



AQUACIENCIA

ICMARES



Cangrejo epifitado por diversos organismos marinos. Fotografía: Gabriela Espinoza.



VOL. 2 NUM. 1
ENERO - JUNIO 2023

<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc>
Aquaciencia.icmares@ues.edu.sv



Revista Aquaciencia

Revista del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la
Universidad de El Salvador



•VOLÚMEN 2, NO. 1, ENERO JUNIO 2023

<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc>

Autoridades Universitarias

M.Sc. Roger Armando Arias Alvarado

Rector

PhD. Raúl Ernesto Azcúnaga López

Vicerrector Académico

Ing. Agr. M.Sc. Juan Rosa Quintanilla

Vicerrector Administrativo

Ing. Francisco Antonio Alarcón Sandoval

Secretario General

Lic. Rafael Humberto Peña Marín

Fiscal General

MVz. María José Vargas

Presidenta Asamblea General Universitaria (AGU)

Lic. Mauricio Lovo

Decano

M.Sc. Zoila Virginia Guerrero Mendoza

Vice Decana

Equipo editorial

Olga Lidia Tejada

Editora

olga.tejada@ues.edu.sv

Oscar Armando Molina Lara

Editor

Fredy Ramón Pacheco

Corrector de estilo

Jaime Fernando Castillo Mendoza

Yuri Agarín Trejo Montiel

Diagramación y maquetación

Comité Científico

Olga Lidia Tejada

ICMARES, Escuela de Biología, Facultad de
Ciencias Naturales y Matemática

Marta Nohemi Martínez

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Matemática

Oscar Armando Molina Lara

ICMARES, Facultad de Ciencias Naturales y
Matemática

Roberto Amado Vásquez

Escuela de Biología, Facultad de Ciencias
Naturales y Matemática

José Yader Ruiz

Departamento de Ciencias Naturales y
Matemática

Facultad Multidisciplinaria de Oriente

Revista Aquaciencia

Volumen 2, Número 1.

<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aqc>

Universidad de El Salvador

Final Avenida Mártires del 30 de julio de
1975, Ciudad Universitaria “Dr. Fabio Castillo
Figueroa”, San Salvador, El Salvador.

Correo electrónico

aquaciencia.icmares@ues.edu.sv

Licencia CC

Reconocimiento-NoComercial-
CompartirIgual 4.0





Sobre la Revista



Enfoque y alcance

AQUACIENCIA es la revista del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador para divulgar información actualizada de ambientes acuáticos continentales, costeros y oceánicos, publicando los resultados de investigaciones a través de notas técnicas y artículos científicos.

También publica notas de divulgación científica con un enfoque educativo que les permita a los lectores conocer procesos que ocurren en los distintos ecosistemas acuáticos con sus recursos hidrobiológicos, a fin de generar valores de admiración y respeto hacia la naturaleza; orientando sus conductas para relacionarse de forma más empática con los recursos naturales.

La revista está a la disposición de los investigadores y estudiantes de la UES y de otras instituciones educativas nacionales o extranjeras y de organizaciones o instituciones que desarrollan investigación o educación ambiental en el área marina o limnológica que deseen publicar trabajos científicos originales e inéditos, es gratuita y de acceso libre a los lectores y recibe manuscritos en las áreas de biodiversidad, conservación, manejo y educación en las áreas de biología oceánica, ecología marina, taxonomía, biología costera, limnología, evaluación de impacto y gestión ambiental.

La publicación es semestral, los artículos y notas técnicas se someten a evaluación por pares en doble ciego.

Las notas de divulgación son revisadas por el comité científico de la revista. Para escribir la página editorial será invitado un investigador seleccionado por el Consejo Editorial.

Objetivo

Su objetivo es difundir investigaciones inéditas y originales, de calidad científica, elaboradas por investigadores nacionales o extranjeros; una vez que hayan sido sometidos a la revisión de especialistas en el área; también contribuir a la educación ambiental por medio de notas de divulgación científica.

Público

La revista va dirigida a docentes, estudiantes, investigadores y público en general interesado en acceder a información veraz y actualizada del área marina, costera y limnológica.

Periodicidad

La revista se publicará semestralmente con dos números correspondientes a los períodos de enero - junio y de julio - diciembre. Adicionalmente se podrán publicar números especiales en caso fueran solicitados por los miembros de la Comunidad Académica de la Universidad de El Salvador o externos a la UES.

Aclaratoria

Las ideas y opiniones contenidas en los trabajos y artículos son de responsabilidad exclusiva de los autores y no expresan necesariamente el punto de vista de la universidad de El Salvador.

INDICE | CONTENT

Nota de Divulgación Científica | Scientific Dissemination Note

La estrecha amistad entre los hongos y los bosques de manglar

The close friendship between fungi and mangrove forests

Fidel Ángel Parada Santamaría..... 5 - 9

Acidificación oceánica: una consecuencia preocupante del aumento de CO₂ en la atmósfera

Ocean acidification: a worrying consequence of increased CO₂ in the atmosphere

Gabriela María Espinoza Ramos..... 10- 14

S.O.S Ríos de El Salvador

S.O.S Rivers of El Salvador

Jaime Fernando Castillo Mendoza..... 15 - 18

Artículo original | Original article

Análisis estructural de matrices de impactos cruzados en el Área Natural de Mizata, La Libertad, como un modelo de evaluación socioambiental

Structural analysis of cross-impact matrices in the Mizata Natural Area, La Libertad, as a socio-environmental evaluation model

Oscar Armando Molina,

Olga Lidia Tejada y

Yaquelyn Estefany Gómez 19 - 36

Guía para autores | Guide for authors..... 37 - 44



La estrecha amistad entre los hongos y los bosques de manglar

The close friendship between fungi and mangrove forests

Resumen

Los bosques de manglar son ecosistemas altamente productivos que brindan refugio a muchas especies de organismos representantes de los distintos reinos de la vida; entre estos, podemos encontrar a los hongos, pertenecientes al reino Fungi, los cuales realizan diversas funciones ecológicas importantes para el funcionamiento del ecosistema, entre ellas, la degradación de materia orgánica, la solubilización del fósforo, facilitar los procesos de biorremediación y establecen relaciones simbióticas que benefician al ecosistema de manglar como a los mismos hongos lo cual hace interesante estudiar más a fondo esta asociación.

Palabras clave: Degradación, simbiosis, solubilización, micelio, biorremediación.

Abstract

Mangrove forests are highly productive ecosystems that provide refuge for many species of organisms representing the different kingdoms of life; Among these, we can find the fungi, belonging to the Fungi kingdom, which perform various important ecological functions for the functioning of the ecosystem, among them, degradation of organic matter, solubilization of phosphorus, that of facilitating bioremediation processes and also establishing symbiotic relationships that benefit both the mangrove ecosystem and the fungi themselves, which makes it interesting to study this association in more depth.

Keywords: Degradation, symbiosis, solubilization, mycelium, bioremediation.

Los manglares son bosques siempre verdes que toleran la sal, por lo cual se distribuyen en las franjas costeras de las zonas tropicales y subtropicales, bordeando estuarios, islas, lagunas costeras y en las riberas de los ríos que llegan al mar. (Figura 1) Se trata de ecosistemas que presentan alta productividad de materia orgánica particulada y disuelta que se convierte en el alimento de los organismos que viven asociados a las raíces de los árboles y entre el sedimento (Sosa-Rodríguez et al. 2009).

Los hongos que habitan en los bosques de manglar se han adaptado a vivir en suelos anegados con agua salina, ocupando distintos micro ambientes desde donde cumplen funciones ecológicas muy importantes (Hrudayanath Thatoi et al. 2013); por ejemplo, estos organismos son capaces de establecer relaciones de ayuda o apoyo mutuo (simbiosis) con las raíces de los árboles, para formar micorrizas, las cuales ayudan al árbol a captar mayor cantidad de nutrientes del suelo. También contribuyen a solubilizar compuestos fosfatados para mejorar la fertilidad del suelo y sin duda su función más importante que consiste en la degradación de madera, hojarasca y de materia orgánica producida al interior del bosque, ayudando a la formación de abono orgánico y nutrientes. La Palabra hongos hace

Presentado: noviembre, 2022

Aceptado: abril, 2023

Fidel Ángel Parada Santamaría

Escuela de Biología

Universidad de El Salvador

ps16005@ues.edu.sv



Figura 1. Bosque de manglar. Foto O.L Tejada

referencia a organismos vivos eucariotas, heterótrofos (que no son capaces de producir su propio alimento). Existen macro y micro hongos (es decir hongos visibles a simple vista y hongos observables con microscopio) (Figura 2), con formas y colores muy llamativos, por lo que suelen ser confundidos con plantas; sin embargo, por sus propias características distintivas se ubican taxonómicamente en el reino Fungi (Herrera Cornejo 2005).

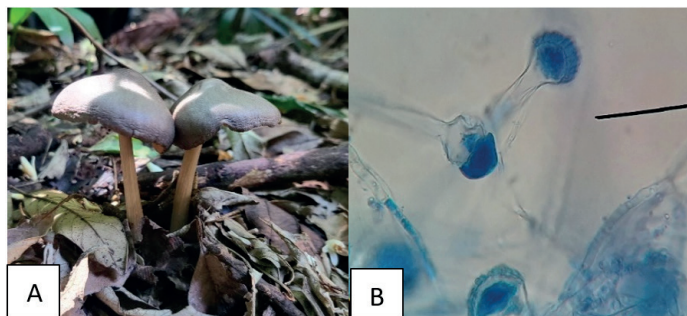


Figura 2. A) Hongos macroscópicos y B) Hongos microscópicos. Fotografía: Fidel Parada.

Contrario a lo que se piensa, los hongos son muy abundantes en los ecosistemas de manglar desarrollándose en una gran diversidad de sustratos, tales como madera, plántulas, ramas, semillas de mangle, neumatóforos, algas, raíces adventicias, sustratos calcáreos; por lo que se considera a los manglares como el segundo hospedero de los hongos. (Kohlmeyer and Kohlmeyer 1979).

Los hongos asociados a los bosques de manglar tienen diferentes funciones ecológicas, las cuales se detallan a continuación:

Procesos de degradación

Los hongos son los únicos organismos que en la naturaleza realizan el proceso de degradación de la lignina, un componente fundamental de los troncos y raíces de los árboles y de la celulosa de la hojarasca (Hyde 1989). En ese sentido, el papel de los hongos es muy importante en los estados avanzados de la descomposición porque contribuyen a la degradación de la materia orgánica para convertirla en detritus nutritivos; es decir materia orgánica disuelta que sirve de alimento a diferentes organismos dentro del manglar y también en los estuarios y playas cercanas (Figura 3).

Experimentalmente se ha comprobado la capacidad de los hongos de manglar para degradar polímeros complejos (principales componentes de los plásticos), utilizando bolsas de polietileno y plástico como material de sustrato para comprobarlo. Los plásticos en la actualidad constituyen una fuente grande de contaminación en la mayoría de ecosistemas costeros (Kathiresan 2003).



Figura 3. Hongo realizando proceso de degradación en raíz de mangle. Fotografía: Fidel Parada.

Además, los hongos forman simbiosis con muchas plantas y árboles en estos ecosistemas, ayudándoles a absorber nutrientes y agua del suelo. Por lo antes mencionado son importantes no solo en la formación de detritus orgánicos, sino también en la regulación de los nutrientes y la fertilidad del suelo.

Descomposición de restos de animales

En los manglares, los hongos también participan en la descomposición de restos animales. Aunque se sabe poco acerca de su papel específico en este proceso, se ha demostrado que los hongos terrestres y los mohos pueden invadir sustancias calcáreas, como las conchas de los moluscos y los restos de animales, y ayudar en su descomposición. Por ejemplo, el hongo del género *Trichoderma*, que habita tanto en ambientes terrestres como en los manglares, degrada celulosa y quitina, siendo la quitina un componente importante en muchos tejidos animales sobre todo en animales invertebrados como insectos y crustáceos (Kohlmeyer and Kohlmeyer 1979).

Solubilización de sulfatos

A nivel experimental se han aislado hongos asociados a las raíces de los manglares que suelen vivir y proliferarse dentro de las células o tejidos de las plantas (Ananda and Sridar 2002). La función principal de estos hongos consiste en liberar ácidos orgánicos y enzimas que descomponen los compuestos de fósforo en el suelo y los convierten en fosfatos que las plantas de mangle pueden absorber y utilizar para su crecimiento y desarrollo (Ananda and Sridar 2002).

Esta capacidad solubilizadora de algunos organismos fúngicos procedentes de los bosques de manglar, se ha

comprobado con la especie *Aspergillus candidus* (Figura 4). Según Sosa-Rodríguez et al. 2009, se realizaron aislamientos de las raíces de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*, encontrando que *Aspergillus niger*, era la especie que se encargaba de poner a disposición los fosfatos para la nutrición de estos árboles. Los investigadores informan que esta especie realiza el mismo rol en ambientes terrestres (Figura 4) (Sosa-Rodríguez et al. 2009).

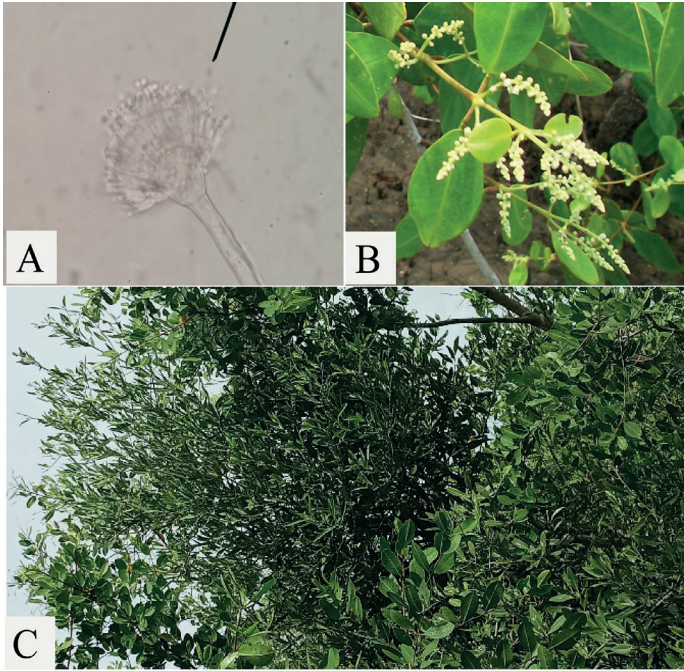


Figura 4. A) *Aspergillus candidus*. Fotografía: Fidel Parada. B) *Laguncularia racemosa*. Fotografía: O.L Tejada. C) *Avicennia germinans*. Fotografía: O.L Tejada.

Micorremediación

Los hongos poseen la capacidad biotransformar mediante procesos de degradación, materiales y residuos tóxicos en componentes inofensivos que pueden ser liberados de manera segura en la naturaleza.

Algunos de ellos también habitan al interior de los tejidos de los árboles de mangle, induciendo a las plantas a producir diferentes reacciones químicas esenciales para perfeccionar sus mecanismos de defensa contra enemigos naturales. Este es otro ejemplo de simbiosis que permite que ambos organismos subsistan en el medio ambiente (Sánchez 2013).

Los biorremediadores tienen la capacidad de degradar y remover compuestos tóxicos y contaminantes en el medio en el que habitan, ya que utilizan las enzimas y los ácidos orgánicos que ellos producen para degradar y convertir compuestos tóxicos en compuestos más simples

y menos dañinos. La presencia de especies fúngicas con esta capacidad metabólica dentro de los bosques de manglar contribuye a mantener el equilibrio y salud de la vegetación del manglar, cumpliendo el valioso servicio ecosistémico de actuar como barreras protectoras contra la erosión de la línea de costa y para la conservación de la biodiversidad (Sánchez 2013).

En síntesis, los hongos biorremediadores son microscópicos y algunas veces podemos conocer de su existencia en el bosque porque en troncos viejos y en proceso de degradación, se observan unas hebras delgadas, llamadas hifas, que en su conjunto reciben el nombre de micelios. Aun cuando pueden pasar desapercibidos en su ambiente natural, los hongos brindan un gran servicio al ecosistema ya que poseen la capacidad de acumular metales pesados en sus compartimentos celulares, algunos ejemplos de ellos son: *Aspergillus* sp., *Absidia* sp, *Cunninghamella* sp, *Mucor* sp y *Rhizopus* sp, los cuales luego de ser aislados sirven como una alternativa en biorremediación (proceso de limpieza ambiental) de áreas con contaminación, y este método natural es mucho más económico que los métodos tradicionales de descontaminación, estos hongos suelen encontrarse en el aire de los bosques de mangle y son abundantes en sus raíces (Cardoso 2010).

Formadores de detritus

Los detritus en los bosques de manglar se forman a partir de la acumulación de materia orgánica muerta, como hojas, ramas y raíces, que caen al suelo y se depositan en el agua. La materia orgánica se descompone lentamente debido a las condiciones anaeróbicas del suelo y la baja tasa de descomposición debido a la falta de oxígeno (Peter 2007); sin embargo, en este proceso de descomposición, los hongos juegan un papel importante, ya que una gran mayoría se alimentan de la materia orgánica muerta y ayudan a descomponerla en formas más simples cuando liberan enzimas que la degradan y la transforman en nutrientes como el nitrógeno y el fósforo, esenciales para el crecimiento de las plantas. Los nutrientes liberados por estos organismos, son absorbidos por las raíces de las plantas de manglar, contribuyendo a su crecimiento y desarrollo (Peter 2007).

Hongos formadores de micorrizas

Las micorrizas es otro ejemplo de una relación amistosa entre los árboles de mangle y los hongos y consisten en agrupaciones de micelios de hongos que crecen sobre o al

interior de las raíces de los árboles y su función consiste en transportar nutrientes hacia las plantas hospederas y lo que conlleva a un mayor crecimiento y productividad. Los árboles que poseen micorrizas, aumentan la absorción de oxígeno y resisten mejor el estrés causado por la salinidad del suelo (Sosa-Rodríguez et al. 2009).

Las micorrizas son muy importantes en la naturaleza porque aumentan la absorción de las raíces de nutrientes como fósforo, nitrógeno y otros elementos esenciales para las plantas, mejorando así su crecimiento y desarrollo; Las micorrizas también pueden ayudar a las plantas a aumentar su resistencia a enfermedades y a situaciones de estrés, como la sequía o la salinidad; y son importantes para el ciclo de nutrientes en los ecosistemas, ya que contribuyen a la mineralización de los nutrientes y al flujo de nutrientes entre las plantas y el suelo (Sosa-Rodríguez et al. 2009). Como hemos visto la estrecha amistad de los hongos con los manglares radica en que, en ellos, estos peculiares organismos encuentran hábitats propicios para su desarrollo; y los árboles de mangle reciben una serie de beneficios para mantener su resistencia ambiental, salud y el equilibrio ecosistémico.

En El Salvador son casi inexistentes los estudios de hongos de manglar, y como hemos visto, son de gran importancia, es por esa razón que con esta nota esperamos generar interés en los jóvenes biólogos para que realicen estudios y monitoreos que amplíen la comprensión del funcionamiento amistoso entre los bosques de manglar y los hongos que permitan para garantizar la conservación de este ecosistema a largo plazo. Así mismo, es importante que en futuros proyectos de restauración se tome en cuenta esta compleja red de interacciones, de las cuales dependen muchos organismos.

