

La biogeografía es el estudio de la distribución de especies y ecosistemas en el espacio geográfico y a través del tiempo geológico.

**Los organismos y las comunidades biológicas** a menudo varían de manera regular a lo largo de los gradientes geográficos de latitud, elevación, aislamiento y área del hábitat.

Los organismos y las comunidades biológicas...



**El ecólogo Frederic Clements introdujo por primera vez el concepto de bioma en 1916, aunque no desarrolló por completo la idea hasta que publicó Bio-Ecology en 1939 (Clements 1916, 1939).**

**Actualmente la palabra se usa para referirnos a una comunidad biológica característica de una región o clima en particular, ya sea en la tierra o en el mar.**

**En 1975, Robert Whittaker describió siete biomas terrestres, en los que los patrones similares de clima, precipitación anual y temperatura promedio anual han seleccionado adaptaciones genéticas sorprendentemente similares en plantas y animales con linajes genéticos inconexos (evolución convergente).**

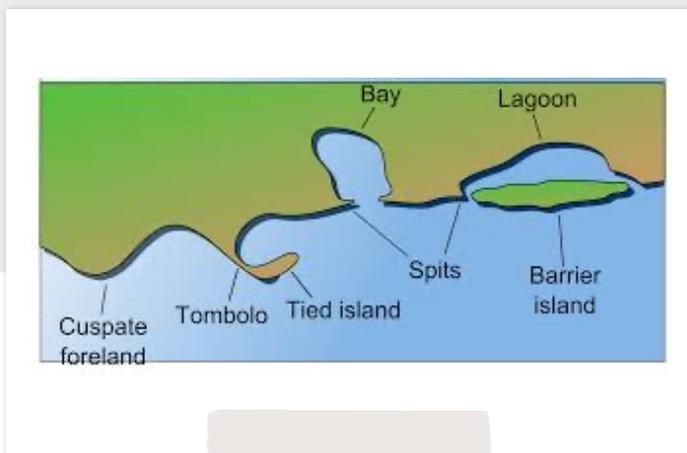
Es decir...

Hay biomas de selva húmeda tropical en África, Indonesia, Centroamérica y Hawái con plantas y animales que presentan similitudes biológicas en forma y función a homólogos en climas equiparables, a pesar de vivir en bosques tropicales que han estado separados por millones de años y por miles de kilómetros de distancia.

La existencia de biomas convergentes es evidencia de que existen *reglas* de la ecología funcional a nivel de comunidades. La reiteración de la convergencia independiente es una de las categorías probatorias más importantes de la evolución (Darwin, 1859; Cuthill, 2005; Futuyma, 2005).



Lagunas costeras



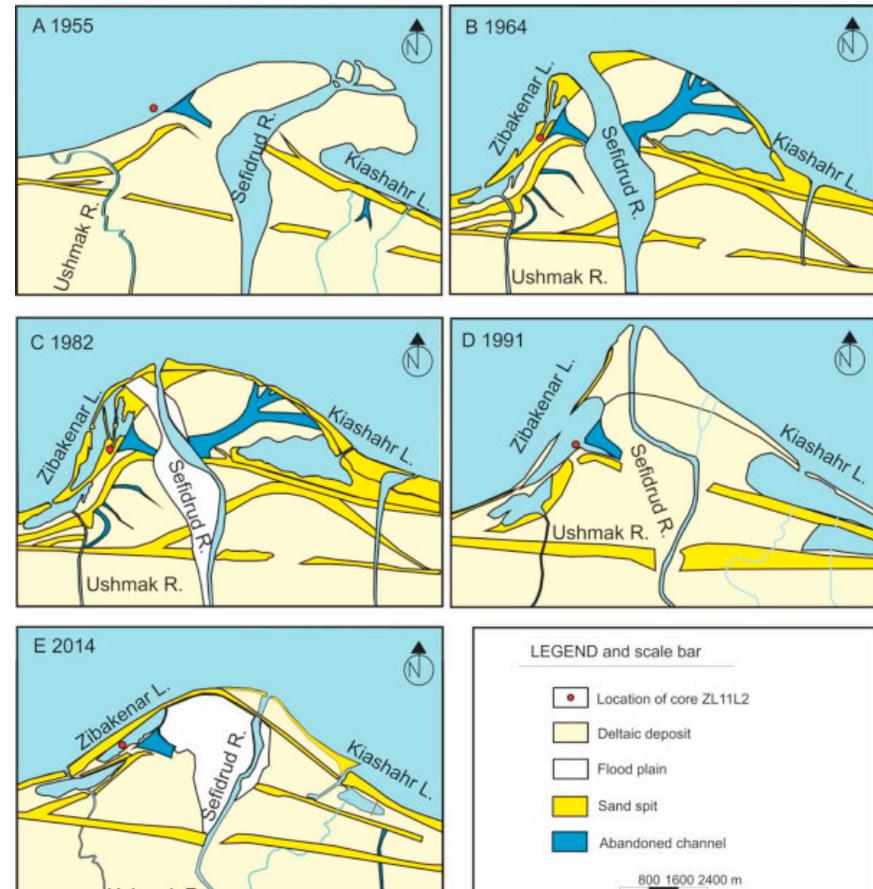
Las lagunas costeras son zonas de transición entre la tierra y el mar: son masas de agua interior poco profundas, separadas del océano por una barrera, conectadas al océano por una o más ensenadas restringidas que permanecen abiertas al menos de forma intermitente

La mayoría de las lagunas costeras se formaron como resultado de la *transgresión marina del Cuaternario Tardío*, que comenzó hace aproximadamente 18,000 años y terminó hace unos 3,000 años, cuando el nivel medio del mar alcanzó valores cercanos a los de la actualidad

La formación de las islas de barrera ocurre gracias a la interacción de los sedimentos fluviales (transportados en gran cantidad en el período del deshielo en latitudes medias y altas) con los procesos de erosión | depositación regidos por la dinámica costera (vientos, corrientes y olas)

Los procesos de erosión | depositación continúan actuando y, una vez formadas, las lagunas se modifican debido a dichos procesos

Algunas de las lagunas costeras conocidas en tiempos pasados se han azolvado por la acumulación de sedimentos lavados y depósitos orgánicos (por ejemplo, el delta de Sefidrud en el mar Caspio ⇨).





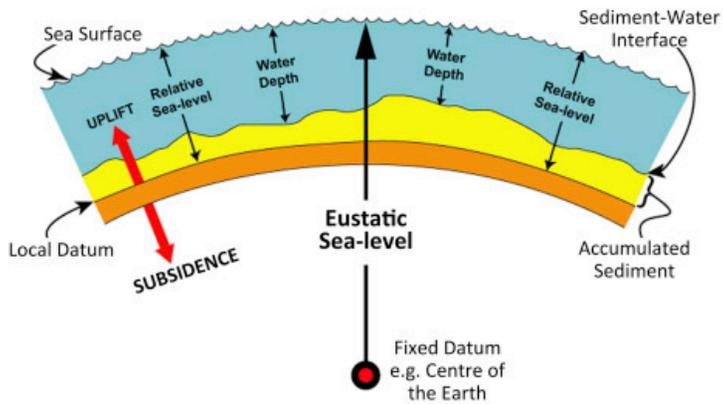
En otros lugares, la erosión marina ha actuado sobre la barrera reduciendo las antiguas lagunas a bahías marinas

<https://www.intechopen.com/books/morphodynamic-model-for-predicting-beach-changes-based-on-bagnold-s-concept-and-its-applications/formation-of-sand-spit-and-bay-barrier>

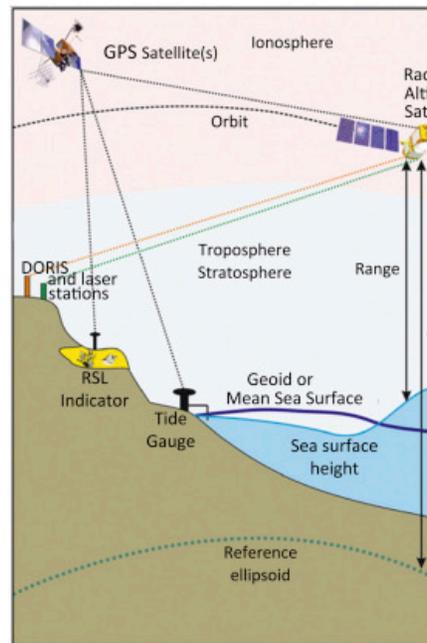
Las lagunas costeras tienen un carácter "naturalmente" transitorio (en tiempos variables) y están sometidas a una rápida evolución geomorfológica. Las principales *fuerzas* responsables de esta evolución son las tasas de sedimentación | erosión y el aumento relativo del **nivel del mar**

NOTA: el nivel del mar *real* depende del efecto combinado del eustatismo (aumento del nivel medio del mar) y el hundimiento (descenso de la cuenca)





(A)



(B)

- (A) Definición del nivel del mar *eustático* y nivel del mar relativo
- (B) Diferentes tipos de técnicas de observación del nivel del mar: altímetro satelital, mareógrafos e indicadores del *paleonivel* del mar. Los mareógrafos modernos están equipados con una estación GPS que registra los movimientos terrestres



Las lagunas costeras presentan una gran variedad de dimensiones, desde 10,000 m<sup>2</sup> hasta 10,000 km<sup>2</sup> (Lagoa dos Patos, Brasil). La más grande del mar Mediterráneo es la laguna de Venecia (600 km<sup>2</sup>) mientras que, en el golfo de México, la laguna de Términos tiene 2,000 km<sup>2</sup>

Las lagunas también muestran una amplia gama de *condiciones ecológicas*

Las lagunas costeras se pueden clasificar de diferentes formas:



- a) salinidad media (agua dulce, oligo-meso-, poli-, eu-halina, hipersalina)
- b) régimen de mareas (no, micro- meso- macromamareal)
- c) tipo geomórfico, es decir, relacionado con el intercambio de agua con el mar (libre o restringido)



### SERIES TALÁSICAS

>300 ‰	hiperhalina
60 a 80 ‰	metahalina
40 ‰	mixoeuhalina
30 ‰	polihalina
18 ‰	mesohalina
5 ‰	oligohalina
0,5 ‰	dulceacuícola

Las lagunas costeras se consideran '*sistemas de aguas de transición*', término que fue introducido por la Unión Europea (Directiva Marco Europea del Agua 2000/60/EC) para incluir todo tipo de aguas que no son *ni* dulces *ni* marinas (salobres, hiperhalinas, etc.) incluyendo:

- Rías
- Fiordos
- Estuarios
- Lagunas costeras



**Rías:** accidentes geomorfológicos que designan una de las formas que puede tomar el valle fluvial en torno a la desembocadura de un río, cuando un valle costero queda sumergido bajo el mar por la elevación del nivel de agua

**Fiordos:** estrechas entradas costeras de mar formadas por la inundación de un valle excavado o parcialmente tallado por acción de glaciares. El agua al congelarse crea fracturas, formando un valle sumergido que presenta forma de U aunque la parte inferior no es visible, ya que está bajo el nivel del mar

**Estuarios:** áreas costeras donde el agua dulce que fluye de los ríos y corrientes de agua se mezcla con el agua salada del océano, bahías, lagunas y canales. Esta combinación crea un ecosistema diferente y único, donde viven y se desarrollan gran cantidad de especies diferentes (peces, reptiles, pájaros y mamíferos como el manatí).

