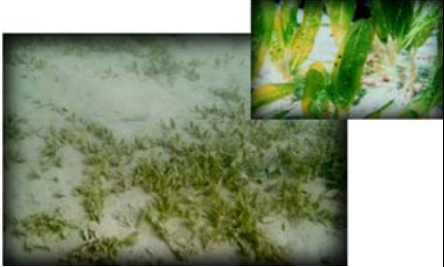
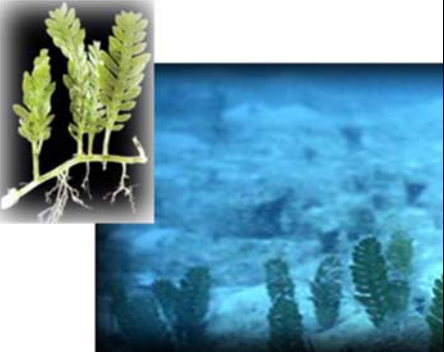
Hierbas Marinas

Otro de los humedales costeros de Puerto Rico son las praderas de hierbas marinas. Localizadas bajo el agua estas plantas se distribuyen dependiendo de las variaciones de factores como: la temperatura, la profundidad, la turbidez del agua, la salinidad y la acción del oleaje.

Aunque estos ecosistemas son más extensos en la costa sur y el este de la Isla, pueden ser encontrados en las áreas protegidas del oleaje fuerte de la costa norte y oeste. Entre las especies que componen las praderas de hierbas marinas se encuentran:

Especie	Hábitat	Reproducción/Pr opagación	Depredadores	Fotos
Yerba de zanja (<i>Ruppia maritima</i>)	Se encuentra en el agua dulce y afluentes no impactados por las mareas. Más común en las zonas poco profundas, con un fondo de arena, pero también puede crecer en los sedimentos blandos y fangosos.	Sexual-Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática. ES consumida por aves acuáticas migratorias.	
<i>Halodule wrightii</i>	Generalmente se encuentran en aguas de hasta 40 pies de profundidad; capaz de soportar la exposición prolongada a las condiciones de marea baja.	Sexual-Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática.	

Especie	Hábitat	Reproducción/Propagación	Depredadores	Fotos
Yerba de tortuga (<i>Thalassia testudinum</i>)	Hierba de tortuga crece en la zona submareal desde la línea de marea baja hasta una profundidad de 30 pies o más. En aguas claras, la profundidad puede ser de hasta 90 pies. Zonas protegidas del oleaje que tienen sustratos fangosos son el hábitat principal.	Sexual-Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática. Es consumida por la tortuga verde (<i>Chelonia mydas</i>)	
Yerba de manatí (<i>Syringodium filiforme</i>)	Es una especie de planta marina que pertenece a la familia Cymodoceaceae. Habita en aguas del Mar Caribe y Océano Atlántico creciendo sobre fondos	Sexual-Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática. Es una de las plantas consumidas por manatíes.	

Especie	Hábitat	Reproducción/Propagación	Depredadores	Fotos
	arenosos y areno-fangosos hasta 25m de profundidad.			
<i>Halophila decipiens</i>	Se encuentran en las regiones tropicales del Índico y Pacífico, el Océano Atlántico Occidental y las aguas europeas. Creciendo en profundidades de menos de 30 metros. Es una especie que puede habitar zonas con baja salinidad.	Sexual-Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática.	
<i>Caulerpa mexicana</i>	Se encuentra comúnmente en lagunas, lechos de algas marinas, manglares de franja, y sedimentos blandos superficiales.	Sexual: Mediante polinización. Asexual-Mediante el crecimiento de nuevos tallos en el sistema de raíz y el rizoma de la planta.	Provee alimento y albergue a la vida acuática	

Especie	Hábitat	Reproducción/Pr opagación	Depredadores	Fotos
	También se encuentra comúnmente creciendo en rocas, guijarros, cabezas de coral, y otros sustratos duros en las comunidades de arrecifes			

FAUNA

Por: Julio C. Rodríguez

Biólogo de la División de Planificación de Recursos Terrestres

Félix Grana

Biólogo de la División de Zona Costanera

Como con las plantas, los tipos de animales que se encuentran en los humedales dependen del tipo de humedal. Sin embargo, hay algunos tipos de animales que se encuentran en la mayoría de los humedales.

Los humedales son definidos como áreas transicionales entre sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas o saturadas por aguas superficiales y subterráneas durante un período de tiempo suficiente como para que empiecen a haber unos cambios en el suelo que los capacita para que crezca un tipo de vegetación especialmente adaptada a vivir en estas condiciones (vegetación hidrofítica). Algunos ejemplos de humedales pueden ser: ríos, quebradas, canales, lagos, lagunas, pantanos y ciénagas. Gran cantidad de la fauna existente en nuestra Isla está asociada a éstos y depende de los mismos para su sobrevivencia. En este escrito se discutirá el valor y el estado de parte de la macrofauna de los humedales, pero sin incluir los organismos estrictamente marinos. A continuación se presentará una breve discusión de los diferentes grupos representativos:

MOLUSCOS



En los cuerpos de agua dulce encontramos varias especies de caracoles (Gastropoda) y almejas (Bivalvia) que son el alimento básico de muchas especies de peces, anfibios, reptiles y aves acuáticas.

En los sistemas de agua saladas encontramos especies de bivalvos comestibles y de valor pesquero, a saber: ostión de mangle (*Crassostrea rhizophorae*), almejas duras (*Mercenaria* sp.), el chipe (*Conax* sp.), los pitijuyes (*Tagelus* sp.), los mejillones (*Mytilidae*), las escalopas (*Pectinidae*), los almejones (*Lucinidae*) y otras. Las conchas de muchas de estas especies son recolectadas para confección de artesanías.



CRUSTÁCEOS



Los crustáceos son una denominación amplia que incluyen grupos tales como los antípodos, los copépodos y los isópodos, que en nuestras aguas dulces incluyen especies zooplantónicas que sirven de alimento a los peces; así como especies que parasitan a los peces y reptiles acuáticos. Otros grupos importante entre los crustáceos son los decápodos, el grupo que incluye camarones, langostas, cobos y jueyes. Nuestros ríos albergan especies comestibles como el juey de agua dulce o la buruquena (*Epilobocera sinualitron*) y unas catorce especies de camarones catádromos (*Atyidae* y *Macrobrachlum sp.*) incluida la chágara ciega de cuevas (*Typhlatya monae*). Estos camarones, siendo migratorios, se han visto afectados por la construcción de represas.

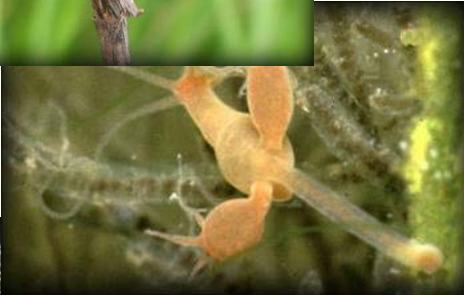
En nuestros estuarios o asociados a humedales salobres también habitan crustáceos de alto valor pesquero o ecológico, como los camarones pendidos (*Penaeidae*), las cocolías o jaibas (*Portunidae*), los jueyes de tierra (*Gecarcinidae*) y los jueyes de mangle o de orillas (*Grapsidae*). La sobrepesca, la contaminación y la pérdida de su hábitat son las razones principales para la disminución significativa que han experimentado sus poblaciones en las últimas dos décadas.

OTROS INVERTEBRADOS

Los insectos acuáticos constituyen el taxón con la mayor diversidad de especies en nuestros cuerpos de agua dulce. Muchas de estas especies pasan toda su vida en el agua, pero otras, como los mosquitos



y los caballitos de San Pedro son acuáticos sólo durante su etapa larval. Estos constituyen una importante fuente de alimento para los vertebrados acuáticos. Estos cuerpos de agua también incluyen varios grupos de gusanos anélidos como oligoquetos, sanguijuelas, y en los estuarios y humedales salobres, poliquetos. También hay gusanos parásitos de diversos grupos taxonómicos. El grupo de las anémonas



(*Cnidaria*) está representado en agua dulce por algunas especies de hidras (*Hidridae*), pero en los esutarios habitan varias especies de hidrozoarios y anémonas (*Anthomedusae*).



PECES

Actualmente, los peces de agua dulce más abundantes son especies exóticas introducidas. Entre éstas podemos mencionar la lobina (*Micropterus salmoides*) y el tucunaré (*Cichia ocellaris*), que fueron introducidos para fomentar la pesca deportiva. Otras especies de tamaño pequeño tales como la sardina de agua dulce (*Dorosoma petenense*) y el mino rosado (*Puntius conchonius*) fueron introducidas para alimentar a la lobina y al tucunaré, y para el control de mosquitos. Los peces gatos o barbudos de la familia Ictaluridae también fueron introducidos para la pesca, mientras que las chopas (*Lepomis sp.*) fueron traídas para controlar los caracoles que hospedan el parásito de la bilharzia. También, las tilapias (*Tilapia sp.*) fueron sembrados para el control de malezas acuáticas. Estas especies se han reproducido con tanto éxito que compiten con algunas de las especies nativas de agua dulce. Entre éstas últimas podemos mencionar: la anguila (*Anguilla rostrata*), la guabina (*Gobiomorus dormitor*), la saga (*Awacus lajasica*), el dajao (*Agonostomus monticola*), el burro (*Pomadasyis crocro*) y el olivo o setí (etapa juvenil *Sicydium plumieri*). Estas especies nativas son catádromas, o sea que necesitan migrar anualmente al mar o a la desembocadura del río para reproducirse y completar su ciclo de vida. La construcción de

represas en casi todos nuestros ríos, no sólo ha alterado el flujo natural de las aguas, sino que también ha obstaculizado la sobrevivencia de los peces nativos aguas arriba de la represa.