“En el mundo de lo microscópico se encuentran muchas veces, las grandes soluciones para mantener vivo al planeta Tierra”

Glosario

Micorrizas: Asociación, generalmente simbiótica, entre la raíz de una planta y determinados hongos.

Micelio: El micelio es el conjunto de filamentos de aspecto algodonoso que forman el cuerpo vegetativo de los hongos. El micelio se encarga de la absorción de nutrientes y agua del sustrato en el que crece el hongo. Además, es

el responsable de la formación de cuerpos fructíferos que contienen las esporas que permiten la reproducción del hongo.

Lignina: Compuesto orgánico básico de los tejidos leñosos de las plantas.

Referencias

Ananda, K. & K. Sridhar. 2002. Diversity of endophytic fungi in the roots of mangrove species on the west coast of India. *Can. J. Microbiol.*, 48: 871–878.

Cardoso, A. 2010. «Microorganisms in Industry and Environmental En: Scientific e Industrial Research to Consumer Products. Cap. Influence of the heavy metals on chitosan production by *Absidia corymbifera* UCP 0134, 176-180.

Herrera Cornejo, C.A. 2005. Población Fúngica Aérea, en zonas boscosas del Parque Nacional Walter Thilo Deiner La Libertad, El Salvador. [Tesis para optar a la Licenciatura, Universidad de El Salvador]. Recuperado de: <http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/8836/1/19200751.pdf>

Hrudayanath T, Bikash C. Behera y Rashmi R. Mishra. 2013. Papel ecológico y potencial biotecnológico de los hongos de manglar: una revisión, *Micología*, 4: 1, 54-71, DOI: 10.1080/21501203.2013.785448

Hyde KD. 1989. Marine fungi from India-III. *Acrocordiopsis patilii* gen. et sp. novo from mangroves. *Mycotaxon*. 34:535–540

Kathiresan, K. 2003. Polythene and plastic-degrading microbes in a Indian mangrove soil. *Rev. Biol. Trop.*, 51 pag: 629-633.

Kohlmeyer J, Kohlmeyer E. 1979. *Marine mycology. The higher fungi.* New York (NY): Academic press.

Peter, H. 2007. *The Biology of Mangroves and Seagrasses.* New York: Oxford University Press.

Sánchez, R. 2013. «Hongos endófitos: fuente potencial de metabolitos secundarios bioactivos con utilidad en agricultura y medicina. Revista especializada en Ciencias Químico-Biológicas. (16)2. Pág 132-146.

Sosa-Rodríguez T., Sánchez-Nieves J. & Melgarejo LM. 2009. Papel funcional de los hongos en ecosistemas de manglar. Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología. 38(1). Pág 39-57.



Acidificación oceánica: una consecuencia preocupante del aumento de CO₂ en la atmósfera

Ocean acidification: a worrying consequence of increased CO₂ in the atmosphere

Resumen

El carbono es un elemento esencial para la vida, este pasa por un ciclo de transformaciones entre los seres vivos, el medio terrestre y acuático, siendo de gran impacto para el clima del planeta; en el cual el océano, representa un importante papel. Cuando es alterado en cantidad presente ocurren procesos como la acidificación oceánica, la cual se caracteriza por ser la disminución del pH causada por un aumento del dióxido de carbono (CO₂) disuelto en el agua, lo cual provoca efectos dañinos en los ecosistemas marinos.

Palabras claves: pH, combustibles fósiles, organismos calcificadores y calentamiento global.

Abstract

Carbon is an essential element for life, it goes through a cycle of transformations between living beings, terrestrial and aquatic environments and has a great impact on the planet's climate; in which the ocean plays an important role. When it is altered, processes such as ocean acidification occur, which is characterized by the decrease in pH caused by an increase in carbon dioxide (CO₂) dissolved in the water, which causes harmful effects on marine ecosystems.

Keywords: pH, fossil fuels, calcifying organisms and global warming.

Al caminar en la playa, observamos restos de conchas, caracoles y caparazones de distintos organismos. Para muchos existe un impulso innato de recogerlos y recolectarlos; estos nos indican la riqueza de especies que se encuentra en el inmenso océano. Demostrando, que no es necesario adentrarnos en él para conocer la vida que posee.

¿Qué sucedería si en un futuro ese rastro de vida tan sencillo desapareciera?

El carbono es un elemento fundamental para la vida. Este pasa por un ciclo de transformaciones entre elementos vivos, la atmósfera, sistemas acuáticos y terrestres de un ecosistema. Se encuentra presente en la atmósfera de forma gaseosa, en el suelo o litósfera en reservas de petróleo y en el agua se disuelve en forma de carbonatos tales como: el ácido carbónico (H₂CO₃), bicarbonato (HCO₃) y carbonato (CO₃); compuestos fundamentales para el ciclo del carbono en sistemas acuáticos.

Presentado: noviembre, 2022

Aceptado: marzo, 2023

Gabriela María Espinoza Ramos

Escuela de Biología

Universidad de El Salvador

er17001@ues.edu.sv



Cuando el equilibrio del ciclo de este elemento se ve alterado, las repercusiones se ven mostradas en la disponibilidad del carbono en el ecosistema y el equilibrio en la biodiversidad. El océano se considera el reservorio de carbono más grande e importante del planeta, ya que juega un rol esencial en la regulación del clima y la temperatura de la tierra.

El ciclo de este elemento en el océano comienza cuando el dióxido de carbono (CO₂) proveniente de la atmósfera, se disuelve en agua y forma compuestos como el ácido carbónico (H₂CO₃), el cual es utilizado por diminutas algas que constituyen el fitoplancton durante el proceso de fotosíntesis, donde obtienen la energía que requieren para sus procesos vitales, tales como: crecer, reproducirse y almacenar sustancias de reserva. Estos organismos fotosintéticos generan oxígeno durante este proceso, el cual es liberado al medio, constituyendo un proceso esencial para el sostenimiento de la vida en el planeta; además estos organismos participan en las

cadena alimenticias de los ambientes acuáticos (Reimer and Rodríguez 2014). Este importante proceso en el cual participan estos organismos se conoce como “la bomba biológica” y permite la absorción del CO_2 disuelto por el fitoplancton o por otros organismos marinos que utilizan el carbono para construir exoesqueletos y otras estructuras de carbonato cálcico (CaCO_3). A medida que todos estos organismos mueren y caen al fondo del océano, el carbono que han fijado en sus cuerpos es transportado hacia las profundidades oceánicas, contribuyendo a las cadenas alimenticias de esta zona. El equilibrio a largo plazo entre las diferentes fuentes de carbono, en el que se sedimenta, en los llamados sumideros naturales de carbono, determina el nivel de CO_2 en la atmósfera (Mann 2022) (Figura 1).

Además, dentro de este importante rol, participan otros factores tales como las corrientes oceánicas, las cuales desempeñan un papel crucial en la distribución del CO_2 y otros gases disueltos en el océano (Gruber 2011). Ya que existen corrientes marinas que pueden transportar agua rica en nutrientes y CO_2 que se ha sedimentado desde las profundidades oceánicas hasta la superficie, favoreciendo el crecimiento del fitoplancton (Sarmiento y Gruber 2006). Las corrientes de aire durante este proceso, permiten movimientos y distribución del CO_2 en estado gaseoso por todo el planeta (Gruber, 2011), contribuyendo al intercambio de este elemento entre la atmósfera y el océano.

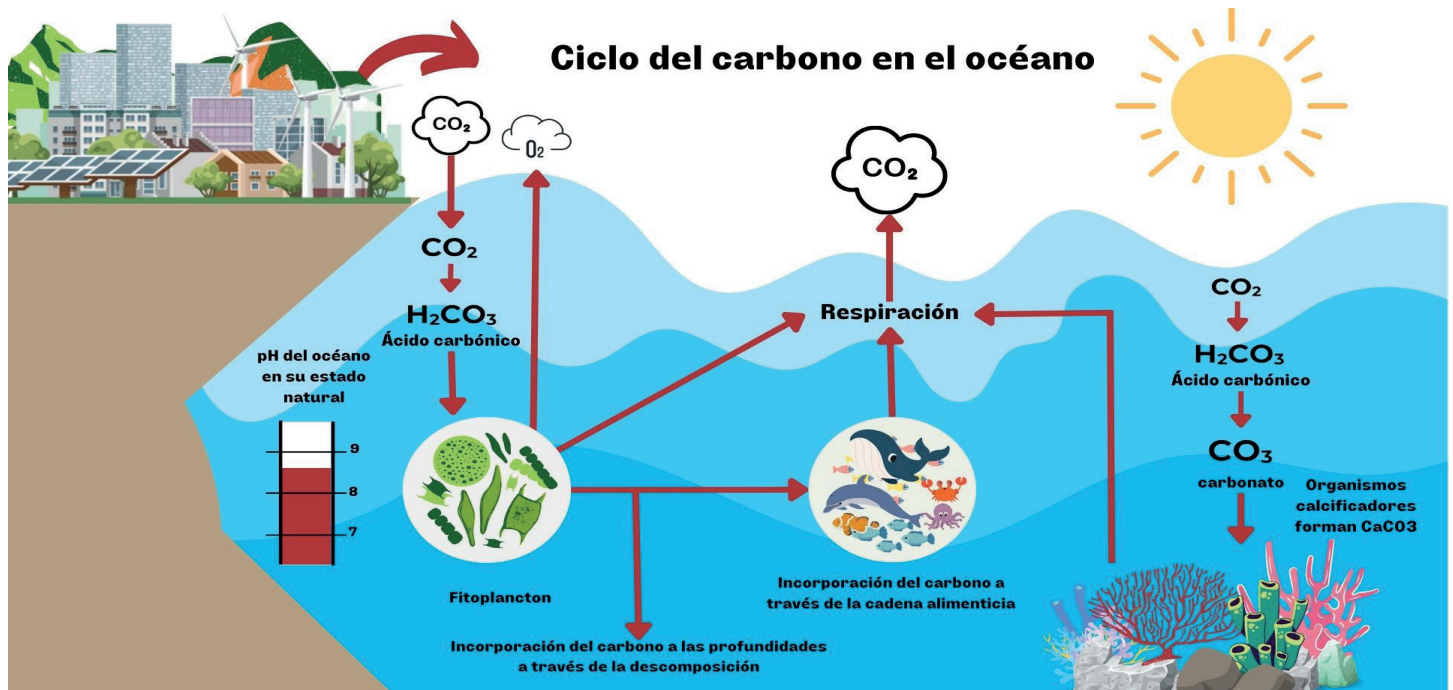


Figura 1. Ciclo del carbono en el océano.

Cuando el dióxido de carbono (CO_2) en estado gaseoso, se acumula en grandes cantidades en la atmósfera, contribuye a que se retenga la radiación solar, provocando capturas de calor, que generan aumento en la temperatura; lo cual se conoce como **efecto invernadero** (Solomon et al. 2009), causante a su vez del calentamiento global de la temperatura atmosférica y de los cuerpos de agua del planeta, que es una de las problemáticas ambientales más importantes por mitigar en la actualidad. Es bien sabido, que acciones humanas tales como: el uso de combustibles fósiles, la deforestación, las emanaciones de gases por la industria y la ganadería; así como la fabricación del cemento, entre otros, están logrando que la bomba biológica en el océano ya no sea tan eficiente en algunos puntos del planeta. En la medida que el océano absorbe

más CO_2 , disminuye la capacidad de la bomba biológica para actuar como sumidero de carbono, lo que provoca una mayor acumulación de CO_2 en la atmósfera, agravando el calentamiento global y el cambio climático; a su vez causa uno de los procesos más devastadores en los ambientes marinos: la acidificación oceánica.

La acidificación oceánica es aquella que es causada por altos niveles de dióxido de carbono (CO_2) disueltos en el agua, lo que ocasiona un aumento de moléculas de iones de hidrógeno, produciendo una disminución del pH del agua; convirtiéndola en una solución ácida (Álvarez-Borrego 2007). El pH es un valor que representa la alcalinidad o acidez de una solución líquida; esta va en una escala logarítmica de 0 a 14, entre más ácida es una

solución, más bajo es el pH, y al ser más alto es más alcalina o básica. Cuando el pH no es ácido ni básico, la solución es neutra; en el caso del agua de mar, esta es considerada ligeramente alcalina, teniendo valores alrededor de los 8,2 (NOAA 2020).

Al disminuir el pH del agua de mar, compuestos como el carbonato (CO_3) disminuyen su disponibilidad para unirse a minerales como el calcio (Ca), lo que impide los procesos de calcificación de algunos organismos que forman estructuras de la unión de estos compuestos (Carbonato de calcio (CaCO_3)), provocando crecimientos más lentos e incluso la muerte de los mismos (Figura 2).

Desde la revolución industrial, el pH del agua de mar ha descendido de 8,2 a 8,1 y se espera que disminuya de

0,3 a 0,4 unidades para finales de siglo debido a actividades antropogénicas (Bennett 2018).

“Si los niveles de pH continúan descendiendo al ritmo actual, a finales de este siglo disminuirá hasta 7,8 o 7,7; creando el océano más ácido de la historia del planeta en los últimos 20 millones de años”- Bennett (2018).

Los efectos de la acidificación oceánica son desde ecológicos hasta económicos, a continuación, entre estos están:

- **Ostras, corales y otros organismos con exoesqueletos más débiles:** Al disminuir la cantidad de carbonato disponible, estos organismos no pueden tomarlo del agua para fabricar sus exoesqueletos y presentan una mayor disolución de sus cuerpos; esto causa grandes

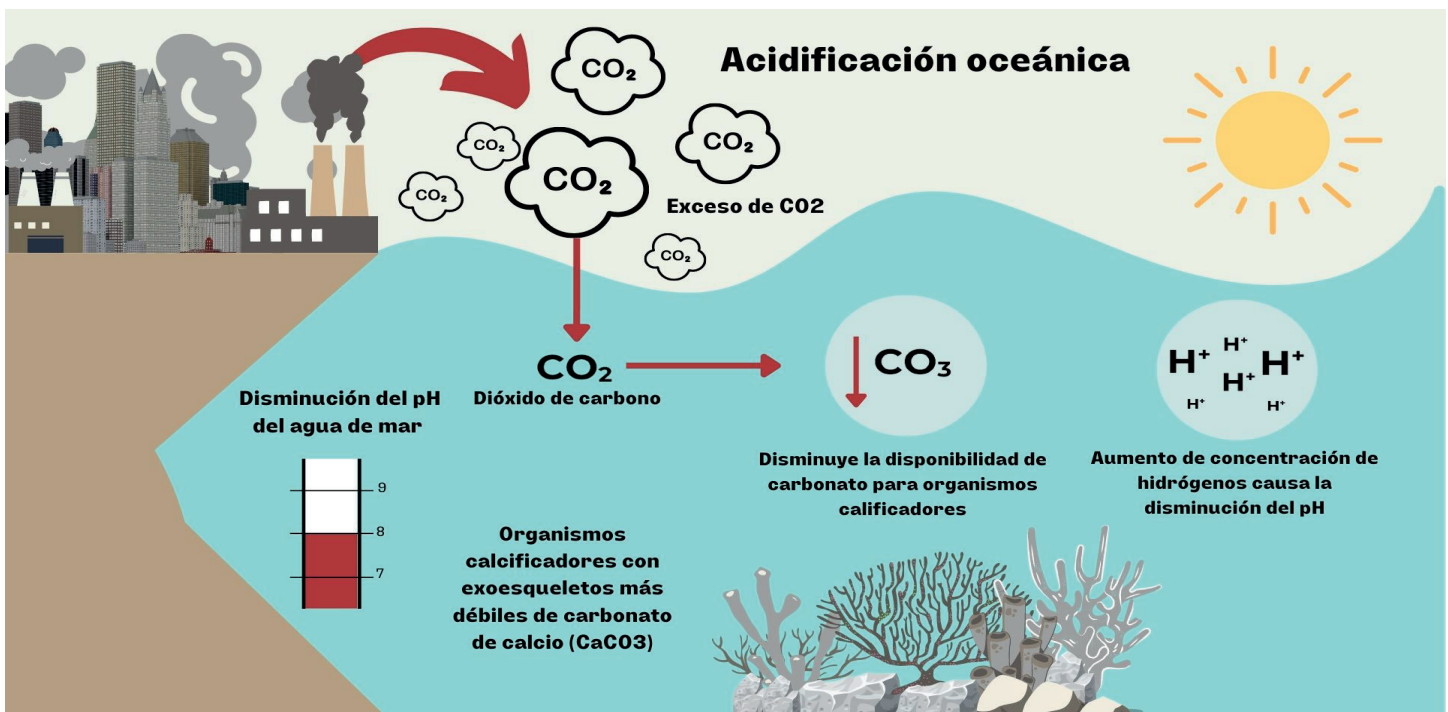


Figura 2. Acidificación oceánica.

repercusiones en el crecimiento de estos organismos. En el caso de los corales, estos presentan un doble ataque. El calentamiento global provoca el blanqueamiento coralino debido al aumento de temperatura en el agua y la acidificación oceánica impide que puedan regenerarse del impacto (Figura 3).

- **Efectos fisiológicos en organismos marinos:** Algunos organismos tales como el pez payaso, en condiciones de pH ácido presentan daños en neurotransmisores que modulan la actividad cerebral y sistema nervioso, causando cambios de comportamiento que pueden afectar su supervivencia (Fischetti 2012).

- **Impactos económicos y sociales:** Como se ha mencionado anteriormente, organismos calcificadores tales como las ostras y conchas dependen de la disponibilidad del carbonato para formar sus corazas duras, por lo que al disminuir el pH afectan gravemente su crecimiento e incluso pueden morir. Esto causa pérdidas económicas y sociales a millones de personas que se dedican al comercio de estos organismos (Grossman 2011).

Para combatir la acidificación de los océanos, la problemática no debe verse de forma aislada, sino como uno de los muchos efectos causados por la emisión de gases de efecto invernadero tales como el CO_2 , que

provocan, el calentamiento global y en consecuencia el cambio climático; por lo que solucionar la acidificación de los océanos requiere de reducir la emisión de este gas en la atmósfera, logrando de manera simultánea: reducir la acidificación y el calentamiento global.

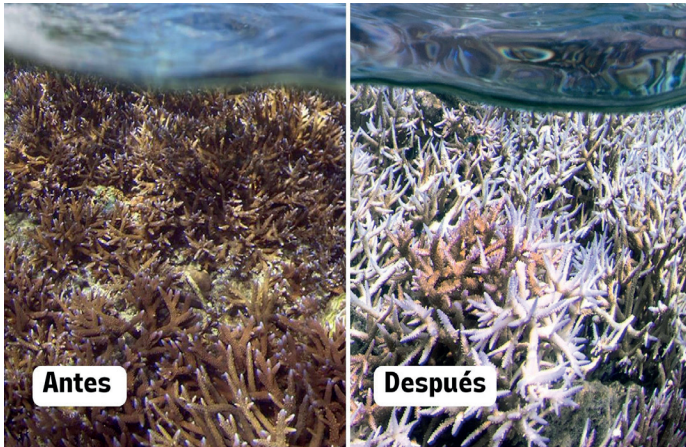


Figura 3. Antes y después del blanquimiento coralino en arrecife de coral en el arrecife coralino de Samoa (Fotografía: The Ocean Agency).

