



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

SEDE  
ESMERALDAS

# **ESCUELA DE GESTIÓN AMBIENTAL**

## **TESIS DE GRADO**

**EVALUACIÓN DE CAMBIOS DE COBERTURA  
VEGETAL POR CULTIVOS AGRÍCOLAS  
MEDIANTE EL USO DE SISTEMAS DE  
INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN EL CANTÓN  
QUININDÉ PARROQUIA ROSA ZÁRATE**

**PREVIO A LA OBTENCIÓN DE TÍTULO DE  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

### **AUTOR**

**ELVIS LEONARDO VIVAS MERCADO**

### **ASESORA**

**MSC. KARLA SOLÍS CHARCOPA**

**Esmeraldas - 2021**

Tribunal de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

Presidente Tribunal de Graduación

PhD. Jon Molinero Ortiz  
Lector 1

Mgt. Mérida Ortiz Castro  
Lector 2

**Director de la Escuela de Gestión Ambiental**  
Mgt. Karla Solís Charcopa

**Directora de Tesis**  
Mgt. Karla Solís Charcopa

Esmeraldas 01 de Septiembre del 2021

## **Autoría**

Yo, Elvis Leonardo Vivas Mercado, declaro que la presente investigación titulada: **“Evaluación de cambios de cobertura vegetal por cultivos agrícolas mediante el uso de sistemas de información geográfica en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate”** es absolutamente original, auténtica y personal.

En virtud que el contenido de esta investigación es de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCE-Sede Esmeraldas

---

Elvis Leonardo Vivas Mercado  
C.I. 0804088284

## **Dedicatoria**

A Dios por brindarme sabiduría y fuerzas pasara seguir adelante en mis estudios y no dejarme decaer cuando se me presentaron obstáculos.

A mi abuela Eufemia Quintero Angulo este logro también es suyo, por tu esfuerzo, apoyo incondicional en todo momento y por siempre motivame en mis estudios.

A mi madre Elvia Mercado Quintero y a mis hermanos por sus consejos y motivación que me han brindado en toda esta etapa de mi vida.

**Elvis Leonado Vivas Mercado**

## **Agradecimientos**

A Dios por darme salud y sabiduría los cual me permitió superar obstáculos que se presentaron a lo largo de mis estudios.

A todos los integrantes de mi familia por la contribución y apoyo brindado para alcanzar este objetivo.

A mi profesora y asesora de tesis M.gt. Karla Solís Charcopa por la paciencia, los conocimientos brindados y sobre todo la preocupación a la hora de guiarme para la realización de este proyecto.

A mis lectores de tesis PhD. Jon Molinero y Mgt. Mérida Ortiz, por sus consejos y ayuda brindada a lo largo de este proyecto.

A la PUCE- Sede Esmeraldas y a todos los profesores que a lo largo de la carrera me han impartido sus conocimientos.

A la profesora M.gt. Lita Verduga que me brindo asesoría y consejos durante la realización de mi proyecto.

A mis compañeros y amigos con los que compartí todo el transcurso de la carrera a través de un proceso de aprendizaje y formación.

**Elvis Leonado Vivas Mercado**

# ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b> .....	12
1.1. Presentación del tema de investigación.....	12
1.2. Planteamiento del problema .....	14
1.3. Justificación .....	15
1.4. Objetivos .....	16
1.4.1. Objetivo general .....	16
1.4.2. Objetivos específicos .....	16
<b>2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	17
2.1. Bases Teóricas y Científicas.....	17
2.2. Antecedentes .....	20
2.3. Marco legal .....	22
<b>3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	25
3.1. Áreas de estudio .....	25
3.2. Recolección de datos.....	26
3.2.1. Recolección de datos para el análisis espacial de la cobertura vegetal.....	26
3.2.2. Verificación de campo .....	26
3.3. Análisis de datos.....	28
3.3.1. Procesamiento de datos satelitales.....	28
3.3.2. Clasificación de datos satelitales.....	29
3.3.3. Análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) .....	29
3.3.3. Análisis y cuantificación de los cambios en la cobertura vegetal y el uso de suelo .....	30
3.3.4. Generación de mapas temáticos.....	31
<b>4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b> .....	32
4.1. Determinación de la cobertura vegetal y uso de suelo agrícola.....	32
4.2. Zonificación de la cobertura vegetal y uso de suelo .....	33
4.3. Identificación de cambios de cobertura vegetal .....	42
4.4. Análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). 46	
<b>5. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	54
<b>6. ANEXOS</b> .....	62
6.1. Anexo 1. Encuesta de verificación de cultivos agrícolas.....	62
6.2. Anexo 2. Ficha de verificación de campo.....	63

## **Abreviaturas**

**CDB:** Convenio de la Diversidad Biológica

**COA:** Código Orgánico del Ambiente

**FAO:** La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

**ETM:** Enhanced Thematic Mapper Plus

**GAD:** Gobierno Autónomo Descentralizado

**INEC:** Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

**NDVI:** Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada

**MAE:** Ministerio del Ambiente del Ecuador

**ONU:** Organización de las Naciones Unidas

**PIB:** Producto interno bruto

**PUCESE:** Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas

**QGIS:** Quantum Gis

**SIG:** Sistemas de Información Geográfica

**TAC:** Tasa Anual de Cambio

## Lista de figuras

<b>Figura 1.</b> Área de estudio. Parroquia Rosa Zárate, ubicada en el Cantón Quinindé.....	25
<b>Figura 2.</b> Mapa de verificación de campo por medio de coordenadas .....	28
<b>Figura 3.</b> Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2000 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé. ....	35
<b>Figura 4.</b> Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2008 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé .....	37
<b>Figura 5.</b> Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2014 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé .....	39
<b>Figura 6.</b> Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2019 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé .....	41
<b>Figura 7.</b> Superposición de imágenes; año 2000-2008.....	43
<b>Figura 8.</b> Superposición de imágenes; año 2014-2019.....	44
<b>Figura 9.</b> Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada de la zona cercana a la población del área de estudio.....	47

## Lista de tablas

<b>Tabla 1.</b> Tipo de satélite y fecha de la imagen usada para el análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) .....	26
<b>Tabla 2.</b> Coordenadas de verificación de campo .....	27
<b>Tabla 3.</b> Resolución espacial y espectral del satélite Landsat 8 (2013-2017) .	29
<b>Tabla 4.</b> Rangos utilizados para la interpretación del NVDI.....	30
<b>Tabla 5.</b> Principales cultivos agrícolas en el sector .....	32
<b>Tabla 6.</b> Diagnóstico de la cobertura vegetal y uso de suelo agrícola. ....	33
<b>Tabla 7.</b> Tiempo en que se realizan controles de calidad de suelo .....	33
<b>Tabla 8.</b> Cobertura de suelo, superficies en hectáreas y porcentajes .....	34
<b>Tabla 9.</b> Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2000. ....	36
<b>Tabla 10.</b> Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2008. ....	38
<b>Tabla 11.</b> Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2014. ....	40
<b>Tabla 12.</b> Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2019. ....	42
<b>Tabla 13.</b> Superficie en hectáreas y cálculo de la Tasa Anual de Cambio (TAC) .....	45
<b>Tabla 14.</b> Cobertura de cultivos agrícolas y de bosque nativo .....	46
<b>Tabla 15.</b> Cambios de cobertura vegetal de cultivos agrícolas y bosque nativo .....	46
<b>Tabla 16.</b> Interpretación del índice de vegetación diferenciada normalizada ..	47

## RESUMEN

La presente investigación muestra una evaluación de cambios de cobertura vegetal por cultivos agrícolas mediante el uso de sistemas de información geográfica en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate. La recolección de datos se realizó mediante la búsqueda en los Geo-portales como el Geo-portal del IGM, el Geo-portal del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Geo-portal del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, páginas de acceso libre como global forest watch, la búsqueda de los datos se realizó de los años 2000, 2008, 2014 y 2019. Una vez obtenido los datos se realizó un análisis matemático de la Tasa Anual de Cambio (TAC), el resultado del cálculo de la Tasa Anual de Cambio (TAC), en los años 2000-2008, dio como resultado una pérdida anual de -29,9% en la superficie de bosque nativo, y en los años 2014-2019 reflejó una pérdida anual de -2,9% en la superficie de bosque nativo, desde el año 2000 al 2019 se deforestaron 109782,63 ha de bosque nativo. Además, se realizó un análisis de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) a través de una imagen satelital del año 2019 obtenidas de la página Land Viewer lo que permitió determinar el estado de la vegetación cercana a la población. Por último, se realizó mapas temáticos por medio del software ArcGIS que permitieron un análisis de los cambios de cobertura vegetal y usos de suelo y su variación con el paso del tiempo.

**Palabras claves:** Sistemas de información geográfica, cultivos agrícolas, Geo-portal, imágenes satelitales, cobertura vegetal y uso de suelo, Tasa Anual de Cambio (TAC), Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), mapas temáticos.

## **Abstract**

This research shows an evaluation of changes in vegetation cover by agricultural crops through the use of geographic information systems in the Quinindé Parroquia Rosa Zárate canton. The data collection was carried out by searching the Geo-portals such as the Geo-portal of the IGM, the Geo-portal of the Ministry of Agriculture and Livestock, Geo-portal of the Ministry of Environment, Water and Ecological Transition, free access pages As a global forest watch, the data search was carried out for the years 2000, 2008, 2014 and 2019. Once the data was obtained, a mathematical analysis of the Annual Rate of Change (TAC) was performed, the result of the calculation of the Annual Rate of Change (TAC). Annual Change (TAC), in the years 2000-2008, resulted in an annual loss of -29.9% in the native forest area, and in the years 2014-2019 it reflected an annual loss of -2.9% In the native forest area, from 2000 to 2019, 109 782.63 ha of native forest were deforested. In addition, an analysis of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was carried out through a satellite image of the year 2019 obtained from the Land Viewer page, which allowed determining the state of the vegetation near the population. Finally, thematic maps were made using ArcGIS software that allowed an analysis of changes in vegetation cover and land uses and their variation over time.

# 1. CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

## 1.1. Presentación del tema de investigación

En el Ecuador uno de los sistemas productivos fundamentales e importantes para el progreso del bienestar económico del país, asimismo al racionamiento de alimentos para la población es el sector agrícola. Además, ser uno de los cimientos principales en economía del país, genera materias primas y oportunidades de empleo para la población (1).

Según García (2), menciona que la actividad agrícola en el Ecuador en los últimos años ha tenido una expansión de los sistemas agrícolas, lo que ha provocado un cambio interno en los usos de la tierra en términos monetarios.

Asimismo, Pino-Peralta, y otros (3), expresan lo importante que es el sector agropecuario dentro de la economía y en el aporte social de la población del Ecuador, en la actualidad el sector agropecuario se encarga del 95% de la demanda de víveres que se consumen internamente en el país y genera el 25% de empleo. Además, es una de las actividades productivas que genera importantes divisas, lo que proporciona un aporte notable dentro del producto interno bruto (PIB) y también en la balanza comercial (4).

Si embargo, pese a la gran importancia económica y alimentaria que contribuye esta actividad en el país es sustancial saber que los procesos de producción de los sistemas agrícolas generan gran cantidad de consecuencias (5). Existen diferentes amenazas según la intensidad de la producción de las actividades agrícolas entre las principales están; la disminución o pérdida de la productividad del suelo (6), riesgos potenciales en la salud de las personas relacionadas con la calidad de agua residuales (7), destrucción de hábitat y especies, además de la reducción de la diversidad genética debido a los monocultivos (8), lo cual provoca una acelerada degradación y fragmentación de los ecosistemas producto del cambio de uso de suelo (9).

Dentro del punto de vista económico y alimenticio las actividades agrícolas se ha transformado en un sector estratégicos tanto como productor monetario como también proveedor del mercado interno. Además, de ser fuente abastecimiento de materias primas para la industria (10). Sin embargo, existen diferentes ecosistemas que debido a su mal uso agrícola, quedan en el abandono, generando un gasto en restauración del territorio (11).

