

La fragilidad de los guardianes costeros

The fragility of the coastal guardians

Jaime Fernando Castillo Mendoza



Nota de Divulgación Científica
Scientific Dissemination Note

Resumen

Los manglares son ecosistemas vitales, frágiles y altamente sensibles a las variaciones ambientales de su entorno. Sus adaptaciones únicas, como la germinación de semillas antes de caer del árbol, la presencia de raíces especializadas y un metabolismo especial, les permiten sobrevivir en condiciones adversas. No obstante, su lento crecimiento y la presión constante para mantener su equilibrio interno en condiciones extremas, los hacen vulnerables a amenazas como la tala, los incendios, el azolvamiento, la alteración de la salinidad del agua del estuario y otros impactos negativos derivados de la actividad humana. A pesar de estos desafíos, los manglares siguen desempeñando un papel crucial en la protección de la zona costera.

Palabras claves: Manglares, tala, ecosistemas frágiles, servicios ecosistémicos, incendios.

Abstract

Mangroves are vital ecosystems, fragile and highly sensitive to environmental variations in their surroundings. Their unique adaptations, such as the germination of seeds before falling from the tree, the presence of specialized roots and a special metabolism, allow them to survive in adverse conditions. However, their slow growth and constant pressure to maintain their internal equilibrium under extreme conditions make them vulnerable to threats such as logging, fire, siltation, altered salinity of estuarine water and other negative impacts from human activity. Despite these challenges, mangroves continue to play a crucial role in protecting the coastal zone.

Keywords: Mangroves, felling, fragile ecosystems, ecosystem services, fires.

Presentado: 29 de abril de 2024

Aceptado: 26 de agosto de 2024

Universidad de El Salvador

cm17023@ues.edu.sv

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-4579-0789>



¿Te has preguntado alguna vez cómo sería un superhéroe en la vida real? Todos imaginamos a personajes altos y fuertes con habilidades extraordinarias. Sin embargo, ¿qué pensarías si te dijera que los superhéroes realmente existen en nuestro entorno? Probablemente no relacionarías esta idea con un bosque. A pesar de filtrarse desapercibidos para muchos, por ejemplo, los bosques de manglar son auténticos superhéroes que desempeñan un papel fundamental al proporcionar una inmensa cantidad de beneficios y servicios tanto a la humanidad como a otros seres vivos.

Estamos hablando de los bosques de manglar, también conocidos como bosques salados, ecosistemas formados por árboles con adaptaciones asombrosas que les permiten sobrevivir en condiciones desfavorables y extremas; a las cuales no cualquier tipo de planta logran adaptarse para lidiar con la alta salinidad e inundaciones periódicas. Estos fascinantes ecosistemas, al igual que lo haría un superhéroe, nos protegen de los peligros de la madre naturaleza en las zonas costeras, al reducir los efectos de vientos fuertes, huracanes, oleajes, marejadas e incluso combaten el cambio climático al fijar CO₂ de la atmósfera, entre otros servicios ecosistémicos (Figura 1) (Díaz Gaxiola, 2011).

Un dato curioso que quizás no conocías es que algunas de las semillas de los árboles de manglar germinan antes de caer de los árboles y esto se conoce como semillas vivíparas o propágulos (Figura 2) Desde el momento de su germinación, los propágulos de mangle deben superar varios obstáculos para convertirse en árboles. En primer lugar, deben caer en la posición correcta para poder anclarse en el sustrato fangoso. Si no logran una inserción adecuada, la siguiente marea podría llevarlos mar adentro. Incluso si logran anclarse correctamente, su supervivencia no está garantizada ya que existen especies de herbívoros, como los cangrejos, que podrían alimentarse de ellos e impedir su desarrollo (Moreno-Casasola & Infante Mata, 2016).

Figura 1

Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques de manglar.



Nota. Los servicios ecosistémicos que brindan los bosques de manglar. Infografía de elaboración propia.