**Lagunas costeras:** cuerpos de agua poco profundos que están separados de las aguas marinas por una barrera, bien sea una isla barrera, un cordón litoral, un banco de arena de origen marino, un arrecife coralino o algún accidente similar.



Las lagunas son ecosistemas que se encuentran entre los entornos más productivos y valiosos de la biosfera. Brindan a la sociedad actual no solo valiosos *servicios ecosistémicos*, sino que muy a menudo presentan un alto valor patrimonial cultural



**SE** Son los procesos y funciones de los ecosistemas que proveen *beneficios a la sociedad*, mismos que resultan indispensables para favorecer la calidad de vida de las personas. La estructura y el funcionamiento de los ecosistemas determinan la provisión de los *bienes y servicios*. Existen diferentes marcos conceptuales que clasifican a los servicios ecosistémicos

### Servicios Ecosistémicos (SE)

Los procesos y funciones de los ecosistemas que proveen beneficios a la sociedad y servicios son indispensables para favorecer la calidad de vida de las personas. Así es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas y de esta depende la provisión de los bienes y servicios. Existen diferentes marcos conceptuales que clasifican a los servicios ecosistémicos.

Se enlistan algunos de ellos:

• **Evaluación de los Ecosistemas del Milenio:** Es la primera plataforma internacional a escala global del estado de los ecosistemas y su capacidad de ofrecer servicios. Clasifica en 4 a los diferentes bienes y servicios de los ecosistemas.

• **(2013) Clasificación Internacional Común de los SE:** Se desarrolla a partir del año 2013 la Agencia Europea del Medio Ambiente para revisar el Sistema de Contabilidad Ambiental y Económica que dirige la División de Estadística de las Naciones Unidas.

• **(2010) La Economía de los Ecosistemas y la Biodiversidad** es una iniciativa global, ante por los ministros del medio ambiente del G8, más otros 5 países.

• **(2012) La Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y los Servicios de los Ecosistemas**, es una iniciativa establecida por los gobiernos de

	CECS (2014)	TEEB (2010)	IPBES (2012)
Objetivo	—	Habitat o Soporte	Biodiversidad y ecosistemas (Depende del contexto). Contribuciones de la naturaleza a la gente (CNG)
Provisión	Provisión	Provisión	Materiales (CNG)
Regulación	Regulación y mantenimiento	Regulación	Regulación (CNG)
Categorías	Culturales	Culturales	No materiales (CNG)

• **El marco conceptual MEA (2005)** es el más comúnmente utilizado a nivel mundial. En él que nos basaremos para la identificación y representación de los principales servicios ecosistémicos de los ecosistemas prioritarios de la zona costera de la península de Yucatán. En el marco de este proyecto, estos ecosistemas están representados en una forma de siete guías: esta guía introductoria, una guía que apunta a los ecosistemas de selva inundable, tasital y selva baja caducifolia y cinco guías más, una para cada uno de los siguientes ecosistemas: arrecifes de coral, praderas de pastos marinos y manglar.

### Servicios de Soporte

Los servicios de soporte son aquellos que mantienen los procesos ecológicos para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos. Sus impactos sobre las personas a menudo son indirectos o a muy largo plazo.

**O<sub>2</sub>**  
El oxígeno

**Ciclo del agua**

**Ciclo de nutrientes**  
(Cuando se habla de flujo de nutrientes se considera un servicio de regulación debido a que su impacto es a corto plazo mientras que el ciclo de nutrientes es a largo plazo)

**Sustrato del suelo**

**Conservación de la diversidad genética**

**Calidad de hábitat para las especies**

### Ecosistemas costeros

**Deseables**

**Perturbados**

Selva baja caducifolia

Tasital

Selva baja inundable

Manglar

Dunas costeras

Praderas de pastos marinos

Arrecifes de coral

### Servicios de Provisión

Son los beneficios tangibles, renovables o no renovables, obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización, ya sea de manera directa o previo procesamiento. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.

**Alimentos**

**Recursos forestales y materias primas**

**Combustibles**

**Recursos medicinales**

**Agua dulce**

**Recursos genéticos**

**Recursos ornamentales**

### Servicios Ecosistémicos en riesgo

A nivel mundial existe una degradación de ecosistemas terrestres y marinos, los cuales afectan directamente el bienestar de 3,200 millones de personas, siendo los principales causas: pérdida o degradación de hábitat, sobreexplotación de especies, especies invasoras, enfermedades y el cambio climático, trayendo como consecuencia la pérdida de servicios ecosistémicos.

Debido a los problemas ambientales que padecen el país, como la deforestación, la degradación de suelos y la introducción de especies invasoras, algunos de los servicios ecosistémicos más importantes se han visto afectados, entre ellos podemos encontrar: la captación y suministro de agua, la conservación de la biodiversidad y del acervo genético, la pérdida de especies con importancia comercial o ecológica, la captura y almacenamiento de carbono, la pérdida de la fertilidad de suelos, la regulación del clima y la protección ante fenómenos meteorológicos extremos entre otros.

Si los procesos de degradación ambiental continúan, los ecosistemas perderán la capacidad de proveer de servicios ambientales, lo que afectará el buen funcionamiento de los ecosistemas y de los ciclos naturales, generando efectos en cascada que impactarán enormemente en nuestra vida, por ejemplo, con la pérdida de cobertura vegetal, disminuye la captación de agua y se provoca pérdidas y empobrecimiento de suelos, con los efectos económicos en la agricultura que ello conlleva.

Los usuarios de los servicios ecosistémicos no siempre estamos conscientes de que nuestras actividades necesitan de las funciones de los ecosistemas, y por lo tanto, no valoramos a estos servicios, ni llevamos a cabo acciones para su protección o restauración.

Es por ello, que se han elaborado una serie de trípticos como guías para identificar los principales servicios ecosistémicos de la zona costera de la península de Yucatán y con ello poner a disposición de estudiantes y público en general información condensada y accesible sobre esta temática.

A continuación se presentan las guías que forman la serie de los servicios ecosistémicos de la zona costera de la península de Yucatán.



### Servicios de Regulación

Son aquellos que mantienen las funciones naturales de los ecosistemas, estos mejoran o hacen posible las condiciones del ambiente para nuestra vida. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.

**Regulación de los flujos de agua**

**Moderación de peligros naturales**

**Control biológico de plagas**

**Polinización**

**Purificación del agua y tratamiento de desechos**

**Secuestro y almacenamiento de carbono**

**Regulación del clima y calidad del aire**

**Prevención de la erosión y conservación de la fertilidad del suelo**

## Guía de Servicios Ecosistémicos de la zona costera de la península de Yucatán

Maribel Badillo Alzamán  
Pedro Javier Robles Toral  
Gabriela Méndez González  
Claudia Verónica Durruyt Lagunes  
Manuel Valenzuela Jiménez

Luis Higinia Salinas Peña  
Daniel Arzoo Camariza  
Claudia Yendi Hernández  
Xavier Chiappa Carrara  
Alfredo Gallardo Torres



### Servicios Culturales

Son valores o beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas a través del disfrute personal, espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas. Estos beneficios intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Su impacto sobre las personas ocurre de manera directa.

**Diversidad cultural**

**Turismo**

**Valor educativo**

**Actividades de recreo y salud mental y física**

**Experiencia espiritual y sentimiento de pertenencia**

**Apreciación estética e inspiración para la cultura, el arte y el diseño**

## ● Servicios de Soporte

Son aquellos que mantienen los procesos ecológicos para la producción de todos los otros servicios ecosistémicos. Sus impactos sobre las personas a menudo son indirectos y ocurren a muy largo plazo.



## ● Servicios de Provisión

Son los beneficios tangibles, renovables o no renovables, obtenidos de la naturaleza para su consumo o utilización, ya sea de manera directa o previo procesamiento. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.



## ● Servicios de Regulación

Son aquellos que mantienen las funciones naturales de los ecosistemas, estos mejoran o hacen posible las condiciones del ambiente para nuestra vida. Su impacto sobre las personas es directo a corto plazo.



## ● Servicios Culturales

Son valores o beneficios intangibles que se obtienen de los ecosistemas a través del enriquecimiento personal, espiritual, desarrollo cognitivo, reflexión, recreación y experiencias estéticas. Estos beneficios intervienen en la forma en que interactuamos con nuestro entorno y con las demás personas. Su impacto sobre las personas ocurre de manera directa.



Algunos de los marcos conceptuales para clasificar a los servicios ecosistémicos



REVIEW

## What is environmental stress? Insights from fish living in a variable environment

Patricia M. Schulte\*

### ABSTRACT

Although the term environmental stress is used across multiple fields in biology, the inherent ambiguity associated with its definition has caused confusion when attempting to understand organismal responses to environmental change. Here I provide a brief summary of existing definitions of the term stress, and the related concepts of homeostasis and allostasis, and attempt to unify them to develop a general framework for understanding how organisms respond to environmental stressors. I suggest that viewing stressors as environmental changes that cause reductions in performance or

complication when thinking about the evolution of environmental stressors stems simply from the difficulty of defining what is meant by the word 'stress'. Is there a dividing line between a normal homeostatic response to an environmental change and a stress response, and if so, how can we define that line?

Unfortunately, it is not always an easy task to do. Ever since Han (1950) first introduced the concept of stress as 'the response of the body to any demand', there have been

Por lo general, se considera que los factores ambientales estresantes pertenecen a una de cuatro clases distintas: 1) eventos cataclísmicos, 2) eventos estresantes de largo plazo, 3) eventos estresantes de corto plazo y factores que ponen en riesgo la homeostasis (Schulte 2014). Los cataclismos comprenden catástrofes repentinas que afectan a muchas personas al mismo tiempo.

Debido a su naturaleza de transición, las lagunas costeras se consideran sistemas naturalmente sometidos a estrés que experimentan frecuentes alteraciones y fluctuaciones ambientales

- Las lagunas se ven afectadas por la pérdida y modificación del hábitat, la alteración física, la contaminación orgánica, química y biológica y la sobreexplotación de especies y otros recursos abióticos. La vulnerabilidad de los ecosistemas de lagunas frente a factores antropogénicos como la urbanización y la industrialización está bien documentada. Además, como ecosistemas de ecotono abiertos y conectados tanto con agua dulce como marina, las lagunas se encuentran entre los ecosistemas acuáticos más expuestos a los cambios climáticos del presente y del futuro



## REVIEW

# What is environmental stress? Insights from fish living in a variable environment

Patricia M. Schulte\*

### ABSTRACT

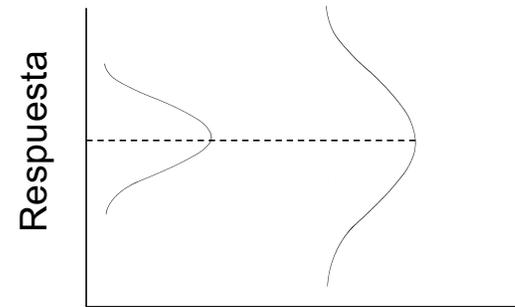
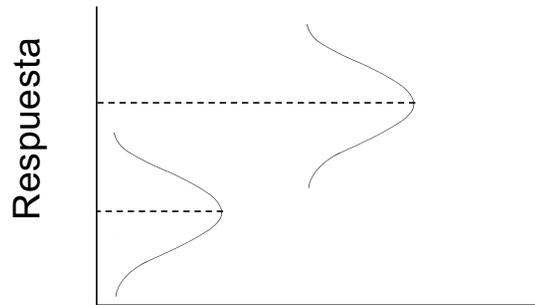
Although the term environmental stress is used across multiple fields in biology, the inherent ambiguity associated with its definition has caused confusion when attempting to understand organismal responses to environmental change. Here I provide a brief summary of existing definitions of the term stress, and the related concepts of homeostasis and allostasis, and attempt to unify them to develop a general framework for understanding how organisms respond to environmental stressors. I suggest that viewing stressors as environmental changes that cause reductions in performance or

complication when thinking about the evolution of environmental stressors stems simply from the difficulty of defining what is meant by the word 'stress'. Is there a dividing line between a normal homeostatic response to an environmental change and a stress response, and if so, how can we draw a dividing line between them?