De acuerdo al Ministerio del Ambiente (12), el 29% de tierras en Ecuador son utilizadas para uso agropecuario, por lo que la afectación a los ecosistemas y cambio de uso de suelo por actividades agrícolas es de 47% de tierras degradadas como efecto de erosión, la pérdida de suelo fértil, la contaminación y la pérdida de vegetación. Se calcula que aproximadamente el 44% de las tierras adquiridas estarán destinadas a la producción de agrocombustibles (13). Por lo que en Ecuador la cobertura vegetal original ha disminuido en un 36%, en la costa ecuatoriana, el 92% del territorio ha tenido pérdidas de su cobertura vegetal natural (14).

De acuerdo con la FAO (15), la actividad agrícola también puede afectar a la base del futuro productivo en un país como consecuencia de la degradación del suelo, así como el aumento de la salinización, el aumento en la extracción de agua y la disminución de la variabilidad genética en el sector agropecuario.

Los análisis de cobertura vegetal y uso de suelo tienen un papel muy importantes para la gestión y planificación de los ecosistemas naturales que proporcionen planes de ordenamiento y desarrollo territorial (16). Según Pérez (17), menciona que el procesamiento de imágenes y datos de satélites es una herramienta beneficiosa para realizar estudios sobre la degradación de suelo.

En la actualidad los estudios de cambios en la cobertura vegetal y uso de suelo son empleados con herramientas de información geográfica (SIG) (18), por lo que la investigación generada a través de los sistemas de información geográfica son de gran importancia para la evaluación de riesgos que se producen en los recursos naturales (19).

En la actualidad las herramientas SIG se permiten representar e identificar los cambios de uso de suelo que se han producido con el paso de los años en un territorio, mediante la construcción de mapas temáticos (20). Asimismo la utilización de los sensores remotos es una de las herramientas más importantes para la aplicación de recursos naturales, la construcción de planos, interpretación de recursos naturales, estudios de ordenamiento y planificación territorial (21).

Es por ese motivo, que el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate constituye un área adecuada para realizar este estudio, ya que en el territorio el 29,6% es utilizado para actividades agrícolas, se evidencia en las plantaciones especialmente de palma africana (*Elaeis guineensis*) que cubre grandes extensiones del territorio (22), es por ello que el objetivo del presente estudio es analizar los cambios de cobertura vegetal por cultivos agrícolas, a través de los sistemas de información geográfica en el Cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate, que permita generar información y mapas temáticos, que sirvan de línea base para nuevas investigaciones que proporcionen un mejor uso del suelo a través de un planes de ordenamiento territorial y que garanticen el buen uso y sustentabilidad ambiental de los ecosistemas terrestres.

## **1.2. Planteamiento del problema**

En el Ecuador la demanda de las actividades agrícolas ha contribuido al desarrollo del país (23), durante varios periodos de tiempo el incremento de la población y la alta demanda de alimentos ha repercutido en el aumento de la producción de cultivos agrícolas provocando grandes cambios en diversos territorios del Ecuador sobre todo para los bosques que incurren en la destrucción de los ecosistemas (24), uno de los problema principal radica en que algunos de los cultivos productivos que se implementan generan un daño que es irreversible al medio ambiente (25). Es por ello que la falta de investigaciones sobre el incremento de las actividades agrícolas y sobre todo los cambios que generan los cultivos en el medio natural representan los principales problemas a investigar en los ecosistemas terrestres. Ante lo expuesto, se formula la siguiente

pregunta ¿Cuáles son los cambios que sean producido en la cobertura vegetal debido a la implementación de cultivos agrícolas en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate?

### **1.3. Justificación**

La producción agrícola desde 1961 hasta 2010 ha tenido un crecimiento anual promedio de 2,3% en América Latina y el Caribe, es por ello que la frontera agrícola tuvo un crecimiento promedio de 1,7% durante los años 1974 al 2000 (26), por ello en las últimas décadas en el Ecuador han ocurrido diferentes cambios en la cobertura vegetal y en el uso de suelo es así que debido al avance de la agricultura de forma desordenada y ejerciendo una presión sobre los territorios generando la pérdida de la función social y ambiental del suelo (27).

Es así que, en Latinoamérica y el Caribe es la región donde existen las mayores reservas de tierras cultivadas a nivel mundial aproximadamente el 47% del suelo está constituido por bosques, pero a medida que pasa el tiempo esta cifra está sufriendo cambios drásticos por causa del avance del territorio agrícola (28). Durante el periodo de 1961 a 2011 lo que corresponde a territorio agrícola en América del Sur aumento de manera considerable es así que paso de 441 a 607 millones de hectáreas explotadas generando un cambio de los ecosistemas por dicha actividad (29).

La transformación de los ecosistemas, está generando graves problemas en la sociedad ya que con el paso del tiempo se produce una degradación de la tierra que afecta de manera negativa a la población (30), bajo un modelo deprecatorio donde no solo está en riesgo la disponibilidad y eficacia de los ecosistemas y recursos naturales sino, la forma de vida de las personas (31).

Por lo tanto, es necesario realizar estudios Quinindé Parroquia Rosa Zárate ya que presenta características adecuadas sobre el avance de las actividades agrícolas, este proyecto aportará con información importante sobre los cambios de uso de suelo en escala espacio temporal, que constará con conocimientos

científicos que podrá ser utilizados para elaboración de planes de ordenamiento territorial y usos de suelo.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general.**

- Analizar los cambios de cobertura vegetal, por cultivos agrícolas mediante sistemas de información geográfica para identificar los porcentajes de deforestación en el Cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar la cobertura vegetal y uso de suelo agrícola en la Parroquia Zárate.
- Identificar cambios de cobertura vegetal por actividades agrícolas mediante la recolección de datos satelitales.
- Crear mapas temáticos que permita identificar los cambios que se han producido por actividades agrícolas con el paso del tiempo.

## **2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Bases Teóricas y Científicas**

Las actividades agrícolas son un conjunto acciones que se realizan en los ecosistemas terrestres, que involucra el cambio del medio físico, es por ello que se debe tener cuenta con una serie de técnicas relacionadas a la eficiencia del uso del suelo para la producción de alimentos o diferentes variedades de productos dependiendo el tipo de cultivo implementado (8). En Ecuador existen grandes variedades de cultivos que sirven tanto en la economía, alimentación y la producción de agrocombustibles entre los que se destacan la palma africana aceitera, café, cacao, banano, etc. (32).

La influencia de la actividad económica en la degradación de los suelos se produce a través de una sobreexplotación de usos de las tierras, además del manejo inadecuado del agua, que se encuentran vinculados a la actividades productivas del sector agrícola (33). Esta degradación provoca la pérdida de la capacidad del suelo para poder generar tanto bienes como servicios incitando al desequilibrio en las características y propiedades del suelo, lo cual hace que sea incapaz de mantener una producción sostenible poniendo en riesgo la seguridad agroalimentaria y la disminución de la economía (34). Esta sobreexplotación provoca principalmente una transformación en los ecosistemas que son los cambios que se produce en un área determinada con paso del tiempo repercutiendo en la parte social y ambiental debido la pérdida del funcionamiento ecosistémico (35).

La fertilidad de los suelos, contemplan un conjunto de características que brindan información sobre los nutrientes adecuados para el crecimiento de vegetación, por lo que dentro del punto de vista agrícola un suelo tiene que estar fértil para poder generar una buena calidad y eficiencia en los cultivos (36). Es por ello que la fertilidad de los suelos es un factor importante e influyente en la eficiencia de la producción agrícola (37).

La cobertura vegetal de los ecosistemas representa espacio natural en el cual se realizan diferentes funciones ecosistémicas que ayudan al buen estado y funcionamiento de una área específica, a través del equilibrio ecológico que es aprovechado como refugio de fauna y mantenimiento de flora, además de que sirven de absorción de la contaminación (38). Según Velásquez, y otros (39), expresa que la transformación de la vegetación ya sea por actividades productivas o asentamiento antrópicos a través de paso del tiempo es conocida como cambios de cobertura vegetal y suelo de suelo

En la actualidad se realizan distintos estudios sobre la cobertura vegetal que se enfocan en un análisis para estimar los cambios de cobertura vegetal y usos de suelos a través del paso del tiempo, donde se puede medir la deforestación, las transformaciones, cambios y alteraciones en los ecosistemas, estos análisis ayudan a generar información claves para el uso sostenible de los ecosistemas (40).

Con el paso de los años, distintos investigadores científicos han presentado distintas metodologías para poder realizar monitoreos de los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo (41), a través de las imágenes y los datos satelitales que son una representación de la información capturada por los diferentes sensores remotos (42), actualmente muchos científicos implementan los geo-portales con herramienta para obtener datos satelitales ya que es portal web que se usa para por obtener información geográfica (41), que son instrumentos satelitales que brindan información sobre la tierra (43), estos sistemas de información son muy eficientes e importantes para establecer las dinámicas de los ecosistemas naturales con el paso del tiempo (44).

Con el paso del tiempo se han desarrollaron varios tipos de sensores remotos, entre los más utilizados a nivel internacional para la obtención de datos e imágenes satelitales es el sensor Landsat que cuenta con una capacidad de alta frecuencia en la recolección y de toma de datos e imágenes satelitales, a través de esta información se realizan investigaciones sobre monitoreos de los ecosistemas y de los recursos naturales, etc. (45).

Un análisis multitemporal es una de las técnicas que permite la obtención de imágenes satelitales a través de los distintos sistemas remotos en base a diferentes fechas con la finalidad de poder determinar y estudiar los cambios que se han producido ya sea por fenómenos naturales o antropológico, es una de las técnicas más utilizadas en estudios de la cobertura vegetal y uso de suelo (46).

La importancia de estos tipos de análisis que se estudia un sector de donde se obtienen distintas imágenes satelitales a una resolución temporal que es la capacidad que tienen los sensores remotos en capturas imágenes de una área determinada (47), lo cual permite el análisis de la cobertura vegetal de un ecosistema (41). Por lo que la mayoría de estos estudios se centran en los impacto que tienen los ecosistemas por la producción de actividad productivas (48).

A través de los sistemas de información geográfica que son un conjunto de dispositivos, software y datos espaciales que establecen mecanismos de almacenamiento, captura, manipulación y análisis de información que se encuentra georreferenciada y sirva para resolver problemas de planificación y gestión (49). En los diferentes software se realizan distintas técnicas de clasificación de imágenes que son muy utilizadas para realizar las diferentes análisis de cobertura vegetal, estas técnicas consiste en agrupar o unir diferentes pixeles que tengan una similar característica espectral (50).

Existen diferentes método de clasificación de imágenes basados por píxeles uno de los más tradicionales es el método de clasificación supervisada que utiliza los datos obtenidos por las imágenes satelitales georreferenciadas en donde se asignan diferentes clases según sea el análisis, por lo que debe existir un conocimiento previo en la zona de estudio (51), existen distintos tipos se software que permiten realizar esta clasificación, los cuales utilizan un logaritmo de Máxima Verosimilitud que sirve para realizar una clasificación de imágenes por clases el cual cuenta con un logaritmo de probabilidad donde cada pixel es asignado a la clases que probablemente le pertenezca (52).

Otro el método de clasificación de imágenes satelitales es el método de clasificación no supervisada en el cual se realizan las diferentes clases de forma automática y no se necesita de información previa de la zona de estudio, por lo que genera patrones según las características de las clases (50), en donde el algoritmo que más utiliza este método es el de ISODATA que forma agrupaciones de píxeles a través de la determinación de la distancia espectral mínima que presentan las diferentes clases (53).

En las últimas años se ha implementa el método de calificación orientada a objetos es un método alternativo para determinar el análisis de cobertura a partir de la programación de imágenes satelitales, en donde se establecen objetos de estudio que permiten establecer estándares específico en una imagen satelital, utilizando la información espectral y las diferentes formas geométricas (45).

Los métodos de clasificación de imágenes permite la creación de mapas temáticos son aquellos que sirven para dar seguimiento o identificar un determinado problema en un área específica, en donde se pueden establecer diferentes estudios desde el punto de vista social, política y natural (54). El diseño de cartográfica de los cambios de uso de suelo se realiza a través de la construcción mapas temáticos que permiten la caracterización de elementos claves para un análisis de los ecosistemas (55).