Los manglares viven en zonas permanentemente inundadas y poco oxigenadas, para ello, han desarrollado neumatóforos (Figura 3), unas raicillas que emergen del suelo, originándose de una raíz principal y facilitan el intercambio gaseoso de la planta en suelos inundados. Esto se puede observar en especies como *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*.

Otra de las grandes adversidades con las que deben vivir los árboles de manglar son los suelos inestables, ya que pasan seis horas sumergidos en el agua del estero, para ello los árboles de

Figura 2

Propágulo o plantulita de mangle colorado.



Nota. Las plantulitas al caer del árbol madre, ya tienen desarrollada parte de su raíz para anclarse al sustrato. Fotografía: Olga Tejada 2024.

mangle *Rhizophora mangle*, han desarrollado grandes sistemas de raíces llamadas “zancudas” y técnicamente hablando, raíces fúlcreas, que brotan desde la base del tallo y se extienden hasta el suelo (Figura 4). Su función principal es proporcionar soporte a la planta en sustratos fangosos e inestables. Además, estas raíces cuentan con pequeños poros, conocidos como lenticelas, que al igual que, los neumatóforos, facilitan el intercambio gaseoso (Moreno-Casasola & Infante Mata, 2016).

Figura 3

Neumatóforos de Laguncularia racemosa colorado.



Nota. Se observan neumatóforos sobresaliendo para facilitar el intercambio gaseoso en suelos anegados. Fotografía: Olga Tejada 2024.

Figura 4

Raíces “zancudas” de R. mangle.



Nota. La fotografía muestra raíces prominentes que le dan estabilidad a *R. mangle*. Fotografía: Olga Tejada 2024.

La salinidad del sustrato y del agua dulce que llega desde los ríos es crucial para el desarrollo de los manglares, pero paradójicamente también puede tener efectos adversos cuando excede ciertos valores óptimos. Los manglares prosperan mejor en un rango de salinidad que va desde 10 partes por mil (ppt) o 1% hasta 30 ppt o 3%. Por debajo de este rango, es decir, cuando el agua en el sustrato es demasiado dulce, las plantas oportunistas tienden a ocupar estos sustratos y al crecer desplazan a los manglares, mientras que, por encima de este rango, tanto el factor osmótico como el iónico pueden causar efectos negativos en las plantas. El factor osmótico está vinculado al potencial hídrico del agua del suelo: cuanto más bajo sea este valor, más difícil será para la planta absorber agua. Por otro lado, el factor iónico se refiere a la acumulación de iones tóxicos como cloro (Cl^-), sodio (Na^+) y nitrato (NO_3^-) en los tejidos vegetales. Esta acumulación puede interferir con la absorción de otros nutrientes esenciales y dañar estructuras celulares importantes.

En conjunto, estos factores provocados por la alta salinidad pueden causar un fenómeno llamado sequía fisiológica. Este fenómeno consiste en que, incluso en ambientes con abundante agua, las plantas tienen dificultades para absorberla. Como resultado, no pueden mantener su balance hídrico

interno ni realizar procesos cruciales como la transpiración y la regulación de su temperatura. Esta condición hace que los manglares sean muy susceptibles a ataques de insectos y hongos. Además, aunque naturalmente producen sustancias químicas astringentes llamadas taninos, para protegerse de los herbívoros, la alta salinidad puede reducir su producción, dejándolos más vulnerables.

Afortunadamente, los manglares, como verdaderos héroes, pueden resistir y prosperar en los ambientes salinos gracias a adaptaciones como:

Excreción de sal y cutícula cerosa: Algunas especies de manglares, como *Avicennia germinans*, llamado “mangle negro”, tienen la capacidad de manejar la salinidad de manera efectiva a través de dos adaptaciones clave (Ramírez, 2017; Sea Grant, 2023).

1. **Excreción de sal:** estas especies pueden concentrar las sales absorbidas y excretarlas a través de glándulas salinas ubicadas en el envés o parte inferior de sus hojas. Este mecanismo permite que los manglares eliminen el exceso de sal y mantengan un equilibrio osmótico favorable.

