

Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

EL ROL DEL ECOSISTEMA MANGLAR SOBRE LA CONCHA PRIETA

THE ROLE OF THE MANGROVE ECOSYSTEM ON THE CONCHA PRIETA

Juan Moreno Cáceres¹  0000-0000-0000-0000

¹Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca

Cita: Moreno Cáceres, J. (2025). *El rol del ecosistema manglar sobre la concha prieta*. INVESTIGATIO, (23).

Fechas · Dates

Recibido: 30.08.2024
Aceptado: 06.01.2025
Publicado: 31.03.2025

Correspondencia · Corresponding Author

Juan Moreno Cáceres
Instituto Publico de Investigación de Acuicultura y Pesca
jmoreno@institutopesca.gob.ec

Palabras clave: Ecosistema Manglar, concha prieta, *Anadara tuberculosa*, pesquería, valor nutricional

Keywords: Mangrove ecosystem, black shell, *Anadara tuberculosa*, fishery, nutritional value.

INTRODUCCIÓN

La concha prieta *Anadara tuberculosa* es un molusco bivalvo que habita en el ecosistema manglar asociado a la especie de mangle rojo *Rhizophora mangle* (Moreno et al., 2019). Este ecosistema se encuentra presente en las costas de 123 países, cubriendo una superficie 14,8 millones de hectáreas ocupando el 3% de la superficie terrestre (FAO, 2023). Los manglares generalmente presentan patrones de secuencia ecológica dentro de su hábitat (Von Prahl, 1990), esta sucesión responde al resultado de la respuesta diferencial a gradientes de agentes fisiológicamente representativos como la salinidad, nutrientes del suelo (ej. nitrógeno y fósforo), acreción, tasas de erosión, topografía del suelo, hidroperiodos (frecuencia y duración de las inundaciones) y descarga de agua dulce (Chen y Twilley, 1999). En Ecuador los patrones de secuencia reportan las especies *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle jeli) y *Rhizophora harrisoni* (mangle colorado), de estas especies el 98 % predominan (*R. mangle* y *R. harrisoni*) (Bravo, 2010). A pesar de las funciones y servicios ecosistémicos que brindan los manglares, aun se reportan acciones que van en contra de su salud (Anfuso et al., 2020). Las generaciones de pescadores actuales desconocen la influencia positiva de los manglares sobre los recursos bioacuáticos que sustentan las pesquerías artesanales, por lo tanto, se justifica la necesidad de socializar el rol del ecosistema manglar sobre los recursos bioacuáticos y en particular sobre la concha prieta.

OBJETIVO

Resaltar los principales roles del ecosistema manglar en particular sobre el recurso concha prieta y su pesquería.

METODOLOGÍA

Recopilación y Análisis de información bibliográfica y entrevistas dirigidas a los recolectores de concha prieta en Ecuador.

RESULTADOS

ROL SOCIO-ECONÓMICO

A nivel mundial, los manglares constituyen la base de la economía de muchas regiones costeras y aportan anualmente 1.6 billones de dólares USD en servicios eco-sistémicos, donde la extracción de moluscos y la pesca artesanal se benefician de este ecosistema (Hutchison et al., 2014). En Ecuador, la pesquería de concha prieta genera un ingreso promedio diario en dólares por pescador/puerto: San Lorenzo \$13.20; Muisne \$14.04; Puerto Bolívar \$21.56; Puerto Jeli \$27.90 y Puerto Hualtaco \$16.15 USD.

ROL CULTURAL

Las comunidades asentadas en territorios próximos a los manglares mantienen fuertes lazos culturales con este hábitat y están muy ligados a la protección del ecosistema (Queiroz et al., 2017).

ROL DEL ECOSISTEMA MANGLAR EN LA CONCHA PRIETA

Las aguas que rodean a los manglares poseen nutrientes esenciales para la salud y productividad del ecosistema, representados por microorganismos Fito planctónicos que constituyen la base de la red trófica, entre las más comunes (*Oscillatoria sp.* y *Limnothrix sp.*, *Fragilaria longissima* y *Nitzschia palea*) y Zooplancton, como (*Balanus spp.*; *Acarthia tonsa* y *Copepodos*). (Coello et al., 2010). Durante su fase adulta, la concha prieta, vive enterrada en el fango asociada a las raíces de manglar del cual se beneficia acumulando minerales a través de la filtración de material particulado (García et al., 2008). Los valores nutricionales (Tabla 1) presentes en la concha prieta representan una importante fuente nutricional para el consumidor (Moreno y Hurtado, 2023 en prensa).

Tabla 1. Valores nutricionales presentes en ejemplares de concha prieta de dos zonas de manglar.

ITEM	Zonas de Manglar	
	Pto. Jeli	Pto. El Morro
Fósforo (g/100g)	0,08	0.07
Calcio (g/100g)	0,13	0.13
Sodio (g/100g)	0,37	0.50
Proteínas (g/100g)	14,75	14,03

Grasa (g/100g)	1,13	0,57
Humedad (g/100g)	84,07	92,81
Cenizas (g/100g)	1,48	2,22

DISCUSIÓN

Existe una extensa bibliografía dispersa que trata por separado los bienes y servicios que brinda el ecosistema manglar, entre ellos en favor del cambio climático (Lee et al., 2014; Polidoro et al., 2010); al rol científico (Anfuso et al., 2020); incluso existe el marco legal para su protección. Sin embargo, los trabajos con enfoque ecosistémico son escasos. Pretendemos inspirar estos estudios para la concha prieta recopilando información existente.

CONCLUSIONES

El rol particular que cumple el ecosistema manglar sobre la concha prieta justifica la necesidad de generar información con enfoque ecosistémico (flora, fauna y ambiente) que facilite la implementación de planes de manejo y contingencia frente al cambio climático.

La evidencia actual indica que los manglares, una vez establecidos, influyen directamente en el desarrollo vertical de la tierra al mejorar la sedimentación y/o mediante contribuciones de materia orgánica directas al volumen del suelo. Por eso es importante conservar los patrones de secuencia.

REFERENCIAS

- Anfuso H.**, Chacón A., Badillo R., Daza V D., Serrano D., Moreno M., Bolívar-Anillo H., Anfuso G., Chacón S., Moisés D., Serrano M., Sánchez H., (2020). Eventos Naturales y Actuaciones Antrópicas: Impactos sobre los Bosques de Manglar de América del Sur Natural Unesco Sources. (2). 211-232.
- Bravo, M.** (2010). Interpretación del estudio multitemporal (CLIRSEN 1969-2006) de las coberturas de manglar, camaroneras y áreas salinas en la franja costera del Ecuador Continental. Tesis de Maestría. Universidad de Guayaquil. 56 pp.
- Chen R.**, Twilley R R., (1999). Patterns of mangrove forest structure and soil nutrient dynamics along the Shark River estuary, Florida. *Estuaries* 22, 955–970.
- Coello Salazar D.**, Prado M., Cajas J., Cajas L. (2010). Variabilidad del plancton en estaciones fijas frente a la costa ecuatoriana. Instituto Nacional de Pesca. *Revista de Ciencias del Mar y Limnología* Volumen 4, (2): 1-21.
- FAO.** (2023). *The world's mangroves 2000–2020*. Rome.
- García-Domínguez F A.**, De Haro-Hernández A., García-Cuellar A., Villalejo-Fuerte M., Rodríguez-Astudillo S. (2008). Ciclo reproductivo de *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Arcidae) en Bahía Magdalena, México. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 43(1): 143-152.
- Hutchison J.**, Spalding M., Philine E., (2014). *The Role of Mangroves in Fisheries Enhancement*. The Nature Conservancy and Wetlands International. 54 pp.

- Lee S.**, Primavera J., Dahdouh-Guebas F., McKee K., Bosire J., Cannicci S., Diele K., Fromard F., Koedam N., Marchand C., Mendelssohn I., Mukherjee N., Record S., (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 726–743.
- Moreno, J.**, Alemán, C., Bonilla, R. E., (2019). Biometric and reproductive aspects of *Anadara tuberculosa* (Sowerby, 1833) (Bivalvia: Arcidae) in two extraction sites, Esmeraldas and El Oro, Ecuador, during the last quarter of 2016. *Rev. Mar. Cost.* Vol. 11 (2): 31-43.
- Moreno J.**, Hurtado F., (2023). Calidad nutricional en *Anadara tuberculosa* (Sowerby 1833) concha prieta en dos zonas de manglar de la costa del Ecuador. Instituto Público de Investigación de Acuicultura y Pesca (en prensa).
- Queiroz S L.**, Rossi S., Calvet-Mir L., Ruiz-Mallén I., García-Betorz S., Salvà-Prat J., Andrade Meireles A J., (2017). Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes, *Ecosystem Services*, (26), Part A,137-145.
- Polidoro B A.**, Carpenter K E., Collins L., Duke N C., Ellison A M, Ellison J C., (2010). The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. *PLoS ONE* 5 (4)11-32.
- Von Prahl H.**, Cantera J., Contreras R., (1990). *Manglares y hombres del Pacífico colombiano*. Bogotá, Colombia: Editorial Presencia; 193 pp.



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE ISLA CORAZÓN Y FRAGATA: RESULTADOS PRELIMINARES DE SUPERVIVENCIA DE PLÁNTULAS, Y DIVERSIDAD BIOLÓGICA

ECOLOGICAL RESTORATION IN THE HEART AND FRAGATA ISLAND WILDLIFE REFUGE: PRELIMINARY RESULTS OF SEEDLING SURVIVAL AND BIOLOGICAL DIVERSITY

Natalia Molina Moreira¹  0000-0000-0000-0000

Julia Cordero¹  0000-0000-0000-0000

Cristian Soledispa²  0000-0000-0000-0000

¹Universidad Espíritu Santo. UEES

²Área protegida Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata/San Vicente

Cita: Molina Moreira, N., Cordero, J., & Soledispa, C. (2025). Restauración ecológica en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata: Resultados preliminares de supervivencia de plántulas y diversidad biológica. *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 07.10.2024	Julia Cordero
Aceptado: 06.01.2025	Universidad Espíritu Santo. UEES
Publicado: 31.03.2025	juliacorderobio2020@gmail.com

Palabras clave: Restauración, manglar, isla corazón, supervivencia

Keywords: Restoration, mangrove, Heart Island, survival

INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas clave en la protección costera, captura de carbono y conservación de la biodiversidad. En Ecuador, estos ecosistemas han sido significativamente afectados por actividades antropogénicas, como la expansión de la agricultura, la acuicultura y la urbanización. El Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata, ubicado en la provincia de Manabí, ha sido parte de un proyecto de restauración ecológica desde 2023, buscando mitigar los efectos de la degradación y restaurar su biodiversidad y funcionalidad ecológica.

Este proyecto involucra tanto la reforestación con especies de manglar rojo como la creación de hábitats que favorezcan la recuperación de la fauna estuarina esencial para asegurar el bienestar de las comunidades que

dependen de la pesca. La comparación de estos resultados preliminares con estudios similares en otros ecosistemas de manglar permitirá contextualizar el éxito de este proyecto en Ecuador.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL: Evaluar la supervivencia y crecimiento de plántulas de manglar y registrar la biodiversidad del Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata en la zona de restauración.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Monitorear el crecimiento de plántulas y su tasa de supervivencia en las áreas restauradas.

Registrar la biodiversidad observada durante los monitoreos.

Comparar los resultados obtenidos con estudios previos y publicaciones científicas internacionales.

METODOLOGÍA

El proyecto de restauración abarcó la plantación de 27,645 plántulas en 26.32 hectáreas; las especies sembradas incluyeron *Rhizophora harrisonii* (mangle rojo caballero), *Rhizophora samoensis* (mangle rojo), *Rhizophora mangle* (mangle rojo colorado), *Rhizophora racemosa* (mangle rojo gateado). Las plántulas fueron distribuidas en forma de estrella, triángulos, en hileras y bordes. Se realizaron tres monitoreos principales en noviembre 2023, hasta julio de 2024, evaluando la altura, número de hojas y raíces ancladas.

Paralelamente utilizando métodos de observación directa y guías de campo para la identificación de especies de fauna para documentar la presencia de organismos en la zona de intervención, se involucraron pescadores, guías locales y guardaparques del área protegida.

RESULTADOS

Plántulas: El monitoreo mostró una tasa de supervivencia del 80% para las plántulas sembradas, siendo las especies predominantes *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora samoensis*. Las alturas promedio de las plántulas variaron entre 20 cm y 114 cm, dependiendo de la especie y las condiciones de inundación en cada área. En octubre se realizó un recorrido en toda la zona restaurada observando individuos hasta de 1.62 cm de altura.

Fauna: Se registraron 37 especies de aves, destacándose *Ardea cocoi* (garza cocoi), *Eudocimus albus* (ibis blanco) y *Dendrocygna autumnalis* (pato silbador ventrinegro). En cuanto a las otras especies, se documentaron 61 especies de peces, como *Centropomus nigrescens* (róbalo negro), *Mugil cephalus* (lisa estriada), etc. Además, se observaron varias especies de reptiles, crustáceos, moluscos y mamíferos, completando un total de 106 especies registradas hasta la fecha.

DISCUSIÓN

La restauración de manglares es un desafío complejo, pero necesario, para recuperar la funcionalidad ecológica de estos ecosistemas. En estudios como el de Lewis (2005), se menciona que una restauración efectiva debe tomar en cuenta la hidrología y las condiciones del suelo, factores que también fueron considerados en el proyecto en Isla Corazón y Fragata. Los resultados de supervivencia del 80% son comparables a otros proyectos de restauración, como el de Primavera y Esteban (2008), que reportaron tasas de supervivencia similares en Filipinas.