## **2.2. Antecedentes**

Desde varias décadas Ecuador cuenta con grandes riqueza en sus suelo es así que la produce una alta demanda de la agricultura para satisfacer las necesidades alimentaria de la población, con el paso del tiempo se ha convertido en uno de los sectores primordiales para generar ingresos económicos, además de que genera el 25% de empleo (56). En Ecuador el 62% de la población económicamente activa que viven en áreas rurales, trabaja en agricultura (57).

Según estudios realizados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería la erosión del suelo producto de malas prácticas ambientales es el principal problema que

afecta a sector agropecuario (58). En Ecuador y en países que se encuentran en procesos de desarrollo presentan problemas de degradación de los suelos (59).

En las costa del Ecuador el 95% de los bosque han sido talados para el uso de actividades agropecuarias, lo que registra un incremento del 5% anual de la expansión agrícola (60). De acuerdo con el informe del III Censo Nacional Agropecuario para el año 2000 el 47% de la superficie que tiene el país, se dedican a la producción agropecuaria (58).

La FAO señala que durante los años 2000 al 2010 la expansión de la agricultura en América Latina ha repercutido enormemente en los ecosistemas, es así que se ha deforestado un 70% con un perdida de 7 millones de hectáreas al año de bosques en países tropicales y genero un aumento de áreas para la agricultura de 6 millones de hectáreas al año (61). En Ecuador la producción agrícola ha generado gran parte de la deforestación, anualmente se talan 70.000 hectáreas al año, lo que ha generado que el 48 % de los suelos estén degradados (60).

En la actualidad América latina y el Caribe cuenta con el 14% de los suelos degradados (62). Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), se estima que para el año 2050 un total de 143 millones de personas migrarían a otros países por la pérdida de la productividad del suelo y escasez del agua (63).

Uno de los casos más representativos a nivel mundial sobre la devastación de los bosques por la ampliación de la producción agrícola es en la Isla de Borneo ubicada en el sudeste de Asia, es una de las islas más grandes del mundo y está siendo afectada por la expansión agrícola, entre los años 2000 al 2018 el 39% de los bosques se han perdido principalmente por el remplazo del cultivo de aceite de palma (64). Estudios realizados en Malasia e Indonesia indican que aproximadamente del 80% al 100% de las especies que habitan en bosques tropicales son afectados por los monocultivos de palma (65).

En América Latina, Ecuador y Colombia ocupan los primeros lugares en la producción de cultivos de palma de aceite (65). En el cantón San Lorenzo de la

provincia de Esmeraldas para el año 1999 la expansión de cultivos de palma de aceite incremento 15. 000 hectáreas. Según el Ministerio del Ambiente aproximadamente 8.000 hectáreas se deforestaron producto de la implantación del cultivo de palma (65). En el informe del censo palmero 2017 el cultivo de palma de aceite constituye una de las principales actividades productivas en Ecuador (66).

A nivel mundial existen diferentes tratados internacionales que en afrontan esta problemática sobre el los usos de suelo como es el caso del convenio para combatir la desertificación, el convenio sobre la diversidad biológica, el convenio de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, el protocolo de Kioto (67). Se ha estimado que para el 2050 aproximadamente 900 millones de hectáreas pueden sufrir degradación de los suelos (62).

Existen análisis de cobertura vegetal donde se utilizó los sistemas de información geográfica, así como la investigación realizada por Eduardo Vera sobre la evaluación y análisis de los cambios de cobertura vegetal del manglar del refugio de vida silvestre manglares estuario río Esmeraldas donde utilizo un método de superposición para poder estimar los cambios producidos por diferentes actividades antropogénicas (68).

Otra investigación importante sobre el uso de los sistemas de información geográfica es la realizada por Emili Yépez sobre el análisis del estado de conservación de la reserva ecológica manglares Cayapas Mataje (REMACAM), en donde una de sus metodologías utilizadas fueron las imágenes satelitales para poder estimar la tasa de cambio como resultado del avance de la superficie agropecuaria (69).

### **2.3. Marco legal**

La cobertura vegetal resulta de gran importancia en la obtención de bienes y servicios ambientales, a través de un equilibrio ecológico y productivo que sirva de aprovechamiento y restauración de los ecosistemas, también incide en la

regulación de los ciclos hídricos, pero debido a las malas prácticas ambientales por las actividades agrícolas los suelos están siendo degradados, es por ello que existen leyes que protegen los ecosistemas evitando su desaparición (38).

Las principales leyes que ayudan al aprovechamiento adecuado y manejo sostenible y sustentable de los ecosistemas es la Constitución de la República del Ecuador que en el artículo 14, el cual especifica que las personas tienen derecho a vivir en un ecosistema sano y ecológicamente equilibrado, los artículos 71, 72, 73 y 74 se detallan las medidas aplicadas por el Estado que ayuden al mantenimiento, procesos los ciclos vitales de los ecosistemas, a través de la precaución y prevención de las actividades a realizarse las cuales pueden afectar en la fauna y flora (70).

En cuanto los Convenios Internacionales relacionados con el presente estudio y que ha sido ratificado por el Ecuador se encuentra el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD), donde su objetivo primordial es la conservación de la biodiversidad, su manejo sostenible, a través de una participación justa y equitativa de los recursos que se proveen de la naturaleza. Los artículos que se encuentran relacionados con el presente estudio es el artículo 8 literal d, e, y f, los cuales especifican que las partes contratantes son las responsables de optar medidas que brinden el cuidado y protección de los ecosistemas, además del mantenimiento de la diversidad genética, mediante un desarrollo sostenible en las zonas cercanas a las áreas naturales protegidas; que permitan la protección, rehabilitación y restauración de los ecosistemas que se encuentran degradados, promoviendo planes de manejo para el rescate de especies que se encuentran en riesgos de amenaza (71).

Otro de los artículos presente en este convenio es el artículo 10 que, en el literal b, señala que se adoptarán medidas para el manejo razonable de los recursos que proveen los ecosistemas, que permitan evitar o reducir efectos perjudiciales en la diversidad biológica (71).

Otras de las leyes relacionada al estudio es la Ley orgánica de agrobiodiversidad,

semillas y fomento de la agricultura sustentable que en el artículo 2 especifica que la presente ley regula las actividades de las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades; y su aplicación es general en el territorio nacional. Mientras que en el Art. 14 menciona que uno de los deberes del estado es garantizar la investigación científica, además de mitigar los efectos del cambio climático y reducir su impacto sobre los ecosistemas y poblaciones, mediante el fomento de la agrobiodiversidad a través de las buenas prácticas para una agricultura sustentable (72)

Otras de las leyes relacionada al estudio es Ley de Desarrollo Agrario que en el artículo 17 especifica que el Ministerio de Agricultura y Ganadería es la entidad encargada de realizar planes de uso de los suelos estableciendo su manejo y zonificación. Mientras que en el 18 menciona que, el Ministerio de Agricultura y Ganadería, y los mientras de conforman dicha identidad son los encargados de adoptar medidas que ayuden a la utilización sostenible del suelo, además de encargarse de que las personas naturales o jurídicas adoptan medida de conservación y recuperación en caso de se produzca una afectación del suelo ya sea por actividades agrícolas, pecuarios u otro tipo de actividad (73).

Además, otras de las leyes es el Código Orgánico de Ambiente (COA), que en el artículo 3 literal 4 establece los mecanismos obligatorios que ayudan a la conservación, promoviendo el uso sostenible y restauración de los ecosistemas, que pueden ser recursos naturales, patrimonio nacional forestal y zonas costeras. Otro de los artículos importantes en esta ley es el artículo 5 literal 2 donde se detalla el derecho con el cual cuentan las personas de vivir en un ambiente sano y con un ecosistema equilibrado para su satisfacción. Además, el Artículo 7 literal 2 el cual indica que se debe resguardar, conservar y reponer los ecosistemas y la biodiversidad nacional. El Artículo 106 se establecen la adopción de planes para la conservación por lo que se elaborarán principalmente en tierras que se encuentren fragmentadas por actividades productivas (74).

### 3. CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Áreas de estudio

La presente investigación se realizó en la Parroquia Rosa Zárate, ubicada en el Cantón Quinindé, y la cual contiene la segunda población más grande de la Provincia de Esmeraldas (Ver Figura 1). Se encuentra localizada al norte de la región litoral del Ecuador, la cual se encuentra permanente sobre una amplia llanura por lo que son tierras apropiadas para las actividades agrícolas y ganaderas, en la unión de los ríos Blanco y Quinindé, tiene una extensión aproximada de 1.000 kilómetros cuadrados posee una altitud de 85 msnm y un clima lluvioso tropical con temperatura promedio de 27°C (75). En la Parroquia Rosa Zárate la principal actividad productiva es la agricultura la cual se encuentra contenida por diversas extractoras de aceite de palma africana (*Elaeis guineensis*) que procesas cientos de toneladas al día (22).



**Figura 1.** Área de estudio. Parroquia Rosa Zárate, ubicada en el Cantón Quinindé

## 3.2. Recolección de datos

### 3.2.1. Recolección de datos para el análisis espacial de la cobertura vegetal

La recolección de datos se realizó mediante la búsqueda en los Geo-portales como el Geo-portal del IGM, el Geo-portal del ministerio de agricultura y ganadería, Geo-portal del Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica, páginas de acceso libre como global forest watch, la búsqueda de los datos se realizó durante los años 2000, 2008, 2014 y 2019 estos datos tienen una resolución espacial y temporal adecuada para el presente estudio, lo que facilitó la obtención de información con un mejor detalle para el respectivo análisis multitemporal. Además, para el análisis de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) se obtuvo la siguiente imagen satelital (Ver Tabla 1).

**Tabla 1.** Tipo de satélite y fecha de la imagen usada para el análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

---

Satélite (Sensor)	Fecha de la captura de imágenes
Landsat 8	26-abril-2019

---

**Nota.** La imagen se obtuvo a través de la página Land Viewer.

### 3.2.2. Verificación de campo

Se realizó un estudio de campo por medio de vista previa de la zona de estudio (muestreo 1: noviembre), después se ejecutó un monitoreo de los datos satelitales obtenidos en donde se realizó encuestas a los agricultores o al departamento del ministerio de agricultura y ganadería del cantón Quinindé (Anexo 1), para constatar que la información que se obtuvo de los datos satelitales es válida.

Por lo que ayudó a realizar un análisis de cobertura vegetal mediante el procesamiento de los datos satelitales además se obtuvo información del territorio con el fin de reconocer las categorías adecuadas para el estudio (52). La ficha de campo utilizada (Anexo 2). Los resultados de las coordenadas de

campo se encuentran registrados en la Tabla 2 y acompañado de un gráfico para su percepción visual (Ver Figura 2).

**Tabla 2.** Coordenadas de verificación de campo

ÁREAS	COORDENADAS	
	X	Y
<b>Área 1</b>	663750	40721
	660756	32162
	661498	35001
	660880	39093
	655537	40273
<b>Área 2</b>	671328	28031
	663310	24455
	672020	40601
	674099	38316
	669381	26786
	667268	25001
	674185	40528
<b>Área 3</b>	671460	36124
	672971	32347

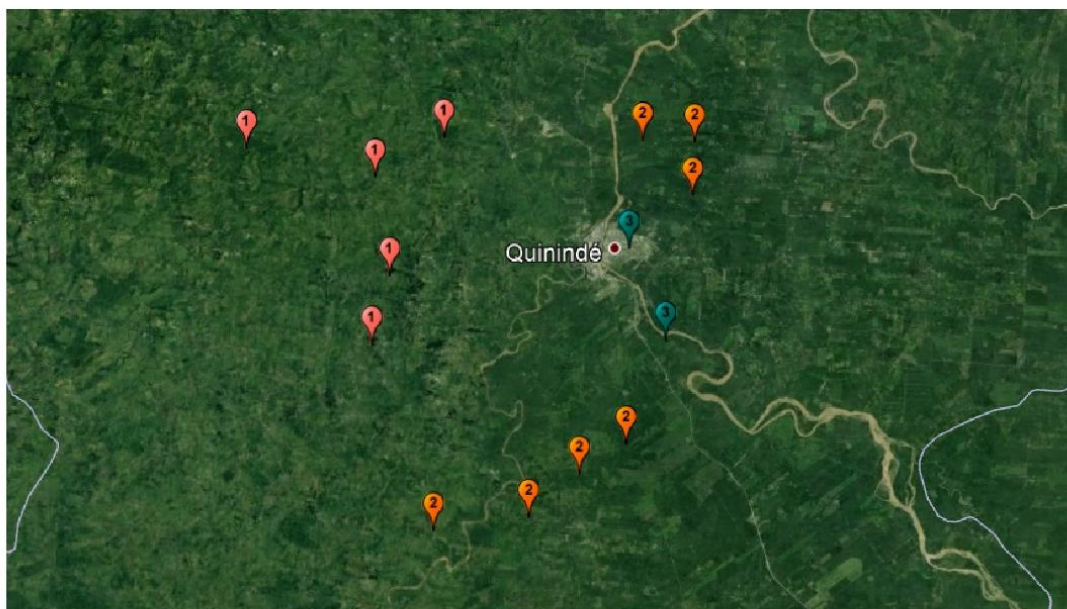
**Nota.** Las coordenadas fueron obtenidas con el propósito de comprobar la información de los datos satelitales.