Los estuarios y humedales salobres tienen una fauna piscícola particular que incluyen especies utilizadas para la pesca recreativa y de subsistencia. Entre estos podemos mencionar tiburones como la tintorera de hocico prieto (*Carcharhinus acronotus*) y la sarda (*Carcharhinus leucas*), el chucho (*Dasyatis americana*), el macabí (*Elops saurus*), el sábalo (*Megalops atlantica*), los macacos (*Albulidae*), algunas especies de sardinas (*Harengula sp.*), anchoas (*Anchoa sp.*), róbalos (*Centropomus sp.*), mojarras (*Gerreidae*) y lenguados (*Etropus crossotus*, *Symphurus plagiusa*). La intensidad de las extracciones de agua dulce en los ríos, y las descargas de aguas negras y desperdicios industriales en éstos,



Fotos: lobina, tucunaré y anguila.



han alterado la salinidad y el balance químico contaminando muchos de nuestros estuarios y afectando a éstas y otras especies acuáticas. La sobrepesca también ha causado un gran impacto sobre estas especies.

ANFIBIOS

Los anfibios son vertebrados de sangre fría, la temperatura de sus cuerpos se ajusta más o menos a la temperatura del ambiente que los rodea. Estos tienen la piel blanda, húmeda y libre de escamas. La mayor parte de éstos está relacionada con los humedales, ya que el anfibio típico pone sus huevos en el agua y, generalmente, pasa por el proceso de metamorfosis, en el que el renacuajo es la etapa acuática. Los coquíes de Puerto Rico son una excepción a esta regla, ya que son ranas que salen del huevo siendo una pequeña réplica de sus padres. Un anfibio que podemos detectar fácilmente en los humedales es la rana toro (*Rana catesbeiana*). Se puede reconocer por el sonido que emite y que hace referencia a su nombre común. Esta fue introducida en 1933 como fuente de alimento, pero nunca se utilizó con estos fines. Otro anfibio común es el sapo concho (*Bufo Marinus*). Este fue introducido de Jamaica y Barbados durante los años 1920 y 1924 para combatir el gusano blanco de la caña de azúcar. Aunque es de hábitos terrestres, depende de los humedales para su reproducción. El sapo concho nativo (*Peltophryne lemur*) es de hábitos secretitos y está restringido al suroeste de Puerto Rico. Debido a lo antes mencionado, fue designada como en peligro de extinción y está protegida por leyes estatales y federales: Se ha observado que sale a reproducirse, en el Bosque de Guánica, después de lluvias torrenciales.



REPTILES

Los reptiles, al igual que los anfibios, son vertebrados de sangre fría, pero se diferencian en que poseen una cubierta protectora de escamas epidermales. Estas escamas son secas y bastantes gruesas lo que los protege de secarse y de sus depredadores.



Jicotea observada en la Ciénaga Las Cucharillas.



Iguana fotografiada en la Reserva Natural Lagunas de Humacao. Foto: CBM, 2004



Caimán observado en la Reserva Natural Laguna Tortuguero en Vega Baja. Foto: ERS, 2005

El único reptil nativo que podemos encontrar tanto en humedales de agua dulce como salobre es la jicotea (*Pseudemys stejnegeri*). Esta tortuga deposita sus huevos en cavidades que hace en los márgenes de los cuerpos de agua. Existen otras tortugas de hábitos marinos que desovan con regularidad en las costas arenosas de la Isla. Estas son el tinglar (*Dermochelys coriacea*), la tortuga verde (*Chelonia mydas*) y el Carey de concha (*Eretmochelys imbricata*). Estas especies están designadas como en peligro de extinción como resultado del detrimento causado a su hábitat natural, la sobrepesca y la destrucción de sus nidos, mayormente por el hombre. Otro reptil de gran tamaño que podemos encontrar en algunos de nuestros humedales es el caimán (*Caiman crocodilus fuscus*). Este es natural de Centro y Sur América. Se cree que fue introducido como mascota y al alcanzar un tamaño que no era manejable por sus dueños fue liberado.

Actualmente, esta especie se reproduce en ausencia de controles naturales en la Laguna Tortuguero donde está alterando un ecosistema de importancia ecológica y constituye un depredador voraz de los peces de la laguna. La carne es comestible y se consume por algunas familias que viven cerca de la laguna.

MAMÍFEROS

El mamífero más conspicuo asociado a nuestros humedales costaneros es el manatí (*Trichechus manatus manatus*). A esta especie le agradan las aguas de baja salinidad por lo que en muchas ocasiones se pueden observar cerca de las desembocaduras de los ríos y en los estuarios. El manatí alcanzó notoriedad con el individuo llamado Moisés, por lo que la mayor parte del pueblo puertorriqueño conoce que es una especie designada como en peligro de extinción y protegida por leyes estatales y federales. Otro mamífero asociado a los humedales es el murciélago pescador (*Noctilio leporinus mastivus*). Este es el de mayor tamaño en Puerto Rico y se alimenta mayormente de peces.



AVES

Conocemos como aves acuáticas aquellas que están estrechamente relacionadas con los humedales y dependen de los mismos para su sobrevivencia. Es decir, utilizan los humedales para cobijarse, alimentarse y reproducirse. Uno de los grupos más comunes en los humedales es la familia de las garzas, *Ardeidae*. Algunas especies representativas de esta familia lo son: el martinete (*Butorides striatus*), la garza real (*Casmerodius Albus*) y la yaboa común (*Nyctanassa violacea*). Estas se alimentan de organismos acuáticos, se reproducen y pernoctan mayormente en manglares.

Otro grupo presente en los humedales son los



playeros. Estos prefieren los humedales de poca profundidad como los salitrales y las orillas de cuerpos de agua. La mayoría de los playeros tienen las patas largas, lo que les permite posarse en el humedal para alimentarse. Ejemplo de éstos son el playero guindilla grande (*Tringa melanoleuca*) y el playero sabanero (*Charadrius vociferus*).

Además, la familia *Anatidae*, en la que se encuentran los patos, es de importancia como recurso para el deporte de la cacería de aves acuáticas. La cacería indiscriminada, y la falta de controles, ha ocasionado la disminución drástica de algunas especies. Para protegerlas se han implantado controles como la veda y cuotas específicas para cada especie. Entre las especies vedadas, podemos mencionar el pato chorizo (*Oxyura jamaicensis*), la chiriría (*Dendrocygna arborea*) y el pato quijada colorada (*Anas bahamensis*). Por otro lado, para la gallareta común (*Gallinula chloropus*), especie residente, y el pato zarcel (*Anas discors*), especie migratoria, la medida que se ha utilizado es imponer cuotas de caza.

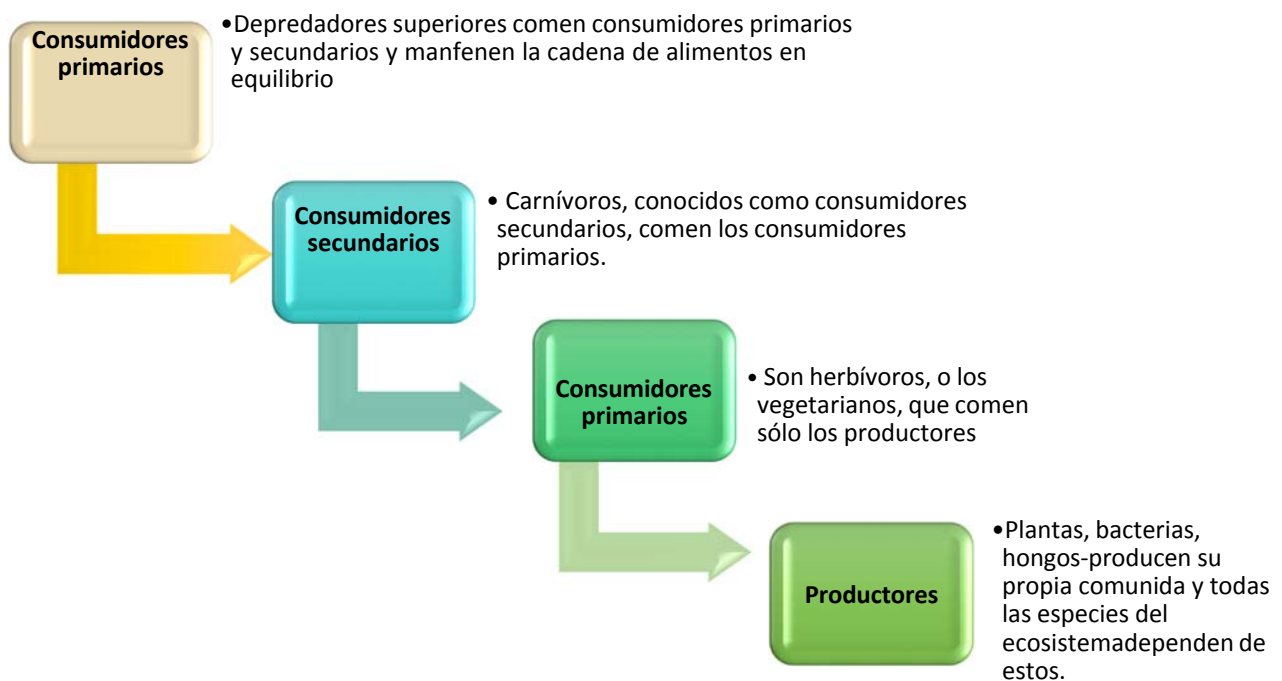
CONCLUSIÓN

A través de la discusión de este tema nos hemos podido percatar que existen una gran variedad de organismos asociados a nuestros humedales. Algunas de las especies dominantes han sido introducidas con fines específicos, liberadas por sus dueños o por escapes involuntarios. Muchos de los organismos nativos que ocurrían en nuestros humedales han sido afectados adversamente de manera drástica. Sus poblaciones han disminuido en gran medida hasta llegar al punto de tener que designar algunas de éstas como en peligro de extinción. Entre las razones que podemos mencionar para que esto ocurra están: la pérdida o modificación de hábitat, como resultado de las actividades antropogénicas; la sobrepesca y la competencia con otras especies introducidas. Sin embargo, y a pesar de que poca gente lo reconoce, la fauna asociada a los humedales es de gran importancia para sostener una cadena alimentaria en la que el ser humano es uno de los beneficiados.

INTERACCIONES

Todos los ecosistemas requieren energía para su funcionamiento y esta energía proviene del sol. Las interacciones entre los factores bióticos y abióticos que se desarrollan en el humedal, y en todo los ecosistemas, envuelve la transferencia de la energía entre las especies a través de la red alimenticia y la fijación de nutrientes mediante los ciclos.

