



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

DIRECCIÓN DE POSGRADO Y EDUCACIÓN CONTINUA

**INFORME DE INVESTIGACIÓN
PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
GESTIÓN AMBIENTAL**

MODALIDAD:

TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA:

**COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA
EN LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES DEL REFUGIO DE VIDA
SILVESTRE MARINO COSTERA “PACOCHE”**

AUTOR:

ING. DIANA CAROLINA POAQUIZA ALAVA

TUTOR:

BLGA. MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS Mg.

CALCETA, FEBRERO DE 2023

DERECHOS DE AUTORÍA

DIANA CAROLINA POAQUIZA ÁLAVA, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, que se han respetado los derechos de autor de terceros, por lo que asumimos la responsabilidad sobre el contenido del mismo, así como ante la reclamación de terceros, conforme a los artículos 4, 5 y 6 de la Ley de Propiedad Intelectual.

A través de la presente declaración cedo los derechos de propiedad intelectual a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, según lo establecido en el artículo 46 de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Diana Poquiza .

.....
Ing. Diana Carolina Poquiza Álava

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

MARÍA FERNANDA PINCAY CANTOS, Mgs, certifica haber tutelado el trabajo de titulación **COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA EN LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MARINO COSTERA “PACOCHE”**, que ha sido desarrollada por **DIANA CAROLINA POAQUIZA ÁLAVA**, previa la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental, de acuerdo al Reglamento de unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

.....

Blga. María Fernanda Pincay Cantos, Mgs.

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del tribunal correspondiente, declaramos que hemos APROBADO el trabajo de titulación **COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA EN LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MARINO COSTERA “PACOCHE”** que ha sido propuesto, desarrollado y sustentado por **DIANA CAROLINA POAQUIZA ÁLAVA**, previo a la obtención del título de Magíster en Gestión Ambiental, de acuerdo al Reglamento de la unidad de titulación de los programas de Posgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

MGS. CARLOS BANCHÓN BAJAÑA. MGS. JONATHAN CHICAIZA INTRIAGO.

MIEMBRO

MIEMBRO

PH D. ANA MARÍA AVEIGA ORTIZ.

PRESIDENTE

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que me dio la oportunidad de crecer como ser humano a través de una educación superior de calidad y en la cual he forjado mis conocimientos profesionales día a día; a Dios, a mi familia y a mis amigos por estar presente en cada uno de mis logros alcanzados, por ser mi guía y por apoyarme a lo largo del camino. De manera muy especial a mi tutora Blga. María Fernanda Pincay Cantos, Mgs, por sus consejos y sugerencias para el desarrollo del presente trabajo.

Diana Poaquiza.

.....

Ing. Diana Carolina Poaquiza Álava

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de investigación a Dios por el mayor regalo recibido, MI FAMILIA, quienes me han apoyado a lo largo de mi vida permitiéndome ser una gran profesional alcanzando mis metas propuestas.

Diana Poquiza.

Ing. Diana Carolina Poquiza Álava

CONTENIDO GENERAL

| | |
|--|------------|
| DERECHOS DE AUTORÍA..... | ii |
| CERTIFICACIÓN DEL TUTOR..... | iii |
| APROBACIÓN DEL TRIBUNAL | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| DEDICATORIA..... | vi |
| CONTENIDO GENERAL..... | vii |
| CONTENIDO DE TABLAS | ix |
| CONTENIDO DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMEN..... | x |
| ABSTRACT | xi |
| CAPÍTULO I. ANTECEDENTES..... | 1 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 1 |
| 1.2. JUSTIFICACIÓN | 2 |
| 1.3. OBJETIVOS..... | 3 |
| 1.3.1. OBJETIVO GENERAL..... | 3 |
| 1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 3 |
| 1.4. IDEA A DEFENDER..... | 3 |
| CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA..... | 4 |
| 2.1. SUELO..... | 4 |
| 2.2. USO DE SUELO | 4 |
| 2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE USO Y COBERTURA DEL SUELO | 4 |
| 2.4. DESCRIPCIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA – GANADERA | 6 |
| 2.4.2. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS..... | 6 |
| 2.4.3. EXPANSIÓN AGRÍCOLA | 8 |
| 2.5. DESCRIPCIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN..... | 10 |
| 2.5.1. FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA..... | 11 |
| 2.6. DESCRIPCIÓN BIOGEOGRÁFICA DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MARINO COSTERA “PACOCHE” | 11 |
| 2.6.1. BIODIVERSIDAD DEL RVSMC-PACOCHE..... | 11 |
| 2.6.2. DATOS METEOROLÓGICOS DEL RVSMC-PACOCHE..... | 12 |
| 2.7. TÉCNICAS PARA MEDIR LA FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS | 13 |
| 2.7.1. ECOINFORMÁTICA | 14 |
| 2.8. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL..... | 17 |
| CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO..... | 19 |

| | |
|--|----|
| 3.1. UBICACIÓN | 19 |
| 3.2. DURACIÓN | 19 |
| 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS | 20 |
| 3.3.1. MÉTODOS | 20 |
| 3.3.2. TÉCNICAS | 20 |
| 3.4. VARIABLES EN ESTUDIO | 21 |
| 3.5. PROCEDIMIENTO | 21 |
| 3.5.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI) | 21 |
| 3.5.2. ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RVSMC-PACOCHE | 23 |
| 3.5.3. ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCIR LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES EN EL RVSMC-PACOCHE | 25 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 27 |
| 4.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI) | 27 |
| 4.2. ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RVSMC-PACOCHE | 39 |
| 4.3. ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCIR LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES EN EL RVSMC-PACOCHE | 46 |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 49 |
| 5.1. CONCLUSIONES | 49 |
| 5.2. RECOMENDACIONES | 49 |
| BIBLIOGRAFÍA | 51 |
| ANEXOS | 61 |

CONTENIDO DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 2. 1. Cobertura y Uso de la Tierra. | 5 |
| Tabla 2. 2. Superficie por uso agropecuario. | 7 |
| Tabla 2. 3. Bandas de LANDSAT 8. | 16 |
| Tabla 3. 1. Matriz para evaluación de cambio de cobertura vegetal..... | 24 |
| Tabla 3. 2. Matriz para elaboración de Plan de acción..... | 26 |
| Tabla 4. 1. Ficha de observación de los aspectos de la relación con el suelo..... | 27 |
| Tabla 4. 2. Valoración cuantitativa anual del NDVI. | 29 |
| Tabla 4. 3. Rangos establecidos para la interpretación del NDVI..... | 34 |
| Tabla 4. 4. Valoración anual del NDVI por cobertura de suelo..... | 34 |
| Tabla 4. 5. Superficie de cobertura vegetal..... | 39 |
| Tabla 4. 6. Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2000 - 2008. | 39 |
| Tabla 4. 7. Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2008 - 2018. | 40 |
| Tabla 4. 8. Cobertura boscosa deforestada en los dos períodos en estudio. | 41 |

CONTENIDO DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 2. 1. Consecuencias de la deforestación por avance de la frontera agrícola - ganadera..... | 9 |
| Figura 2. 2. Temperatura media del RVSMC-Pacoche..... | 13 |
| Figura 2. 3. Precipitación media del RVSMC-Pacoche..... | 13 |
| Figura 2. 4. Capas de un Sistema de Información Geográfica..... | 15 |
| Figura 2. 5. Estructura de un Plan de Acción Ambiental (PAA). | 18 |
| Figura 3. 1. Ubicación geográfica de la zona en estudio. | 19 |
| Figura 4. 1. Resultados de ficha de observación (anexo 1). | 28 |
| Figura 4. 2. Frecuencia de los valores de píxel de los momentos temporales en estudio... 30 | |
| Figura 4. 3. Frecuencia de valor de píxel año 2015..... | 31 |
| Figura 4. 4. Frecuencia de valor de píxel año 2016..... | 31 |
| Figura 4. 5. Frecuencia de valor de píxel año 2017..... | 32 |
| Figura 4. 6. Frecuencia de valor de píxel año 2018..... | 32 |
| Figura 4. 7. Frecuencia de valor de píxel año 2019..... | 33 |
| Figura 4. 8. Frecuencia de valor de píxel año 2021..... | 33 |
| Figura 4. 9. Superficie anual por cobertura de suelo. | 35 |
| Figura 4. 10. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2015 y 2016..... | 36 |
| Figura 4. 11. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2017 y 2018..... | 37 |
| Figura 4. 12. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2019 y 2021..... | 38 |
| Figura 4. 13. Resultado de superficie (ha) de transición de bosques a otras coberturas y uso de la tierra..... | 42 |
| Figura 4. 14. Mapa de cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2000 - 2008..... | 43 |
| Figura 4. 15. Mapa de cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2008 - 2018..... | 44 |
| Figura 4. 16. Mapa de Cambio de Cobertura boscosa 2000 - 2018..... | 45 |

RESUMEN

El Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche (RVSMC-Pacoche) ubicado en la provincia de Manabí, sufre fuertes presiones antrópicas como la deforestación, por ello, el propósito de la presente investigación fue evaluar la actividad agrícola y ganadera en la fragmentación del bosque en el RVSMC-Pacoche. Con el fin de estudiar esta relación se empleó el análisis de cálculo NDVI de imágenes satelitales para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021 para ello se analizaron los cambios globales en la vegetación a partir de los sensores OLI y TIRS, y el análisis de la capa de cobertura y uso de la tierra para el periodo 2000 – 2008 y 2008 – 2018 con el fin de determinar los cambios presentados en la cobertura de la vegetación. Los resultados determinaron que los suelos vinculados a actividades agrícolas presentaron una ligera disminución en su superficie (229.91 ha entre los años 2015 y 2021) y la deforestación de la cobertura boscosa para los períodos en estudio fue de 205.97 ha de bosques, de este total el 73% corresponde a transición de bosques a tierras agropecuarias, sin embargo, este último presentó una disminución en su superficie de 363.65 ha concordando con el análisis NDVI. Se concluye que la actividad agrícola y ganadera no aportó en la fragmentación del bosque en el RVSMC-Pacoche.

PALABRAS CLAVE

Ecoinformática, análisis NDVI, imágenes satelitales, actividades agrícolas, cobertura boscosa.

ABSTRACT

The Pacoche Coastal Marine Wildlife Refuge (RVSMC-Pacoche) located in Manabí province suffers strong anthropic pressures such as deforestation, therefore, the purpose of this research was to evaluate the agricultural and livestock activity in the fragmentation of the forest in the RVSMC-Pacoche. In order to study this relationship, the NDVI calculation analysis of satellite images were used for the years 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 and 2021. For this, the global changes in vegetation were analyzed from the OLI and TIRS sensors, and the analysis of the cover layer and land use for the period 2000 - 2008 and 2008 - 2018 in order to determine the changes presented in the vegetation cover. The results determined that the soils linked to agricultural activities presented a slight decrease in their surface (229.91 ha between the years 2015 and 2021) and the deforestation of the forest cover for the periods under study was 205.97 ha of forests, from this total, 73% corresponds to transition from forests to agricultural lands, however, the latter presented a decrease in its surface of 363.65 ha, in agreement with the NDVI analysis. It is concluded that agricultural and livestock activity did not contribute to the fragmentation of the forest in the RVSMC-Pacoche.

KEYWORDS

Ecoinformatics, NDVI analysis, satellite images, agricultural activities, forest cover.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2016) determinó que la superficie forestal mundial disminuyó del 31.6 % al 30.6 % entre 1990 y 2015, la pérdida de bosques se registra principalmente en los países en vías de desarrollo, en particular en el África subsahariana, América Latina y Asia Sudoriental (FAO, 2018). Los bosques húmedos y secos de Latinoamérica presentan una notoria disminución debido a la expansión de la frontera agrícola, tala ilegal, incendios forestales y agropecuario, proyectos de infraestructura y extracción de minerales (Costa, 2020; Luna & Prada, 2021; Sierra, 2019).

Ecuador es uno de 17 países más diversos del mundo (Cardona, 2020), por su alto nivel de endemismo forma parte de las ecorregiones: Tumbes Chocó Magdalena y Andes Tropicales (Finer, 2019), sin embargo, estos ecosistemas sufren fuertes presiones antrópicas, como la deforestación. Estudios realizados han demostrado que anualmente se pierden 97,197 ha de bosques y ecosistemas naturales (Ecuador forestal, 2018), además, la fragmentación de bosques naturales es considerada como una de las principales causas de pérdidas de biodiversidad en el mundo (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad de México [CONABIO], 2020).

Manabí, es la provincia con mayor superficie de labor agropecuario (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] y Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], 2020), presenta graves problemas erosivos (incompatibilidad entre uso de suelo y actividad forestal) y expansión de la frontera agrícola hacia el ecosistema páramo y áreas protegidas (Ministerio de Agricultura Ganadería Acuicultura y Pesca [MAGAP], 2016). Dentro de su territorio se hallan 7 áreas reconocidas por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador (SNAP), una de ellas el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche (RVSMC-Pacoche).

Lizcano et al. (2016), demostraron que dentro del RVSMC-Pacoche se realizan actividades ilegales como: extracción de recursos naturales y caza de especies

silvestres, además, caracterizaron la biodiversidad albergada y determinaron la presencia de siete especies faunísticas introducidos en el área: vaca/toro (*Bos taurus*), cabra (*Capra hircus*), burro (*Equus asinus*), caballo (*Equus caballus*), perro (*Canis familiaris*), gato (*Felis silvestris*) y cerdo (*Sus scrofa*), las cuales ejercen presión sobre las especies silvestres, compitiendo por espacio y alimento, y por los recursos disponibles en el área.

El cambio del uso de suelo para el aprovechamiento maderero, la explotación agrícola y el sustento de dichas especies introducidas afectan a la conservación de los bosques presentes en el área, por ello surge la siguiente interrogante: ¿Cómo influye el comportamiento de la actividad agrícola y ganadera en la fragmentación de bosques del RVSMC-Pacocha?.

1.2. JUSTIFICACIÓN

Ecuador cuenta con 70 espacios naturales categorizados dentro del SNAP. El RVSMC-Pacocha situado en la costa centro de la provincia de Manabí alberga bosques secos y bosques ligeramente húmedos (Ministerio de ambiente de Ecuador [MAE], 2017), se caracteriza por la presencia de un número importante de especies endémicas y nativas, tanto de flora (Gaona, 2019) y fauna (Castro del Valle et al., 2020; Lizcano et al., 2016), evaluadas bajo criterios de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

La Constitución de la República del Ecuador (Asamblea Nacional Constituyente, 2008) y otros cuerpos legales vigentes garantizan y estipulan la protección del ambiente en el país, por esta razón, las acciones prioritarias dentro del RVSMC-Pacocha se relacionan con el manejo de hábitats y especies, por ende, es importante el constante monitoreo de su biodiversidad, de sus factores abióticos: suelo, aire y agua, y de sus características demográficas.

En el aspecto práctico, el presente estudio provee información sobre el estado de las superficies de la cobertura y uso de suelo del refugio en una línea temporal, a través del análisis de imágenes satelitales y capas de cobertura disponibles en geoportales, de esta manera la investigación se orienta a la evaluación del comportamiento de la actividad agrícola y ganadera en la fragmentación del bosque.

Escasos estudios se han presentado en el área respecto a su biodiversidad, por ello, en el aspecto ambiental, destaca por la importancia de identificar la situación actual de la cobertura boscosa del refugio y de proponer medidas correctivas para ayudar a la regeneración de esta, además, en el aspecto social, es relevante conocer el comportamiento de la actividad agrícola y ganadera con el fin de identificar las preferencias de la población referente a la actividad económica antes mencionada.

La importancia de realizar este tipo de investigaciones a nivel nacional radica en identificar la dinámica de la cobertura forestal existente a fin de contribuir con medidas y acciones que apoyen al cumplimiento del objetivo 15 de vida de ecosistemas terrestres de la agenda 2030 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la actividad agrícola y ganadera en la fragmentación del bosque en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacoche”.

1.3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el comportamiento de la actividad agrícola y ganadera a través del cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).
- Analizar la fragmentación de bosques y su impacto ambiental en el RVSMC-Pacoche.
- Elaborar un plan de acción para reducir la fragmentación de bosques en el RVSMC-Pacoche.

1.4. IDEA A DEFENDER

El comportamiento de la actividad agrícola y ganadera influye negativamente en la fragmentación del bosque en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacoche”.

CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. SUELO

El suelo es un sistema complejo formado en la capa superficial de la Tierra, es un recurso no renovable, ya que su proceso de formación es lento puesto que se necesitan miles de años para formar una delgada capa evolucionada y fértil (Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, 2022). Los suelos son considerados como importantes depósitos de biodiversidad, alrededor de una tercera o cuarta parte de todos los organismos se producen en el suelo: bacterias microscópicas, nematodos, colémbolos, ácaros, miriápodos, lombrices, topes y gusano, sin embargo, existen numerosas amenazas como la contaminación, compactación y sellado de suelo (Russell, 2019).

Dentro de las funciones del suelo destacan las funciones ecológicas y las funciones ligadas a la actividad humana, dentro del primer grupo encontramos la producción de biomasa, interacción ambiental y hábitat biológico y reserva genética de flora y fauna, y en el segundo grupo destacan el medio físico donde se desarrollan las actividades socioeconómicas, fuente de materias primas y herencia cultural (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, 2019).

2.2. USO DE SUELO

El uso de suelo se refiere a la utilización de las tierras en el sector rural del país (INEC y ESPAC, 2021), sin embargo, el término “uso” implica la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano relacionado con las funciones económicas de una porción específica de la Tierra como uso urbano, industrial o de reserva natural (Chantre, 2017).

2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS TIPOS DE USO Y COBERTURA DEL SUELO

Representa la cobertura y uso de la tierra del Ecuador Continental, donde el primer nivel corresponde a las 6 clases definidas por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) y el segundo nivel corresponde a 16 clases que

fueron acordadas a través de varios talleres por las entidades encargadas de la generación de información de cobertura de la tierra: Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP), Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) (MAE, 2018).

Tabla 2. 1. Cobertura y Uso de la Tierra.

| Nivel I | Nivel II | Definición Operativa | Fuente |
|--|----------------------------|---|--------------------------|
| Bosque | Bosque Nativo | Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos. | MAE (2016) |
| | Plantación Forestal | Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales. | MAE (2011) |
| Vegetación Arbustiva y Herbácea | Vegetación Arbustiva | Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel. | MAE (2011) |
| | Páramo | Vegetación tropical altoandino, caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona. | SINAGAP - CLIRSEN (2012) |
| | Vegetación Herbácea | Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección. | SINAGAP - CLIRSEN (2012) |
| Tierra Agropecuaria | | Área bajo cultivo agrícola y pastos plantados, o que se encuentran dentro de una rotación entre éstos. | MAGAP - IEE (2012) |
| Cuerpo de Agua | Natural | Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| | Artificial | Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| Zona Antrópica | Área Poblada | Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| | Infraestructura | Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| Otras Tierras | Área sin cobertura vegetal | Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que, por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo, pueden tener otros usos. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| | Glaciar | Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas. | MAE-MAGAP-IEE (2012) |
| Sin Información | | Corresponde a áreas que no han podido ser mapeadas. | ----- |

Fuente: MAE (2018).

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA FRONTERA AGRÍCOLA – GANADERA

En Colombia, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Social (2018) define a la frontera agrícola como: *“el límite del suelo rural que separa las áreas donde las actividades agropecuarias están permitidas, de las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley o el reglamento”*, es decir, es la división entre la zona ocupada por cultivos o ganado y las zonas ocupadas por bosques nativos (zona sin intervención humana).

En México, la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (2018) la definen como: *“la frontera agrícola es el conjunto de terrenos sembrados más los terrenos que en los últimos cinco años fueron sembrados y hoy se encuentran en descanso por causas de migración o de fertilidad”*. Siendo así, que la superficie que ocupa la frontera agrícola es dinámica, se reduce en zonas urbanas mientras avanza y crece en zonas rurales, ejerciendo presión sobre ecosistemas como bosques y selvas.

En Argentina, se define a la frontera agraria como: *“el área móvil donde se asiste a un proceso continuo y dinámico de transición entre distintas formas de ocupación y organización productiva del espacio con fines agropecuarios”* (Salizzi, 2020), dicha definición hace referencia principalmente al cambio en el uso de suelo y la fluidez con la que transitan la producción, los insumos y los servicios.

2.4.2. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS

Las actividades agrícolas y ganaderas se encuentran dentro del sector primario de la economía, comprende todos aquellos actos antropogénicos de extracción y obtención de materia prima (García, 2020), generalmente estas actividades se llevan a cabo en zonas rurales, sin embargo, también se pueden adaptar a zonas urbanas y semi-urbanas.

2.4.2.1. AGRICULTURA

Se define a la agricultura como la actividad humana que combina diferentes procedimientos y conocimientos en el tratamiento de la tierra, con el objetivo de producir alimentos de origen vegetal como frutas, verduras, hortalizas, cereales, entre otros (Raffino, 2020).

El crecimiento de la producción agrícola promueve la economía de la mayoría de los países en desarrollo (FAO, 2017), varios son los beneficios que ofrece a la sociedad, como: alimento, generación de oxígeno, reducción de la erosión e inundación del suelo, comunidad de apoyo y producción de biocombustible (Agriculturers, 2018), sin embargo, cuando se realiza de manera indiscriminada e inconsciente llega a tener efectos negativos en el ambiente y la salud de los consumidores (Raffino, 2020).

2.4.2.2. GANADERÍA

Se define a la ganadería como la actividad económica que consiste en el desarrollo, tratamiento y reproducción de animales para el consumo humano, con el fin de obtener su carne y la explotación de sus productos (leche, lana, pieles, miel, entre otros) (Teixeira et al., 2018).

2.4.2.3. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS EN ECUADOR

Ecuador es un país agroproductivo según Arana (2019), la actividad aporta con el 8% a la producción total anual del país (Producto Interno Bruto) (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2019); a nivel nacional el uso de suelo se clasifica en dos categorías: a. superficie sin labor agropecuario (montes y bosques, páramos, descanso y otros usos) con 7.03 millones de hectáreas, y b. superficie con labor agropecuaria con 5.29 millones de hectáreas, en esta última encontramos: cultivos permanentes, cultivos transitorios y barbechos, pastos cultivados y pastos naturales (INEC y ESPAC, 2022). En la tabla 2.2 se detalla la superficie por uso agropecuario.

Tabla 2. 2. Superficie por uso agropecuario.

| Uso de suelo | Millones de Hectáreas (ha) |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Cultivos Permanentes | 1.42 |
| Cultivos Transitorios y Barbecho | 0.84 |
| Pastos Cultivados | 2.38 |
| Pastos Naturales | 0.65 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC] y Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua [ESPAC], (2022).

La actividad ganadera en Ecuador cuenta con 4,067 millones de cabezas de ganado vacuno, seguido de 1,054 millones de cabezas de ganado porcino y en menor cantidad de individuos están el ganado ovino, ganado caballar y ganado mular con 529, 192 y 67 millones de cabezas respectivamente (INEC y ESPAC, 2022).

