

# Presión antrópica y su relación con la susceptibilidad del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes 2000 – 2020

## Anthropic pressure and its relationship with the susceptibility of the Mangroves of Tumbes National Sanctuary, 2000 – 2020

Recibido: 16 de septiembre de 2022 | Revisado: 20 de octubre de 2022 | Aceptado: 25 de octubre de 2022

Ruben Martinez Cabrera<sup>1</sup>

### Abstract

This aim of this research was to analyze the anthropic pressure and its relationship with the susceptibility of the Mangroves of Tumbes National Sanctuary, 2000-2020, as well as the processes of anthropic pressure that affect the spatial and environmental complexity of biological diversity, the calculation of the health of biological diversity and determine if there is a relationship between cultural and social factors in the anthropic pressure that affects the spatial and environmental complexity. The biodiversity health measurement (The Nature Conservancy – TNC), and spatial analysis of the vigor of plant cover through the normalized difference index - NVDI, in addition to a survey, this measurement was carried out on a population made up of the mangrove forest as a protected natural area and its buffer zone and the sample was only considered in the protected area known as the Mangroves of Tumbes National Sanctuary. The results of the investigation determine that the representative species of the mangrove ecosystem have had serious decreases in their populations, the alteration of the configuration of biological processes has been intensive and the mangrove shows a low vigor of its vegetation cover since 2014. Sanctuary presents modifications in its components with the decrease of species, its structure, and the alterations in the dynamics in its functions due to the alteration of the trophic chains and decreases in the vegetal cover of 44.18 hectares between the years 2000 and 2020.

**Keywords:** Anthropic pressure, susceptibility, normalized difference vegetation index, biodiversity, mangrove, National Sanctuary.

### Resumen

El presente estudio tuvo como objetivo analizar la presión antrópica y su relación con la susceptibilidad del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, 2000-2020, así como los procesos de presión antrópica que afectan en la complejidad espacial y ambiental de la diversidad biológica, el cálculo de la salud de la diversidad biológica y determinar si existe una relación entre los factores culturales y sociales en la presión antrópica que afecte la complejidad espacial y ambiental. Se realizó la medición de salud de la biodiversidad (The Nature Conservancy – TNC), y el análisis espacial del vigor de la cobertura vegetal a través del índice de diferencia normalizada - NVDI, además de una encuesta, sobre una población conformada por el bosque del manglar como área natural protegida y su zona de amortiguamiento y la muestra solo fue considerada el área protegida conocida como Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. Los resultados de la investigación determinan que las especies representativas del ecosistema manglar han tenido serias disminuciones en sus poblaciones, la alteración de la configuración de los procesos biológicos ha sido intensiva, el manglar muestra una baja vigorosidad de su cobertura vegetal desde el año 2014. El santuario presenta modificaciones en sus componentes con la disminución de especies, su estructura y las alteraciones en la dinámica en sus funciones por la alteración de las cadenas tróficas y disminución de la cobertura vegetal de 44.18 hectáreas entre los años 2000 y 2020.

**Palabras Clave:** Presión antrópica, susceptibilidad, índice de normalización de vegetación, biodiversidad, manglar, Santuario Nacional.

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



<sup>1</sup> Escuela Universitaria de Posgrado – UNFV. Lima, Perú  
Correo: [rmartinezc@unfv.edu.pe](mailto:rmartinezc@unfv.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0002-4561-8627>

<https://doi.org/10.24039/rcvp2022121642>

## Introducción

La destrucción de los ecosistemas a nivel global, han sufrido impactos catastróficos en la vida silvestre y en la salud humana. La naturaleza está disminuyendo a ritmos no precedentes, la forma en que producimos y consumimos alimentos y energía, y el flagrante desprecio por el medio ambiente arraigado a nuestros modelos económicos ha llevado el mundo natural a sus límites (Fondo Mundial para la Naturaleza - WWF, 2020). El monitoreo global de la diversidad de especies muestra que el número de especies ha disminuido de forma significativa, alrededor del mundo ha sido del 68% y en América Latina la disminución ha sido del 94% (WWF, 2020).

Siendo uno de estos ecosistemas afectados los manglares, a nivel mundial están sufriendo tasas elevadas de deforestación desde 1980 este impacto se ha visto en los países de Pakistán, Australia y México, a ello se le añade la extracción de productos hidrobiológicos el cual ha conllevado a poner en peligro y en estado vulnerable una serie de especies en este ecosistema, tenido como resultado la disminución de la biodiversidad (Lanly, 2003). La actividad antrópica conocida también como presión antrópica cuando ejerce impactos negativos significativos en los ecosistemas se incrementaron con la actividad a gran escala de acuicultura y la infraestructura turística, sobre todo en los ecosistemas de los manglares de Asia, El Caribe y América Latina (Organización de las Naciones Unidas - ONU y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura - FAO, 2020).

En uno de los países afectados, México, ya se han realizado estudios acerca de la vulnerabilidad de las comunidades humanas sobre los ecosistemas de manglares, en el estudio de Ortiz, Gómez-Mendoza, Caetano y Mata (2018), se usó el enfoque de adaptación basado en ecosistemas (AbE) y la aplicación de entrevistas semi-estructurales, mostraron que los habitantes reconocen la protección que brindan los manglares contra inundaciones, vientos intensos y marejadas ciclónicas. Aunque el 61% de las 162 personas encuestadas se dedican a alguna actividad de conservación (gestionar viveros de manglares y plantarlos en áreas y evitando la caza de vida silvestre), las comunidades no tienen plena conciencia de los servicios ambientales. Este estudio es un ejemplo de iniciativas locales de adaptación al cambio climático y estrategias de conservación porque podría ayudar a los habitantes a reconocer sus capacidades para desarrollar su propio bienestar. Se hacen recomendaciones sobre el manejo ambiental y la conversión económica de los pobladores para reducir la vulnerabilidad social de la región. Asimismo, Moreno, Álvarez y Orozco (2021) investigaron la heterogeneidad ambiental y alteraciones

antrópicas en este mismo país, dando como resultado que los principales efectos de las actividades antrópicas fueron la pérdida parcial de la estructura del bosque por tala y quema, compactación de la capa superficial del suelo, lo que deriva en el incremento de la densidad aparente y reducción del carbono almacenado en biomasa y suelo.