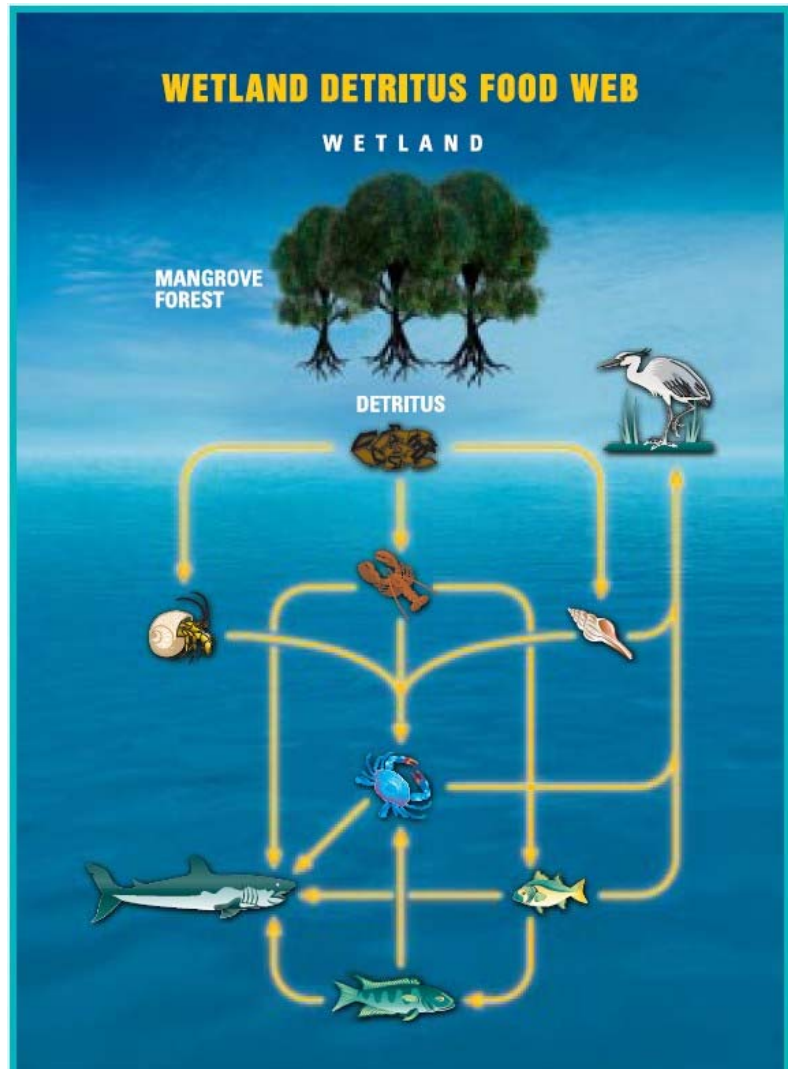
La energía es transferida en forma de alimentos, por lo que una cadena de comida básicamente sólo muestra lo que come cada especie en un lugar determinado. La cadena de alimento está organizada en los siguientes niveles, llamados niveles tróficos.



ALIMENTACIÓN DE LOS HUMEDALES

(Tomado de NOAA: Wetland and Fish Vital Connection)

Los humedales proporcionan alimentos a una diversa comunidad de animales, a través de dos mecanismos, biomasa de humedales la cual es consumida directamente a través de los herbívoros en la base de la red de alimentaria, o puede ser consumida indirectamente al entrar como detrito a la red alimentara. El detrito es material vegetal que se descompone a través procesos físicos, biológicos y químicos, en material orgánico rico en energía. El detritus sirve como fuente principal de alimento para los organismos dentro de los primeros niveles de la red de alimentaria, los cuales son posteriormente consumidos por organismos dentro de los niveles más altos de la cadena trófica (NOAA).



Muchas especies de peces y otros organismos marinos están presentes en diferentes niveles de la red alimentaria de los humedales, según la función de sus hábitos alimenticios. Algunos peces, moluscos, camarones, cangrejos y otros invertebrados se encuentran en la parte inferior, son conocidos como detritívoros (que comen detritus). Detritívoros son luego una fuente de alimento para los organismos presentes en niveles más altos de la cadena trófica llama carnívoros. Algunos peces (y otra organismos) pueden beneficiarse de la fuente de alimento grande suministrada por los humedales al alimentarse de ambos herbívoros y detritívoros. De hecho, al consumir peces que se alimentan de herbívoros o detritívoros (o ambos), los seres humanos forman parte de la cadena alimenticia que se inicia en los humedales.

Debido a su interconectividad, las redes alimentarias tienen un equilibrio delicado. Por ejemplo, la degradación de los humedales afectará no sólo a las anchoas que se alimentan y viven en pantanos, sino también halcones, garzas, garcetas, y de peces que se alimentan de anchoas. Como resultado, cualquier alteración de los humedales que pudiesen afectar a la red de alimentos tendrá un efecto

multiplicador sobre los peces, la vida silvestre, así como las poblaciones humanas que se benefician de esta red alimenticia.

CONEXIÓN ENTRE MANGLARES, PRADERAS DE YERBAS MARINAS Y ARRECIFES DE CORAL

“En la región del Caribe existe a menudo una asociación cercana entre manglares, praderas de yerbas marinas y arrecifes de coral.

Debido a su proximidad a las tierras altas, los manglares sirven como una barrera filtradora de sedimentos, nutrientes y contaminantes transportados por escorrentía superficial. Gracias a esta función, los manglares protegen aguas adyacentes de excesiva sedimentación y turbidez. Esta función es importante para el establecimiento de praderas de yerbas marinas, pero es aún más importante para arrecifes de coral, los cuales necesitan agua limpia y clara para crecer. El exceso de sedimentos en la columna de agua constituye una causa principal en la mortalidad de corales en el Caribe” (NOAA, 2005).



Tomado de: NOAA, 2005

FUNCIONES DEL HUMEDAL

Los humedales se encuentran entre los ecosistemas más importantes sobre la tierra. Estos proporcionan una gran variedad de servicios a la naturaleza y al ser humano, proporcionando funciones de gran valor ecológico y socioeconómico. Las siguientes son las funciones o servicios ambientales que nos ofrecen los humedales (Los Humedales Espacios para Conservar y Disfrutar, www.conama/educacionambiental, 2015):

1. Control de Inundaciones

“Retienen” las precipitaciones, evitando posibles inundaciones aguas abajo. Los humedales almacenan el agua en el suelo o la retienen en la superficie de sus cuerpos de agua, reduciendo así la necesidad de construir costosas obras de ingeniería. La vegetación de los humedales desempeña también una función en la reducción de la velocidad de circulación de las aguas de crecida.

2. Estabilización de costas y protección contra tormentas

Los humedales costeros desempeñan la función de protección de la tierra contra las mareas de tormenta y otros fenómenos climáticos. Reducen la fuerza del viento, las olas y las corrientes, y la vegetación costera contribuye a retener nutrientes.

3. Reposición de aguas subterráneas

Muchos humedales contribuyen a recargar acuíferos subterráneos, es decir, un manto rocoso que contiene agua. A nivel mundial los acuíferos subterráneos almacenan el 97% del agua dulce no congelada y aportan casi un tercio del agua potable de la población.

4. Retención y “exportación” de sedimentos y nutrientes

Estos nutrientes, sobre todo nitrógeno y fósforo, de fuentes agropecuarias, pero también de desechos humanos y descargas industriales, se pueden acumular en el subsuelo, pueden ser transformados por procesos químicos y biológicos o ser absorbidos por la vegetación del humedal, que luego puede ser recogida y eliminada eficazmente del sistema. Sustancias tóxicas, como pesticidas, se retienen en sedimentos, evitando la propagación de contaminantes.

5. Mitigación del Cambio Climático y sus efectos asociados

Los humedales desempeñan dentro de sus funciones, el manejo de los gases de efecto invernadero (sobre todo dióxido de carbono) y la amortiguación física de los impactos del cambio climático. Sirven como importantes sumideros de carbono, por lo cual la destrucción de humedales permite una mayor liberación de dióxido de carbono (gas de efecto invernadero). El restaurar los humedales equivaldrá entonces a la retención de más carbono.

6. Depuración de Aguas

Las plantas y los suelos de los humedales desempeñan la función de depuración del agua, eliminando las altas concentraciones de nitrógeno y fósforo y, en algunos casos, productos químicos tóxicos, que usualmente provienen de la actividad agrícola, industrial o minera. Este permite prevenir procesos de eutrofización (cuando el aporte de nutrientes provoca un crecimiento explosivo de plantas y algas reduciendo el oxígeno en el agua) aguas abajo y evitar que concentraciones de contaminantes lleguen a las aguas subterráneas u otras fuentes de agua susceptibles de ser utilizadas para el consumo humano. Conjuntamente, y en el caso de las aguas superficiales, la bajada permanente de aguas hacia la costa limita la entrada de agua salada hacia el interior.

7. Diversidad biológica

Los humedales constituyen un recurso de alta productividad, siendo fuente de energía y alimento que da sustento a una gran variedad de especies. Más del 40% de las especies del mundo y el 12% de todas las especies de animales se hallan en los humedales de agua dulce. Los humedales son considerados una reserva genética de especies.

8. Criadero natural

Ofrece protección y alimento a una gran variedad de especies de animales.

9. Valores culturales e históricos

Los humedales revisten gran importancia sociocultural, ya que son portadores de valores religiosos, históricos y arqueológicos para las comunidades locales, pasando a ser –en algunos casos– parte del patrimonio cultural y nacional.

Es importante señalar que no todos los humedales realizan todas las funciones, o las realizaran con la misma capacidad. La localización y el tamaño del humedal determinan cual función y como este ecosistema realiza una función determinada. Por ejemplo un humedal ubicado en una cuenca hidrográfica realiza funciones relacionadas a la calidad del agua, mientras que un humedal en fondo marino realiza funciones para estabilizar el terreno.

¿ QUÉ FUNCIONES NOS BRINDAN LOS HUMEDALES LOCALIZADOS EN LA ZONA COSTERA?

Los humedales costeros ayudan a mejorar la calidad del agua superficial mediante la filtración y retención de desechos domésticos, agrícolas y urbanas . También estabilizan la costa y amortiguan las zonas costeras contra tormentas y el fuerte oleaje. Además, proporcionan lugares de desove, viveros , refugio y alimentos para una gran variedad de especies entre las que podemos mencionar:

- Peces de interés comercial. La abundancia y la salud de estos peces está directamente relacionada con la calidad y cantidad de humedales.
- Aves acuáticas y migratorias.
- Especies amenazadas y en peligro de extinción.