Además, el manejo inadecuado de los desechos sólidos, pueden contribuir a la acidificación oceánica, mediante la liberación de dióxido de carbono (CO_2) y otros gases de efecto invernadero durante la descomposición de desechos orgánicos como residuos de alimentos, papel y plásticos (Geyer et al. 2017). Por lo que promover un manejo adecuado de los desechos sólidos, es esencial para reducir efectos del calentamiento global, acidificación oceánica y contaminación.

“Reducir las altas emisiones de CO_2 y el uso de plástico de un solo uso, permite que los océanos puedan actuar como peldaños importantes para combatir el calentamiento global y cambio climático”.

Es necesario tomar conciencia y acción para reducir las emisiones de CO_2 que la sociedad humana produce. Como ciudadanos del mundo una buena forma es empezando a calcular nuestra huella de carbono, lo que permite conocer cuáles son nuestras emisiones de CO_2 en la atmósfera y de esta forma tomar medidas que permitan reducirlas.

Puedes acceder al siguiente enlace para conocer tu huella de carbono:

[Calcula tu huella de carbono - Greenpeace México](#)

Además, deben existir regulaciones gubernamentales y mundiales estrictas ante las emisiones de CO_2 ; promoverse alternativas verdes de transporte que nos permitan tener una menor dependencia de los combustibles fósiles y como

está planteado en el objetivo 13 contra la acción del cambio climático de los ODS, los subsidios a los combustibles fósiles deben desaparecer y los contaminadores deben pagar por su contaminación (Organización de las Naciones Unidas (ONU) 2015). El cortar estos subsidios gubernamentales de las industrias petroleras puede permitir más financiamiento a alternativas ecológicas y sostenibles que a largo plazo reducen la emisión de gases de efecto invernadero.

Es importante apostar al monitoreo de los recursos naturales e investigación científica que permitan poder tomar acciones para reducir los efectos de las altas emisiones de dióxido de carbono; entre estas, proteger y fomentar la investigación hacia ecosistemas y especies claves para combatir la acidificación y calentamiento global; de esta forma las maravillas del océano que se aprecian con tan solo caminar a la orilla de la playa serán disfrutadas por las siguientes generaciones.

Glosario

pH: Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Cuanto más bajo es el pH, más ácida es la solución (Real academia española (RAE) 2021). La escala de pH va de básico siendo el número más alto 14 (por ejemplo, la lejía tiene un pH de 13, convirtiéndola en una solución básica) a extremadamente ácido siendo 1 (por ejemplo: el zumo de limón tiene un pH de 2 convirtiéndolo en una solución ácida); el pH se considera neutro (ni ácido ni básico) cuando es de 7.

Cambio climático: El cambio climático es un cambio a largo plazo en los patrones de temperatura, humedad, precipitación, viento, entre otros, de una región llegado a redefinir los climas locales, regionales y globales de la Tierra.

Revolución industrial: Es un proceso de transformación económica que inicia en la segunda mitad del siglo XVIII; y se caracteriza por ser el cambio de una economía agraria y artesanal a otra dominada por la industria y la fabricación de maquinaria.

Organismos calcificadores: Son aquellos organismos que combinan minerales como el calcio (Ca) y el carbonato (CO_3) para formar carbonato de calcio, que utilizan formando estructuras como caparzones, espinas y esqueletos duros.

Referencias

- Álvarez-Borrego S. 2007. Principios generales del ciclo del carbono en el océano. En: Carbono en ecosistemas acuáticos de México. Vol. 1. 1st ed. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. P. 11–26.
- Bennett J. 2018. Ocean Acidification. [accessed 2022 Nov 23]. https://ocean.si.edu/ocean-life/invertebrates/ocean-acidification#section_77.
- Fischetti M. 2012. Ocean Acidification Can Mess with a Fish's Mind. Scientific American. [accessed 2022 Nov 23]. <https://www.scientificamerican.com/article/ocean-acidification-can-m/>.
- Geyer R, Jambeck JR, Law KL. 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Nature. 2017 Jul; 551(7681): 289-295. doi: 10.1038/nature2448.
- Grossman E. 2011. Northwest Oyster Die-offs Show Ocean Acidification Has Arrived. [accessed 2022 Nov 22]. https://e360.yale.edu/features/northwest_oyster_die-offs_show_ocean_acidification_has_arrived.
- Gruber, N. 2011. The marine carbon cycle. In The ocean in a high-CO2 world (pp. 17-44). Island Press.
- Mann M. 2022. Greenhouse gas | Definition, Emissions, & Greenhouse Effect | Britannica. Britannica. [accessed 2023 Feb 17]. <https://www.britannica.com/science/greenhouse-gas>.
- [NOAA] Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica, EE. UU. 2020. Ocean acidification. [accessed 2023 Mar 13]. <https://www.noaa.gov/education/resource-collections/ocean-coasts/ocean-acidification>.
- [ONU] Organización de las Naciones Unidas. 2015. Objetivo 13. Cambio climático – Objetivos del desarrollo sostenible. [accessed 2022 Nov 23]. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/climate-change-2/>.
- [RAE] Real Academia Española. 2021. pH | Diccionario de la lengua española. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. [accessed 2022 Nov 23]. <https://dle.rae.es/pH>.
- Reimer J, Rodríguez-Troncoso A. 2014. Introducción a la química marina: importancia de los principales nutrientes inorgánicos en el océano. In: Temas sobre Investigaciones Costeras. 1ra ed. México: Universidad de Guadalajara. p. 9–27.
- Sarmiento, J. L., & Gruber, N. 2006. Ocean Biogeochemical Dynamics. Princeton University Press.
- Solomon EP, Berg LR, Martin DW. 2009. Biology. 9th ed. Belmont, CA: Brooks/Cole.



S.O.S Ríos de El Salvador

S.O.S Rivers of El Salvador

Resumen

La calidad del agua de los ríos de El Salvador se ha visto disminuida en los últimos años, debido a alteraciones causadas por el deterioro de las cuencas y por causas naturales, pero sobre todo por la actividad humana que genera contaminación por desechos sólidos, la extracción de grava, el vertido de aguas residuales de tipo ordinario y sobre todo directamente a los afluentes naturales. La disminución de la calidad del agua en los ríos causa efectos negativos en la flora y fauna asociada; pero también al desembocar en los bosques salados, esteros y océanos, llevando materia inorgánica, metales pesados y otros contaminantes de origen antropogénico.

Palabras claves: Contaminación, microcuencas, eutrofización, vertidos, afluentes.

Abstract

The quality of the water in the rivers of El Salvador has decreased in recent years, due to alterations caused by the deterioration of the basins and natural causes, but mainly due to human activity, that generates pollution from solid waste, gravel extraction, the discharge of ordinary sewage, and especially directly into natural tributaries. The decrease in water quality in the rivers has negative effects on the associated flora and fauna, but also when they flow into salt forests, estuaries, and oceans, carrying inorganic matter, heavy metals, and other anthropogenic pollutants.

Keywords: Contamination, micro-watersheds, eutrophication, discharges, tributaries.

“El agua es esencial para la vida y la salud, pero su escasez es una crisis que enfrentamos juntos. Debemos proteger y gestionar el agua de manera sostenible y justa para todos” - Ban Ki-Moon, ex secretario general de las Naciones Unidas.

En la actualidad, parece que algunos hemos perdido de vista la importancia que tienen los ríos para nuestra supervivencia y para el planeta. Los ríos nos brindan agua dulce de la cual dependemos los seres vivos, pero en lugar de restaurar y protegerlos, estamos permitiendo que mueran.

La disminución del volumen del caudal de los ríos está relacionada con el deterioro de sus microcuencas, es decir aquellos pequeños afluentes que desembocan en un río principal. Esto se debe a la remoción de la cobertura

vegetal causada por la apertura de caminos, la ampliación de la frontera agrícola, contaminación por desechos sólidos (Figura 1), vertidos de aguas negras, a la erosión de los suelos, construcción de urbanizaciones, y a la deforestación (Madrigal 2005; Faustino et al. 2008).

En los últimos años, los caudales de los ríos de El Salvador han disminuido su volumen entre un 30 - 80% por el aumento de temperatura de hasta 2 °C en algunas zonas del país a causa del calentamiento global; este fenómeno causa una evaporación más rápida del agua del suelo y como consecuencia, los acuíferos (cuerpos de agua subterráneos) no se recargan totalmente y no pueden abastecer los ríos en la época seca, causando que estos disminuyan sus caudales. Como principal consecuencia del calentamiento global y del manejo inadecuado de este recurso hídrico,

Presentado: enero, 2023

Aceptado: marzo, 2023

Jaime Fernando Castillo Mendoza

Escuela de Biología

Universidad de El Salvador

cm17023@ues.edu.sv



también han disminuido los valores de agua per cápita; es decir, la cantidad de agua disponible para cada salvadoreño (Fundación Aquae 2021; MARN 2021).



Figura 1. Contaminación por desechos sólidos en río El Molino, San Dionisio, Usulután. Fotografía: O. L. Tejada.

Normalmente los ríos pierden volumen en la época seca, pero se mantienen debido al agua que fluye por gravedad desde los acuíferos subterráneos hacia los ríos. A este fenómeno natural se le conoce como escorrentía subterránea. Sin embargo, las acciones antrópicas (causadas por el ser humano) reducen la cobertura vegetal y por ende la materia orgánica del suelo causando su erosión. Si los suelos de las microcuencas que son los que abastecen a los acuíferos se encuentran erosionados, la capacidad para captar y almacenar agua disminuirá. Cuando el volumen de agua almacenado no es suficiente para que fluya hacia el río, éste se secará en los meses de la época seca (Fuentes 1992).

Por otra parte, un suelo erosionado tiene poca capacidad de infiltración; por lo tanto, cuando llueve fuerte se genera una escorrentía superficial que no alcanza a alimentar los mantos acuíferos subterráneos, impidiendo que se recarguen; esto significa, que el volumen de agua que fluirá al río será mayor de lo normal (Madrigal 2005; Rivera et al. 2018).

Al darse esta serie de alteraciones en las cuencas altas de los ríos en época lluviosa, propician un caudal muy violento que provoca inundaciones, deslaves y avalanchas de lodo combinados con troncos de árboles y en los últimos años con una gran cantidad de desechos sólidos, principalmente plásticos de un solo uso, que como su nombre lo dice, se usan una vez y luego se descartan (bolsas de plástico, envases de alimentos, utensilios desechables y muchos otros productos similares) que afectan a las poblaciones cercanas (Madrigal 2005). El problema es tan grave, que, en algunos lugares del país, se forman obstrucciones grandes en los cauces de los ríos y causan que éstos se desvíen de sus cauces naturales.

Los cúmulos de desechos orgánicos al descomponerse liberan sustancias que cuando entran en contacto con el agua se infiltran hacia los acuíferos y los contaminan, este proceso es conocido como lixiviación. Los desechos sólidos y sobre todo plásticos de un solo uso son hoy en día uno de los mayores contaminantes para los ríos. Las principales consecuencias de la contaminación por desechos sólidos en los ríos son: generación de malos olores, muerte de peces, disminución del oxígeno disuelto y aumento en la concentración de la materia orgánica disuelta que propician la aparición de microalgas tóxicas que causan el envejecimiento de las aguas, fenómeno conocido como eutrofización del cuerpo de agua (Ardón and Flores 2017).

Otro factor que afecta el cauce de los ríos es la extracción de material pétreo usados para construcción y jardinería (Figura 2). Podría parecer que la extracción de arena del lecho de los ríos no tiene mayor importancia, sin embargo, Martínez (2015) señala las principales consecuencias cuando esta actividad es excesiva:

- Destrucción de hábitats de especies, a causa de la modificación de la forma natural del afluente.
- El agua del río aumenta su turbidez y se reduce su calidad, ya que la función de las piedras, la grava y la arena en los ríos es ayudar a degradar y depurar la materia orgánica que transporta la corriente.

- Aumenta el riesgo de inundaciones en la época lluviosa.



Figura 2. A) Comercio de arena como materia prima en el mercado San Miguelito, San Salvador. Fotografía: O. L. Tejada B) Desechos sólidos y destrucción del caudal del río Chalapán en San Pedro Perulapán, Cuscatlán, debido a la extracción de arena y material pétreo. Fotografía: Fernando Castillo. C) Contaminación por desechos sólidos en río El Molino, San Dionisio, Usulután. Fotografía: Fredy Machado.

Es importante mencionar que la extracción de arena puede evitar el asolvamiento de un río, siempre y cuando no se desvíe el caudal ni se provoque el estancamiento de este, además de que no se realice en forma excesiva (Koehnken 2015).

Está claro que la presencia de materia orgánica disuelta en exceso, como metales pesados, aguas residuales contaminantes y sedimentos es común en cualquier río, sin embargo, actividades humanas como la construcción de represas, las minerías, el uso de pesticidas, los vertidos de desechos domésticos e industriales (Figura 3) y la extracción de material pétreo aumentan las concentraciones normales de estas sustancias, generando serios problemas ambientales que afectan a la biodiversidad en forma directa y a las poblaciones humanas en forma indirecta (Cuéllar 2001; Escobar 2002).

La contaminación y degradación de los ríos en El Salvador no es algo nuevo. La Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) informa que los servicios de alcantarillado de aguas negras en el año 2000, tan solo entre el 2-3% recibían algún tipo de depuración antes de verterlas a los ríos (Cuéllar 2001). En el caso de los desechos industriales, el panorama no es más alentador; para la década de 1990 cerca del 90% de las industrias establecidas en San Salvador, vertían sus desechos a los

ríos sin ningún tipo de tratamiento previo por falta de regulación, debido a que la ley de medio ambiente se creó hasta mayo de 1998 (MARN 2014).

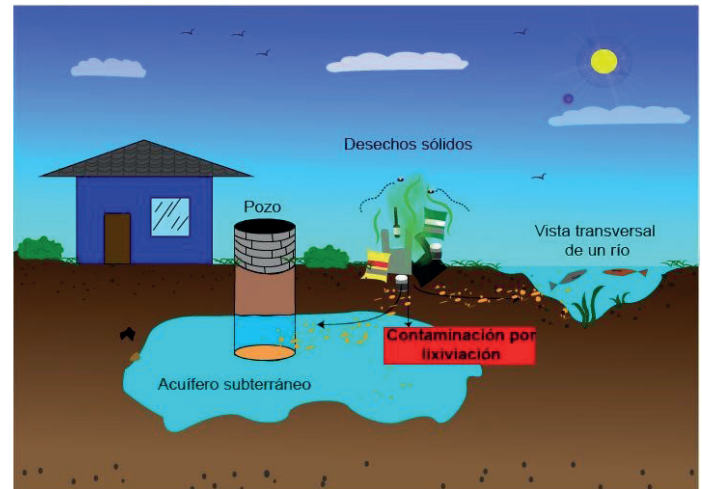


Figura 3. Contaminación de acuíferos y ríos debido a la lixiviación de los desechos sólidos. Fuente: Infografía de Jaime F. Castillo.

Los ríos acarrean en su cauce los contaminantes hasta los ecosistemas costeros como los bosques salados, esteros, lagunas costeras, playas, pastos marinos y arrecifes de coral, causando la pérdida de hábitat de las especies, la pérdida de biodiversidad, eutrofización y sedimentación del cuerpo de agua y por supuesto afectan a la salud humana. Por ejemplo, cuando se obstruyen las bocanas y se descomponen los desechos orgánicos, se generan malos olores y aumentan las poblaciones de vectores de enfermedades infecto contagiosas. Por otro lado, con la llegada del invierno aumentan las inundaciones afectando a las poblaciones locales (Escobar 2002; IUCN 2000).

En El Salvador existen varias leyes y reglamentos cuya finalidad es garantizar que la calidad del agua de los ríos no se vea afectada, por ejemplo, el Código de Salud (art. 67 y 73) el cual, en resumen, prohíbe la descarga de aguas residuales hacia las quebradas, arenales, barrancas, ríos, lagos y esteros. El Reglamento sobre la calidad del agua, el control de vertidos y zonas protectoras (art. 19 y 35) regula que no se realice ningún vertido de desechos sin previa autorización y sin un debido tratamiento para evitar alterar las condiciones físico-químicas y biológicas del medio acuático receptor.

De igual manera la Ley del Medio Ambiente (art. 48 y 49) promueve el manejo integrado de las cuencas hidrográficas y también de supervisar la calidad y disponibilidad del agua; así mismo se establece que cualquier extracción de material de los ríos, lagos y playas sólo se podrá realizar mediante un permiso ambiental (art. 82) (Chávez and Cañas 1999).

De manera que, aunque existen regulaciones legales que debemos hacer cumplir, ya que son muchas las fuentes de contaminación de los ríos; y lo peor de todo es que el agua contaminada también se infiltra en los acuíferos subterráneos de donde extraemos el agua que usamos y consumimos a diario; por lo tanto, es de vital importancia, tomar conciencia de como nuestras acciones afectan la vida en el país.

Todos podemos ser parte del cambio y de la conservación de nuestros ríos, depositando la basura en su lugar, evitando la tala de árboles, haciendo uso adecuado del agua y participando en campañas de limpieza en tu comunidad.

“Tomemos acción y cuidemos nuestros ríos, que son la fuente de vida para los seres humanos y los ecosistemas.”

Glosario

Acuífero: Es un volumen subterráneo de roca y arena que contiene agua que se infiltra desde la superficie.

Antropico: Relativo a la actividad humana que tiene efectos negativos sobre la naturaleza.

Microcuencas: Terreno pequeño que se drena hacia un río principal.

Lixiviación: Proceso de separación de sustancias a partir de desechos sólidos en contacto con el agua.

Eutrofización: Presencia anormal de nutrientes como nitrógeno y fósforo que causa el crecimiento excesivo de microalgas y plantas, las cuales disminuyen la concentración de oxígeno disuelto en el agua.

Referencias

- Ardón G, Flores F. 2017. Implementación de mecanismos de colaboración entre el estado y la municipalidad de La Palma para el manejo integral de los desechos sólidos urbanos domésticos. [Tesis de Licenciatura] Universidad de El Salvador. 266 p.
- Cuéllar N. 2001. La contaminación del agua en El Salvador: Desafíos y respuestas institucionales. (43):16.
- Chávez F, Cañas C. 1999. Situación Ambiental de la Industria en El Salvador. Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA). 145 p.

Escobar J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. Santiago de Chile: Naciones Unidas. 63 p.

Faustino J, Medina M, Guillén I, Murillo Á, Orellana L, Martínez E, Oyuela M. 2008. Plan Estratégico de Manejo de la Microcuenca del Río La Soledad. :81 p.

Fuentes J. 1992. Aguas Subterráneas. Madrid, España: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaría General de Estructuras Agrarias. 32 p.

Fundación Aquae. 2021. El Cambio Climático está secando los grandes ríos. [accessed 2023 Feb 11]. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/el-cambio-climatico-esta-secando-los-grandes-rios/>

[IUCN] Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. 2000. Vision for water and nature: a world strategy for conservation and sustainable management of water resources in the 21st century. IUCN. 72 p.

Koehnken L. 2015. Impacts of sand mining on ecosystem structure, process, and biodiversity in rivers. WWF Germany; 5 p.

Madrigal J. 2005. Los efectos de las amenazas naturales y antropogénicas en las cuencas hidrográficas de Costa Rica. 9 p.

[MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2014. Ley del Medio Ambiente. 157 p.

[MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2021. Aprendamos sobre la gestión integrada del recurso hídrico: 1. conceptos básicos. 2nd ed.

Martínez LCM. 2015. La extracción de arena y minerales de río como factor contaminante del ambiente. Revista Grafías.:45–49.

Rivera JSÚ, Dallatorre YD, Zaldívar-Cruz 2018. La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático. 4(7):889–896.



Análisis estructural de matrices de impactos cruzados en el Área Natural de Mizata, La Libertad, como un modelo de evaluación socioambiental

Structural analysis of cross-impact matrices in the Mizata Natural Area, La Libertad, as a socio-environmental evaluation model

Resumen

El estudio se llevó a cabo en el Área Natural (AN) de Mizata, que forma parte del Área de Conservación Cordillera del Bálsamo, ubicada en el municipio de Teotepeque, departamento de La Libertad, con coordenadas geográficas: 13°31'0.455" LN y 89° 35'58.824" LW. A partir del análisis de la información recolectada en campo y la información secundaria pertinente, se utilizó un análisis estructural "Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación (MICMAC). Se mapearon las variables, se identificaron las determinantes o de entrada, las variables clave o reto del sistema, las variables objetivo, las autónomas y las de regulación. A través del análisis Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA), como metodología de estudio situacional, se generó un total de treinta estados situacionales, que se encuentran distribuidos en diez fortalezas registradas, siete oportunidades, cinco debilidades y ocho amenazas que resultaron identificadas para el AN de Mizata, enfocados principalmente en el manejo y uso adecuado de los recursos naturales. Para cada uno de estos estados situacionales, se les ubicó en sus ámbitos y variables socioeconómicas y ambientales con sus tendencias respectivas. Las variables más sensibles por regular y que generan impactos ambientales en el AN de Mizata, incluyen el uso inadecuado de artes de pesca, tanto artesanal como industrial, proyectos de desarrollo turístico sin permisos ambientales, asentamientos en la línea de costa, manejo de desechos sólidos y descargas directas de aguas grises y negras a los cuerpos de agua, entre otros.

Palabras clave: Mizata, variables, estados situacionales, tendencias, MICMAC, impactos ambientales.

Abstract

The study was carried out in the Mizata Natural Area (NA), which is part of the Cordillera del Bálsamo Conservation Area, located in the municipality of Teotepeque, department of La Libertad, with geographic coordinates: 13°31'0.455" NL and 89° 35'58.824" LW. Based on the analysis of the information collected in the field and the pertinent secondary information, a structural analysis "Matrixes of Crossed Impacts Applied Multiplication for a Classification (MICMAC)" was used. The variables were mapped, the determinants or from the outset, the key variables or system challenge, the objective variables, the autonomous variables and the regulation variables were identified. Through the Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats (SWOT) analysis, as a situational study methodology, a total of thirty situational states were generated, which are distributed in ten registered strengths, seven opportunities, five weaknesses and eight threats that

Presentado: septiembre, 2022

Aceptado: mayo, 2023

¹Oscar Armando Molina* ²Olga Lidia Tejada y ³Yaquelyn Estefany Gómez

¹Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. oscar.molina@ues.edu.sv

²Escuela de Biología e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. ORCID:0000-0003-4128-7944 olga.tejada@ues.edu.sv

³Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática. Universidad de El Salvador. gm14083@ues.edu.sv

*Autor de correspondencia



were identified for the Mizata NA, focused mainly on the proper management and use of natural resources. For each of these situational states, they were placed in their fields and socioeconomic and environmental variables with their respective trends. The most sensitive variables to regulate and that generate environmental impacts in the Mizata Natural Area include the inappropriate use of fishing gear, both artisanal and industrial, tourism development projects without environmental permits, settlements on the coastline, waste management solids and direct discharges of gray and black water to bodies of water, among others.

Key words: Mizata, variable, situational statements, trends, MICMAC, environmental impacts.

Introducción

El Salvador cuenta con la Política Nacional del Medio Ambiente de 2022 y sus cuatro componentes principales: gestión de los recursos hídricos para buscar la seguridad a través del tiempo; gestión de riesgo climático y tránsito hacia una economía baja en carbono; integración de la biodiversidad en las actividades de desarrollo económico y social; y, por último, inducir a una gestión ambiental que propicie la protección y conservación de los recursos naturales. Según esta Política, su finalidad es valorar, conservar, restaurar y utilizar, sosteniblemente, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, indispensables en las actividades productivas y el bienestar de la sociedad salvadoreña (MARN 2022). Cuando los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de un ecosistema tienen un buen manejo, son capaces de proporcionar servicios de provisionamiento como alimentos, fibras, recursos genéticos y agua de calidad; servicios de regulación, como la purificación del aire y del agua, control de plagas y protección frente a fenómenos climáticos extremos; servicios culturales de sano esparcimiento y recreación; y los servicios básicos de soporte (retenedores), como formadores de suelos, sumideros de carbono, que son necesarios para suministrar los demás servicios ecosistémicos (FAO 2022).

Según la Constitución Política de la República de El Salvador, dictada por la Asamblea Legislativa en 1983, en su (Artículo 84) menciona que el Estado ejerce soberanía en el espacio aéreo, el mar, lecho marino y subsuelo hasta una distancia de 200 millas marinas o náuticas (370.4 km) desde el nivel de la bajamar media, lo cual corresponde al ancho de la Zona Económica Exclusiva (ZEE), establecida en el Artículo 57 de la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (1982).

La línea de costa de El Salvador tiene una longitud de 321 kilómetros desde el río Paz frontera con Guatemala hasta el golfo de Fonseca compartido con Honduras y Nicaragua. Lo anterior corresponde a un área de alrededor de 100,000 km² de una franja marina frente a la línea de costa del país. La ley de medio ambiente de El Salvador (MARN 1998), en su Artículo 5, Conceptos y Definiciones Básicas, define a la Zona Costero- Marina (ZCM) como: “La franja costera comprendida dentro de los primeros 20 kilómetros que va desde la línea costera tierra adentro y la zona marina en el área que comprende al mar abierto, desde cero a 100 metros de profundidad, y donde se distribuyen las especies de organismos del fondo marino” y está comprendida dentro del área que establece la Constitución de El Salvador.

Para el AN de Mizata, el paisaje en la zona está dominado por acantilados con vegetación de farallón y cuencas de los ríos Sihupilapa, al occidente y del río Mizata, al oriente. La escasa atención prestada en la mayoría de humedales costero marinos, la captura por unidad de esfuerzo es cada vez más crítica, donde tienen que utilizar más energía física en sus labranzas artesanales e industriales con escasos beneficios económicos y alimenticios, que, en la mayoría de los casos, les ocasionan pérdidas, incertidumbre y estrés familiar. Mizata no es la excepción, ya que, varios de los cambios que la zona ha experimentado en el transcurso de estos últimos 20 años es la presencia de hoteles y accesos directos a las playas y ríos. Esto lógicamente ha causado impactos de diferente magnitud en los recursos naturales de la zona.

Ante estos inconvenientes, es necesario plantarse nuevos esquemas de modelo para la administración, gestión y ofrecimiento de oportunidades, para apoyar al establecimiento de políticas públicas asociadas al uso y aprovechamiento adecuado de sus recursos naturales, con la finalidad de asegurar la conservación y generación de sus servicios ecosistémicos. Se plantea este trabajo con el objetivo de priorizar las variables que inciden en el funcionamiento del sistema natural y proponer indicadores de monitoreo y evaluación.

Materiales y métodos

El estudio se llevó a cabo en el AN de Mizata, ubicada en el municipio de Teotepeque, departamento de La Libertad, con coordenadas geográficas: 13°31'0.455" LN y 89° 35'58.824" LW (Figura 1).

Para fortalecer la línea base de los indicadores potenciales relacionados a la conservación y restauración

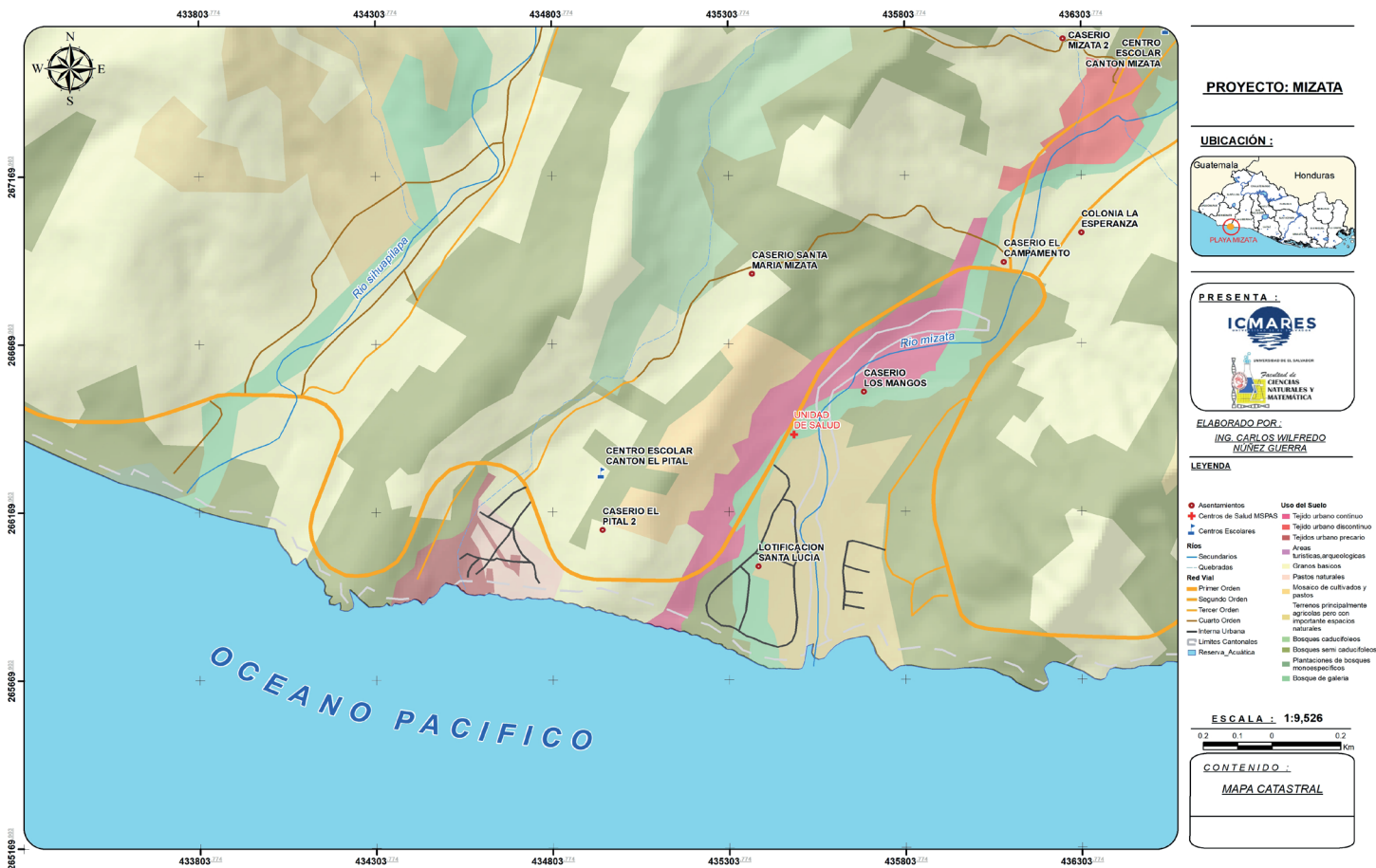


Figura 1. Mapa catastral del AN Mizata. Teotepeque, La Libertad 2022. Fuente: Ing. Carlos Wilfredo Núñez Guerra.

de los recursos costeros marinos del AN Mizata, nos centramos como primer paso, a una zonificación general de 318 ha, donde el Área de Influencia Directa (AID) continental es equivalente a 126 ha y el Área de Influencia Directa marina corresponde a 192 ha (Figura 2).

Paralelamente se aborda:

La búsqueda y análisis de la información secundaria referente a las características biofísicas, químicas, socioeconómicas, culturales del sitio de interés, entre otras. Se realizaron visitas de campo para identificar y analizar los estados situacionales del AN Mizata y su relación con sus tendencias probables.

A través de la técnica FODA, se estructuraron los estados situacionales tanto endógenos (incidentes) como exógenos (dependientes), donde para cada una de ellas, se definen en variables y se analizan.

A partir del análisis de la información secundaria pertinente y la información recolectada en campo, se utilizó un análisis estructural de la metodología “Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación, por sus siglas MICMAC Aplicada para una Clasificación” (MICMAC

1993). Una vez mapeadas las variables, se identificaron las determinantes o, de entrada, las variables clave o variables reto del sistema, las variables objetivo, las variables autónomas y las de regulación.

También se recopilaban las experiencias prácticas en el uso adecuado de los recursos naturales ejecutados por el tejido social instalado y funcionando como el MARN, CENDEPESCA, Agencia de Desarrollo Local (ADEL, Sonsonate), Cooperativas y Asociaciones de desarrollo local, entre otras. A partir del análisis estructural MICMAC y posteriormente a la medición de la Matriz de Evaluación de Impacto Rápido “RIAM” (Pastakia 2001), se afinaron los indicadores de situación, de presión, entre otros, para que las instituciones rectoras, según su competencia, puedan proceder al monitoreo, evaluación y cumplimiento de los indicadores priorizados.

Resultados

Estados Situacionales y Conceptualización.

A través del análisis FODA, como metodología de estudio situacional, se ha generado un total de treinta estados situacionales, que se encuentran distribuidas en

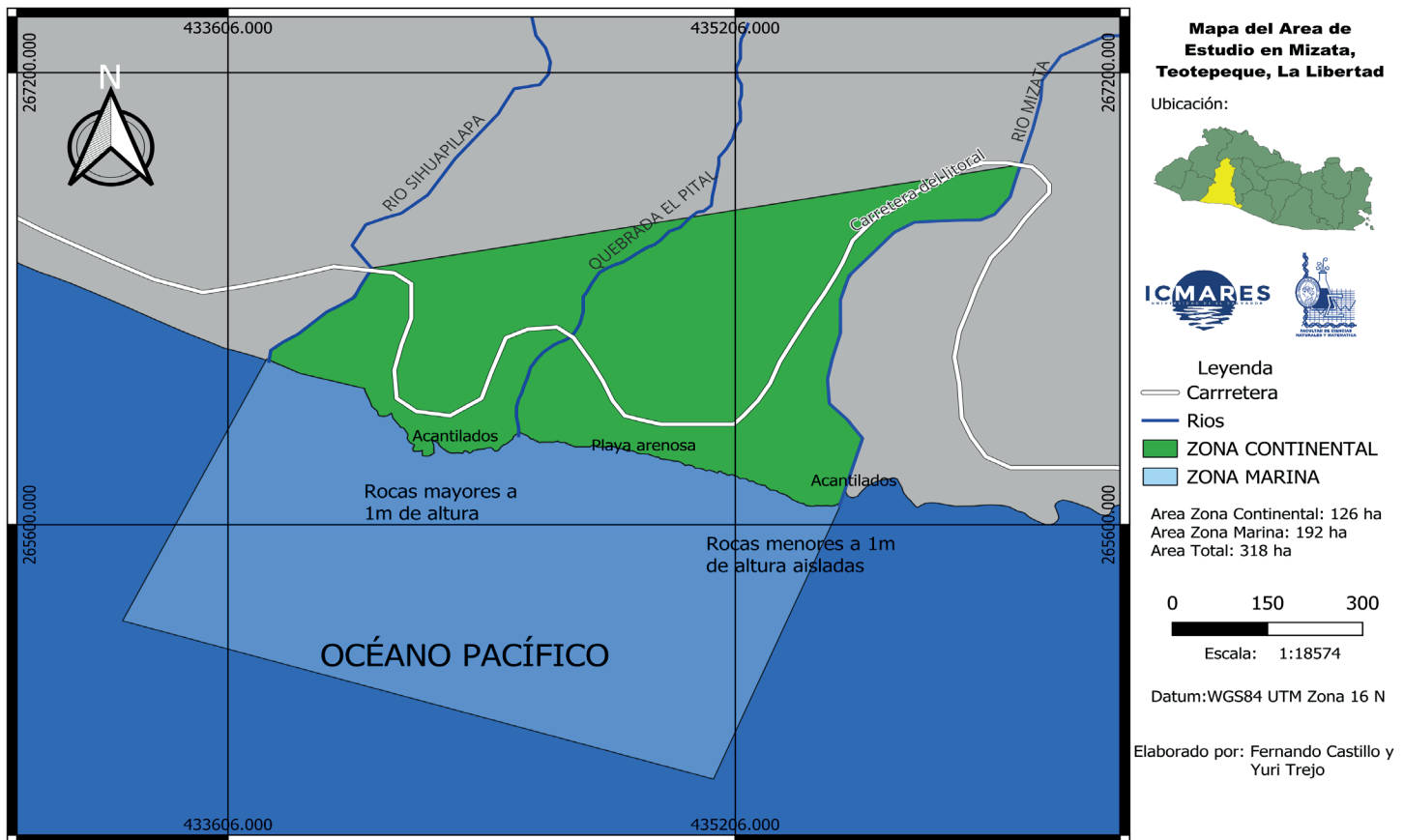


Figura 2. Zonificación general del AN Mizata. Teotepeque, La Libertad 2023. Fuente: Fernando Castillo y Yury Trejo.

diez fortalezas registradas, siete oportunidades, cinco debilidades y ocho amenazas que resultaron identificadas para el AN de Mizata, enfocados principalmente en el

manejo y uso adecuado de los recursos naturales. Para cada uno de estos estados situacionales, se les ha ubicado en sus ámbitos y variables respectivas (Tabla 1).

Tabla 1. Insumos FODA para el establecimiento de línea base relacionada al manejo adecuado de los recursos naturales del AN de Mizata. Teotepeque, La Libertad, 2022.

Aclaración: Los nombres clave corresponden a los nombres de las variables.