Además, la alta diversidad de avifauna observada en el sitio es consistente con investigaciones realizadas en otros sitios de restauración de manglares, como el estudio de Kusumaningtyas et al. (2019), que documenta una rápida recolonización de aves en áreas de manglar restauradas en Indonesia. Este comportamiento puede atribuirse a la recuperación de hábitats adecuados para la nidificación y la alimentación, como señalan Twilley et al. (1996) en su revisión sobre el papel de los manglares en la conservación de la biodiversidad.

En cuanto a los peces, el registro de 61 especies en las áreas restauradas destaca la importancia de los manglares como viveros para muchas especies marinas. Numerosos estudios, como el de Nagelkerken et al. (2008), han demostrado que los manglares restaurados son esenciales para la supervivencia de peces juveniles, proporcionando refugio y alimento. Estos resultados son alentadores para la conservación de la biodiversidad marina en Ecuador.

Sin embargo, un aspecto crítico que debe ser considerado es la gestión del cambio climático y su impacto en los manglares. Friess et al. (2012) subrayan que la elevación del nivel del mar y los cambios en la salinidad pueden alterar las condiciones ideales para el crecimiento de los manglares, afectando su capacidad para absorber carbono y albergar biodiversidad. Esto debe ser monitoreado en proyectos futuros en Ecuador.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Supervivencia de plántulas: La tasa de supervivencia del 80% en el Refugio de Vida Silvestre Isla Corazón y Fragata es comparable con estudios internacionales, lo que sugiere que el proyecto está bien encaminado. Se recomienda continuar con los monitoreos periódicos para asegurar la estabilidad de las plántulas y optimizar las técnicas de plantación, sin embargo; el porcentaje reportado hasta la fecha puede incrementar ya que existen zonas donde se sembró no se ha podido ingresar por su vegetación frondosa, con esa zona puede representar el 100% de supervivencia dentro del proyecto de restauración.

Diversidad biológica: La recolonización de la avifauna y el establecimiento de especies estuarinas claves subraya el éxito del proyecto de restauración. Sin embargo, se sugiere implementar un monitoreo a largo plazo para documentar cambios en la biodiversidad conforme el manglar madure.

Manejo adaptativo: Es esencial adoptar estrategias de manejo adaptativo que permitan a las comunidades locales y los científicos responder a los cambios ambientales, incluidos los efectos del cambio climático. La participación comunitaria ha sido fundamental en el éxito del proyecto, y debería continuar siendo un componente clave en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Alongi, D. M. (2002). Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, 29(3), 331-349. <https://doi.org/10.1017/S0376892902000231>
- Bosire, J. O., Dahdouh-Guebas, F., Walton, M., Crona, B. I., Lewis, R. R., Field, C., & Koedam, N. (2008). Functionality of restored mangroves: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 251-259. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2008.03.010>
- Duke, N. C., Meynecke, J. O., Dittmann, S., Ellison, A. M., Anger, K., Berger, U., ... & Koedam, N. (2007). A world without mangroves? *Science*, 317(5834), 41-42. <https://doi.org/10.1126/science.317.5834.41>
- Ellison, A. M., & Farnsworth, E. J. (1996). Anthropogenic disturbance of Caribbean mangrove ecosystems: Past impacts, present trends, and future predictions. *Biotropica*, 28(4), 549-565. <https://doi.org/10.2307/2389096>

- Friess, D. A., Krauss, K. W., Horstman, E. M., Balke, T., Bouma, T. J., Galli, D., & Webb, E. L. (2012). Are all intertidal wetlands naturally created equal? Bottlenecks, thresholds and knowledge gaps to mangrove and saltmarsh ecosystems. *Biological Reviews*, 87(2), 346-366. <https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2011.00198.x>
- Kusumaningtyas, I., Susilo, J., & Aryawan, A. (2019). Avian biodiversity in restored mangroves at Bedul, East Java, Indonesia. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 4(1), 55-64. <https://doi.org/10.22146/jtbb.50025>
- Lewis, R. R. (2005). Ecological engineering for successful management and restoration of mangrove forests. *Ecological Engineering*, 24(4), 403-418. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2004.10.003>
- Nagelkerken, I., Blaber, S. J., Bouillon, S., Green, P., Haywood, M., Kirton, L. G., ... & Somerfield, P. J. (2008). The habitat function of mangroves for terrestrial and marine fauna: A review. *Aquatic Botany*, 89(2), 155-185. <https://doi.org/10.1016/j.aquabot.2007.12.007>
- Primavera, J. H., & Esteban, J. M. A. (2008). A review of mangrove rehabilitation in the Philippines: Successes, failures and future prospects. *Wetlands Ecology and Management*, 16(5), 345-358. <https://doi.org/10.1007/s11273-008-9101-y>
- Twilley, R. R., Chen, R. H., & Hargis, T. (1996). Carbon sinks in mangroves and their implications to the carbon budget of tropical coastal ecosystems. *Water, Air, & Soil Pollution*, 91(1), 265-288. <https://doi.org/10.1007/BF00666610>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espiritu Santo © – UEEES

PROYECTO AQUAFORREST: INTEGRACIÓN DE SOLUCIONES BASADAS EN NATURALEZA PARA LA RESTAURACIÓN DE MANGLARES

AQUAFORREST PROJECT: INTEGRATION OF NATURE-BASED SOLUTIONS FOR MANGROVE RESTORATION

Vicky Stratigaki^{1,2}, Jelle Evenepoel¹, Noa Ligot¹, Margot de Meyer¹, Ivanna Ramos¹, Blas Hernandez¹, Yaliza Garcia¹, Gabriela Andrade¹, Mathieu Wille³, Emile Lemey³, Ignace Stols¹, Dominic De Prins¹, Andrea Sofia Reyes Chejin⁴, Julia Peláez Ávila⁵, Marlies Kimpe⁵, Julie Nieto Wigby⁴, Bernd Herremans³, Evelyne Blondeel⁶, Maria Ibanez⁶, Renaat De Sutter⁶, Boris Bohorquez⁷, Stijn Temmerman⁸, Farid Dahdouh-Guebas⁹

¹Jan de Nul Group, [Tragel 60, 9308 Aalst](#), Belgium

²Ghent University, Belgium

³Mantis Consulting, Belgium

⁴Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador

⁵South Pole, Belgium

⁶Haedes, Belgium

⁷Fundación Calisur, Ecuador

⁸University of Antwerp, Belgium

⁹Vrije Universiteit Brussel (VUB), Belgium

Cita: Stratigaki, V., Evenepoel, J., Ligot, N., de Meyer, M., Ramos, I., Hernandez, B., Garcia, Y., Andrade, G., Wille, M., Lemey, E., Stols, I., De Prins, D., Reyes Chejin, A. S., Peláez Ávila, J., Kimpe, M., Nieto Wigby, J., Herremans, B., Blondeel, E., Ibanez, M., De Sutter, R., Bohorquez, B., Temmerman, S., & Dahdouh-Guebas, F. (2025). Proyecto AquaForest: Integración de soluciones basadas en naturaleza para la restauración de manglares. *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates

Recibido: 24.08.2024

Aceptado: 06.01.2025

Publicado: 31.03.2025

Correspondencia · Corresponding Author

Margot de Meyer

Jan de Nul Group

Margot.DeMeyer@jandenul.com

Palabras clave: Manglares, soluciones basadas en la naturaleza, sedimentos dragados, carbono, biodiversidad

Keywords: Mangroves, nature-based solutions, dredged sediments, carbon, biodiversity

INTRODUCCIÓN

Los manglares del delta del río Guayas en Ecuador desempeñan un papel crucial como sumideros de carbono, además de proteger las costas contra la erosión e inundaciones y proporcionar diversos servicios ecosistémicos vitales. Sin embargo, estos ecosistemas están bajo amenaza debido a la tala indiscriminada y el desarrollo urbano, lo que agrava la erosión costera, aumenta el riesgo de inundaciones, provoca la pérdida de biodiversidad y deteriora la calidad del agua, poniendo en riesgo el desarrollo socioeconómico local [1,2]. Frente a estos desafíos, el proyecto AquaForest propone combinar ingeniería convencional con soluciones basadas en la naturaleza para desarrollar un hábitat de manglares utilizando material de dragado. Este enfoque no solo creará un sumidero de carbono, sino que también brindará servicios adicionales como la filtración de agua, el apoyo a las pesquerías y el fomento del ecoturismo, diversificando las fuentes de ingresos de las comunidades locales. Además, AquaForest busca promover la biodiversidad y fortalecer la resiliencia del ecosistema costero en el Golfo de Guayaquil, contribuyendo significativamente a los marcos y planes de conservación y restauración de manglares en Ecuador.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un hábitat de manglares que funcione como sumidero de carbono, promueva la biodiversidad y fortalezca la resiliencia del ecosistema costero en el Golfo de Guayaquil, diversificando a su vez las fuentes de ingresos locales.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Construcción de la nueva masa de tierra.
2. Demostración del potencial de secuestro de carbono de la intervención basada en ecosistemas.
3. Fortalecimiento de la gobernanza local y la resiliencia de las comunidades locales con especial consideración de los grupos vulnerables y los objetivos de inclusión de género.
4. Mejora de la biodiversidad en el área del proyecto para aumentar la resiliencia al cambio climático.
5. Promoción de actividades productivas alternativas para aumentar la resiliencia al cambio climático a través de la diversificación de ingresos con especial consideración de los grupos vulnerables.

6. Desarrollo de un marco de implementación para utilizar el financiamiento climático y de desarrollo para ampliar la solución basada en la naturaleza a otras áreas geográficas.

METODOLOGÍA

El proyecto se implementará en un área de 50 hectáreas en el Golfo de Guayaquil, específicamente en el área del Morro, cerca del canal marítimo frente a la boya 32. El proyecto adopta un enfoque "verde-gris" al combinar las técnicas convencionales de ingeniería para la recuperación de tierras con la reutilización circular del material dragado y la creación de hábitats de manglares mediante la forestación natural y asistida. Se creará una nueva masa de tierra en la que crecerán los manglares. Al mismo tiempo, se estudiarán y demostrarán las condiciones necesarias para un mayor reclutamiento y proliferación natural de los manglares y el desarrollo de la biodiversidad asociada. Para ello, por ejemplo, se modularán las condiciones hidrodinámicas y se potenciará la sedimentación natural con el uso de estructuras semipermeables. Para apoyar la evaluación de la viabilidad y optimizar la construcción de la masa de tierra, el diseño ecológico y la integración socioeconómica, se llevará a cabo una amplia supervisión del entorno (social) y una investigación científica adicional de los aspectos clave en el desarrollo de un hábitat de manglar (Figuras 3-5).

RESULTADOS ESPERADOS

El proyecto AquaForest demostrará soluciones innovadoras basadas en la naturaleza mediante la reutilización de sedimentos dragados para crear un hábitat de manglares. En este Laboratorio Vivo, se demostrará la restauración y preservación de hábitats de manglares combinados con la protección contra inundaciones, el secuestro de carbono, la mejora de la biodiversidad y los beneficios socioeconómicos para las comunidades locales. Además, estudiaremos la viabilidad técnica y económica del concepto AquaForest para su ampliación a escala mundial. Por último, el proyecto AquaForest hace hincapié en la colaboración internacional y la participación de diversas partes interesadas, como empresas privadas, instituciones públicas, ONG, investigadores y, sobre todo, comunidades locales.

CONCLUSIONES

El proyecto AquaForest tiene la oportunidad de demostrar que la combinación de ingeniería convencional con soluciones basadas en la naturaleza ofrece un enfoque eficaz para la restauración de manglares y la mitigación de los efectos del cambio climático en el Golfo de Guayaquil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- González, I., et al., 2022. Mangrove Forests in Ecuador: A Two-Decade Analysis. *Forests*, pp. 13,656.
- Belliard, J.-P., et al., 2021. El Niño driven extreme sea levels in an Eastern Pacific tropical river delta : landward amplification and shift from oceanic to fluvial forcing: *Global and planetary change*, v. 203.



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

CARACTERIZACIÓN BOTÁNICA Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES DE MANGLARES EN ECUADOR

BOTANICAL CHARACTERIZATION AND DISTRIBUTION OF MANGROVE SPECIES IN ECUADOR

María Grazia Rodríguez¹  0000-0000-0000-0000

¹Universidad Espíritu Santo (UEES)

Cita: Rodríguez, M. G. (2025). *Caracterización botánica y distribución de las especies de manglares en Ecuador. INVESTIGATIO, (23).*

Fechas · Dates

Recibido: 03.10.2024
Aceptado: 06.01.2025
Publicado: 31.03.2025

Correspondencia · Corresponding Author

María Grazia Rodríguez
Universidad Espíritu Santo (UEES)
magrodriguez@uees.edu.ec

Palabras clave: biodiversidad, biogeografía, composición de especies, conservación, manglares

Keywords: biodiversity, biogeography, species composition, conservation, mangroves.

INTRODUCCIÓN

Los manglares constituyen un ecosistema fundamental para la preservación de la biodiversidad y ofrecen importantes servicios ecosistémicos, especialmente en las zonas costeras (Heenkenda et al., 2014). A pesar de su relevancia ecológica, económica, política y cultural, los manglares se encuentran entre los ecosistemas más amenazados a nivel mundial debido a la creciente presión antropogénica, particularmente en países en desarrollo (Duke et al., 2014). A nivel global, se estima que existen entre 65 y 70 especies de manglares, de acuerdo con los criterios morfológicos y fisiológicos establecidos por Tomlinson (2016). En Ecuador, los manglares abarcan aproximadamente 157.094,28 ha y alberga 14 especies de manglar, distribuidas en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santa Elena, Guayas, y El Oro. Dada la importancia de los manglares en la conservación de la biodiversidad, la protección costera y la mitigación del cambio climático, es esencial comprender mejor su distribución geográfica y características botánicas (Morocho et al., 2022). Esta investigación se propone caracterizar las especies de manglar en Ecuador y su distribución por provincias, con el fin de contribuir a un manejo sostenible de estos ecosistemas, fortaleciendo los esfuerzos de conservación ante las amenazas ambientales y humanas.