Estas son las funciones que brindan los diferentes tipos de humedales localizados en la zona costera (Adaptado de los Humedales Espacios Para Conservar y Disfrutar-Guía Educativa).

Funciones Servicios ambientales	Acuático Marino	Planicies costeras de agua salada	Ciénaga de aguasalada	Pantanos de aguasalada	Acuático de aguadulce	Ciénaga de aguadulce	Pantano de aguadulce
PROVISIÓN							
Alimento: producción de pescado, mariscos etc.	X		X	X	X	X	X
Agua dulce: almacenamiento, provisión de agua					X	X	X
Productos bioquímicos y recursos medicinales	X	X	X	X	X	X	X
Especies ornamentales: peces y plantas	X		X	X	X	X	X
DE REGULACION							
Calidad del aire (ej. Captura de partículas de polvo)	X	X	X	X	X	X	X
Clima: regulación de gases con efecto de invernadero, temperatura, precipitación y otros procesos climáticos.	X	X	X	X	X	X	X
Tratamiento de desechos. Los humedales son efectivos en tratar			X	X		X	

Funciones Servicios ambientales	Acuático Marino	Planicies costeras de agua salada	Ciénaga de aguasalada	Pantanos de aguasalada	Acuático de aguadulce	Ciénaga de aguadulce	Pantano de aguadulce
desperdicios humanos y de animales.							
Manejo de contaminantes Retención y eliminación de afluentes industriales, fertilizantes, escorrentías y aguas residuales.			X	X		X	
Manejo de residuos tóxicos. Metales pesados como selenio o plomo son arrastrados por la cuenca llegan al humedal donde son procesados y eliminados.						X	
Protección contra la erosión: retención de suelos y prevención de cambio estructural (ej. erosión de la costa, etc.)	X	X	X	X	X	X	X
Mitigación de riesgos naturales: Control de inundaciones	X	X	X	X	X	X	X

Funciones Servicios ambientales	Acuático Marino	Planicies costeras de agua salada	Ciénaga de aguasalada	Pantanos de aguasalada	Acuático de aguadulce	Ciénaga de aguadulce	Pantano de aguadulce
Regulación biológica: ej. Control de plagas y polinización		X	X	X	X	X	X
	CULTURALES Y RECREATIVOS						
Patrimonio e identidad cultural (sentido de ubicación y pertenencia)	X	X	X	X	X	X	X
Inspiración espiritual y artística	X	X	X	X	X	X	X
Oportunidades para turismo y actividades recreativas	X	X	X	X	X	X	X
Oportunidad para la educación formal e informal	X	X	X	X	X	X	X
	BIOLOGICOS						
Biodiversidad y criaderos de especies	X	X	X	X	X	X	X
Formación de suelos: retención de sedimentos y acumulación de materia orgánica.	X	X	X	X	X	X	X
Reciclaje de nutrientes	X	X	X	X	X	X	X

Legislación

Los humedales son ecosistemas valiosos, vitales para la supervivencia humana. Estos son sistemas altamente productivos, que proporcionan el agua y las condiciones adecuadas para sostener una extensa diversidad biológica. Por lo que es importante que estas áreas sean protegidas.

En Puerto Rico los humedales son protegidos a través de leyes y reglamentos implantados por agencias estatales y federales. Mediante estas se protegen las aguas superficiales y subterráneas, su ecología, su flora, su fauna, sus funciones y sus beneficios.

La Ley 314, del 24 de diciembre de 1998 (Política Pública sobre Humedales en PR, Ley de Tierra), establece como política pública a nivel estatal la protección, preservación, conservación, restauración y manejo de los terrenos clasificados como humedales. Esta Ley define un humedal como: *“un área natural saturada por aguas superficiales o subterráneas a un intervalo y duración suficiente como para sostener, y el cual bajo circunstancias normales sostiene o sostendría una vegetación típicamente adaptada a condiciones de suelos saturados, inundados o empozados”*.

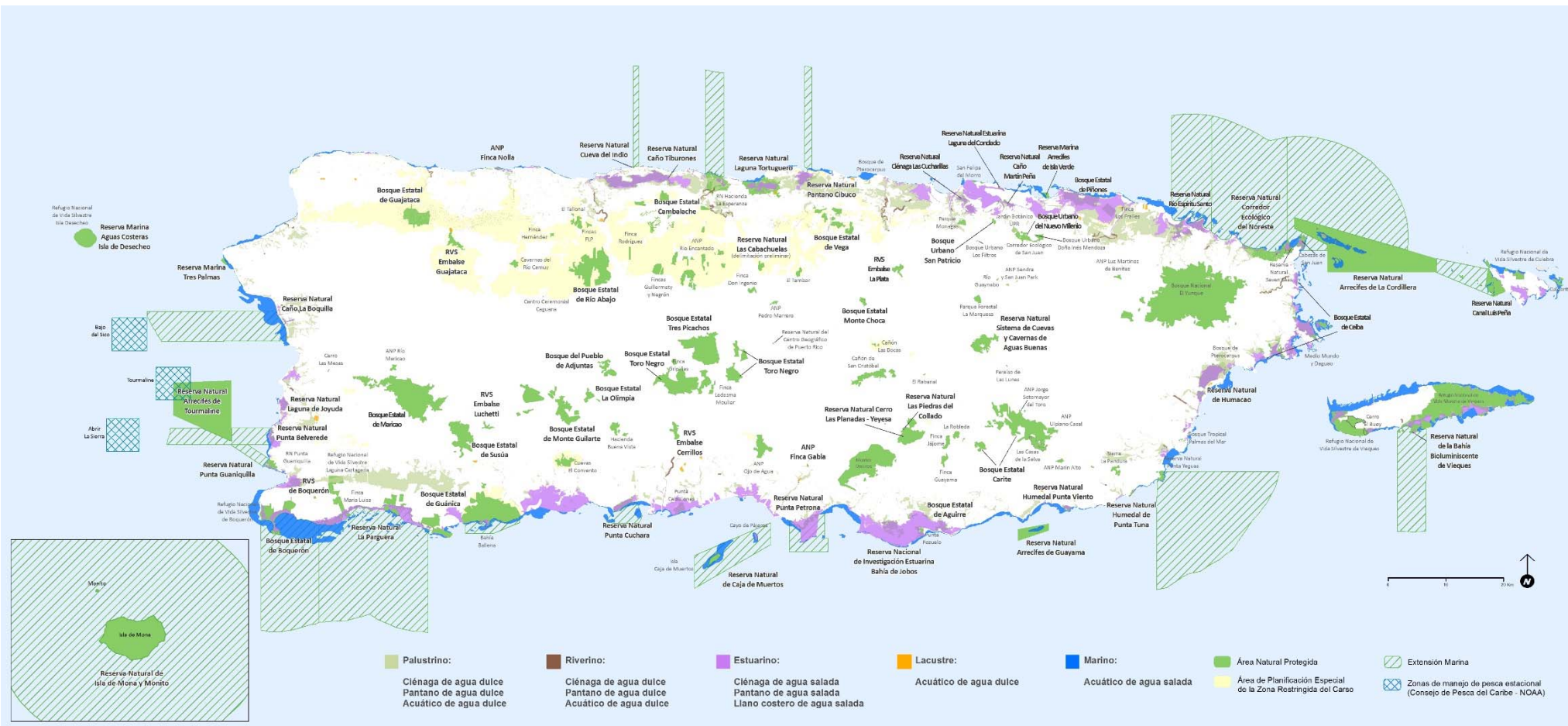
A nivel federal el Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos (USACE por sus siglas en inglés) y la Agencia de Protección Ambiental (por sus siglas en inglés EPA) a través de la Sección 404 del Acta de Aguas Limpias lo define de la siguiente manera: *“Los humedales son áreas transicionales entre sistemas acuáticos y terrestres frecuentemente inundadas por aguas superficiales y subterráneas durante un periodo suficiente como para que empiecen unos cambios en el suelo que los capacita para que crezca un tipo de vegetación especialmente adaptada para vivir en estas condiciones.”*

Otro mecanismo para su protección es la designación de los terrenos donde se ubican estos ecosistemas como Bosques, Reservas Naturales, y Refugios de Vida Silvestre, manejadas por el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA).

Actualmente el DRNA administra 20 Bosques Estatales, 34 Reservas Naturales (terrestres y marinas) y 5 Refugios de Vida Silvestre, las cuales albergan humedales y otros ecosistemas. En estas áreas se regulan los usos y actividades que pueden desarrollarse. Entre los usos

permitidos están: caminatas, natación, buceo, paseos en botes, pasadías, giras, campamentos, estudios científicos y observación de flora y fauna.

El siguiente mapa presenta las Áreas Protegidas de Puerto Rico. También incluye la localización de los humedales costeros dentro de la zona coatera.



Amenazas

Desde los inicios de la civilización, los seres humanos han vivido a lo largo de todo el mundo en estrecho contacto con los humedales, han utilizado sus recursos naturales y han aprovechado su agua de muchas maneras. Estas relaciones estrechas y duraderas han dado lugar al desarrollo de vínculos y estructuras culturales generadas a partir de la dinámica social de cada siglo. La manera en que nos relacionamos con el agua y los humedales han determinado en gran medida la forma en que la gente vive. Con demasiada frecuencia la toma de decisiones ha estado basada en la creencia de que son tierras baldías improductivas, pestilentes, y criadero de plagas. Se ha creído que la política más apropiada es eliminarlos, lo que ha dado a una amplia gama de usos incompatibles que alteraron los procesos naturales de las zonas costeras (Luna Quevedo. D, 2015).

Los humedales son ecosistemas que en la actualidad se encuentran sometidos a fuertes demandas por el uso de sus recursos, situación que ha generado un constante deterioro de estos ecosistemas a escala global. A pesar de la importancia ecológica, económica y recreativa de los humedales las actividades realizadas por el hombre han ocasionado el deterioro y la pérdida de estos recursos naturales. Entre estas actividades se encuentran:

- ✻ *Desarrollo de urbanizaciones y comercios.*
- ✻ *Rellenos sanitarios de desperdicios sólidos o vertederos (estos pueden interferir con el agua subterránea que va al humedal).*
- ✻ *Canalizaciones.*
- ✻ *Bombeo excesivo de agua subterránea (intrusión salina).*
- ✻ *Construcción de carreteras.*
- ✻ *Relleno de sumideros.*
- ✻ *Extracción excesiva de aguas de ríos.*
- ✻ *Construcción de marinas.*
- ✻ *Desarrollos agrícolas (dragados, canalizaciones, abonos, insecticidas e herbicidas).*
- ✻ *Desmante en las zonas de captación.*

¿POR QUÉ ESTAN DESAPARECIENDO LOS HUMEDALES LOCALIZADOS EN LA ZONA COSTERA?