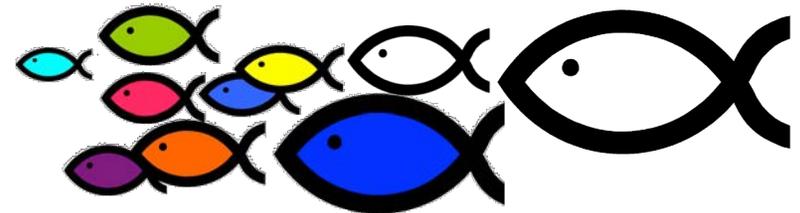
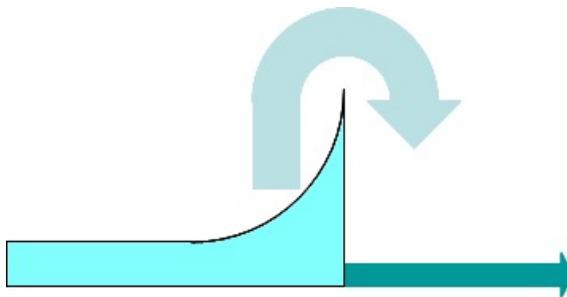
Unfortunately, it is not always an easy task to determine what is meant when we use the word 'stress'. Ever since Hans Selye (1950) first introduced the concept of stress as 'the response of the body to any demand', there have been

Por lo general, se considera que los factores ambientales estresantes pertenecen a una de cuatro clases distintas: 1) eventos cataclísmicos, 2) eventos estresantes de largo plazo, 3) eventos estresantes de corto plazo y 4) factores que ponen en riesgo *la homeostasis* (Schulte 2014). Los cataclismos comprenden catástrofes repentinas que afectan a muchas personas | grande extensiones al mismo tiempo.

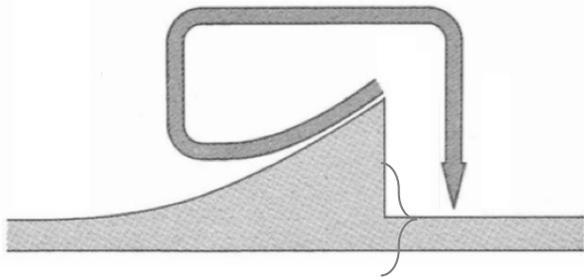
Debido a su naturaleza de transición, las lagunas costeras se consideran sistemas naturalmente sometidos a estrés que experimentan alteraciones y fluctuaciones ambientales frecuentes



La **homeostasis** involucra el conjunto de mecanismos de retroalimentación mediante los cuales un sistema mantiene su equilibrio dinámico. El **stress** describe las respuestas de un organismo (o sistema) a condiciones adversas del ambiente que trastornan los estados normales afectando el equilibrio.

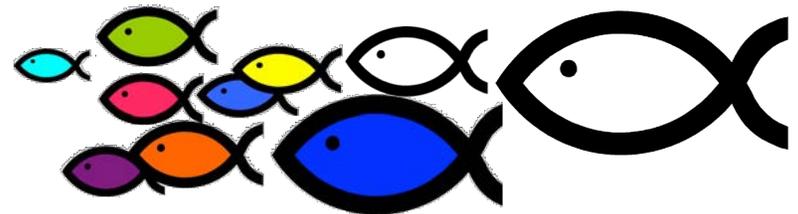


El monitoreo es un componente crítico para entender las pérdidas de *resiliencia ecológica* y el incremento en la *capacidad adaptativa* de los ecosistemas

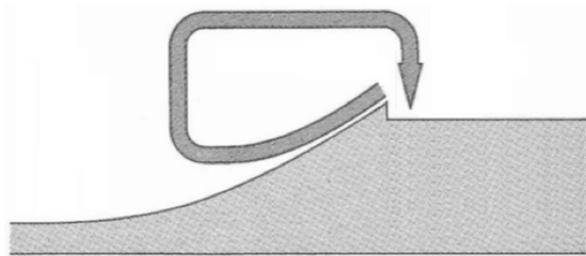


**Resiliencia**<sup>1</sup>: la magnitud del disturbio que un sistema puede soportar antes de que cambie el conjunto de procesos que controlan la estabilidad de un sistema

<sup>1</sup> Capacidad de los materiales para absorber la energía elástica impuesta por una fuerza de deformación y cederla cuando cesa la aplicación de la carga.

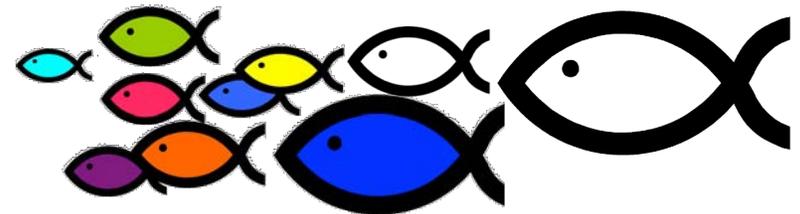


El monitoreo es un componente crítico para entender las pérdidas de *resiliencia ecológica* y el incremento en la *capacidad adaptativa* de los ecosistemas

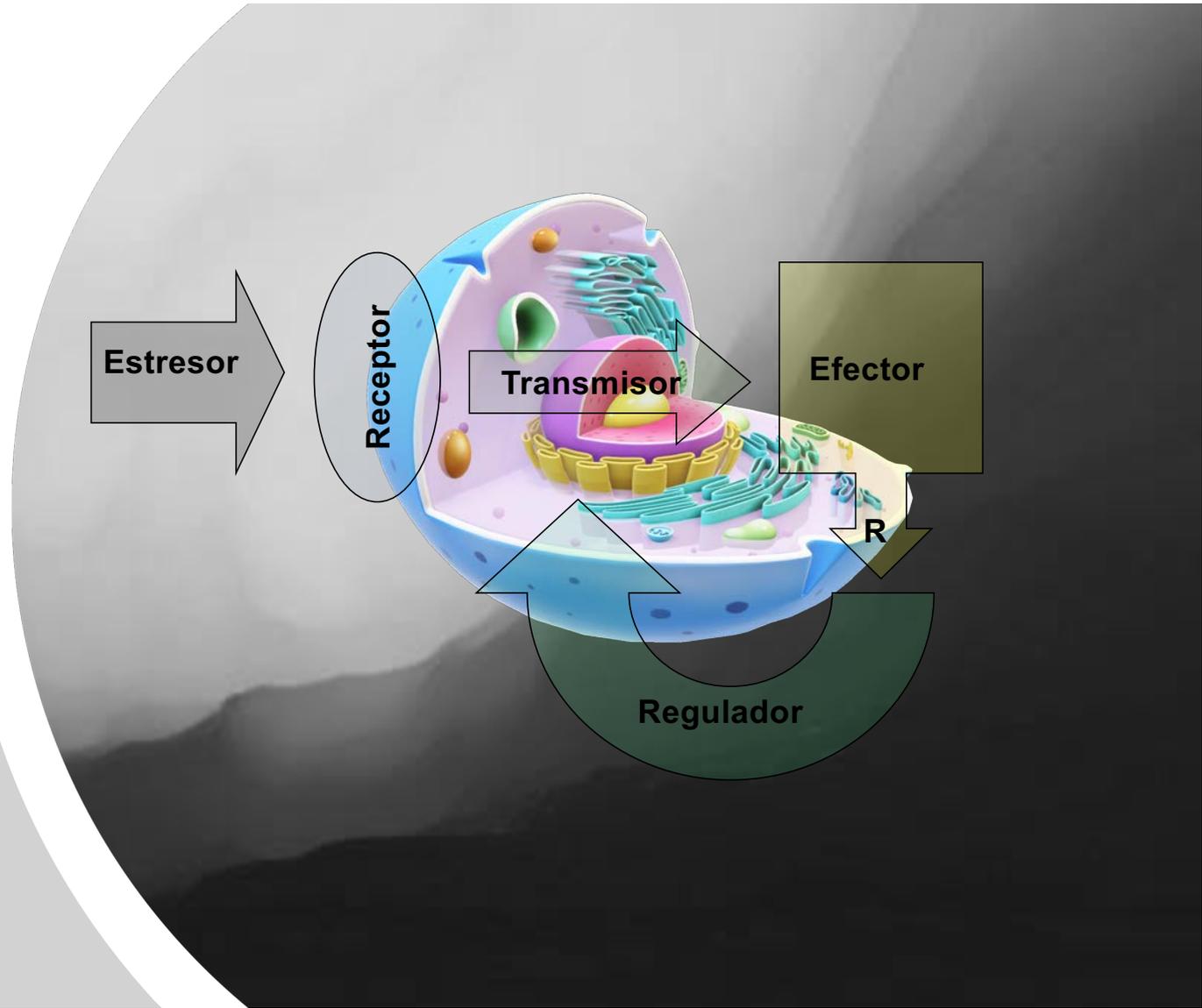
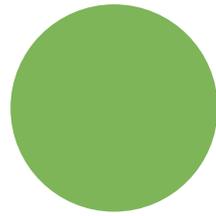


**Adaptación:** es la capacidad de cambio de la estructura y función de un sistema para reconstituir la homeostasis<sup>2</sup>