El área 1 corresponde a los remanentes de bosque nativo identificado

El área 2 corresponde a usos de suelo agrícola

El área 3 corresponde a zonas pobladas y espacios acuáticos

## MAPA DE VERIFICACIÓN DE CAMPO



### Leyenda



<b>ELABORADO POR:</b> <b>ELVIS VIVAS MERCADO</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS</b>
	<b>PROYECCIÓN: UTM</b>
	<b>ZONA: 17 NORTE</b>
	<b>COORDENADAS: X: 670485 ; Y: 36027</b>

Figura 2. Mapa de verificación de campo por medio de coordenadas

### 3.3. Análisis de datos

#### 3.3.1. Procesamiento de datos satelitales

Se realizó el procesamiento de los datos satelitales mediante los softwares ArcGIS versión 10.3 y el Sistema de Información Geográfica Quantum GIS (QGIS) versión 3.0 Girona, (49). Además, se realizó una georreferenciación de los datos a una proyección cartográfica Universal Transversal de Mercator WGS84 (Zona 17 norte), la cual permitió la ubicación adecuada geográficamente del área de estudio.

### 3.3.2. Clasificación de datos satelitales

Para la clasificación de los datos satelitales se utilizó un logaritmo de máxima verosimilitud que permitirá agrupar los pixeles que contiene mayor probabilidad de ser asignados a una categoría. Este logaritmo permitió realizar una discriminación de los datos de manera eficaz. Además de que es muy utilizado para estudios de cambios de cobertura vegetal y uso de suelo ya que permite obtener las categorías adecuadas para cada campo de estudio, además ayudó a que las diferentes resoluciones espacio temporal no afecten al diagnóstico (52).

### 3.3.3. Análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)

Se realizó un análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en el sector cercano a la población el cual permitió el reconocimiento y evaluar la calidad y desarrollo en que se encuentra la vegetación a través del uso de la imagen satelital landsat 8 que permitió el cálculo de la intensidad de la reflectancia de las bandas roja e infrarroja del espectro electromagnético la cual es emitida por la vegetación (76) (Ver Tabla 3). Para realizar la interpretación del cálculo del NDVI se tomó en cuenta su variación entre -1 a 1 en donde se determinó un análisis preciso de la imagen (Ver Tabla 4).

**Tabla 3.** Resolución espacial y espectral del satélite Landsat 8 (2013-2017)

Modo espectral	Resolución espacial	Resolución espectral	Franja (Km)
Multiespectral	30	Banda 1. Aerosol Costero	185
	30	Banda 2. Azul	
	30	Banda 3. Verde	
	30	Banda 4. Rojo	
	30	Banda 5. Infrarrojo cercano (NIR)	
	30	Banda 6. SWIR 1	
	30	Banda 7. SWIR 2	
	15	Banda 8. Pancromático	
	30	Banda 9. Cirrus	
Termal	100	Banda 10. Infrarrojo térmico 1	
	100	Banda 11. Infrarrojo térmico 2	

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (77).

**Tabla 4.** Rangos utilizados para la interpretación del NVDI

<b>Rango</b>	<b>Interpretación</b>
-0,3 a 0	Suelo desnudo, agua, roca o nieve
0,01 - 0,1	Vegetación Dispersa (Poca Vegetación)
0,11 - 0,2	Vegetación moderada (Arbustos, Prados)
0,21 - 0,4	Páramo (Húmedo)
0,41- 1	Vegetación densa o vigorosa (Alta Humedad)

Fuente: Muñoz-Aguayo (78).

Para realizar el cálculo de Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) en el área de estudio se utilizó la siguiente fórmula (78):

$$NDVI = \frac{(NIR - VIS)}{(NIR + VIS)}$$

Para el cálculo de NDVI se realizó una búsqueda y procesamiento de una imagen satelital del año 2019 obtenida del satélite Landsat 8 (78), donde se utilizó la siguiente fórmula:

$$NDVI = \frac{\text{Banda 5} - \text{Banda 4}}{\text{Banda 5} + \text{Banda 4}}$$

### **3.3.3. Análisis y cuantificación de los cambios en la cobertura vegetal y el uso de suelo**

Se realizó una superposición de las imágenes creadas partir de los datos satelitales de los años que se analizaron 2000, 2008, 2014, 2019 lo que permitió estimar los cambios de cobertura vegetal y usos de suelo con el paso del tiempo del área de estudio. Además, se realizó un cálculo de la tasa de cambio anual de uso de suelo y cobertura vegetal también conocida como TAC (79), la cual utilizará la siguiente formula:

$$TAC = \left[ \frac{S_2}{S_1} \right]^{1/n} - 1$$

Donde:

TAC: tasa de anual de cambio

S2: superficie de fecha 2

S1: superficie de fecha 1

n: el número de años entre las fechas

#### **3.3.4. Generación de mapas temáticos**

Por último se realizó mapas temáticos por medio de los softwares QGIS y ArcGIS que permitieron un análisis de los cambios de cobertura vegetal y usos de suelo y su variación con el paso del tiempo debido a las actividades agrícolas que se efectúan dentro del área de estudio (55).

## 4. CAPITULO IV: RESULTADOS

Los ecosistemas terrestres brindan múltiples servicios ambientales, y debido a las actividades productivas están teniendo un ritmo de cambio acelerado (5), es por ello que, con la finalidad de obtener información del área de estudio a través del análisis multiespectral, trabajo de campo y uso de fuentes bibliográficas para estimar los cambios de uso de suelo que se han producido en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate con el paso de los años, donde se adquirieron los siguientes resultados:

### 4.1. Determinación de la cobertura vegetal y uso de suelo agrícola

Para determinar el tipo de cultivo y superficie (Ver Tabla 5) se obtuvo los datos satelitales además se realizó entrevistas a miembros del Ministerio de Agricultura y Ganadería del cantón Quinindé y se ejecutó un monitoreo de los datos satelitales a través de la ficha de campo (Ver Anexo 2).

**Tabla 5.** Principales cultivos agrícolas en el sector

<b>CULTIVOS</b>	<b>SUPERFICIE (Ha)</b>
<b>Cacao</b>	53102,12
<b>Pastizal</b>	31004
<b>Palma africana</b>	9112,1
<b>Maracuyá</b>	2752,4
<b>Banano</b>	2580,1
<b>Maíz</b>	561,2
<b>Plátano</b>	57,1
<b>Arroz</b>	41,6
<b>Barbecho</b>	19,4
<b>Papaya</b>	17,4
<b>Café</b>	2,4
<b>TOTAL</b>	99249,82

**Nota.** Ha: Hectáreas

El trabajo de campo realizado a los agricultores por medio de encuestas (Ver Anexo 1). Dio como resultado que el tipo de sistema de cultivo en el sector el 67,5% es monocultivo y el 32,5% es policultivo, el 55% de los agricultores consideran que ha aumentado la extensión cultivada en los últimos 10 años; el

77,5% consideran que existen daños al ambiente debido a la producción agrícola y el 22,5% que no existen daños; el 60% considera que las condiciones que se encuentra el suelo utilizado para cultivar actualmente es estable, y el 12,5% de los agricultores considera que mala; el 47,5% de los agricultores utilizan fertilizantes orgánicos y el 52,5% utilizan fertilizantes inorgánicos en las labores agrícolas; el 72,5% de los agricultores si realizan controles de calidad de suelo y el 27,5% no realiza (Ver Tabla 6).

**Tabla 6.** Diagnóstico de la cobertura vegetal y uso de suelo agrícola.

<b>Preguntas</b>	<b>Opciones y porcentaje (%)</b>		
	<b>¿Qué tipo de sistema de cultivo cuenta su superficie utilizada?</b>	<b>Monocultivo</b>	<b>Policultivo</b>
	67,5%	32,5%	
<b>¿Como considera usted la extensión cultivada en los últimos 10 años?</b>	<b>Aumentado</b>	<b>Disminuido</b>	<b>Se mantiene</b>
	55%	7,5%	42,5%
<b>¿Considera usted que existen daños al ambiente debido a la producción agrícola?</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	77,5%	22,5%	
<b>¿En qué condiciones considera usted que se encuentra el suelo utilizado para cultivar actualmente?</b>	<b>Buena</b>	<b>Estable</b>	<b>Mala</b>
	27,5%	60,0%	12,5%
<b>¿Qué tipo de productos se aplican en las labores agrícolas?</b>	<b>Fertilizantes orgánicos</b>	<b>Fertilizantes Inorgánicos</b>	
	47,5%	52,5%	
<b>¿Se realizan controles de calidad de suelo en el territorio utilizado para cultivar?</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	72,5%	27,5%	

En cuanto al tiempo en que se realizan los controles el 55,2% de los agricultores lo realiza cada 6 meses y el 17,2% lo realiza cada año (Ver Tabla 7).

**Tabla 7.** Tiempo en que se realizan controles de calidad de suelo

<b>Cada 6 meses</b>	<b>Cada 4 meses</b>	<b>Cada año</b>
55,2%	27,6%	17,2%

**Nota.** %: Porcentaje

#### **4.2. Zonificación de la cobertura vegetal y uso de suelo**

En la tabla 8 se pueden evidenciar las diferentes categorías en cuanto a uso de suelo del área de cada año de estudio, para poder determinar la variación que ha existido con el paso del tiempo. Estos cambios se ven reflejados en hectáreas

y en porcentajes, donde se puede resaltar un cambio de cobertura vegetal por el uso de suelo para la producción agropecuaria. Las categoriales evaluadas fueron: área poblada, área sin cobertura, bosque nativo, cultivo anual, cultivo permanente, cultivo semipermanente, espejo de agua natural, infraestructura, pastizal, plantación forestal, entre otros. (Ver Tabla 8).

**Tabla 8.** Cobertura de suelo, superficies en hectáreas y porcentajes

Clase	Área_ha				Área_%			
	2000	2008	2014	2019	2000	2008	2014	2019
<b>AREA POBLADA</b>	262,66	545,30	745,08	797,14	0,19	0,40	0,55	0,59
<b>ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL</b>	3,51	31,90	4,05	1,98	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>BOSQUE NATIVO</b>	113451,83	6615,19	4242,22	3669,20	83,28	4,86	3,11	2,69
<b>CULTIVO ANUAL</b>	1095,74	155,27	0,00	0,00	0,80	0,11	0,00	0,00
<b>CULTIVO PERMANENTE</b>	13690,29	4667,69	52347,30	0,00	10,05	3,43	38,43	0,00
<b>CULTIVO SEMI PERMANENTE</b>	1718,03	8104,74	268,50	0,00	1,26	5,95	0,20	0,00
<b>ESPEJOS DE AGUA NATURAL</b>	1346,07	1345,53	1210,64	1232,50	0,99	0,99	0,89	0,90
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	2,61	20,52	20,52	21,78	0,00	0,02	0,02	0,02
<b>PASTIZAL</b>	3504,74	16784,81	58250,24	0,00	2,57	12,32	42,76	0,00
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>	1152,00	7,02	64,53	32,76	0,85	0,01	0,05	0,02
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>	1,35	4,01	0,00	2,69	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TIERRA AGROPECUARIA</b>	0,0	97946,85	19075,75	130470,77	0,00	71,90	14,00	95,77

**Nota.** Bosque Nativo: Presencia de árboles nativos de diferentes especies

Plantación Forestal: Presencia de árboles establecidos de manera antrópica

Vegetación Arbustiva: Presencia de especies leñosas

Cultivo anual: Cultivo agrícola de ciclo de vegetativo estacional.