2.4.2.3. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS EN MANABÍ

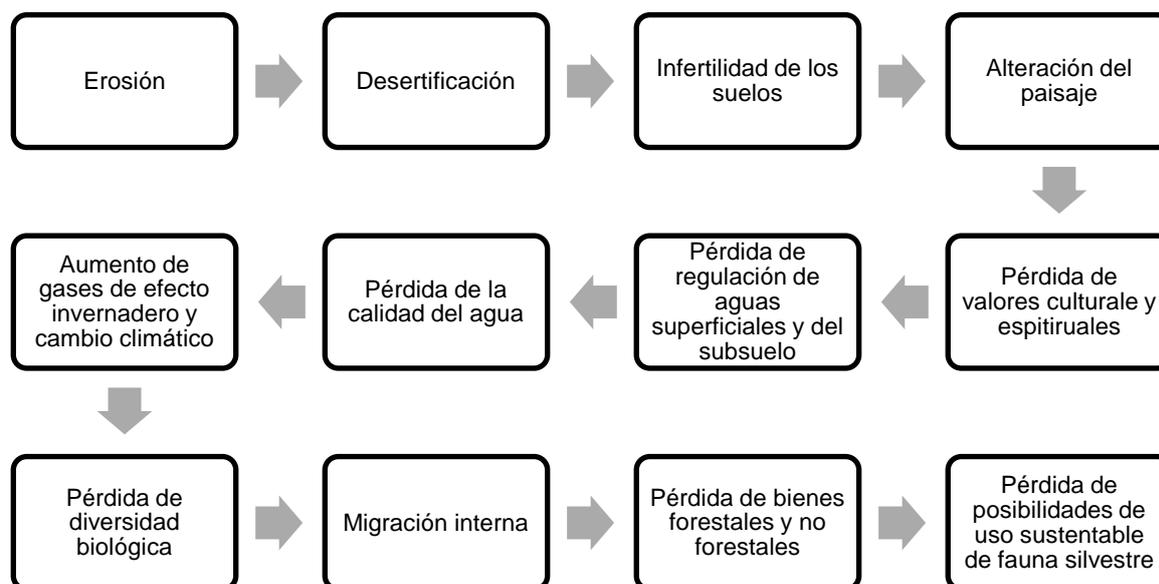
La provincia de Manabí se caracteriza por gozar de diversas actividades económicas, entre ellas destacan la agricultura, ganadería, pesca, comercio (Pinargote-Mora et al., 2018) y piscicultura (Mendoza et al., 2019).

Con 1'068,929 ha Manabí lidera las provincias con mayor superficie de labor agropecuario, los cultivos que se destacan por su producción anual son: plátano, palma africana, maíz duro seco y arroz en cáscara, además, representa el 21.21 % de ganado vacuno (INEC y ESPAC, 2022).

2.4.3. EXPANSIÓN AGRÍCOLA

El avance de la frontera agrícola – ganadera es el proceso de apropiación de tierras o zonas naturales por actividades realizadas por el ser humano con el fin de expandir sus actividades agropecuarias (Universidad del Azuay y GAD Municipal del Cantón Cuenca, 2018). Según los mismos autores, el avance de la frontera agrícola – ganadera genera efectos negativos a nivel ambiental, socio – económico y cultural (figura 2.1).

Figura 2. 1. Consecuencias de la deforestación por avance de la frontera agrícola - ganadera.



Fuente: Universidad del Azuay y GAD Municipal del Cantón Cuenca (2018).

La expansión agrícola causa aproximadamente el 90% de la deforestación mundial, siendo así, que las selvas tropicales sufren una fuerte presión por parte de ella (FAO, 2021), dicho movimiento o desplazamiento en el uso del suelo genera varios problemas ambientales en los que destacan la afectación a los servicios ecosistémicos, sin embargo, no se presentan con la misma intensidad en todas las regiones (Vázquez et al., 2019).

2.4.3.1. EXPANSIÓN AGRÍCOLA EN MANABÍ

Varios estudios se han presentado analizando los principales problemas que genera la expansión de la frontera agrícola – ganadera en Manabí, entre ellos destacan:

- Análisis de la cobertura vegetal en el cantón Flavio Alfaro, donde se determinó que la pérdida de cobertura boscosa y cuerpos de agua es consecuencia de la expansión de las tierras agropecuarias y el incremento poblacional (Intriago y Roldán, 2017).
- Pérdida de flora y fauna en la comunidad de Tierra Bonita – Rocafuerte, donde se menciona que a través de entrevistas se identificó que 7 especies (reptiles, aves y mamíferos) y 7 especies arbóreas ya no se encuentran presentes en el área (G. Vázquez, 2019).

- Disminución de precipitaciones en el país (Manabí, Santa Elena, Bolívar y Loja) asociado a la expansión de la frontera agrícola hacia ecosistemas claves en el almacenamiento y regulación del agua (MAG, 2020).

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA FRAGMENTACIÓN

La fragmentación es un proceso continuo de división de un hábitat en secciones de menor tamaño, los cuales difieren del hábitat original (Zambrano-Fernández, 2020). Benítez-Malvido (2016) señala: *“La fragmentación ocasiona, además, alteraciones en las diferentes etapas del ciclo de vida de las plantas y animales afectando las tasas de nacimiento, mortalidad y crecimiento de poblaciones naturales, y su impacto puede ser variable en diferentes categorías de edades”*.

Los hábitats fragmentados pueden tener dos orígenes, 1. Resultado de sucesos naturales: procesos geológicos, y 2. sucesos antropogénicos (Pérez-Minta y Cucás-Rosero, 2019). Por otra parte, el concepto de fragmentación de hábitats se presenta como un potente integrador de importantes teorías ecológicas: biogeografía de islas, dinámica de metapoblaciones, teoría jerárquica de la ecología del paisaje, importancia de la escala espacial, entre otras (Fernández, 2018), es decir, en el proceso de fragmentación a corto plazo se presenta como pérdida de biodiversidad y a largo plazo los efectos del aislamiento de los individuos – especies (Zambrano-Fernández, 2020).

El incremento de la fragmentación de hábitats pone en riesgo la extinción local de las especies faunísticas y florísticas, para ello se analizan los siguientes mecanismos (Sanjuan y Téllez, 2017):

1. Las reducciones directas en los tamaños de poblaciones.
2. Las reducciones indirectas en dichos tamaños.
3. Disminución en la eficacia biológica de las especies de los fragmentos.

La fragmentación de hábitats se genera a nivel global, sin embargo, sus efectos no son equiparables en todas las latitudes, para ambientes ecuatoriales donde existen menores densidades poblacionales de por sí, el proceso de fragmentación afecta considerablemente el número de individuos y especies (Vallejo, 2018).

2.5.1. FRAGMENTACIÓN DE HÁBITAT PRODUCTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA

Estudios realizados han demostrado que la actividad ganadera superó la capacidad de carga de los ecosistemas en México provocando degradación y fragmentación del hábitat afectando así a la composición de especies y sus procesos ecológicos (Vásquez, 2018), situación similar se presentó en Argentina, donde la expansión de la agricultura provocó la fragmentación y desaparición de hábitats (Cabido y Zak, 2019). Así mismo, León-Alfaro (2019) señala que el desarrollo de actividades socioeconómicas como la agricultura, la ganadería, la industrialización y los procesos de urbanización han generado paisajes naturales alterados que se caracteriza por la fragmentación de hábitats.

2.6. DESCRIPCIÓN BIOGEOGRÁFICA DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MARINO COSTERA “PACOCHE”

El RVSMC-Pacocha, ubicado en el cabo de San Lorenzo al sur de Manta – Manabí, presenta pequeñas elevaciones que no superan los 363 msnm, sin embargo, su posición geográfica (en la zona de transición costera entre ambientes secos y húmedos) genera las condiciones adecuadas para albergar bosques secos y bosques ligeramente húmedos, conocidos como bosques de garua (MAE, 2017).

El refugio protege 26,468 ha de ambientes marino – costeros y 5,049 ha de ecosistemas terrestres, una combinación ideal entre mar y tierra. La declaratoria del área protegida tuvo como antecedente inmediato la determinación de los bosques occidentales de los cantones Manta y Montecristi como área prioritaria para la conservación y el uso sustentable de los recursos naturales (MAE, 2017). En el año 2007 se constituyó una Mancomunidad Municipal y un Comité de Manejo, Gestión, Veeduría y custodia de los bosques de la zona rural de Manta y Montecristi (Gobierno Autónomo Descentralizado Manta, 2015).

2.6.1. BIODIVERSIDAD DEL RVSMC-PACOCHE

La mayor parte del área terrestre está cubierta por bosques secos y ecosistemas semisecos predominantes en esta región (Ávalos y Trueba, 2019), los cuales

presentan características caducifolias, es decir, pierden sus hojas de manera parcial o total anualmente (Chompoy y Zambrano, 2017), dicha característica es una forma de adaptación natural que han desarrollado las plantas para evitar la pérdida del agua durante los meses de mayor incidencia de los rayos solares (Acosta, 2020).

Algunos de los árboles de estos ambientes son chala, porotillo, molinillo, palo santo, ceibo y sebastián, y también hay palmas como tagua y mocora (Ávalos y Trueba, 2019). Entre la fauna se han reportado varias especies de mamíferos medianos y grandes (Lizcano et al., 2016), entre ellos los más representativos de la zona: dos especies de monos, el aullador de la costa (de color negro) y el capuchino, además de 250 especies de aves, de los cuales 55 taxones son endémicos del área (Britton et al., 2018).

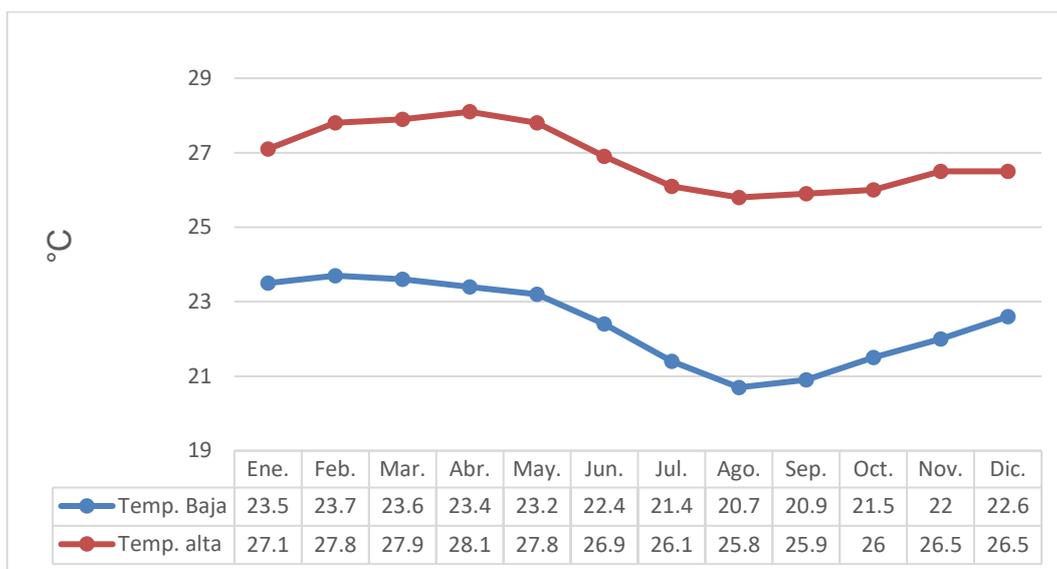
En el área marina adyacente predominan las aguas poco profundas (hasta los 50 m), presenta ecosistemas marinos y costeros donde se encuentran varias comunidades de especies marinas, sin embargo, algunas de ellas se encuentran en peligro de extinción y están legalmente protegidas; entre la fauna marina que se ha reportado existen 2 especies de tortugas marinas, peces, ballenas jorobadas, delfines y lobos marinos (MAE, 2017).

2.6.2. DATOS METEOROLÓGICOS DEL RVSMC-PACOCHE

Las características climatológicas del RVSMC-Pacocha son el resultado de la convergencia de corrientes marinas cuyos efectos varían a lo largo del año, las dos principales masas de aguas oceánicas son la corriente de Humboldt y la de Panamá (Castro del Valle et al., 2020).

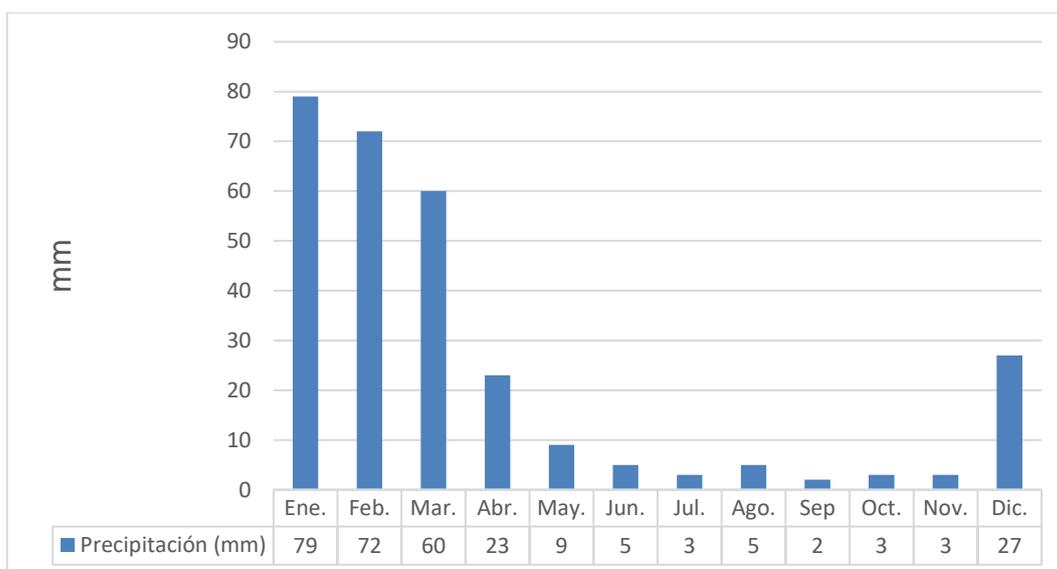
La franja litoral del RVSMC-Pacocha corresponde a un clima de tipo tropical megatérmico árido a semiárido, se caracteriza por presentar temperaturas medias anuales de 24°C (megatérmico) y con precipitaciones anuales inferiores a 500 mm (árido a semiárido), presentando una sola estación lluviosa (tropical) de enero a abril (MAE, 2017).

Figura 2. 2. Temperatura media del RVSMC-Pacocha.



Fuente: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), (2020).

Figura 2. 3. Precipitación media del RVSMC-Pacocha.



Fuente: INAMHI, (2020).

2.7. TÉCNICAS PARA MEDIR LA FRAGMENTACIÓN DE ECOSISTEMAS

La técnica que nos permite obtener información sin tener contacto directo con ella se conoce como teledetección (Innovationes AgroFood Design, 2019), en la actualidad es ampliamente utilizada con el fin de comprender los fenómenos que se producen a nivel global, en el ámbito ambiental sus aplicaciones se basan en el seguimiento de

recursos naturales, el cambio climático e impacto de los desastres naturales (Gis y Beers, 2018).

2.7.1. ECOINFORMÁTICA

El Consejo de Investigación del Medio Ambiente Natural de Reino Unido, define a la informática del medio ambiente, o *Environmental Informatics*, como: “*la disciplina encargada de la investigación y desarrollo de sistemas centrados en las ciencias ambientales relacionadas con la creación, recopilación, almacenamiento, procesamiento, modelado, interpretación, exhibición y difusión de datos e información*” (Natural Environment Research Council [NERC], 2014), dentro de ella encontramos la ecoinformática, campo interdisciplinario que abarca temas como ecología, sustentabilidad, conservación y política ambiental (Proyecto Explora Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología, 2015).

En el área de la ecoinformática se encuentra la informática de la biodiversidad, Soberón y Peterson (2004) en (Hortal et al., 2020), la definen como: “*la aplicación de las tecnologías de información a la gestión, exploración algorítmica, análisis e interpretación de grandes cantidades de datos primarios relativos a la vida, particularmente al nivel de especie*”.

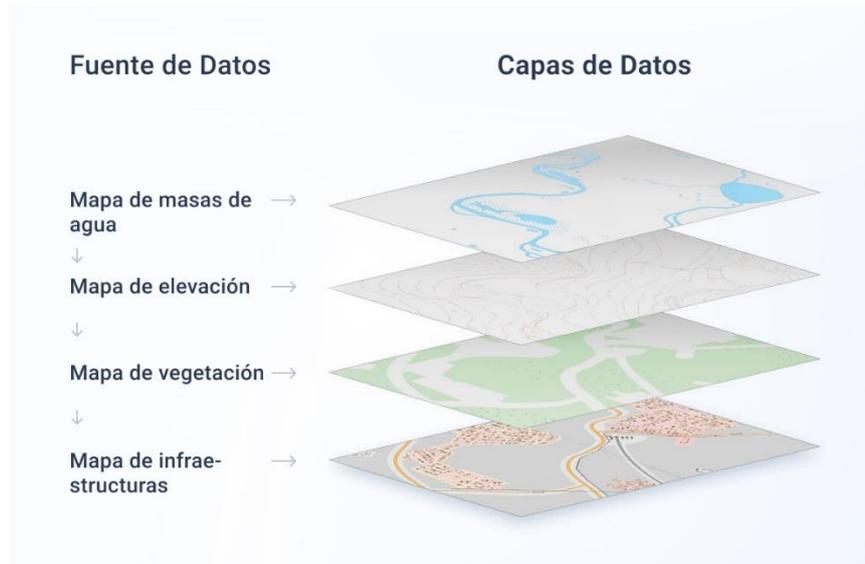
Varios proyectos se han realizado en el ámbito de aplicación de esta disciplina, tal como: la exploración de la biodiversidad (Mola et al., 2018), el diseño de áreas protegidas (Viteri, 2016), la evaluación de daños potenciales en cultivos por plagas (Servicio Agrícola y Ganadero, 2019) y la evaluación de posibles invasiones biológicas o aparición de enfermedades (Hortal et al., 2020), entre otras.

2.7.1.1. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Se define a los sistemas de información geográfica (SIG) como: “*la conjunción de datos relacionados con el espacio físico con herramientas informáticas, es decir, con programas informáticos o software*”, dichas herramientas permiten integrar y analizar la información geográfica de un territorio con su información atribuida (Moracho, 2018).

Los SIGs son ampliamente utilizados para identificar problemas que tiene un componente geográfico, monitorear sus cambios, gestionar y dar respuesta a emergencias, realizar predicciones, establecer prioridades y comprender tendencias (Lao y Peláez, 2018).

Figura 2. 4. Capas de un Sistema de Información Geográfica.



Fuente: Earth Observing System (EOS), (2022).

2.7.1.2. IMÁGENES SATELITALES LANDSAT 8

El programa LANDSAT se desarrolló con una serie de misiones de observación de la Tierra gestionados conjuntamente por la National Aeronautics and Space Administration (NASA) y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS) con el fin de utilizar datos de satélite para la vigilancia terrestre, la cartografía y/o la exploración (Ariza, 2013).

En la actualidad, el programa se encuentra en su octava versión, denominada: "Landsat Data Continuity Mission", el equipo de detección remota instalado en él incluye dos sensores: 1. OLI (Operational Land Imager), usa 9 bandas en el espectro de la luz visible y el infrarrojo cercano, y 2. TIRS (Thermal Infrared Sensor), opera en el rango de infrarrojos de onda larga (Longwave InfraRed Light) (EOS, 2021). Los mismos autores indican las características de las bandas del LANDSAT 8:

Tabla 2. 3. Bandas de LANDSAT 8.

| Sensor | N° de banda | Nombre de la banda | Longitud de onda (μm) | Resolución (m) | Aplicaciones de banda |
|-------------|-------------|--------------------------------------|------------------------------------|----------------|---|
| OLI | 1 | Costera (Coastal) | 0.43 - 0.45 | 30 | Estudios costeros y de aerosoles. |
| | 2 | Azul | 0.45 - 0.51 | 30 | Cartografía batimétrica, que distingue el suelo de la vegetación y la vegetación caducifolia de la vegetación de coníferas. |
| | 3 | Verde | 0.53 - 0.59 | 30 | Destaca los picos de máxima vegetación, que son útiles para evaluar el vigor de las plantas. |
| | 4 | Roja | 0.63 - 0.67 | 30 | Distingue las laderas de vegetación. |
| | 5 | Infrarrojo cercano (NIR) | 0.85 - 0.88 | 30 | Destaca el contenido de biomasa y las costas. |
| | 6 | Infrarrojo de Onda Corta 1 (SWIR 1) | 1.57 - 1.65 | 30 | Distingue la humedad del suelo y de la vegetación; penetra a través de nubes finas. |
| | 7 | Infrarrojo de Onda Corta 2 (SWIR 2) | 2.11 - 2.29 | 30 | Mejora de la lectura de la humedad del suelo y la vegetación y la penetración a través de nubes finas. |
| | 8 | Panromática (Pan) | 0.50 - 0.68 | 15 | Resolución de 15 metros, definición de imagen más nítida. |
| | 9 | Cirros (Cirrus) | 1.36 - 1.38 | 30 | Mejor detección de la contaminación en cirros. |
| TIRS | 10 | Sensor Térmico Infrarrojo 1 (TIRS 1) | 10.60 - 11.19 | 30 (100) | Resolución de 100 metros, mapeo térmico y humedad estimada del suelo |
| | 11 | Sensor Térmico Infrarrojo 2 (TIRS 2) | 11.50 - 12.51 | 30 (100) | |

Fuente: Earth Observing System (2013).

De acuerdo con el tipo de investigación es posible utilizar una o varias bandas espectrales de LandSat 8 para crear una imagen que cubra las necesidades específicas.

2.7.1.3. ÍNDICES ESPECTRALES DE VEGETACIÓN

Los índices de vegetación provienen de las combinaciones de las bandas espectrales registradas por los satélites que observan la Tierra, así pues, en términos generales, los índices de vegetación son medidas radiométricas sin dimensión, que combinan información de diferentes canales del espectro electromagnético para aumentar la señal de vegetación; miden la variación espacial y temporal de la actividad fotosintética de la planta permitiendo el monitoreo de la vegetación, estudios de

sequías, actividades agrícolas y modelado climático e hidrológico (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2020).

2.7.1.4. ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI)

El NDVI es uno de los índices de vegetación más utilizados en teledetección (Ortiz, 2019), su principal uso es estimar la calidad, cantidad y desarrollo de la vegetación con base a la medición de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Aldás, 2019). Además, es utilizado para monitorear los procesos que ocurren en la superficie terrestre y el análisis de los procesos breves, tal como, seguimiento de cultivos y evaluación de rendimientos de cosecha (Ortiz, 2019).

Se calcula mediante la diferencia entre la reflectancia de las bandas 5 (infrarrojo cercano - NIR) y 4 (del visible – rojo) dividido por la suma de estas dos bandas de reflectancia (ecuación 1).