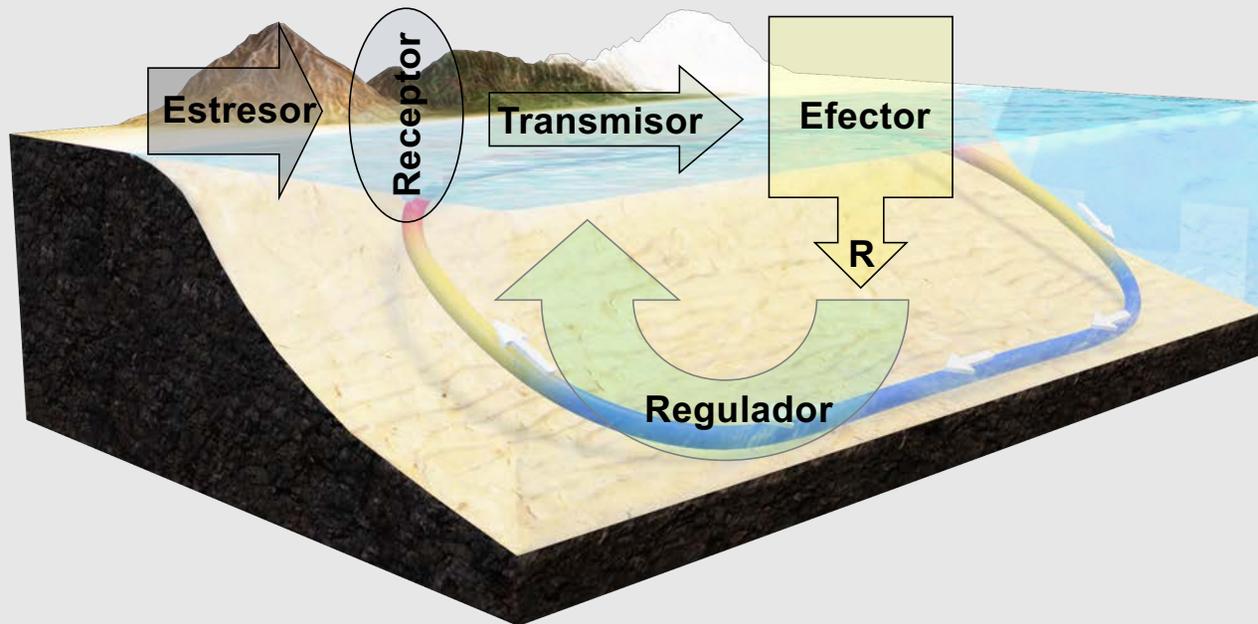
<sup>2</sup> del griego ὅμοιος (hómoios): 'igual' o 'similar' y στάσις (stásis): 'estado'



Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada, están involucrados varios procesos de *regulación*



Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada están involucrados varios procesos de *regulación*





Para que un sistema pueda mantener una condición interna estable (homeostasis) en forma adecuada están involucrados varios procesos de *regulación*



- Las lagunas costeras de México

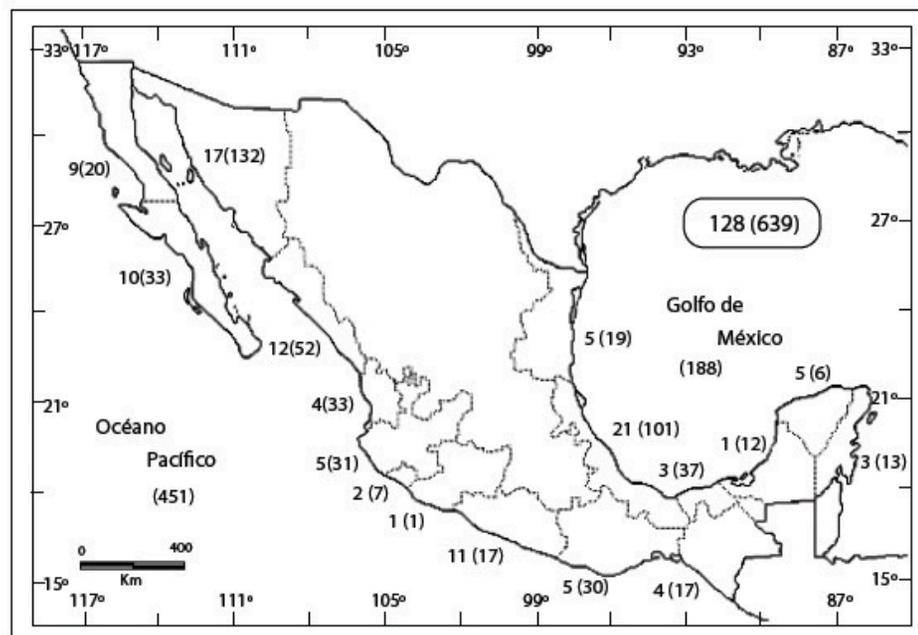
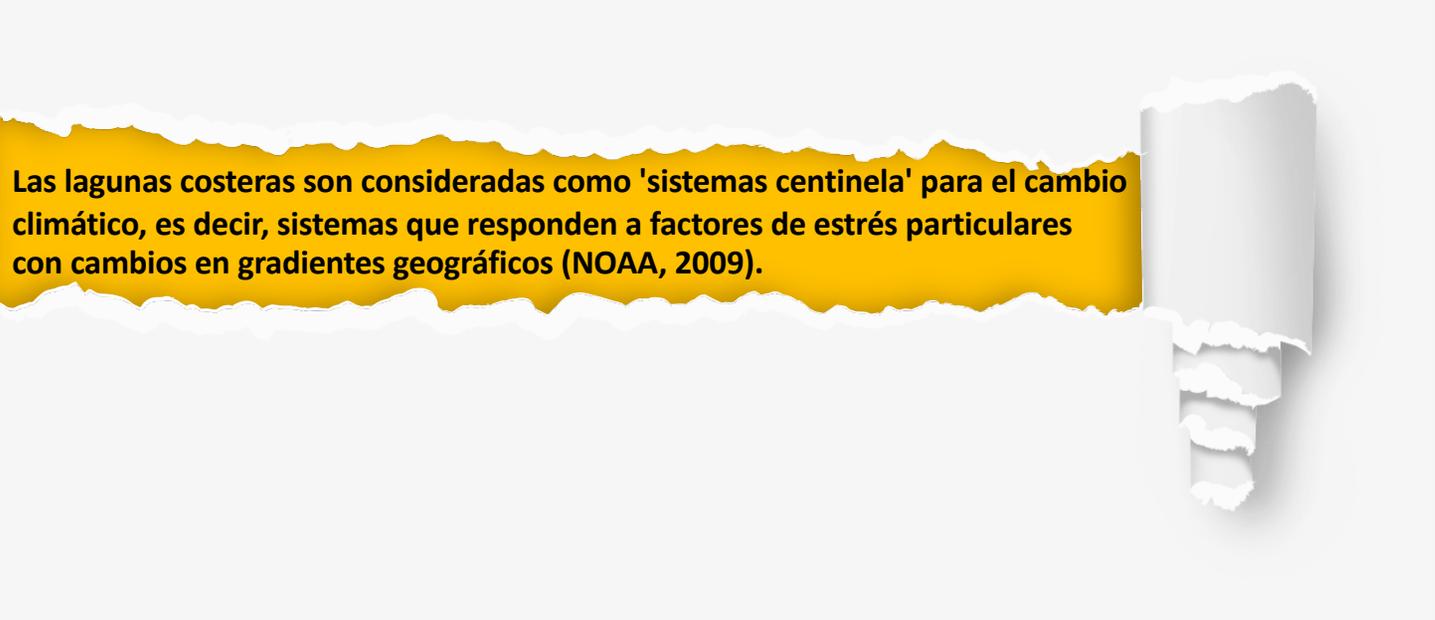


Figura 4. Número de lagunas costeras por vertiente según Castañeda y Contreras (2003).

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0188-46112013000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112013000200004)



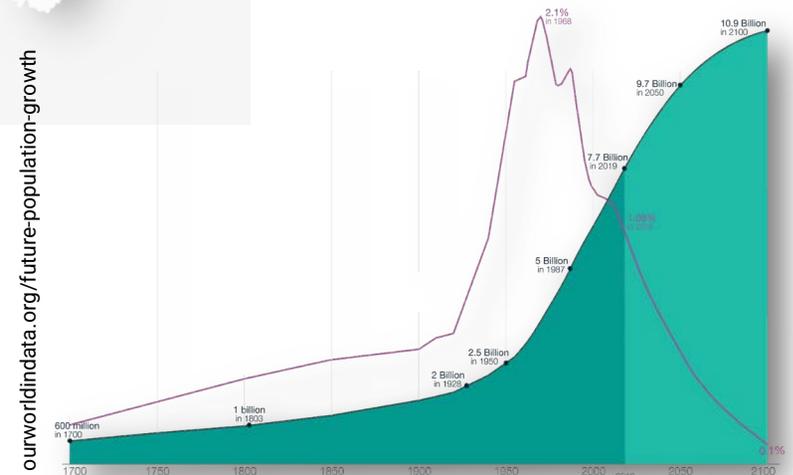
Las lagunas costeras son consideradas como 'sistemas centinela' para el cambio climático, es decir, sistemas que responden a factores de estrés particulares con cambios en gradientes geográficos (NOAA, 2009).

El *cambio climático* tendrá varios efectos en los ecosistemas de las lagunas, incluidos cambios en la temperatura del agua, los flujos de entradas de agua dulce y sus patrones temporales, y las entradas de agua de mar, afectando la distribución y abundancia de especies, la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas.

Se esperan cambios adicionales en los ecosistemas de transición y lagunas como resultado de la adaptación a los cambios climáticos que afectan las condiciones ambientales críticas, como la temperatura, el oxígeno disuelto, la salinidad, las concentraciones de elementos y la hidrología.

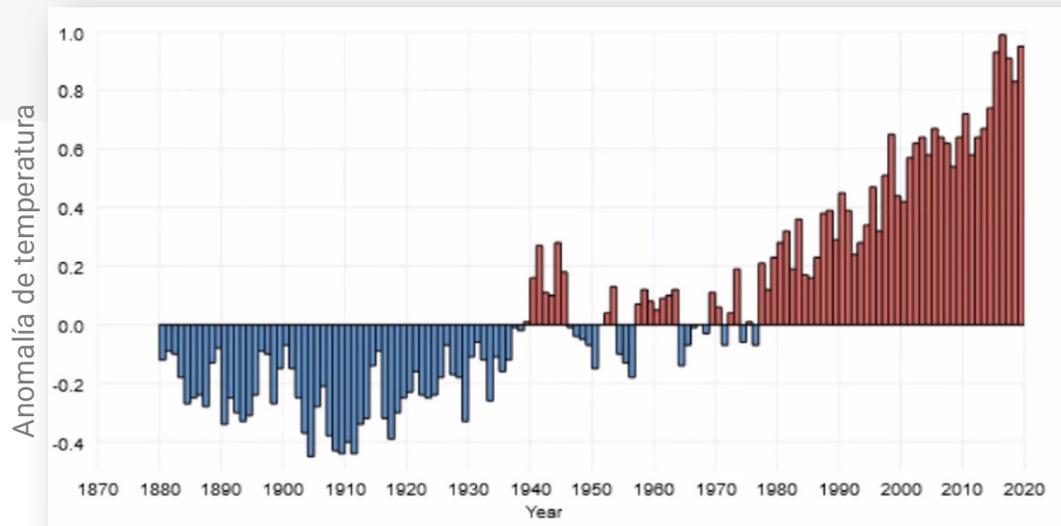
## ... los retos

- En 2050, los seres humanos enfrentarán el desafío de alimentar y brindar otros satisfactores a unos **nueve mil millones** de personas
- La **Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible** es un compromiso global para acabar con la pobreza y el hambre y asegurar que el progreso económico, social y tecnológico se produzca en armonía con la naturaleza, a través de la gestión sostenible de los recursos naturales