OBJETIVOS

Objetivo general

Describir botánicamente las especies de manglar en Ecuador y su distribución geográfica.

Objetivos Específicos

1. Caracterizar botánicamente las especies de manglares en Ecuador
2. Determinar la distribución geográfica de las especies de manglares por provincias en Ecuador

METODOLOGÍA

El estudio se realizó en tres áreas de manglar en la provincia del Guayas (Parque Histórico de Guayaquil, Isla Santay, y Estero Salado) durante los meses de abril y julio de 2024. Se recolectaron de 15 a 20 muestras fértiles por especie, priorizando ejemplares con flores y frutos. Las muestras fueron analizadas en el laboratorio para su identificación taxonómica, utilizando claves botánicas y la colaboración de expertos. Se caracterizaron las estructuras vegetativas y reproductivas mediante análisis morfológicos y se registró el estado de conservación según la Lista Roja de la UICN. La distribución geográfica de las especies se mapeó en cinco provincias usando QGIS, evaluando así la riqueza de especies.

RESULTADOS

De las 14 especies de manglares identificadas en Ecuador, nueve fueron evaluadas en la provincia del Guayas (Molina-Moreira, 2019). Las especies analizadas son *Annona glabra*, *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora harrisonii*, *Rhizophora mangle*, *Rhizophora racemosa*, *Rhizophora samoensis*, y *Talipariti tiliaceum*. La familia con mayor diversidad fue Rhizophoraceae con cuatro especies, seguida de Combretaceae con dos, y las familias Annonaceae, y Malvaceae con una especie respectivamente. A nivel de distribución en Ecuador, *Rhizophora mangle* y *Rhizophora racemosa* están presentes en las 5 provincias del perfil costero, mientras que *Annona glabra* y *Talipariti tiliaceum* se presentaron solo en 3 de las 5 provincias. Se desarrolló una guía para las ocho especies de manglares estudiadas, basada en las variables botánicas analizadas, distribución geográfica, y análisis fotográfico para apoyar futuras investigaciones.

DISCUSIÓN

La diversidad de los manglares se refleja en sus adaptaciones morfológicas, fenológicas y fisiológicas a la salinidad, variando entre especies y regiones (Feller et al., 2010; Silva, 2013; Samper-Villarreal, et al., 2015). Aunque pertenecen a diferentes familias, comparten adaptaciones a suelos salinos y pobres en oxígeno, sin embargo, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans* tienen la capacidad de crecer en suelos con presencia de metales pesados. En Ecuador, la especie *Talipariti tiliaceum* destacan por su singularidad morfológica. Estas diferencias son esenciales para una identificación precisa, crucial para estrategias de conservación y restauración (Castillo, 2015). *Rhizophora samoensis* y *Rhizophora harrisonii*, están en peligro o no han sido adecuadamente evaluadas, lo que resalta la necesidad de más estudios y esfuerzos de conservación. La distribución de los manglares está determinada por factores ambientales como la salinidad, la presencia de cuerpos de agua dulce y las fluctuaciones de las mareas (Vásconez, 2010). *Annona glabra* y *Talipariti tiliaceum*, son menos tolerantes a la salinidad y se encuentran en áreas menos inundadas, por otro lado, la familia Rhizophoraceae se encuentra en zonas más afectadas por factores externos como la

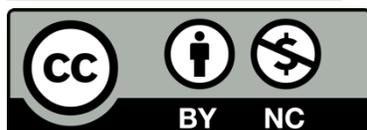
deforestación causada por la industria camaronera y agrícola, especialmente en provincias como El Oro y Guayas (Caicedo, 2015). A pesar de los esfuerzos de conservación, la zonificación y distribución de los manglares sigue siendo un proceso complejo influenciado por múltiples factores externos.

CONCLUSIONES

Los resultados presentan que, de las 14 especies, Esmeraldas es la provincia que tiene la mayor diversidad de especies. *Rhizophora racemosa* y *Rhizophora mangle* son las más abundantes y se encuentran en las 5 provincias del perfil costero, por otro lado *Rhizophora samoensis* y *Rhizophora harrisonii* son descritas botánicamente por primera vez en el Ecuador. La Guía de Manglares del Ecuador, producto de este estudio, será una herramienta fundamental para comprender en profundidad los manglares y promover su conservación, así como también va a ayudar a poder diferenciar las 4 especies de *Rhizophora*, garantizando así la protección de su rica biodiversidad a largo plazo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Caicedo M., (2015) comunidad urbana e industria camaronera: resistencias territoriales en Muisne-Esmeraldas. Recuperado de <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/bitstream/10469/8755/2/TFLACSO-2015MSCR.pdf>
- Castillo, L. F., Cifuentes-Sarmiento, Y., Ruiz-Guerra, C. J., Rial, A., Trujillo, F., Medina-Barrios, O. D., ... & Aranguren-Riaño, N. J. (2015). Criterios biológicos y ecológicos: aportes para la identificación, caracterización y delimitación de los humedales interiores de Colombia. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.11761/9590>
- Duke, N., Nagelkerken, I., Agardy, T., Wells, S., & Van Lavieren, H. (2014). La importancia de los manglares para las personas: Una llamada a la acción. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (UNEP-WCMC).
- Feller, I.C., Lovelock, C.E., Berger, U., McKee, K.L., Joye, S.B., Ball, M.C., 2010. Biocomplejidad en los ecosistemas de manglares. Revista anual de ciencias marinas 2, 395–417.
- Heenkenda, M., Joyce, K., Maier, S., & Bartolo, R. (2014). Identificación de especies de manglares: Comparación de WorldView-2 con fotografías aéreas. Teledetección, 6(7), 6064–6088. <https://doi.org/10.3390/rs6076064>
- Molina-Moreira, N. (2019). Manglares de Ecuador. Recuperado de <https://uees.edu.ec/descargas/libros/2020/manglares-del-ecuador.pdf>
- Morocho, R., González, I., Ferreira, T. O., & Otero, X. L. (2022). Los manglares en Ecuador: Un análisis de dos décadas. Bosques, 13(5), 656. <https://doi.org/10.3390/f13050656>
- Samper-Villarreal, J., & Silva-Benavides, A. M. (2015). Complejidad estructural de los manglares de Playa Blanca, Escondido y Rincón de Osa, Golfo Dulce, Costa Rica. Revista de Biología Tropical, 63, 199-208. <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v63i1.23103>
- Silva B. L. S., & Hernández, T. (2013). Variación morfológica de *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae) asociada a factores ambientales (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1406/1/100000000972_documento.pdf
- Vásconez L., (2010) Control de la pérdida de manglar de la provincia de El Oro, Ecuador.; Recuperado de <https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/10178/1/Tesis%20de%20Leo%20Vasconez.pdf>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS BIOFÍSICOS, BIOQUÍMICOS Y SOCIOAMBIENTALES EN LA LAGUNA VIERNES SANTO DE LA RESERVA ECOLÓGICA ARENILLA

EVALUATION OF BIOPHYSICAL, BIOCHEMICAL, AND SOCIO-ENVIRONMENTAL PARAMETERS IN THE VIERNES SANTO LAGOON OF THE ARENILLA ECOLOGICAL RESERVE

Javier Arreaga-Avellan¹  0000-0000-0000-0000

Elisa Rodríguez-Calderón¹  0000-0000-0000-0000

Teddy Ochoa-Perez²  0000-0000-0000-0000

Mireya Pozo-Cajas⁴  0000-0000-0000-0000

¹ Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

² Reserva Ecológica Arenillas Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Cita: Arreaga-Avellan, J., Rodríguez-Calderón, E., Ochoa-Perez, T., & Pozo-Cajas, M. (2025). Evaluación de parámetros biofísicos, bioquímicos y socioambientales en la Laguna Viernes Santo de la Reserva Ecológica Arenilla. *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates

Recibido: 03.10.2024

Aceptado: 06.01.2025

Publicado: 31.03.2025

Correspondencia · Corresponding Author

Mireya Pozo-Cajas

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

mireya.pozoc@ug.edu.ec

Palabras clave: Arsénico, *E. coli*, laguna, plomo, manglares, área protegida.

Keywords: Arsenic, *E. coli*, lagoon, lead, mangroves, protected area.

INTRODUCCIÓN

En la zona costera, la interacción de procesos biológicos, químicos y geológicos regula la circulación de sedimentos, nutrientes, materia orgánica y sustancias contaminantes entre diversos ecosistemas. En particular, las lagunas costeras y los estuarios desempeñan un papel crucial a través de procesos biogeoquímicos, proporcionando servicios esenciales como la renovación de nutrientes, la eliminación de contaminantes y la descomposición de materia orgánica (Barbier et al., 2011). Sin embargo, estos ecosistemas enfrentan graves

amenazas a nivel global, y su supervivencia está en riesgo debido a posibles transformaciones irreversibles (D'Alpaos & D'Alpaos, 2021).

Ecuador, posee una biodiversidad sumamente rica y es reconocida como uno de los países megadiversos del mundo, este prestigio se debe en gran medida, a la gran cantidad de lagos y lagunas que se encuentran en su territorio (Ministerio de Turismo, 2014). A pesar de esto, los recursos hídricos presentan una considerable cantidad de contaminantes provocados por actividades antrópicas, incluso se han registrados estudios en donde cuerpos hídricos muestran altos niveles de *Escherichia coli* y coliformes totales (Vinuela et al., 2021).

A raíz de esta creciente problemática surge la necesidad de abordar estudios en áreas protegidas, como es la Reserva Ecológica Arenillas, donde no se tienen registros o información básica sobre la Laguna Viernes Santo. Debido a esto, es necesario el levantamiento de información sobre los parámetros biofísico, bioquímicos y sociales.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar las condiciones ambientales de la Laguna Viernes Santo mediante, el análisis de parámetros físicos, químicos, biológicos y socio-ambientales.

Objetivos específicos

- Establecer la variación temporal de los niveles de oxígeno disuelto, temperatura y salinidad en la Laguna Viernes Santo a lo largo de un período determinado.
- Investigar la concentración de *E. coli* y metales pesados presente en el agua de la Laguna Viernes Santo ubicada en la Reserva Ecológica Arenillas.
- Explicar los datos obtenidos de los diferentes parámetros de acuerdo a la Normativa Nacional.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó en la Laguna Viernes Santo, ubicada a 22 km de la zona de administración de la Reserva Ecológica Arenillas en la provincia de El Oro (Figura 1), en el suroccidente de Ecuador, muy cerca de la frontera con el Perú (Ministerio del Ambiente, 2015). Es una zona de conservación que abarca una superficie de alrededor de 13.527,59 ha. (Acuerdo Ministerial Nro. 025, de 20 de mayo de 2021 publicado en el Registro Oficial Nro.519, de 19 de agosto de 2021).



Figura 1. Laguna Viernes Santo Arenillas de la Reserva Ecológica Arenillas. Se observa manglares alrededor de la laguna

Arenillas está situado entre dos áreas de drenaje, una asociada al río Zarumilla y la otra al río Arenillas. Esta última es crucial para la represa de Tahuín, donde se encuentra dentro del Bosque Protector Tahuín, misma que es utilizada para irrigar más de 8 mil hectáreas y abastecer la Planta de Tratamiento de Agua Potable de Arenillas (Ministerio del Ambiente, 2015).

Como diseño experimental, se realizó un levantamiento de información en 4 puntos de muestreo denominados como “Zonas”, con el multiparámetro HANNA, permitiendo medir los niveles de pH, salinidad, oxígeno disuelto, sólidos totales disueltos, turbidez y temperatura. La investigación se realizó en una variación temporal de los meses de octubre, noviembre y diciembre del 2023.

Además, se recolectaron las muestras bajo la norma técnica INEN 2176:2013, para el almacenamiento y transporte de las muestras de *E. coli* y metales pesados, Arsénico (As) y plomo (Pb), se siguieron los protocolos de la norma técnica INEN 2169:2013 (Figura 2).



Figura 2. Muestreo de los puntos evaluados en la Laguna Viernes Santo.

Por otro lado, para el levantamiento de información sobre las actividades alrededor de la laguna se empleó una encuesta de manejo participativo a los agricultores alrededor de la laguna, para conocer la percepción de la comunidad de agricultores locales (Figura 3).



Figura 3. Dialogo con socios de la Cooperativa COOLPAREN y elaboración de encuestas

RESULTADOS

Se obtuvo que, en cuanto al pH, el punto de muestreo de la Zona 2 presenta el valor promedio más alto (7,66). En cuanto a la salinidad, la Zona 1 registra el valor más alto (1,04 UPS). Respecto al oxígeno disuelto, la Zona 4 destaca con la mayor concentración (3,68 mg/L). Aunque la Zona 1 exhibe la mayor concentración de sólidos disueltos totales (TDS) con 1020 ppm. En términos de turbidez, la Zona 1 tiene el promedio más alto (11,87 FNU). Finalmente, la temperatura más alta se registró en la Zona 1 (26,47 °C) (Tabla I).