Las actividades humanas desarrolladas en Puerto Rico durante sus diferentes etapas históricas han alterado la estructura y composición de la zona costera. Los humedales costeros han sido afectados directamente como resultado de las actividades de dragado o relleno asociados con las carreteras, el desarrollo residencial y comercial, construcción de marinas y otros proyectos de infraestructura .

En adición los impactos indirectos de las aguas pluviales que arrastran contaminantes provenientes de la agricultura, residencias y desarrollo comercial e industrial, junto a impactos provocados por la erosión, los cambios en los flujos de agua y las especies invasoras han contribuido también a la degradación de la calidad y funciones de estos humedales.

Todo esto se agrava con el impacto del cambio climático. Los humedales costeros son vulnerables a los impactos de la elevación del nivel relativo del mar, ya que tienen una capacidad limitada para adaptarse, o migrar hacia el interior. Se espera que este acelere a nivel global la pérdida y degradación de estos ecosistemas, y la pérdida o disminución de sus especies, impactando así las poblaciones humanas que dependen de sus servicios.

Acción Ciudadana

Se ha estimado que por lo menos el 60% de la población humana del mundo vive en zonas costeras. Es más, muchas de estas zonas están atrayendo actividades de desarrollo más rápidamente que las zonas continentales y esto se está traduciendo en una presión inmensa sobre los humedales costeros, muchos de los cuales están siendo sustituidos por viviendas, la industria, actividades de desarrollo portuario y el turismo. Como resultado tenemos una concentración cada vez mayor de contaminantes en las áreas costeras y el agotamiento de este vital recurso natural (Ramsar, 2004).

La Convención de Ramsar sobre los humedales hace hincapié en que el uso de los humedales por el ser humano, sobre una base sustentable, es compatible con los principios para conservar estos ecosistemas y el recurso agua. Estas estrategias de usos deben ser aplicadas a todas las áreas naturales, ya que todos los ecosistemas funcionan en conjunto, integrados como un todo, cuando afectamos uno, terminamos impactando los otros, a corto y a largo plazo. De esta manera aseguramos que los humedales y los ecosistemas relacionados a estos puedan continuar desempeñando sus funciones, manteniendo la diversidad biológica y del bienestar de la humanidad.

En 1987 en una reunión de la comunidad Ramsar establecieron que el uso sustentable de un humedal es: *“El uso de un humedal por los seres humanos de modo que produzca el mayor beneficio continuo para las generaciones presentes, manteniendo al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras”*. Siendo las “propiedades naturales del ecosistema” “Aquellos componentes físicos, químicos y biológicos tales como el suelo, el agua, las plantas, los animales y los nutrientes, y las interacciones.

Entre las acciones que se deben de tomar para proteger los humedales podemos mencionar.

- a. Crear conciencia personal sobre la importancia de estos ecosistemas. Comentar a través de un escrito sobre el siguiente pensamiento aplicándolo a esta primera acción.
Al final sólo conservaremos aquello que amamos, sólo amaremos aquello que entendamos y solo entenderemos aquello que conozcamos.
- b. Ser un miembro activo en la protección y preservación de estos valiosos recursos. Comentar la siguiente cita: *Si no tomas parte de alguna manera en el problema, no tienes derecho a criticar ni a lamentarte.*

- c. Convertirte en una voz y crea conciencia en otros, dentro de la comunidad, sobre la importancia que tienen los humedales. Hacer una lista de algunas formas en que puedes lograr esto. Como trabajo del grupo, y con la ayuda del maestro/a, preparen un plan educativo que se pueda poner en práctica.
- d. Afiliarse a alguna organización local o estatal o internacional de conservación de los recursos naturales. Junto con el grupo de trabajo, hacer un listado de estas organizaciones, buscando información sobre ellas y tratar de unirse a aquellas que tengan que ver con el recurso humedal.
- e. Participar en esfuerzos locales para proteger y restaurar los humedales. Investigar en el municipio, las agencias, y organizaciones, qué se está haciendo para proteger los humedales u otros recursos naturales de tu comunidad. Involúcrate en las mismas. Buscar en la Internet información sobre comunidades y/o agencias que estén trabajando activamente e invítalos al salón para que hablen de sus proyectos y logros.
- f. Ayudar a mantener nuestros humedales limpios y saludables. Organizar campañas de limpieza y reforestación de los humedales, patio de la escuela y áreas aledañas. Tratar de involucrar a toda la comunidad escolar y a la comunidad en general (gobierno, comercio, industria, etc.).

ACTIVIDADES EDUCATIVAS

Las siguientes actividades educativas han sido adaptadas de: Project Learning Tree (PLT), Project Wild Aquatic, Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular, y el Baúl de actividades sobre Bosques Tropicales - Bosque Nacional del Caribe.

Estos manuales educativos utilizan el entorno como herramienta educativa, involucrando a los niños en actividades, dentro y fuera del salón de clases.

“Los líderes del mañana tienen que estar equipados para los retos del futuro, por esto hay que preparar adecuadamente a nuestros hijos para el futuro que heredarán.

Eso requiere compromiso, y el proporcionarles una educación ambiental que les permita convertirse en los líderes educados del mañana”(PLT).

Los actividades incluidas en este documento incorporan el proceso de aprendizaje secuencial, enlazando estrategias de una manera coherente para alcanzar una conexión profunda con la naturaleza. Estas van dirigidas a enseñar a los estudiantes a como pensar y no que pensar, se basan en el aprender haciendo, enfatizando el aprendizaje cooperativo, la investigación y el pensamiento critico.

Se pretende que a través de estas experiencias los estudiantes desarrollen un entendimiento sobre lo que son los humedales, cuál es su importancia y como nuestras actividades diarias lo impactan; fortaleciendo sus destrezas cognoscitivas, su sensibilidad ambiental y su desarrollo integral.

Las actividades están organizadas en tres secciones:

- 🌿 Actividades antes de la visita del humedal-Los estudiantes refuerzan sus conocimientos sobre el ecosistema del humedal y se preparan para visitar el mismo.
- 🌿 Actividades durante la visita al humedal-Los estudiantes interaccionan con el ecosistema recopilando información sobre sus habitantes y la salud del humedal, buscando soluciones a los impactos que lo afectan.
- 🌿 Actividad final -Los estudiantes presentan sus investigaciones y comparten sus experiencias al visitar un humedal.

Les exortamos a que visiten con sus estudiantes los ecosistemas de humedales, no hay substitutos para estos laboratorios vivientes y las experinecias que sus sabios habitantes brindan. Es una manera divertida de aprender, conectándonos con el ambiente del cuál dependemos.

Algunos de los humedales que pueden visitar son:

- 🌿 Reserva de Investigación Estuarina Bahía de Jobos- Puede llamar al (787) 853-4617/ (787) 772-2009
🌿 <https://es-la.facebook.com/jobanerr/>
- 🌿 Reserva Natural Ciénaga las Cucharillas- Puede llamar al (787) 526-1064
<https://www.facebook.com/corredordelyaguazo/>
- 🌿 Centro Interpretativo de las Salinas de Cabo Rojo- Puede llamar al (787) 254-0115
<http://www.ccpsai.org/web/>
- 🌿 Reserva Natural Punta Tunas- Puede llamar al (787) 772-2009; Comité Pro Desarrollo de Maunabo al (787) 861-0387.
- 🌿 Reserva Natural Efrain Archilla Diez de Humacao- Puede llamar al (787) 852-6058/ (787) 772-2009.
- 🌿 Reserva Natural Laguna Tortugueros- Puede llamar al (787)844-2587/ (787) 772-2009.
- 🌿 Refugio de Vida Silvestre Embalse La Plata- Puede llamar al (787) 772-2009.
- 🌿 Refugio de Vida Silvestre Embalse Cerrillos - Puede llamar al (787) 772-2009.
- 🌿 Refugio de Vida Silvestre Embalse Luchetti-Puede llamar al (787) 856-4887/(787) 772-2009.

También puede comunicarse con los educadores del DRNA, ubicados en las Oficinas Regionales, para coordinar un viaje educativo de interpretación ambiental a un humedal o cualquiera de las Áreas Naturales Protegidas manejadas por nuestra agencia .

Directorio de Servicios para Áreas Naturales Protegidas	
DRNA - San Juan	(787) 999-2200
Solicitud de Permisos	
Oficina de Secretaría Sección de Radicaciones	Ext. 5124 /5126 /5127
Permisos para acampar	Ext. 5610 /5613
Negociado de Manejo de Áreas Naturales y Servicios Forestales	(787) 722-2009
Servicios Educativos	Ext. 5416/ 5417
Oficinas Regionales	
Región Aguadilla	(787) 997-0390
Región Arecibo	(787) 878-7279
Región Guayama	(787) 864-3262/ -3895
Región Humacao	(787) 852-4467/ -4440
Región Mayagüez	(787) 230-4900/ -4902
Región Ponce	(787) 259-0125
Región San Juan	(787) 999-2200 Ext.2881
Cuerpo de Vigilantes: (787) 724-5700, (787) 771-1124	
www.drna.pr.gov	  /drnapr

Antes de Visitar el Humedal

Las siguientes actividades van dirigidas a familiarizar a los estudiantes con el ecosistema del humedal dentro del salón de clases, antes de su visita al ecosistema.



Actividad 1

¿Qué es un Humedal?

Adaptado de Baúl de actividades sobre Bosques Tropicales - Bosque Nacional del Caribe

Antes de comenzar la actividad

Entregue a cada estudiante una hoja de papel y pídale que escriban su nombre y como ellos definen un humedal. Recoja las hojas y guárdelas, ya que estas serán utilizadas en la actividad final.