A nivel de América Latina, en Brasil ya se han realizado estudios donde se busca determinar el nivel de la capacidad de adaptación determinada por la vulnerabilidad social al cambio climático de las comunidades pesqueras con el fin de buscar estrategias comunitarias para adaptarse a los cambios ambientales es fundamental para el desarrollo de acciones que mejoren tanto la conservación como la supervivencia de la comunidad, entre sus resultados se evidenció la falta de apoyo institucional para la protección del ecosistema y que las organizaciones comunitarias, de investigación y la diversificación de los medios de vida reducen la vulnerabilidad (Machado y Gasalla, 2020), en Ecuador se han hallado resultados similares donde se demuestra que las principales vulnerabilidades que enfrentan estas comunidades responden a una sinergia de problemas sociales que potencia su exposición a efectos de cambio climático, así como, sugieren una alta capacidad adaptativa, aunque vulnerable a esa misma problemática social (Iñiguez, 2019) y en Colombia los resultados obtenidos fueron que así como hay acciones antrópicas que impactan negativamente en los manglares, también hay actividades encaminadas a reestablecer la hidrología que permitan la restauración del mismo (Sánchez-Moreno, Bolívar-Anillo, Villate-Daza, Escobar-Olaya y Anfuso, 2019).

Entre Perú y Ecuador se extiende 3,400 km<sup>2</sup> de bosque de mangle, siendo un área más extensa que Colombia y Venezuela, sin embargo en estos lugares la pérdida de bosque de mangle ha sido eminente siendo ocasionado por las presiones antropogénicas en la zona costera, causadas por el desarrollo turístico, el aprovechamiento irracional de las especies hidrobiológicas, la comercialización y crianza del langostino que ha ocasionado deforestaciones extensas para posesionarse en estos ecosistemas que facilitan la crianza de dicho crustáceo (Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente - UNEP - WCMC, 2016). En Perú, el ecosistema manglar se ubica en la Región Tumbes, siendo un lugar protegido (Santuario Nacional los Manglares de Tumbes - SNLMT) con un total de 2,972 hectáreas, de las cuales más de 1,500 se encuentran no protegidas (Centro de Datos para la Conservación – Universidad Agraria La Molina, 2006), pero este ecosistema no es ajeno a las actividades antrópicas (pesca, la extracción de especies, la infraestructura, la contaminación, la deforestación y el cambio de uso del suelo) que han ocasionado una degradación acelerada del ecosistema poniendo en

riesgo al bosque de manglar las especies que habitan en este (Angulo, 2014; Sierra-Paz, 2017).

La Salud de la Biodiversidad es una metodología aplicada por The Nature Conservancy - TNC (2000), que consiste en la evaluación de la integridad ecológica (viabilidad) de los objetos de conservación (principales especies, comunidades bióticas o ecosistemas que son de prioridad ecosistémica en el lugar de evaluación), en la cual se mide el tamaño, (área del ecosistema o la abundancia de la especie), la condición (composición, estructura e interacciones bióticas), y el contexto paisajístico (procesos ecológicos en escala de paisaje y la conectividad), con el fin de establecer metas de conservación, mejorar la identificación de presiones y por consiguiente mejorar los análisis de las amenazas al ecosistema.

El ecosistema manglar es producto de aguas híbridas del río Tumbes y el océano pacífico, dando como resultado las marismas que generan el ecosistema manglar (Añazco, 1998), la invasión de la zona ribereña del río ya sea para poder poblarlo o por la actividad agrícola es otro de los problemas colaterales del ecosistema manglar, en ambos casos existe una contaminación con residuos sólidos a las aguas del río y estos son arrastrados aguas abajo ingresando al ecosistema y generando graves problemas, debido a que estos suelos son arrastrados hacia el bosque generando colmataciones y mortandad de especies que habitan en el subsuelo del mangle (Instituto Nacional de Recursos Naturales - INRENA, 2012; Añazco, 1998).

Siendo la presión antrópica la actividad que se realiza en espacios naturales con el propósito de aprovechar directa o indirectamente sus recursos, estas se dan en diversos niveles que cuando ocasionan conflictos y/o insostenibilidad al desarrollo naturales de los procesos naturales se les denomina presión antrópica (Balthazar, Vanacker, Molina, y Lambin, 2015). El SNLMLT es un ecosistema que ofrece recursos hidrobiológicos, fauna y especies vegetales (Angulo, 2014) que han sido aprovechados irracionalmente por la población aledaña (Ministerio del Ambiente del Perú, 2014).

Los procesos antrópicos que intervienen en los manglares: la pesca selectiva, tala de árboles de mangle, el vertimiento de aguas tratadas por pozas langostineras, uso de motores fuera de borda, las prácticas de tiro por la Marina de Guerra del Perú, la incursión de pescadores y extractores ecuatorianos, el cambio de uso del suelo, el crecimiento poblacional (Angulo, 2014), causando una degradación en el ecosistema que puede causar la pérdida de resiliencia de los ecosistemas y del ambiente natural haciéndolo propenso a sufrir impactos y transformaciones con la ocurrencia de un fenómeno físico peligroso (Laveel, 2003).

El Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, amparado bajo la Ley N° 26834 Ley de áreas naturales protegidas, viene perdiendo su diversidad biológica y sus comunidades bióticas, lo cual impacta en la conectividad de las especies con su hábitat, y los ciclos naturales, perdiendo su productividad en la biomasa y su recuperación natural (INRENA, 1997).

Ante lo expuesto, el presente estudio tuvo como objetivo analizar la presión antrópica y su relación con la susceptibilidad del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, 2000-2020, así como los procesos de presión antrópica que afectan la complejidad espacial y ambiental de la diversidad biológica, el cálculo de la salud de la diversidad biológica y determinar si existe una relación entre los factores culturales y sociales en la presión antrópica que afecte la complejidad espacial y ambiental del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes.

## Método

### Participantes

El estudio se realizó en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y su zona de amortiguamiento la cual fue establecida por Resolución Jefatural N° 327-2001-INRENA, la cual tiene un área de 6,191.03 hectáreas, y dentro de estos límites se encuentra el centro poblado El Bendito, así como los Asentamiento Humanos de: Campo Amor, 28 de Julio, Villa Primavera, Puerto Perú y Chacra Gonzales. Se identificó la zona de Puerto 25 donde existe una población dedicada a la pesca y el turismo aproximadamente 150 personas. La muestra estuvo conformada por extractores y pescadores de ingreso regular (interdiario) al área de estudio. El Santuario Nacional los Manglares de Tumbes con un área de 2,972 has, siendo un área natural protegida por el estado peruano y de categoría de uso indirecto de acuerdo a ley, no se permite ningún asentamiento poblacional dentro de sus límites.

### Instrumentos

Para medir la presión antrópica, se realizó el empleo de un cuestionario de escala de Likert con preguntas cerradas referentes al ecosistema y paisaje, fuentes de presión e impactos al Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, actividad económica y extractiva y sobre la actividad social y socio ambiental, con la finalidad de medir las actitudes que tienen los extractores, turistas, población y personal que labora en la gestión del SNLMT. La elaboración de las preguntas está en concordancia con los indicadores y esta su vez con las dimensiones de cada una de las variables.