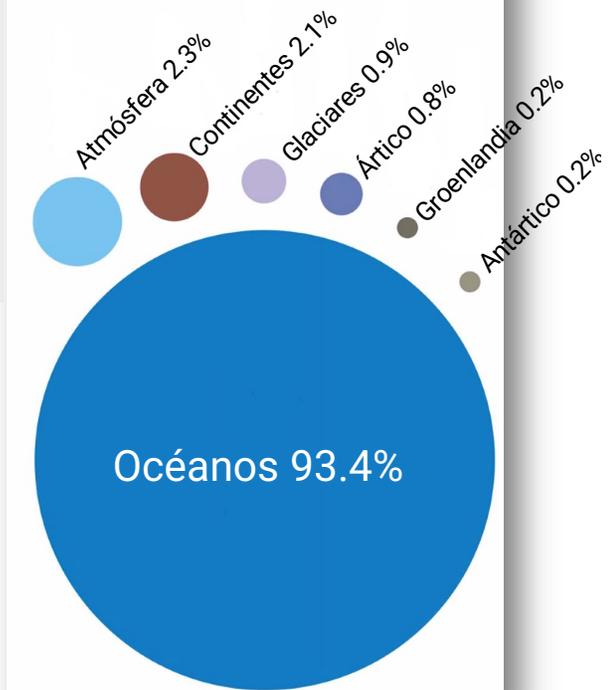


## ... los retos

El desafío es, además, brindar los satisfactores básicos a la población en un mundo *cambiante*



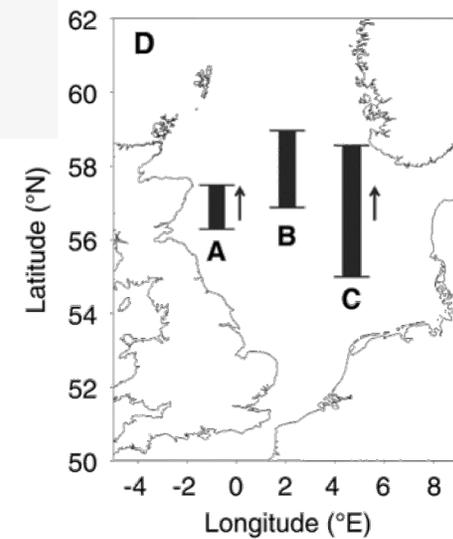
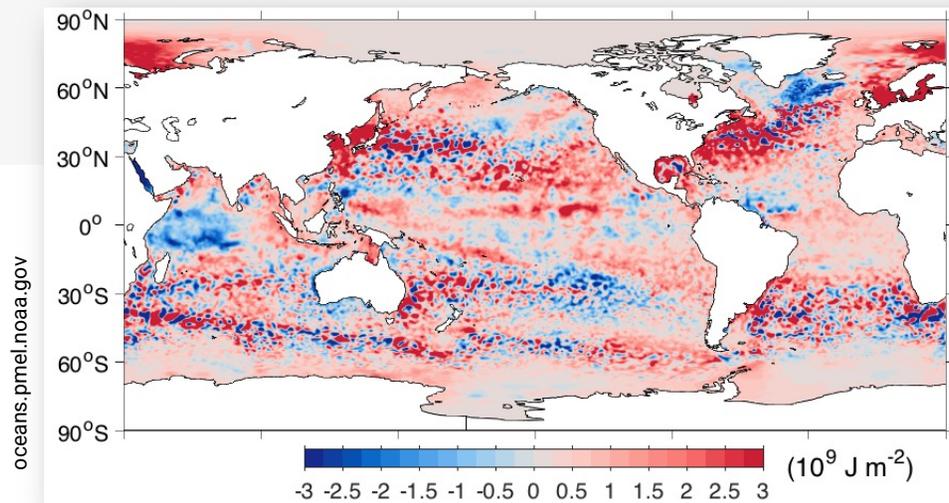
¿A dónde va el calentamiento global?



skepticalscience.com

## ... los retos

El efecto medible de los cambios se nota en la magnitud de la energía térmica del océano. O sea... **cambios en la temperatura**, su distribución y la distribución de muchas especies



Perry et al. 2005 DOI: 10.1126/science.1111322

... los retos



© University of Arizona

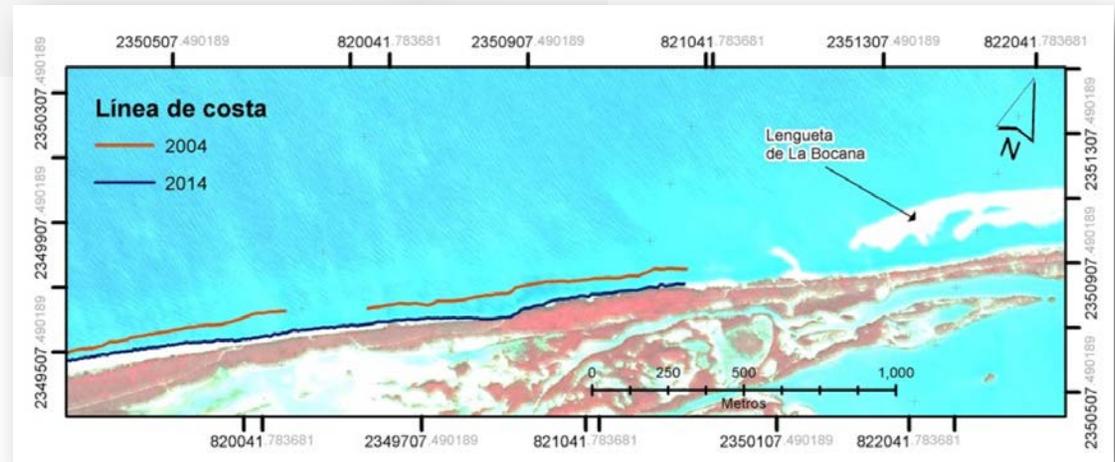
El incremento en el nivel del mar se ha monitorizado desde comienzos del Siglo XX. El ascenso total registrado de 1900 a 2016 fue de 16-21 cm

A partir de 1993 **el fenómeno se ha acelerado** hasta alcanzar una tasa de 2.6 mm a 2.9 mm  $\pm$  0.4 mm por año

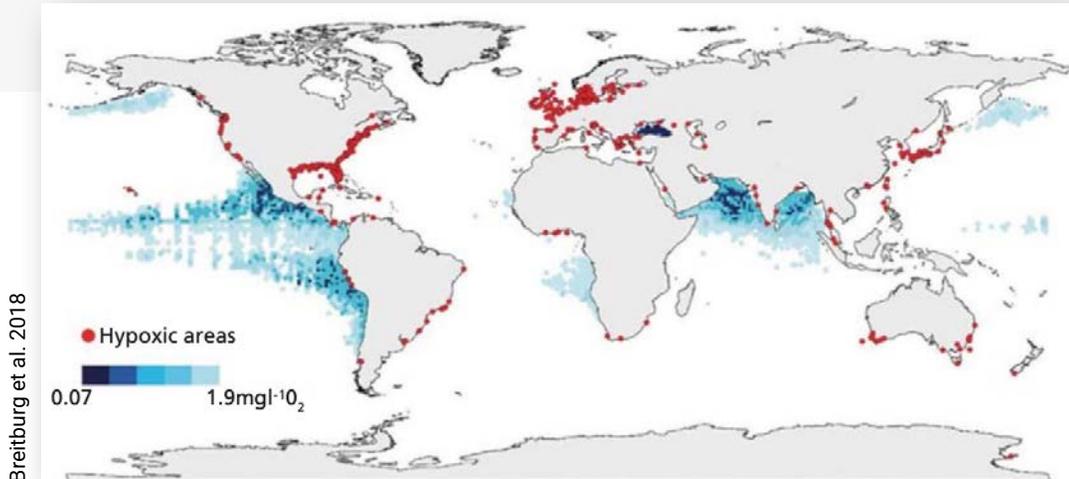
## ... los retos

Los cambios (**erosión / acreción**) de la línea de costa son uno de los principales problemas costeros, ya que tiene dimensiones ecológicas, económicas y sociales que llegan a ser incalculables

lanrec.mx

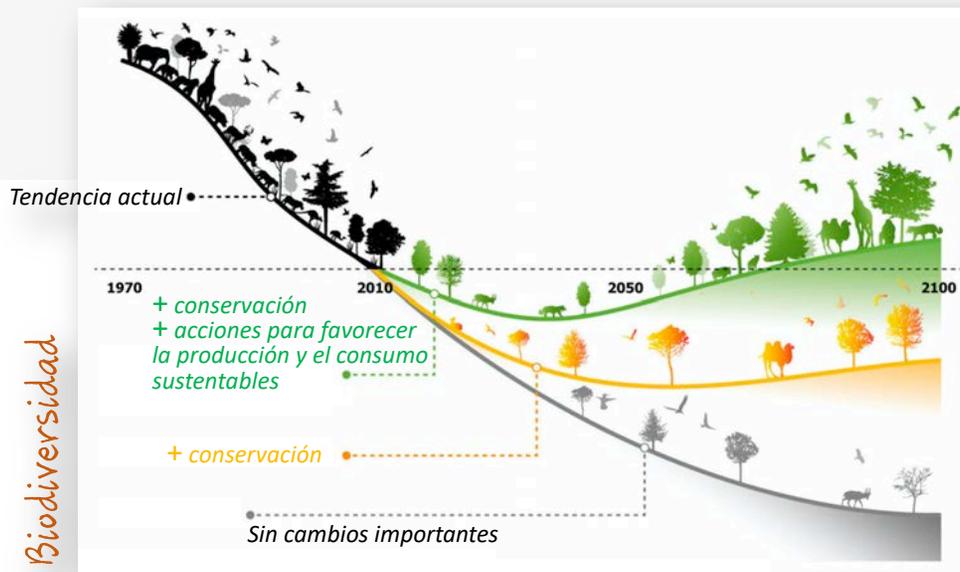


## ... los retos



- Nutrientes de origen antropogénico han causado disminuciones de  $\text{O}_2$  a  $<2 \text{ mg L}$  (**puntos rojos**)
- Las zonas de mínimo de oxígeno del océano a 300 m de profundidad (**regiones sombreadas en azul**) se han extendido

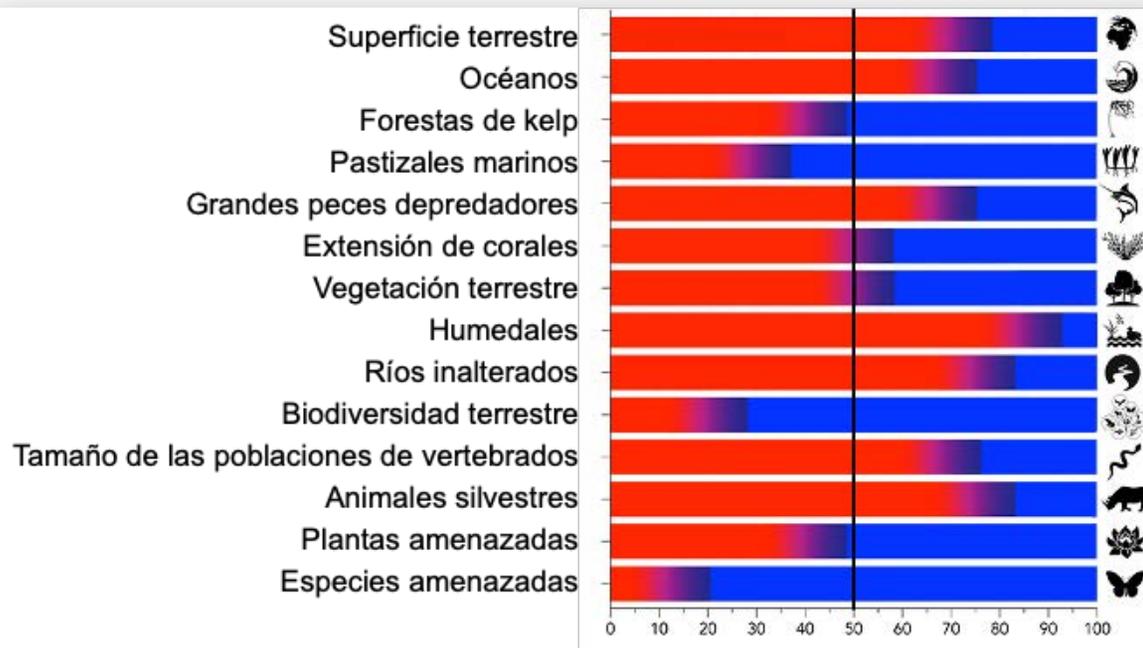
## ... los retos



La tendencia actual de la **pérdida de la biodiversidad** en ambientes terrestres es, por decir lo menos, alarmante...