TIEMPO SUGERIDO: 50 minutos

OBJETIVOS:

- ✎ Relacionar los estudiantes con el concepto de humedales y sus características más relevantes

DESTREZAS: Observación, Descripción, Definición Operacional

MATERIALES:

- ✎ Fotos de Humedales

Inicio:

- ✎ Comience la actividad Preguntando: ¿Alguna vez has visitado un río, riachuelo, quebrada, laguna, embalse? ¿Dónde? ¿Qué opinión tienen de estos lugares? ¿Sabían que estos lugares son humedales? ¿Qué es para ustedes un humedal? ¿Por qué son importantes?
- ✎ Fomente la participación de todos los estudiantes y acepte todas sus respuestas.

Desarrollo:

- ✎ Al finalizar la discusión socializada divida la clase en cuatro grupos de cuatro o cinco estudiantes. A cada grupo asígnele una imagen de un tipo de humedal.
- ✎ Los estudiantes de cada grupo redactarán un párrafo descriptivo que comience con la frase: Un humedal es.....
- ✎ Será un párrafo colectivo donde un estudiante comienza a redactar al escuchar la palabra cambien le entregan el papel a su compañero, el cual continuará escribiendo en el papel que reciban.
- ✎ El tiempo transcurrido entre cada cambio será discreción del maestro. El grupo de estudiantes dejará de escribir cuando el maestro lo indique.
- ✎ Pida a los estudiantes que devuelvan el papel a la primera persona que escribió en él. Un estudiante en cada grupo leerá el párrafo mientras otro estudiante muestra la lámina que describen en su párrafo. Anime a los estudiantes a comentar sobre los párrafos de sus compañeros.
- ✎ En la pizarra haga una lista de conceptos nuevos o que hayan llamado la atención del grupo.
- ✎ Resuma la actividad del día y destaque el concepto humedal.

Evaluación:

Mencionen tres elementos que describen un humedal.

TIEMPO SUGERIDO: uno o dos periodos de 30 a 60 minutos

OBJETIVOS:

- Entender que el ecosistema del humedal esta hecho de organismos independientes interconectados.

DESTREZAS: Investigación, Discusión, Identificación de relaciones y patrones, Predicciones.

MATERIALES:

- 200 pies de cordón
- Fotos de animales y plantas que componen el humedal

Actividad 2

Red de Vida

Adaptado de Project Learning Tree (PLT)

Información básica

Los humedales son ecosistemas. Un humedal es un ecosistema compuesto por una gran variedad de organismos cumpliendo una función específica dentro del mismo. Toda esta vida esta interconectada. Una de las formas en la cual plantas

y animales se relacionan es mediante el movimiento de energía a través del alimento. La red alimentaria desarrollada en los humedales relaciona múltiples especies de plantas y animales (aves, peces, anfibios, crustáceos e insectos) (Wildlife Conservation, 2014). Las plantas y animales también se relacionan mediante los procesos de polinización y dispersión de semillas, y al mantener las poblaciones de organismos en balance.

Inicio:

Pida a los estudiantes que trabajen en grupos para crear un listado de los componentes necesarios para que el ecosistema del humedal este saludable. Invite a los estudiantes a compartir sus ideas.

Luego introduzca el concepto de red de vida en el humedal.

Desarrollo

1. Pida a los estudiantes que se levanten y formen un círculo.
2. Entregue a cada estudiante una foto o lámina con el nombre de la especie que estarán representando.
3. Comenzando con uno de los estudiantes que represente una planta pida que sostenga un extremo del cordón y pase el mismo a otro estudiante que represente un organismo con el cual se relacione.
4. Pida al segundo estudiante que pase el cordón (sin soltar su extremo) a otro estudiante que represente un organismo con el cual interacciona.
5. Este proceso continua hasta que todos los organismos estén conectados y el cordón regrese al primer organismo.
6. Ahora pida a los estudiantes que se mueven un poco hacia atrás hasta tensar el cordón. El primer organismo debe comenzar a vibrar un poco el cordón. Todo el que sienta la vibración debe comenzar a vibrar su cordón.
7. Explique a los estudiantes que esta vibración representa cuando algún organismo es afectado por causas naturales o humanas.

8. Pida a los estudiantes que seleccionen un organismo que ellos entiendan es poco importante en la red y lo eliminen de la misma.
9. Pregunte: ¿Qué ocurre cuando un organismo es removido de la red de vida? ¿Qué podemos decir sobre las relaciones en una red de vida?

Evaluación:

Pida a los estudiantes seleccionen algún organismo de un humedal y busquen información sobre los organismos de los cuales él depende y sobre los organismos que dependen de él.

Actividad 3

El Arte de las Adaptaciones

Adaptado de Project Wild Aquatic

TIEMPO SUGERIDO: uno o dos periodos de 45 minutos

OBJETIVOS:

- ✔ Identificar y describir las ventajas de las adaptaciones de las aves
- ✔ Evaluarán la importancia de la adaptación para las aves.

DESTREZAS: Análisis, aplicación de conceptos, descripción, intercambio de ideas, dibujo, invención, construcción de medios de comunicación, observación, resolución de problemas, reportaje, síntesis, redacción

MATERIALES:

- ✔ Papel blanco, lápices de colores o crayolas

Información básica

Los organismos que habitan en el humedal tienen una serie de adaptaciones que les permite vivir en este ecosistema. Las aves, por ejemplo, tienen una variedad de picos, patas, alas y colores. El Anejo 1 incluye un listado de adaptaciones importantes que poseen las aves.

Inicio:

Pregunte a los estudiantes: ¿Qué es adaptación? ¿Cómo los animales y plantas se adaptan a su ambiente? ¿Por qué es importante adaptarse? Introduzca el concepto adaptación.

Desarrollo

- 1) Presente fotos de diferentes aves que habitan en un humedal: Canario de Mangle, Yaboa Común, Pájaro Bobo Menor, Águila De Mar, Pelícano Pardo, Chirría, Pato Chorizo, Gallinazo, Martinete, Viuda, Pizpita de Mangle etc.
- 2) Elabore con los estudiantes una lista de características que poseen estas aves que habitan en humedales, describan las ventajas que representan cada adaptación.
- 3) Explique a los estudiantes que cada uno de ellos tendrá la oportunidad para diseñar su propia ave, con adaptaciones para vivir en un tipo de humedal. Cada estudiante debe decidir:
 - a. Tipo de humedal en el que vivirá el ave
 - b. Que comerá
 - c. Su forma de vuelo
 - d. Su tamaño
- 4) Basado en estas opciones, los estudiantes decidirán las adaptaciones que serán necesarias para sus aves, las escribirán antes de continuar.
- 5) Utilizando su lista de adaptaciones el estudiante dibujara su propia ave.
- 6) En conjunto con cada dibujo, cada estudiante escribirá un breve informe que incluya el nombre del ave y sus fuentes de alimento, su hábitat y su estilo de vida. También deben incluir la lista de adaptaciones, las razones para las adaptaciones y las ventajas creadas por las adaptaciones.
- 7) Los proyectos finalizados pueden ser presentados a la clase o desplegarlos en la sala de clase.

Evaluación: Nombre dos adaptaciones de aves por cada una de las siguientes partes del cuerpo: picos, patas, y alas.

Adaptación en la apariencia		Ave	Ventaja
Picos	de bolsa	pelicano	puede sostener peces, una fuente de alimento
	largo, delgado	avoceta americana	puede explorar agua poco profunda y barro en busca de insectos, una fuente de alimento
	puntiagudo	pájaro carpintero	puede romper y sondear la corteza de árboles, en busca de insectos, una fuente de alimento
	encorvado	halcón	puede romper tejido sólido, como carne, una fuente de alimento
	corto, grueso	pinzones	puede partir semillas y nueces, una fuente de alimento
	delgado, largo	colibrí	puede penetrar las flores en busca de néctar, una fuente de alimento
Patas	palmípedas	pato	ayudan a andar en el barro, transporte
	dedos largos	grulla americana, garza	ayudan a andar en el barro, transporte
	con garras	halcón, águila	puede asir su alimento cuando caza una presa
	capaces de agarrar	gallina	ayuda a sentarse en las ramas, en una percha, para protección
Piernas	tendones de flexión	gallina	ayuda a subirse, posarse y a agarrar
	largos, fuertes	avestruz	ayuda a correr, transporte
	largos, delgados	grulla americana, garza	ayuda a andar, transporte
	músculos fuertes	águila, halcón	ayuda a levantar, llevar sus presas, transporte
Alas	grandes	águila	ayuda a volar con presa, vuela mientras caza
Coloración	plumaje vistoso	aves machos	atracción en la temporada de cortejo, rituales de apareamiento
		aves hembras	ayudan a camuflarse mientras anida, protección en el resguardo
	cambio de plumaje con las estaciones	búho, perdiz naval	provee protección por camuflaje (castaño en verano, blanco en invierno), protección en el resguardo

TIEMPO SUGERIDO: uno o dos periodos de 30 a 60 minutos

OBJETIVOS:

- ✓ Describir las características de los humedales.
- ✓ Demostrar que comprenden la importancia de los humedales para la vida silvestre y para los seres humanos.

DESTREZAS: Análisis, aplicación, clasificación, comparación de semejanzas y diferencias, descripción, generalización, identificación, inferencia, interpretación, comunicación oral

MATERIALES:

- ✓ Caja o funda grande, una esponja, una almohadilla, jabón, un batidor de huevo, cuna de muñecas, coladera, filtro de papel, caja de cereal (los objetos pueden ser substituidos por fotos).

Actividad 4

Metáforas de Humedales

Adaptado de Project Wild

Información básica

Los humedales son ecosistemas únicos, los cuales ocurren en terrenos saturados con agua (dulce o salada). Estos pueden estar saturados de agua durante todo el año, durante ciertas estaciones, o durante parte del día. Además de ciénagas y pantanos, los humedales incluyen lagunas, embalses, ríos, quebradas, depresiones en zonas de llanura, áreas marinas y estuarios, bosques inundados y sitios con agua estancada estacionalmente, los cuales permanecen secos por la mayor parte del año. Existen humedales desde la montaña hasta el mar.

Muchos de los principales atributos de los humedales se pueden explorar usando objetos que simulen las funciones del mismo.