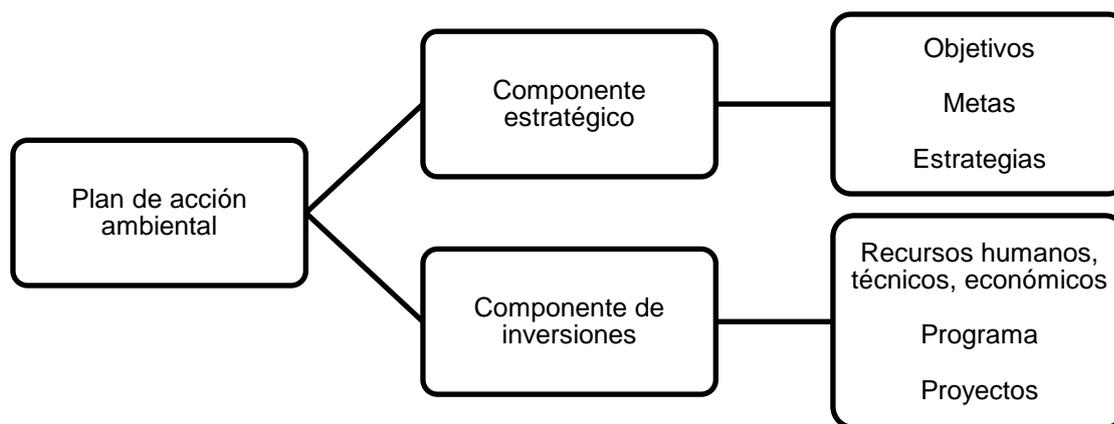
$$NDVI = \frac{(Banda\ 5 - Banda\ 4)}{(Banda\ 5 + Banda\ 4)} \quad [1]$$

Su rango de variación queda comprendido entre los valores -1 y +1 (Aldás, 2019). Los valores negativos corresponden a cuerpos de agua, estructuras artificiales, rocas, nubes; aquellos valores muy bajos corresponden a tierras degradadas, suelos sin cobertura vegetal (0 – 0.2); aquellos valores entre 0.2 – 0.45 corresponde a suelos con vegetación escasa; 0.45 – 0.55 corresponde a suelos en transformación (pastizales); 0.55 – 0.65 suelos vinculados con actividades agrícolas; y 0.65 – 1 corresponde a suelos con abundante vegetación arbustiva (Bello, 2020).

2.8. PLAN DE ACCIÓN AMBIENTAL

Sierra (2012), define al plan de acción ambiental como: *“un instrumento operativo que opera en el marco de los planes de gestión ambiental realizados en un contexto ambiental concreto, donde sea necesario tratar y/o solucionar un problema ambiental, brindando soluciones operativas de tipo estratégico”*. Según el mismo autor un plan de acción se compone de una parte estratégica y un plan de inversiones (figura 2.5).

Figura 2. 5. Estructura de un Plan de Acción Ambiental (PAA).



En el componente estratégico encontramos a los objetivos, las metas y las estrategias. Los objetivos se establecen como fines ambientales enmarcados en la política de la organización, en la normativa ambiental o en compromisos preestablecidos. Las metas surgen de los objetivos ambientales y permiten evaluar el logro de estos. Y las estrategias se precisan como los caminos y pasos articulados para el logro de los objetivos ambientales. Por otra parte, el componente de inversiones establece los recursos requeridos para la implementación de las estrategias (tecnológicos, humanos y económicos) y que se definen en los programas y proyectos (Sierra, 2012).

El plan de acción ambiental debe contener los hallazgos, medidas correctivas, cronograma con responsables y costos, e indicadores y medios de verificación (Constitución de la República del Ecuador, 2019).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

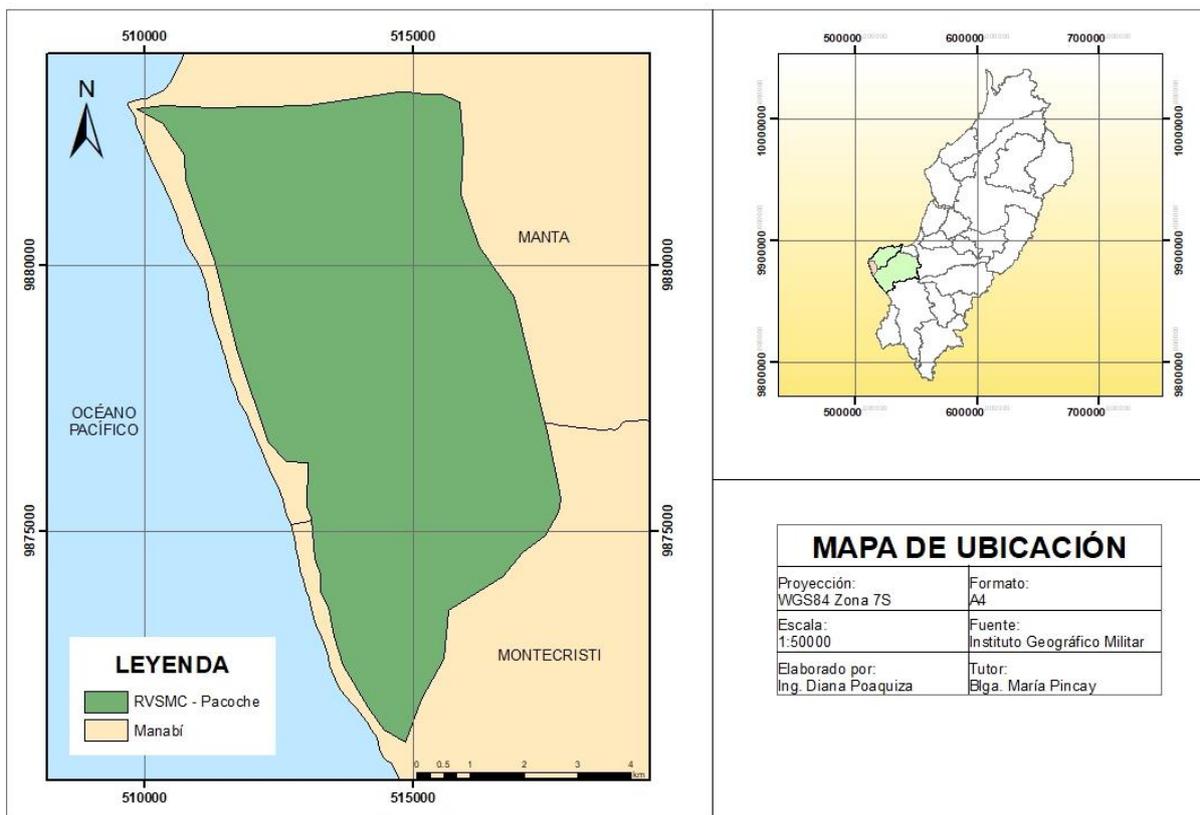
3.1. UBICACIÓN

La ubicación geográfica del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacoche” se encuentra dentro de las coordenadas geográficas, correspondientes a la zona centro occidental de Manabí, entre los cantones de Manta y Montecristi, limita con varios poblados asentados en la línea costera: al norte con San Lorenzo, al oeste con Río Cañas y Las Piñas y al sur con Santa Rosa (Vinces, 2019).

Latitud: -1,0093

Longitud: -80,8431

Figura 3. 1. Ubicación geográfica de la zona en estudio.



Fuente: Instituto Geográfico Militar [IGM], (2021).

3.2. DURACIÓN

El estudio se ejecutó en el año: 2021 y tuvo una duración de 6 meses, para lo cual se contemplaron los objetivos específicos y sus respectivas actividades.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

La investigación no experimental empleó un diseño longitudinal con el fin de analizar los cambios a través del tiempo sobre la variable dependiente, además, fue necesario el empleo de fuentes bibliográficas para el desarrollo e interpretación de la variable independiente.

3.3.1. MÉTODOS

3.3.1.1. MÉTODO BIBLIOGRÁFICO

El método fue empleado para utilizar la información registrada en documentos (planes de manejo ambiental, artículos científicos y tesis) para llevar a cabo la recolección de información de las variables en estudio.

3.3.1.2. MÉTODO ANALÍTICO-ESPACIAL

El método permitió analizar los componentes del espacio (definir sus elementos constitutivos y cómo éstos se comportan bajo ciertas condiciones) dando respuesta a una parte de la dinámica del espacio, más no a su totalidad. Se relacionó una serie de técnicas con el fin de separar, procesar y clasificar los datos obtenidos de las imágenes satelitales (variable independiente) y capas de coberturas y uso de la tierra (variable dependiente) con el fin de determinar los cambios ocasionados en la superficie.

El análisis espacial incorpora el tiempo (línea cronológica) con la finalidad de identificar la evolución de los patrones de distribución espacial de usos de suelo generando una aproximación de gran importancia en la investigación científica (Humacata, 2019). En este sentido, se logró determinar las ganancias y pérdidas en las superficies y los intercambios entre las coberturas de suelo identificadas.

3.3.2. TÉCNICAS

3.3.2.1. REPRESENTACIONES GRÁFICAS

Esta técnica se utilizó con el fin de convertir el manejo de los datos en una imagen visual: mapas (a partir del empleo de imágenes satelitales y capas de coberturas y

usos del suelo), representando así el comportamiento de las variables independiente y dependiente en una línea cronológica.

3.3.2.2. GEOREFERENCIACIÓN

Se empleó la georreferenciación ya que es una técnica de posicionamiento espacial de una entidad en una localización geográfica única y bien definida en un sistema de coordenadas y datum específicos. Además, es una operación habitual dentro de los sistemas de información geográfica (SIG) tanto para objetos ráster como para objetos vectoriales.

La técnica se empleó para asignar la ubicación espacial del área en estudio, tanto para las representaciones gráficas de los datos obtenidos de NDVI y para identificar las ganancias y pérdidas de las superficies de cobertura y uso de la tierra.

3.3.2.3. DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN

Esta técnica permitió mostrar de manera gráfica la frecuencia con la cual se presentan los valores obtenidos del análisis de NDVI, es decir, la distribución de los mismos para los años 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021 (Méndez, 2022).

3.4. VARIABLES EN ESTUDIO

VI: Actividad agrícola y ganadera.

VD: Fragmentación de bosques.

3.5. PROCEDIMIENTO

3.5.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI).

ACTIVIDAD 1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN PARA TENER DATOS DE LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS Y GANADERAS.

Se realizó una recopilación de información, la cual se efectuó mediante la búsqueda de información primaria a través de una visita de campo y la observación directa al

área de estudio mediante la aplicación de una ficha de observación para el registro de datos (Anexo 1), para ello se emplearon los lineamientos establecidos en la Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en Áreas Rurales (FAO, 2018).

Así mismo, se realizó la revisión de información secundaria acerca de las diferentes actividades agrícolas y ganadera en la fragmentación de bosques del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacocha”, a través de una revisión bibliográfica de investigaciones realizadas en el área, e información de bases digitales con información cartográfica física y digital, del Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE), Instituto Geográfico Militar (IGM), Sistema Nacional de Información del Ecuador (SNI), Sistema de Información Pública Agropecuaria (SIPA).

ACTIVIDAD 2. DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI).

Se empleó la metodología expuesta por (Chuvienco et al., 2002) citado por (Arboit, 2017), la cual menciona que los cocientes o índices de vegetación se utilizan para mejorar la discriminación entre suelos y vegetación; respecto al NDVI, este permite analizar cambios globales en la vegetación a partir de los sensores OLI y TIRS; para ello fue necesario el uso de imágenes satelitales LANDSAT 8 ($\leq 20\%$ nubosidad) obtenidas de Land Viewer que es una aplicación online creada por EOS Data Analytics, que permite la visualización y descarga de imágenes procedentes de los satélites Landsat-7, Landsat-8, Sentinel-2 y Modis, del área de estudio. Para ello se empleó la ecuación 1.

$$NDVI = \frac{(Banda\ 5 - Banda\ 4)}{(Banda\ 5 + Banda\ 4)} \quad [1]$$

Donde:

Banda 4: es la luz roja visible.

Banda 5: es la luz infrarroja cercana (NIR).

Para la elaboración de los diagramas de dispersión

ACTIVIDAD 3. COMPARACIÓN DE NDVI.

Se realizó un análisis multitemporal lo cual permitió abordar aspectos como: estado de los cultivos y dinámica de la vegetación natural (Chuvieco et al., 2002). Se trabajó con imágenes satelitales desde el año 2014 (año de ampliación del RVSMC-Pacocha) hasta la actualidad con el fin de obtener las diferencias en sus niveles, para ello se establecieron los rangos de variación: a. los valores negativos corresponden a cuerpos de agua, estructuras artificiales, rocas, nubes; b. aquellos valores muy bajos corresponden a tierras degradadas, suelos sin cobertura vegetal (0 – 0.2); c. aquellos valores entre 0.2 – 0.45 corresponde a suelos con vegetación escasa; d. 0.45 – 0.55 corresponde a suelos en transformación (pastizales); e. 0.55 – 0.65 suelos vinculados con actividades agrícolas; y. f. 0.65 – 1 corresponde a suelos con abundante vegetación arbustiva (Bello, 2020).

3.5.2. ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RVSMC-PACOCHE.

ACTIVIDAD 1. REVISIÓN DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA SOBRE LA FRAGMENTACIÓN BOSQUES.

Para el análisis de la fragmentación del bosque del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacocha” se aplicaron fundamentos de teledetección remota propuestos por (Chuvieco, 1996) citado por (Cortés, 2020), a través de un SIG.

Se utilizaron como base las capas cobertura y usos de la tierra elaboradas por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAGAP), Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) e Instituto de Estudios Ecuatorianos (IEE) que se encuentran disponibles en el geoportal del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (Mapa interactivo Ambiental <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>). Estas capas contienen información a gran escala de los tipos de vegetación y cobertura de la tierra, para el presente estudio se interpretaron visualmente utilizando el método de interpretación interdependiente de la FAO (1996). Este método consiste en actualizar el mapa elaborado para una fecha interpretando la imagen de la fecha siguiente, lo cual garantiza la congruencia entre los períodos 2000-2008 y 2008-2018.

ACTIVIDAD 2. CÁLCULO DE TASA DE DEFORESTACIÓN.

Para evidenciar la pérdida de la cobertura del bosque y el crecimiento de otras, se trabajó con 6 clases de cobertura y uso de la tierra, elaboradas por MAATE, MAGAP, IPCC e IEE, las cuales están identificadas de la siguiente manera: 1) Bosque, 2) Cuerpos de agua, 3) Otras tierras (área sin cobertura vegetal), 4) Tierras agropecuarias, 5) Vegetación arbustiva y herbácea y 6) Zona antrópica (MAE, 2018).

Mediante la calculadora espacial de un SIG se determinó el área que ocupa cada una de las coberturas para cada período, estos resultados se representaron en una tabla de Microsoft Excel (Tabla 3.1) donde se pudo determinar los cambios que se presentaron en el área de estudio.

Tabla 3. 1. Matriz para evaluación de cambio de cobertura vegetal.

| Tipo de cobertura | Años de estudio | | | | | |
|---------------------------------|-----------------|---|------|---|------|---|
| | 2000 | | 2008 | | 2018 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Bosque | | | | | | |
| Cuerpo de agua | | | | | | |
| Otras tierras | | | | | | |
| Tierras agropecuarias | | | | | | |
| Vegetación arbustiva y herbácea | | | | | | |
| Zona antrópica | | | | | | |
| TOTAL | | | | | | |

Se empleó la metodología propuesta por (FAO, 1995) en (Pozzobon & Osorio, 2002) la cual correlaciona los cambios de cobertura vegetal en el tiempo con otras variables incluidas la densidad poblacional y el crecimiento poblacional para los períodos de análisis, el área de cobertura forestal inicial y la zona ecológica bajo consideración, y su modelo está expresado en la ecuación 2.

$$Td = \frac{(A1-A2)*100}{(A1 \times n)} \quad [2]$$

Donde:

A1: cobertura vegetal al inicio del periodo.

A2: cobertura vegetal al final del periodo en referencia.

n: número de años entre A1 Y A2.

ACTIVIDAD 3. DETERMINACIÓN DE ÁREAS INTERVENIDAS.

Se identificó las áreas ocupadas para cada una de las categorías, a través de un software SIG se realizó una comparación gráfica donde se determinó las zonas que han presentado un crecimiento o decrecimiento, estas zonas fueron resaltadas mediante gráficas o mapas permitiendo observar las modificaciones que ha sufrido la cobertura boscosa en los períodos de estudio establecidos (Montilla et al., 2017).

3.5.3. ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCIR LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES EN EL RVSMC-PACOCHE.

ACTIVIDAD 1. REDACCIÓN DE LA PROPUESTA

Para la elaboración de la propuesta fue necesario el análisis de los resultados obtenidos en las actividades de identificación del comportamiento de la actividad agrícola y ganadera a través del NDVI y el análisis de la fragmentación de bosques y su impacto ambiental en la RVSMC-Pacocha.

Según el Reglamento del Código Orgánico del Ambiente (RCOA) (Constitución de la Republica del Ecuador, 2019), podemos definir el Plan de Acción Ambiental en las siguientes etapas de actuación:

- Definición de Líneas Estratégicas de Actuación
- Creación de un Programa de Actuaciones
- Definición de las Acciones
- Información (Sociabilización)
- Aprobación y Ejecución del Plan de Acción

El período en que se ejecutará la actuación del MAATE como responsables de la ejecución de las medidas correctivas fue considerado con los siguientes criterios del RCOA:

- Corto plazo: en fase de ejecución o la finalización de la acción tendrá lugar en los próximos dos años.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. IDENTIFICACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA Y GANADERA A TRAVÉS DEL CÁLCULO DEL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI).

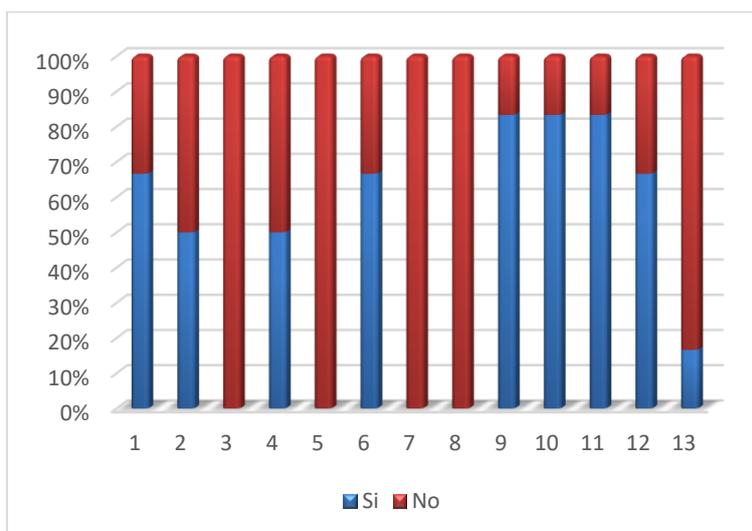
Recopilación de información.

La información recopilada en campo a través de la ficha de observación (tabla 4.1) se desarrolló según lo establecido en la guía para la implementación de planes de intervención en buenas prácticas para el uso y manejo sostenible de los suelos y determinó que los aspectos de relación con el mismo en 6 puntos de muestreo son los siguientes:

Tabla 4. 1. Ficha de observación de los aspectos de la relación con el suelo.

| No. | Aspectos de la relación con el suelo | Si | No |
|-----|---|--------|--------|
| 1 | Existen producciones agrícolas y/o ganaderas | 66.67% | 33.33% |
| 2 | Existen cultivos agrícolas anuales, semipermanentes, o permanentes. | 50% | 50% |
| 3 | Existen coberturas de pasto cultivado, vegetación arbustiva (pastoreo) o vegetación herbácea (pastoreo). | 0% | 100% |
| 4 | Las actividades agrícolas afectan los servicios ecosistémicos asociados al suelo. | 50% | 50% |
| 5 | Existe en el área pasto cultivado con presencia de árboles. | 0% | 100% |
| 6 | Existe la presencia de bosques nativos, barreras vivas y una cobertura vegetal abundante y continua. | 66.67% | 33.33% |
| 7 | Existe la presencia de plantaciones forestales para producción. | 0% | 100% |
| 8 | Existe la presencia de plantaciones forestales para conservación. | 0% | 100% |
| 9 | Los suelos no están compactados y tienen una buena capacidad de infiltración del agua. | 83.33% | 16.67% |
| 10 | Los suelos tienen una buena capacidad de infiltración del agua, adecuada para la purificación. Sin pedregosidad excesiva ni texturas demasiado finas o demasiado gruesas. | 83.33% | 16.67% |
| 11 | Los suelos presentan una buena estructura y favorecen una cobertura vegetal abundante, que contribuye a la prevención de la erosión. | 83.33% | 16.67% |
| 12 | Los suelos presentan condiciones biológicas equilibradas, con un alto régimen de biodiversidad. | 66.67% | 33.33% |
| 13 | Los usos del suelo han quedado evidenciados en el mismo. | 16.67% | 83.33% |

Figura 4. 1. Resultados de ficha de observación (anexo 1).



En la figura 4.1 se detallan los resultados del anexo 1, los cuales indican que a pesar de tener presencia de producciones agrícolas y/o ganaderas con un 66.67% existe una cobertura vegetal abundante y continua con un 66.67 %, con suelos no compactados con un 83.33% que presentan condiciones óptimas con un alto régimen de biodiversidad con un 66.67%, lo cual coincide con (Cartaya et al., 2017) que demostraron que el conflicto de uso de suelo en el RVSMC-Pacocha registra 91% de subuso, 6% de sobreuso y 3% de uso apropiado, siendo así, que el desplazamiento de las actividades agrícolas sobre las áreas protegidas de bosques pudieran generar un aumento en la fragmentación de la vegetación nativa y vulnerar a las especies silvestres.

Por otro lado, en el cantón Manta se identificaron dos tipos de conflictos de uso de suelo: 1. Por la ocupación de usos en áreas con aptitudes y potencialidades diferentes y 2. Por impactos negativos en el desempeño armónico de funciones en áreas urbanas (Rosero, 2021), el conflicto de uso de suelo del cantón registra 38.6% subutilizado, 2.3% sobreutilizado, 43.7% sin conflicto y 15.4% no aplica (Oñate, 2021); para el territorio nacional se analizó la información de capacidad de uso y su respectiva cobertura con lo cual se determinó que el 28% del territorio nacional está ligado a actividades agroproductivas, registrando 24% de uso adecuado, 16% de subuso y 59% sobreutilizadas (Sánchez, 2017).

Determinación del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).

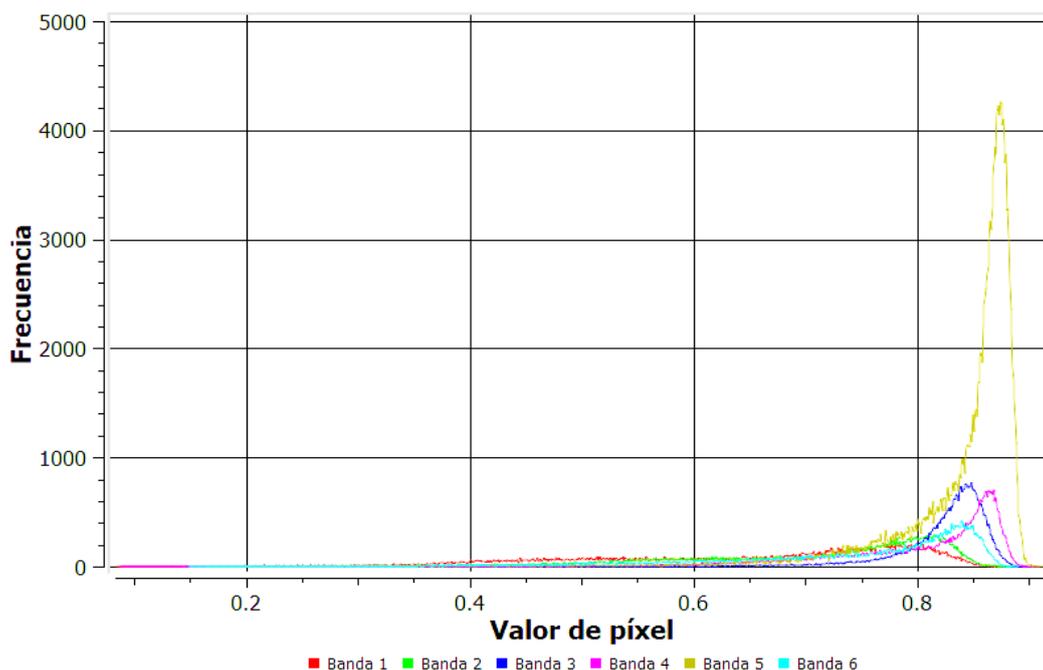
Para el cálculo de índice NDVI, con el fin de disminuir errores en la estimación de las variables biofísicas provenientes de los datos espectrales se realizó la corrección atmosférica a las imágenes satelitales Landsat 8 de los momentos temporales correspondientes para los años en estudio 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021, sin embargo, para el año 2020 no se realizó el análisis ya que las imágenes satelitales disponibles en el portal mostraron $\geq 36\%$ nubosidad cubriendo parcial o totalmente el área de estudio.