<https://phys.org/news/2020-09-biodiversity-loss.html>

## ... los retos



La escala de las amenazas a la biosfera y todas sus formas de vida, incluida la humanidad, es tan grande que es difícil de comprender incluso para los expertos

Bradshaw *et al.* 2021  
*Front. Conserv. Sci.*  
[doi.org/10.3389/fcosc.2020.615419](https://doi.org/10.3389/fcosc.2020.615419)

Al ser más confinadas que otras aguas de transición, las lagunas son particularmente sensibles a estas presiones cambiantes, principalmente en las zonas de transición más reactivas, que se encuentran en las interfaces terrestre-acuático, agua dulce-marina, sedimento-columna de agua, aguas de laguna - atmósfera.

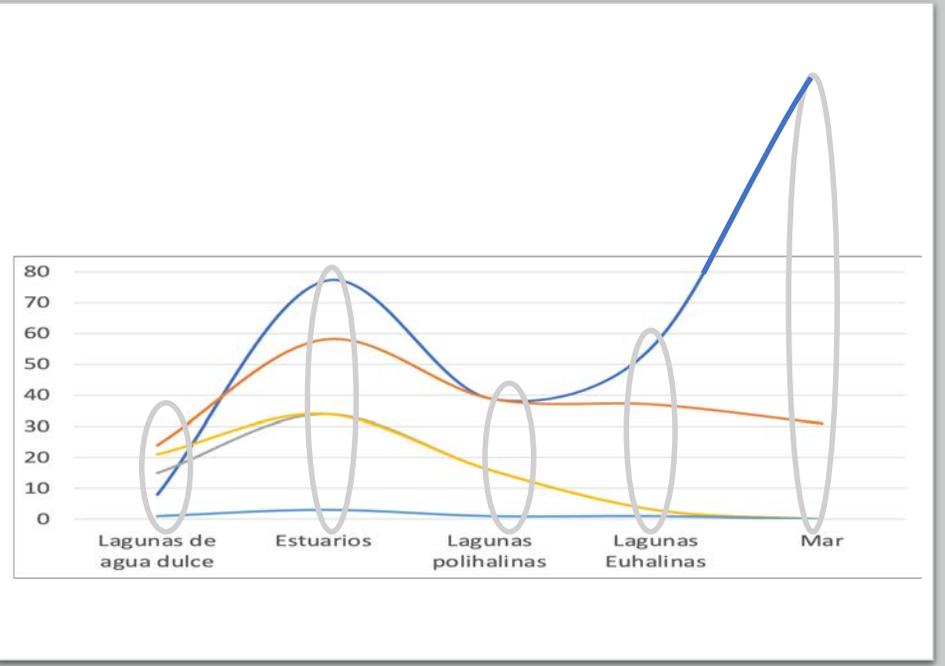
**Pérez-Ruzafa et al. (2011) señalan que la composición de especies en las lagunas costeras es resultado del equilibrio en las capacidades competitivas de los organismos. Por lo tanto, las características de las historias de vida de cada grupo juegan un papel importante para definir los grupos de especies presentes en un lugar determinado.**

Palabra clave:  
**TRANSICIÓN**

Un ecotono es una transición entre dos más comunidades distintas como, por ejemplo, entre bosques y praderas o entre una comunidad marina de fondo blando y otra de fondo duro. Es una zona de unión o cinturón de tensión que podrá tener una extensión lineal considerable, pero es más *angosto*, en todo caso que las áreas de las comunidades adyacentes mismas.



La comunidad ecotonal suele contener muchos de los organismos de cada una de comunidades que se entrecortan y, además, organismos que son característicos del ecotono y que a menudo están confinados en él. Con frecuencia, tanto el número de especies como la densidad de población de alguna de ellas son mayores en el ecotono que en las comunidades que lo bordean. La tendencia hacia una diversidad y una densidad aumentada en las uniones de comunidades se designa como el *efecto del borde*.



Tasas de crecimiento poblacional instantáneo ↑ ( $r_{\max}$ )  
Fecundidad por talla ↑ (F)  
Coeficientes de crecimiento corporal ↑ (k)  
Mortalidad natural ↑ (m)  
Nivel trófico ↓  
Edad temprana de primera madurez sexual ↓  
Tiempo generacional ↓ y esperanza de vida ↓  
Resiliencia ↑  
Consumo de alimento ↑  
Rendimiento por recluta ↓

Tasas de crecimiento poblacional instantáneo ↓ ( $r_{\max}$ )  
Fecundidad por talla ↓ (F)  
Coeficientes de crecimiento corporal ↓ (k)  
Mortalidad natural ↓ (m)  
Nivel trófico bajo ↑  
Edad de primera madurez sexual ↑  
Tiempo generacional ↑ y esperanza de vida ↑  
Resiliencia ↓  
Consumo de alimento ↓  
Bajo rendimiento por recluta ↑

---

Lagunas de agua dulce

Estuarios

Lagunas polihalinas

Lagunas euhalinas

Mar

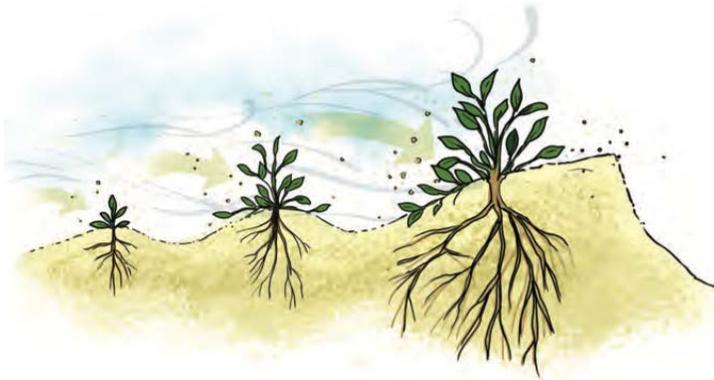


- 
- Las **dunas** son ecosistemas costeros que, en ocasiones, bordean las lagunas costeras. En los litorales de México hay unas 800 mil hectáreas distribuidas en el litoral de 17 estados.
  - Sin embargo, a pesar de su extensión y presencia en todos los estados costeros, estos ecosistemas han sido poco estudiados y valorados en México. Prueba de ello es que cerca del 50% de las dunas costeras han sido **transformadas** para uso agropecuario o urbano.
  - En el caso particular de la península de Yucatán, más de la mitad de la extensión territorial de las dunas costeras ha sido destruida para la construcción de infraestructura turística, portuaria y urbana. Ciertas actividades económicas que se llevan a cabo en las zonas costeras requieren de la remoción de la vegetación de las dunas (actividades acuícolas, extracción de sal, cultivos de palmas de cocos).
  - La presencia de basureros clandestinos también amenaza a los ecosistemas de duna costera de la península de Yucatán ya que impiden la consolidación de la duna, la fragmentan y aceleran su erosión.



- Las **dunas costeras** son formaciones o montículos de arena, conchas o restos de arrecifes de coral que son moldeados por el viento y la vegetación, formando una barrera que impide que la arena se disperse. Estos montículos de arena ayudan a atenuar los efectos de las tormentas y la marea. Si estas barreras protectoras faltan, el viento y las fuertes olas golpean directamente la costa, llevándose la arena y produciendo daños en la infraestructura presente.

- La fauna predominante de las dunas costeras, son los insectos como abejas, avispas y hormigas, escarabajos, moscas y también las arañas. Entre los vertebrados hay sapos, ranas, tortugas y garzas en la zona baja y húmeda de las dunas, mientras que en las partes altas y secas vuelan halcones, zopilotes y águilas buscando alimento. También hay mamíferos como ratones, conejos, zorros, ardillas, mapaches y tlacuaches.
- Entre las especies vegetales más comunes en estos ecosistemas se encuentran:



*Ipomoea pes-caprae*



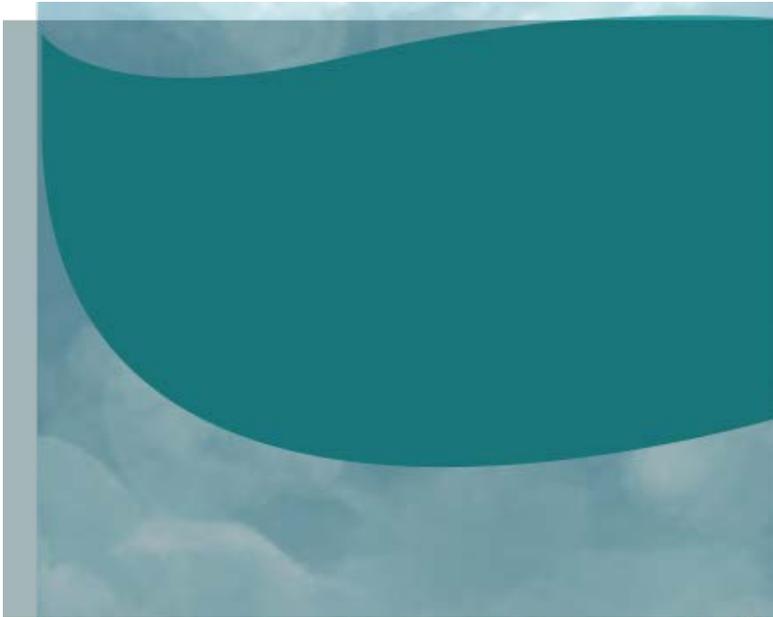
*Scaevola plumieri*



*Canavalia rosea*



*Tournefortia gnaphalodes*



Disponible en [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

**Revista Mexicana de Biodiversidad**

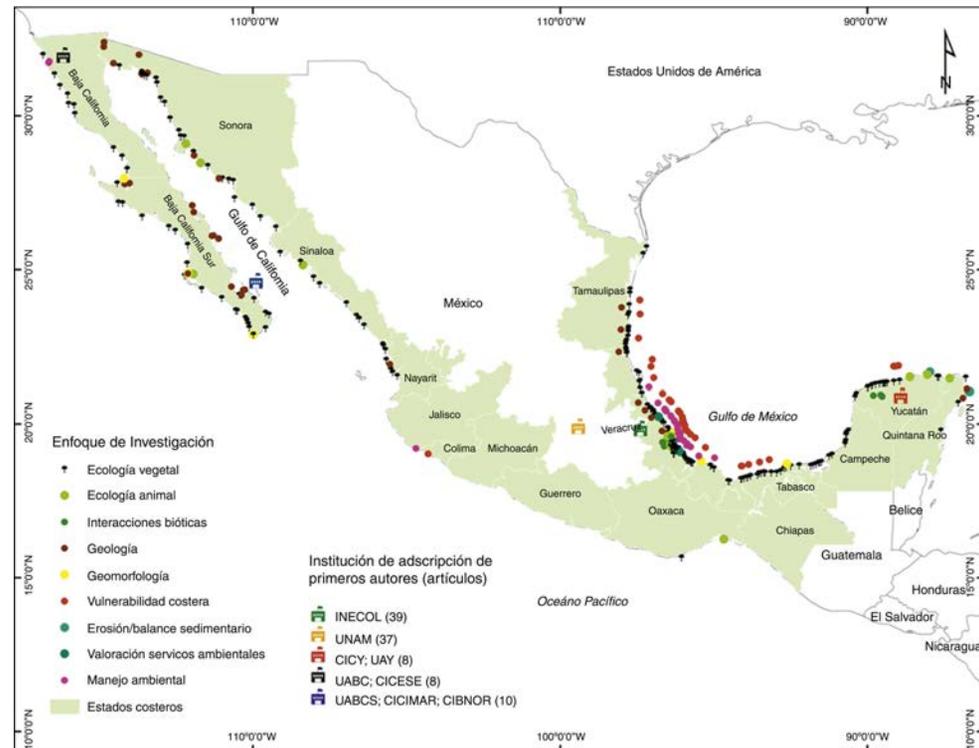
Revista Mexicana de Biodiversidad 86 (2015) 486–507



[www.ib.unam.mx/revista/](http://www.ib.unam.mx/revista/)

Artículo de revisión

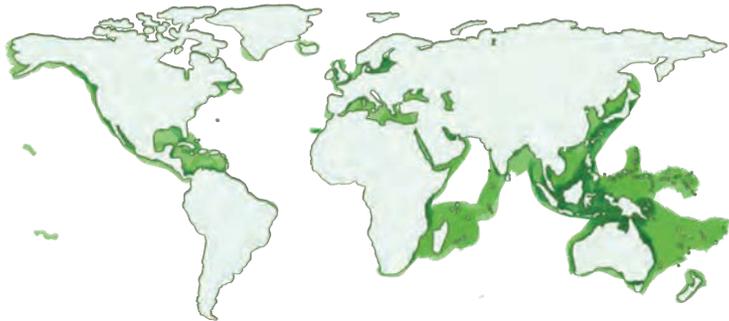
## La investigación científica sobre dunas costeras de México: origen, evolución y retos



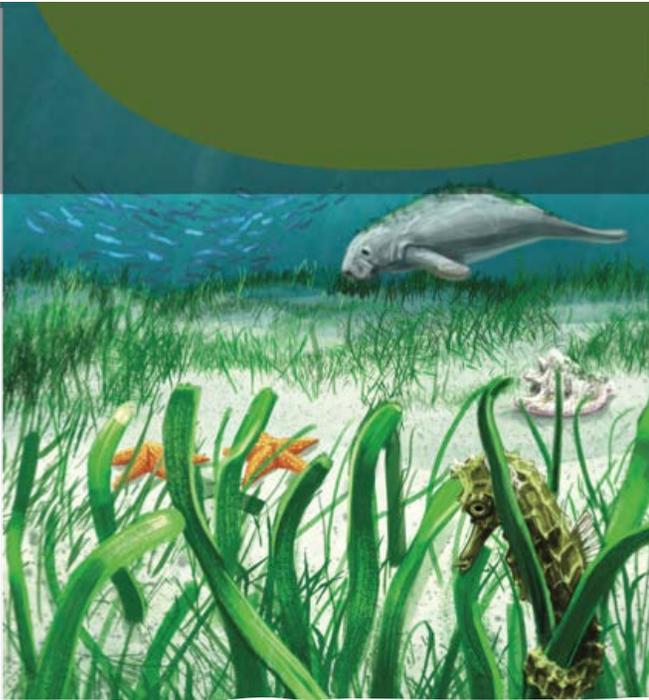
DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rmb.2015.04.022>



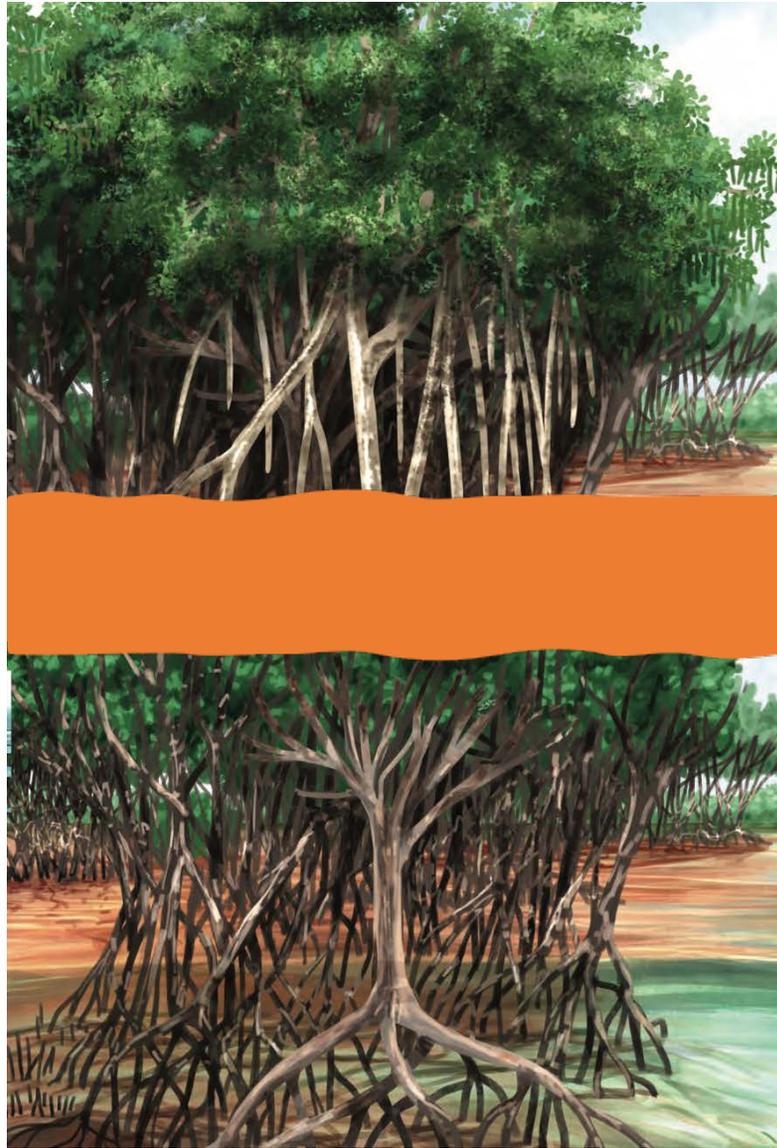
- 
- Los **pastos marinos** son ecosistemas que brindan alimento y refugio a diversas especies marinas de importancia ecológica y comercial, entre ellas tortugas, peces, pulpos, caracoles, etc.
  - Es poca la importancia que se les ha dado a estos ecosistemas marino-costeros y por ello presentan un alto riesgo de deterioro.



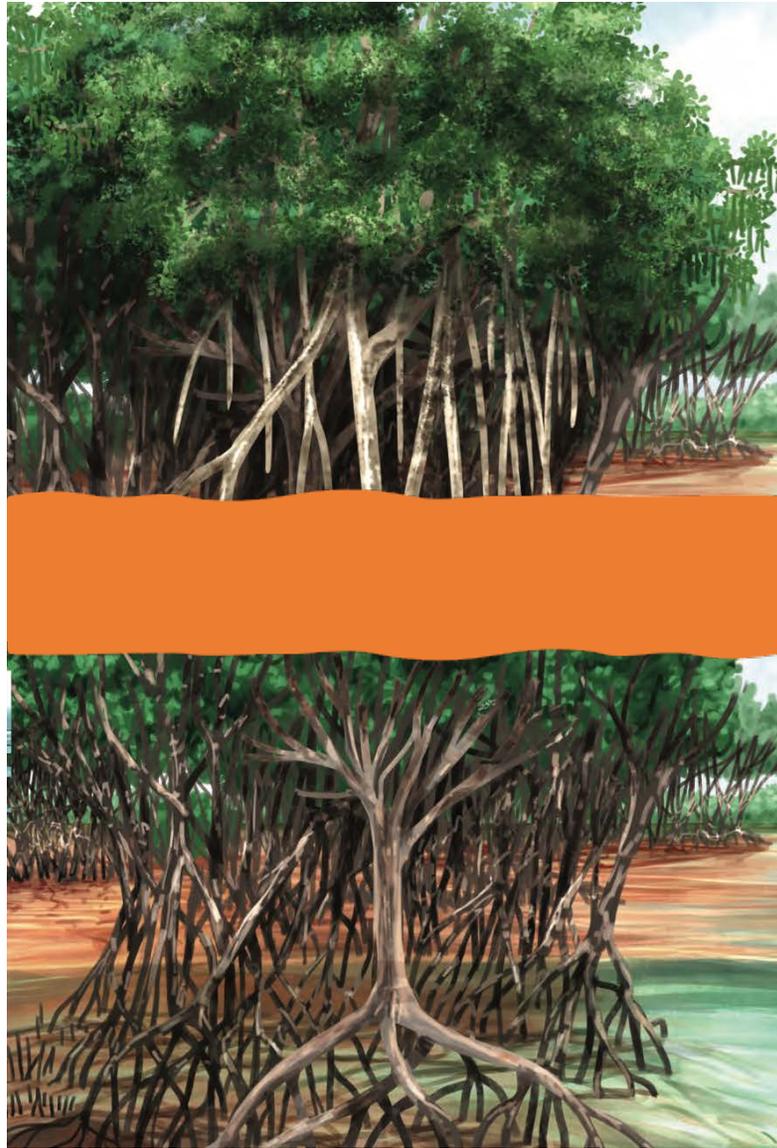
- 
- Los **pastos marinos** son el único grupo de plantas con flores y frutos que viven en el mar. Forman extensas praderas en aguas someras (< 10 m) de la plataforma continental, de marismas, estuarios y lagunas costeras.
  - La distribución y cobertura de los pastos marinos está determinada por la salinidad, la temperatura, la incidencia de luz, el tipo de sedimento, el oleaje, la cantidad de materia orgánica disuelta y la fuerza del viento.
  - En México hay 10 especies de pastos marinos, una de ellas endémica. En la península de Yucatán se han registrado 6 especies de pastos marinos