2. **Cutícula cerosa:** en el haz (parte superior) de sus hojas, *Rhizophora mangle* posee una cutícula cerosa que reduce la pérdida involuntaria de agua por la transpiración. Esta capa cerosa actúa como una barrera protectora, ayudando a las plantas a conservar su propia humedad en condiciones salinas y secas.

Filtros salinos: algunas especies de manglares filtran las sales en las raíces, evitando que los iones tóxicos, como el sodio (Na^+) y el cloro (Cl^-), entren en la planta (San Miguel Ayanz, 2011).

Abscisión: algunas especies de manglares han desarrollado la capacidad de concentrar las sales absorbidas en sus hojas viejas, las que posteriormente se caen. Este proceso, conocido como abscisión, permite a los manglares deshacerse del exceso de sal acumulada. Al perder estas hojas cargadas de sal, las plantas pueden mantener un entorno interno más equilibrado y saludable, lo que les ayuda a prosperar en condiciones de alta salinidad (San Miguel Ayanz, 2011).

Como habrás notado, los manglares son ecosistemas fascinantes. Sin embargo, están amenazados a nivel global y su cobertura disminuye año tras año. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2023), tres cuartas partes de los manglares del mundo están amenazados, ya que el 50 % de su extensión se ha reducido en los últimos 40 años.

¿Qué hace a los bosques de manglar ecosistemas frágiles? Su fragilidad se debe a una combinación de factores ambientales y actividades antropogénicas, ya que los manglares son altamente sensibles a pequeños cambios en su entorno (Alongi, 2022). Uno de los fenómenos que más afecta es el azolvamiento de los canales del manglar, que ocurre cuando estos se llenan de sedimentos, como arena y lodo, debido principalmente por la tala del bosque. Esto bloquea el flujo de agua dulce y salada, propiciando cambios en la salinidad, aumentándola o disminuyéndola. Como ya hemos visto, en el primer caso se da el fenómeno de sequía fisiológica y en el segundo el desplazamiento del manglar por plantas oportunistas.

El estudio de Cano-Ortiz et al., (2018) presenta un caso documentado que expone los efectos combinados de la alteración de la salinidad intersticial del suelo y el azolvamiento de los canales del estuario, causado por la tala en varios bosques de manglar de México, en ellos se encontró que los bosques que presentaban salinidad intersticial baja y a la vez sus canales con azolvamiento, poseen una alta proliferación de especies oportunistas e invasoras; de modo que entre menor cantidad de especies o diversidad posea un bosque de manglar podría considerarse una buena salud ecosistémica y en el caso inverso, menor salud ecosistémica a mayor diversidad de especies.

Por si fuera poco, otro factor que contribuye a su fragilidad es el crecimiento lento de los árboles de mangle. Estos ecosistemas poseen una fisiología única que les permite sobrevivir en condiciones adversas. Al igual que todos los seres vivos, los manglares tienen un sistema de control interno, conocido como homeóstasis, que les permite mantener un ambiente interno estable

y constante. Sin embargo, debido a las extremas condiciones ambientales a las que se enfrentan, los manglares deben invertir grandes cantidades de energía para mantener su equilibrio hídrico lo que los pone en desventaja con vegetación de ambientes menos salinos, que de forma oportunista llegan a desplazarlos de sus ambientes naturales (Ocean, 2018). Después de una alteración, como la deforestación o un desastre natural, los manglares pueden tardar varios años en recuperarse ya que necesitan tiempo para adaptarse a los cambios en su entorno y para regenerar su población.

Es importante considerar que, aunque los manglares suelen estar inundados, no están exentos de ser afectados por incendios cercanos. De hecho, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN, 2017) señala que las actividades agrícolas son las que más presión ejercen sobre los manglares de El Salvador. Entre estas actividades se incluye la expansión de la frontera agrícola, donde al final de la cosecha se incendian los terrenos adyacentes al manglar, causando su deterioro. Según la Unidad Ecológica Salvadoreña (UNES, 2016), la extracción de agua de los ríos para el riego de cultivos reduce el volumen de agua dulce disponible para mantener la salinidad óptima en los manglares. Por otro lado, la contaminación del agua y el suelo por el uso de pesticidas en cultivos como la caña de azúcar también representa una amenaza significativa. Estos pesticidas suelen ser aplicados por medio de vehículos aéreos, lo que facilita su dispersión y aumenta su impacto en los ecosistemas cercanos, como los manglares.