En la tabla 4.2 se muestran los valores estadísticos de NDVI de las imágenes satelitales obtenidos de la combinación de las bandas 4 y 5 (anexo 3). Los valores oscilan entre 0.083 correspondiente al año 2015 y 0.92 correspondiente al año 2019. Además, el diagrama de dispersión en la figura 4.2 muestra la frecuencia de los valores de píxel generados en el estudio indicando que la distribución de los datos se concentra principalmente en valores cercanos a 0.8, lo cual indica que el suelo del área protegida presenta abundante vegetación coincidiendo con Pinta (2021) quien señala que en su estudio realizado en la subcuenca del Río Chambo (Riobamba) las zonas con vegetación vigorosa corresponden a valores NDVI próximos a +1, así mismo, Pineda & Jaramillo (2022) señalan que en su estudio en la zona de amortiguamiento altoandina del Parque Nacional Cotacachi-Cayapas (Esmeraldas e Imbabura) que los valores superiores a 0.8 indican vegetación densa.

Tabla 4. 2. Valoración cuantitativa anual del NDVI.

| Banda | Fecha | Min | Max | Media | Desviación estándar |
|--------------|--------------|------------|------------|--------------|----------------------------|
| 1 | 17/5/2015 | 0.083 | 0.876 | 0.65 | 0.146 |
| 2 | 19/6/2016 | 0.144 | 0.882 | 0.708 | 0.119 |
| 3 | 4/4/2017 | 0.146 | 0.899 | 0.822 | 0.052 |
| 4 | 9/5/2018 | 0.088 | 0.908 | 0.8 | 0.084 |
| 5 | 10/10/2019 | 0.166 | 0.92 | 0.842 | 0.063 |
| 6 | 15/4/2021 | 0.149 | 0.89 | 0.748 | 0.113 |

Figura 4. 2. Frecuencia de los valores de píxel de los momentos temporales en estudio.



Para el año 2015, la frecuencia de valor de píxel (figura 4.3) se distribuyó en valores de rango más amplio, indicando una mayor presencia de suelos con vegetación escasa, suelos en transformación y suelos vinculados a actividades agrícolas, concentrados principalmente en la periferia del área protegida y pequeños parches dentro del mismo, por otro lado, la frecuencia de valor de píxel para el año 2016 (figura 4.4) indica una distribución de valores amplio, con suelos en transformación y suelos vinculados a actividades agrícolas.

Figura 4. 3. Frecuencia de valor de píxel año 2015.

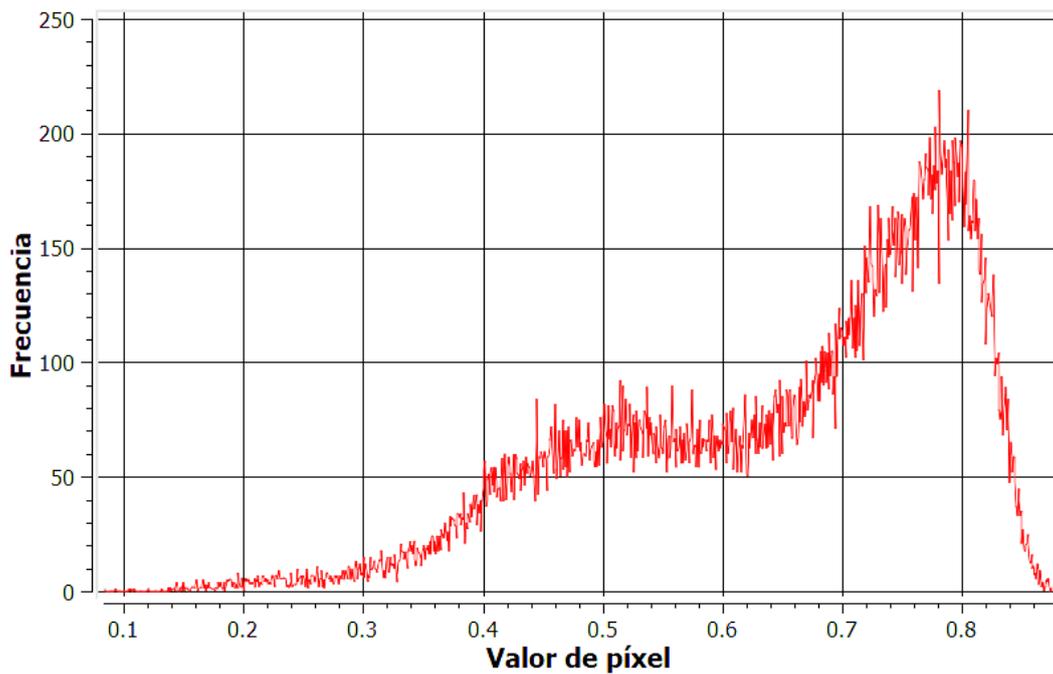
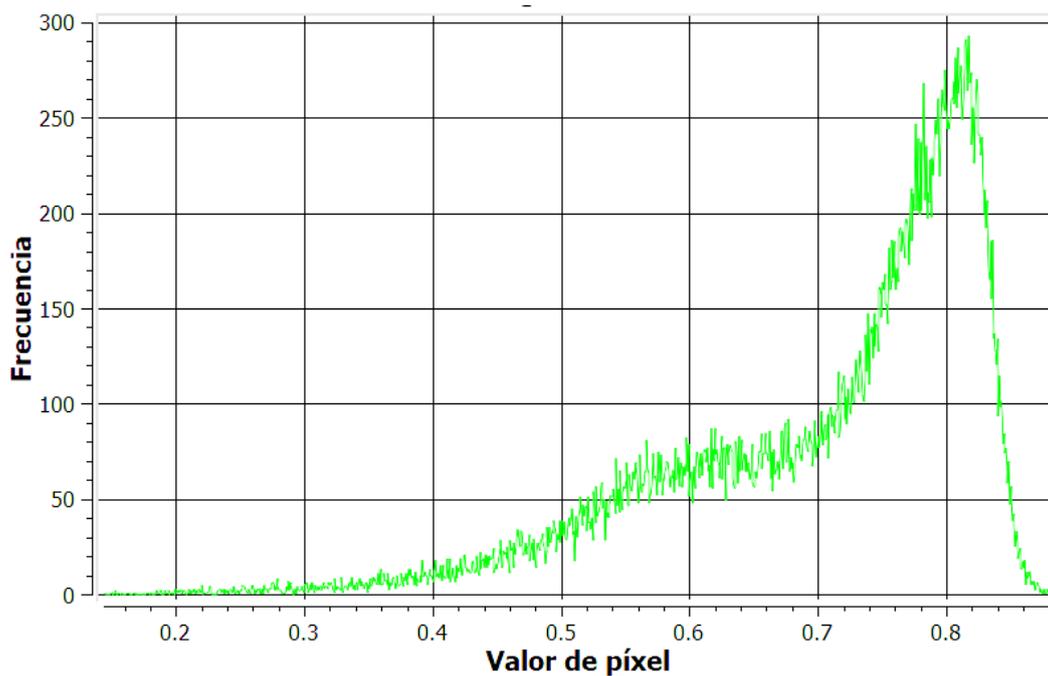


Figura 4. 4. Frecuencia de valor de píxel año 2016.



Para el año 2017, la frecuencia de valor de píxel (figura 4.5) presentó una distribución de los valores de rango cercanos a su media 0.822 lo cual indica una mayor presencia de suelos con abundante vegetación, sin embargo, la frecuencia de valor de píxel para el año 2018 (figura 4.6) presentó un ligero incremento en valores cercanos a 0.6

indicando la presencia de suelos vinculados a actividades agrícolas y suelos con abundante vegetación.

Figura 4. 5. Frecuencia de valor de píxel año 2017.

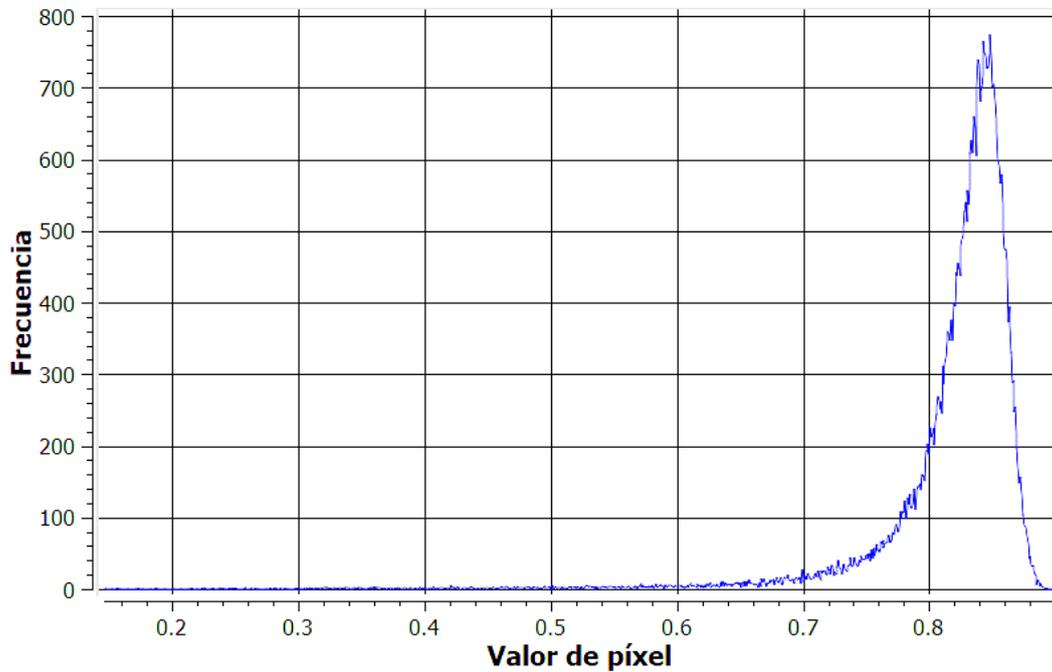
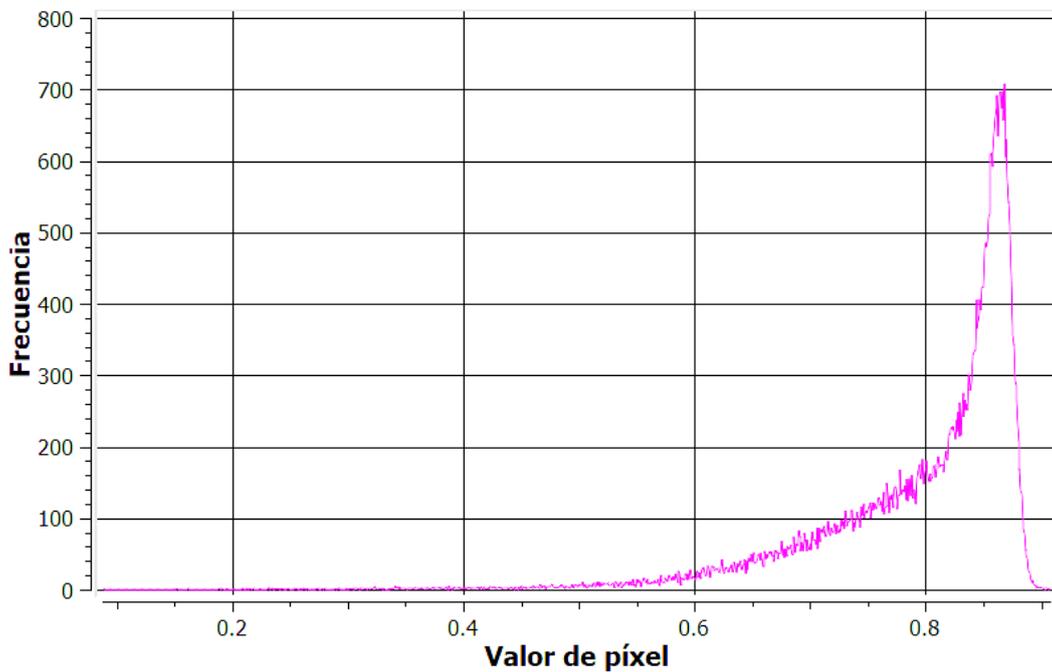


Figura 4. 6. Frecuencia de valor de píxel año 2018.



Para el año 2019, la frecuencia de valores de píxel (figura 4.7) se concentró principalmente en valores de 0.8 – 0.9 lo cual indica suelos con abundante vegetación, no obstante, la frecuencia de valor de píxel para el año 2021 (figura 4.8) presentó

incremento en los valores >0.5 indicando la presencia de suelos vinculados a actividades agrícolas principalmente en la zona este del área.

Figura 4. 7. Frecuencia de valor de píxel año 2019.

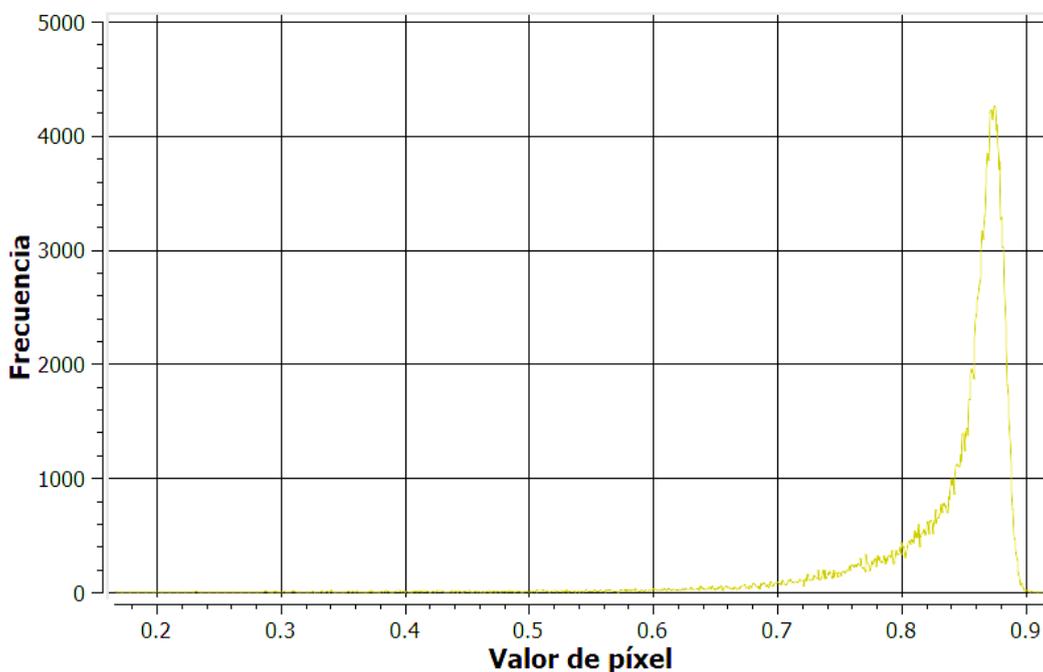
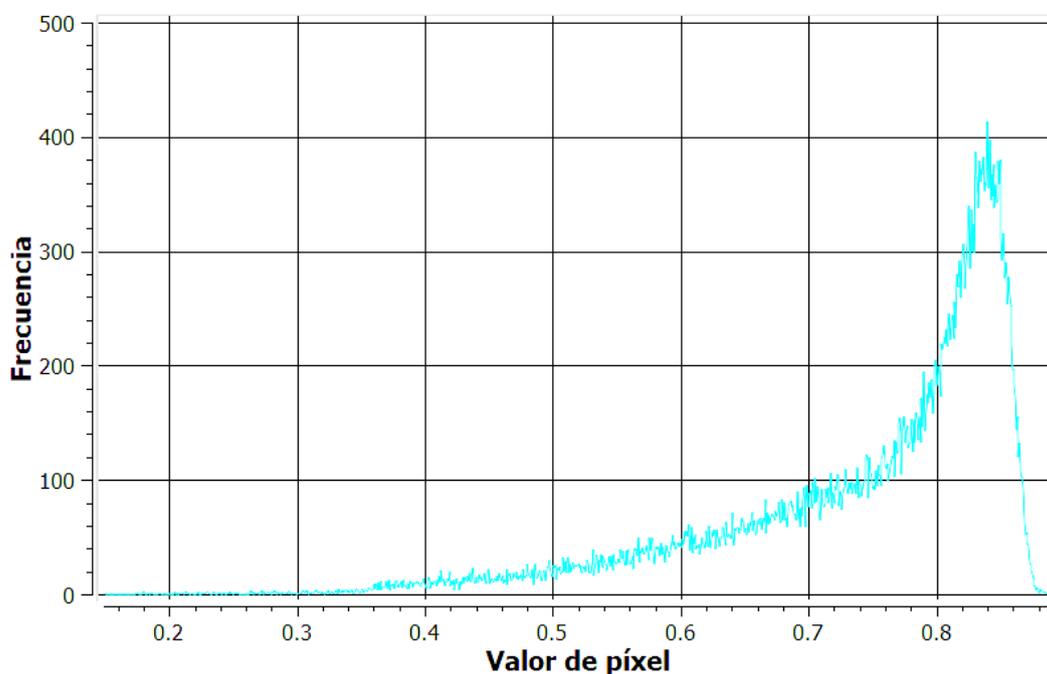


Figura 4. 8. Frecuencia de valor de píxel año 2021.



Comparación de NDVI.

Los valores obtenidos de NDVI fueron reclasificados para distinguir e identificar las diferentes clases de cobertura de suelo, en la tabla 4.3 se indican los rangos

establecidos para la interpretación de dichos valores y en la tabla 4.4 se detalla la identificación de la clase de cobertura de suelo y su respectiva superficie.

Tabla 4. 3. Rangos establecidos para la interpretación del NDVI.

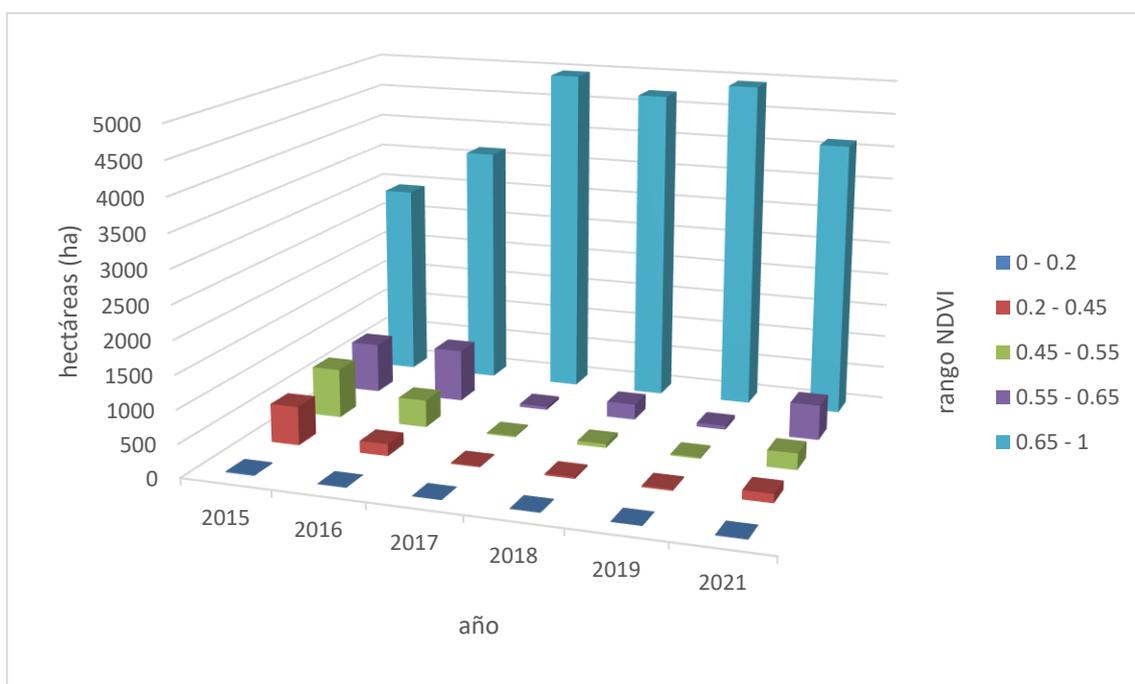
| NDVI | Clase de cobertura de suelo |
|--------------------|---|
| ≤ 0 - 0.2 | Tierras degradadas, suelos sin cobertura vegetal. |
| 0.2 - 0.45 | Suelos con vegetación escasa. |
| 0.45 - 0.55 | Suelos en transformación. |
| 0.55 - 0.65 | Suelos vinculados a actividades agrícolas. |
| 0.65 - 1 | Suelos con abundante vegetación. |

Tabla 4. 4. Valoración anual del NDVI por cobertura de suelo.

| NDVI | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2021 |
|--------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | hectáreas (ha) | | | | | |
| 0 - 0.2 | 15.3 | 2.8 | 0.36 | 0.54 | 0.49 | 0.81 |
| 0.2 - 0.45 | 584.01 | 179.1 | 15.12 | 24.84 | 20.92 | 133.65 |
| 0.45 - 0.55 | 746.73 | 414.45 | 19.98 | 58.41 | 22.07 | 248.58 |
| 0.55 - 0.65 | 758.61 | 797.49 | 47.43 | 235.98 | 56.63 | 529.2 |
| 0.65 - 1 | 2,939.58 | 3,650.31 | 4,961.34 | 4,724.46 | 4,944.24 | 4,131.99 |

La comparación de los valores obtenidos de NDVI para los años en estudio indican modificaciones en las superficies de las clases de cobertura identificados, en la figura 4.9 se representan gráficamente dichas transformaciones, se identificó una tendencia negativa del NDVI para suelos sin cobertura vegetal (14.49 ha), suelos con vegetación escasa (450.36 ha), suelos en transformación (498.15 ha) y suelos vinculados a actividades agrícolas (229.41 ha), sin embargo, la superficie de suelos con abundante vegetación presentó un incrementó notablemente (1192.41 ha), dicha tendencia positiva permite a los suelos conservar su fertilidad a lo largo del tiempo (Naturaliza, 2019), lo cual coincide con Alvarado (2021) quien menciona que los suelos con abundante vegetación presentan una mejor calidad del suelo y del ecosistema en general, además de aportar a los servicios ecosistémicos.

Figura 4. 9. Superficie anual por cobertura de suelo.