Para medir la susceptibilidad, se realizó un análisis del espacio – tiempo, con imágenes de

satélite de los servidores <https://earthexplorer.usgs.gov/> y <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>, que permiten descargar imágenes por bandas de radiación solar e imágenes de tipo bioclimático. Estas imágenes fueron analizadas por software especializados como ENVI o IMAGENE ERDAS, para observar al detalle el cambio de la vegetación en espacio y tiempo y el aumento o disminución de las actividades humanas. Con las imágenes analizadas se diseñaron mapas temáticos con la ayuda del software ARCGIS, por intermedio del análisis Multicriterio (sobre posición de capas o mapas temáticos).

## Procedimientos

- a. En la presente investigación se tuvo en cuenta como primer paso la revisión de los instrumentos para la recolección y análisis de datos, se procedió a coordinar con la Jefatura del SNLMT para la autorización de ingreso al área y la aplicación de evaluación in situ de los ecosistemas.
- b. Se realizó un recorrido dentro del Santuario realizando tracking con GPS Garmin 72 SCx y tomando puntos de alteración de los ecosistemas, así como sus impactos antrópicos como sitios de extracción de los recursos hidrobiológicos, tala o poda de árboles, embarcaciones con motor fuera de borda y otra actividad que genere contaminación o presión al ecosistema.
- c. En el caso de la aplicación de encuestas a extractores se tomó en cuenta los permisos respectivos de las asociaciones, ya que en su mayoría se encuentran organizados para ejercer como segunda alternativa el turismo.
- d. La aplicación de los instrumentos se realizó dando las instrucciones y explicaciones cómo deben marcar las respuestas según las alternativas de las pruebas. Terminada la evaluación, se revisaron las respuestas y los valores obtenidos serán trasladados a una base de datos de ambas variables y para su posterior análisis a través de los programas SPSS versión 25 y Excel.
- e. Para el análisis espacial y ambiental se obtuvo imágenes de satélite de los servidores <https://earthexplorer.usgs.gov/> y <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/>, estas imágenes fueron del tipo Landsat TM con 30 metros de resolución en el infrarrojo y visible, o imágenes Aster del sensor TERRA con 15 metros de resolución en visible e infrarrojo cercano y 30 metros en el infrarrojo medio.
- f. Con estas imágenes se realizaron estudios de los índices de la vegetación, como la magnitud física primaria, se ha utilizado tradicionalmente el análisis de reflectividad espectral que permite identificar rasgos de absorción atribuidos a la superficie bajo estudio. En el caso de la vegetación, estos rasgos son debidos principalmente a la presencia de clorofila, las cuales presentan una baja reflectividad en el espectro electromagnético

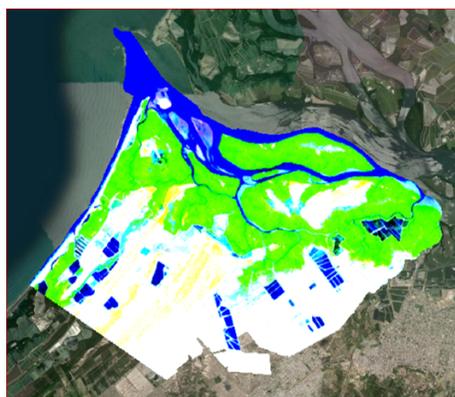
en la región espectral del rojo (0.62 – 0.70  $\mu\text{m}$ ) y una reflectividad alta en la región del infrarrojo cercano (0.7 – 1.1  $\mu\text{m}$ ). Es precisamente este contraste entre ambas regiones espectrales fundamental para ser considerado como método para identificar cubiertas de interés y su estado sobre la zona de investigación que obedece a impactos naturales y antrópicos.

## Resultados

Los procesos de presión antrópica comprenden la extracción de los diversos recursos hidrobiológicos en el SNLMT, acorde a las imágenes Satélites del Lansat 7 y 8 en los años 2000 y 2020 (Figura 1 y 2), existe un aumento paulatino del crecimiento de pozas langostineras en la parte sur del ecosistema manglar formando una barrera para el tránsito de especies territoriales, así mismo estas empresas langostineras con sus instalaciones eléctricas causan problemas de orientación a las aves, las cuales terminan estrellándose con los cables o postes.

**Figura 1**

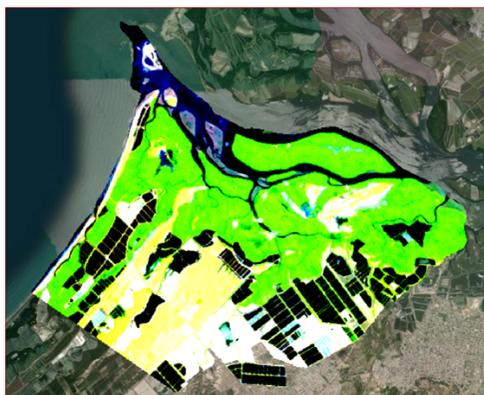
*Imagen satelital del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes, Año 2000, combinaciones 5,4,1*



*Nota.* La imagen muestra al Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y su Zona de Amortiguamiento, el color verde muestra una vegetación sana de color verde brillante, mientras que el color azul muestra agua.

**Figura 2**

*Imagen satelital del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes Año 2020, combinaciones 6,5,2*



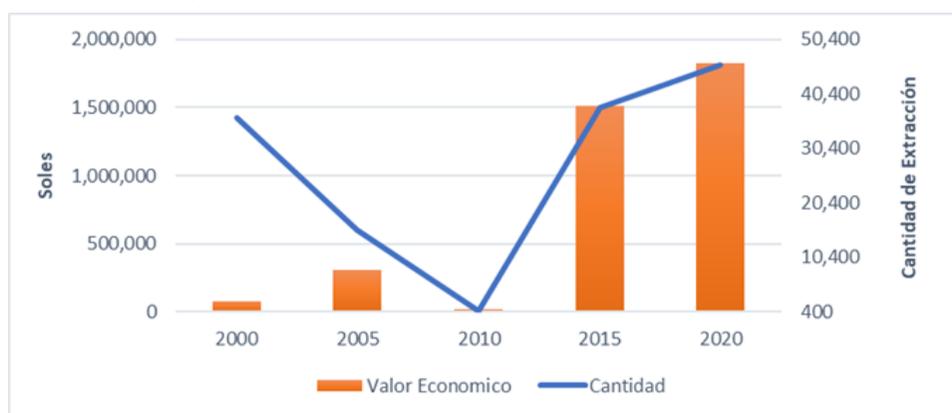
Del mismo modo, en este ecosistema existe la extracción de conchas negras, cangrejo rojo de manglar y langostino blanco los que han sido extraídos de manera comercial que ha llevado a un estado de vulnerabilidad de estas especies, donde el estado peruano ha creado mecanismos para su conservación, en el caso de las conchas negras existe la veda; en el caso del cangrejo rojo existe la R.M. N° 445-2014 que prohíbe extraer, transportar, procesar y comercializar el recurso cangrejo de manglar (*Ucides occidentalis*) a nivel nacional, desde el 15 de enero hasta el 28 o 29 de febrero, según corresponda y desde el 15 de agosto hasta el 30 de setiembre de cada año y para la protección del langostino blanco esta la R.M. N° 305-2004, el cual establece la prohibición de la extracción de post-larvas y de langostino en playas y canales de marea en las

regiones de Tumbes y Piura, dicha norma establece que el periodo comprendido de es entre el 16 de febrero y el 15 de diciembre como la temporada anual de pesca del recurso langostino en el ambiente marino y canales de marea, quedando prohibida su extracción desde el 16 de diciembre de cada año hasta el 15 de febrero del año siguiente.