Como podemos ver, este ecosistema es indudablemente un verdadero superhéroe. Sin embargo, se encuentra en peligro. Se han abordado los problemas más comunes, pero aún existen otras amenazas significativas. Entre ellas se incluyen los efectos del cambio climático, la contaminación, la extracción de recursos, la destrucción debido a la expansión urbana, el turismo y los desastres naturales, entre otros. Es vital que tomemos conciencia de estos desafíos para proteger nuestro valioso ecosistema. Al reconocer y

respetar el valor de estos ecosistemas, no solo preservamos su biodiversidad y belleza, sino que también aseguramos un futuro sostenible para las generaciones venideras.

“Al valorar y cuidar nuestros ecosistemas, estamos construyendo un futuro más seguro y sostenible para todos”.

Referencias

- Alongi, D. M. (2022). Climate Change and Mangroves. En S. C. Das, Pullaiah, & E. C. Ashton (Eds.), *Mangroves: Biodiversity, Livelihoods and Conservation* (pp. 175-198). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0519-3_8
- Cano-Ortiz, A., Musarella, C., Piñar Fuentes, J. C., Gomes, P., del Rio, S., Quinto-Canas, R., & Cano, E. (2018). Analysis of the Conservation of Central American Mangroves Using the Phytosociological Method Analysis of the Conservation of Central American Mangroves Using the Phytosociological Method (pp. 189-206). <https://doi.org/10.5772/intechopen.78947>
- Díaz Gaxiola, J. M. (2011). Una revisión sobre los manglares: Características, problemáticas y su marco jurídico. Importancia de los manglares, el daño de los efectos antropogénicos y su marco jurídico: caso sistema lagunar de Topolobampo. *Ra Ximhai*, 355-370. <https://doi.org/10.35197/rx.07.03.2011.05.jd>
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales MARN. (2017). *Inventario nacional de humedales El Salvador* (p. 96). <https://www.undp.org/es/el-salvador/publicaciones/inventario-nacional-de-humedales-el-salvador>

- Moreno-Casasola, P., & Infante Mata, D. M. (2016). Conociendo los manglares y selvas inundables (Primera edición). https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/3000/Technical/Conociendo%20los%20manglares%20y%20selvas%20inundables.pdf
- Ocean. (2018). Manglares | Smithsonian Ocean. <https://ocean.si.edu/ocean-life/plants-algae/mangroves>
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2023). Tres cuartas partes de los manglares del mundo están amenazados | Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2023/07/1522977>
- Ramírez, X. D. (2017). La multifuncionalidad de los manglares y la desalinización natural de sus plantas [Text]. iAgua; iAgua. <https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/multifuncionalidad-manglares-y-desalinizacion-natural-plantas>
- San Miguel Ayanz, A. (2011). VIII.- Selvicultura Tropical. Manglares.pdf. Universidad Politécnica de Madrid. https://www2.montes.upm.es/Dptos/Dsrn/SanMiguel/APUNTES_PRESENTACIONES/SELVICULTURA%20TROPICAL/VIII.-%20Selvicultura%20Tropical.%20Manglares.pdf
- Sea Grant. (2023). Procesos y destrezas, Integración de las ciencias, la ingeniería, la tecnología y la sociedad con la naturaleza y Conceptos transversales e ideas fundamentales. Issuu. <https://issuu.com/seagrantpr/docs/guia-el-manglar/s/17968899>
- Unidad Ecológica Salvadoreña UNES. (2016). Impacto de la Agroindustria Azucarera en El Salvador (p. 85). UNES. <https://unes.org.sv/wp-content/uploads/2019/11/Estudio-Impacto-de-la-Agroindustria-Azucarera-en-El-Salvador.pdf>