Ámbitos	Internos (controlables)	Variables	No.	Nombre clave
	Fortalezas			
Institucional	La Legislación nacional define las competencias institucionales (MARN, MAG, MINED, MINSAL, entre otros) para la administración y manejo de los recursos naturales del AN Mizata. Existe una ley de Conservación de Vida Silvestre de las Áreas Naturales Protegidas (ANP), donde se incorporan artículos de leyes, vedas, resoluciones ministeriales, entre otras, que sustentan la legalidad de conservación del paisaje, ecosistemas y especies de interés.	Marco Legal	1	<i>MLE</i>
Social	Presencia de un tejido social que se ha fortalecido a partir de la post pandemia Covid 2019, y que se ha involucrado en el uso adecuado de los recursos terrestres e hidrobiológicos, zona de amortiguamiento y de influencia del AN.	Organización Social	2	<i>ORS</i>

Ambiental	El AN con sus diversos ecosistemas, continúan proporcionando a la población de Mizata y a los niveles de organización de la biodiversidad (a nivel de especies, ecosistemas y paisajes), sus servicios ecosistémicos. El AN es alimentado por aguas costera marinas y por una serie de cuerpos de agua provenientes de las dos microcuencas adyacentes, los cuales brindan servicios ecosistémicos que generan ingresos económicos a las comunidades cercanas (agricultura, pesca artesanal, turismo, acuicultura potencial y forestal, entre otras).	Servicios Ecosistémicos	3	SEE
Institucional	Conocimiento oficial del AN como un bien del Estado y límites de los bienes privados compartidos.	Delimitación	4	DLI
Institucional	Se cuenta con la Política Nacional del Medio Ambiente actualizada 2022, su finalidad es valorar, conservar, restaurar y utilizar, sosteniblemente, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, indispensables en las actividades productivas y el bienestar de la sociedad salvadoreña.	Políticas Públicas	5	POP
Ambiental	Se cuenta con información secundaria dispersa y que se ordena su sistematización a través de levantamiento de información primaria.	Biodiversidad	6	BIO
Institucional (operativo)	Presencia de carteras de estado competentes (MAG, MINED, MITUR, MISAL, MARN, PNC) que regulan el uso adecuado y manejo sostenible de los recursos naturales asociados al AN Mizata.	Fortalecimiento Institucional	7	FOI
Institucional (operativo)	Existe una conectividad adecuada entre la infraestructura física (Carretera Litoral primaria y carretera secundaria del Municipio) y de infraestructura natural, tanto terrestre como acuática en el territorio.	Conectividad	8	COT
Institucional (operativo)	Se cuenta con mecanismos de coordinación ambiental (Unidad Ambiental de la Alcaldía de Teotepeque, Asociaciones de Cooperativas, ONG's, ADESCOS, Mancomunidades, entre otras).	G o b e r n a n z a Territorial	9	GOT
Institucional (operativo)	Se cuenta con planes de trabajo participativo que nos pueden servir de referencia (Fichas Ramsar, Planes de Manejo de AN Protegidas, Plan de Desarrollo Departamental, Planes de Desarrollo Municipal y Nacional, entre otros).	P l a n i f i c a c i ó n Territorial	10	PLT
Ámbitos	Externos (no controlables)	Variable	No.	Nombre clave
	Oportunidades			
Económico	Apoyo técnico y de gestión de las ONGs, fondos PESCAR, MARN-FIAES-Compensaciones ambientales y de otras entidades privadas y financieras competentes hacia el tejido productivo terrestre, acuícola y de seguridad alimentaria.	Economía Local	11	ECL
Social	Actores locales se pueden formar para fortalecer capacidades de gestión de recursos financieros e incidencia en políticas públicas a nivel nacional, micro regional y local.	Autogestión	12	AUG

Ambiental	Existe la oportunidad de fortalecer conocimientos por parte del sector de productores agrícolas, pescadores artesanales y de servicios turísticos sobre la importancia de los servicios ecosistémicos que genera el AN para su bienestar humano.	Conocimiento	13	CON
Ambiental	Presencia de ecosistemas naturales acuáticos y terrestres que pueden permitir su restauración, recuperación y su uso adecuado para incrementar los servicios ecosistémicos.	Resiliencia	14	RES
Económico/ operativo	Los programas nacionales que incluyen proyectos vinculados a la gestión de recursos hídricos, de riesgos y turismo, generan directamente empleo local y aseguran el incremento productivo del AN.	Generación de Empleo	15	GEE
Institucional	Capacidades instaladas localmente y en redes sociales (radio, telefonía e internet)	Comunicación	16	COM
Social/Cultural	Mejor manejo de los medios de vida (agropecuario, pesquería, acuicultura, turismo y forestal) de los diferentes sectores de la población del AN a través de la restauración y fortalecimiento de la infraestructura física y natural existente para fines turísticos, productivos y ambientales.	Medios de Vida	17	MEV
Ámbitos	Internos (controlables)	Variable	No.	Nombre clave
	Debilidades			
Institucional	Deficiente aplicación y cumplimiento del marco legal nacional, micro regional y local.	Aplicación y Cumplimiento	18	AyC
Económico	Las cadenas productivas son deficientes en los diferentes rubros económicos y la baja calidad de los productos en tamaño y en biomasa “carne viva”, limitan la obtención de mejores ingresos principalmente de los pequeños productores, y la mediana empresa sumado a la falta de un adecuado apoyo logístico y técnico, donde los usureros o toponeros son los que obtienen los mejores beneficios económicos.	Inequidad	19	INQ
Institucional	No se cuenta con personal técnico destacado permanentemente, escaso equipo de comunicación y materiales de trabajo para apoyo al proceso de Monitoreo, Evaluación y Cumplimiento. Escaso mantenimiento de la conectividad natural y física tanto terrestre y acuática adecuada; como, por ejemplo, los corredores biológicos fragmentados que forman los bosques de galería, asolvamiento de bocanas por desechos sólidos, entre otras, que desestimula la producción local, al verse con incertidumbre marcada y fuertemente fragmentados y/o deteriorados.	Riesgo Operativo	20	RIO
Económico	Incipiente aplicación de la innovación tecnológica en los ámbitos agrícola, pecuario y acuícola en el AN.	Encadenamiento productivo	21	ENP

Social/Cultural	Débil manejo de los desechos sólidos, aguas residuales y de plaguicidas en el municipio y cultivos agrícolas a nivel local, regional y nacional. Esto trae consigo, que los ecosistemas ribereños adyacentes al AN se encuentran fragmentados por pérdida de su cobertura vegetal, incremento de especies acuáticas invasoras y desechos sólidos. A esto se suma una gama de contaminantes que circula en el ambiente.	Contaminación ambiental	22	<i>CAM</i>
Ámbitos	Externos (no controlables)	Variable	No.	Nombre clave
	Amenazas			
Institucional	Gestión inadecuada de la agricultura sostenible (costos técnicos e insumos agrícolas elevados), turismo local incontrolado, pesca artesanal no amigable con el medio ambiente y acuicultura sin incorporar criterios de sostenibilidad.	Gobernabilidad	23	<i>GOB</i>
Económico	Pérdida de potencial productivo por causa de fenómenos naturales, prácticas culturales inadecuadas (quemadas, redes langostas), presencia de especies invasoras (macroalgas). Por el momento, no existe evidencia de estas macroalgas en Mizata, ni registros de agroquímicos que subsidian los cuerpos de agua local.	Productividad	24	<i>PRO</i>
Económico	Probabilidad de pérdidas económicas (de leves a severas) por efecto de eventos naturales extremos (huracanes, terremotos, deslaves e inundaciones), plagas o enfermedades regionales y pandemias. La recurrencia de estos fenómenos naturales extremos son cada vez más frecuentes e intensos y causan la pérdida de cosechas, biodiversidad y bienes materiales, amenazando la economía de las poblaciones locales	Riesgo Económico	25	<i>RIE</i>
Social	Aumento de las enfermedades y plagas debido al alto nivel de contaminación de suelo, aire y agua y a los efectos del cambio climático aunado a la débil institucionalidad de las instancias competentes de salud y educación asociada. Debido a la pandemia Covid 19, los procesos programados como reuniones, capacitaciones e intercambios de experiencia, se redujeron.	Morbilidad	26	<i>MOR</i>
Ambiental	Susceptibilidad del ecosistema a los cambios extremos del clima o actividades humanas no amigables con el medio ambiente. Los ecosistemas locales son vulnerables a diferentes actividades antropogénicas perjudiciales y factores climáticos.	Vulnerabilidad	27	<i>VUL</i>
Ambiental	Los fenómenos hidrometeorológicos y geológicos recurrentes en el territorio han incrementado la vulnerabilidad del medio natural; desde el Huracán Mitch (1998), posteriormente E96/Ida (2009), tormenta Agatha (2010) y la DT 12E (2011), entre otros.	Riesgo Ambiental	28	<i>RIA</i>

Social	El cambio del uso del suelo y del agua, el manejo inadecuado de artes de pesca (redes langosteras) y el uso inadecuado de ambos propicia la disminución en la disponibilidad de los recursos. Por ejemplo, la pesca extractiva no sostenible, la reducción de la cobertura vegetal circundante al municipio de Teotepeque.	Presión por Uso	29	PRU
Institucional	Escasos procesos cohesivos, integrados e interinstitucionales para un mejor apoyo e implementación de la educación ambiental formal y no formal.	Educación Ambiental	30	EDA

Tendencias probables de las variables

Para cada uno de los estados situacionales, se le aborda su situación histórica, su estado actual y su tendencia

probable que se espera incidir en la implementación de la conservación y acciones de restauración de la biodiversidad local (Tabla 2).

Tabla 2. Situación histórica y actual con su tendencia probable de cada una de las variables identificadas en el AN de Mizata, Teotepeque, La Libertad. Abril-mayo 2022.

No.	Nombre Largo	Comportamiento		
		Evolución histórica	Estado Actual	Tendencia Probable
1	Marco Legal	Creación del MARN; Ley del Medio Ambiente aprobada en 1998; Leyes relacionadas: ANP 2005; Ley de Vida Silvestre 1994, reforma 2001; Ley de Pesca 2001; Ley Forestal 2002; LODT 2012 aprobada.	En 2001 se promulga la Ley General de Ordenamiento y Promoción de la Pesca y la Acuicultura. En 2004 se aprueba el Código de Ética de la Pesca y la Acuicultura de El Salvador. En este contexto de marco legal establece las atribuciones y responsabilidades de las instituciones competentes. Ya existen tribunales ambientales funcionando en el país. Existe la Ley de Conservación de Vida Silvestre.	Se cuenta con un marco legal favorable para la gestión y manejo integral del AN. Donde se espera la implementación de los marcos legales nacionales y locales vigentes. Será necesario proponer la incorporación de artículos en modificación de leyes, reglamentos, vedas, resoluciones ministeriales, entre otras, que sustenten la legalidad de conservación de las especies y ecosistemas de interés.
2	Organización Social	A partir de los acuerdos de Paz se apoya la creación de grupos organizados relacionados con el aprovechamiento de los recursos costero marinos.	Algunas comunidades organizadas que habitan las zonas, como la Cooperativa de Ostreros, las ONG's, están desarrollando actividades en pro del desarrollo sostenible de la zona.	Las comunidades y diferentes actores locales adquieren mayor compromiso en la protección y aprovechamiento de los recursos de la ZCM.
3	Servicios Ecosistémicos	Ecosistemas presionados, manteniendo su funcionalidad y que continúan aportando servicios ecosistémicos importantes claves.	El AN continúa proporcionando servicios ecosistémicos vitales, a pesar de la fuerte presión antrópica y natural ante diversos eventos extremos. La variedad de especies terrestres e hidrobiológicas están aún presentes, aisladamente, sin contar con la composición y estructura de la biodiversidad. Por ejemplo, se ha observado que la flora algal del sitio es diversa e inclusive se encuentran especies que solamente habitan en estas zonas de fuerte oleaje y alta energía liberada por la acción de las olas.	Mediante una buena gestión integral se puede seguir contando o garantizando la provisión de los servicios ecosistémicos.

4	Delimitación	Avance de la frontera agrícola, cambios exagerados de uso del suelo e irrespeto de la línea de playa.	Crecimiento desordenado de la población civil local, y se irrespetan los espacios naturales de las microcuencas y línea de playa.	Será necesario contar con remedaciones del AN, para su respectivo ordenamiento territorial. Al ejecutar las directrices establecidas en el Plan Local de Aprovechamiento Sostenible (PLAS), se contribuirá a un mejor manejo del AN y sus recursos adyacentes.
5	Políticas Públicas	Las políticas públicas del territorio han sido históricamente marginales y sectoriales.	Definir la relación de cada especie con las estrategias nacionales, política nacional de medio ambiente, estrategia de humedales (MARN 2013) u otras vinculadas a esta variable	De continuar la cohesión social en el territorio del AN particularmente del liderazgo de la Cooperativa, ADESCO y municipalidad, se favorecerán procesos tendientes a que se cumplan las políticas públicas.
6	Biodiversidad	Crecimiento paulatino de la población local desordenada y la presión ejercida a los recursos naturales locales	Todavía se encuentran presentes especies hidrobiológicas y forestales de interés nacional y local en la zona de Mizata y sus alrededores. Como, por ejemplo, el Bálsamo de El Salvador, caoba, cedros, entre otros. A nivel marino, se encuentran la mayoría de las especies de corales pétreos y blandos a bajas profundidades (entre 10 a 15 metros).	Se prevé que basado en el conocimiento básico que se tiene sobre la biodiversidad del AN, el MARN/MUNICIPALIDAD/COOPERATIVAS podrán incidir para concretar una agenda con la academia representada por las universidades, para la priorización de estudios específicos que contribuyan al mejor manejo del AN. Verificar estudios realizados a nivel nacional o internacional sobre la especie de interés.
7	Fortalecimiento Institucional	Las únicas instituciones presentes en la década de los 70 eran MINED y MINSAL.	Mayor presencia de instituciones en el territorio, por ejemplo, el MAG con algunos programas de Desarrollo Rural para la zona. El MARN, cuenta con Unidad de guarda recursos cercanos al territorio; además está regulando las actividades no amigables con el medio ambiente, a través de la verificación y cumplimiento de las medidas ambientales.	La planificación institucional deberá orientarse hacia la coordinación interinstitucional, ordenamiento territorial y manejo adecuado de los recursos naturales contenidos en el AN a través de procesos graduales adaptativos que conlleven a la desconcentración y descentralización de los servicios públicos.
8	Conectividad	En la década de los 70's el territorio se encontraba con abundante cobertura vegetal. Sin embargo, la conectividad física a través de la red vial era deplorable y en algunos municipios inexistente.	Usualmente los bosques de galería, asociados a orillas de riachuelos, o ríos, funcionan como corredores biológicos de fauna vertebrada terrestre. En este corredor biológico terrestre, existe un flujo multidireccional de flora y fauna, incluyendo las variaciones del bosque tropical seco según la altitud. Existen proyectos de mejoramiento de carreteras en la zona costera, por ejemplo, la inversión de Fomilenio II. Existe una conectividad física y natural tanto terrestre y acuática adecuada en el territorio.	Debido al mejoramiento significativo de la red vial con las ampliaciones de la Carretera Litoral, se prevé un mejor flujo comercial de los medios de vida del municipio a nivel local e interdepartamental. Verificar si la especie de interés utiliza corredores biológicos, parches de áreas naturales, para identificar distribución y distanciamiento de parches naturales, a nivel de paisaje

9	Gobernanza Territorial	Relación interinstitucional coyuntural y débil, luego se dio un aumento y fortalecimiento de organizaciones locales con incidencia en el territorio.	La configuración de las organizaciones ha cambiado. Hay mucho protagonismo de las Municipalidades. Las comunidades locales, coordinadas con el MARN, así como últimamente por proyectos de desarrollo sostenible del Fondo de la Iniciativa de las Américas en El Salvador (FIAES), FONAES, Cooperación Internacional, están desarrollando proyectos de inversión en desarrollo físico y natural	Con este nivel organizativo se perfila un mejor diálogo y concertación abierta entre las estructuras existentes y las instancias del gobierno local y central.
10	Planificación Territorial	La escasa planificación territorial estaba en manos de las carteras tradicionales ministeriales y semiautónomas, era sectorial y sin incluir las infraestructuras naturales.	Actualmente se cuenta con el PNOTD, PADEMA, Planes de Manejos de las AP, Plan Ambiental Operativo, Ficha RAMSAR, Planes de Desarrollo Local Municipal que nos pueden servir de referencia. Además, existe una ley de ordenamiento territorial	Verificar y consultar planes de manejo, fichas RAMSAR, planes operativos, entre otros.
11	Economía Local	Tradicionalmente las economías locales se han caracterizado por ser de subsistencia, con la presencia de inversores puntuales que dinamizaban la actividad económica de la zona (Ingenio, pequeñas y medianas empresas de Turismo.	La dinámica de las economías locales se mantiene igual durante los últimos años, aunque se ha agregado la empresa privada como el Hotel Mizata Resort. Las comunidades locales, que en todo caso dependen principalmente de los recursos hidrobiológicos que se generan, ven con angustia, la baja productividad secundaria y bajos ingresos económicos que los recursos naturales les están brindando. Esto se refleja en la captura por unidad de esfuerzo que cada vez es más crítica, donde tienen que utilizar más energía física en sus labranzas artesanales e industriales con escasos beneficios económicos y alimenticios, que, en la mayoría de los casos, les ocasionan pérdidas, incertidumbre y estrés familiar.	Se prevé cierta mejoría en el rubro de turismo particularmente entre el litoral de La Libertad y Sonsonate por las posibilidades recientes de incrementar el circuito turístico en la zona a través de FOMILENIO II.
12	Autogestión	Durante la postguerra se construyó un tejido social amplio y variado que obtuvo experiencia en la gestión de recursos financieros y operaciones efectivas en campo.	Las capacidades de autogestión local, regional y nacional, tienen una tendencia hacia la mejora. Existencia de gobiernos locales organizados en mancomunidades.	La auto gestión en todos los niveles aumenta su efectividad como resultado de la práctica y la experiencia adquirida a través del tiempo. Será necesario impulsar capacidades locales para su auto desarrollo económico.
13	Conocimiento	El proceso de sensibilización y concientización en las comunidades tuvo un fuerte auge por parte de la municipalidad y apoyos subsecuentes de ONG's para trabajar el componente educativo.	Escaso conocimiento de los servicios que ofrecen los ecosistemas con sus especies que las caracterizan y sus funciones que desempeñan.	Mejora en los niveles de conocimiento con incidencia en el buen uso de los recursos naturales asociados al AN.

14	Resiliencia	El territorio ha sido escenario de diferentes eventos climáticos adversos como inundaciones y sequías, aunado a la presión antrópica permanente.	Los ecosistemas siguen siendo sometidos a la presión, sin embargo, ya existen algunas iniciativas para la recuperación de estos.	Verificar si las especies y ecosistemas cuentan con la capacidad de adaptación para amortiguar las presiones antropogénicas y de fenómenos naturales, que son cada vez más frecuentes y de mayor afectación
15	Generación de empleo	Durante la década de los 70's, el departamento de la Libertad, experimentó un incremento en la generación de empleos en el ámbito turístico. La permanencia de las ONG's locales con escasos recursos disminuyendo la provisión de empleos.	Actualmente la generación de empleos se encuentra en un nivel bajo, aunque se mantienen algunas ONG's locales con esfuerzos focalizados. En este escenario sobresalen Programas de USAID generando empleos locales en actividades de reforestación.	Se pretende diseñar e implementar una gestión efectiva en conjunto con los actores locales, y se logrará la ejecución de varios proyectos relacionados directamente con el AN, con lo cual se estaría generando más empleos para las comunidades aledañas, principalmente con el turismo local.
16	Comunicación	La comunicación en el territorio se limitaba a prensa, radio y televisión, y material divulgativo por parte de las ONG's locales.	Con el avance tecnológico en la actualidad, las comunicaciones son más eficientes. Hay capacidades instaladas de red de comunicadores (internet, radio, telefonía y TV local).	El avance tecnológico va a continuar favoreciendo los niveles de conocimiento y concientización sobre la problemática que se relaciona con el AN. Se prevé una mejora en los sistemas de comunicación, tanto en calidad como en cantidad.
17	Medios de Vida	Los medios de vida fueron fortalecidos en los ámbitos de la agricultura y ambiente. Similarmente en la línea de playa, se dieron otros programas globales siendo el más fortalecido el sector de turismo.	Se continúa trabajando en los medios de vida, con algunas iniciativas de fortalecer las cadenas productivas, emprendedurismo, y agricultura orgánica. El turismo ha sobresalido a través de líneas hoteleras. Se utiliza el local de la cooperativa para realizar festivales bailables los fines de semana y también poseen una zona de acampar para aquellos turistas que les gusta el turismo rural.	Se perfila una mejoría leve a moderada en lo referente al fortalecimiento de las cadenas productivas en el sector agricultura/acuicultura. No así en el sector pesquero. En lo referente al turismo se apunta una mejoría significativa sobre todo si se logra establecer y concretar los círculos turísticos entre La Libertad y Sonsonate.
18	Aplicación y Cumplimiento	En los años 90's, en cuanto al marco legal del territorio solamente se contaba con la Ley de Vida Silvestre, Forestal y de Pesca, Convención CITES, Convenios de Biodiversidad Biológica, Desertificación.	Actualmente se cuenta con un buen marco legal pero un bajo nivel de aplicación y cumplimiento.	Las condiciones de bajo nivel de aplicación y cumplimiento del marco legal se mantendrán de no haber voluntad política de aplicación de las diferentes normas vigentes: municipales, nacionales e internacionales a través de las Convenciones.
19	Inequidad	El desbalance en la distribución de beneficios en la cadena productiva era mayor hacia sus últimos eslabones de la cadena de valor	Existe una distribución desigual de beneficios económicos de las cadenas productivas, aunque hay algunas mejoras por el fortalecimiento de la organización del tejido social.	No habrá una mejor distribución de los beneficios económicos si no se implementan los derechos de acceso a recursos naturales, el desarrollo de economías locales, la organización de las comunidades, el fortalecimiento del tejido social y el mejoramiento de la capacidad de emprendedurismo.