Dichas extracciones han sido variables en el tiempo, como se observa en la Figura 3, la extracción del molusco concha negra ha sido en incremento desde el año 2000, sin embargo, en el año 2010 hubo un descenso significativo por las lluvias fuertes, solo se extrajo un total de 492 individuos, pero al año 2020 la extracción fue de 45,720 individuos.

**Figura 3**

*Cantidad de extracción de la especie *Anadara tuberculosa* y su valor económico entre los años 2000 al 2020*



*Nota.* Relación de la cantidad extraída de la especie concha negra y su valor económico.

En la Figura 4 la extracción del cangrejo del manglar ha sido en forma ascendente, teniendo una baja en el año 2005 (36,000 sartas, en cada sarta vienen entre 8 a 10 individuos dependiente del tamaño comercial),

llegando al año 2020 con una extracción de 176400 sartas que representan entre 1,411,200 a 1,764,000 individuos.

**Figura 4**

*Cantidad de extracción de la especie *Ucides occidentalis* y su valor económico entre los años 2000 al 2020*



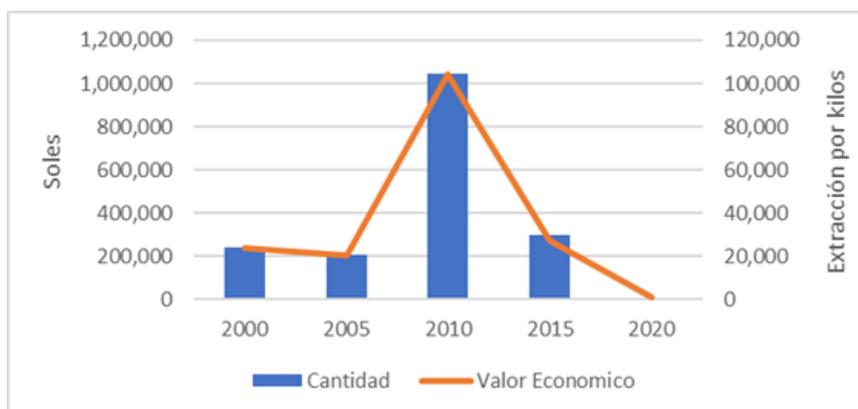
*Nota.* Relación del valor económico y la cantidad de extracción de la especie cangrejo rojo del manglar.

Acorde a la Figura 5 la extracción del langostino ha tenido una extracción alta en el año 2010 (104,400 kilos), la cual se puede observar en las imágenes satelitales del Landsat 7 y 8 debido a la creación de más pozas langostineras entre estos años; sin embargo ha disminuido secuencialmente para estos últimos tiempos tal es el caso que para el año 2020 fue de 900 kilos, posiblemente esto se debe a la falta de mano de

obra en las empresas langostineras debido al estado de emergencia producto de la pandemia a inicios del 2020. Bajo la percepción de los pobladores encuestados el 71% manifestaron la existencia de la presión antrópica en el SNLMT, mientras que el 8% consideró la existencia de una elevada presión antrópica, tal como se muestra en la Tabla 1.

**Figura 5**

*Cantidad de extracción de la especie Litopenaeus vannamei y su valor económico entre los años 2000 al 2020*



*Nota.* Relación económica del valor económico del langostino y las cantidades de extracción.

**Tabla 1**

*Percepción de la presión antrópica por parte de los participantes*

¿Existe presión antrópica en el SNLMT?	Frecuencia	Porcentaje
No hay presión antrópica	16	21,3
Hay presión antrópica	53	70,7
Hay una elevada presión antrópica	6	8,0
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100,0</b>

*Nota.* Se realizó una encuesta a extractores, pescadores y turista del SNLMT, en vista que al ser un área natural protegida no hay asentamientos humanos.

Para obtener la salud de la biodiversidad acorde a la TNC, se debe medir la variabilidad de los objetos de conservación en su: Tamaño Condición y Contexto paisajístico se realizó a través de imágenes de satélite y la visita in situ al SNLMT para poder analizar dichos objetos de observación, en lo que concierne al análisis geoespacial se realizó una clasificación supervisada de las imágenes del SASPLANET del Santuario, identificando los objetos de conservación de esteros, bosque de manglar, bosque seco y bancos de arena.

Según el análisis espacial y de campo se verifica que la salud de la biodiversidad del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes es regular, de la misma forma se puede identificar que los objetos de conservación como son los bancos de arena, y las especies concha negra y cangrejo tienen un valor jerárquico bajo, significando que urge plantear estrategias de conservación para asegurar su conservación.

La complejidad espacial se ha determinado por el análisis del índice de vegetación de diferencia normalizada – NDVI, extensión de los manglares, incremento del área urbana e incremento de la actividad humana.

Según el índice de vegetación de diferencia normalizada - NVDI, (Tabla 2), se obtiene que en los años 2004 al 2012 se observó una vegetación del manglar con vigor bueno, mientras que en los años 2014 a la actualidad este índice disminuyó considerándose un vigor de la vegetación del manglar regular, los resultados obtenidos fueron que en los años 2000 al 2020 (Figura 1 y 2) el bosque de manglar disminuyó en 44.18 hectáreas, respecto al incremento de áreas urbanas, el incremento de la población que radica en el centro poblado el Bendito que se encuentra dentro del Santuario fue de 61 personas (censo 1993 – 2017), con 4 viviendas, siendo lo más significativo en la zona de amortiguamiento

del área de investigación. Considerando el periodo de años analizados solo en el año 2016 se muestra que el ecosistema manglar (1382.10 has) tuvo un aumento considerable en tener una vegetación moderada, entre los años 2004 al 2012 se muestran una vegetación buena, lo cual puede ser por la corrección de imágenes, si consideramos los demás años en el análisis podemos expresar que el ecosistema no ha tenido una vegetación buena desde el año 2000.