Cultivo Semipermanente: Cultivos agrícolas de ciclo de vegetativo de un a tres años

Cultivo Permanente: Cultivos agrícolas de ciclo vegetativo mayor a tres años

Pastizal: Especies utilizadas con fines pecuarios (gramíneas y leguminosas)

Área poblada: Espacio ocupado por viviendas, edificios, etc.

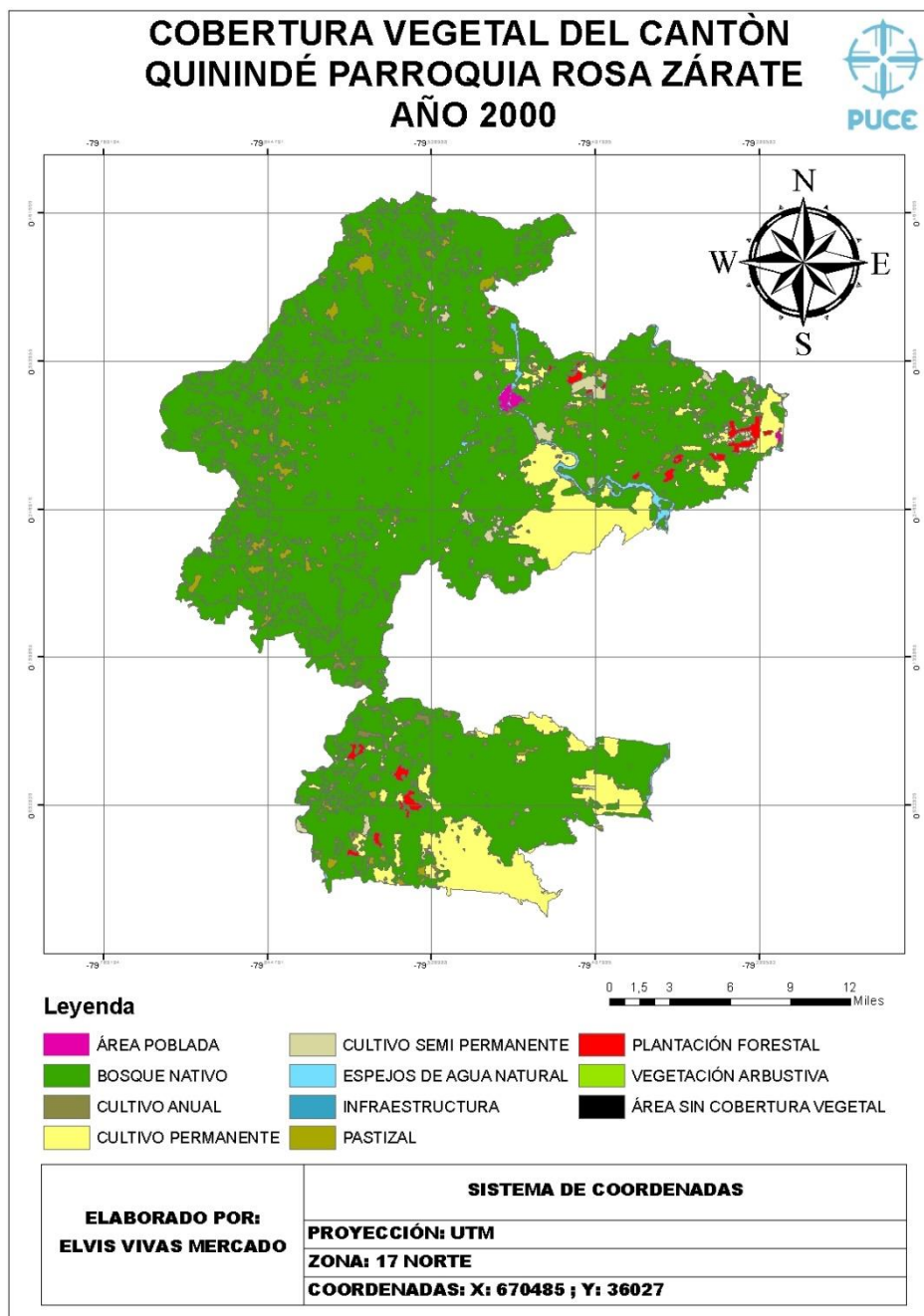
Infraestructura: Espacio utilizado para obras de comunicación, transporte, etc.

Área sin cobertura vegetal: Áreas que no presentan vegetación

Ha: Hectáreas

%: Porcentajes

La zonificación de cada año de estudio se representó a través de mapas individuales. Donde se estableció las diferentes categorías y las extensiones de cada una de ellas. Es así que se realizó un mapa de cobertura vegetal y uso de suelo para el año 2000 (Ver Figura 3), donde la clase que predominó fue la de bosque nativo con una extensión de 113.451,83 ha que representó un 83,28% del territorio, mientras que la existencia de cultivos permanentes fue la segunda extensión más ocupada con 13690,29 ha que representa un 10,05 % del territorio. (Ver Tabla 9).



**Figura 3.** Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2000 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé.

**Tabla 9.** Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2000.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ÁREA EN Ha</b>	<b>ÁREA EN %</b>
<b>ÁREA POBLADA</b>	262,66	0,19
<b>ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL</b>	3,51	0,00
<b>BOSQUE NATIVO</b>	113451,83	83,28
<b>CULTIVO ANUAL</b>	1095,74	0,80
<b>CULTIVO PERMANENTE</b>	13690,29	10,05
<b>CULTIVO SEMI PERMANENTE</b>	1718,03	1,26
<b>ESPEJOS DE AGUA NATURAL</b>	1346,07	0,99
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	2,61	0,00
<b>PASTIZAL</b>	3504,74	2,57
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>	1152,00	0,85
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>	1,35	0,00

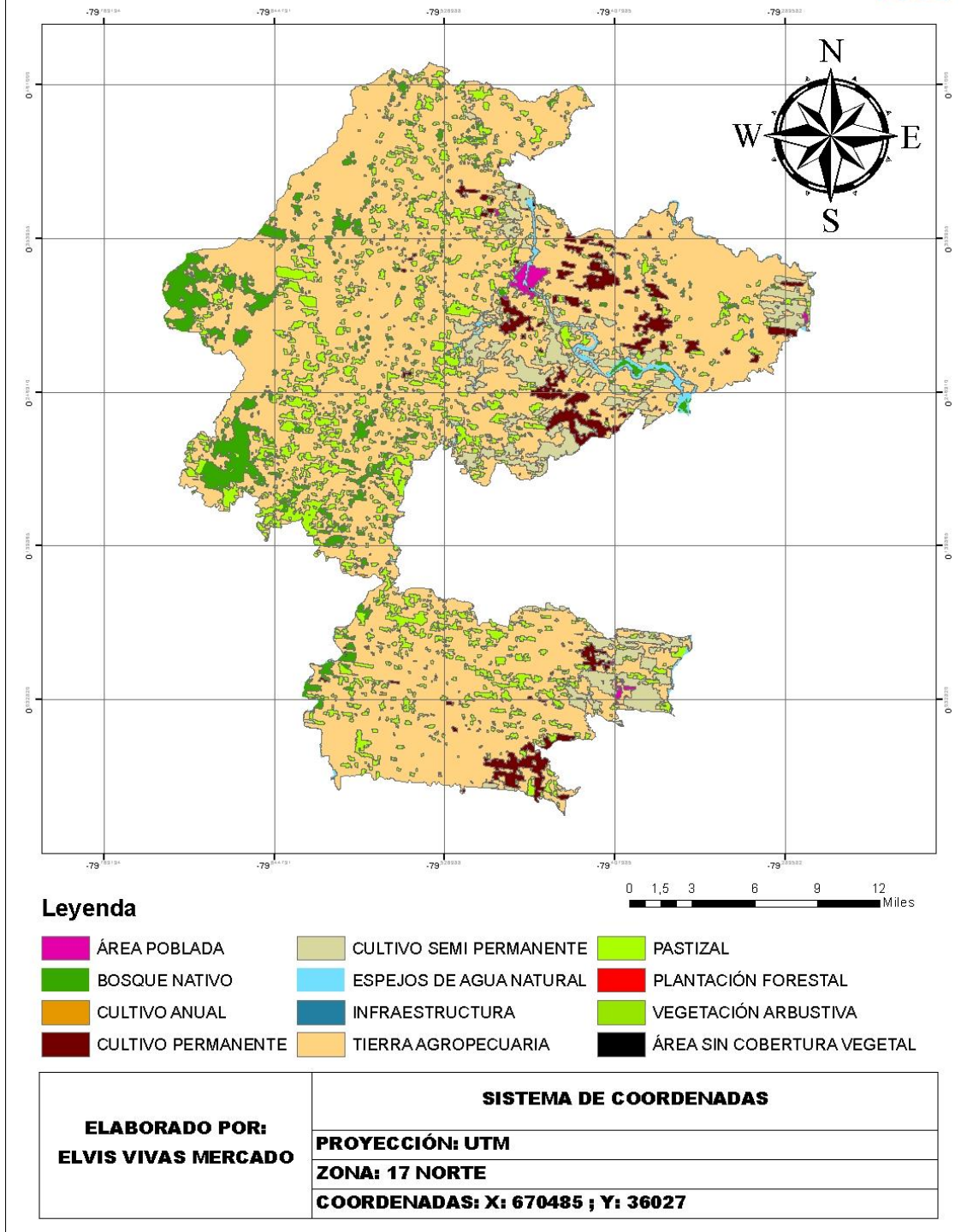
**Nota.**

Ha: Hectáreas

?: Porcentajes

El mapa de cobertura vegetal y uso de suelo para el año 2008 (Ver Figura 4), se presentó una nueva clase que fue la de tierras agropecuarias la cual predominó en ese año con 97.946,85 ha que representan el 71,90% del territorio, mientras que la cobertura de bosque nativos representó un 6615,19 ha equivalentes al 4,86 % del territorio (Ver Tabla 10).

# COBERTURA VEGETAL DEL CANTÓN QUININDÉ PARROQUIA ROSA ZÁRATE AÑO 2008



**Figura 4.** Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2008 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé.