Objeto	Función que simulan
Esponja	Absorbe el exceso de agua causado por la escorrentía; retiene humedad por cierto tiempo
Almohada	Simula un lugar de descanso para las aves migratorias
Batidor de huevo	Mezcla los nutrientes y el oxígeno en el agua
Cuna	Simula el criadero en donde se cubren, protegen y alimentan las crías de organismos silvestres
Coladera	Filtra pequeñas impurezas del agua
Pastilla antiácida	Neutraliza las sustancias tóxicas
Cereal	Provee de alimentos ricos en nutrientes
Jabón	Ayuda a limpiar el ambiente, como lo hacen los humedales

El principal propósito de esta actividad es que los estudiantes desarrollen aprecio y entendimiento de los humedales a través de las similitudes, relacionando las características y las funciones naturales de los humedales con el familiar mundo de la vida cotidiana.

Inicio:

- ✓ Prepare una Caja Misteriosa para colocar los objetos.

- ✎ Invite a los estudiantes a que cierren sus ojos y se imaginen un humedal. Pídeles que observen las plantas y animales. ¿Cómo sienten el aire? ¿A qué huele? Promueva la discusión y el intercambio mutuo.
- ✎ Con su lista ayude a los estudiantes a identificar las plantas y animales que viven de acuerdo al tipo de humedal.
- ✎ De información sobre las funciones del humedal.

Desarrollo:

- ✎ Divida a los estudiantes en grupos de trabajo. Cada grupo debe sacar de la caja un objeto.
- ✎ Cada grupo debe analizar como el objeto representa lo que el humedal es y hace. De tiempo a los estudiantes para que discutan sus ideas uno con otro antes de hacerlo enfrente de toda la clase.
- ✎ Pida a los grupos que reporten sus ideas a la clase.
- ✎ Cuando los grupos terminen de presentar, discuta con ellos ¿Por qué los seres humanos convierten las zonas de humedales en otros usos? Pregúnteles si su actitud hacia los humedales es diferente ahora. Si esto es así, ¿de qué manera es diferente? y si no lo es, ¿por qué no?
- ✎ Para finalizar promueva la comprensión en sus estudiantes de como la condición de los humedales depende de cada uno de nosotros. Muchos organismos silvestres dependen de los humedales. Nuestro propio bienestar requiere de humedales. Insista en las conexiones que hay entre los humedales y los seres humanos.

Evaluación:

Mencione tres razones por las que los humedales son importantes. ¿Por qué son considerados uno de los ecosistemas más productivos del mundo? Escoja cinco tipos de animales y discuta por que los humedales son importantes para cada uno de ellos.

TIEMPO SUGERIDO: 50 minutos

OBJETIVOS:

- 🌱 Analizar situaciones y opiniones relacionadas al manejo y protección de humedales

DESTREZAS: Análisis, aplicación, toma de decisiones, Interpretación

MATERIALES:

- 🌱 Hojas de papel

Actividad 5

Dilema del Humedal

Adaptado de Project Learning Tree

Inicio

Describe el siguiente escenario a los estudiantes: señor Aliza Garcia interesa construir un edificio de apartamentos en una propiedad que él posee. Su

propiedad y los terrenos aledaños han sido designados como humedales por el DRNA. En estos terrenos encontramos el humedal costero más grande de la región, que es hogar de especies endémicas y en peligro de extinción.

Los estudiantes deben contestar las siguientes preguntas:

- 🌱 ¿Qué criterios son utilizados para determinar que un área es un humedal?
- 🌱 ¿Por qué estas áreas son importantes?
- 🌱 ¿Cuáles son las amenazas al ambiente que causaría el construir sobre humedal?
- 🌱 ¿Cuáles son las amenazas para las construcciones ubicadas en humedales?

Desarrollo

1. Divida a los estudiantes en grupos, cada grupo debe asumir un rol; Sr. Garcia, comunidades aledañas, grupos ambientales, agencias reguladoras, jueces, ingenieros, constructores, etc.
2. Los estudiantes desarrollarán un vista pública para decidir si la construcción puede realizarse, y como debería desarrollarse. Luego de que cada grupo presente su argumento el panel de jueces presentará la decisión final.

Evaluación

Preparen un listado de actividades humanas (drenajes, construcciones, extracción de agua etc.) que reducen hábitats acuáticos. Identifiquen beneficios e impactos de cada actividad.

TIEMPO SUGERIDO: 50 minutos

OBJETIVOS:

- Investigar y analizar el ecosistema de los humedales

DESTREZAS: Análisis, aplicación, toma de decisiones, Interpretación

MATERIALES:

- Hojas de papel
- “clipboard”
- banderines para marcar
- Información sobre especies que habitan el humedal
- Lápices de colores
- Lupas
- Binoculares
- Cinta métrica

Actividad 6

Visitemos el Humedal

Adaptado de Project Learning Tree y Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular

Inicio

Pregunte los estudiantes si ellos han visitado un humedal, y pida que describan el mismo.

Utilizando la información de trasfondo, discuta con sus estudiantes las características de un humedal costero y las clasificaciones de estos.

Presente un Mapa de Puerto Rico y localicen en estos humedales costeros manejados por el DRNA u otras entidades comunitarias. Junto a sus estudiantes seleccionen el humedal que visitarán. Coordine con el DRNA o la entidad pertinente su visita. Determine junto a los encargados u oficiales de manejo el área donde los estudiantes podrán desarrollar su investigación. También pida información sobre reglas de conducta, vestimenta y materiales que deben llevar. Estudie las figuras 1, 2 y 3 localizadas al final de esta actividad. Discuta la figura 2 con sus estudiantes.

Desarrollo

- Divida a los estudiantes en grupos. Explique que cada grupo investigará un área del humedal y recopilando información sobre: plantas, aves, reptiles, insectos, crustáceos, calidad del agua, basura e impactos humanos. Ellos deben documentar su trabajo con fotografías y creando un mapa del área estudiada que indique el lugar de sus observaciones.
- Pida a cada grupo que planifiquen su viaje al humedal. Los estudiantes deberán buscar información sobre este y desarrollar su plan de trabajo. Deben preparar sus hojas de campo para anotar su información.
- La siguiente tabla ilustra las tareas que deben ser completadas durante la visita al humedal.

Tareas	Investigación
Fotografía	Ellos deben planificar que elementos estarían fotografiando. Cuando visiten el humedal deben caminar despacio sobre el área designada, marcar con banderines las características que serán fotografías y tomar varias fotos de la misma. Uno de los estudiantes mantendrá anotaciones sobre las fotos tomadas.
Mapa	Necesitaran un “clipboard”, papel cuadriculado, compás y banderines

Tareas	Investigación
	para marcar. Ellos deben desarrollaran diferentes mapas del área de estudio, observando el área desde diferentes lugares. Deben estimar la distancia, y utilizar el compás para determinar dirección. Al finalizar ellos deben unir todos sus mapas en una cartulina para crear uno solo que presente el área estudiada y el lugar de sus observaciones. Pueden pintar su mapa y añadir más detalles si así lo desean.
Plantas	Para su estudio de plantas deben haber determinado como categorizar y recopilar la información de las mismas. Deben preparar una tabla para describir cada planta, su ambiente inmediato y su localización. Deben tomar fotos de las especies observadas.
Animales	Necesitarán lupas, binoculares, "clipboard", e información sobre especies que habitan el humedal. Para su estudio de animales deben haber determinado como categorizar y recopilar la información de los mismos. Deben preparar una tabla para describir cada animal, su ambiente inmediato y su localización. Pueden hacer dibujos de las especies observadas o tomar fotos.
calidad de agua	Necesitarán un kit de medición de pH (si es posible). Su estudio incluirá describir el color del agua, olor, y movimiento. Pueden recopilar información sobre la humedad del suelo y su color. También pueden medir el pH del agua y determinar la profundidad de la misma. Toda la información recopilada debe incluir diferentes lugares del área de estudio. Los estudiantes deben analizar la salud del humedal según la información recopilada.

Evaluación

Pida a cada grupo que presente frente a la clase su plan de trabajo para recopilar la información requerida.

Figura 1: Hoja de Planificación del Maestro

(Tomado de los Maravillosos Humedales del Caribe Insular)

HOJA DE PLANIFICACIÓN DEL MAESTRO

Fecha aproximada	Actividades
Con al menos dos meses de anticipación	☐ Comuníquese con las personas que usará de recurso. ☐ Escoja el lugar. ☐ Busque información sobre el lugar. ☐ Seleccione la(s) fecha(s). ☐ Coteje con la escuela para saber si esa(s) fecha(s) es/son factible(s). ☐ Coteje con el dueño, gerente, u operador del lugar para conseguir permiso de uso del mismo y confirme la disponibilidad. ☐ Si necesita ayudantes, coteje que estén disponibles en la(s) fecha(s) seleccionada(s). ☐ Coteje el costo de entrada o viaje de campo (si alguno). ☐ Identifique el tipo de transportación y contacte a los dueños para determinar disponibilidad, el costo y para hacer reservaciones. ☐ Determine si la escuela subvencionará el viaje. ☐ Si no, calcule el costo para los estudiantes y asegúrese de que sea razonable.
Un mes a una semana de anticipación	☐ Prepare las cartas de los permisos y repártalas a los estudiantes. ☐ Comience a recoger el dinero de los estudiantes (si es necesario). ☐ Comience o continúe enseñando los Capítulos 1-5. ☐ Cree el equipo (Actividad 6-D).
Una semana antes	☐ Circule la lista de lo que deben llevar al viaje de campo. ☐ El comportamiento en el humedal (Actividad 6-E).
El día del viaje	☐ Asegúrese de que todos los estudiantes hayan traído los permisos firmados. ☐ Asegúrese que todos hayan pagado (si es necesario). ☐ Vuelva a comprobar que tiene todo el equipo que aparece en la lista.
Al llegar al lugar	☐ Promesa al humedal (Actividad 6-F) N.B. Los adultos acompañantes deberán unirse. ☐ Implemente las actividades escogidas (ej. Actividades 6-F hasta 6-O).
De regreso a la escuela	☐ Examine y conserve los especímenes. ☐ Escriba los informes. ☐ Lleve a cabo actividades de seguimiento (Actividad 6-O y actividades de los Capítulos 1-5).