El NVDI ha tenido variaciones extremas en el año 2008, estos valores nos muestran la condición de salud de la vegetación del ecosistema manglar, considerando que el NVDI varía de -1 a +1, manifestando una vegetación nula a una vegetación muy buena. En la investigación se ha considerado que los valores de -1 a 0.2 muestra una vegetación muerta o no hay vegetación, de 0.2 a 0.4 una vegetación escasa de 0.4 a 0.6 una vegetación moderada y de 0.6 a 1 una vegetación buena.

**Tabla 2**

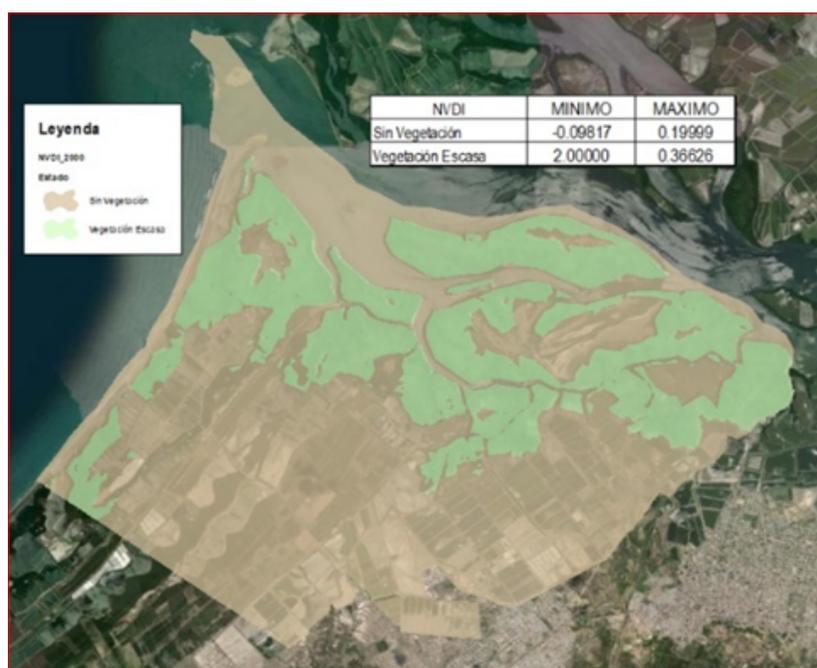
*Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes: variación de la vegetación 2000 – 2020 (hectáreas), de acuerdo al índice NDVI*

Años	Sin Vegetación	Vegetación Escasa	Vegetación Moderada	Vegetación Buena
2000	5666.77	2513.91		
2002	4547.30	3577.92	54.08	
2004	4368.90	1106.58	1471.28	1230.75
2006	3984.93	999.27	1597.48	1595.15
2008	3678.22	955.38	1223.27	2319.79
2010	3615.70	704.35	1146.04	2710.45
2012	3706.44	850.15	1248.48	2371.63
2014	5158.73	2382.48	639.30	
2016	4022.80	2774.34	1382.10	
2018	4548.02	3003.91	628.10	
2020	5123.29	2454.59	602.32	

*Nota.* La tabla muestra que entre los años 2004 al 2012 el sensor de las imágenes Landsat tuvieron problemas, en tal sentido el análisis de estos años fue corregidos con otras imágenes del mismo año. Considerando que el valor del índice del NDVI es de 0 a 1 donde 0 es nula vegetación y 1 es valor óptima de la vegetación.

**Figura 6**

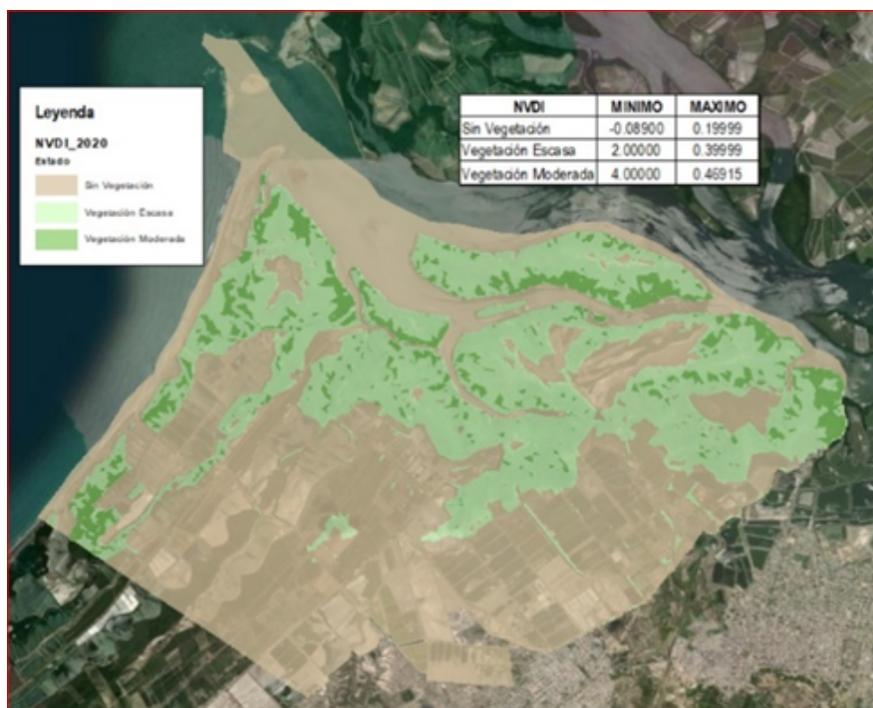
*Imagen del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y su valor de NVDI en el año 2000*



*Nota.* Se observa espacios con vegetación muerta (5666.76 has) y vegetación escasa (2,513.90 has).

**Figura 7**

*Imagen del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y su valor NVDI en el año 2020*



*Nota.* Se observa espacios con vegetación muerta (5,123.29 has) y vegetación escasa de (2,454.59 has).

En cuanto a la extensión de los manglares apreciar entre los años 2000 y 2014 que los bosques de manglar se incrementaron en 135.47 hectáreas, esta dinámica de recuperación fue después del fenómeno del niño del año 1997 y 1998, luego del año 2014 al año 2020 se observa un decremento del bosque de manglar en 179.65 hectáreas, debido al crecimiento de las actividades antrópicas.

En cuanto al incremento de la actividad económica en el SNLMT La extracción de recursos hidrobiológicos ha sido otra de las actividades que ha impacto en la viabilidad del ecosistema, la concha negra es uno de los elementos que tiene varias interrelaciones en el ecosistema de los manglares, uno de ellos o de los más conocidos es que hacen simbiosis con las semillas de mangle, las conchas negras actúan como soporte para que las semillas de mangle se puedan sostener sobre el lodo que es el suelo característico de este ecosistema.