Tabla I. Valores promedios de los parámetros fisicoquímicos de los muestreos

Zona	pH	Sal. (UPS)	OD (ppm)	TDS (ppm)	Turb (FNU)	Temp. (°C)
1	7,49	1,04	2,66	1020,00	11,87	26,47
2	7,66	0,91	2,82	793,85	10,31	26,34
3	7,16	1,00	2,47	958,67	10,92	26,53
4	7,24	0,96	3,68	917,56	11,35	26,16

En cuanto, a los resultados del análisis de arsénico y plomo en la Laguna se mostraron un valor máximo de 0,0020 mg/l y 0,0024 mg/l, respectivamente. El As se encuentra por debajo del límite máximo permisible de 0,05 mg/l establecido por la normativa nacional (AM 097-A). Mientras que, el Pb supera el límite máximo permisible de 0,001 mg/l según la misma normativa, para la preservación de especies. Por otro lado, los valores máximos de *E. coli* en el cuerpo de agua fueron de 41,00 NMP/100 ml, lo que está dentro del límite máximo permisible de la normativa para aguas frías dulces, cálidas dulces y aguas marinas de estuario, que es de 200 NMP.

DISCUSIÓN

La investigación ofrece una visión detallada del entorno biofísico, bioquímico y socio-ambiental de la Laguna Viernes Santo. Se observaron valores normales de pH y temperatura, pero se detectaron valores atípicos en oxígeno disuelto, turbidez, sólidos disueltos totales y salinidad. A lo largo del tiempo, la mayoría de los parámetros estudiados no mostraron diferencias significativas mensuales, excepto la temperatura, que presentó variaciones notables.

Los valores de oxígeno disuelto comparados a otros estudios mostraron similitudes en las concentraciones en diferentes cuerpos en agua (Kane et al., 2015; Lazarus et al., 2023). La turbidez registrada fue menor que en otros estudios, aunque supera el estándar permitido en EEUU para aguas cálidas (Mangayarkarasi & Akilan, 2022). Los sólidos disueltos totales superan las normativas de la EPA. Las concentraciones de salinidad son menores de 4 UPS, lo que sugiere la presencia de un "ojo de agua" bajo la superficie. Comparado con otras lagunas, los valores de salinidad son significativamente más bajos (Simantiris et al., 2023; Sanay-González & Perales-Valdivia, 2022). Los valores de plomo y arsénico en el agua son bajos, pero el plomo supera los límites permisibles para la preservación de especies (Tariang et al., 2021). Para *E. coli*, los resultados fueron de 41 NMP/ml, significativamente menores que los reportados en otros estudios (Baños & Castro, 2013).

La dinámica de las lagunas costeras varía según la época del año, y su conexión con el mar puede estar abierta o cerrada, lo que influye en los niveles de salinidad del agua. Estas lagunas, que se encuentran en aproximadamente el 15% de las costas del mundo (Gallo, 2023; IAgua, 2021; Wikiwand, 2023), son hábitats naturales de gran importancia para la biodiversidad. En el caso de la Laguna Viernes Santo, sus concentraciones de salinidad suelen ser inferiores a 3 UPS, especialmente durante los meses secos y sin lluvia. Esta baja salinidad sugiere la posible presencia de un fenómeno conocido como "ojo de agua" debajo de su superficie, debido que la laguna experimenta un flujo y reflujo de marea con una salinidad de 33 UPS.

CONCLUSIONES

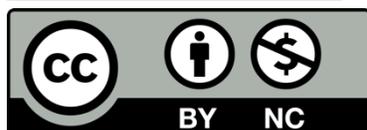
En conclusión, la investigación sobre la Laguna Viernes Santo revela que los niveles de metales pesados, como el arsénico y el plomo, se encuentran muy por debajo del límite máximo permisible según el Acuerdo Ministerial 097-A. Asimismo, la concentración de *E. coli* en el agua, está dentro de los límites establecidos por la normativa nacional AM 097-A. En cuanto a las variables fisicoquímicas, los resultados ofrecen una visión clara de las condiciones actuales de la laguna y destacan su relativa baja contaminación. En el aspecto socioambiental las encuestas de percepción comunitaria revelaron que el 100% de los encuestados no visitan la laguna debido a la densa vegetación, aunque la mayoría reconoce su importancia en la conservación de especies y su impacto positivo en la calidad de vida.

Para entender la dinámica ambiental de la Laguna Viernes Santo, es fundamental realizar un estudio geológico que permita identificar la posible presencia de un afluyente de agua subterránea los cuales se han mantenido por debajo de 3 UPS durante los meses secos sin lluvia. Este patrón sugiere la posible existencia de un "ojo de agua" subterráneo. Además, es necesario llevar a cabo una investigación de la estructura y composición del bosque de manglar en la laguna. La combinación de estos estudios proporcionará una visión integral sobre la dinámica ambiental y los factores que influyen en el ecosistema de la laguna debido que es parte de los valores de conservación del área protegida de Arenillas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baños, G., & Castro, R. (2013). Distribución y concentración de coliformes totales, coliformes fecales, *Escherichia coli* y enterococos en agua y sedimentos en el Estero Salado (Tramos B, D, E y G). *Revista Científica de Ciencias Naturales y Ambientales*, 7(1), 47–60. <https://doi.org/10.2773/7772>
- Barbier, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169–193. <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>
- D'Alpaos, C., & D'Alpaos, A. (2021). The valuation of ecosystem services in the Venice Lagoon: A multicriteria approach. *Sustainability*, 13(17), 9485. <https://doi.org/10.3390/su13179485>
- Gallo, G. (2023). Lagunas costeras, mucho más que agua. *Inecol*, México. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/1659-lagunas-costeras-mucho-mas-que-agua%0A>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de El Oro (GADPEO), & Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO). (2019). Propuesta para el establecimiento del subsistema de áreas naturales de conservación

- y diseño del corredor ecológico de la provincia de El Oro (12a ed.).
- IAGua. (2021). ¿Qué es una laguna?. IAGua. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-laguna>
- Kane, S., Qarri, F., Lazo, P., & Bekteshi, L. (2015). The effect of physico-chemical parameters and nutrients on fish growth in Narta Lagoon, Albania. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 10, 62–68.
- Lazarus, O. T., Anaero-Nweke, G. N., Green, A. F., Amachree, D., & Mbambo, S. W. (2023). Physical and chemical variables of freshwater swamp ponds of Engenni, Ahoada-West, Niger Delta, Nigeria. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 22(5), 22–30. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2023/v22i5583>
- Mangayarkarasi, A., & Akilan, M. (2022). Physico-chemical analysis of water samples collected from the selected study areas of Ranipet District, Tamil Nadu, India. *Pollution Research*, 41(4), 1246–1251. <https://doi.org/10.53550/pr.2022.v41i04.016>
- Ministerio del Ambiente. (2015). Plan de manejo de la Reserva Ecológica Arenillas (68). <http://maetransparente.ambiente.gob.ec/documentacion/Biodiversidad/PLAN%20DE%20MANEJO%20REAr%202015.pdf>
- Ministerio de Turismo. (2014). Ecuador megadiverso y único en el centro del mundo. El Nuevo Ecuador. <https://www.turismo.gob.ec/ecuador-megadiverso-y-unico-en-el-centro-del-mundo/>
- Sanay-González, R., & Perales-Valdivia, H. (2022). Monitoreo de parámetros hidrográficos en estuarios y lagunas costeras de Veracruz, México. *Hidrobiología*, 9(1).
- Simantiris, N., Vardaki, M. Z., Kourkoumelis, N., Avlonitis, M., & Theocharis, A. (2023). Microplastics in the Mediterranean and elsewhere in coastal seas. In *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90798-9.00012-3>
- Tariang, K. U., Khongsti, K., & Das, B. (2021). Effect of arsenic and lead on glucose level and expression of ERK in air-breathing catfish, *Heteropneustes fossilis*. *International Aquatic Research*, 13(2), 129–137. <https://doi.org/10.22034/iar.2021.1923096.1136>
- Vinueza, D., Ochoa-Herrera, V., Maurice, L., Tamayo, E., Mejía, L., Tejera, E., & Machado, A. (2021). Determining the microbial and chemical contamination in Ecuador's main rivers. *Scientific Reports*, 11(1), 1–14. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-96926-z>
- Wikiwand. (2023). Laguna costera. Wikiwand. <https://www.wikiwand.com/es/Lagoon%0A>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

ANÁLISIS DE CONTAMINACION DE AGUA Y SUELO EN LOS MANGLARES DEL ESTERO SOLEDAD GRANDE EN LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CHURUTE, ECUADOR

ANALYSIS OF WATER AND SOIL POLLUTION IN THE MANGROVES OF THE SOLEDAD GRANDE ESTERO IN THE CHURUTE MANGROVE ECOLOGICAL RESERVE, ECUADOR

Joselyn Gálvez-Rodríguez¹  0000-0000-0000-0000

Daniela Beltrán-Meléndez¹  0000-0000-0000-0000

Elisa Rodríguez-Calderón¹  0000-0000-0000-0000

Ángel Freire Díaz²  0000-0000-0000-0000

Mireya Pozo-Cajas¹  0000-0000-0000-0000

¹ Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

² Reserva Ecológica Arenillas Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

Cita: *INFORMACIÓN INCLUIDA POR PARTE DE LA REVISTA*

Fechas · Dates

Recibido: 25.08.2024

Aceptado: 06.01.2025

Publicado: 31.03.2025

Correspondencia · Corresponding Author

Mireya Pozo-Cajas

Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

mireya.pozoc@ug.edu.ec

Palabras clave: Coliformes fecales, *E. coli*, Manglar, Metales pesados, Parámetros

Keywords: Fecal coliforms, *E. coli*, Mangrove, Heavy metals, Parameters

INTRODUCCIÓN

Los manglares son esenciales para la salud de los ecosistemas costeros y para las comunidades que dependen de ellos. Estos ecosistemas brindan los servicios ecosistémicos como la protección de las costas contra la erosión y las tormentas, la captura de carbono y el apoyo a una biodiversidad rica. Además, los manglares sirven como importantes viveros para peces y otros organismos marinos. La degradación y pérdida de manglares afectan negativamente estos servicios ecosistémicos y, por lo tanto, subraya la necesidad urgente de estrategias de conservación efectivas (Mendoza et al., 2022; Sanders et al., 2023).

En Ecuador, los manglares enfrentan una situación de fragilidad y amenaza debido a la intensa presión antrópica, que ha reducido considerablemente su superficie. La principal causa de esta disminución ha sido la expansión de las piscifactorías de camarones, seguida por la agricultura y la urbanización en áreas periféricas. A pesar de estas presiones, se han registrado indicios de una ligera recuperación en torno al 2,9% de la superficie de manglares perdida. Sin embargo, la pérdida sigue siendo una preocupación constante (Morochó, González, Ferreira, & Otero, 2022).

La contaminación por metales pesados, como cadmio, plomo y mercurio, es particularmente preocupante en los manglares de Ecuador, donde estos contaminantes se acumulan en los sedimentos de ríos y estuarios (Pernía et al., 2019).

La creación de reservas naturales o unidades de conservación en estos bosques tropical ha sido crucial para proteger la biodiversidad.

No obstante, estos paisajes suelen verse alterados por actividades humanas que buscan explotarlos, transformándolos en fragmentos de vegetación residual rodeados de diversas clases de vegetación y usos del suelo (Maza et al., 2024).

La presencia de coliformes fecales y *E. coli* en los manglares ecuatorianos es consecuencia de las descargas de aguas residuales sin tratamiento, lo que agrava la contaminación en estos ecosistemas (Pernía et al., 2019).

El análisis de estos parámetros es fundamental para establecer una línea base de información que beneficie la gestión y conservación del área protegida.

OBJETIVOS

Objetivo general

Detectar las concentraciones de Coliformes fecales, *Escherichia coli* y metales pesados (Plomo, Cadmio y Mercurio) en agua y suelo en el estero Soledad Grande en la Reserva Ecológica Manglares Churute.

Objetivos específicos

- Cuantificar los niveles de Coliformes fecales, *E. coli* y de metales pesado (plomo, cadmio y mercurio) en agua del Estero Soledad Grande.
- Verificar la presencia de los metales pesados (cadmio, plomo y mercurio) en el suelo del manglar del Estero Soledad Grande.
- Establecer una línea base de los parámetros físico – químicos del agua del Estero Soledad Grande en los meses de diciembre 2021 hasta marzo 2022.
- Comparar los datos obtenidos de Coliformes fecales, *E. coli* y metales pesados (cadmio, plomo y mercurio) con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental nacional vigente.

METODOLOGÍA

El área de estudio se encuentra localizado en la parroquia Taura del cantón Naranjal y, parcialmente en el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas. El Estero Soledad Grande está ubicado dentro de la Reserva Ecológica Manglares Churute (Figura 1), la cual se creó según Acuerdo interministerial N° a-322 de Julio 26 de 1979 - Registro Oficial N° 69 del 20 de noviembre de 1979 (Hurtado, 2010). En esta investigación se determinan las concentraciones de cadmio, plomo y mercurio en agua y en sedimentos superficiales además de microorganismos indicadores de contaminación por aguas residuales crudas (coliformes fecales y *E. coli*).



Figura 1. Equipo de trabajo y muestreo de agua.

Las muestras de agua se recolectaron en el centro y a las riberas del estero Soledad Grande (lado izquierdo y derecho), se tomaron 3 puntos con 3 réplicas en el mes de Diciembre-2021, para determinar la presencia de *E. Coli*, Coliformes fecales y metales pesados (plomo, cadmio y mercurio) en las aguas del estero (Figura 1). A comienzos de diciembre de 2021 se realizaron las primeras tomas de muestras debido al inicio de las lluvias.