Figura 2: Hoja de Vestimenta y Equipo para el Estudiante

(Tomado de los Maravillosos Humedales del Caribe Insular)

LISTA DE NECESIDADES DEL ESTUDIANTE Vestimenta y Equipo	
Vestimenta para el humedal	☐ Camiseta vieja ☐ Mahones viejos u otro tipo de pantalón largo ☐ Par adicional de medias viejas ☐ Zapatos viejos, zapatos de lona, botas de agua, o tenis ☐ Sombrero ☐ Traje de baño y toalla (si es necesario)
Muda de ropa para el viaje de regreso.	☐ Si es necesario
Equipo que cada estudiante debe traer al viaje de campo.	☐ Lápices ☐ Papel o libreta de apuntes ☐ Portapapeles (se puede improvisar con cartón y un pinche de cartapacio) ☐ Botella de agua (llena de agua potable). Una botella plástica reciclada es ideal. ☐ Almuerzo empacado ☐ Funda para basura ☐ Fundas plásticas reusadas para guardar monstruos y plantas ☐ Envases reusados de cristal con tapa (como de mayonesa o jalea) ☐ Protector solar ☐ Repelente de mosquitos No esenciales, pero útiles, si los padres acceden a prestarlos: ☐ Cernidor de cocina o colador ☐ Cinta de medir plástica ☐ Regla plástica

Figura 3: Hoja de Equipo y Suministros

(Tomado de los Maravillosos Humedales del Caribe Insular)

LISTA DE NECESIDADES DEL MAESTRO Equipo y suministros para traer ese día

- ☐ Lápices
- ☐ Papel o libreta de apuntes
- ☐ Hojas de trabajo (si es necesario)
- ☐ PÁGINAS PARA COPIAR que muestran animales y plantas comunes de los humedales
- ☐ Guía de campo del humedal*
- ☐ Otras guías de campo sobre plantas, aves, anfibios, reptiles, mariposas, caracoles o peces (si las hay disponibles)
- ☐ Equipo: ej.
 - Redes de inmersión
 - Redes para mariposas
 - Redes de rastreo
 - Cajas plásticas para rollos de película
 - Pedazos de papel para cortar y usar como etiquetas
 - Cristal para ver debajo del agua
 - Caja con cernidor u otras formas de coger muestras de fondo
 - Cordón para transecto
 - Equipo de primeros auxilios
 - Cinta de medir y/o regla metro

SI ESTÁ DISPONIBLE:

- ☐ Cubos plásticos
- ☐ Coladores de cocina o cernidores
- ☐ Termómetro
- ☐ Goteros de ojos / pipetas
- ☐ Recogedor de muestras
- ☐ Disco Secchi
- ☐ Binoculares
- ☐ Telescopio con trípode
- ☐ Cámara
- ☐ Binoculares hechos con rollos de papel sanitario
- ☐ Cajas de aumento
- ☐ Recipientes plásticos reciclados con tapa (ej. un recipiente de margarina)
- ☐ Fundas de supermercado recicladas

Actividades Durante la Visita al Humedal

Las siguientes actividades van dirigidas a que los estudiantes participen en experiencias de contacto con la naturaleza visitando un Humedal. Los estudiantes interaccionan con el ecosistema recopilando información sobre sus habitantes y la salud del humedal, buscando soluciones a los impactos que lo afectan. Al finalizar la actividad los estudiantes realizarán un informe para presentarlo al resto de la clase.



TIEMPO SUGERIDO: uno o dos periodos de 60 minutos

OBJETIVOS:

- Investigar y analizar el ecosistema de los humedales

DESTREZAS: Análisis, aplicación, toma de decisiones, Interpretación

MATERIALES:

- Hojas de papel
- "Clipboard"
- banderines para marcar
- Información sobre especies que habitan el humedal
- Lápices de colores
- Lupas
- Binoculares
- Cinta métrica

Actividad 6

Observando un Humedal

Adaptado de Project Learning Tree y Los Maravillosos Humedales del Caribe Insular

Inicio

Antes de salir al humedal repase con los estudiantes las reglas de conducta, verifique que lleven la ropa apropiada y los materiales necesarios para desarrollar sus investigaciones. Debe haber coordinado su visita con el oficial de manejo o personal del área natural.

Desarrollo

1. Los estudiantes serán recibidos por el personal del humedal para orientarlos acerca del mismo.
2. Divida a los estudiantes en sus grupos y diríjalos al área de investigación para que puedan comenzar a ejecutar su plan de trabajo.
3. Luego de que los grupos hayan recolectado su información pida discutan sus datos y preparen graficas o conclusiones de los mismos, deben establecer como se encuentra el humedal, si es un ecosistema saludable o enfermo. Pida que discutan sus observaciones con el resto de la clase. Como parte de la discusión presenten soluciones a los problemas ambientales que ellos entienden posee el humedal.

Evaluación:

Al finalizar la actividad los grupos prepararán un informe para presentarlo al resto de la clase como actividad final.

Actividad Final

Esta actividad permite que los estudiantes puedan transmitir los conocimientos, experiencias y observaciones adquiridas mediante las actividades desarrolladas antes y durante su visita al humedal.



TIEMPO SUGERIDO: uno o dos periodos de 50 minutos

OBJETIVOS:

🌱 Analizar el ecosistema del humedal

DESTREZAS: Análisis, aplicación, Interpretación

MATERIALES:

🌱 Presentaciones

🌱 Criterios de evaluación

Actividad 6

¿Qué aprendí del humedal?

Adaptado de Project Learning Tree

Inicio

Antes de la preparación de las presentaciones debe haber discutido con los estudiantes los criterios de evaluación para los informes orales. Asigne con anterioridad la fecha en la que cada grupo dará su informe oral y la entrega del informe escrito. Además de presentar la información recopilada durante la visita al humedal, ellos deben explicar las siguientes preguntas: ¿Qué importancia tiene el humedal para el ambiente y para nosotros? ¿Cómo nuestras acciones diarias los afectan? ¿Qué podemos hacer para conservar estos ecosistemas? ¿Qué aprendimos en nuestra visita al humedal?

Desarrollo

1. Luego de la presentación de cada grupo, entregue a cada estudiante una hoja de papel en blanco para que escriban su definición de un humedal.
2. Luego entregue la definición que estos redactaron antes de comenzar a desarrollar las actividades de este manual.
3. Pida que comparen como sus definiciones cambiaron. Promueva la participación de todos los estudiantes.

REFERENCIAS

Adams, B.D., & Hefner, J.M. (1999). Humedales (Traducido al español por Teresa Dopazo): U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2425, 6 p

Bullock A., Acreman M., 2003). The role of wetlands in the hydrological cycle. Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, Oxon. OX10 8BB, UK.

CAACH, 2005. Los humedales no pueden esperar: Manual para el uso racional del sistema de humedales costeros de Coquimbo

Capra, Frijof. The Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems. New York, NY: Ancor Books, 1996.

Carter, V. (2015) Technical Aspects of Wetlands Wetland Hydrology, Water Quality, and Associated Functions. National Water Summary on Wetland Resources United States Geological Survey Water

Cerra, G. & Salles, R. (2007). La guardarraya con el mar. Programa de Manejo de la Zona Costanera: Los primeros 25 años. DRNA.

Convención Ramsar. 2001a. Reposición de aguas subterráneas. Los Humedales. Valores y funciones. Oficina de Ramsar. Gland, Suiza.

Convención Ramsar. 2001b. Control de inundaciones. Los Humedales. Valores y funciones. Oficina de Ramsar. Gland, Suiza.

Convención Ramsar. 2001c. Estabilización de costas y protección contra tormentas. Los Humedales. Valores y funciones. Oficina de Ramsar. Gland, Suiza.

Convención Ramsar. 2001d. Retención y exportación de sedimentos y nutrientes. Los Humedales. Valores y funciones. Oficina de Ramsar. Gland, Suiza.

Convención Ramsar. 2001e. Depuración de aguas. Los Humedales. Valores y funciones. Oficina de Ramsar. Gland, Suiza.

Cowardin, L.M., Carter, V., Golet, F.C., & La Roe, E.T. (1979). Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States. U.S. Fish and Wildlife Service Report FWS/OBS-79/31, 131 p.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007b). Programa de Manejo de la Zona Costanera: 1978-2000. Presentación en la Conferencia “Conservación y Manejo de la Zona Costanera”.

Departamento de Recursos Naturales y Ambientales. (2007b). Programa de Manejo de la Zona Costanera: 2015. Presentación en la Conferencia “Conservación y Manejo de Humedales de Puerto Rico”.

García, C. I. 1990. Guía de ecosistemas marinos de Puerto Rico: Las Praderas de yerba Thalassia de Puerto Rico. Programa del Colegio Sea Grant de la Universidad de Puerto Rico.

Guide to the Ecological Systems of Puerto Rico Gary L. Miller and Ariel E. Lugo United States Department of Agriculture Forest Service International Institute of Tropical Forestry General Technical Report IITF-GTR-35 June 2009.

National Oceanic & Atmospheric Administration, Environmental Protection Agency. 2003. Una introducción y guía para usuarios a la Restauración, Creación y Mejoramiento de Humedales. Silverspring, Maryland.

National Oceanic & Atmospheric Administration. 2004. Humedales y Peces: Una conexión vital. División de Conservación y Hábitat. Silverspring, Maryland.

Négrel Ph., Petelet-Giraud E., Sgouridis F. (2005) – EUROWET, Integration of European Wetland research in sustainable management of the water cycle. Significance of wetlands in the water cycle.

Oberle, M. W. 1999. Puerto Rico’s birds in photographs. Editorial Humanitas, San Juan, Puerto Rico.

Rivero, J.A. 1998. Los anfibios y reptiles de Puerto Rico. Editorial de la Universidad de Puerto Rico. San Juan, Puerto Rico.

Sea Grant del Recinto Universitario de Mayaguez, Universidad de Puerto Rico. Ariel E. Lugo, 2004. Volumen 14 Editor Acta Científica Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, Servicio Forestal Departamento de Agricultura de los Estados Unidos

University of California. 1992. The Grower’s Weed Identification Handbook. Division of Agriculture and Natural Resources.

SITIOS WEB

www.ecoliteracy.org/article/systems-thinking

www.proteger.org.ar

www.ramsar.org

<https://www.epa.gov/wetlands>

<https://www.fws.gov/wetlands/>

<http://www.habitat.noaa.gov/ourwork/wetlands.html>

<http://drna.pr.gov/tag/zona-costanera/>

<http://water.usgs.gov/edu/watercyclespanish.html>