**Tabla 10.** Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2008.

<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ÁREA EN Ha</b>	<b>ÁREA EN%</b>
<b>AREA POBLADA</b>	545,30	0,40
<b>ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL</b>	31,90	0,02
<b>BOSQUE NATIVO</b>	6615,19	4,86
<b>CULTIVO ANUAL</b>	155,27	0,11
<b>CULTIVO PERMANENTE</b>	4667,69	3,43
<b>CULTIVO SEMI PERMANENTE</b>	8104,74	5,95
<b>ESPEJOS DE AGUA NATURAL</b>	1345,53	0,99
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	20,52	0,02
<b>MOSAICO AGROPECUARIO</b>	97946,85	71,90
<b>PASTIZAL</b>	16784,81	12,32
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>	7,02	0,01
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>	4,01	0,00

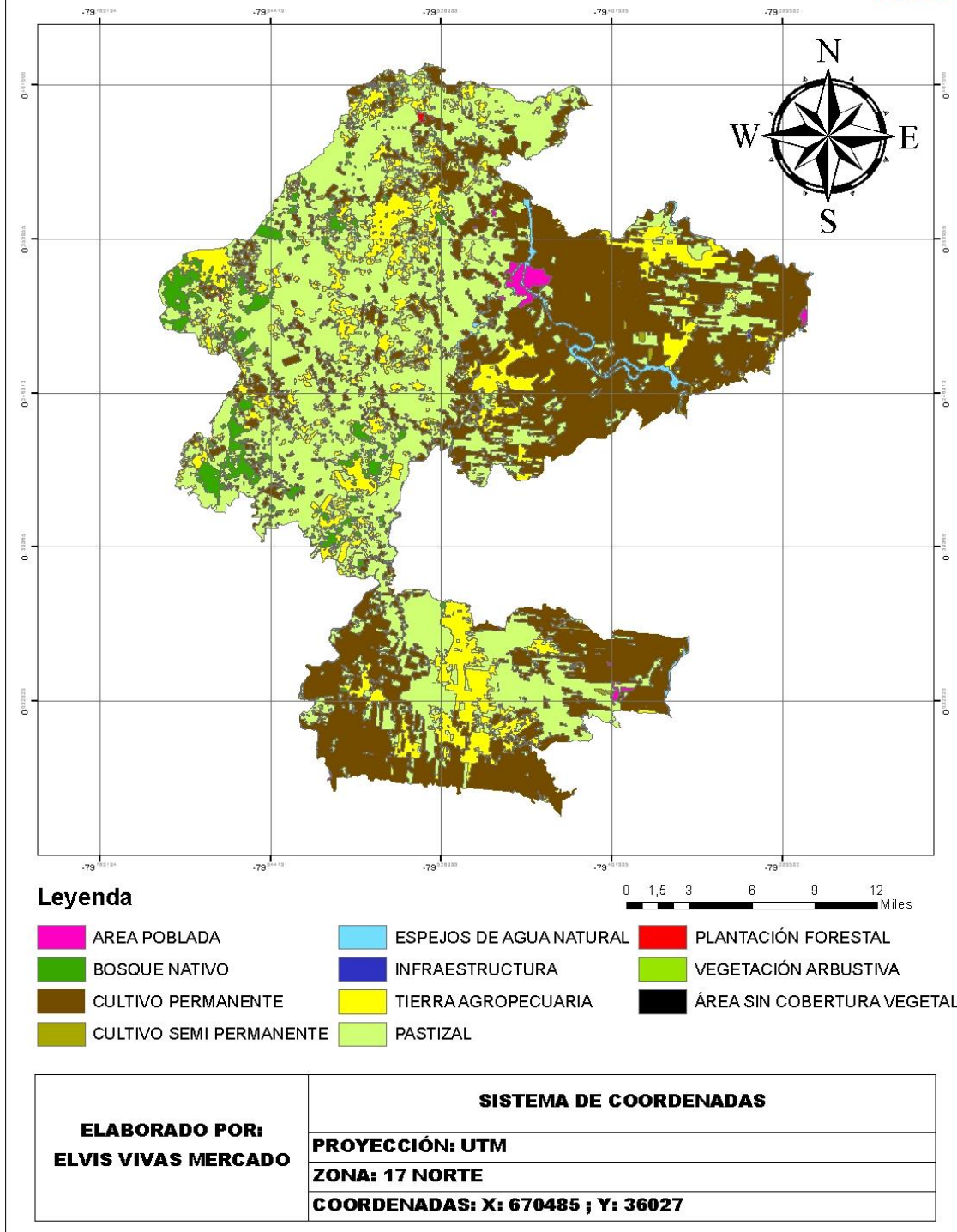
**Nota.**

Ha: Hectáreas

‰: Porcentajes

El mapa de cobertura vegetal y uso de suelo para el año 2014 (Ver Figura 5), las clases que predominaron fueron la de cultivo permanente con una extensión de 52.347,30 ha que represento un 38,43% y la clase pastizal con una extensión de 58.270,24 ha con un 42.76% del territorio, mientras que la extensión de bosque nativo del territorio represento 4242,22 ha equivalentes al 3,11% (Ver Tabla 11).

# COBERTURA VEGETAL DEL CANTÓN QUININDÉ PARROQUIA ROSA ZÁRATE AÑO 2014



**Figura 5.** Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2014 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé

**Tabla 11.** Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2014.

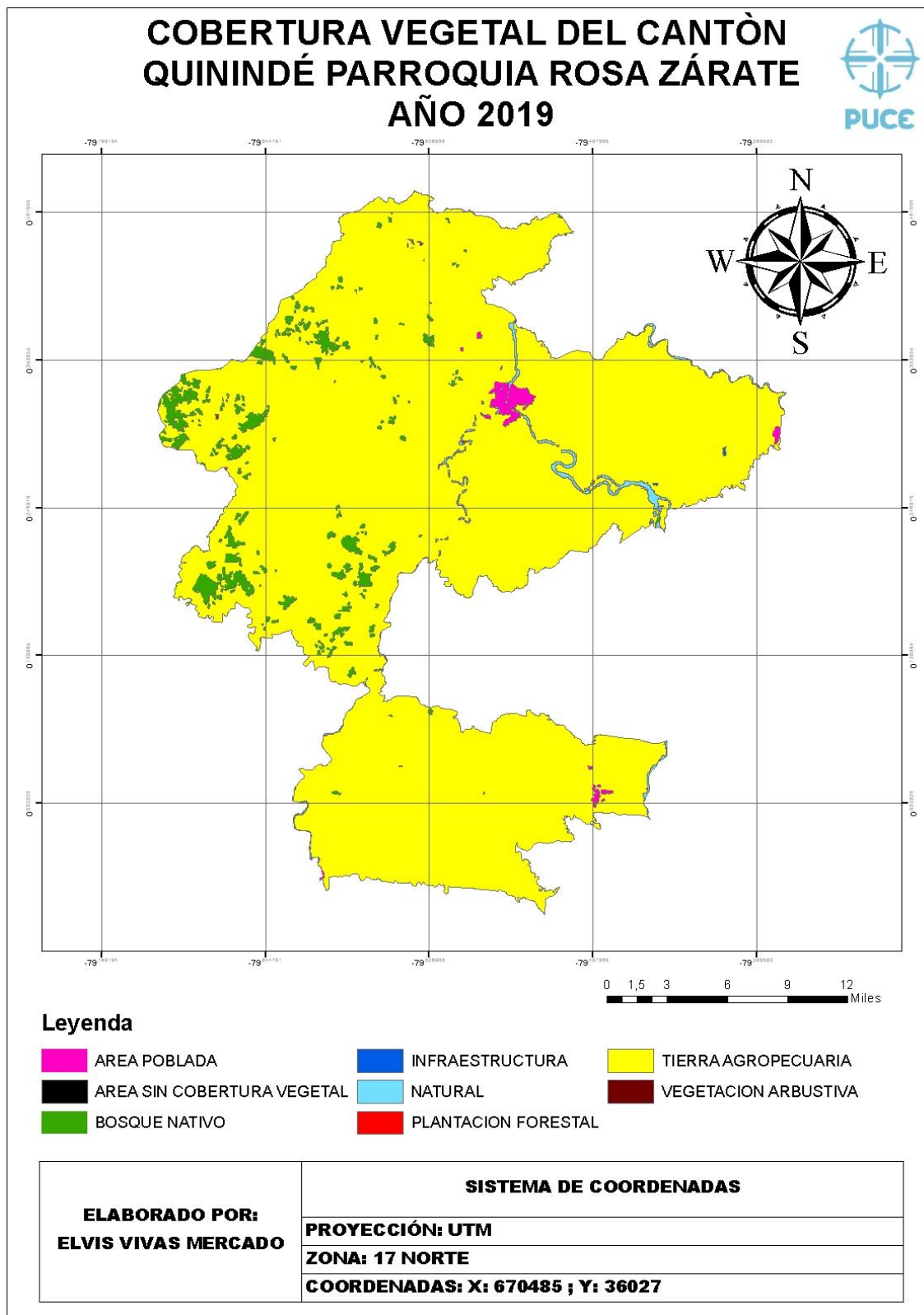
DESCRIPCIÓN	ÁREA EN Ha	ÁREA EN %
AREA POBLADA	745,08	0,55
ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL	4,05	0,00
BOSQUE NATIVO	4242,22	3,11
CULTIVO PERMANENTE	52347,30	38,43
CULTIVO SEMI PERMANENTE	268,50	0,20
ESPEJOS DE AGUA NATURAL	1210,64	0,89
INFRAESTRUCTURA	20,52	0,02
MOSAICO AGROPECUARIO	19075,75	14,00
PASTIZAL	58250,24	42,76
PLANTACIÓN FORESTAL	64,53	0,05
VEGETACIÓN ARBUSTIVA	0,00	0,00

**Nota.**

Ha: Hectáreas

?: Porcentajes

El mapa de cobertura vegetal y uso de suelo para el año 2019 (Ver Figura 6), la clase que predominó fue tierra agropecuaria con 130.470,77 ha que representan el 95,77% del territorio, mientras la extensión de bosque nativo fue de 3669,20 ha que representan 2,69% (Ver Tabla 12).



**Figura 6.** Identificación de la cobertura vegetal y uso de suelo del año 2019 de la Parroquia Rosa Zárate del cantón Quinindé

**Tabla 12.** Superficies en hectáreas y porcentajes del mapa de cobertura vegetal y uso de suelo del año 2019.

DESCRIPCIÓN	ÁREA EN Ha	ÁREA EN %
AREA POBLADA	797,14	0,59
AREA SIN COBERTURA VEGETAL	1,98	0,00
BOSQUE NATIVO	3669,20	2,69
INFRAESTRUCTURA	21,78	0,02
NATURAL	1232,50	0,90
PLANTACION FORESTAL	32,76	0,02
TIERRA AGROPECUARIA	130470,77	95,77
VEGETACIÓN ARBUSTIVA	2,69	0,00

**Nota.**

Ha: Hectáreas

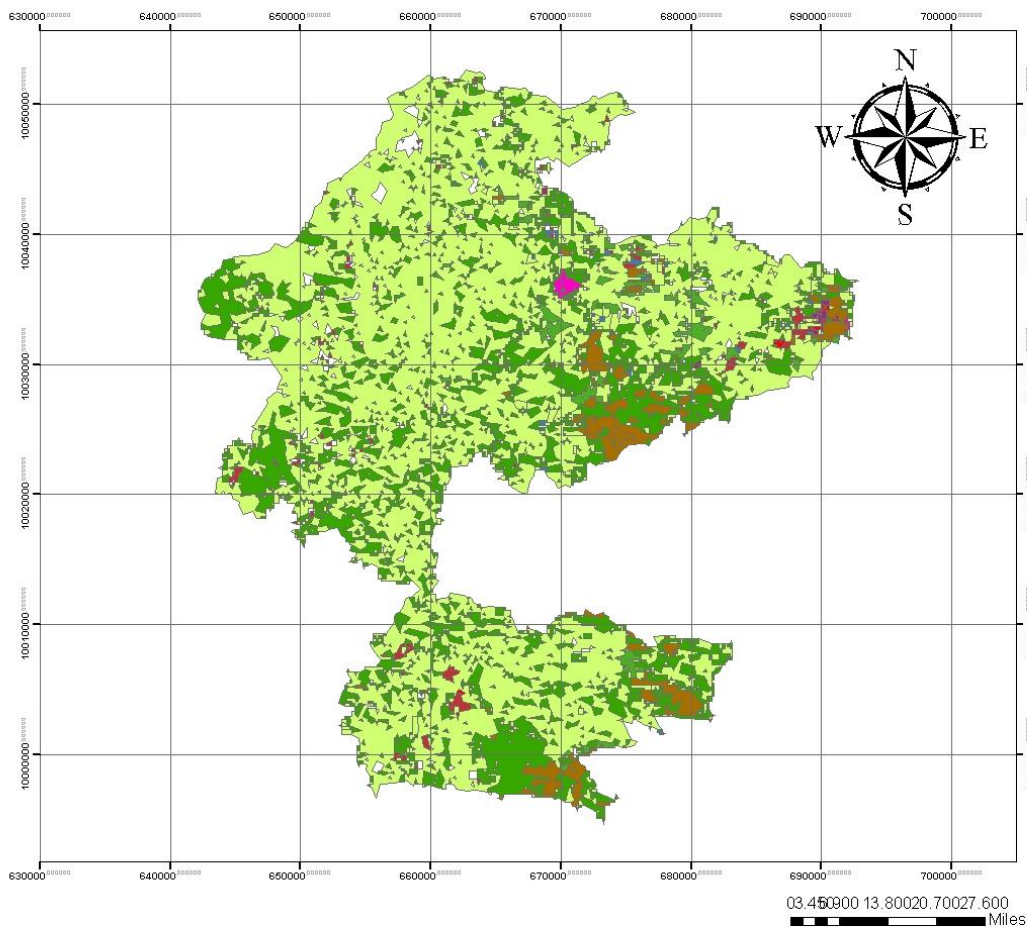
?: Porcentajes

### 4.3. Identificación de cambios de cobertura vegetal

Se realizó una identificación de cambios de cobertura vegetal y uso de suelo a través de una superposición de imágenes en donde se comparó el año 2000 con el año 2008 (Ver Figura 7), y el año 2014 con el año 2019 (Ver Figura 8), con el propósito de identificar la variación que se ha producido en la cobertura vegetal.