Otra de las especies que es fuertemente impactada por su extracción en este ecosistema es el cangrejo rojo en diversas ocasiones los extractores cortan raíces para tener acceso a sus cuevas de los cangrejos impactando negativamente a las funciones fisiológicas de la especie, este cumple dentro de sus funciones ser detritívora, limpiando el ecosistema de individuos muertos y es uno de los principales alimentos de la gran cantidad de especies de aves de este Santuario. En el ecosistema manglar, una de actividades empresariales con mayor participación en la extracción del langostino, esta especie que es criada para su crecimiento en pozas

de agua en la zona de amortiguamiento del Santuario, durante la vida de la actividad comercial de esta especie las empresas langostineras han tenido periodos buenos y malos, ya que el langostino puede sufrir diversas enfermedades que se propagan por las corrientes marinas, una de ellas fue la mancha roja que provino del norte y acabo con casi toda la población de langostinos en cautiverio, sin embargo las empresas langostineras ha superado siempre los problemas, pero que a su vez han seguido generando impactos significativos al ecosistema manglar mediante los desechos del agua de pozas que en su mayoría tienen restos de alimentos y químicos que tratan a los langostinos para diversas enfermedades.

Con respecto a la actividad económica (Tabla 3), tanto en las artes de pesca como embarcaciones, entre los años 2000 y 2020 han ido incrementándose paulatinamente, con respecto al valor económico de la extracción de los principales productos como conchas negras y cangrejos rojos del Santuario estos aumentaron significativamente, con respecto al langostino su producción disminuyo después del año 2010 y con respecto a la pesca la extracción se ha intensificado en peces con menor valor comercial como son la lisa y tilapia, por la ausencia de peces considerados finos en la gastronomía en la región de Tumbes.

La percepción de la presión antrópica económica se tiene como resultado que el 76 % manifiesta que hay un bajo nivel de presión antrópica económica, considerando este valor con las extracciones de los recursos que se hacían en tiempos pasados.

**Tabla 3***Percepción del nivel de presión antrópica respecto al factor económico*

Nivel de Presión antrópica económica	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Bajo nivel de proceso antrópico económico	57	76,0	76,0	76,0
Alto nivel de proceso antrópico económico	18	24,0	24,0	100,0
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

*Nota.* La presión antrópica económica está representada por el valor económico producto de la extracción de los recursos naturales como extracción de conchas negras, captura de cangrejo rojo y la pesca.

Con el análisis realizado a la complejidad espacial podemos decir que hay una intervención significativa de la alteración del ecosistema y consecuencias en la reducción de sus recursos naturales y que las actividades económicas permanecen presentes en el Santuario, de acuerdo a la percepción del nivel antrópico cultural (tabla 4) da como resultado que el 93.3 % manifiesta que hay una alta presión, debido al aumento de empresas langostíneas que fraccionaron el ecosistema y al disminuir las poblaciones de especies aumentan su grado de vulnerabilidad poniéndolas en riesgos de ser extinguidas, en la percepción de la presión antrópica social, en la percepción del nivel antrópico social (tabla 5), se tiene como resultado que el 94.7 % manifiesta que hay mucho nivel de presión, debido a que

la extracción de los productos hidrobiológicos continúa a pesar de haber disminuido las poblaciones.

Según la metodología de la TNC para el cálculo de la diversidad biológica de la presente investigación, nos da como resultado que la salud de la biodiversidad es de 1.917 cuyos valores extremos (1.75 – 2.99), están determinados por la metodología de la TNC, según la percepción recogida en campo la población manifiesta que existe una alta presión antrópica cultural y social, se concluye en que la salud de la diversidad biológica del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes considerando los factores culturales y sociales en la presión antrópica será regular.

**Tabla 4***Percepción del nivel de presión antrópica respecto al factor cultural*

Nivel de presión antrópica cultural	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Baja presión antrópica cultural	5	6,7	6,7	6,7
Alta presión antrópica cultural	70	93,3	93,3	100,0
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

*Nota.* La presión antrópica cultural está representada por la fragmentación del ecosistema y la vulnerabilidad de las especies con valor comercial.

**Tabla 5***Percepción del nivel de presión antrópica respecto al factor cultural*

Nivel presión antrópica social	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Poco nivel de presión antrópica social	4	5,3	5,3	5,3
Mucho nivel de presión antrópica social	71	94,7	94,7	100,0
<b>Total</b>	<b>75</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	

*Nota.* La presión antrópica social está representada por la extracción de los recursos naturales como son las conchas negras, captura de cangrejo rojo, captura de langostino y la pesca.

## Discusión

En el presente estudio, se halló las diversas percepciones de la población respecto a la presión antrópica considerando factores económicos, culturales y sociales, evidenciando en la mayoría de ellos una concientización sobre el nivel alto de dicha presión antrópica (existencia de la presión antrópica, factor social y cultural); sin embargo respecto al factor económico (coste del producto, actividad turística e ingreso económico) se evidenció una involuntariedad sobre como este proceso antrópico afecta sobre el ecosistema manglar, INRENA (2007) manifestaba que la eutrofización en las aguas de los esteros, producto de la empresa langostinera, debido al alto uso de sustancias químicas en la crianza del crustáceo, genera contaminación al vaciar las aguas de las pozas al ecosistema manglar, a ello se suma el uso de combustibles y aceites de los motores (motobombas) los cuales son desechados en las aguas del bosque de manglar, asimismo los estudios de Nyangoko et al. (2022), refieren que los medios de subsistencia (recolección de cañas y la pesca) fueron los que ocasionan más impacto en la pérdida del manglar.

Existe poca información que se hayan hecho sobre los impactos que se originan en el ecosistema manglar sin embargo Takahashi y Martínez (2015) identifican que el mayor impacto que existe sobre el ecosistema manglar se basa en el Fenómeno del Niño y la contaminación que produce la empresa langostineras. El estudio consistió en la reacción del ecosistema sobre su capacidad de adaptación a la variabilidad del cambio climático y la contaminación. La presente investigación hace un análisis completo de los patrones que afectan al ecosistema manglar fijándose en las dimensiones cultural, social y económica donde se evalúa los procesos de presión antrópica que intervienen negativamente al ecosistema de los manglares, tal es así que el análisis cultural utilizando imágenes de satélite landsat 7, muestra el crecimiento de las pozas de crianza de langostino, en esta dimensión fue evaluada las principales especies que alberga el Santuario, esta evaluación consiste en la identificación del estado de vulnerabilidad de las especies con información de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza – UICN, la Convención de Tratado de Especies Silvestres – CITES, el Libro Rojo de la Fauna del Perú y normas legales que citan el estado de conservación de las especies. La dimensión Social, se centra en la extracción de los principales recursos naturales que alberga el Santuario como *anadara tuberculosa*, *ucides occidentalis*, *Litopenaeus vannamei* y peces de valor comercial del ecosistema y la dimensión económica hace un análisis del valor comercial local que han tenido estos productos extraídos.