En la figura 4.10 se puede apreciar el cambio presentado entre 2015 y 2016, donde, el crecimiento de los suelos con abundante vegetación es notorio 710.73 ha, además, los suelos con vegetación escasa presentan decrementos en su superficie 404.91 ha; por otra parte, en la figura 4.11 se muestran los cambios presentados en la cobertura de los suelos para el año 2017 y 2018, donde, las variaciones principales se pueden apreciar en los suelos vinculados a las actividades agrícolas donde 188.55 ha incrementaron su superficie y los suelos con abundante vegetación 236.88 ha disminuyeron, y en la figura 4.12 se presentan los cambios generados en la vegetación para los años 2019 y 2021, donde, se puede apreciar que los suelos con abundante vegetación presentan disminución en su cobertura de 812.25 ha.

Las clases de cobertura de suelo obtenidas del análisis del NDVI son semejantes con la cobertura y uso de la tierra presentado por el MAATE (2018) tal como lo demostraron (Cartaya & Zurita, 2015) quienes señalan que el empleo de la técnica de NDVI puede ser empleada para determinar la cubierta vegetal de zonas de interés ecológicos en la provincia de Manabí. Así pues, Pacheco et al. (2020) indicaron que el NDVI puede usarse para estimar la variación de la superficie vegetal o cobertura.

Figura 4. 10. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2015 y 2016.

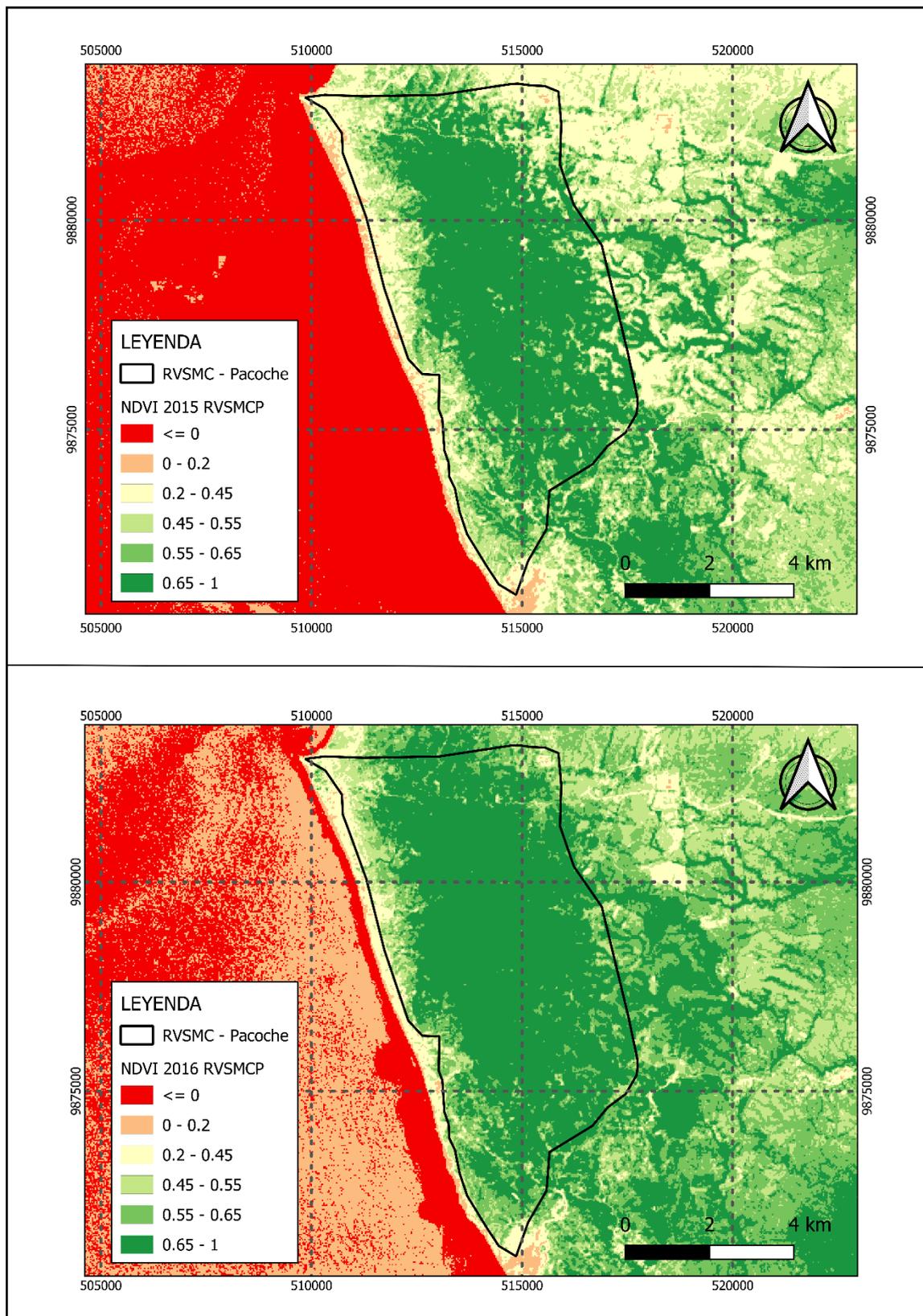


Figura 4. 11. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2017 y 2018.

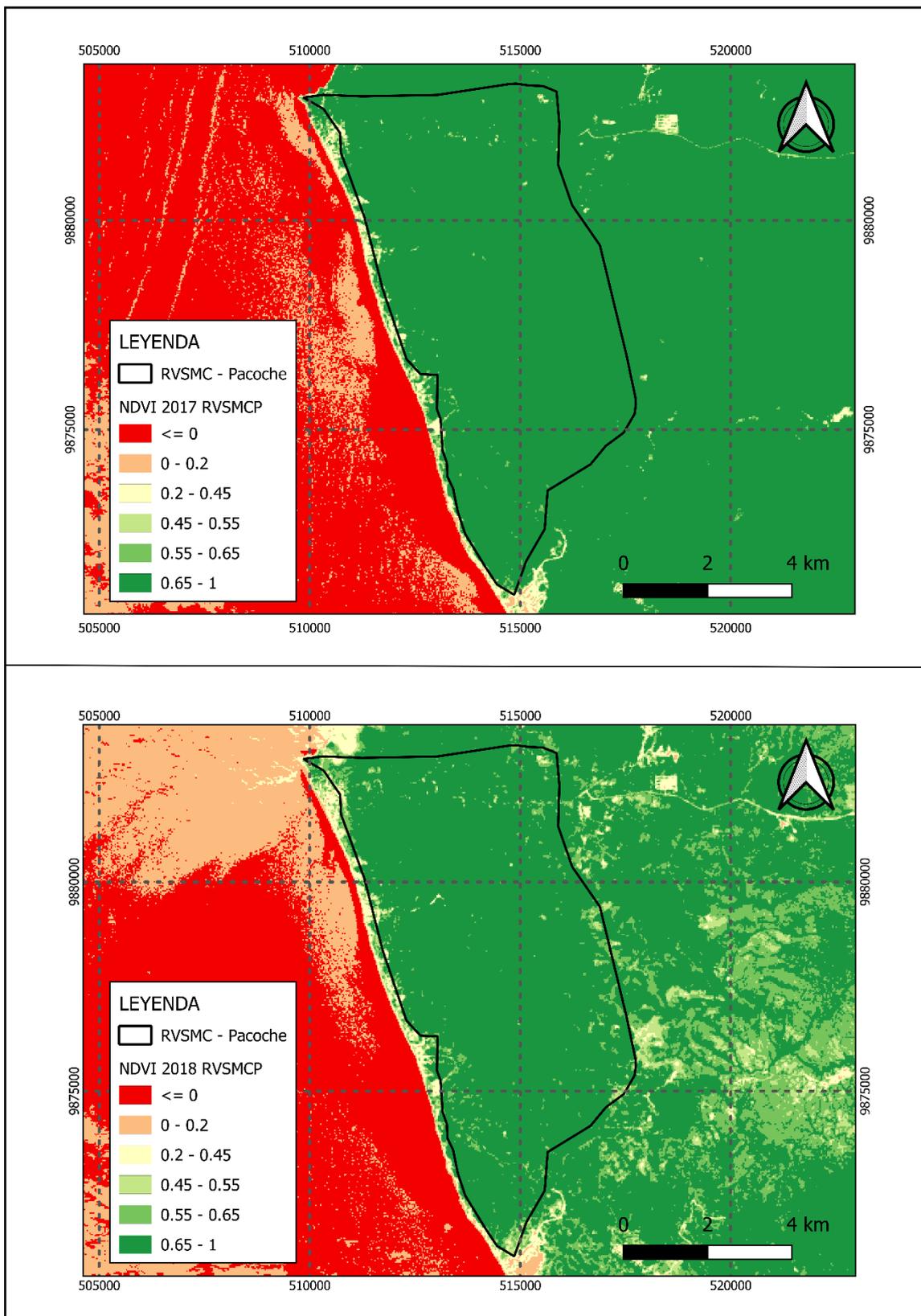
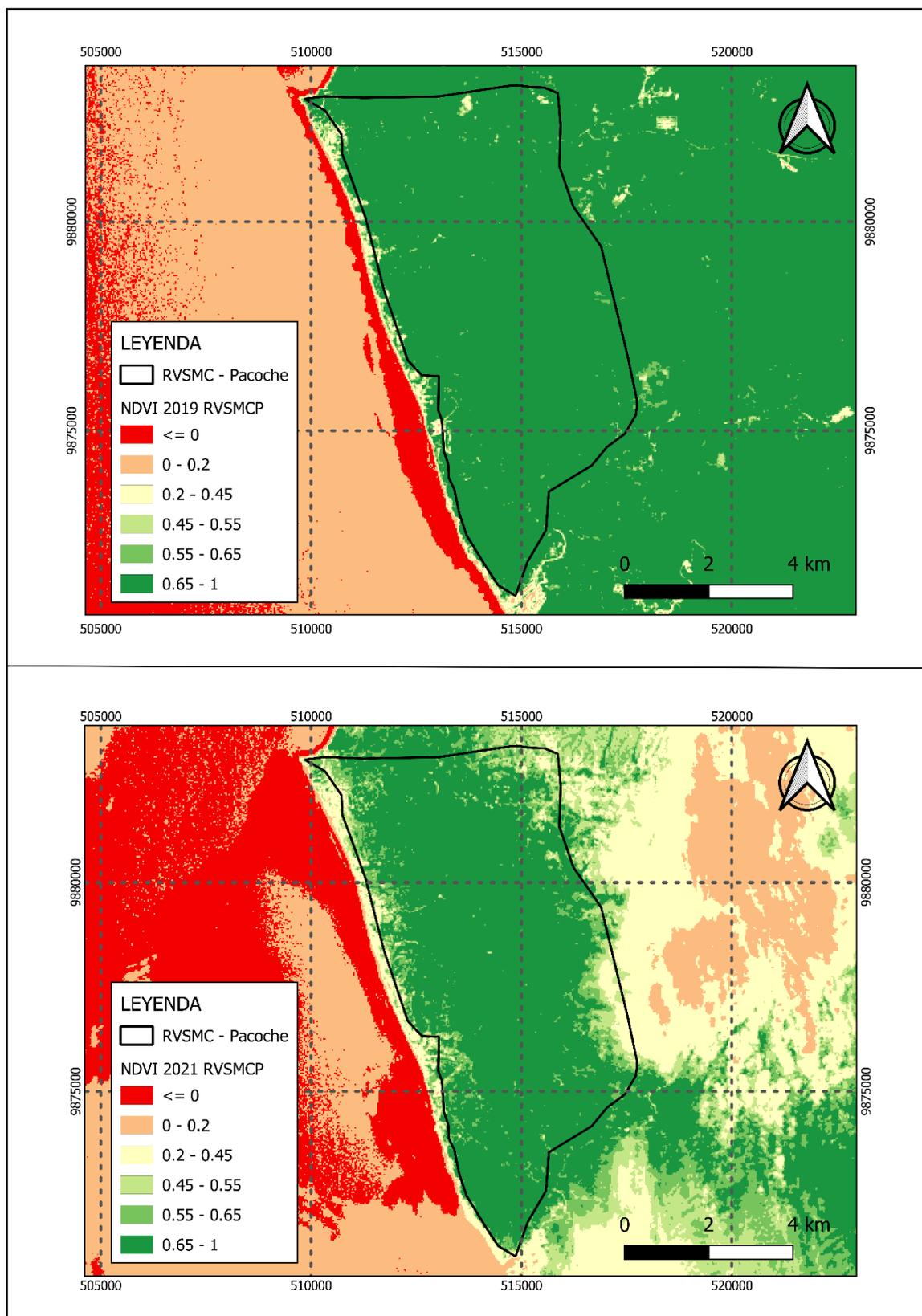


Figura 4. 12. Resultado del índice NDVI reclasificados año 2019 y 2021.



4.2. ANÁLISIS DE LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES Y SU IMPACTO AMBIENTAL EN EL RVSMC-PACOCHE.

Los mapas de cobertura y uso de suelo del Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacocha” representan la vegetación natural para los años: 2000 (4,318.12 ha), 2008 (4,275.80 ha) y 2018 (4,639.2711 ha), en la tabla 4.5 se visualizan las superficies de cobertura vegetal correspondientes para los años en estudio. Es importante destacar la transición de 492.22 ha de tierra agropecuaria a vegetación arbustiva y herbácea lo cual representa el 69.24% de cambio para el período 2008 – 2018 donde se pudiera presumir el abandono de tierras con fines agropecuarios.

Tabla 4. 5. Superficie de cobertura vegetal.

| Tipo de cobertura | Años de estudio | | | | | |
|--|-----------------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | 2000 | | 2008 | | 2018 | |
| | ha | % | ha | % | ha | % |
| Bosque | 3,542.91 | 70.24 | 3,500.70 | 69.40 | 3,351.80 | 66.45 |
| Cuerpo de agua | 2.60 | 0.05 | 2.60 | 0.05 | - | - |
| Otras tierras | 26.26 | 0.52 | 11.51 | 0.03 | 34.87 | 0.69 |
| Tierras agropecuarias | 663.96 | 13.16 | 691.04 | 13.70 | 300.31 | 5.95 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | 775.20 | 15.37 | 775.09 | 15.37 | 1,287.47 | 25.52 |
| Zona antrópica | 35.66 | 0.71 | 65.64 | 1.30 | 69.79 | 1.38 |
| TOTAL | 5,044.25 | 100 | 5,044.25 | 100 | 5,044.25 | 100 |

Para el periodo 2000 – 2008 se identificó que a 82.94 ha presentaron cambios en cobertura y uso de la tierra (tabla 4.6), la deforestación de bosques se concentró principalmente en la transición a tierras agropecuarias y zonas antrópicas, representando una tasa de deforestación anual de 0.15% que corresponde a 5.27 ha/año (figura 4.14) inferior a la tasa anual de deforestación neta que para el mismo período fue de 0.58% para Ecuador continental (Sierra et al., 2021), y la deforestación bruta anual promedio del Ecuador continental fue de 108.67 ha/año (MAE, 2018).

Tabla 4. 6. Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2000 - 2008.

| Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra | | Área (ha) |
|--|---------------------------------|-----------|
| 2000 | 2008 | |
| Bosque | Tierra agropecuaria | 27.23 |
| Bosque | Zona antrópica | 14.98 |
| Otras tierras | Vegetación arbustiva y herbácea | 12.78 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Zona antrópica | 10.32 |
| Otras tierras | Tierra agropecuaria | 5.58 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Otras tierras | 4.97 |
| Tierra agropecuaria | Zona antrópica | 3.33 |

| | | |
|---------------------|---------------------------------|--------------|
| Tierra agropecuaria | Vegetación arbustiva y herbácea | 2.40 |
| Otras tierras | Zona antrópica | 1.35 |
| TOTAL | | 82.94 |

Para el periodo 2008 – 2018 se determinó que 710.87 ha presentaron cambios en cobertura y uso de la tierra (tabla 4.7), la deforestación de bosques se concentró principalmente en la transición a tierras agropecuarias, vegetación arbustiva y herbácea, otras tierras y zonas antrópicas, representando una tasa de deforestación anual de 0.48% que corresponde a 16.38 ha/año (figura 4.15), sin embargo, la tasa anual de deforestación neta para Ecuador continental reportada en 3 períodos presentó valores de: -0.37% entre los años 2008 – 2014, 0.48% entre los años 2014 – 2016 y 0.46% entre los años 2016 – 2018, estos últimos con valores similares al área de estudio (Sierra et al., 2021). Por otra parte, en el documento “Estadísticas del Patrimonio Natural” señalan que la deforestación bruta anual promedio del Ecuador continental para el período 2008 – 2014 fue de 97.92 ha/año y 2014 – 2016 fue de 94.35 ha/año (MAE, 2018).

Tabla 4. 7. Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2008 - 2018.

| Cambio de Cobertura y Uso de la Tierra | | Área (ha) |
|---|---------------------------------|------------------|
| 2008 | 2018 | |
| Tierra agropecuaria | Vegetación arbustiva y herbácea | 492.22 |
| Bosque | Tierra agropecuaria | 122.88 |
| Bosque | Vegetación arbustiva y herbácea | 25.37 |
| Bosque | Otras tierras | 15.33 |
| Tierra agropecuaria | Bosque | 14.87 |
| Tierra agropecuaria | Otras tierras | 11.14 |
| Otras tierras | Vegetación arbustiva y herbácea | 10.48 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Otras tierras | 7.54 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Tierra agropecuaria | 6.47 |
| Tierra agropecuaria | Zona antrópica | 2.01 |
| Vegetación arbustiva y herbácea | Zona antrópica | 1.96 |
| Cuerpo de agua | Vegetación arbustiva y herbácea | 0.26 |
| Bosque | Zona antrópica | 0.18 |
| Otras tierras | Tierra agropecuaria | 0.16 |
| Total | | 710.87 |

La determinación de las áreas intervenidas para los periodos en estudio presentó: 42.21 ha de bosques deforestados entre los años 2000 – 2008 y 163.76 ha de bosques deforestados entre 2008 – 2018, en este último período se presenta la transición de 14.87 ha de tierra agropecuaria a bosque (tabla 4.8 y figura 4.16). En

resumen, para los dos periodos en estudio se deforestaron 205.97 ha de bosques, de este total el 73% corresponde a transición de bosques a tierras agropecuarias, seguido de transición de bosques a vegetación arbustiva y herbácea con el 12% y en menor proporción, pero no menos importante transición de bosques a otras tierras y transición de bosques a zona antrópica con el 8% y 7% respectivamente (figura 4.16).

Los resultados obtenidos se relacionan con varios estudios como: La deforestación a nivel nacional entre 1990 y 2018 se debe principalmente a la transformación de la cobertura boscosa en áreas agropecuarias, acuicultura y plantaciones forestales (Sierra et al., 2021), así mismo, coincide con autores como Montilla et al. (2017) quienes señalan que la pérdida de bosques en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche se debe principalmente al pastoreo, agricultura y ocupación humana, además, en Zamora Chinchipe se determinó que el uso del suelo de la provincia cambió principalmente de bosques nativos a tierra agropecuaria (Camacho-López et al., 2021).

Tabla 4. 8. Cobertura boscosa deforestada en los dos períodos en estudio.

| Cobertura y Uso de la Tierra | 2000 - 2008 | 2008 - 2018 | Total | % |
|---|--------------|---------------|---------------|-----------|
| | Área (ha) | | | |
| Bosque - Tierra agropecuaria | 27.23 | 122.88 | 150.11 | 73 |
| Bosque - Vegetación arbustiva y herbácea | - | 25.37 | 25.37 | 12 |
| Bosque - Otras tierras | - | 15.33 | 15.33 | 8 |
| Bosque - Zona antrópica | 14.98 | 0.18 | 15.16 | 7 |
| Total | 42.21 | 163.76 | | |

Figura 4. 13. Resultado de superficie (ha) de transición de bosques a otras coberturas y uso de la tierra.

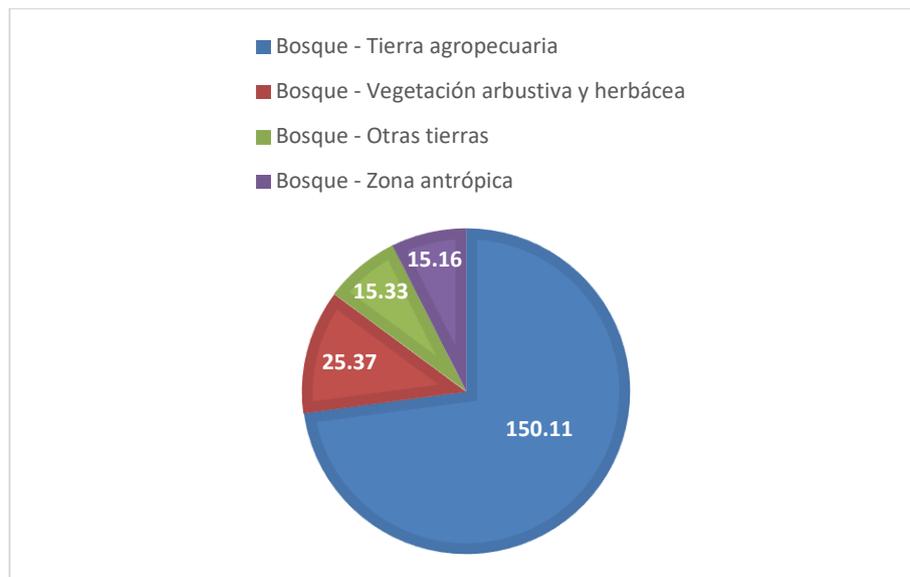


Figura 4. 14. Mapa de cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2000 - 2008.