Lo que se puede observar en los gráficos es que del 2000 al 2008 gran parte de las categorías cobertura vegetal de bosque nativo fue modificada por cultivos agrícolas y para el año 2014 al 2019 la categoría de bosque nativo siguió disminuyendo, pero en menor cantidad.

# CAMBIO DE USO DE SUELO DEL CANTÓN QUININDÉ PARROQUIA ROSA ZÁRATE DEL PERÍODO 2000 - 2008



### Leyenda

- |  |  |   |
|--|--|---|
| <span style="color: magenta;">■</span> Área poblada/Área poblada                 | <span style="color: green;">■</span> Bosque nativo/Cultivo semi permanente         | <span style="color: lightgreen;">■</span> Bosque nativo/ Tierra agropecuaria    |
| <span style="color: darkgreen;">■</span> Bosque nativo/ Área poblada             | <span style="color: brown;">■</span> Cultivo permanente/ Cultivo permanente        | <span style="color: blue;">■</span> Área sin cobertura/ Cultivo permanente      |
| <span style="color: forestgreen;">■</span> Bosque nativo/Cultivo semi permanente | <span style="color: darkred;">■</span> Cultivo permanente/ Cultivo semi permanente | <span style="color: purple;">■</span> Área sin cobertura/Área sin cobertura     |
| <span style="color: darkslategrey;">■</span> Bosque nativo/ Bosque nativo        | <span style="color: yellowgreen;">■</span> Bosque nativo/ Tierra agropecuaria      | <span style="color: maroon;">■</span> Vegetación arbustiva/ Pastizal            |
| <span style="color: darkolivegreen;">■</span> Bosque nativo/ Cultivo anual       | <span style="color: forestgreen;">■</span> Bosque nativo/ Pastiza                  | <span style="color: red;">■</span> Plantación forestal/ Cultivo semi permanente |
| <span style="color: darkslategrey;">■</span> Bosque nativo/Cultivo permanente    | <span style="color: forestgreen;">■</span> Bosque nativo/ Cultivo semi permanente  | <span style="color: red;">■</span> Plantación forestal/ Pastizal                |

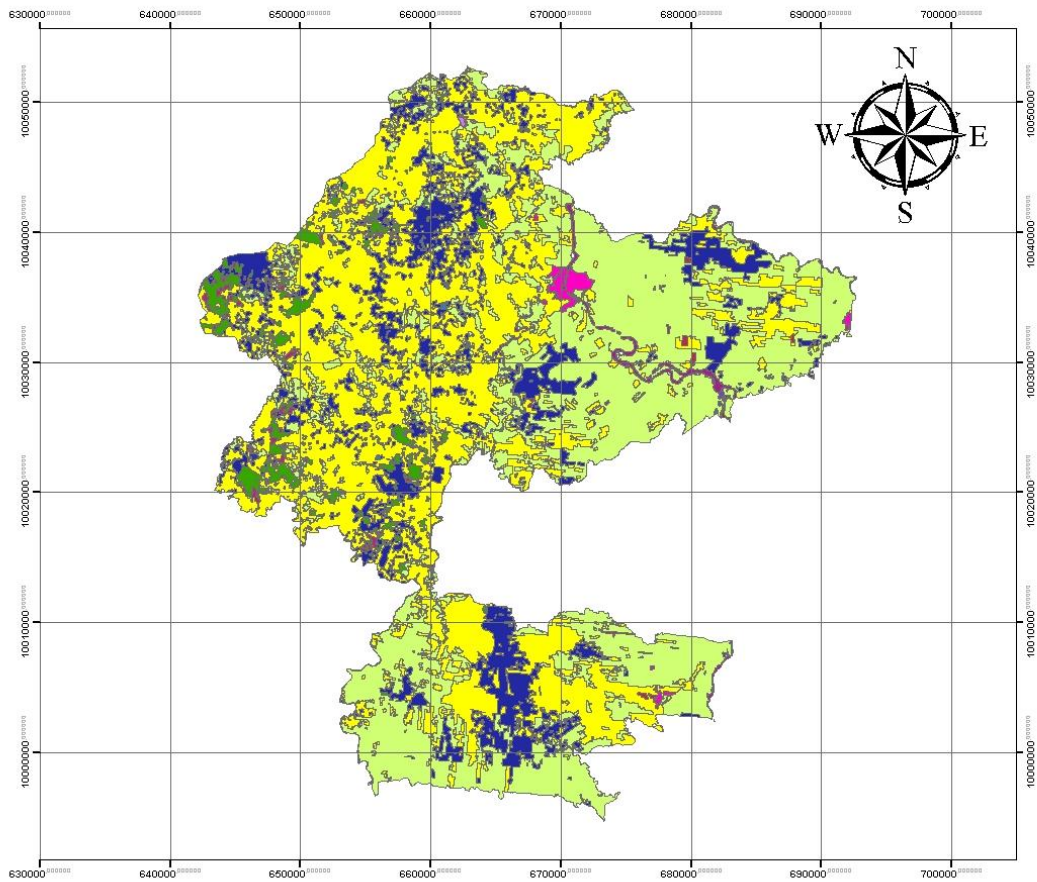
**ELABORADO POR:  
ELVIS VIVAS MERCADO**

### SISTEMA DE COORDENADAS

**PROYECCIÓN: UTM**  
**ZONA: 17 NORTE**  
**COORDENADAS: X: 670485 ; Y: 36027**

**Figura 7.** Superposición de imágenes; año 2000-2008.

# CAMBIO DE USO DE SUELO DEL CANTÓN QUININDÉ PARROQUIA ROSA ZÁRATE DEL PERÍODO 2014 - 2019



### Leyenda

Área poblada/Área poblada	Cultivo permanente/Tierra agropecuaria	Tierra agropecuaria/Tierra agropecuaria
Pastzal/ Tierra agropecuaria	Cultivo permanente/ Tierra agropecuaria	Tierra agropecuaria/Tierra agropecuaria
Pastzal/ Tierra agropecuaria	Cultivo semi permanente/ Tierra agropecuaria	Pastzal/Área poblada
Bosque nativo/ Bosque nativo	Cultivo semi permanente/ Tierra agrícola	Pastzal/Tierra agropecuaria
Bosque nativo/ Tierra agropecuaria	Cultivo semi permanente/Tierra agrícola	Pastzal/Tierra agropecuaria
Cultivo permanente /Área poblada	Cuerpo de agua/Cuerpo de agua	Pastzal/Tierra agropecuaria
Cultivo permanente/ Área sin cobertura	Cuerpo de agua/Cuerpo de agua	Plantación forestal/Bosque nativo
Bosque nativo/ Cultivo permanente	Cuerpo de agua/Cuerpo de agua	Plantación forestal/Bosque nativo
Cuerpo de agua/ Cuerpo de agua	Infraestructura/Infraestructura	Plantación forestal/Bosque nativo
Cultivo permanente/Infraestructura	Tierra agropecuaria/Tierra agropecuaria	Vegetación arbustiva/Vegetación arbustiva

03.450900 13.80020.70027.600  
Miles

**ELABORADO POR:  
ELVIS VIVAS MERCADO**

### SISTEMA DE COORDENADAS

**PROYECCIÓN: UTM**  
**ZONA: 17 NORTE**  
**COORDENADAS: X: 670485 ; Y: 36027**

**Figura 8.** Superposición de imágenes; año 2014-2019.

El resultado del cálculo de la Tasa Anual de Cambio (TAC) (Ver Tabla 13), en los dos primeros años 2000-2008, dio como resultado una pérdida anual de -29,9%

en la superficie de bosque nativo, y en los años 2014-2019 reflejo una pérdida anual de -2,9% en la superficie de bosque nativo.

**Tabla 13.** Superficie en hectáreas y cálculo de la Tasa Anual de Cambio (TAC)

Clase	Área_Ha			Área_Ha		
	2000	2008	TAC	2014	2019	TAC
<b>ÁREA POBLADA</b>	262,66	545,30	9,6	745,08	797,14	1,4
<b>ÁREA SIN COBERTURA VEGETAL</b>	3,51	31,90	31,8	4,05	1,98	-13,3
<b>BOSQUE NATIVO</b>	113451,83	6615,19	-29,9	4242,22	3669,20	-2,9
<b>CULTIVO ANUAL</b>	1095,74	155,27	-21,7	0,00	0,00	0,00
<b>CULTIVO PERMANENTE</b>	13690,29	4667,69	-12,6	52347,30	0,00	-100
<b>CULTIVO SEMI PERMANENTE</b>	1718,03	8104,74	21,4	268,50	0,00	-100
<b>ESPEJOS DE AGUA NATURAL</b>	1346,07	1345,53	0,0	1210,64	1232,50	0,4
<b>INFRAESTRUCTURA</b>	2,61	20,52	29,4	20,52	21,78	1,2
<b>PASTIZAL</b>	3504,74	16784,81	21,6	58250,24	0,00	-100
<b>PLANTACIÓN FORESTAL</b>	1152,00	7,02	-47,1	64,53	32,76	-12,7
<b>VEGETACIÓN ARBUSTIVA</b>	1,35	4,01	14,6	0,00	2,69	100
<b>TIERRA AGROPECUARIA</b>	0,0	97946,85	100	19075,75	130470,77	46,9

**Nota.** Los valores por arriba de cero representan ganancias de superficie, mientras que los valores por debajo de cero representan disminución de superficie.

El TAC: es la Tasa Anual de Cambio

La cobertura vegetal de cultivos agrícola y de bosque nativo de los años 2000, 2008, 2014 y 2019 (Ver Tabla 14) se puede apreciar que el año 2019 es el año con mayor cantidad de hectáreas de cultivos agrícolas y el año 2000 es el año con mayor cantidad de hectáreas de bosque nativo.

**Tabla 14.** Cobertura de cultivos agrícolas y de bosque nativo

Clase	Área_ha			
	2000	2008	2014	2019
<b>Cultivos agrícolas</b>	20.008	127.659,36	129.941,79	130.470,77
<b>Bosque nativo</b>	113451,83	6615,19	4242,22	3669,2

Los resultados de los cambios en cuanto a hectáreas tanto de cultivos agrícolas y bosque nativos de los años 2000 al 2008 los cultivos agrícolas aumentaron en 107.650,56ha y para los años 2014 al 2019 aumentaron 5.28,98 ha, mientras que los cambios producidos en bosque nativo de los años 2000 al 2008 se deforestaron un total de 106.836,64 ha y de los años 2014 al 2019 se deforestaron un total de 573,02 ha (Ver Tabla 15). Teniendo en cuenta que desde el año 2000 al 2019 se deforestaron 109.782,63 ha de bosque nativo.