Sierra (2017) determinó la influencia de los impactos antrópicos en la estructura del manglar de la

ensenada de Virudó, se evaluaron los ejes temáticos de uso y explotación de los recursos maderables y como estos han afectado el cambio faunístico y forestal, en la presente investigación se hace una evaluación de la salud de la biodiversidad aplicando la metodología de The Nature Conservancy – TNC, considerando a las principales especies como objetos de conservación, con ellos se determinó el valor jerárquico (valores adimensionales) de la viabilidad del santuario y de las especies representativas, teniendo como resultado regular (1.917) y las especies de concha negra (0.67) y cangrejo rojo (0.67) tienen un valor jerárquico bajo.

Iñiguez et al. (2019), se centra en el cambio climático y en la sinergia de problemas sociales, en el presente estudio se desarrolla el análisis de las actividades antrópicas y sus consecuencias en el ecosistema manglar, estos efectos no son corroborados por el cambio climático en vista que la información histórica meteorológica es insuficiente para generar regresiones que permitan establecer la congruencia de estos impactos y la actividad del hombre.

En referencia a los estudios de Carranza et al. (2018), si bien no se tuvo el mismo fin de determinar el uso de los espacios de manglar afectados por la presión antrópica, pero en las estadísticas elaboradas a la población usuaria y conoedora de este ecosistema se menciona que el 70.7% de la población encuesta manifiesta que hay presión antrópica que afecta la susceptibilidad del ecosistema manglar, similar a lo encontrado en esta investigación, en el análisis de la vigorosidad de la cobertura vegetal del manglar del santuario a través del índice del NDVI entre los años 2000 al 2020, oscilo entre 0.8 y -0.6, indicando que los valores altos manifiestan una vegetación buena y los valores negativos una vegetación nula.

Moreno et al. (2021), estudiaron la relación entre los factores biofísicos y antrópicos locales entre cuatro comunidades de manglar en cuyo proceso de identifico la presencia de las especies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* cuya distribución está relacionada, principalmente, con el régimen hídrico del suelo, pH y salinidad, en el presente estudio del ecosistema manglar del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes presenta las mismas especies de manglar en las cuales se identificó la pérdida de su estructura del bosque por tala y quema, compactación de la capa superficial del suelo, los mismos presiones que se identificaron en Colombia.

Por último, acorde a la correlación hallada entre los factores culturales y sociales con la presión antrópica que afecte su complejidad espacial y ambiental del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes se evidencia la presencia de está siendo moderada, concordando con los estudios de Iñiguez (2019); Takashi y Martínez (2015) y Cavalcante et al., (2021).

Como mencionó Ubal (2008) el hombre busca utilizar los recursos que le brinda la naturaleza en su beneficio, y no está mal que se intervenga en cierta medida en el ciclo natural, pero es necesario siempre respetar el equilibrio interno elemental de la vida con el medio ambiente, siendo estos datos punto de partida para establecer medidas de conservación, uso sustentable de los ecosistema, su contribución al bienestar social (Flores, Cespedes y Martinez, 2013), la administración de recursos sobre el control y gestión de la contaminación por desechos en los manglares (Kesavan, Xavier, Deshmukhe, Jaiswar, Bhushn y Shukla, 2021).

## Conclusiones

Acorde a los resultados en el análisis de la dimensión cultural, social y económica, se ha identificado el fraccionamiento del área ante el crecimiento de pozas langostineras, que interrumpen el desplazamiento natural de las especies, en tal sentido la presión antrópica se relaciona altamente con la susceptibilidad del Santuario, considerando a la vez la percepción de la gente, según la contratación de hipótesis en la prueba de significación el 71% de participantes manifestaron la existencia de una presión antrópica ante el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes.

Los procesos de presión antrópica identificados que intervienen negativamente en lo espacial y ambiental de la diversidad biológica del Santuario fueron:

- Dimensión Cultural: Fragmentación del ecosistema y vulnerabilidad de especies (debido al uso excesivo del recurso natural)
- Dimensión Social: Extracción y comercialización de conchas negras, cangrejo rojo, y langostinos, pesca artesanal excesiva.
- Dimensión económica: Ingresos económicos, precio de los productos y la actividad turística.

La salud de la diversidad biológica se entiende como la viabilidad que tienen las especies de desarrollarse naturalmente en un espacio geográfico, acorde al análisis elaborado considerando el método de la TNC, dicha salud es regular y que los objetos de conservación que se debe considerar en prioridad de conservación son los bancos de arena y las especies de concha negra y cangrejo rojo.

La correlación de los factores culturales y los factores sociales se analizó a través del índice de vegetación de diferencia normalizada – NDVI, según el análisis entre el año 2004 al 2012 se pudo visualizar una buena vegetación del año 2014 al 2020 se visualiza una vegetación moderada, sin embargo, se puede concluir que los espacios con vegetación muy baja se han incrementado en el último año (2018 = 4548.02 y

2020 = 5123.29 has.). Otro factor de análisis ha sido la extensión de los manglares, que se ha realizado por imágenes de satélite landsat, para el año 2000 se identificó 1738.51 has de bosque mientras que en el año 2020 se ha identificado 1694.33 has; obteniendo una diferencia de 44.18 hectáreas de pérdidas de bosque de manglar en 20 años.

## Recomendaciones

Se recomienda a los gestores del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes y a las autoridades locales generar alternativas económicas sostenibles que reemplacen la extracción de los recursos del ecosistema manglar, así como generar una planta de tratamiento de aguas para pozas langostineras o cambiar los productos químicos usados en la crianza del langostino por productos orgánicos y realizar la reforestación con plantas nativas en las islas del ecosistema y en el Santuario donde la vegetación ha sido sumamente alterada.

Así mismo recomendar la investigación científica sobre la susceptibilidad del ecosistema como su resiliencia ante las diversas actividades antrópicas que se dan en la parte interna y externa del ecosistema, considerando que es el único en nuestro Perú.

## Referencias

- Angulo, F. (2014). Los Manglares del Perú. *Xilema*, 27(1), 5-9. <https://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/xiu/article/view/168>
- Añazco, M. (1998). *Los Manglares de Tumbes*. Instituto Nacional de Cultura - Zaramilla.
- Balthazar, V., Vanacker, V., Molina, A., & Lambin, E. (2015). Impacts of forest cover change on ecosystem services in high Andean mountains. *Ecological Indicators*, 48, 63-75. <http://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.07.043>
- Carranza, G., Gómez, L., Caetano, E., & Mata, D. (2018). Vulnerabilidad de las comunidades humanas en los ecosistemas de manglares mexicanos: un enfoque de adaptación basado en ecosistemas. *Investigaciones Geográficas*, 95. [dx.doi.org/10.14350/rig.59502](http://dx.doi.org/10.14350/rig.59502)
- Cavalvante, J., Meiguins, A., Conte, J., Silva, B., & Azevedo, C. (2021). Temal Analysis of the Mangrove Forest at the Mocajuba River Hydrographic Basin-Pará. *Floresta Ambient*, 28(2). <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2020-0073>
- Centro de Datos para la Conservación - Universidad Nacional Agraria La Molina [CDC-UNALM].