Luego, en marzo de 2022, cuando la temporada de lluvias alcanza su punto máximo, se tomaron dos réplicas del punto 1 para observar variaciones en los datos, ya que en diciembre se había registrado una cifra alta de plomo.



Figura 2. Muestreo de sedimentos.

Para el muestreo de suelo, se determinó los 5 puntos de muestreo en el sedimento del manglar, para determinar la concentración de los metales pesados (cadmio, plomo y mercurio) existentes en el área. Donde los 5 puntos fueron tomados en el mes de diciembre-2021 y se determinó recolectar dos nuevos puntos que quedaban entre los puntos 2-3 y 4-5 dando un resultado de 7 puntos de muestreo tomados en el mes de enero-2022. Así mismo, para la recolección de las muestras de sedimento se tomó del lado derecho e izquierdo del estero en 7 puntos con 3 réplicas cada uno (Figura 3).

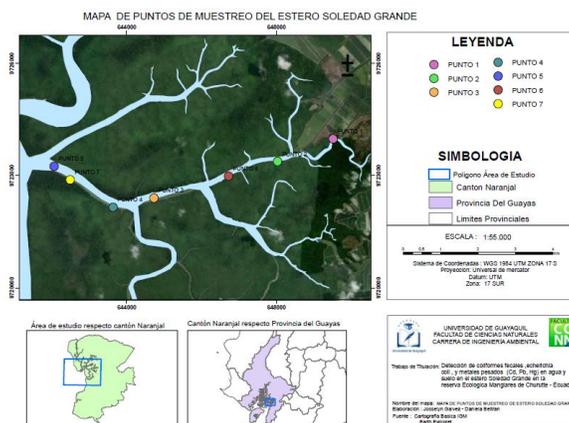


Figura 3. Ubicación de las áreas muestreadas.

Para el desarrollo de los datos estadísticos se empleó el programa Minitab versión 19, en el cual se verificó la normalidad de los datos utilizando las pruebas de Ryan-Joiner, y de forma complementaria se utilizó la prueba de igualdad de varianzas de Levene. Posterior a esas pruebas se realizaron los análisis de varianzas, para el caso de los datos paramétricos se usó el análisis ANOVA de un solo factor y para los datos no paramétricos se usó el análisis de Kruskal-Wallis, además de forma complementaria se aplicó el test de Tukey.

RESULTADOS

En diciembre de 2021, se realizaron mediciones para evaluar la contaminación del agua por coliformes fecales, *E. coli*, y metales pesados en diferentes puntos de muestreo. Los resultados mostraron que el punto 1 presentó una alta concentración de coliformes fecales (230 NMP/100 mL), mientras que *E. coli* estuvo por debajo del límite de detección (<3 NMP/mL). En el punto 2, los coliformes fecales también fueron detectados en altas concentraciones, y *E. coli* solo se registró en una réplica con un valor de 36 NMP/mL, lo cual no se consideró significativo. Respecto a los metales pesados, no se detectaron niveles de mercurio (Hg) ni cadmio (Cd) en las muestras de agua, con el equipo de detección indicando un límite de 0,86 mg/L para Cd, que es el límite máximo permisible según la normativa nacional. El plomo (Pb) mostró concentraciones menores a 0,0299 mg/L en el punto 1, no fue detectado en el punto 2, pero se superó el límite en una réplica del punto 3.

Para el análisis de sedimentos, se tomaron 42 muestras en total. En diciembre, se recolectaron muestras de los puntos 1 a 5, y en enero, de los puntos 6 y 7. Los análisis de cadmio en sedimentos revelaron que solo dos muestras (punto 1 con 0.03 mg/kg y punto 7 con 0.009 mg/kg) contenían este metal, y la prueba de normalidad seguida de un ANOVA mostró una varianza significativa ($p = 0.04$). Para plomo, los valores detectados fueron 0.01 mg/kg en los puntos 1 y 6, y el ANOVA también indicó una varianza significativa ($p = 0.005$).

En el caso del mercurio, se encontraron concentraciones en los sedimentos de diciembre, pero los datos no presentaron una distribución normal. Se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, complementada con un test de Tukey, concluyendo que no había una varianza significativa. En enero, los análisis de los puntos 6 y 7 mostraron una distribución normal, y el ANOVA de un solo factor indicó que no había variación significativa entre los puntos ($p = 0.145$).

En el análisis de los parámetros fisicoquímicos del agua, se evaluaron oxígeno disuelto (OD), temperatura, pH, salinidad, sólidos disueltos totales (TDS) y potencial redox en varios puntos de muestreo.

Oxígeno Disuelto (OD): Las mayores diferencias se observaron entre el punto 1 y el punto 5, con concentraciones máximas y mínimas de 3.308 ± 0.597 ppm y 2.742 ± 0.365 ppm, respectivamente. Los puntos 2, 3 y 4 mostraron valores similares, sin variaciones significativas, con OD de 3.172 ± 0.335 ppm, 2.981 ± 0.382 ppm, y 2.944 ± 0.327 ppm, respectivamente. Todos los valores están dentro de los límites normales según el Acuerdo Ministerial 097 A.

Temperatura: Las temperaturas medias fueron consistentes en todos los puntos, con valores que oscilaron entre 24.731 ± 1.001 °C (punto 1) y 25.783 ± 0.985 °C (punto 5). El punto 5 presentó las temperaturas más altas y el punto 1 las más bajas.

Salinidad: El punto 5 tuvo la mayor salinidad, con un promedio de 7.000 ± 1.658 g/L, destacándose sobre los demás puntos.

pH: Los puntos 1 y 2 mostraron los valores de pH más altos, siendo 7.6425 ± 0.1369 en el punto 1 y 7.4056 ± 0.0525 en el punto 5.

Potencial Redox: El más alto en el punto 1 (152.8 ± 43.7 mV) y más bajo en el punto 4 (112.1 ± 32.7 mV).

Sólidos Disueltos Totales (TDS): El punto 1 tuvo la concentración más alta de TDS con una media de 174.3 ± 331.8 ppm, mientras que el punto 2 tuvo la concentración más baja con 37.4 ± 62.7 ppm. Los puntos 3, 4 y 5 mostraron valores intermedios, con medias de 53.9 ± 91.2 ppm, 84.2 ± 123.3 ppm, y 90.1 ± 129.2 ppm, respectivamente.

Para los metales pesados, los puntos 6 y 7 se analizaron en enero. Todos los puntos cumplieron con la normativa del Acuerdo Ministerial 097 A, excepto la muestra de plomo en el punto 6, réplica A1, que excedió los límites permitidos. En cuanto al mercurio, todas las mediciones cumplieron con la normativa ambiental vigente.

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, los niveles de coliformes fecales y *E. coli* varían significativamente en los diferentes puntos del estero. En el punto 3 no se detectaron niveles de *E. coli*, probablemente debido a la dilución en el agua, mientras que en el punto 1 se encontraron altas concentraciones de coliformes fecales sin presencia de *E. coli* (Acevedo- Merino et al., 2005). En comparación con otras áreas, como el manglar El Balao y el estuario Chulluype en Santa Elena, se evidenciaron mayores concentraciones de *E. coli* en esas zonas, superando los límites permitidos por normativas internacionales como la EPA (Moscoso Cercado M. J., 2021; Plúas-Chiquito et al., 2020).

En el Estero Soledad Grande, la contaminación microbiológica podemos presumir que está vinculada a las aguas del ByPass que desembocan en el estero, afectando potencialmente a la Reserva Ecológica Manglares Churute (Bravo, 2015). Aunque estudios previos sugieren que el impacto en el manglar es limitado, se han encontrado concentraciones elevadas de metales pesados como cadmio en algunos puntos, superando los límites establecidos por la normativa ambiental vigente (Proaño Alvarado, 2016; Alvarado Zhune, 2021).

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos del agua, el oxígeno disuelto y la temperatura mostraron variaciones significativas a lo largo de los meses de estudio, con una relación inversa entre ambos parámetros (MAE, 2015). La salinidad y el pH también presentaron diferencias notables, particularmente influenciadas por las lluvias estacionales (Benjumea et al., 2018). Finalmente, los sólidos disueltos totales (TDS) no mostraron variaciones significativas, pero sus fluctuaciones están asociadas con el ciclo hidrológico y las estaciones del año (Benjumea et al., 2018).

CONCLUSIONES

El Estero Soledad Grande presenta signos de contaminación por coliformes fecales en los puntos 1 y 2, ubicados al comienzo del estero. Sin embargo, parece haber un proceso de dilución que lleva a la ausencia de coliformes fecales y *E. coli* en los demás puntos del área de estudio. La concentración de coliformes fecales en el Estero Soledad Grande alcanzó 0,0339 mg/L, superando los límites máximos permisibles establecidos por el Acuerdo Ministerial 097-A. Este punto se encuentra en la boca del estero, donde se une con el río Churute, una zona con tráfico frecuente de embarcaciones. Por otro lado, los niveles de cadmio y mercurio se encontraron por debajo de los límites de cuantificación en las aguas del estero.

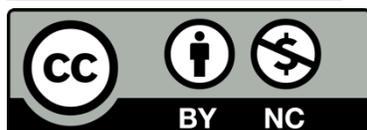
En cuanto a los parámetros físico-químicos, no se observó mucha variación debido a que el muestreo se realizó durante la época lluviosa, lo que permitió mantener una temperatura constante.

Se recomienda seguir con el monitoreo del estero Soledad Grande para ver la contaminación y tomar medidas de remediación o de manejo dentro del área protegida

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo-Merino, A.; Garrido-Pérez, C.; Nebot-Sanz, E.; Sales-Márquez, D. (2005). Fenómenos de dilución y autodepuración de un vertido de aguas residuales urbanas en un ecosistema litoral: el caso del estuario del río Iro (suroeste de España). *Revista Ciencias Marinas*, 31(1B), 221-230. <https://www.redalyc.org/pdf/480/48003109.pdf>
- Alvarado Zhune, A. P. Detección de metales pesados cadmio, plomo y mercurio en sedimento de los manglares de Puerto Roma y Santa Rosa en el Golfo de Guayaquil (2021). Tesis, Universidad de Guayaquil. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/56727/1/TESIS_ALVARADO%20ZHUNE%20ALLIS%20C3%93N%20PRISCILA_2021.pdf
- Hurtado, M. (2010). Áreas Costeras y Marinas Protegidas del Ecuador. Guayaquil: Ministerio del Ambiente MAE-Fundación Natura. <http://suiadoc.ambiente.gob.ec/documents/10179/242256/20+PLAN+DE+MANEJO+CHURUTE.pdf/afc3a934-1b6c-443b-b790-b17dc0fd668f;jsessionid=qwZ4lxyFA2gHCqmiSgPaIt0t?version=1.0>
- Jurrius, I. & López Rodríguez, F. (2020). Monitoreo Comunitario y Participativo de los Manglares bajo Acuerdos de Uso y Custodia de Manglar en Ecuador. *Investigatio*, 14, 27-37. doi:10.31095/investigatio.2020.14.3
- Maza Maza, J., Añazco Loaiza, H., Poma Luna, D., Luna Florin, A., Sánchez Asanza, A. & Guerrero Azanza, M. (2024). Evaluación del contenido de carbono orgánico del suelo en tres ecosistemas de la Reserva Ecológica Arenillas. *Novasinergia*, 7(2): 52-72. <https://doi.org/10.37135/ns.01.14.04>
- Mendoza, E., Yang, S., & Arriaga, M. (2022). Mangrove conservation and restoration: Recent advancements and challenges. *Marine Ecology Progress Series*, 692, 1-20.
- Moscoso Cercado, M. (2021). Detección de coliformes fecales, *Escherichia coli* Y SARS-COV-2 en el área de manglar de Balao Provincia del Guayas Detección de coliformes fecales, *Escherichia coli* Y SARS-COV-2 en el área de manglar de Balao Provincia del Guayas. Tesis, Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/c72d5794-9634-4ab5-b317-8c2fab1eda88>
- Pernía, B., Mero, M., Cornejo, X., & Zambrano, J. (2019). Impactos de la contaminación sobre los manglares de Ecuador. Universidad de Especialidades Espíritu Santo, ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/337424161_IMPACTOS_DE_LA_CONTAMINACION_SOBRE_LOS_MANGLARES_DE_ECUADOR
- Proaño Alvarado, M. (2016). Análisis espacial de concentraciones de metales pesados en agua y sedimentos en la Reserva Ecológica Manglares de Churute. Tesis, Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/c7a472dc-43e0-470f-b77d-4217caafe469>
- Sanders, B. S., Möller, I., & Choi, Y. S. (2023). The role of mangrove forests in coastal protection and climate mitigation: Insights from recent studies. *Coastal Management*, 51(1), 15-32.
- Sánchez Toro, M. (2016). Estudio Socioambiental En la Comunidad de Usuarios del Manglar Cerrito de los Morreños y Alternativas de Desarrollo Comunitario. Tesis, Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/items/f1bb45f2-6a7f-4d9d-af2a-9a5d1310fbd3>

Yáñez-Arancibia, A., Twilley, R. R., & LaraDomínguez, A. L. (1998). Los ecosistemas de manglar frente al cambio climático global. *Madera y Bosques*, 4(2), 3-19.
<https://www.redalyc.org/pdf/617/61740202.pdf>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

RESTAURACIÓN DE LA ZONA DE PUERTO ROMA

RESTORATION OF THE PUERTO ROMA AREA

Ricardo Carpio-Baquerizo²  0000-0000-0000-0000

Santiago Banchón-Chalen¹  0000-0000-0000-0000

Jesús Jordán-Banchón²  0000-0000-0000-0000

Elisa Rodríguez-Calderón¹  0000-0000-0000-0000

Mireya Pozo-Cajas¹  0000-0000-0000-0000

¹ Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil

² Asociación de Pescadores y Cangrejeros 21 de mayo de Puerto Roma

Cita: Carpio-Baquerizo, R., Banchón-Chalen, S., Jordán-Banchón, J., Rodríguez-Calderón, E., & Pozo-Cajas, M. (2025). Restauración de la zona de Puerto Roma / Restoration of the Puerto Roma Area. *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 25.08.2024	Mireya Pozo-Cajas
Aceptado: 06.01.2025	Facultad de Ciencias Naturales, Universidad de Guayaquil
Publicado: 31.03.2025	mireya.pozoc@ug.edu.ec

Palabras clave: Manglares, Plan de Manejo, Puerto Roma, Restauración, *Rhizophora sp.*

Keywords: Mangroves, Management Plan, Puerto Roma, Restoration, *Rhizophora sp.*

INTRODUCCIÓN

Las comunidades costeras enfrentan desafíos específicos debido a su vulnerabilidad al cambio climático y a su contexto socioeconómico, político y ambiental. Las estrategias de restauración, conservación y manejo comunitario de los manglares no solo ayudan a estas comunidades a adaptarse al cambio climático, sino que también ofrecen una variedad de beneficios adicionales (López et al., 2024).

La Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo de la Comunidad Puerto Roma, constituida legalmente el 31 de octubre de 2007, se ha destacado por su compromiso con la conservación y el uso sostenible de los recursos naturales en el área de manglares bajo su custodia. Esta organización comunitaria ha

desempeñado un papel fundamental en la protección de estos ecosistemas, que son vitales tanto para la biodiversidad local como para las comunidades que dependen de ellos (Jácome Estrella, 2024).

En 2012, la asociación recibió su primer acuerdo de uso y custodia de manglares, que abarcaba 1,374.33 hectáreas, seguido por acuerdos adicionales en 2014 y 2018, ampliando su área gestionada a un total de 2,458.64 hectáreas. En enero de 2024, lograron renovar y expandir su custodia a 2,483.01 hectáreas, gracias al nuevo Acuerdo de Uso Sostenido y Custodia del Ecosistema de Manglar otorgado por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, asegurando la gestión de estos recursos por los próximos 10 años (Carchi, 2022).

Con el apoyo financiero de Conservación Internacional, que aportó \$5,000, la asociación ha liderado proyectos de restauración de áreas de manglar, tomando decisiones de manera participativa en asambleas comunitarias. Estos esfuerzos han sido clave para mantener la integridad del manglar y garantizar la sostenibilidad del recurso del cangrejo rojo, que es de gran importancia económica para la comunidad.

Además, la asociación ha fortalecido sus capacidades mediante alianzas estratégicas, como la colaboración continua con la Universidad de Guayaquil.

En enero de 2024, se firmó un nuevo acuerdo de vinculación para implementar el proyecto "Implementación de actividades de conservación del Plan de Manejo de las comunidades de Punta Piedra, Sabana Grande y Puerto Roma del Golfo de Guayaquil".

En conjunto, estos esfuerzos reflejan el compromiso de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo con la preservación del medio ambiente y la promoción del desarrollo sostenible, asegurando que los recursos naturales sean manejados de manera que beneficien tanto a las generaciones presentes como futuras.

OBJETIVOS

Objetivo general

Iniciar un proceso de restauración ecológica de 5 hectáreas en las zonas degradadas de manglar en el sector de la Isla Mondragón e Isla Josefina del Golfo de Guayaquil, aproximadamente.

Objetivos específicos

- Realizar el levantamiento de información ecológica y preparación de parcelas de monitoreo del área de restauración.
- Ejecutar las actividades de restauración ecológica de manglar en Hidroperíodos.
- Recolección de propágulos y siembra en las parcelas seleccionadas.

METODOLOGÍA

El proyecto de restauración del manglar en la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo se implementó utilizando el marco conceptual de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN).

Este enfoque se basa en la definición proporcionada por la UICN (UICN, 2020), que describe las SBN como acciones dirigidas a proteger, conservar, restaurar y gestionar ecosistemas, enfrentando desafíos económicos y ambientales de manera efectiva, adaptativa, y generando beneficios para el bienestar humano y la biodiversidad. Siguiendo este marco, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Definición de las SBN: Se adoptaron acciones inspiradas y potenciadas por la naturaleza, enfocadas en resolver problemas sociales, proporcionar múltiples beneficios, favorecer la biodiversidad, y ser altamente efectivas y eficientes en términos económicos. Llevar el ecosistema degradado a una condición semejante o parecida a la de antes del disturbio (Avella Muñoz et al., 2022).

2. Análisis de las condiciones ambientales: Antes de la restauración, se evaluaron las condiciones ambientales de las áreas seleccionadas, así como los costos reales en recursos y esfuerzos. La reforestación se recomendó solo cuando había disponibilidad de propágulos en zonas adyacentes y cuando las condiciones físico-químicas del agua y sedimentos eran adecuadas para el establecimiento exitoso de las plántulas. Si estas condiciones no eran adecuadas, se realizaron intervenciones previas para asegurar la viabilidad del proyecto.

3. Hidrología de las áreas a restaurar:

En la Isla Josefina, se identificó que la falta de ingreso de flujo y reflujos de la marea por los canales cerrados era la principal causa de degradación. Por lo que se implementó una rehabilitación hidrológica mediante la construcción de un canal principal de 120 m de longitud, 3 m de ancho y 0.30–0.50 m de profundidad, junto con pequeños canales secundarios. Este sistema fue diseñado para reconectar el flujo de agua del estuario con la zona de restauración. Figura 2.

En la Isla Mondragón, aunque no se identificaron problemas de hidrología, se enfrentaron dificultades de acceso debido a la marea. Se planificaron acciones en coordinación con los administradores locales para facilitar la entrada al área durante la reforestación.

4. Recolección de propágulos, siembra y resiembra:

Los propágulos se recolectaron en cuatro sitios diferentes de la Isla Mondragón, asegurando diversidad genética al evitar la recolección de varias plántulas de una misma planta madre (Figura 1). La siembra se realizó utilizando el método de Bolillo (3x3 metros entre plantas) y se completó en un solo día para minimizar el estrés en las plántulas.



Figura 1. Extracción y traslado de propágulos de mangle rojo

5. Mantenimiento de canales: En la Isla Josefina, los canales construidos fueron revisados regularmente para evitar taponamientos y asegurar un flujo continuo de agua (Figura 2). En la Isla Mondragón, no se realizaron canales debido a la ausencia de problemas hidrológicos.



Figura 2. Mantenimiento y rehabilitación de canales en el área de restauración.

6. Monitoreo y evaluación: Además, se llevaron a cabo monitoreos periódicos de las plántulas reforestadas, con una tasa de sobrevivencia del 80% en la Isla Josefina. Se reemplazaron 180 plántulas que no sobrevivieron (Figura 3).



Figura 3. Monitoreo y evaluación de plántulas.

RESULTADOS

La restauración ecológica en las zonas degradadas de manglar en la Isla Josefina y la Isla Mondragón es un ejemplo destacado de cómo las comunidades locales pueden liderar y participar activamente en la recuperación de ecosistemas críticos, utilizando un enfoque Soluciones basado en la naturaleza. La principal acción de restauración fue la construcción de un canal de 120 metros de largo, 3 metros de ancho y 0,5 metros de profundidad. Este canal es fundamental para restablecer el hidroperíodo natural de la zona, lo cual es esencial para la regeneración de las condiciones adecuadas que permitan el crecimiento y la supervivencia de especies clave, como las del género *Rhizophora*.

La ejecución de estas acciones fue realizada por los miembros de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo, quienes, con su conocimiento profundo del área y su compromiso con la conservación, jugaron un papel crucial en todas las fases del proyecto, desde la planificación hasta la implementación. Esta participación activa no solo garantiza la efectividad de las intervenciones, sino que también fortalece la capacidad de la comunidad para gestionar de manera sostenible sus recursos naturales en el futuro.

Áreas restauradas:

En la Isla Josefina, se plantaron 556 plántulas de *Rhizophora sp.* en una superficie de 1 hectárea. Para el seguimiento y monitoreo, se tomaron medidas al azar de 50 plántulas, lo que permitió establecer una base de datos inicial para evaluar el crecimiento y la supervivencia de las plantas en el tiempo. Esta zona, que había sufrido una degradación significativa, ahora se encuentra en proceso de recuperación, debido a las acciones de restauración emprendidas.

En la Isla Mondragón se llevó a cabo la reforestación de 4 hectáreas, donde se plantaron 3.000 plántulas de *Rhizophora sp.* Se tomaron medidas al azar de 184 plántulas para el seguimiento del proyecto. A diferencia de la Isla Josefina, esta área no presentó problemas significativos de hidrología, lo que facilitó la intervención directa y el éxito inicial de la reforestación. Sin embargo, la accesibilidad limitada, solo posible en marea alta, plantea retos logísticos que la comunidad ha abordado mediante la colaboración con actores locales, como los administradores de camarónicas.

Seguimiento y monitoreo:

El seguimiento de la restauración se basa en un conjunto de prácticas estandarizadas que aseguran la evaluación continua y precisa del éxito del proyecto. Se establecieron puntos de muestreo fijos durante la etapa de caracterización inicial, que ahora sirven como referencia para comparar los cambios en el ecosistema (condiciones de referencia, tiempo 0). Esto permite una evaluación efectiva del progreso de la restauración (Restrepo et al., 2007).

- **Monitoreo de vegetación:** El crecimiento de la vegetación en las áreas restauradas se monitoreará en parcelas de 5 x 5 metros hasta que las plántulas alcancen una altura de 1,5 metros. Una vez que los árboles jóvenes superen los 2 metros de altura, se establecerán parcelas permanentes de 10 x 10 metros para un monitoreo a largo plazo. Este enfoque detallado permitirá identificar patrones de crecimiento, supervivencia, y reclutamiento natural, proporcionando datos valiosos para futuras iniciativas de restauración (Guzmán Menéndez & Menéndez Carrera, 2014).
- **Monitoreo de biodiversidad:** Además de la vegetación, se llevará a cabo un monitoreo exhaustivo de la biótica acuática, insectos, y aves que comiencen a colonizar las áreas restauradas. La aparición de nuevas especies y el incremento de la diversidad biológica en estas zonas serán indicadores claves del éxito de la restauración (Samaniego, 2019).
- **Parámetros fisicoquímicos:** Para complementar el monitoreo ecológico, se seguirán registrando datos de salinidad superficial e intersticial, así como otros parámetros fisicoquímicos del agua y el suelo. Estos datos son esenciales para entender las condiciones ambientales que afectan el éxito de la reforestación y para hacer ajustes en las estrategias de manejo si es necesario (INVEMAR, 2018).

Alianzas estratégicas y sostenibilidad:

Este proyecto no solo se basa en la intervención directa en el ecosistema, sino también en alianzas estratégicas que aseguran su sostenibilidad a largo plazo. La colaboración con la Universidad de Guayaquil, específicamente con la Facultad de Ciencias Naturales, ha sido fundamental. Esta alianza ha permitido el desarrollo de un proyecto de vinculación que no solo fortalece las capacidades de la comunidad, sino que también asegura que las actividades de conservación sean científicamente robustas y estén alineadas con los planes de manejo existentes.

La restauración de los manglares en la Isla Josefina y la Isla Mondragón es un claro ejemplo de cómo la combinación de conocimientos tradicionales, ciencia y compromiso comunitario puede resultar en un impacto positivo significativo. Este proyecto es un modelo de cómo las soluciones basadas en la naturaleza pueden aplicarse para abordar problemas ambientales complejos mientras se generan beneficios tangibles para las comunidades locales y se promueve la biodiversidad. La continua monitorización y adaptabilidad del proyecto serán clave para asegurar su éxito a largo plazo, proporcionando un entorno resiliente y saludable para las generaciones futuras.

CONCLUSIONES

La restauración ecológica llevada a cabo en las Islas Josefina y Mondragón es un ejemplo notable de cómo las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) pueden ser aplicadas de manera efectiva para revertir la degradación de ecosistemas críticos como los manglares. Este proyecto, centrado en la recuperación de cinco hectáreas de manglar, no solo aborda la recuperación ambiental, sino que también destaca la importancia de la integración de conocimientos tradicionales y científicos, así como la participación activa de la comunidad en todas las fases del proceso.

Una de las principales acciones implementadas fue la construcción de un canal de 120 metros de largo en la Isla Josefina, con el objetivo de rehabilitar la hidrología del área y restablecer el hidroperíodo natural, que es fundamental para la regeneración de los manglares. Esta intervención, realizada con el apoyo y la participación directa de los miembros de la Asociación de Cangrejeros y Pescadores Artesanales 21 de Mayo, permitió reconectar el área con el estuario, facilitando el flujo y reflujo de agua necesario para el desarrollo saludable de las plántulas de *Rhizophora sp.* Esta especie fue seleccionada para la reforestación debido a su adaptabilidad y su capacidad para estabilizar los suelos en zonas costeras.