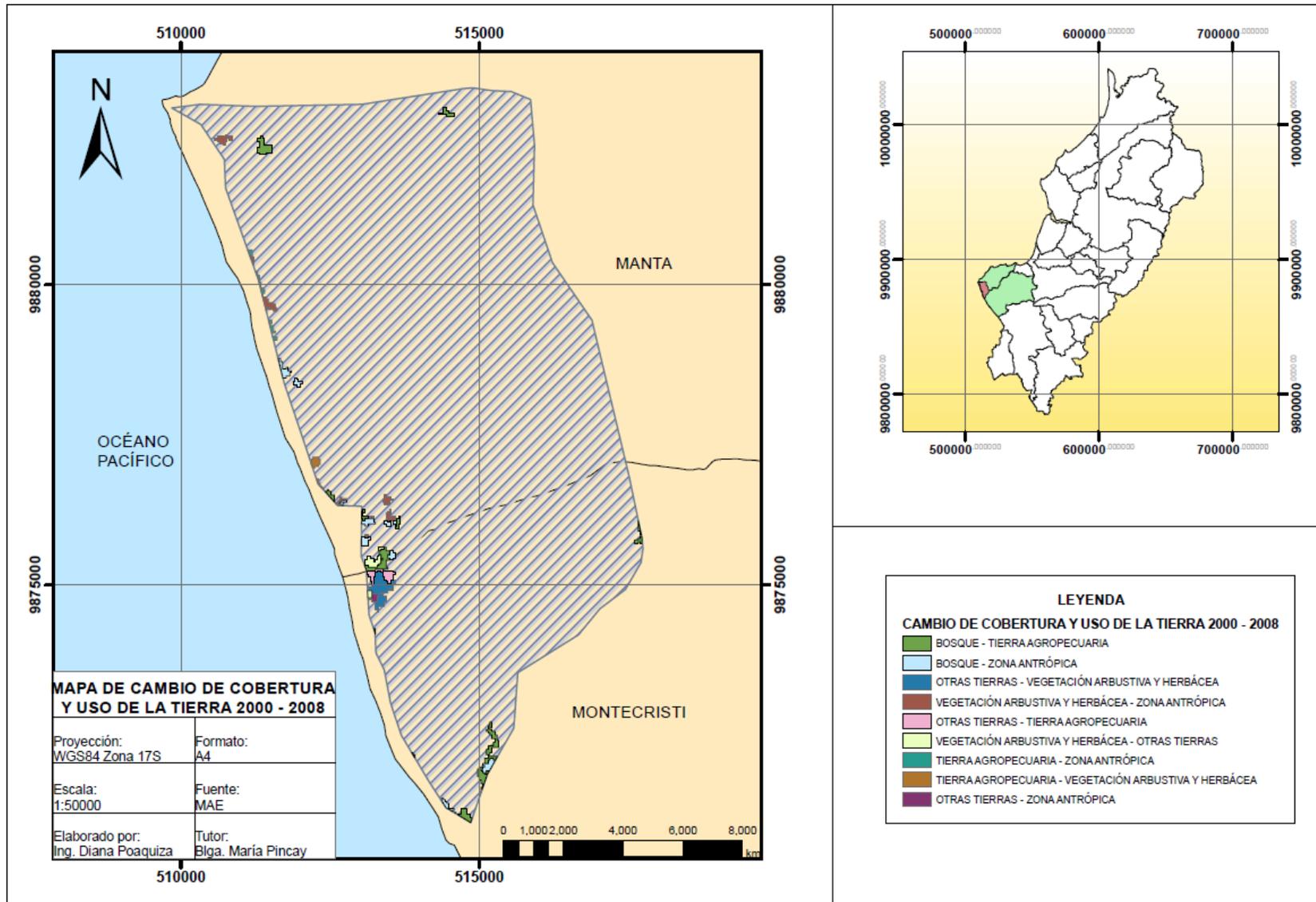


Figura 4. 15. Mapa de cambio de Cobertura y Uso de la Tierra 2008 - 2018.

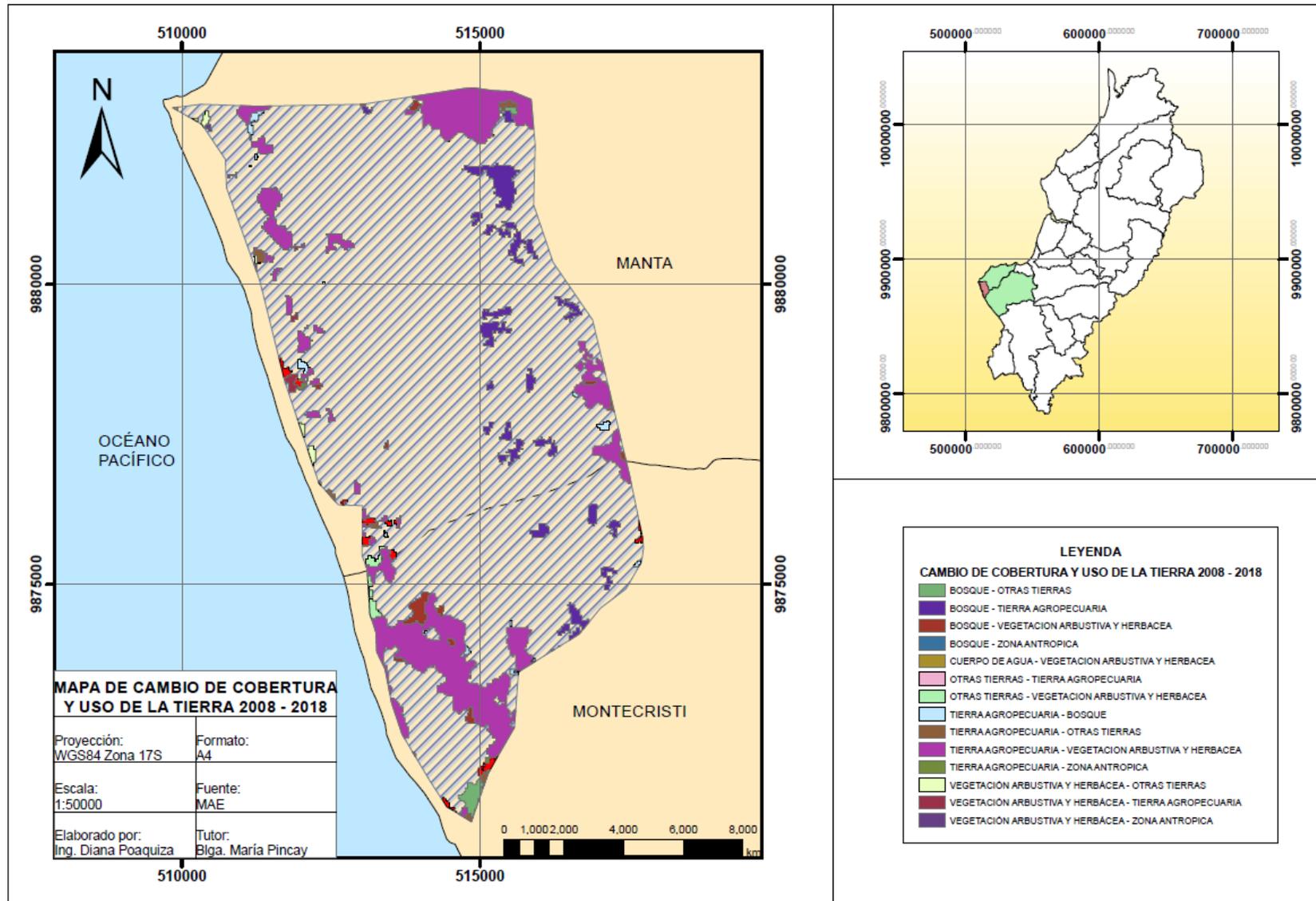
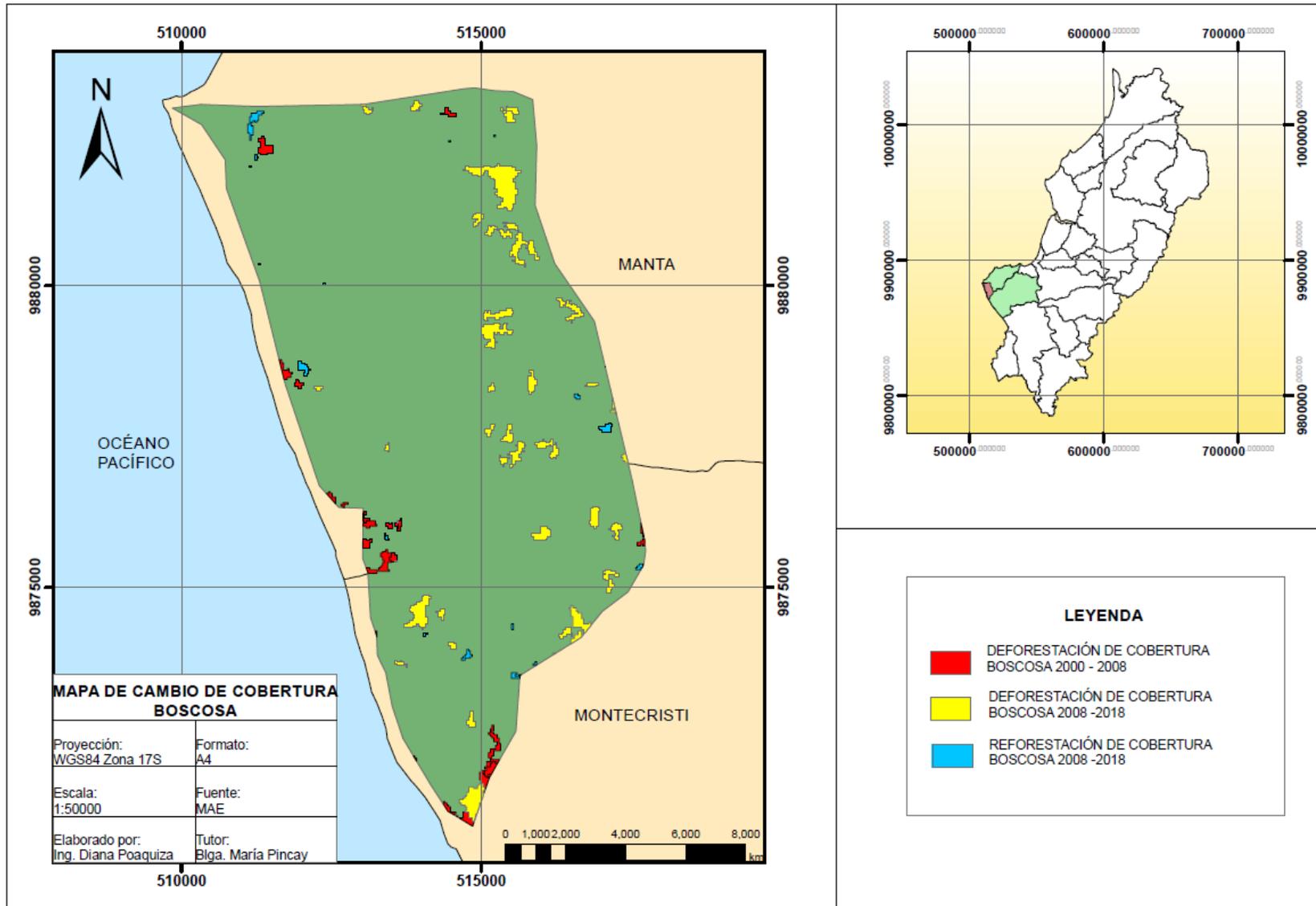


Figura 4. 16. Mapa de Cambio de Cobertura boscosa 2000 - 2018.



4.3. ELABORACIÓN DE PLAN DE ACCIÓN PARA REDUCIR LA FRAGMENTACIÓN DE BOSQUES EN EL RVSMC-PACOCHE.

El plan de acción se desarrolló con el objetivo de proponer medidas preventivas y correctivas con el fin de disminuir el deterioro de la cobertura boscosa en el área de estudio. Para ello se identificaron los hallazgos de los resultados obtenidos de las actividades (1) identificación del comportamiento de la actividad agrícola y ganadera a través del cálculo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) y (2) análisis de la fragmentación de bosques y su impacto ambiental en el RVSMC-Pacocha, además de los lineamientos establecidos en el Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacocha (2017) y la normativa ambiental vigente.

El marco jurídico correspondiente para la temática en estudio contempla los siguientes cuerpos legales:

- Constitución de la República del Ecuador.
- Tratados Internacionales: Convenio sobre la Diversidad Biológica, Convenio de las Naciones Unidas para la lucha contra la Desertificación, Foro de Naciones Unidas sobre Bosques.
- Código Orgánico del Ambiente.
- Acuerdos Ministeriales: Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

PLAN DE ACCIÓN

| No | HALLAZGOS | MEDIDAS CORRECTIVAS | CRONOGRAMA | | | | | | RESPONSABLE | COSTO | INDICADORES | MEDIOS DE VERIFICACIÓN |
|----|---|--|------------|---|---|---|---|---|---|-------|--|--|
| | | | (años) | | | | | | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | | | |
| 1 | Análisis multitemporal de NDVI indica que los suelos vinculados a actividades agrícolas presentan una ligera disminución en su cobertura. | Promover una regeneración natural asistida y sus respectivas actividades de acuerdo con lo contemplado en el Plan Nacional de Restauración Forestal 2019 – 2030. | x | x | x | x | x | | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. | - | % de cambio de cobertura vegetal anual. | Monitoreo, reportes e informes. |
| 2 | Incremento de bosques deforestados para el segundo periodo de estudio (2008 - 2018). | Generar usos de cambios de suelo favorables para la restauración de la cobertura boscosa. | x | x | x | x | x | x | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. | - | área de bosque (ha) | Imágenes satelitales, representaciones gráficas y mapas. |
| 3 | Abandono de tierras agropecuarias y suelos degradados. | Implementar buenas prácticas agrícolas. | x | x | x | | | | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. | - | % actividades económicas de las comunidades en el RVSMC-Pacocha. | Encuestas e informes. |
| 4 | Durante la visita de campo se identifica la presencia de desechos plásticos en senderos. | Control y vigilancia durante recorridos. | x | x | | | | | Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. | - | peso de desechos recolectados. | Registros fotográficos e informes. |

A nivel nacional los espacios naturales juegan un papel importante en la conservación de la biodiversidad, siendo así, que en los últimos años se han presentado varios planes de acción para la conservación de especies como: cóndor andino (MAE & The Peregrine Fund, 2018), primates (Tirira et al., 2018), tiburones (Rosero & Rosero, 2020), oso andino (Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador [MAAE], 2020), tortugas marinas (MAAE et al., 2020) y aves playeras migratorias (MAATE & Aves y Conservación -BirdLife 2021, 2021).

El Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de Emisiones causadas por la Deforestación y la Degradación de los Bosques – REDD+ en Ecuador manifiesta que: *“Contribuye a los esfuerzos nacionales para la reducción de la deforestación y degradación de los bosques a través de la conservación, manejo forestal sostenible, y la optimización de otros usos de suelo para reducir la presión sobre los bosques, aportando de esta forma a la reducción de emisiones de GEI.”* (MAE, 2016).

Así, también la Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS, Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación – UNESCO, Conservación Internacional – CI e Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo – Hivos elaboraron el Plan de acción regional para la conservación de los manglares en el Pacífico Sudeste con el fin de: *“ayudar a los gobiernos participantes a fortalecer las políticas y programas para la protección, recuperación y uso sostenible de los manglares en la región.”* (2016).

La restauración de los ecosistemas es fundamental para alcanzar los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible, por ello el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – PNUMA y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO desarrollaron el Plan de Acción de la Década sobre la Restauración de Ecosistemas en América Latina y el Caribe cuyo objetivo global es que al término del periodo: *“los ecosistemas de América Latina y el Caribe están en proceso de recuperación, en particular aquellos ecosistemas que son esenciales para la sustentabilidad social, económica y ambiental a largo plazo y el bienestar de la región”* (2021).

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos del cálculo del NDVI demuestran que la cobertura de suelos vinculados a actividades agrícolas disminuyó 229.41 ha en el tiempo de estudio, por consiguiente, se pudiera inferir el abandono de las mismas o el cambio de la actividad económica en la población.
- Las imágenes satelitales y el análisis multitemporal confirman que las superficies de cobertura y uso de la tierra presentan modificaciones en la línea del tiempo. Además, otros estudios en el área coinciden en que la fragmentación de bosques se da principalmente por las actividades antropogénicas que se realizan dentro de las áreas de estudio y sus límites, siendo así, que el deterioro de estos ecosistemas conlleva a que la biodiversidad presente y los servicios ecosistémicos que prestan sean afectados.
- Las medidas correctivas propuestas buscan subsanar los hallazgos identificados en el área. Por tanto, es importante recalcar que los planes de acciones tanto para la conservación de especies y ecosistemas son instrumentos que aportan para mejorar las condiciones ambientales de la biodiversidad.
- En base a los resultados obtenidos, se rechazó la idea a defender donde el comportamiento de la actividad agrícola y ganadera no aportó en la fragmentación del bosque en el Refugio de Vida Silvestre Marino Costera “Pacoche”. Se identificó la transición de 525.97 ha de tierras agropecuarias principalmente a vegetación arbustiva y herbácea.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere realizar una actualización referente a las actividades económicas de la zona y sus alrededores, con el fin de poder cuantificar el porcentaje de población dedicada a la agricultura y ganadería e impartir talleres y charlas informativas sobre buenas prácticas ambientales y agrícolas.

- Se propone analizar el cambio de cobertura y uso de la tierra de las zonas adyacentes al área protegida para identificar el comportamiento de este y prevenir el deterioro de los ecosistemas existentes.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M. B. (2020, February 3). *BOSQUES CADUCIFOLIOS: Características, Flora y Fauna*. Ecología Verde. <https://www.ecologiaverde.com/bosques-caducifolios-caracteristicas-flora-y-fauna-2499.html>
- Agriculturers, R. de especialistas en A. (2018, August 30). *Los beneficios que tiene la agricultura*. Red de Especialistas En Agricultura. <http://agriculturers.com/los-beneficios-que-tiene-la-agricultura/>
- Aldás, A. (2019). *Análisis de la dinámica temporal del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para los años 1986, 2001 y 2017 en la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, Imbabura, mediante el uso de Google Earth Engine*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Alvarado, V. (2021). Factores que inciden en la erosión hídrica. *Ciencia y Práctica*, 1(2). <https://doi.org/10.52109/CYP2021217>
- Arana, S. (2019, December 18). Ecuador: país agropecuario, agroindustrial y agroexportador. *El Productor. El Periódico Del Campo*. <https://elproductor.com/ecuador-pais-agropecuario-agroindustrial-y-agroexportador/>
- Arboit, M. E. (2017). Estimación de índice de vegetación en entornos urbanos forestados consolidados de baja densidad del área Metropolitana de Mendoza, Argentina. *Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad.*, 23(23), 033–060.
- Ariza, A. (2013). *Productos LDCM-Landsat 8*. <https://www.un-spider.org/sites/default/files/LDCM-L8.R1.pdf>
- Asamblea Nacional Constituyente, (2008). *CONSTITUCIÓN DE LA REPÚBLICA DEL ECUADOR*. https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf
- Ávalos, M., & Trueba, A. (2019). *Planificación turística como proceso de certificación sostenible de la playa San Lorenzo, cantón Manta, Manabí*.
- Bello, E. (2020). *NDVI: La Herramienta Gratuita #1 para el Monitoreo Agrícola*. <http://satelitec.mx/blog/2021/02/06/ndvi-la-herramienta-gratuita-1-para-el-monitoreo-agricola-%F0%9F%94%B0%F0%9F%92%BB%F0%9F%9B%B0%F0%9F%92%AF/>
- Benítez-Malvido, J. (2016, November 22). *Alertan por la fragmentación de ecosistemas*. Ciencia y Salud. <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/ciencia-y-salud/ciencia/2016/11/22/alertan-por-la-fragmentacion-de-ecosistemas>
- Britton, T. L., Colquhoun, I., & Clark, K. (2018). Perceptions of Primates and Protected Areas: Ethnoprimateological Implications for Conservation in the Pacoche Refuge. *Electronic Thesis and Dissertation Repository.*, 6037. <https://ir.lib.uwo.ca/etdhttps://ir.lib.uwo.ca/etd/6037>

- Cabido, M., & Zak, M. (2019, October 29). *El avance de la agricultura es la mayor causa de deforestación*. Escuela de Nutrición. <https://nutricion.fcm.unc.edu.ar/el-avance-de-la-agricultura-es-la-mayor-causa-de-deforestacion/>
- Camacho-López, C., Carrión-Paqui, N., & Jaramillo-Villa, A. (2021). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Zamora Chinchipe. *Polo Del Conocimiento*, 6(11), 1228–1241. https://www.researchgate.net/publication/358741290_Analisis_multitemporal_de_la_deforestacion_y_cambio_de_la_cobertura_del_suelo_en_Zamora_Chinchipe
- Cardona, M. (2020). *Estos son los países más biodiversos del mundo*. National Geographic. https://viajes.nationalgeographic.com/es/a/paises-mas-biodiversidad-mundo_15317/1
- Cartaya, S., Zurita Alfaro, S., & Mantuano Eduarte, R. (2017). *Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de Cuniculus paca, Ecuador*. 262–279.
- Cartaya, S., & Zurita, S. (2015). Determinación de la deforestación total y la tasa porcentual de cambio en la Reserva Natural de Pacoche y una zona no protegida en el centro-norte de Manabí. *La Técnica: Revista de Las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 14, 72. https://doi.org/10.33936/la_tecnica.v0i14.584
- Castro del Valle, V., Guzmán Vera, D., & Montilla Pacheco, A. (2020). *Eco-ruta de aviturismo Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche, Ecuador*. Revista de Investigación N° 101 Vol. 44. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/64603622/REVISTA_INVESTIGACION_VOL.44-101-VERSIÓNfinal.pdf?1601921431=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DREVISTA_INVESTIGACION_VOL_44_101.pdf&Expires=1614049504&Signature=PaQlaHQ1IOgY3pbwH2U3kXGXQykasA
- Chantre, M. (2017). *ANÁLISIS COMPARATIVO DE CAMBIOS DE ÁREA EN COBERTURAS EN LA PARTE ALTA DE LA SUBCUENCA RÍO PALACÉ, A TRAVÉS DE IMÁGENES LANDSAT ENTRE 1989 y 2016*. [Universidad de Manizales]. https://ridum.umanizales.edu.co/bitstream/handle/20.500.12746/3203/Chantre_Velasco_Mabel_2017%20.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Chompoy, C., & Zambrano, D. (2017). *Estructura y composición del bosque deciduo del cerro Montecristi, Manabí, Ecuador* [Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://core.ac.uk/download/pdf/157800163.pdf>
- Chuvienco, E. (1996). *Fundamentos de teledetección* (3° edición). Ediciones RIALP. <http://cursosihlla.bdh.org.ar/Sist.Cart.yTeledet./Bibliografia/FUNDAMENTOS-DE-TELEDETECCION-EMILIO-CHUVIECO.pdf>
- Chuvienco, E., Martín, M. P., & Palacios, A. (2002). Assessment of different spectral indices in the red-near-infrared spectral domain for burned land discrimination. *https://doi.org/10.1080/01431160210153129*, 23(23), 5103–5110. <https://doi.org/10.1080/01431160210153129>

- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, M. (2020, February 28). *¿Por qué se pierde la biodiversidad?* Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/biodiversidad/porque>
- Comisión Permanente del Pacífico Sur, C., Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación, U., Conservación Internacional, C., & Instituto Humanista para la Cooperación con los Países en Desarrollo, H. (2016). *Plan de acción regional para la conservación de los manglares en el Pacífico Sudeste.*
- Consejería de Transición Ecológica, Lucha contra el Cambio Climático y Planificación Territorial, E. (2022, February 11). *Formación y estructura del suelo.* https://www.gobiernodecanarias.org/medioambiente/temas/calidad-del-suelo/el_suelo_en_canarias/que_es_el_suelo/formacion_y_estructura_del_suelo/
- Constitución de la Republica del Ecuador, E. (2019). *Reglamento al Código Orgánico del Ambiente.*
- Cortés, M. (2020). *Deforestación en el departamento del Chocó por medio de imágenes satelitales LANDSAT y SENTINEL durante el periodo 2015-2019* [Universidad de los Andes]. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/48761/u833357.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Costa, C. (2020, February 18). *Destrucción del Amazonas: las principales amenazas para la mayor selva tropical del mundo en los 9 países que la comparten.* BBC News Mundo. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-51377234>
- Earth Observing System, E. (2013). *El Satélite Landsat 8: Imágenes, Descripción Y Características.* <https://eos.com/es/find-satellite/landsat-8/>
- Earth Observing System, E. (2022, July 8). *Mapa SIG: Tipos de mapas interactivos y aplicaciones.* <https://eos.com/es/blog/mapa-sig/>
- Earth Observing System, E. (2021, June 18). *Bandas Del Landsat 8: Funcionamiento Y Combinaciones.* <https://eos.com/es/blog/bandas-landsat-8/>
- Ecuador forestal. (2018). *Evaluación Nacional de Riesgos.* <http://ecuadorforestal.org/informacion-s-f-e/bosque-forestal/bosque-plantado/>
- FAO. (2016). *Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015 ¿Cómo están cambiando los bosques del mundo?* (segunda edición). www.fao.org/forest-resources-assessment/es
- FAO. (2017). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación.* www.fao.org/publications
- Fernández, I. (2018, February 21). *¿Qué es la Fragmentación de Hábitats y por qué es tan importante?* Greenteach. <https://www.greenteach.es/fragmentacion-de-habitats/>