- (2006). *Análisis de la cobertura ecológica del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado*. (C.-U. TNC, Ed.). <http://cdc.lamolina.edu.pe/Descargas/ANPs/PlanDirector.html>
- Centro Mundial de Monitoreo para la Conservación del Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [UNEP- WCMC]. (2016). *El estado de la Biodiversidad en América Latina y el Caribe*. Convention on Biological Diversity. <https://www.cbd.int/gbo/gbo4/outlook-grulac-es.pdf>
- Flores, D., Céspedes, L., & Martínez, A. (2013). *Identificación de Servicios Ecosistémicos en el Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. Informe técnico Especial*. Instituto Geofísico del Perú. <https://repositorio.igp.gob.pe/handle/20.500.12816/477>
- Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF]. (2020). *Informe Planeta Vivo “Doblar la Curva de la Perdida de Biodiversidad”*. [https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lpr\\_2018\\_full\\_sp.pdf](https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/lpr_2018_full_sp.pdf)
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (1997). *Estrategia de conservación ecosistema los Manglares de Tumbes-Perú, 1999-2009*. Ministerio de Agricultura.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales [INRENA]. (2012). *Plan Maestro del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes 2007 - 2011*. Ministerio de Agricultura. [https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/SN\\_Manglares\\_de\\_Tumbes/Plan%20Maestro%202007%20-%202011%20SN%20Los%20Manglares%20de%20Tumbes.pdf](https://old.sernanp.gob.pe/sernanp/archivos/biblioteca/publicaciones/SN_Manglares_de_Tumbes/Plan%20Maestro%202007%20-%202011%20SN%20Los%20Manglares%20de%20Tumbes.pdf)
- Iñiguez, V., & Jurrius, I. (2019). *Vulnerabilidad y Adaptación al cambio climático de usuarios de manglar: Caso de análisis de manglares del sur de Ecuador*. Universidad Técnica Particular de Loja. [https://www.researchgate.net/publication/341296700\\_VULNERABILIDADES\\_Y\\_ADAPTACION\\_AL\\_CAMBIO\\_CLIMATICO\\_DE\\_USUARIOS\\_DE\\_MANGLAR\\_CASO\\_DE\\_ANALISIS\\_DE\\_MANGLARES\\_DEL\\_SUR\\_DEL\\_ECUADOR](https://www.researchgate.net/publication/341296700_VULNERABILIDADES_Y_ADAPTACION_AL_CAMBIO_CLIMATICO_DE_USUARIOS_DE_MANGLAR_CASO_DE_ANALISIS_DE_MANGLARES_DEL_SUR_DEL_ECUADOR)
- Kesavan, S., Xavier, K., Deshmukhe, G., Jaiswar, A., Bhushn, S., & Pakash, S. (2021). Anthropogenic pressure on mangrove ecosystems: Quantification and source identification of surficial and trapped debris. *Science of the Environment*, 794. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148677>
- Lanly, J. (2003). *Los factores de la deforestación y de la degradación de los bosques* [Presentación en Congreso]. XII Congreso Forestal Mundial, Québec City, Canadá. [www.fao.org/3/xiii/ms12a-s.htm#P10\\_107](http://www.fao.org/3/xiii/ms12a-s.htm#P10_107)
- Laveel, A. (2003). *La gestión local del riesgo nociones y precisiones en torno al concepto y la práctica*. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central [CEPREDENAC]. <http://www.disaster-info.net/lideres/portugues/brasil%2006/Material%20previo/Allangestriesg.pdf>
- Ley N° 26834. *Ley de Áreas Naturales Protegidas* (04 de Julio de 1997). <https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1997/turismo/26834.htm#:~:text=%2D%20Santuarios%20Nacionales%3A%20%20C3%A1reas%20donde%20se,de%20inter%20C3%A9s%20cient%20C3%ADficio%20y%20paisaj%20C3%ADstico>
- Machado, I., & Gasalla, M. (2020). Adaptive Capacity Level Shapes Social Vulnerability to Climate Change of Fishing Communities in the South Brazil Boight. *Frontiers in Marine Science*, 7(481), 1-11. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00481>
- Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2014). *Áreas Naturales Protegidas del Perú (2011-2015) Conservación para el desarrollo sostenible*. <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/ANP240516.pdf>
- Moreno, A., Álvarez, G., & Orozco, M. (2021). Heterogeneidad ambiental y alteraciones antrópicas en comunidades de manglar en el pacífico sur de México. *Revista de Ciencias Ambientales*, 55(1), 70-85. <https://doi.org/10.15359/rca.55-1.4>
- Nyangoko, B., Berg, H., Mangora, M., Shalli, M., & Gullstrom, M. (2022). Local perceptions of changes in mangrove ecosystem services and their implications for livelihoods and management in the Rufji Delta, Tanzania. *Ocean & Coastal Management*, 219. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106065>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. *El Estado de los Bosques del Mundo, Los bosques, la biodiversidad y las personas*. <https://www.fao.org/3/ca8642es/CA8642ES.pdf>
- Sánchez, H., Bolívar, H., Villate, D., Escobar, G., & Anfuso, G. (2019). Influencia de los impactos

antrópicos sobre la evolución del bosque de manglar en Puerto Colombia (Mar Caribe colombiano). *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 15(1) 01-16. <https://revista.itson.edu.mx/index.php/rlrn/article/view/275>

Sierra, S. (2018). Influencia de los impactos antrópicos en la estructura del manglar en la ensenada de Virudó, Bajo Baudó, Chocó, Colombia (parte I). *Sabia Revista Científica*, 4(1), 59-93. <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/397/3971823008/3971823008.pdf>

Takahashi, K., & Martínez, A. (2015). *El niño cambio climático y el ecosistema de manglares de Tumbes*. Instituto Geofísico del Perú [IGP]. [https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4626/Takahashi\\_El-Ni%C3%B1o-cambio-climatico.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.igp.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12816/4626/Takahashi_El-Ni%C3%B1o-cambio-climatico.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

The Nature Conservancy [TNC]. (2000). *Esquema de las cinco S para la conservación de sitios*.

Ubal, S. (2008). *Alterinfos en America Latina. Barómetro Internacional*. <http://www.alterinfos.org/spip.php?article2881>