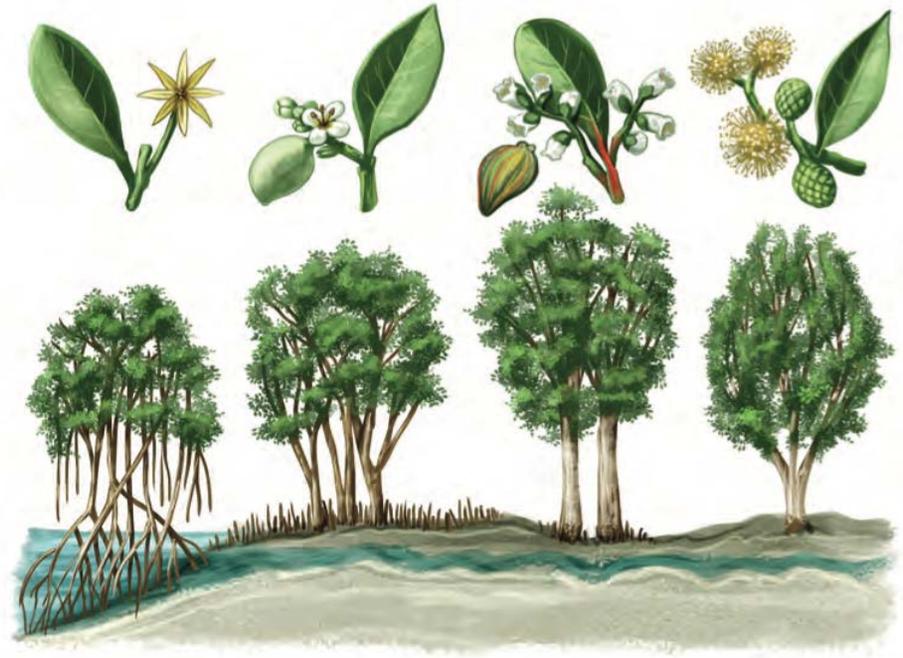
- 
- Aunque este tipo de plantas no son el alimento predilecto de muchos animales debido a su constitución fibrosa, son el alimento principal para algunas especies clave como el manatí (*Trichechus manatus*), el cual ramonea en las praderas de pastos marinos del Golfo de México y Caribe. El ganso de collar (*Branta bernicla*) que viaja miles de kilómetros desde Alaska hasta Laguna de San Ignacio en Baja California Sur, se alimenta de los pastos, además de buscar en ellos refugio. La tortuga verde (*Chelonia mydas*), también se alimenta principalmente de pastos (*Zostera marina*).



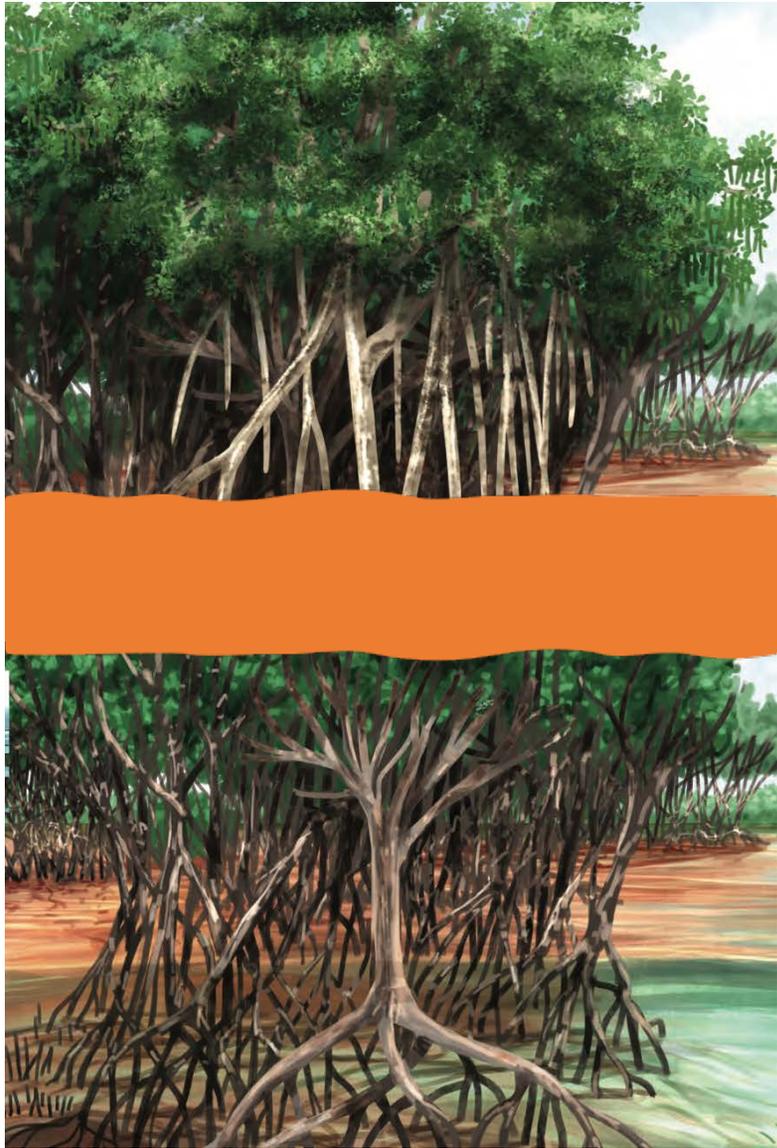
- Los manglares son un tipo de bosque formado por distintas especies vegetales llamadas mangles. Se desarrollan en planicies costeras alrededor de esteros, lagunas costeras, deltas y afloramientos de agua dulce. Por ello están adaptados a zonas con grandes variaciones de salinidad, zonas inundadas y zonas anóxicas.
- A nivel mundial México ocupa el 4to lugar en extensión de manglar, a nivel nacional la península de Yucatán (PY), es el primer lugar. en cobertura de manglar.



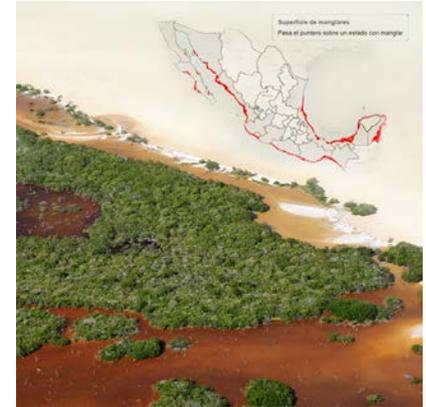
- Su distribución a nivel mundial está determinada por la temperatura, se presentan en la zona tropical y subtropical (25° latitud norte y 25° latitud sur).
- En México hay 7 especies; 4 de ellas están presentes en la región sureste del país

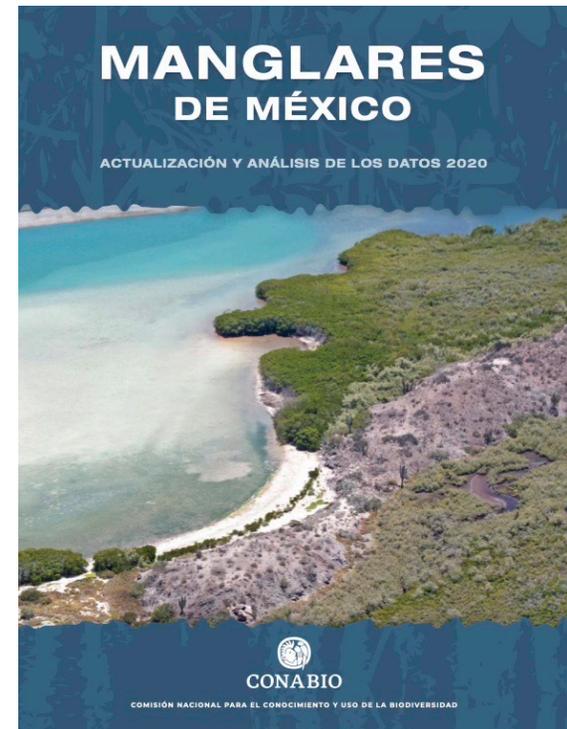
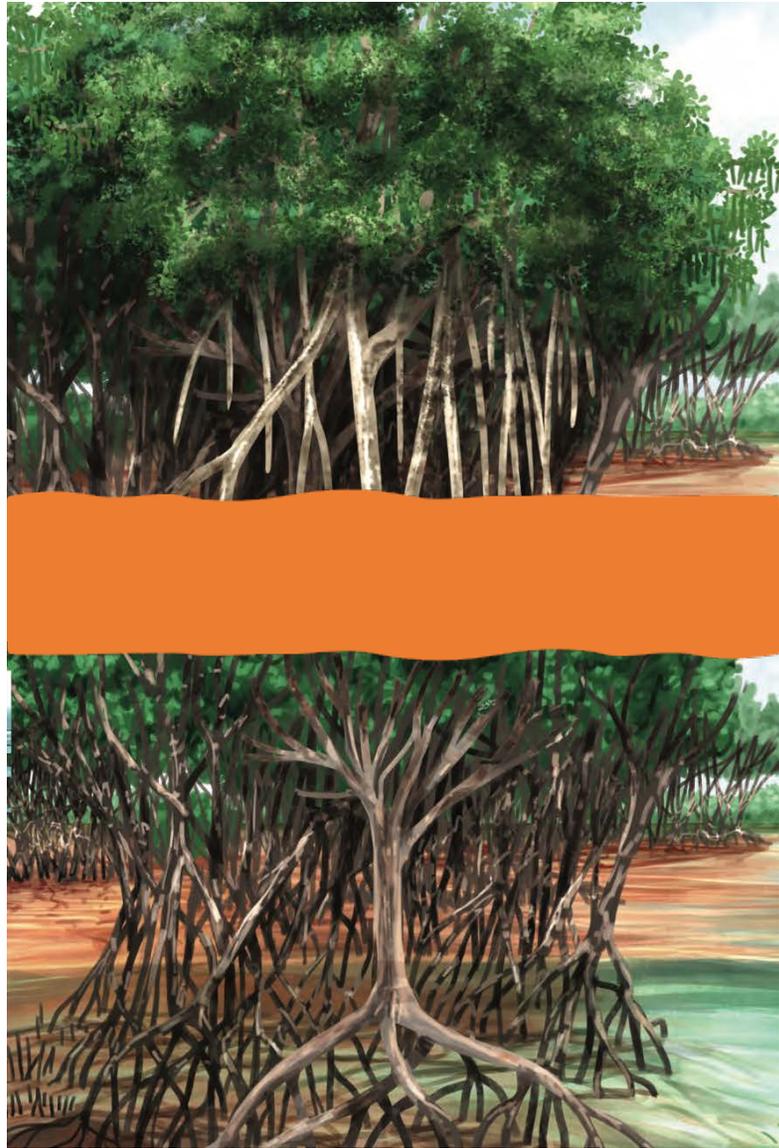


*Rizophora mangle*   *Avicennia germinans*   *Laguncularia racemosa*   *Conocarpus erectus*



- A nivel mundial México ocupa el 4to lugar en extensión de manglar, a nivel nacional la península de Yucatán (PY), es el primer lugar en cobertura de manglar.





<https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/15638.pdf>