- Finer, M. (2019). *Conservando el Chocó Ecuatoriano*. Monitoring of the Andean Amazon Project. <https://maaproject.org/2019/choco-ecuatoriano/>
- Gaona, Telmo. (2019). *Composición florística y estructura del bosque húmedo tropical del refugio de vida silvestre marino costero Pacoche. año 2018*.
- García, J. (2020, August 5). *Los sectores de producción y sus características*. EAE Business School. <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/los-sectores-de-produccion-y-sus-caracteristicas/>
- Gis & Beers. (2018, February 15). *Aplicaciones de la teledetección en medio ambiente*. <http://www.gisandbeers.com/aplicaciones-de-la-teledeteccion-medio-ambiente/>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Manta, E. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial 2014-2019*. <https://manta.gob.ec/db/municipio/Planes-programas-proyectos/2020/PDOT-DOCUMENTO-FINAL-BAJAS-2014-2019.pdf>
- Hortal, J., Ronquillo, C., & Stropp, J. (2020). *La ignorancia como herramienta para conocer la biodiversidad*. <https://www.mncn.csic.es/sites/default/files/2020-03/incertidumbre.pdf>
- Humacata, L. (2019). Análisis espacial de los cambios de usos del suelo. Aplicación con Sistemas de Información Geográfica. *Revista Cartográfica*, 98(98), 239–257. <https://doi.org/10.35424/RCARTO.I98.149>
- Innovationes AgroFood Design. (2019, June 24). *Fundamentos y principios de teledetección*. Innovatione. <https://innovatione.eu/2019/06/24/fundamentos-de-teledeteccion/>
- Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña, E. (2019, December 3). *Concepto suelo*. <https://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Servicios/Suelos/Concepto-suelo>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, E., & Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, E. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion de los principales resultados ESPAC 2019.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2019/Presentacion_de_los_principales_resultados_ESPAC_2019.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Censos, E., & Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, E. (2022). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua ESPAC 2021*. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, E., & Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, E. (2021). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020*. www.ecuadorencifras.gob.ec

- Intriago, Y., & Roldán, M. (2017). *ANÁLISIS ESPACIO TEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL DEL CANTÓN FLAVIO ALFARO DESDE EL AÑO 2000 A 2014*. [Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]. <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/36>
- Lao, B., & Peláez, D. (2018, January). La teledetección y los Sistemas de Información Geográfica para el manejo de las tierras. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542018000100006
- León-Alfaro, Y. (2019). Análisis de fragmentación y conectividad del bosque en la subcuenca del río Tapezco, Costa Rica: conectado el bosque para proteger el agua. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(1), 102–120. <http://www.scielo.org.co/pdf/rcdg/v28n1/2256-5442-rcdg-28-01-102.pdf>
- Lizcano, D. J., Cervera, L., Espinoza-Moreira, S., Poaquiza-Alva, D., Parés-Jiménez, V., & Ramírez-Barajas, P. J. (2016). Medium and large mammal richness from the marine and coastal wildlife refuge of Pacoche, Ecuador. *Therya*, 7(1). <https://doi.org/10.12933/therya-16-308>
- Luna, M., & Prada, R. (2021). *Análisis de la deforestación: Departamento del Guaviare*.
- Méndez, A. (2022, April 17). *Histograma de Frecuencias - La guía completa*. Plan de Mejor. <https://www.plandemejora.com/histograma-de-frecuencias/>
- Mendoza, J. A., García, K. E., Salazar, R. E., & Vivanco, I. M. (2019). La Economía de Manabí (Ecuador) entre las sequías y las inundaciones. *ESPACIOS*, 40, 10.
- Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca, E. (2016). *La Política Agropecuaria ecuatoriana. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025.: Vol. II Parte*. www.agricultura.gob.ec
- Ministerio de Agricultura y Ganadería, E. (2019, September 9). *Agricultura, la base de la economía y la alimentación*. <https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/>
- Plan Estratégico Institucional 2017 - 2021, (2020). https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2020/09/AM_068_PEI2.pdf
- Ministerio de ambiente de Ecuador, E. (2017). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche*.
- Ministerio de Ambiente y Agua, E. (2018). *Mapa Interactivo*. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica del Ecuador, E., & Aves y Conservación -BirdLife 2021, E. (2021). *Plan de Conservación para Aves Playeras Migratorias 2021-2031*. <https://www.researchgate.net/publication/324952795>

- Ministerio del Ambiente, E. (2016). *Bosques para el Buen Vivir - Plan de Acción REDD+ Ecuador (2016-2025)*.
- Ministerio del Ambiente, E. (2018a). *Cobertura y Uso de la Tierra*. <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, E. (2018b). *Estadísticas del Patrimonio Natural del Ecuador Continental*. https://proamazonia.org/wp-content/uploads/2019/10/ECUADOR_Folleto_Patrimonio_Natural_compressed.pdf
- Ministerio del Ambiente, E., & The Peregrine Fund. (2018). Plan de acción para la conservación del cóndor andino en Ecuador. In *PLoS ONE* (Vol. 11, Issue 3). Public Library of Science. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0151827>
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, E. (2020). *PLAN DE ACCIÓN PARA LA CONSERVACIÓN DEL OSO ANDINO (Tremarctos Ornatus) EN EL ECUADOR*.
- Ministerio del Ambiente y Agua del Ecuador, E., WildAid, L., & Cooperación Técnica Alemana - Giz, E. (2020). *Plan de acción para la Conservación de las Tortugas Marinas en Ecuador 2020 - 2030*.
- Mola, I., de Torre, R., & Sopeña, A. (2018). *Guía Práctica de Restauración Ecológica. Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica*. https://fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/PDF_ordenados/Anejos/Anejo_04.pdf
- Montilla Pacheco, A., Reyes Rivero, A., & Aguero Corzo, E. (2017). *Análisis de Deforestación en Ecosistemas Boscosos del Refugio de Vida Silvestre Pácoche, Manabí Manta, Ecuador*. Scielo. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142017000300005
- Moracho, A. (2018). *Sistema de Información Geográfica (SIG). Teoría y Aplicación*. Geoinnova. <https://geoinnova.org/>
- Natural Environment Research Council, U. (2014). *Áreas de investigación*. <https://nerc.ukri.org/funding/application/howtoapply/topics/>
- Naturaliza. (2019, July 3). *Suelos: espacio de biodiversidad y generación de vida*. <https://www.naturalizaeducacion.org/2019/07/03/suelos-espacio-de-biodiversidad-y-generacion-de-vida/>
- Oñate, J. (2021). *Dinámicas en torno a la propiedad, uso y conflicto sobre la tierra en las zonas costeras del centro sur de la provincia de Manabí*.
- Organización de las Naciones Unidas, O. (2020, April 6). *Índices de vegetación*. <https://www.un-spider.org/es/enlaces-y-recursos/fuentes-de-datos/daotm-indices-vegetacion>

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura, F. (2018). *Guía de Buenas Prácticas para la Gestión y Uso Sostenible de los Suelos en áreas Rurales*. <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). *EL ESTADO DE LOS BOSQUES DEL MUNDO*. <http://www.fao.org/publications/es>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (1995). *Evaluación de los recursos forestales 1990 (informe principal)*. <http://www.fao.org/3/t0830e/T0830E04.htm#ch3>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2021, June 10). *COP26 - La expansión agrícola causa cerca del 90% de la deforestación mundial*. Catálogo de Publicaciones de La FAO 2021; FAO. <https://doi.org/10.4060/CB4740ES>
- Ortiz, J. (2019). *Aplicabilidad del NDVI para la elaboración de un inventario de deslizamientos en el Municipio de Albán, Cundinamarca* [Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/1388/OrtizAgudelo_TrabajoInvestigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pacheco, H., Zamora-Ledezma, E., & Jarre, E. (2020). Variaciones de la cobertura vegetal empleando el índice normalizado de diferencia de vegetación para monitorear ODS en Manabí - Ecuador. *Revista Técnica de La Facultad de Ingeniería, especial* (2), 12–18. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/tecnica/article/view/33610/35414>
- Pérez-Minta, A. L., & Cucás-Rosero, E. S. (2019). *Estado De Fragmentación Del Matorral Seco Montano en la Cuenca del Rio Chota, E*. Universidad Técnica del Norte.
- Pinargote-Mora, V., Posligua-Ponce, J., & Loor-Cedeño, P. (2018). MANABÍ: TERRITORIO DE PRODUCCIÓN HACIA LA INDUSTRIALIZACIÓN. ¿CÓMO APROVECHAR SU PRODUCTIVIDAD? *Journal of Science and Research*. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/563/520>
- Pineda, J., & Jaramillo, C. (2022). *ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL EN LA ZONA DE AMORTIGUAMIENTO ALTOANDINA DEL PARQUE NACIONAL COTACACHI-CAYAPAS (1990-2019)* [Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11967/2/03%20RNR%20398%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Pinta, M. (2021). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal en la subcuenca del Río Chambo* [Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.espech.edu.ec/handle/123456789/15918>
- Pozzobon, E. N., & Osorio, R. A. (2002). Evaluación de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, estado Barinas-Venezuela, en base al análisis

multitemporal de imágenes de percepción remota. *Revista Geográfica Venezolana*, 43(2), 215–235.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, P., & Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, F. (2021). *Plan de Acción de la Década sobre la Restauración de Ecosistemas en América Latina y el Caribe*. 33. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34950>
- Proyecto Explora Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Valoración y Divulgación de la Ciencia y la Tecnología. (2015). *Ecoinformática para jóvenes: Capturando información ambiental para comprender nuestro entorno*. www.ecoinformatica.cl/explora
- Raffino, M. E. (2020, May 30). *Agricultura - Concepto, tipos y fines*. <https://concepto.de/agricultura/>
- Rosero, J., & Rosero, O. (2020). *PLAN DE ACCIÓN NACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN Y EL MANEJO DE TIBURONES DE ECUADOR (PAT-EC)*.
- Rosero, W. (2021). *Plan de Uso y Gestión del Suelo*.
- Russell, D. (2019). *El suelo: el tesoro que vive bajo nuestros pies*. <https://www.eea.europa.eu/es/senales/senales-2019/articulos/entrevista-2014-el-suelo-el>
- Salizzi, E. (2020). *Frontera agraria*. In agosto. <https://www.teseopress.com/diccionarioagro/chapter/terrateniente/>
- Sánchez, D. (2017). *LOS CONFLICTOS DE USO DE LAS TIERRAS EN ECUADOR*.
- Sanjuan Rojas, M., & Téllez Sabbagh, G. A. (2017). *Análisis de la fragmentación del paisaje como herramienta de conservación del área natural denominada "Reserva Natural de Las Aves Hormiguero de Torcoroma" Municipio de Ocaña, norte de Santander, Colombia* [Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña]. <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/bitstream/123456789/1556/1/30057.pdf>
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, M., & Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, M. (2018). *Frontera Agrícola de México: Utilidad de frontera agrícola en la Delegación de la SAGARPA en el estado de Chiapas*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/287234/Utilidad_de_Frontera_Agr cola_en_Chiapas.pdf
- Servicio Agrícola y Ganadero, S. (2019). *Innovadora aplicación informática ayudará a proteger producción agrícola y biodiversidad de Chile - DATASUR*. Innovadora Aplicación Informática Ayudará a Proteger Producción Agrícola y Biodiversidad de Chile. <https://www.datasur.com/innovadora-aplicacion-informatica-ayudara-a-proteger-produccion-agricola-y-biodiversidad-de-chile/>

- Sierra, D. (2012). *Diseño e implementación de un plan de acción ambiental*. <https://es.slideshare.net/canela205/diseo-e-implementacin-de-un-plan-de-accin-ambiental-13387721>
- Sierra, R., Calva, O., & Guevara, A. (2021). *La deforestación en el Ecuador, 1990-2018* (M. de A. del E. en el marco de la implementación del P. I. A. de C. de B. y P. Sostenible. Ministerio de Ambiente y Agua del Ecuador, Ed.). https://www.proamazonia.org/wp-content/uploads/2021/06/Deforestacio%CC%81n_Ecuador_com2.pdf
- Sierra, Y. (2019, October 25). “*La primera causa de deforestación es la expansión agrícola y ganadera*” | *Entrevista a Hivy Ortiz*. Mongabay - Periodismo Ambiental Independiente En Latinoamérica. <https://es.mongabay.com/2019/10/hivy-ortiz-bosques-fao/>
- Teixeira, C., Ludes, T., Sarmiento, N., Proenca, V., & Domingos, T. (2018). *Ficha Técnica de Biodiversidad, Ganadería* (Global Nature Fund, Ed.). <https://fundacionglobalnature.org/wp-content/uploads/2020/01/ganaderia.pdf>
- Tirira, D., de la Torre, S., & Zapata, G. (2018). *Plan de acción para la conservación de los primates del Ecuador*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, C. (2018). METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN GENERAL DE LA FRONTERA AGRÍCOLA EN COLOMBIA. In *RESOLUCIÓN 261* (p. 27). https://xperta.legis.co/visor/temp_legcol_61c87b45-d980-479d-8157-6f03030d26eb
- Universidad del Azuay, & Gad Municipal del Cantón Cuenca. (2018). *Deforestación por avance de la frontera agrícola*. <http://publicaciones.uazuay.edu.ec/index.php/ceuzuay/catalog/download/47/44/474-1?inline=1>
- Vallejo, D. (2018, August 7). *Efecto de borde y fragmentación: principales causas de la extinción de especies*. ZooPortraits. <https://www.zooportraits.com/es/efecto-de-borde-fragmentacion-extincion/>
- Vásquez, A. (2018, October 29). *La ganadería y la pérdida de la biodiversidad*. Instituto de Ecología, A.C. <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/845-la-ganaderia-y-la-perdida-de-la-biodiversidad>
- Vásquez, G. (2019). *Pérdida de Flora y Fauna ocasionada por el crecimiento de fronteras agrícolas en Manabí*. Universidad Estatal del Sur de Manabí.
- Vázquez, P. S., Zulaica, M. L., Sequeira, N. D., & Daga, D. Y. (2019). Expansión agrícola y potenciales implicancias sobre los servicios ecosistémicos en los paisajes del partido de Necochea, Buenos Aires, Argentina. *Acta Geográfica*, 171–196. <https://doi.org/10.5654/ACTA.V13I31.5323>
- Vinces, M. (2019). *Propuesta para la creación de una ruta turística deportiva en el cantón Manta*. Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí.

Viteri, C. (2016). "MODELAMIENTO DE NICHOS ECOLÓGICOS DEL GUACAMAYO VERDE MAYOR (*Ara ambiguus guayaquilensis* Chapman, 1925): IMPLICACIONES PARA SU CONSERVACIÓN" [Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/31081/1/TITULACION_ESPECIAL_FABIANVITERI_FINAL.pdf

Zambrano-Fernández, E. D. (2020). *Determinación del grado de fragmentación del bosque seco tropical de la subcuenca Quimis de la comuna Las Lagunas, Cantón Montecristi* [Universidad Estatal del Sur de Manabí]. http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2464/1/Elias_Zambrano.pdf

ANEXOS

ANEXO 1. Ficha de observación.

ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

Tema:

| No. | Aspectos de la relación con el suelo | Si | No | Observaciones |
|------------|---|-----------|-----------|----------------------|
| 1 | Existen producciones agrícolas y/o ganaderas | | | |
| 2 | Existen cultivos agrícolas anuales, semipermanentes, o permanentes. | | | |
| 3 | Existen coberturas de pasto cultivado, vegetación arbustiva (pastoreo) o vegetación herbácea (pastoreo). | | | |
| 4 | Las actividades agrícolas afectan los servicios ecosistémicos asociados al suelo. | | | |
| 5 | Existe en el área pasto cultivado con presencia de árboles. | | | |
| 6 | Existe la presencia de bosques nativos, barreras vivas y una cobertura vegetal abundante y continua. | | | |
| 7 | Existe la presencia de plantaciones forestales para producción. | | | |
| 8 | Existe la presencia de plantaciones forestales para conservación. | | | |
| 9 | Los suelos no están compactados y tienen una buena capacidad de infiltración del agua. | | | |
| 10 | Los suelos tienen una buena capacidad de infiltración del agua, adecuada para la purificación. Sin pedregosidad excesiva ni texturas demasiado finas o demasiado gruesas. | | | |

-
- 11 Los suelos presentan una buena estructura y favorecen una cobertura vegetal abundante, que contribuye a la prevención de la erosión.
 - 12 Los suelos presentan condiciones biológicas equilibradas, con un alto régimen de biodiversidad.
 - 13 Los usos del suelo han quedado evidenciados en el mismo.
-

ANEXO 2. Visita de campo.

Anexo 2-A. Recolección de datos (ficha de observación).



Anexo 2-B. Punto de muestreo N°1.



Anexo 2-C. Punto de muestreo N°6.

ANEXO 3. Representaciones gráficas del análisis NDVI.

Semi-Automatic Classification Plugin

Filtro

- Juego de bandas
- Basic tools
- Download products
- Preprocesamiento
 - ASTER
 - GOES
 - Landsat
 - MODIS
 - Sentinel-1
 - Sentinel-2
 - Sentinel-3
 - Recortar múltiples rásters
 - Cloud masking
 - Mosaic band sets
 - Neighbor pixels
 - Reproject raster bands
 - Separar bandas ráster
 - Stack raster bands
 - Vectorial a ráster
- Band processing
- Postprocesamiento
- Calculadora de Bandas
- En Lotes
- Configuración
 - Manual del Usuario
 - Help
- Acerca de
- Support the SCP

Conversión a reflectancia TOA y Temperatura de Brillo

Directorio conteniendo bandas Landsat

Select MTL file

Temperatura de brillo en Celsius

Aplicar la corrección atmosférica DOS1 Use value as NoData

Realizar pansharpning (Landsat 7 u 8)

Crear Juego de Bandas y utilizar sus herramientas Add bands in a new Band set

Metadatos

Satélite Date (YYYY-MM-DD) Elevación del Sol Distancia Tierra-Sol

| | Banda | RADIANCE_MULT | RADIANCE_ADD | REFLECTANCE_MULT | REFLECTANCE_ADD | RADIANCE_MAXIMUM | REFLECTANCE_MAXIMUM | K1_CONSTANT |
|----|-----------------------------------|---------------|--------------|------------------|-----------------|------------------|---------------------|-------------|
| 1 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 1.2263E-02 | -61.31698 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 742.36469 | 1.210700 | |
| 2 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 3.3420E-04 | 0.10000 | | | 22.00180 | | 774.8853 |
| 3 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 3.3420E-04 | 0.10000 | | | 22.00180 | | 480.8883 |
| 4 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 1.2558E-02 | -62.78934 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 760.19049 | 1.210700 | |
| 5 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 1.1572E-02 | -57.85984 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 700.50903 | 1.210700 | |
| 6 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 9.7581E-03 | -48.79067 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 590.70868 | 1.210700 | |
| 7 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 5.9715E-03 | -29.85746 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 361.48425 | 1.210700 | |
| 8 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 1.4851E-03 | -7.42528 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 89.89785 | 1.210700 | |
| 9 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 5.0054E-04 | -2.50272 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 30.30039 | 1.210700 | |
| 10 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 1.1044E-02 | -55.21762 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 668.51965 | 1.210700 | |
| 11 | LC08_L1TP_011061_20160519_2020... | 2.3338E-03 | -11.66897 | 2.0000E-05 | -0.100000 | 141.27625 | 1.210700 | |