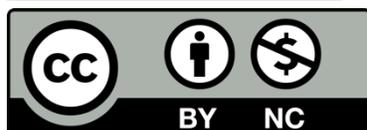
El seguimiento del proyecto es una componente clave debido a los beneficios del manejo comunitario desde la participación de los cangrejeros, mayor ingreso, mejoramiento de los servicios ecosistémicos y nos permite medir la eficacia de las intervenciones y el progreso hacia la recuperación completa del ecosistema. Además, el monitoreo de la biota acuática, insectos y aves en la zona restaurada ofrece una visión integral de la recuperación del ecosistema y su función como hábitat para especies comerciales. Se pone en evidencia la importancia de las alianzas estratégicas, entre la academia y las comunidades que ha sido fundamental para la implementación de este proyecto (López, 2024).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avella Muñoz, A., Garzón Fierro, E. M., Páez Díaz, M. J., & Ordosgoitia, D. (2022). Restauración ecológica: Principios y prácticas. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia-Fundación Natura.
- Carchi, X. (2022). Plan de manejo para el uso sostenible y custodia del ecosistema de manglar de 2483 hectáreas de bosque de manglar, ubicadas en la isla Chupadores Grande, parroquia Puná, cantón Guayaquil para la Asociación de cangrejeros y pescadores artesanales 21 de mayo "Puerto Roma".
- Guzmán Menéndez, J., & Menéndez Carrera, L. (2014). Programa de monitoreo de manglares. Centro Nacional de Biodiversidad, Instituto de Ecología y Sistemática.
- INVEMAR. (2018). Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final, 17. Santa Marta. <https://www.corpamag.gov.co/archivos/Publicaciones/MonitoreoCondicionesAmbientalesCambiosINVEMAR.pdf>
- Jácome Estrella, L. (2024). Acuerdo de uso sostenible y custodia del ecosistema de manglar otorgado a la Asociación de Cangrejeros y Pescadores 21 de Mayo Puerto Roma. Subsecretaría de Acuicultura, Ministerio de Agricultura y Ganadería, la Policía Nacional y la Armada Nacional del Ecuador.
- López, V., Rodríguez, S., & García, A. (2024). El manejo comunitario de manglares y la transformación de las comunidades costeras. World Resources Institute. <https://es.wri.org/insights/el-manejo-comunitario-de-manglares-y-la-transformacion-de-las-comunidades-costeras#:~:text=El%20manejo%20comunitario%20de%20manglares%20y%20la%20transformaci%C3%B3n%20de%20las%20comunidades%20costeras,-30%20Enero%202024&text=La%20restauraci%C3%B3n%20de%20manglares%20no,y%20fortalecer%20la%20cohesi%C3%B3n%20social>.
- Restrepo, J., & Vivas-Aguas, L. J. (2007). Manual metodológico sobre el monitoreo de los manglares del Valle del Cauca y fauna asociada, con énfasis en aves y especies de importancia económica: pangua y cangrejo azul. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – INVEMAR - Santa Marta. (Serie de publicaciones generales No. 21). ISBN: 978-958-98104-6-0.

Samaniego, R. (2019). Cobertura de manglares del territorio. Ministerio del Ambiente, Dirección de Costas y Mares y Administración de sistema de información Ambiental.

UICN. (2020). Estándar global de la UICN para soluciones basadas en la naturaleza: Un marco sencillo para la verificación, diseño y ampliación del uso de las SbN. IUCN Commission on Ecosystem Management (CEM) & UICN Global Ecosystem Management Programme. <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.es>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

IMPACTO DE LA CERTIFICACIÓN ASC EN LA RESILIENCIA DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL MANGLAR: CASO ECUADOR

IMPACT OF ASC CERTIFICATION ON THE RESILIENCE OF MANGROVE ECOSYSTEM SERVICES: CASE OF ECUADOR

Segundo F. Vilema-Escudero¹  0000-0000-0000-0000

¹Universidad ECOTEC

Cita: Vilema-Escudero, S. F. (2025). *Impacto de la certificación ASC en la resiliencia de los servicios ecosistémicos del manglar: Caso Ecuador*. INVESTIGATIO, (23).

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 31.08.2024	Segundo F. Vilema-Escudero
Aceptado: 06.01.2025	Universidad ECOTEC
Publicado: 31.03.2025	svilema@ecotec.edu.ec

Palabras clave: Ecuador, manglares

Keywords: Ecuador, mangroves

INTRODUCCIÓN

Los manglares son ecosistemas costeros críticos que desempeñan un papel fundamental en la mitigación de los efectos del cambio climático (Vilema & Mendoza, 2014). Estos ecosistemas ofrecen servicios vitales como la captura y almacenamiento de carbono, la protección contra la erosión costera y la provisión de hábitat para diversas especies marinas (Mendoza Avilés et al., 2019). Sin embargo, los manglares están cada vez más amenazados por la expansión de la acuicultura, particularmente por la industria camaronesa, así como por los impactos directos del cambio climático, como el aumento del nivel del mar y la intensificación de tormentas (Sol-Sánchez et al., 2022). En este contexto, la certificación del Aquaculture Stewardship Council (ASC) se ha promovido como una herramienta para mejorar las prácticas de acuicultura, reduciendo su impacto ambiental y contribuyendo a la conservación de los manglares (Nhu et al., 2016).

A pesar de los objetivos de sostenibilidad de la certificación ASC, existe una falta de evidencia empírica que evalúe su efectividad en mejorar la resiliencia de los manglares, especialmente frente a los impactos del cambio climático (Sherry & Koester, 2020; Vilema et al., 2024). La resiliencia de un ecosistema se refiere a

su capacidad para resistir y recuperarse de perturbaciones, manteniendo sus funciones y servicios esenciales (Vince & Haward, 2019). En el caso de los manglares, esto incluye su capacidad para continuar capturando carbono, proteger las costas y sostener la biodiversidad en condiciones cambiantes (Mendoza Avilés et al., 2020).

En Ecuador, un país donde la acuicultura del camarón es una industria clave, la pérdida de manglares ha sido significativa, y la certificación ASC podría jugar un papel crucial en revertir esta tendencia. Sin embargo, se requiere una evaluación exhaustiva para determinar si las prácticas promovidas por la certificación realmente contribuyen a la resiliencia de los manglares en el contexto ecuatoriano, particularmente bajo escenarios de cambio climático (Vilema et al., 2017).

OBJETIVO

Evaluar el impacto de la certificación ASC en la resiliencia de los manglares en Ecuador ante los efectos del cambio climático.

METODOLOGÍA

Este estudio utilizará un enfoque de metaanálisis para sintetizar datos de informes de PSIA y otros estudios relacionados con camaroneras certificadas por ASC en Ecuador. Se realizarán comparaciones entre áreas certificadas y no certificadas, evaluando cómo las prácticas de manejo promovidas por ASC influyen en la resiliencia de los manglares ante el cambio climático.

RESULTADOS

Los resultados indican que la implementación de prácticas sostenibles ha mejorado la resiliencia de los manglares frente a los efectos del cambio climático. En particular, se observó una mejora en la capacidad de captura de carbono de los manglares y una mayor resistencia a la erosión costera en áreas donde se adoptaron prácticas certificadas. Sin embargo, los beneficios varían dependiendo de la localización y la efectividad de la implementación de estas prácticas. En algunas áreas, las camaroneras certificadas mostraron una recuperación más rápida de la vegetación de manglar tras eventos climáticos extremos en comparación con áreas no certificadas. Además, las prácticas de manejo que incluyen la restauración activa de manglares y la reducción del uso de fertilizantes químicos han demostrado ser especialmente efectivas en la mejora de la resiliencia ecológica. Estos resultados destacan la importancia de adaptar las estrategias de manejo a las condiciones locales para maximizar la efectividad de la certificación ASC en la mitigación de los impactos del cambio climático en los manglares ecuatorianos.

DISCUSIÓN

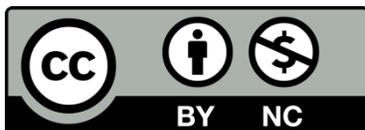
Los resultados sugieren que la certificación ASC ha contribuido positivamente a la resiliencia de los manglares en Ecuador, particularmente en la mejora de la captura de carbono y la protección costera. Sin embargo, la efectividad varía según las prácticas locales y las condiciones ambientales específicas.

CONCLUSIONES

La certificación ASC ha demostrado contribuir positivamente a la resiliencia de los manglares. Sin embargo, la efectividad varía según la implementación local y la adopción de prácticas específicas de manejo. La integración de estrategias de adaptación al cambio climático dentro del marco de la certificación podría optimizar aún más estos beneficios, asegurando la sostenibilidad a largo plazo.

REFERENCIAS

- Mendoza Avilés, H. E., Aranda de la Torre, K. G., Romero Aguirre, C. O., Mendoza Avilés, H. E., Aranda de la Torre, K. G., & Romero Aguirre, C. O. (2019). Análisis de los canales de comercialización que inciden en la captura del cangrejo rojo (*Ucides Occidentalis*) de la “Asociación de cangrejeros 6 de julio” del Golfo de Guayaquil. *Revista Universidad y Sociedad*, 11(1), 93-100.
- Mendoza Avilés, H. E., Barreto Peláez, Á. E., Morla Pineda, J. C., Mera Carreño, P., López Bastida, E. J., Mendoza Avilés, H. E., Barreto Peláez, Á. E., Morla Pineda, J. C., Mera Carreño, P., & López Bastida, E. J. (2020). Valoración socioeconómica y ecológica en la dinámica del comercio justo de los usuarios del ecosistema de manglar. *Revista Universidad y Sociedad*, 12(6), 170-175.
- Nhu, T. T., Schaubroeck, T., Henriksson, P. J. G., Bosma, R., Sorgeloos, P., & Dewulf, J. (2016). Environmental impact of non-certified versus certified (ASC) intensive *Pangasius* aquaculture in Vietnam, a comparison based on a statistically supported LCA. *Environmental Pollution*, 219, 156-165. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.10.006>
- Sherry, J., & Koester, J. (2020). Life Cycle Assessment of Aquaculture Stewardship Council Certified Atlantic Salmon (*Salmo salar*). *Sustainability*, 12(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su12156079>
- Sol-Sánchez, A., Hernandez-Melchor, G. I., & Hernández, M. H.-. (2022). Desarrollo bioeconómico y Manglares en América Latina. *Rev. iberoam. bioecon. cambio clim.*, 8(16), Article 16. <https://doi.org/10.5377/ribcc.v8i16.15162>
- Vilema, F., & Mendoza, H. (2014). Capacidad Territorial de Adaptación y Mitigación al Cambio Climático en el Ecuador. *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración*, 1(1), 15-27.
- Vilema, F., Mendoza, H., & Briones, H. (2017). Biodiversidad, servicios ecosistémicos y desarrollo local sustentable en el Golfo de Guayaquil. Reunión Anual CLADEA, San Bernardo, California. <https://cladea.org/wp-content/uploads/2022/01/256Fabian-Vilema-Henry-Emilio-Mendoza-Aviles-and-Victor-Hugo-Briones-Kusactay-Biodiversidad-Servicios-Ecosistemicos-Y-Desarrollo-Local-Sustentable-En-El-Golfo-De-Guayaqu.pdf>
- Vilema, S., Orellana, M. M., Martínez, M. R., & Bermeo, C. L. R. (2024). Vulnerabilidad Climática y Resiliencia Económica Local en el Ecuador. *Cuestiones Económicas*, 34(1), Article 1.
- Vince, J., & Haward, M. (2019). Hybrid governance in aquaculture: Certification schemes and third party accreditation. *Aquaculture*, 507, 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.04.04>



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

GUÍA PARA LA SIEMBRA DE MANGLE PIÑUELO (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*)

GUIDE FOR PLANTING PIÑUELO MANGROVE (*PELLICIERA RHIZOPHORAE*)

Luis Madrid Jiménez¹  0000-0000-0000-0000

Henry Intriago Mendoza¹  0000-0000-0000-0000

Gema Navarrete Pinargote¹  0000-0000-0000-0000

¹Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí

Cita: Madrid Jiménez, L., Intriago Mendoza, H., & Navarrete Pinargote, G. (2025). Guía para la siembra de mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*). *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 31.08.2024	Luis Madrid Jiménez
Aceptado: 06.01.2025	Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí
Publicado: 31.03.2025	mjla@mail.ru

Palabras clave: Ecuador, manglar

Keywords: Ecuador, mangrove

INTRODUCCION

El mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) es una especie de mangle restringida a los manglares del Chocó (Cornejo, 2014). La UICN la coloca en categoría VU por el decrecimiento de su población desde el 2022. La especie *Pelliciera benthami*, desde este mismo año tiene la categoría EN. (Rueda et. al 2024). En el estuario del Río Cojimíes, específicamente entre los ríos mache y Cojimíes existen varios remanentes de mangle piñuelo. En la ribera del mache, la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), tiene una propiedad; dentro de este territorio y en sus límites existe una población de mangle piñuelo con la que viene trabajando desde el año 2019 en actividades de restauración in situ (Madrid, et, al 2019). Luego de la pandemia se retoma las actividades de reproducción de plantas ex situ con material: semillas y sustrato, obtenido en la zona del Río Mache (Arroyo, et al. 2023). En este 2024, con la colaboración de la Organización Conservación Internacional se regresa al trabajo de restauración en el Río Mache.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Identificar las mejores prácticas de reproducción de plantas y de siembra en base a las experiencias obtenidas en las actividades de restauración realizadas en el estuario del Río Cojimies.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Describir los requerimientos para la elaboración de viveros
Identificar las condiciones para la siembra definitiva de las plantas de mangle.

METODOLOGÍA

Dentro de la propiedad de la ULEAM y en sus límites, se elaboraron dos viveros, uno dentro de una camaronera que no se ha explotado durante siete años y el otro junto al margen del río con una capacidad de 600 y 400 plantas respectivamente. Ambos viveros son inundados por la marea. La recolección de semillas se realizó en el mes de marzo en los parches de mangle piñuelo existentes a lo largo del Río Mache cerca de la propiedad de la ULEAM.