20	Riesgo Operativo	Escaso personal técnico y en algunos casos hasta carencia de personal destacado en la zona. Por ejemplo, personal del MARN, CENDEPESCA, de MINSAL, que llegan esporádicamente a los sitios cuando hay algún problema puntual socio ambiental.	Presencia limitada de personal técnico y operativo con mínimas condiciones de equipos y herramientas de trabajo. Se prevé que las condiciones continuarán de forma similar al presente, lo cual incidirá negativamente la adecuada gestión y presencia de cara al AN.	Será necesario que las organizaciones de base se encarguen en la regulación de normativas y gestión de actividades, obras o proyectos a fines al Plan de Desarrollo Territorial.
21	Encadenamiento productivo	De los años 95 al 2002, se propició un cambio cultural sobresaliente de una agricultura tradicional a una agricultura orgánica semitecnificada y diversificada.	Existe un proceso de apropiación en el tema de cadena productiva, emprendedurismo (PAF, MYPE, y el trabajo de varias ONG's locales) e innovación tecnológica	Debido a que este tema es medianamente prioritario para el gobierno central, el crecimiento productivo va a ser muy lento de acuerdo con lo que se requiere en el ámbito nacional y local. Se espera mayores incentivos de inversión, fiscales, productivos, entre otros, por parte de entes gubernamentales, financieros y cooperantes.
22	Contaminación ambiental	El aporte mayor de contaminación hacia el AN provenía los aportes de las descargas adyacentes ricas en plaguicidas y fertilizantes. En la parte acuática el flujo de contaminantes se incrementó en función del cambio de uso del suelo. El AN y su cuenca circundante están experimentando procesos de degradación muy graves que amenazan la conservación de sus valores ecológicos y sociales. Estos procesos incluyen la erosión de la playa, la pérdida de vegetación de playa, bocanas azolvadas, entre otras.	Se estima que el 80 % de los contaminantes presentes en el medio marino proceden de la tierra. Algunas sustancias peligrosas, como los metales pesados tóxicos, los compuestos orgánicos persistentes (como los plaguicidas y los productos químicos industriales), los hidrocarburos y las sustancias radiactivas procedentes de actividades industriales, agrícolas, municipales y mineras, terminan pasando al medio marino por medio de las aguas superficiales y subterráneas. Es de prestar atención a las aguas residuales que se generan por las comunidades locales y empresas instaladas y funcionando.	De no aplicarse las medidas pertinentes de mitigación, atenuación y remediación, el AN colapsará principalmente en el ámbito acuático. Se pretende reducir en gran medida el cambio de uso inadecuado del suelo y del agua a través de la implementación de los doce principios del enfoque por ecosistema. Una contaminación prolongada puede afectar a los ecosistemas marinos y costeros y hacer peligrar los medios de vida de comunidades enteras
23	Gobernabilidad	Existían instituciones de gobierno (MAG, MINSAL, MINED) pero con una coordinación desarticulada y deficiente	Persiste limitada presencia y bajo nivel de Coordinación Institucional	Fortalecer el bajo nivel de coordinación y voluntad política de apoyar en conjunto este tipo de procesos de recuperación, conservación y manejo sostenible de los recursos asociados al AN.
24	Productividad	Deterioro gradual de la productividad del AN por la degradación y pérdida de la pesca y recursos asociadas a la agricultura.	Baja productividad relacionada con la sobreexplotación de los recursos, especies invasoras en incremento y el deterioro de los ecosistemas. La vegetación alrededor está caracterizada por la presencia de vegetación del bosque tropical seco de Mesoamérica con diferentes niveles de intervención humana, incluyendo actividades agropecuarias como pastoreo extensivo de ganado vacuno, cultivos de cereales, hortalizas y caña de azúcar. Algunas "ventajas" son lugares que facilitan la reproducción de peces, moluscos y crustáceos.	Reducir la crisis en la productividad y de la pobreza de las comunidades locales.

25	Riesgo Económico	Desarrollo de las actividades económicas y productivas en zonas de alto riesgo, sin criterio de ordenamiento del territorio.	Continúa el desarrollo de actividades económicas, extractivas y productivas en zonas de alto riesgo a pesar de la existencia de algunos planes de ordenamiento. Por el momento se han identificado: 1. Zonas de los esteros azolvados con sus bocanas cerradas en época seca, donde disminuyen o se reducen al mínimo los ciclos reproductivos de peces, moluscos y crustáceos. y 2. La pérdida gradual de la vegetación de playa, que pone en riesgo la erosión de playa y la pérdida de infraestructuras físicas como casas y hoteles.	De no atenderse los lineamientos y directrices del Plan Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial, se continuará reincidiendo en las pérdidas económicas y productivas del AN.
26	Morbilidad	Altos índices de detrimento de la salud humana e índices de analfabetismo. No hay énfasis en la prevención, se tienen respuestas mediáticas a la problemática del AN.	A pesar de los esfuerzos en los programas de prevención y combate a enfermedades infectocontagiosas enfocadas a educación para la salud y equipamiento básico de infraestructura de saneamiento y calidad ambiental. Aún persiste el elevado índice de morbilidad. Esta información se actualizará con el apoyo de la Unidad de Salud de Mizata.	El control deficiente de las condiciones de saneamiento y calidad ambiental permitirá la persistencia e incremento de la morbilidad en el territorio. Aumento de enfermedades de carácter móvil asociadas a las infectocontagiosas y otras asociadas a la contaminación.
27	Vulnerabilidad	La deforestación severa y la degradación de la tierra han afectado negativamente las tierras agrícolas, aumentando la vulnerabilidad del país a la variabilidad y el cambio climático. El Salvador ha experimentado un aumento constante en los eventos extremos (tormentas, inundaciones y sequías) durante los últimos 30 años. La costa del Pacífico ya está experimentando el aumento del nivel del mar y se supone que entre el 10 y el 28 por ciento del territorio de la zona costera del país se pierda a finales del siglo. Las zonas costeras, donde viven más del 30 por ciento de la población, son altamente vulnerables a la combinación del aumento del nivel del mar y los fenómenos de El Niño.	El Salvador está trabajando actualmente en un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PAN), y una Ley Marco de Cambio Climático, cuya finalización está prevista para 2020. En cuanto al entorno natural, éste presentaría la situación más crítica, como consecuencia de la profundización de la dinámica de deterioro, el precario ordenamiento del territorio y la ausencia de planificación en el uso de éste. Dichos procesos estarían afectando el desempeño futuro de las funciones ambientales esenciales y de aquéllas que dan soporte a la actividad humana y la vida. Fortalecimiento de la organización y capacidades de los pobladores rurales locales, para incorporar en las actividades socioeconómicas la adaptación al cambio climático, dentro del marco de un ordenamiento y gestión sostenible del territorio ubicado en la planicie costera central de El Salvador, donde pertenece Mizata.	Los eventos naturales extremos producidos por el cambio climático serán más recurrentes en frecuencia y estacionalidad creando mayores pérdidas en las infraestructuras físicas, en el ámbito socioeconómico y ambiental. Los esfuerzos principales para fortalecer la contribución futura de este entorno a la variable vulnerabilidad con capacidad de adaptación del territorio, se proyectan mejoras en la infraestructura vial debido a iniciativas conjuntas con las municipalidades, así como el desarrollo de programas de diversificación de las actividades productivas.

28	Riesgo Ambiental	Globalmente el territorio de la Libertad ha experimentado incremento en la frecuencia de fenómenos naturales (inundaciones, marejadas, mares de fondos “mar tendida” o “mar de leva”, derrumbes, sequías) y aumento en los impactos por el alto grado de vulnerabilidad.	El Plan de Acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en adaptación. Proyecto 2018 – 2022, establece las prioridades de restauración en el país ante los riesgos ambientales. La restauración del paisaje es reconocida como una clave, no sólo para recuperar la integridad ecológica, sino para mejorar los medios de vida y fortalecer el desarrollo territorial, la seguridad alimentaria e hídrica. Con la restauración de las funciones de ecosistemas relacionadas directamente con el régimen hidrológico se reduce la vulnerabilidad, con impactos positivos en los sectores de agua, energía y alimentos. Así mismo, la restauración permite a la población adaptarse a los efectos adversos del cambio climático.	Se prevé pérdidas de vidas humanas, actividades económicas, daños a infraestructura por inundaciones, sequías y deslizamientos. Será necesario actividades de mitigación basada en la adaptación de los recursos hidrobiológicos a través de tecnologías adaptativas. Por ejemplo, la restauración del bosque de galería en cumplimiento con la Ley del Medio Ambiente, se plantea la reforestación del bosque de galería en 25 m en los márgenes de los ríos principales y secundarios
29	Presión por Uso	Históricamente se ha dado un aprovechamiento indiscriminado y sin control de los recursos naturales del AN, debido principalmente al incremento poblacional y a la escases de instrumentos de planificación.	A pesar de tener instrumentos de planificación, regulación, información y contar con información relevante, se continúa con la sobre explotación de los recursos conexos al AN. Poco a poco la conectividad natural ha disminuido y se ha incrementado la competencia desleal por la extracción de los recursos, de tal grado, que usuarios de otros municipios llegan a saquear los escasos recursos del territorio. Por ejemplo, la actividad de extracción de ostras.	Agotamiento de los recursos naturales del AN y conflictos sociales por la competencia y presión de estos se debe de reducir.
30	Educación Ambiental	El proceso de educación ambiental principalmente en lo formal tuvo bases con el Programa USAID, durante el período 1980-1990 que, aunque no enfocó el AN, permitió apoyar acciones a través de ONG's.	Algunas organizaciones locales continúan desarrollando Educación no formal. El MINED ha modificado la currícula educativa incorporando aspectos de educación ambiental dirigida a nivel básico y de bachillerato.	Se prevé que continuará la falta de un enfoque sinérgico debido a la débil dirección y coordinación entre el MINED y el MARN.

Análisis Estructural de las variables

Con los insumos de campo, entrevistas con especialistas de la Escuela de Biología, del MARN y trabajo en equipo con investigadores del ICMARES, se utilizó el programa MICMAC (Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación) y con el uso de una clasificación directa, se realiza el análisis de los valores de motricidad/influencia y de dependencia para cada una de las 30 variables con un enfoque de manejo adecuado de los recursos naturales (Figura 3).

En este caso se identificaron del total de 30 variables, aquellas que se catalogan como **determinantes o de entrada**, que son aquellas variables que se sitúan en la parte superior izquierda, fuertemente motrices, poco dependientes y altamente influyentes y que éstas determinan el funcionamiento del sistema. **Las variables determinantes o de entrada** resultaron ser: Las Políticas Públicas (POP) y el Marco legal (MLE) que ambas están identificadas como Fortalezas del sistema, ya que, a nivel internacional, nacional y local, se cuenta con el vagaje legal y jurídico amplio para hacerlo funcionar. La otra variable de entrada

es el Conocimiento, (CO) como una oportunidad que se puede retomar hacia los usuarios de los recursos locales para fortalecer sus capacidades cognitivas individuales (usuarios individuales) y colectivas (cooperativas, ADESCOS) y poder replicar sus capacidades y asegurar las buenas prácticas. La cuarta variable de entrada es la Educación Ambiental (EDA), que si no se implementa, continuará como una amenaza localmente, ya que, es necesario desarrollar mayores capacidades cognitivas a los usuarios de los recursos y la importancia de heredar a sus futuras generaciones los procesos productivos de los recursos naturales y la importancia de conocer los servicios ecosistémicos que ofrece el ambiente natural asociado a su bienestar humano.

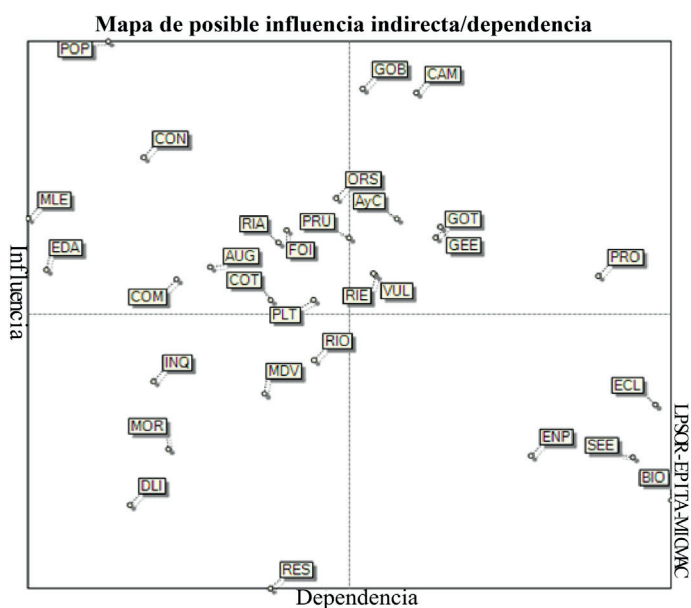


Figura 3. Distribución de las variables de dependencia (X) y de Influencia (Y) para el AN de Mizata, asociada al manejo adecuado de los recursos naturales. Mizata, Teotepeque, La Libertad. Abril-mayo 2020.

Si no se implementan y fortalecen estas cuatro variables, que son poco dependientes y muy motrices; La fuerza motriz de llevar al éxito este proyecto de Mizata, se verá reducidos. Según la evolución que sufran a lo largo del proyecto, se pueden convertir en frenos o en motores del sistema, de ahí su denominación.

En la zona superior derecha, se encuentran las **variables-claves** o variables-retos del sistema muy motrices y muy dependientes, perturban el funcionamiento normal del sistema, estas variables sobredeterminan el propio sistema. Son por naturaleza inestables y se corresponden con los retos del programa o proyecto a ejecutar en Mizata. Estas variables resultaron ser: La Gobernabilidad (GOB),

catalogada como una amenaza, si las autoridades nacionales no priorizan dentro de sus agendas el tema ambiental y la Contaminación Ambiental (CAM), como una debilidad, que se podría controlar por el tejido social instalado y funcionando.

En la zona inferior derecha se sitúan las **Variables- resultados** que se caracterizan por su baja motricidad y alta dependencia, y suelen ser junto con las variables objetivo, **indicadores descriptivos** de la evolución del sistema. Se trata de variables que no se pueden abordar de frente sino a través de las que depende en el sistema. Estas variables resultaron ser la Biodiversidad (BIO) y los Servicios Ecosistémicos (SEE) que ofrece la biodiversidad, como fortalezas; ya que hay presencia e interacciones naturales todavía en Mizata y se tiene la oportunidad de restaurarlos para contar con un mejor funcionamiento y salud ecosistémica. La variable Economía Local (ECL), como una oportunidad de desarrollo económico, social y productivo de los actores locales identificados y el Encadenamiento Productivo (ENP), identificado como una debilidad que hay que fortalecer, para la mejora de sus ingresos económicos, al reducir los toponeros (usureros).

Las **variables objetivo** que se ubican en la parte central son muy dependientes y medianamente motrices, de ahí su carácter de objetivos, puesto que en ellas se puede influir para que su evolución sea aquella que se desea. Se caracterizan por un elevado nivel de dependencia y medio de incidencia o motricidad. Su denominación viene dada porque su nivel de dependencia permite actuar directamente sobre ellas con un margen de maniobra que puede considerarse elevado, ayudando a su vez a la consecución de las variables clave.

La **variable objetivo** de este análisis matricial resultó ser la Productividad (PRO), catalogada actualmente como una amenaza, por los escasos recursos hidrobiológicos y terrestres que se encuentran en la zona y que se debe de tomar medidas estrictas de fiel cumplimiento al sistema; a través de la Implementación de buenas practicas mejoradas productivas para el incremento del potencial productivo de los ecosistemas y agroecosistemas. Será necesario reducir el cambio de uso y manejo inadecuado de los recursos naturales, principalmente pesca extractiva, cultivos anuales, contaminación del agua y el suelo, entre otros.

En el centro se sitúan las **variables de regulación** que participan en el funcionamiento normal del plano o sistema, se convierten en “**llave de paso**” para alcanzar el cumplimiento de las variables-clave y que estas vayan evolucionando tal y como conviene para la consecución de los objetivos del sistema. Estas variables resultaron ser: Riesgo Operativo (RIO), Riesgo Económico (RIE), la Vulnerabilidad (VUL), los Medios de Vida (MDV), la Planificación Territorial (PLT) y la Generación de Empleo (GEE), para reducir la presión de uso de la biodiversidad local entre otras, no menos importantes.

En la zona próxima al origen, se sitúan las **variables autónomas**, son poco influyentes o motrices y poco dependientes, se corresponden con tendencias pasadas o inercias del sistema o bien están desconectadas de él. No constituyen parte determinante para el futuro del sistema. Se constata frecuentemente un gran número de acciones de comunicación alrededor de estas variables que no constituyen un reto. El nombre le viene dado porque queda un tanto al margen del comportamiento del sistema, siempre en relación con las restantes. Sin embargo, es preciso remarcar que no es que carezcan de importancia, sino que, comparativamente, los esfuerzos que se destinen ofrecerán mejores frutos en variables situadas en los otros grupos, fundamentalmente en las variables clave. Esta variable autónoma resultó ser: 1. la Resiliencia (RES), como una oportunidad poder realizar acciones de mitigación, en aquellos ecosistemas acuáticos y terrestres que nos pueden permitir su restauración, recuperación y su posterior uso adecuado para incrementar los servicios ecosistémicos; 2. La Morbilidad, se ha catalogado como una amenaza local; debido a la incidencia de enfermedades por debilitamiento de los servicios públicos en salud y educación. El control deficiente de las condiciones de saneamiento y calidad ambiental permitirá la persistencia e incremento de la morbilidad en el territorio y 3. La variable Delimitación, como proceso de ordenamiento territorial local.