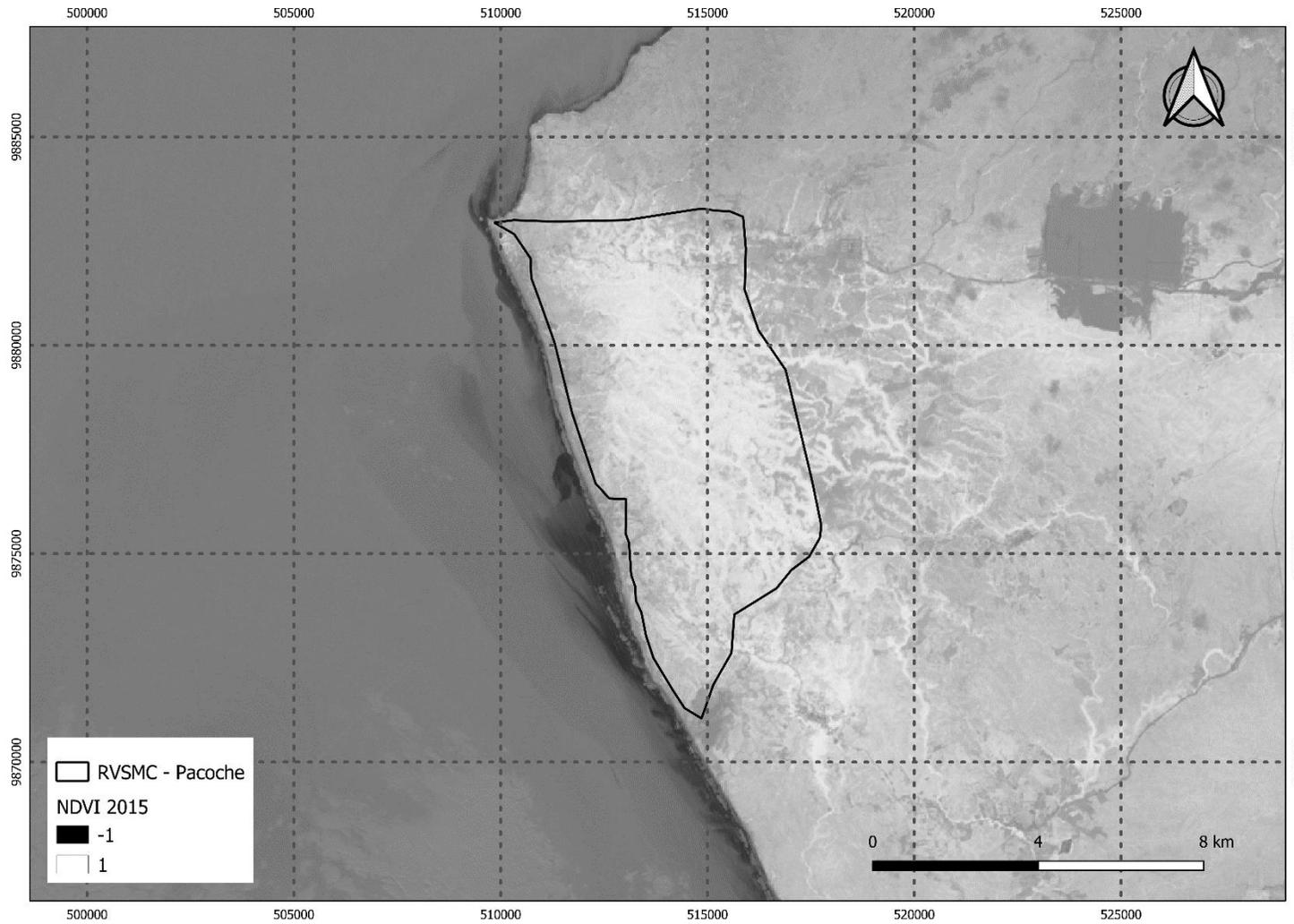
Ejecutar

BATCH RUN

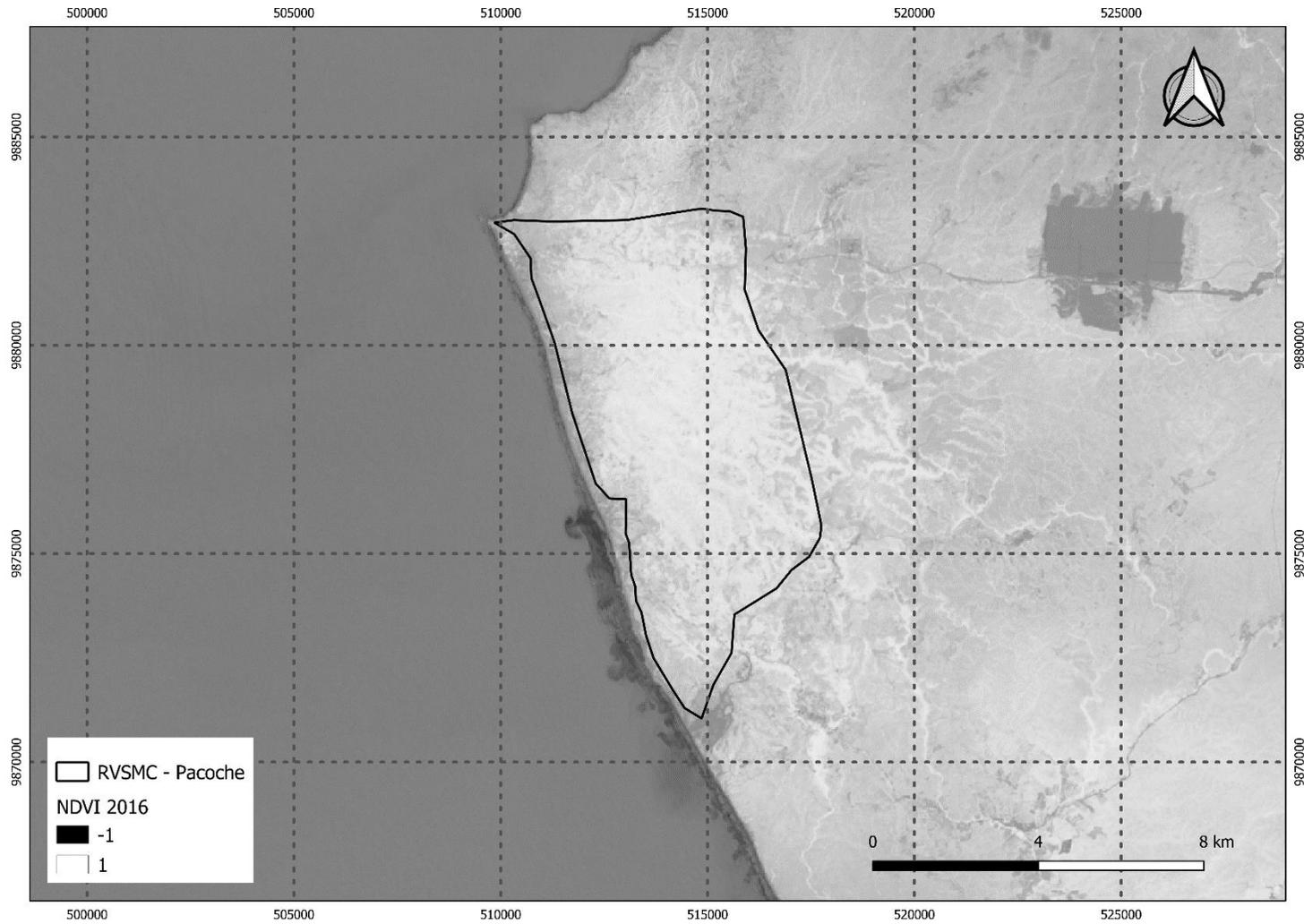
Anexo 3-A. Preprocesamiento de imágenes satelitales.



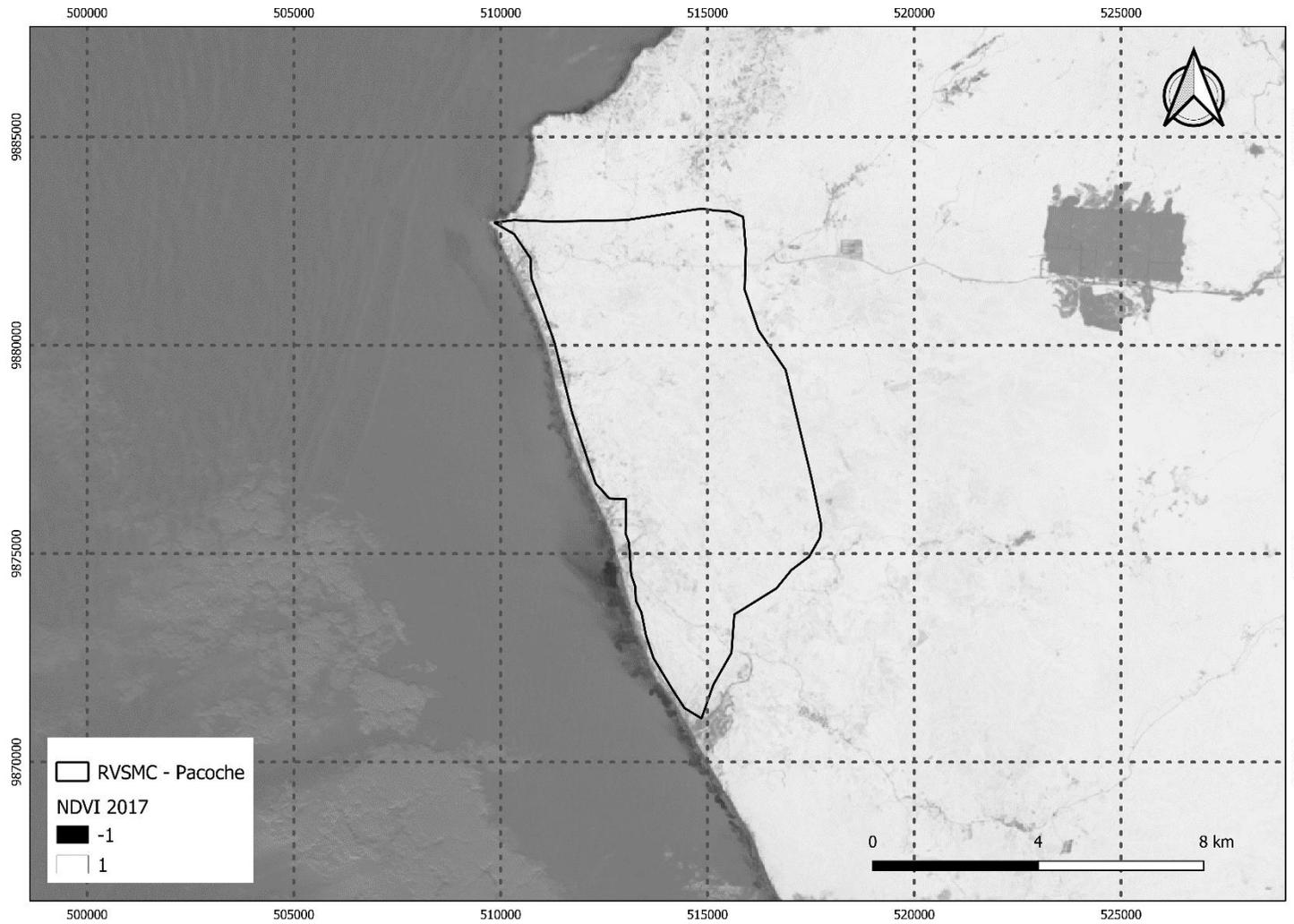
Anexo 3-B. Combinación de bandas 4, 3 y 2 (color real) año 2015



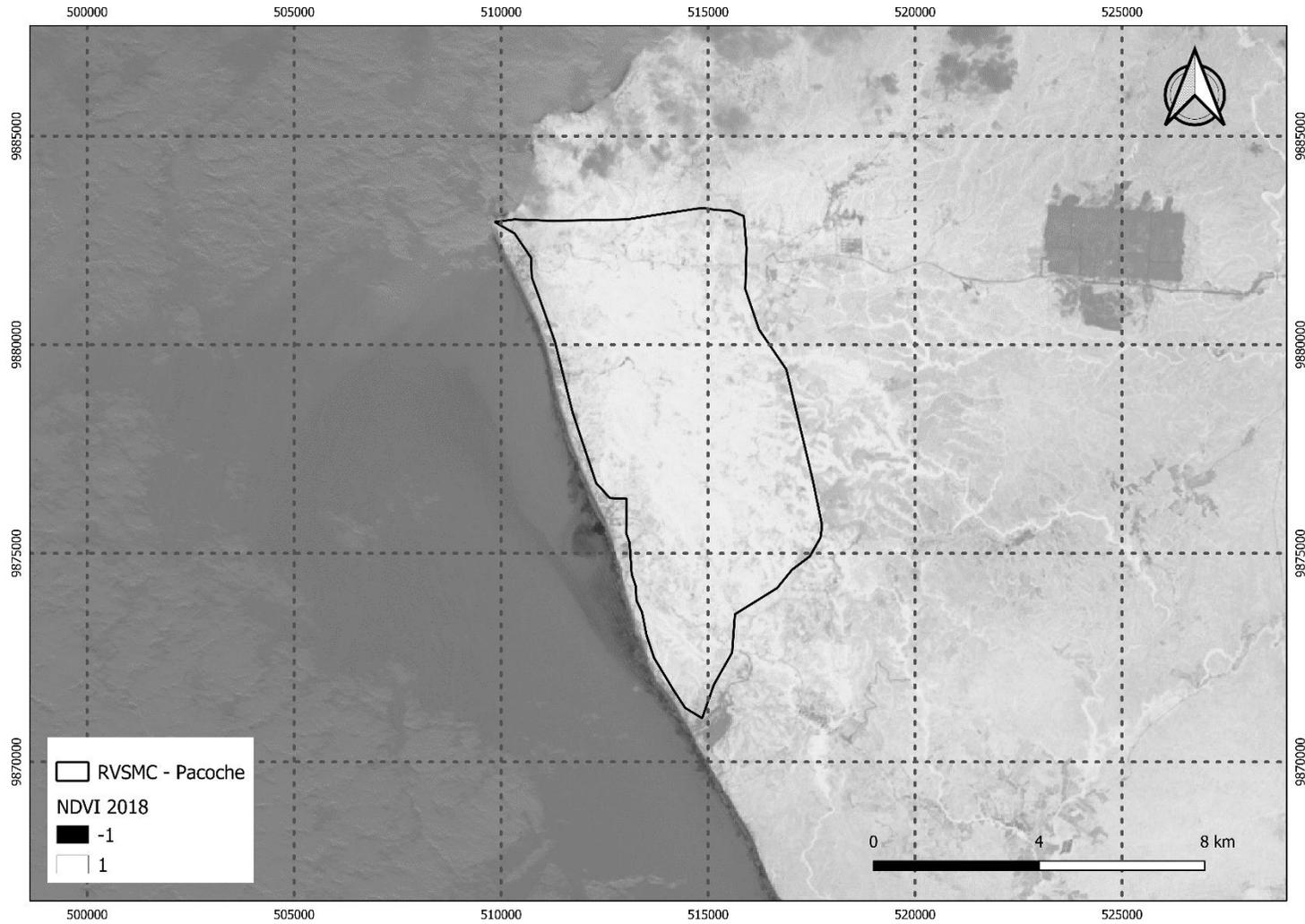
Anexo 3-C. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2015.



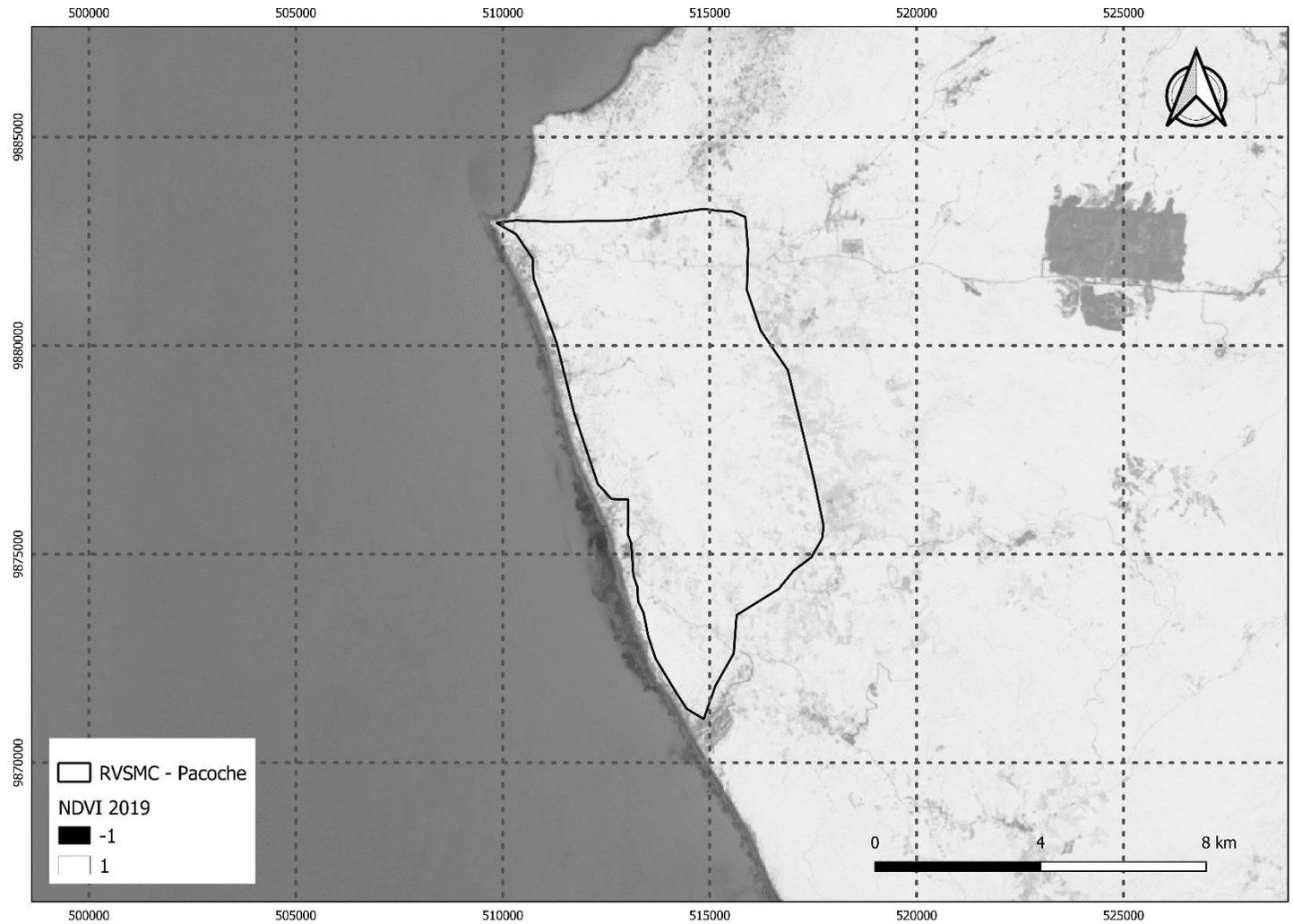
Anexo 3-D. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2016.



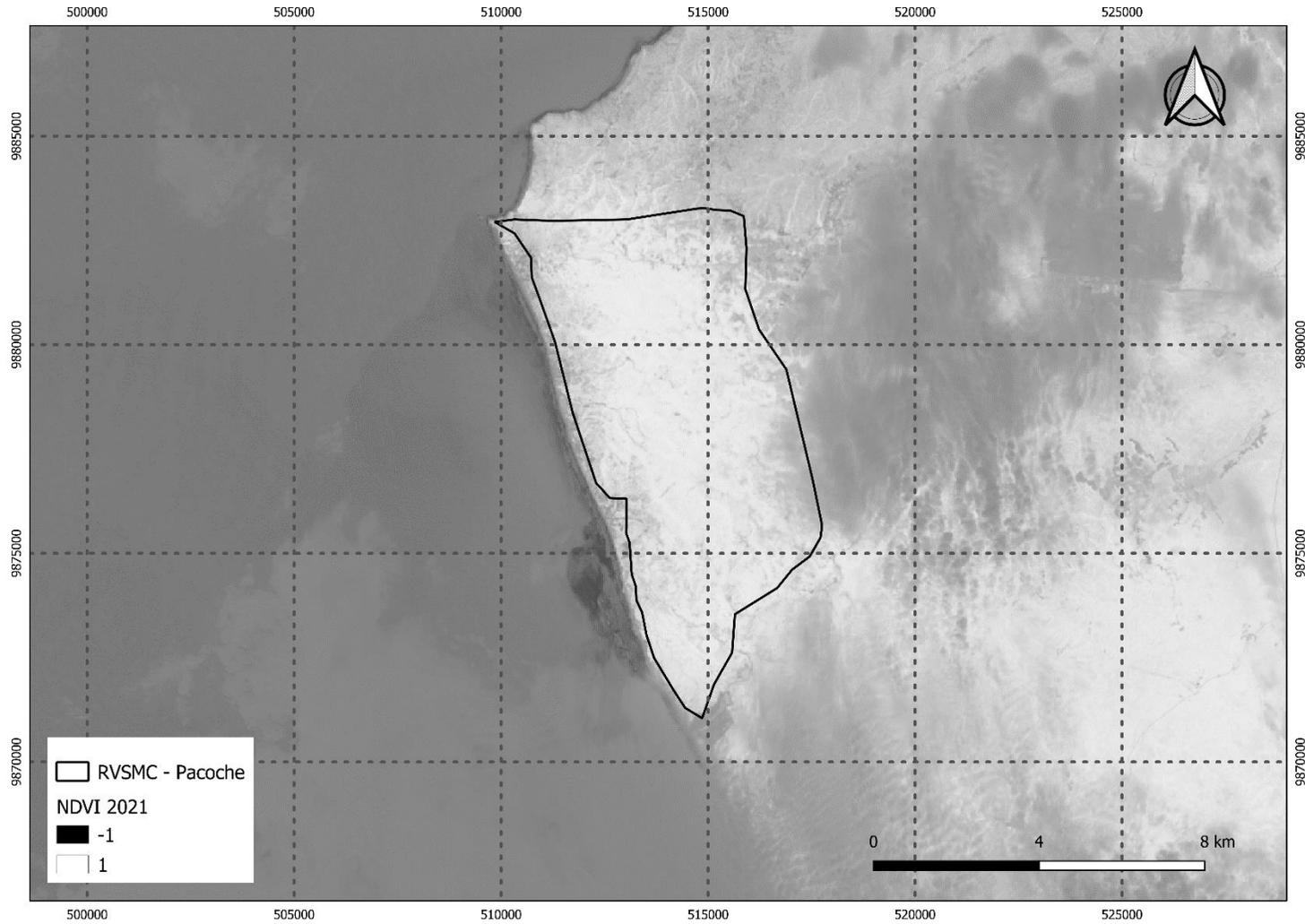
Anexo 3-E. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2017.



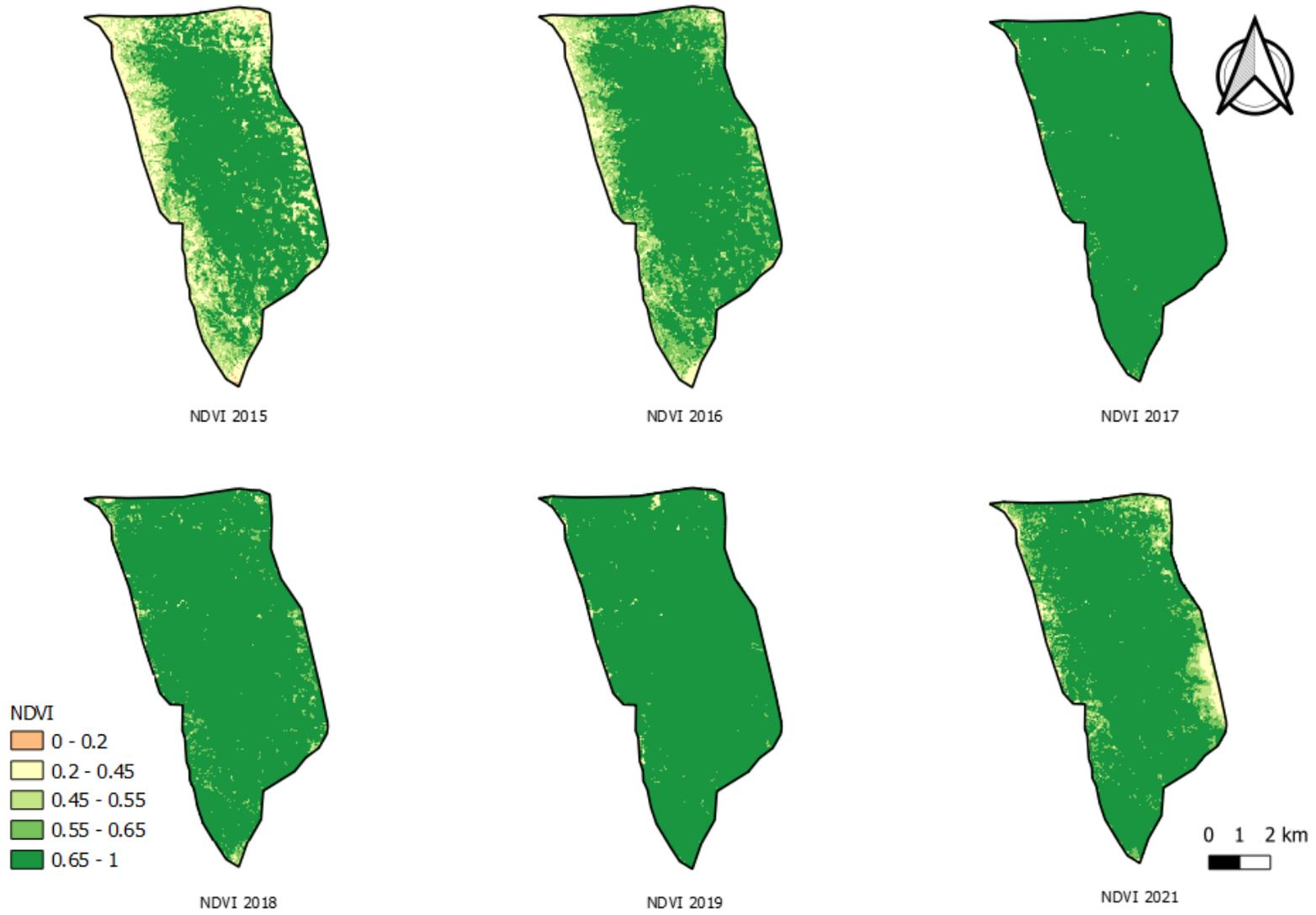
Anexo 3-F. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2018.



Anexo 3-G. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2019.



Anexo 3-H. Resultado de combinación de bandas 5 y 4 (cálculo del Índice NDVI) año 2021.



Anexo 3-I. Resultado de valores NDVI reclasificados para los momentos en estudio.