Los viveros fueron elaborados con materiales que la marea arrastra hasta este sitio como caña guadua, sogas, estacas. Las fundas utilizadas son las mismas fundas que se utiliza en palama africana de 50 x 65 cm.. Además, se revisó los trabajos realizados anteriormente en este lugar y el realizado por Berdiales, et, al en el 2023.

RESULTADOS

La mayoría de semillas recolectadas ya estaban germinadas, y aquellas que se recolectó sin geminar fueron dejadas en agua, obtenida en el mismo sitio, para que gemen antes de ser sembradas en las fundas ubicadas en los viveros.

Se pudo observar que, si se siembra directamente la semilla, esta no germina, la corteza que la cubre se descompone igual que sus cotiledones. Por lo tanto, es necesario recolectar semillas ya geminadas o hacerlas germinar en agua salobre.

El vivero ubicado dentro de la camaronera fue mas favorable ya que, no presentó daños para la acción de las mareas. El vivero que se encontraba fuera de la camaronera fue afectado por la corriente fuerte de una marea en aguaje y se notó inclinación y movimiento de las plantas. Ambos vivero tenían una cubierta natural de mangle negro y mangle blanco similar a la cubierta que tiene los mangles piñuelos que se reproducen en forma natural en esta área..

El porcentaje de sobrevivencia dentro del vivero interno alcanzó 92% y el segundo vivero 85%. El cuidado de los viveros consiste en estar revisando que las fundas no hayan sido movidas por la marea y que la estructura del vivero se mantenga estable.

La siembra se realizó en la ribera del Río Mache en la que se puede apreciar una diferencia entre marea alta y marea baja de aproximadamente 4 metros.

Para observar su comportamiento, sembramos diez plantas en la parte más baja que llega la marea y todos murieron. Sin embargo, en esta zona se observa que con facilidad crecen *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. La zona mas optima para la siembra es a partir de los tres metros de altura con respecto al lugar

donde llega la marea baja. En el área se puede observar en donde se desarrollan con más facilidad los mangles piñuelos.

En general, el porcentaje de sobrevivencia alcanzó 80%. Se pudo observar el ataque a las plantas sembradas de cangrejo azul (*Cardisoma crassum*) y también afectó el material que arrastra las mareas.

DISCUSIÓN

En el trabajo de Arroyo et. al (2023) se realizó la producción de plantas ex situ con material obtenido en Río Mache y llevado a la Extensión de la ULEAM en Pedernales, el transporte del material no permitía manejar grandes cantidades de semillas, sin embargo, fue una excelente experiencia de producción de plantas fuera de su hábitat para luego ser insertadas a éste.

La producción de plantas en vivero con sarán al 60, 70 y 80 % y un testigo sin sarán expuesto directamente al sol fue realizado por Briones (2023), los mejores resultados se obtuvieron la cobertura del 80%. Mas o menos, esa es la cobertura que brindan las otras especies de mangle al piñuelo en estado natural y esa es la cobertura que nos propusimos obtener en nuestros viveros.

En Berdiales et al. (2023) se puede distinguir que las plantas en el vivero no fueron colocadas en fundas, algo muy amigable para el ambiente, si embargo, creemos que, al momento del traslado hacia el lugar de siembra, se debe tener mucho cuidado para no dañar el sistema radicular las raíces de *Pelliciera* son muy frágiles, tiene una consistencia vidriosa y se resquebrajan fácilmente, después de la siembra tardan mucho en recuperarse, algunas plantas mueren. Nuestra metodología, en este sentido, pretende proteger el sistema radicular al momento del traslado al lugar de la siembra.

CONCLUSIONES

Las técnicas de producción de plantas y siembra, utilizadas en este trabajo, se asemejan mucho a las condiciones naturales en que se reproduce el mangle piñuelo, evitando los efectos de mareas, insolación y daños al sistema radicular.

El lugar más adecuado para la siembra es en la parte alta donde llega la marea, sin embargo, esto dependerá de las condiciones topográficas del lugar donde se realice la restauración.

Durante el tiempo que se ha trabajado en con mangle piñuelo en la ribera del Río Mache hemos verificado que el material utilizado para nuestras actividades es especies que presentan diferentes porcentajes de pigmentación rosada en sus flores; esta característica es propia de la especie *Pelliciera benthamii*, sin embargo, esta especie no ha sido reportada para Ecuador, lo que sugiere que se realice trabajos más específicos sobre esta especie en el estuario del Río Cojimíes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, M., Comejo, X., Morales, E., Madrid, L., Rosado, J y Navarrete, G. (2023) Estrategias de propagación del Mangle Piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*), sector Uleam, río Mache, Ecuador. Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales. 486-493
- Berdiales, J., González, C. y Aracelly Vega, A (2023) Restauración con mangle piñuelo (*pelliciera rhizophorae*) de áreas alteradas en el bosque inundable de manglar en una región del pacífico. Tecnociencia.

- Briones, D. (2023) Evaluación del Crecimiento de Propágulos y Plántulas de *Pelliciera rhizophorae* con Diferentes Diámetros de Malla sarán en “Latitud 0”. UELEAM, Tesis de grado
- Cornejo, Xavier (ed). 2014. Plants of the south american pacific Mangrove swamps. Publicaciones del Herbario GUAY, Facultad de Ciencias Naturales de la Universidad de Guayaquil, Ecuador.
- Madrid, L., Zambrano, D., Barcia, E. (2019) Restauración poblacional del mangle piñuelo (*Pelliciera rhizophorae*) en el río Mache. *Manglares de América*. 187-195
- Rueda, C., Contreras, M. & Madrinan, S. 2024. *Pelliciera rhizophorae*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T233987400A152068879. Accessed on 26 August 2024.
- Rueda, C., Contreras, M. & Madrinan, S. 2024. *Pelliciera benthamii*. The IUCN Red List of Threatened Species 2024: e.T233987326A233987387. Accessed on 26 August 2024.



Investigatio

ISSN: 1390 - 6399 • ISSN-e: 2602 - 8336

Edita: Universidad Espíritu Santo © – UEES

EVALUACIÓN DEL DAÑO CAUSADO POR *COCCOTRYPES RHIZOPHORAE* (COLEOPTERA- SCOLYTIDAE) EN PROPÁGULOS DEL GÉNERO *RHIZOPHORA* EN CINCO LUGARES DE LA PROVINCIA DE ESMERALDAS

EVALUATION OF THE DAMAGE CAUSED BY *COCCOTRYPES RHIZOPHORAE* (COLEOPTERA- SCOLYTIDAE) IN PROPAGULES OF THE GENUS *RHIZOPHORA* IN FIVE PLACES IN THE PROVINCE OF ESMERALDAS

Nancy Gamboa-Camacho¹  0000-0000-0000-0000

¹Universidad de Especialidades Espíritu Santo

Cita: Gamboa-Camacho, N. (2025). Evaluación del daño causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera-Scolytidae) en propágulos del género *Rhizophora* en cinco lugares de la provincia de Esmeraldas. *INVESTIGATIO*, (23).

Fechas · Dates	Correspondencia · Corresponding Author
Recibido: 27.08.2024	Nancy Gamboa-Camacho
Aceptado: 06.01.2025	Universidad de Especialidades Espíritu Santo
Publicado: 31.03.2025	nancygamboa@uees.edu.ec

Palabras clave: Manglar, propágulos, rhizophora, infestación, coccotrypes

Keywords: Mangrove, propagules, rhizophora, infestation, coccotrypes

INTRODUCCIÓN

Evaluar el daño causado por *Coccotrypes rhizophorae* (Coleoptera-Curculionidae-Scolytinae) en propágulos del género *Rhizophora* localizados en: Manglares de Majagual, Rio Verde, Cabuyal, Atacames y Sua, para contribuir al conocimiento del estado de estos manglares determinando el porcentaje de infestación, identificar la zonas del propágulo más afectada y estimar la población de este insecto. Esta información será útil para implementar mejores métodos de recuperación de la cobertura vegetal del manglar.

OBJETIVOS

GENERAL

Evaluar el daño causado por *C. rhizophorae* (Coleoptera- Scolytidae) en propágulos del género *Rhizophora* localizados en: Manglares de Majagual, Río Verde, Cabuyal, Atacames y Sua.

ESPECÍFICOS

1. Determinar el porcentaje de infestación de *C.r.* en manglares de la Provincia de Esmeraldas.
2. Identificar la zona más afectada por *C.r. en los propágulos.*
3. Estimar la población de *C.r.* que infesta los propágulos del género *Rhizophora* en la Provincia de Esmeraldas.

METODOLOGÍA

La metodología cualitativa fue aplicada bajo el diseño alineado en la exploración y observación directa, recopilación y análisis.

El estudio se realizó en cinco áreas distintas en la provincia de Esmeraldas: Majagual, Rioverde, Cabuyal, Atacames y Sua.

RESULTADOS

PORCENTAJE INFESTACIÓN EN LOS PROPÁGULOS

Se evidenció que los sitios de estudio con propágulos más sanos son: Majagual con 75% y 72%; Río verde con 62 % y 64% y Cabuyal con 52% y 55% en la época de lluvia en la época seca respectivamente, mientras que los sitios de estudio Atacames con 30% y 24% y Sua con 2% y 3% en la época de lluvia y seca respectivamente, lo que evidencia que independientemente de la época, en estos sitios los propágulos presentaron un alto porcentaje de infestación.

ÁREA DE INFESTACIÓN EN LOS PROPÁGULOS

En todos los sitios de muestreo el área de infestación más afectada fue el área radical. Así el porcentaje más alto fue en Sua con el 69% y 64%, seguido de Atacames con el 50% y 49%; en Río verde 32% y 29% y Cabuyal 32% y 36% en época seca y época de lluvia respectivamente. El menor porcentaje se registró en Majagual con 23% en ambas épocas. Estos resultados evidencian que el área radical es la más vulnerable al daño causado por *C. rhizophorae*.

POBLACIÓN DE *C. RHIZOPHORAE* EN LOS PROPÁGULOS INFESTADOS

En cuanto a la población de *C. rhizophorae* en el número de individuos se hace énfasis en el estado adulto, puesto que la hembra grávida es la que perfora los propágulos para hacer las cámaras de cría y al estado larval, debido a que son las larvas que causan el daño haciendo las galerías. Los estadios de huevo y pupa son periodos en los que los individuos permanecen inmóviles.

El mayor número de individuos adultos se registró en Sua con 824 y 410 individuos en época de lluvia y seca respectivamente. La menor de cantidad de individuos adultos se registró en Majagual con 179 y 125 individuos

en la época de lluvia y seca respectivamente. Respecto al estado larval Sua registró el mayor número con 541 y 226 individuos seguido de Atacames con 216 y 321 individuos; Rio Verde con 65 y 150 individuos; Cabuyal 55 y 154 individuos; Majagual 108 y 54 individuos en época de lluvia y seca respectivamente.

DISCUSIÓN

La infestación de propágulos del género *Rhizophora* en Esmeraldas causada por *C. rhizophorae* ha sido la más alta reportada en Ecuador con 98% y 97% en Sua y , 70% y 66% en Atacames en época lluvia y seca respectivamente.

De acuerdo al estudio realizado en las áreas seleccionadas, es importante mencionar la concordancia con, Mendoza et al (2020) *in press, estudio en el que*, sometieron a daño simulado propágulos de *Rhizophora* cortados en su área radical con porcentajes de 25%, 50%, 75% y 100% y una muestra testigo. Estos fueron sumergidos en agua, para observar su sobrevivencia y obtuvieron 72.5% de sobrevivencia en propágulos cuya área radical fue cortada en 25% y 50%. Esto corrobora que el daño causado al área radical por *C. rhizophorae* se reduce en presencia del agua. En este estudio durante la época seca aunque la población de *C. rhizophorae* es más baja causa más daño en los propágulos expuestos a condiciones de sequedad, sin ninguna influencia del agua. Cuando los manglares tienen impactos derivados de intervención humana, procesos como la sedimentación impiden el contacto con el agua, por lo que se espera un mayor porcentaje de infestación. Por ejemplo en Sua se registró el 98% y 97% de infestación en época de lluvia y época seca respectivamente.

CONCLUSIONES

C. rhizophorae influye negativamente el desarrollo de los propágulos de *Rhizophora*. Estos efectos se incrementan por la intervención humana. Impactos como la sedimentación y endurecimiento el suelo en la época seca. Aunque durante la época de lluvia las condiciones ambientales favorecen la reproducción de *C. rhizophorae*, el daño a los propágulos es menor por estar sumergidos en agua.

La mayor infestación se registra en en Sua y Atacames donde se observaron zonas de manglares más urbanizadas, con suelos más sedimentados y endurecidos. Según lo observado en este estudio y lo revisado en la literatura, suelos sedimentados y endurecidos favorecen el daño que causa *C. rhizophorae* en los propágulos de *Rhizophora*.

Los manglares mejores conservados como los de la Reserva Ecológica Cayapas Mataje en Majagual presentaron menor infestación en ambas épocas. Las ciudades con manglares dentro de su ordenamiento territorial deberían considerar este estudio, para reducir el impacto de la urbanización sobre este ecosistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Mendoza, D. Z., Molina, N. M., Gavilánez, J. M., & Arias de López, M. A. (2020). Evaluación del Daño Causado por *Coccotrypes rhizophorae*(ColeopteraCurculionidae: Scolytinae) en Manglares del género *Rhizophora* en La Boca, Crucita-Manabí. *Investigatio*, 14, 46-60.DOI: <https://doi.org/10.31095/investigatio.2020.14.5>