Discusión

A pesar de la alta variedad de ecosistemas (riberinos, vegetación de playa, arrecifes rocosos entre otros), diversidad de especies y de los servicios ecosistémicos que estas áreas costeras proveen, en El Salvador, una gran parte de estos ecosistemas carecen de mecanismos de conservación y de gestión que aseguren su viabilidad a largo plazo (MARN-Cantabria 2011). El análisis de las variables endógenas y exógenas para el AN Mizata, constituye una parte sustancial como elemento que, aunado a la prospectiva, darán la pauta para la formulación de documentos de gestión participativa como Planes Operativos, Plan de Manejo, Ficha Ramsar, Catalogo de

mapas (MARN 2011), entre otros. Para esto se analizaron los ambientes organizacionales, tanto internos como externos y se obtuvo un conjunto de variables con la correspondiente recomendación, lo que deja una agenda de trabajo para los proyectos del futuro Plan de Manejo en formulación.

Es de recalcar, que una de las debilidades nacionales es la escasa implementación del Marco Legal. En América Latina se ha incrementado la necesidad de vincular la normativa a las realidades de cada país, algo que hasta ahora no sucede de manera constante y el desafío es el cumplimiento de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Pesce 2017).

La escasa Planificación Territorial (PLT), para el AN de Mizata, como llave de paso, nos impulsa a homologar metodologías de planificación a nivel territorial, de mucha relevancia, si se entiende como una de las expresiones directas de la función de gobierno que cada Estado ejerce en sus distintos niveles, en especial en la actualidad, donde esta función se ha visto desafiada por la mayor dinámica y complejidad del contexto socioeconómico (Escudero 2014). A nivel nacional, se han generado documentos técnicos de gestión territorial como los Planes de Manejo de las ANP, Planes Locales de Aprovechamiento Sostenibles (PLAS), Fichas RAMSAR, Planes de Desarrollo Local Municipal, entre otros, que nos pueden servir de referencia para la homologación de metodologías.

La Productividad (PRO), como variable objetivo, catalogada actualmente como una amenaza, por el cambio drástico del uso y manejo inadecuado de los recursos naturales, principalmente pesca extractiva, cultivos anuales, contaminación del agua y el cambio de uso suelo, entre otros. Complemento a otra variable objetivo resultante se registra los Servicios Ecosistémicos (SE), que son los beneficios que obtiene la gente y la biodiversidad, que unidos al potencial del sector pesquero, energético y turístico del ecosistema, constituyen una buena base para promover un desarrollo económico sustentable e inclusivo, que agregue valor a la economía local (Aedo et al 2023).

Las seis amenazas sobre los ecosistemas a nivel mundial, se mencionan el cambio climático y calentamiento global, la sequía, sobreexplotación de recursos, deforestación, contaminación por plásticos y otras basuras y especies invasoras (Paleoymás 2019). Para el AN Mizata, entre las más principales amenazas se pueden mencionar:

- ✓ Presencia de zonas de riesgo por inundación, principalmente cercanos a la desembocadura del

río Mizata y Sihuapilapa.

- ✓ Sobre explotación de los recursos naturales (presión por uso), experimentando una baja sensible en cuanto a disponibilidad, calidad y cantidad de recursos tanto en el área de Influencia Directa e Indirecta.
- ✓ Aumento de la fragilidad de los ecosistemas: erosión de playa por pérdida de cobertura de la vegetación de playa aumentando la vulnerabilidad social.
- ✓ Niveles de erosión considerables, en las partes altas y medias de ambas cuencas, que provocan el azolvamiento de las bocanas.
- ✓

Según el análisis realizado, estas amenazas pueden agruparse en tres grandes grupos:

1. La extracción de recursos hidrobiológicos y de vida silvestre terrestre, percibida en el diagnóstico como la más importante.
2. Destrucción de la vegetación de playa y bosques costeros secundarios, debido a cambio de uso del suelo por la expansión de cultivos de granos básicos, ganadería y servicios turísticos.
3. La contaminación por diversas actividades humanas como el inadecuado manejo de desechos sólidos, descarga de aguas grises y negras, erosión y transporte de sedimento.

Los impactos ambientales más notables que repercuten negativamente en el buen funcionamiento del sistema del AN de Mizata, se pueden mencionar:

- La modificación de hábitats críticos por el uso inadecuado de redes artesanales; por ejemplo, las redes langosteras y redes brujas.
- Expansión de otras actividades humanas como turismo, desarrollo habitacional y comercial, que conlleva a la contaminación de las aguas costeras locales por falta de servicios de tratamiento de aguas residuales.
- Crecimiento poblacional desordenado y el cambio de uso del suelo por el avance de la frontera agrícola. El Estado, dispone débilmente de información sobre los cambios en el uso del suelo por cada parcelero o establecimiento, lo que le impide tanto controlar lo que sucede como utilizar instrumentos fiscales para alentar o desalentar

determinadas acciones. Se sabe relativamente poco acerca del efecto de los cambios de uso del suelo sobre los servicios que brinda el ecosistema natural, como la regulación hídrica, el control de la erosión, la conservación de la biodiversidad, entre otros (Paruelo et al. 2005).

Conclusiones

Se generaron y describieron treinta variables que resultaron identificadas para el AN de Mizata, a través del análisis FODA, como metodología de estudio. Las variables más sensibles por regular y que generan impactos ambientales, incluyen el uso inadecuado de artes de pesca, tanto artesanal como industrial, proyectos de desarrollo turístico, asentamientos en la línea de costa, manejo de desechos sólidos y descargas de aguas grises y negras, entre otras. Actualmente se cuenta con un buen marco legal internacional y nacional, pero con un bajo nivel de aplicación y cumplimiento a nivel territorial, donde será necesario proponer la incorporación de artículos en modificación de leyes, reglamentos, vedas, resoluciones ministeriales, entre otras, que sustenten la legalidad de conservación de las especies y ecosistemas de interés.

El AN continúa proporcionando servicios ecosistémicos vitales, a pesar de la fuerte presión antrópica y natural ante diversos eventos extremos. La variedad de especies terrestres e hidrobiológicas están aún presentes, en sus ecosistemas fragmentados, sin contar con la composición y estructura de la biodiversidad. Por ejemplo, se ha observado que la flora algal del sitio es diversa e inclusive se encuentran especies que solamente habitan en estas zonas de fuerte oleaje y alta energía liberada por la acción de las olas. Mediante una buena gestión integral se puede seguir contando o garantizando la provisión de los servicios ecosistémicos.

En los medios de vida existentes, se perfila una mejoría leve a moderada en lo referente al fortalecimiento de las cadenas productivas en el sector agricultura/ acuicultura. No así en el sector pesquero. En lo referente al turismo se apunta una mejoría significativa sobre todo si se logran establecer y concretar los círculos turísticos entre La Libertad y Sonsonate. Esto será posible, siempre y cuando, se respeten las diversas medidas ambientales, que por ley se encuentran en los diferentes Programas de Manejo Ambiental (PMA). De no aplicarse las medidas pertinentes de mitigación, atenuación, restauración y remediación, el AN colapsará principalmente en el ámbito acuático. Será necesario reducir en gran medida el cambio de uso inadecuado del suelo y del agua a través de la

implementación de los doce principios del enfoque por ecosistema. Una contaminación prolongada puede afectar a los ecosistemas marinos y costeros y hacer peligrar los medios de vida de las comunidades locales.

La variable vulnerabilidad, nos refleja que los eventos naturales extremos producidos por el cambio climático son más recurrentes en frecuencia y estacionalidad creando mayores pérdidas en las infraestructuras físicas, en el ámbito socioeconómico y ambiental. Se prevé pérdidas de vidas humanas, daños a infraestructura por inundaciones, sequías y deslizamientos. Será necesario actividades de mitigación basada en la adaptación de los recursos hidrobiológicos a través de tecnologías adaptativas.

Es de prestarle mayor atención a las variables de regulación que participan en el funcionamiento normal del AN de Mizata, ya que, se convierten en “llave de paso” para alcanzar el cumplimiento de las variables-clave y que estas vayan evolucionando tal y como conviene para la consecución de los objetivos del sistema. Estas variables resultaron ser: Riesgo Operativo (RIO), Riesgo Económico (RIE), la Vulnerabilidad (VUL), los Medios de Vida (MDV), la Planificación Territorial (PLT) y la Generación de Empleo (GEE), para reducir la presión de uso de la biodiversidad local entre otras, no menos importantes.

Referencias

- Aedo M, Bastías E, Casanova D, Doussoulin E, Fernández O, Goykovic V, López V, Mazuela P, Potter W, Sotomayor O, Tolmos A & Bladel M. 2023. Ecosistema productivo transfronterizo Tacna-Arica y Parinacota: caracterización del territorio, las instituciones y la plataforma integrada de proyectos de innovación agropecuaria. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 89 pp.
- Asamblea Legislativa República de El Salvador 1983. Constitución Política de El Salvador. 65 pp. <https://www.asamblea.gob.sv/sites/default/files/documents/decretos/69A06B07-4F30-4F0E-8FB1-D664A3E6D8CC.pdf>
- Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar 1982. https://es.wikipedia.org/wiki/Convenci%C3%B3n_de_las_Naciones_Unidas_sobre_el_Derecho_del_Mar
- Escudero C.S 2014. Métodos y aplicaciones de la planificación regional y local en América Latina. Instituto Latinoamericano y del Caribe de Planificación Económica y Social (ILPES) de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). 85 pp.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2022. Servicios ecosistémicos y Biodiversidad. <https://www.fao.org/ecosystem-services-biodiversity/es/>
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2022. Política Nacional del Medio Ambiente. 41 pp. <https://www.marn.gob.sv>
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 1998. Ley de Medio Ambiente de El Salvador. 32 pp. <https://www.marn.gob.sv>
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2011. Catálogo de Mapas de Zonas Críticas Prioritarias en Humedales Ramsar El Salvador. Herramienta para la Estrategia de Restauración de Humedales. Plan Nacional de Mejoramiento de Humedales en El Salvador. Unidad de Humedales. 50 pp.
- [MARN] Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2013. Estrategia Nacional de la Biodiversidad.
- MARN-Cantabria. 2011. Pre diagnóstico Costero Participativo, Programa de Manejo Integrado de las Zonas Costeras de El Salvador. San Salvador, El Salvador.
- MICMAC. 1993. Matrices de Impactos Cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación. Análisis estructural. Marcombo S.A. Barcelona España. 188 pp.
- Paruelo J. M, Guerschman J. P y Verón S. R 2005. Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. Facultad de Agronomía, UBA. Volumen 15 N° 87. 10 pp. Paleoymás 2019. 6 amenazas ambientales para el planeta...humano. 8 pp.
- Pastakia CMR 2001. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). A new Tool for Environmental Impact Assessment.
- Pesce V 2017. Dirección Nacional de Aguas. Ministerio del Medio Ambiente de Uruguay. <https://www.gub.uy/.../institucional/estructura-del-organismo/viviana-pesce>.



Guía para autores (Versión 2, 2023)

Guide for authors (Version 2, 2023)

Los manuscritos enviados a la Revista Digital AQUACIENCIA deberán estar enmarcados en los objetivos de la Revista, caso contrario serán automáticamente rechazados por el Comité Editorial. Parte del proceso de envío incluye la verificación del cumplimiento de los siguientes criterios:

- El envío no haya sido publicado previamente ni se ha sometido a consideración por ninguna otra revista de forma simultánea.
- El archivo de envío está en formato Microsoft Word.
- Siempre que sea posible, se proporcionan direcciones URL o DOI de las referencias.
- El texto tiene que ser interlineado sencillo; 11 puntos de tamaño, de fuente Times New Roman; se utiliza cursiva en lugar de subrayado (excepto en las direcciones URL); y todas las ilustraciones, figuras y tablas se encuentran colocadas en los lugares del texto a propuesta del autor. Nunca al final.
- El texto se adhiere a los requisitos estilísticos y bibliográficos resumidos en las Directrices para autores.

Los artículos deberán ser elaborados siguiendo el formato general para efectos de presentación de las notas de divulgación, notas técnicas o artículos científicos, según corresponda. Los manuscritos deberán ser entregados al editor general de la revista AQUACIENCIA del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad de El Salvador, enviando a través de la dirección de correo electrónico: aquaciencia.icmares@ues.edu.sv

Una vez que el Comité Editorial de la Revista AQUACIENCIA, designado en lo sucesivo como CE-AQUACIENCIA, dé por recibidos los manuscritos, éstos deberán ser sometidos a un proceso de evaluación de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- Estilo, contenido y novedad.
- Presentación y lenguaje en área específica.
- Se publicarán únicamente artículos inéditos.

• Para la correspondencia se designará únicamente a uno de los autores del artículo.

• Los autores deben aparecer en orden de importancia, según su contribución al artículo que se publica, incluyendo la siguiente información: nombre completo, afiliación, correo electrónico y código ORCID.

• La versión final del artículo, deberá ser enviado a través de la plataforma Open Journal System de la Revista, no se aceptarán envíos por otros medios, ya sean impresos o electrónicos.

• La revista acepta artículos en español.

El comité editorial de AQUACIENCIA se reserva el derecho de aprobar, rechazar o sugerir correcciones para publicar un artículo, ya sea como nota de divulgación, nota técnica, artículo científico o de revisión, apoyándose en el resultado del arbitraje de las evaluaciones, ya sea través del comité científico (notas de divulgación) o por pares evaluadores (notas técnicas, artículos científicos y artículos de revisión).

Una vez enviadas las correcciones sugeridas al autor principal, éstos tendrán que subsanar las observaciones y luego cargar al sistema el nuevo documento en un plazo máximo de un mes. Existe el derecho de refutación de observaciones, las cuales deben ser enviadas por escrito y sustentadas.

Los artículos presentados por autores nacionales e internacionales, que no tengan relación directa con la Universidad de El Salvador, deben contar con el permiso de publicación por parte de la institución financiadora de la investigación, en caso de que hayan contado con una subvención para su realización.

Los autores asumirán la responsabilidad ante posibles conflictos derivados de la autoría de los trabajos o de terceros que se publican en la Revista.

Formato general para la presentación de artículos científicos

• Los artículos científicos deberán ser presentados en formato Microsoft Word, alineación justificada.

- El texto deberá escribirse en una columna, con letra Times New Roman normal, número 11 a espacio sencillo. Todos los márgenes deberán ser 2.5 cm. Las páginas se numeran en el lado inferior en el extremo derecho.

- Las líneas de todo el documento deberán ser numeradas.
- Elaboración de tablas y figuras con su correspondiente descripción.
- Los títulos de las secciones deberán ser alineados a la izquierda con texto en negrita.

Tablas

La tabla es un elemento que sirve para mostrar números y/o textos en formato de columnas y filas. La tabla deberá incluir también sus elementos básicos y aparecen en el orden siguiente: número de la tabla, título, encabezado, cuerpo y nota al pie (en caso de ser necesaria).

- El título deberá ser claro y sencillo. Escrito en minúsculas, sin negrita.
- Las siglas y abreviaturas deben escribirse según las normas técnicas internacionales, de lo contrario deberán ser acompañadas de una nota al pie.
- Si el tamaño de la tabla es mayor al de una página, se deberá repetir la fila de encabezados en cada página adicional. También se podrá utilizar la orientación horizontal en los casos donde la tabla es demasiado ancha.

Figuras

Se denominan figuras a los gráficos, diagramas, mapas, fotografías, dibujos manuales e ilustraciones.

- Las figuras deberán contener los siguientes elementos: número de la figura, título, imagen, leyenda y nota en caso de ser necesaria.
- Los títulos deben ser concisos y explicativos.
- Los mapas deberán tener al menos una escala gráfica, que mantenga la proporcionalidad de las medidas en el mapa.
- Las fotografías deben ser de buena calidad (deberán ser adjuntadas al envío, en formato JPG, PNG o TIFF).
- La descripción serpa colocada como “pie de figura”, escribiendo la palabra “Figura” seguida del número correspondiente.
- En el texto deberá hacerse referencias a la figura como (Fig. seguido del número correspondiente).
- El texto de la descripción deberá ser en minúsculas, indicando la fuente. Tamaño de fuente 9.

Citaciones

Las citas constituyen una parte importante del artículo científico enviado para publicación en la Revista, no solo por cuidar los créditos científicos de otros autores, sino también porque proporciona las evidencias del diálogo entre saberes. La normativa para citas de la Revista son las Normas CSE.

Secciones de la Revista

- Notas de divulgación
- Artículos científicos

Elementos	Artículos Científicos	Notas de divulgación	Notas Técnicas	Artículos de Revisión
Título	Si	Si	Si	Si
Autores/ Afilación/ Correo electrónico/ Código ORCID	Si	Si	Si	Si
Resumen/ Abstract	Si	Si	Si	Si
Introducción	Si	Implícita en el texto	Si	Si
Desarrollo/ contenido	Si	Si	Si	Si
Materiales y Métodos	Si	No	Opcional	Si
Resultados y Discusión	Si	No	Opcional	Si
Conclusiones	Si	No	Si	Si
Agradecimientos	Opcional	Opcional	Opcional	Opcional
Referencias bibliográficas	Si	Si	Si	Si
Revisión por pares ciegos	Si	No	Si	Si
Revisión por Comité Científico	Opcional	Si	Opcional	Opcional
Reflexión final	No	Si	No	No

Tabla 1. Contenido de los trabajos enviados de acuerdo a la sección en la Revista.

- Notas técnicas
- Artículos de Revisión

Elementos generales de una nota de divulgación.

Las notas de divulgación serán revisadas por el Comité Editorial, así como por el Comité Científico.

Título, autores, afiliación, correo electrónico y código ORCID.

Para comenzar debemos recordar que el propósito fundamental de las notas de divulgación es hacer educación ambiental; es decir, trasladar conocimientos científicos técnicos de las ciencias naturales a los lectores usando un lenguaje sencillo que logre despertar interés,

generar conocimiento, fomentar conciencia y valores de responsabilidad para la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales. Claro está, que cuando no se pueda dejar de usar términos técnicos se puede recurrir a una breve explicación en el mismo párrafo o en último caso, incluir un glosario.

Por lo anterior, las notas no deben ser tan extensas y, sobre todo, no se deben manejar demasiadas ideas nuevas. Tres o cinco ideas bien explicadas, con ejemplos pertinentes y usando fotos, esquemas o gráficos (de su propia autoría, o de la web, siempre que éstos no tengan derecho de autor) nos permitirá cumplir con el fin principal que consiste en hacer educación ambiental. A continuación, se presentan las partes de las que constan las notas cortas de divulgación. Vale la pena aclarar que se deben seguir estos pesos, pero no dejarlos escritos en el documento.

La introducción. Una buena introducción debe crear interés en el lector para que siga leyendo. Es en este momento cuando el lector decide si vale la pena invertir su tiempo y continuar con la lectura. Para lograrlo, se utilizan frases estimulantes y preguntas interesantes. Además, se recomienda no abordar directamente el tema, sino incluir un párrafo que haga referencia al tema en cuestión de manera general.

Por ejemplo, si se va a referir a las vedas de especies marinas, se puede comenzar así: “En pleno siglo XXI, algunos sectores de la sociedad creen que la vida en los océanos es inagotable; sin embargo, la realidad es otra. Actualmente, el cambio climático, la contaminación, la pérdida de hábitats costeros y la sobreexplotación de las especies marinas someten a los océanos a una fuerte presión. ‘Alrededor de un tercio de las poblaciones de peces comerciales están sobreexplotadas y muchas otras especies, desde los albatros hasta las tortugas, están amenazadas por el uso insostenible de los recursos oceánicos’, alerta el secretario general de la Organización de Naciones Unidas (ONU) en su mensaje para el Día Mundial de la Fauna Silvestre” (Fuente: <https://www.un.org/sg/es>).

Para darle un descanso a la vida marina, surgen las vedas, periodos en los que se prohíbe la captura de las especies para evitar la depredación de los recursos naturales y permitir su reproducción y subsistencia. Estos periodos de tiempo son dictados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ellos anuncian la vigencia que tendrán las vedas y especifican qué especies marinas pueden ser o no ser

extraídas durante estas fechas.

En la introducción se pueden manejar someramente las 3 a 5 ideas sobre las cuales girará todo el documento.

El cuerpo de la nota desarrolla el tema, es decir, presenta la información necesaria para que el tema sea comprendido. La información siempre se organiza en orden jerárquico, de lo más general a lo más específico, tratando de utilizar sus propias palabras o parafraseando adecuadamente la información de los autores para evitar el plagio. Por lo tanto, nunca se debe copiar y pegar. Es importante recordar utilizar citas de autor. En la revista AQUACIENCIA, se utilizan las Normas CSE.

La información desarrollada en el cuerpo de la nota debe estar organizada en las cinco o menos ideas principales que se mencionaron en la introducción, y no debe incluirse ninguna otra información. Bajo cada idea principal, pueden existir subtítulos que incluyan material ilustrativo, como hechos, conceptos, ejemplos, analogías o anécdotas, para hacer la lectura entretenida, significativa, personal e informativa. No se pueden utilizar recursos visuales solo como relleno; esto es muy importante recordarlo.

Todos los recursos visuales utilizados en la nota deben tener un pie de imagen numerada que mencione la fuente, ya sean tablas, gráficos, esquemas o fotos. Estos recursos deben ser citados siempre en los párrafos de forma ordenada.

La conclusión. Este apartado refuerza el tema de la nota. Debe existir una clara relación entre el tema que se planteó en la introducción y la información que se presentó en el cuerpo de la nota. Es importante cerrar con una reflexión destacando la importancia de la conservación para el bien común, también se puede cerrar con un resumen de los puntos clave presentados; o incluir consejos prácticos que les permita a las personas cambiar o mejorar su relación con el entorno. También se puede aprovechar la conclusión para dar conocer leyes y reglamentos etc.

Formato

Elementos generales de una nota de divulgación
Las notas de divulgación serán revisadas por el Comité Editorial, así como por el Comité Científico.

Título, este debe ser corto pero atractivo. Deberá tener

como máximo 15 palabras. Este debe ser escrito en español y en idioma inglés. El texto debe ser escrito en minúscula tipo oración (únicamente la inicial será mayúscula), negrita, tamaño 16, alineado al centro.

Autores y afiliación. Se colocan inmediatamente debajo del título, ordenados según la contribución científica al trabajo y no en orden alfabético, con el respectivo superíndice y asterisco para indicar su filiación y dirección de correo electrónico. Ubicar bajo el nombre, la afiliación, correo electrónico y código ORCID en caso de poseerlo. No se incluyen grados académicos y posiciones jerárquicas. Alineación a la izquierda, texto en negrita, tamaño 11.

Resumen y Abstract (en español y en inglés). Deberá tener entre 50 y 75 palabras. Debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura.

Palabras claves (Keywords en inglés). Al final del resumen deben incluirse una serie de cuatro o cinco términos denominados “palabras clave” por las que el artículo será incluido en las bases de datos. La primera letra de la primera palabra clave en mayúscula y ordenarlas según importancia. Estas palabras claves no deben estar en el título.

Contenido. Deberá ser atractivo al lector utilizando lenguaje fácilmente comprensible para el público general, sin dejar de lado la relevancia científica del contenido. El contenido no deberá superar las 1000 palabras, y un máximo de cinco páginas incluyendo figuras y referencias.

Las frases o ideas que sean retomadas de otros autores deberán ser debidamente citadas. Se permite la utilización de hipervínculos que enriquezcan el contenido, así como figuras, fotografías, infografías o tablas que ilustren y aclaren el contenido, el máximo de estos será de 4 y deberán darse los créditos correspondientes. Se permite la utilización de comillas y negritas para resaltar ideas o reflexiones de interés que conduzcan al lector de retener el objetivo de la nota de divulgación.

Referencias. Será colocada al final del contenido y escrita bajo las normas CSE (ver Anexos).

Elementos generales de un artículo

El artículo tendrá un máximo de 8,000 palabras o un máximo de 20 páginas, incluyendo tablas, figuras y bibliografía.

Título, autores, afiliación, correo electrónico y código ORCID

Título completo del trabajo de investigación. Deberá tener como máximo 15 palabras. Incluir el título con su traducción al idioma inglés.

Autores y afiliación. Se colocan inmediatamente debajo del título de la investigación, ordenados según la contribución científica al trabajo y no en orden alfabético, con el respectivo superíndice y asterisco para el autor de correspondencia. No se incluyen grados académicos y posiciones jerárquicas. Alineación a la izquierda, texto en negrita, tamaño 11. Ubicar bajo el nombre, la afiliación, correo electrónico y código ORCID.

Resumen y Abstract (en inglés). Deberá tener entre 150 a 250 palabras e incluir una traducción al idioma inglés del mismo (Abstract). Éste debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. Debe estar escrito en tiempo pasado y hacer referencia al lugar y fecha de ejecución; además de contener el procedimiento metodológico del trabajo, objetivos resumidos, dando pistas únicamente de sus principales resultados y conclusiones.

Al final del resumen deben incluirse una serie de términos denominados “palabras clave” (Keywords) por las que el artículo será incluido en las bases de datos. El número indicado es de 3 a 6 palabras clave y la primera letra de la primera palabra clave en mayúscula y ordenarlas según importancia.

Introducción. Hace las funciones de revisión de literatura; se refiere a los trabajos previos que se han realizado sobre el tema que se investiga, incluyendo las referencias científicas más importantes. Todas las afirmaciones y argumentos van sustentados por citas bibliográficas.

Describe el interés que tiene el tema en el contexto científico del momento, así como una breve reseña del estado actual de los conocimientos en este campo. No debe ser muy extensa y debe responder a la pregunta de “porqué se ha realizado este trabajo de investigación”. Hay que tener presente que en el último párrafo se resume el objetivo del estudio de investigación.

Materiales y Métodos. Debe incluir la ubicación de la investigación en espacio y tiempo, condiciones

ambientales, las unidades en estudio, la toma de datos, estudios económicos, el análisis estadístico (variables en estudio, modelos y pruebas estadísticas, si corresponden al tipo de investigación). Los métodos establecidos y bien conocidos se sustentan mediante citas bibliográficas. Representa la información necesaria para que la investigación pueda ser repetible.

Resultados y Discusión. Es la presentación ordenada de los hallazgos, que es la verdadera contribución de la investigación. Se pueden presentar Tablas y Figuras. La secuencia de redacción no tiene por qué ser necesariamente cronológica, sino la que permita una exposición más coherente y clara de los resultados obtenidos. Deben expresarse los resultados de los experimentos descritos en Metodología, ser vistos y entendidos de forma rápida y clara. El primer párrafo debe ser utilizado para resumir en una frase concisa, clara y directa, el hallazgo principal del estudio. Esta sección debe ser escrita utilizando los verbos en pasado. Las unidades de medida deben estar claras, según el Sistema Internacional de Unidades y las abreviaciones totalmente explicativas, según las normas internacionales.

La discusión de resultados es el examen de los resultados, su significado y limitaciones, enfatiza los aspectos nuevos e importantes de la investigación. Determina la coherencia o contradicción de los datos encontrados. Esta sección es la parte medular del artículo científico.

- Las Conclusiones deben recapitular en forma lógica los resultados. Deben ser independientes, concretas y no redundantes.
- Deben estar basadas en los hallazgos del trabajo, no ser especulativas, ni provenir de la literatura.
- Deben de estar en concordancia con los objetivos que se plantearon en la investigación.
- No deben mencionarse Tablas o figuras.
- No deben confundirse con recomendaciones.
- No usar números o viñetas.

Agradecimientos. Es aplicable a instituciones o personas que apoyaron la investigación. Toda publicación financiada por la Universidad de El Salvador, debe tener una mención que diga: “Esta investigación fue realizada con el apoyo financiero de la Universidad de El Salvador, Centro América”.

Referencias. En el artículo científico únicamente se admite relacionar bajo este epígrafe, aquellas referencias

bibliográficas que han sido directamente citadas en el manuscrito y deben hacerse de acuerdo a la normativa CSE. Al menos el 60% de las referencias utilizadas deberá tener una antigüedad no mayor a 5 años.

Elementos Generales de una Nota Técnica

Título, autores, afiliación, correo electrónico y código ORCID

Título completo del trabajo de investigación. Deberá tener como máximo 15 palabras. Incluir el título con su traducción al idioma inglés.

Autores y afiliación. Se colocan inmediatamente debajo del título de la investigación, ordenados según la contribución científica al trabajo y no en orden alfabético, con el respectivo superíndice y asterisco para el autor de correspondencia. No se incluyen grados académicos y posiciones jerárquicas. Alineación a la izquierda, texto en negrita, tamaño 11. Ubicar bajo el nombre, la afiliación, correo electrónico y código ORCID.

Resumen y Abstract (en inglés). No deberá exceder las 150 palabras e incluir una traducción al idioma inglés del mismo (Abstract). Éste debe ser lo suficientemente sucinto e informativo para permitir al lector identificar el contenido e interés del trabajo y poder decidir sobre su lectura. Debe estar escrito en tiempo pasado y hacer referencia al lugar y fecha de ejecución; además de contener el procedimiento metodológico del trabajo, objetivos resumidos, dando pistas únicamente de sus principales resultados y conclusiones.

El resto de apartados corresponden a los utilizados para artículos científicos.

La extensión máxima deberá ser de 10 páginas incluyendo figuras y referencias bibliográficas.

Elementos Generales de un Artículo de Revisión

Los artículos de revisión proporcionan un resumen completo de la investigación sobre un tema determinado y una perspectiva sobre el estado del campo y hacia dónde se dirige. Las revisiones a menudo son ampliamente leídas (por ejemplo, por investigadores que buscan una introducción completa a un campo) y altamente citadas.

Los apartados corresponden a:

- Título en español e inglés
- Afiliación.

- Resumen y Abstract, con máximo de 250 palabras y cinco palabras claves/ keywords.
- Introducción, objetivo y descripción de la problemática que motivo a la revisión.
- Desarrollo, revisión y análisis bibliográfico.
- Conclusiones

Conflicto de Intereses

Se deben expresar los posibles conflictos de intereses que emanan del manuscrito sometido a publicación.

Proceso de evaluación

Una vez realizado el envío, el equipo editorial de la Revista AQUACIENCIA lo revisa en los siguientes 15 días y si lo considera de interés y cumple con los criterios señalados en la guía de autores, después pasa a la siguiente fase de revisión por pares. Los trabajos son revisados según el sistema tradicional peer review (revisión por pares) en doble ciego, asegurando el anonimato mutuo entre el revisor y el autor o autores del trabajo. La revista encomienda la revisión a expertos en el tema, miembros del Comité Científico de la revista y/o externos al equipo editorial. A la vista de los informes de revisión, el editor de la revista tomará la decisión final de publicar o no el texto.

Tome en consideración que, incluso después de haber sido aceptado en el proceso de revisión por pares, un trabajo enviado todavía puede ser rechazado si el Comité Editorial de la Revista juzga que el texto está mal escrito, con discontinuidades en el discurso, repeticiones, lagunas, afirmaciones inexactas o inapropiadas o fallos en la bibliografía.

El equipo editor comunicará a los autores el resultado de la evaluación y la decisión del editor, tanto si es para aceptar o rechazar el artículo.

Aviso de derechos de autor/a

Garantías y cesión de derechos de propiedad intelectual

De manera general las publicaciones de la revista se acoplan a una política de propiedad intelectual de acuerdo a los términos de licenciamiento estándar: CC BY. Esta licencia permite que otros mezclen, adapten y construyan sobre su trabajo para cualquier propósito incluso comercialmente, y aunque sus nuevos trabajos también deben reconocerlo a usted, no tienen que licenciar sus trabajos derivados en los mismos términos (<https://creativecommons.org/licenses/>

by/ 4.0/).

Declaración de privacidad

Los nombres y las direcciones de correo en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para usos no autorizados.

Protocolo de interoperabilidad

Todas las publicaciones del Portal de Revista AQUACIENCIA, incorporan protocolos de interoperabilidad que permiten a sus contenidos ser recolectados por otros sistemas de distribución, como repositorios digitales y cosechadores (harvesters). Las revistas que se publican mediante OJS (Open Journals System 3.1.2.1) incorporan el protocolo de interoperabilidad OAI-PMH (Open Archive Initiative-Protocol for Metadata Harvesting) en la con la posibilidad de obtener diferentes formatos para los metadatos.

Aclaratoria

Las ideas y opiniones contenidas en los trabajos y artículos son de responsabilidad exclusiva de los autores y no expresan necesariamente el punto de vista de la Universidad de El Salvador.

Anexos

Ejemplos de citas y referencias bibliográficas en formato CSE, adaptado del manual digital de la Biblioteca de la Universidad de Alicante, España (CID c[date unknown]).

El formato o estilo CSE es utilizado para áreas de las ciencias biológicas y de la naturaleza.

El **Council of Science Editors** (CSE) es el responsable de la elaboración del manual de estilo para la publicación y comunicación de cualquier tipo de contenido científico en inglés, el lenguaje internacional de la ciencia.

El estilo CSE establece 3 sistemas para citar en el texto del documento:

- Cita-Secuencia
- Nombre-Año
- Cita-Nombre

Para citas en la Revista AQUACIENCIA, el formato a utilizar será: Nombre-Año.

En este sistema se coloca la cita en la misma línea del texto, indicando entre paréntesis el apellido del autor o autora y el año de publicación, sin ninguna puntuación entre ellos.

Cada una de las referencias se ordena alfabéticamente en la lista de referencias final. Ejemplo:

Si bien la mayoría de sitios de agregación se encuentran en las islas subantárticas y antárticas, varios animales se desplazan regularmente a costas del sur de Argentina y Chile (Campagna and Lewis 1992).

Los trabajos del mismo autor o autora publicados en diferentes años se distinguen indicando los años en orden cronológico después del nombre. Ejemplo:

Estudios de Smith sobre infecciones por Arbovirus (Smith 1970, 1975) han...

Cuando los autores o autoras de dos trabajos publicados en el mismo año tengan idénticos apellidos se incluirán sus iniciales en la cita separándolos con un punto y coma y un espacio.

Ejemplo:

...comentario anterior sobre la experimentación con animales (Dawson J 1986; Dawson M 1986) indicaba...

Si el trabajo tiene tres o más autores o autoras se debe indicar únicamente el apellido de la primera persona seguido de la expresión “et al.” y el año de publicación.

Ejemplo:

...pero estudios posteriores (Ito et al. 1999) establecieron que...

Si una obra ha sido realizada por una corporación, universidad, comité u otra organización y el documento tiene pocas referencias, podemos incluir el nombre completo de la entidad responsable.

También es posible crear una forma abreviada para citar la organización y evitar interrumpir el texto con una larga secuencia de palabras. Podemos usar la letra inicial de cada parte del nombre o una abreviatura fácilmente reconocible.

Ejemplos:

En el texto:

El informe histórico sobre el aborto legalizado (Institute of

Medicine 1975) fue...

El informe histórico sobre el aborto legalizado (IOM 1975) fue...

Las publicaciones electrónicas pueden tener varias fechas disponibles, solamente se incluirá una siguiendo el siguiente orden de preferencia: fecha de publicación, fecha de copyright, fecha de actualización o revisión y fecha de consulta.

Ejemplo:

(Alien C2000). (Morris [mod 1999]).

(Handel et al. [cited 2002]).

Cuando no sea posible determinar la fecha de publicación de un trabajo se indicará entre corchetes que la fecha es desconocida. Ejemplo:

Un estudio belga reciente (Lederer [date unknown]) sobre nutrición mostró...

Referencias

En caso de que el documento corresponda a dos autores o más, se escribirán de forma continua y separados por una “coma”.

Ejemplos:

Libro:

Schott J, Priest J. 2002. Leading antenatal classes: a practical guide. 2nd ed. Boston: Books for Midwives.

Artículo con dos autores:

Campagna C, Lewis M. 1992. Growth and distribution of a southern elephant seal colony. Marine Mammal Science. 8:387-396. <https://doi.org/10.1111Zj.1748-7692.1992.tb00053.x>

Artículo con más de dos autores:

Sánchez-Adsuar MS, Pastor-Blas MM, Torregrosa-Maciá R, Martín-Martínez JM. 1994. Relevance of polyurethane configuration on adhesion properties. Int J Adhes Adhes. 14(3): 193-200.

Si un documento tiene hasta 10 autores o autoras se deben incluir todos separados por una coma y un espacio.

En un documento con más de 10 autores o autoras se incluirán los diez primeros seguidos de las expresiones “et al.” o “and others”.

Ejemplo:

Ojeda-Martínez C, Giménez Casaldueiro F, Bayle- Sempere JT, Barbera Cebrián C, Valle C, Sánchez- Lizaso JL, Forcada A, Sánchez-Jerez P, Martín-Sosa P, Falcón JM, et al. 2009. A conceptual framework for the integral management of marine protected areas. *Ocean Coast Manag.* 52(2):89-101.

Si el documento corresponde a un libro en internet, la referencia sigue el esquema de libro impreso, añadiendo las fechas de actualización y consulta y la URL de acceso

Ejemplo:

Güler O. *Foundations of optimization*. New York: Springer; c2010 [accessed 2018 Jun 16]. [https:// link.springer.com/ book/10.1007%2F978-0-387-68407- 9](https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-0-387-68407-9).

De igual manera si corresponde a un artículo de revista digital

Ejemplo:

Bonet A. Secondary succession of semi-arid Mediterranean old-fields in south-eastern Spain: insights for conservation and restoration of degraded lands. *J Arid Environ.* 2004 [accessed 2018 Jun 29];56(2):213-233. [https://www.sciencedirect.com/ science/art;cle/pi/i/ S014019630300048X?v;a%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014019630300048X?v;a%3Dihub).

Para sitios web, las referencias siguen el mismo orden título de la web, lugar de publicación o editorial, fecha de publicación, fecha de consulta en corchetes, seguida de la URL correspondiente.

Ejemplo:

APSnet. St Paul (MN): American Phytopathological Society; c2018 [accessed 2018 Jul 1]. [http:// www.apsnet.org/](http://www.apsnet.org/).

Para mayor información se sugiere consultar:

Council of Science Editors, Style Manual Committee. *Scientific style and format: the CSE manual for authors, editors, and publishers*. 8th ed. Chicago (IL): The Council; 2014.



AQUACIENCIA

ICMARES



<https://revistas.ues.edu.sv/index.php/aq2/>