**Tabla 15.** Cambios de cobertura vegetal de cultivos agrícolas y bosque nativo

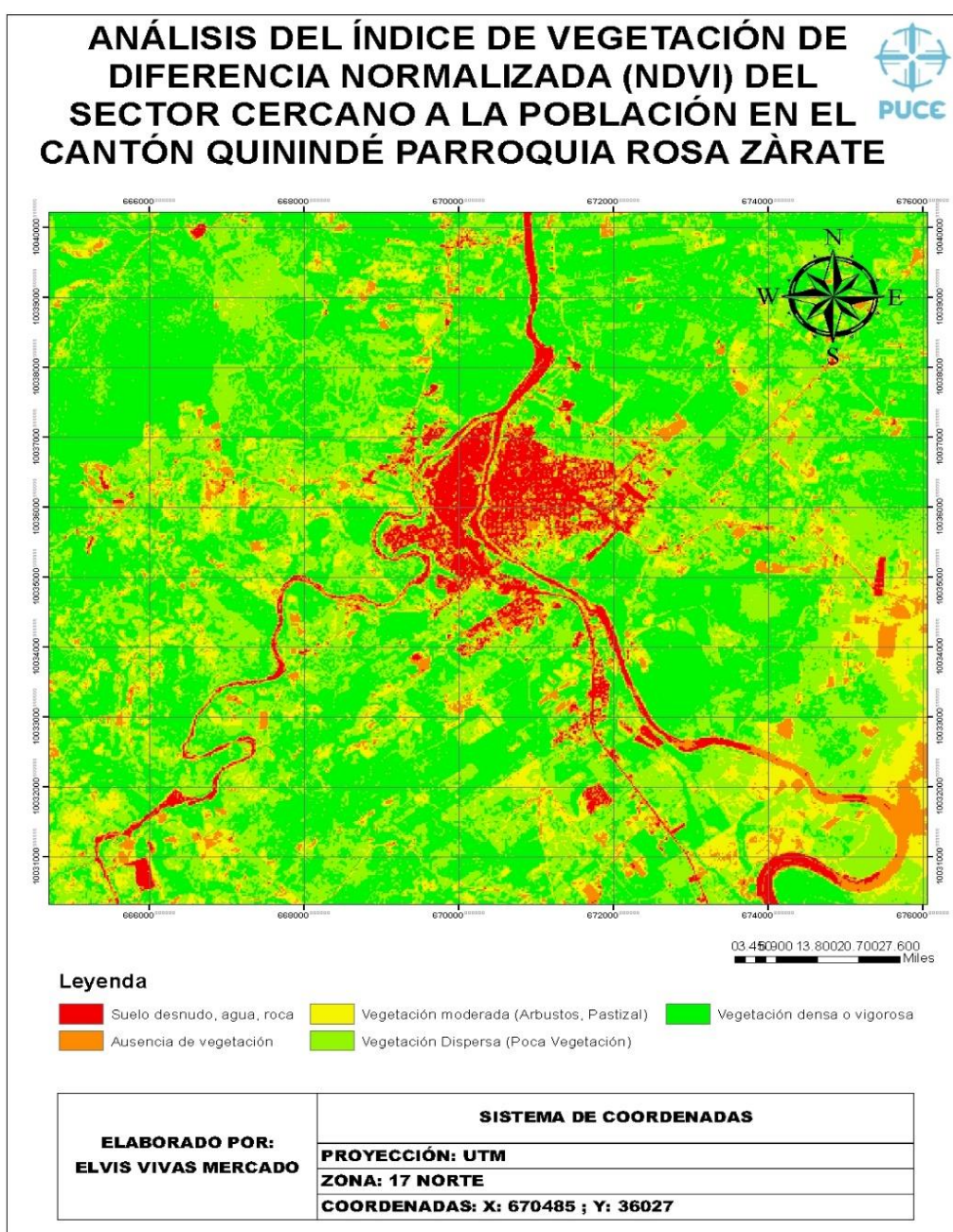
Clase	Área_ha	
	2000 – 2008	2014 - 2019
<b>Cultivos agrícolas</b>	107.650,56	528,98
<b>Bosque nativo</b>	106836,64	573,02

#### **4.4. Análisis del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI).**

Para la interpretación del Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada de la zona cercana a la población del área de estudio, se utilizó los rangos de la Tabla 3, en donde el resultado de la reflectancia de las bandas roja e infrarroja del espectro electromagnético los valores cercanos al 1 indican vegetación densa mientras que los valores cercanos a 0 indican ausencia de vegetación (Ver Figura 9). Lo que se puede entender que la cobertura vegetal en la zona cerca a la población cuenta con una vegetación densa, a pesar de que ciertos espacios son usados para uso agrícolas y presencia de suelos desnudos o sin vegetación (Ver Tabla 16).

**Tabla 16.** Interpretación del índice de vegetación diferenciada normalizada

Rango	Interpretación
- 0,40	Suelo desnudo, agua, roca
0,11	Vegetación dispersa (poca vegetación)
0,31	Vegetación moderna (arbustos)
0,62	Vegetación densa (alta humedad)



**Figura 9.** Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada de la zona cercana a la población del área de estudio.

## 5. CAPITULO V: DISCUSIÓN

Los sistemas de producción agrícolas son de gran importancia tanto en el sector económico como en el sector de alimentación interna de un país, pero debido a su expansión se están produciendo cambios en los ecosistemas, afectado a los flujos de cambios de energía que se producen en el mismo (3).

El manejo de los sistemas de información geográfica son una de las herramientas más utilizadas, en investigaciones sobre los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo, la cual permite el almacenamiento y manejo de gran cantidad de datos geo espaciales que brindan información sobre el estado de los ecosistemas (49), por lo que este instrumento de trabajo permitió la evaluación de cambios de cobertura vegetal por cultivos agrícolas mediante el análisis de datos multitemporales en el cantón Quinindé parroquia rosa Zárate. Así mismo, Eduardo Vera (68), coincide que los sistemas de información geográfica son eficientes para realizar evaluaciones y análisis de cobertura vegetal con el paso de los años, a través de los análisis multitemporales que ayudan a evaluar los cambios que se producen en los ecosistemas, que dan como resultado modificaciones en la estructura del uso de suelo (46).

La realización de mapas temáticos dentro del trabajo fue uno de los puntos más importantes para analizar los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo, teniendo en cuenta que es un soporte de información visual dentro de la investigación. Así como lo menciona Deniz Barreto en su investigación sobre la evaluación multitemporal de cambio de uso del suelo en la Isla Santa Cruz, Galápagos, que indica que los mapa digitales ayudan apreciar la información procesada por los sistemas de información geográfica (55).

Las encuestas y entrevista realizada en cuanto a los principales tipos de cultivos en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate se obtuvo que la palma africana y el cacao son los principales, así mismo Mirian Rivera; José Estrada; Rugina Quiñonez & Roberto Moreno (80), coinciden en su investigación sobre la Diversificación de cultivos y desarrollo sostenible en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, que la actividad palmicultora y de cacao son el mantenimiento de la economía del cantón.

En cuanto al sistema de cultivo en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate se determinó que en mayor porcentaje es monocultivos, así como también menciona la Fundación de Fomento de Exportaciones de Aceite de Palma y sus Derivados de Origen Nacional (FEDAPAL) en 2019 (80), consideraron que el cantón es netamente mono productor.

En cuanto a la estimación los cambios de cobertura vegetal de cultivos agrícolas y bosque nativos se determinó que en los años 2000 al 2008 los cultivos agrícolas aumentaron en 107.650,56 ha y para los años 2014 al 2019 aumentaron 528,98 ha, así mismo Blanca Chile, indica que la expansión de cultivos se inicia en 1967 con mayor esparcimiento de la palma africana con el 33.03 % de la ocupación del total de la Parroquia Rosa Zárate (81).

Los cambios producidos en bosque nativo de los años 2000 al 2008 se deforestaron 106836,64 que reflejo una pérdida anual de -2,9% en la superficie de bosque nativo y de los años 2014 al 2019 se deforestaron un total de 573,02 ha que reflejo una pérdida anual de -2,9% en la superficie de bosque nativo. Teniendo en cuenta que desde el año 2000 al 2019 se deforestaron 109.782,63 ha de bosque nativo, por lo que los cambios producidos en la cobertura vegetal en los años comprendidos entre 2000 hasta el 2019 se evidencia una inmensa pérdida de superficie en bosques nativo. Así como coincide el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) (82), que la provincia de Esmeraldas, para el año 2000 al 2008 representó el 18% de deforestación neta del país, y que el cantón Quinindé representó el 6,2% de la deforestación a nivel nacional, por lo que es uno de los territorios con mayores niveles de deforestación del país.

Los resultados obtenidos en la caracterización de uso de suelo por medio de los agricultores, se especifica que gran parte de los agricultores emplean el uso de fertilizantes inorgánicos con el 52,5% de provocan daños a los ecosistemas, así como lo menciona Daniela Reyes en su investigación sobre los impactos ambientales que generan por el cultivo y producción agrícola en donde detalla que los impactos que se encuentran relacionados con el uso de fertilizantes inorgánicos se producen cuando en un ecosistema se emplea cantidades de insumos superiores a las tasas de renovación anual o interanual (83),

En cuanto al controles de calidad de suelo se obtuvo que 27,5% de los agricultores no realizan, por lo que repercuten en el estado en que se encuentra el ecosistema atribuido al incremento de la inestabilidad de los suelos y generando procesos erosión así como lo menciona Manuel Suquilanda (59), que debido a bajos niveles de capacitación y planificación técnica de conservación de los suelos provoca el deterioro de los mismos.

En cuanto a los cambios en la superficie por años, se puede evidenciar que para el año para el año 2000, la categoría de bosque nativo tuvo un resultado de extensión de 113.451,83 ha que representa un 83.28% del territorio, para el año 2008, la categoría de bosque nativo tuvo una extensión de 6.615.19 ha que representa un 4,86% lo que indica una disminución de bosque nativo desde año 2000 al 2018 así como coincide Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (84), que la provincia de Esmeralda es la que tiene mayor deforestación anual con 12.485 ha/año para los períodos 2000 – 2008.

Para el año 2014, las categorías que predominaron fueron la de cultivo permanente con una extensión de 52.347,30 ha que representa un 38.43% que es atribuible a cultivos agrícolas y la clase pastizal con una extensión de 58.270,24 ha con un 42.76% del territorio y la categoría de bosque nativos tuvo una extensión de 4.242,22 ha que representa un 3.11% y para el año 2019, la categoría que predominó fue tierra agropecuaria con una extensión de 130.470,77 ha que representa un 95,77% del territorio mientras que la categoría de bosque nativo tuvo una extensión de 3.669,20 ha que representa un 2.69%. Por lo que se puede considerar que el motivo de las causas en las cuales estas categorías disminuyeron o incrementaron superficie puede ser por el motivo de la expansión agrícola ya que a medida que se va produciendo una disminución de la superficie de bosque nativo con el paso de los años estudiados se incrementan los diferentes sistemas de cultivos agrícolas que puede que puede ocasionar en agotamiento y erosión del suelo tal y como lo explica La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura en su informe sobre la agricultura y la desertificación del suelo (85).

Los resultados de la interpretación del Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada (NDVI) de la zona cercana a la población del área de estudio se

determinó que la vegetación se encuentra en buenas condiciones a pesar de que existen espacios sin vegetación o con escasa vegetación. Así mismo, coincide con el estudio realizado por Pedro Gracia (75), en donde especifica que el 78% de la superficie que contiene el cantón Quinindé se caracteriza por tener niveles de fertilidad media alta.

## 6. CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

- Los cambios de cobertura vegetal y uso de suelo en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate para el año 2000 al 2008 la cobertura de bosque nativo se redujo a una extensión de 106.836,64 ha, teniendo en cuenta que existió un avance de cultivos agrícolas de 107.650,56 ha. Para el año 2014 al 2019 la cobertura de bosque nativo se redujo 573,02 ha y se aumentó un total de 528,98 ha de cultivos agrícolas.
- El análisis de la Tasa Anual de Cambio (TAC), en los años 2000-2008, dio como resultado una pérdida anual de -29,9% en la superficie de bosque nativo, mientras que para los años 2014-2019 se presentó una pérdida anual de -2,9% en la superficie de bosque nativo.
- Por lo tanto, se puede concluir que el porcentaje de deforestación en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate es elevando con 109.782,63 ha deforestadas desde el año 2000 al 2019. Mientras que la cobertura vegetal de uso de suelo agrícola aumentó de manera drástica desde el año 2000 al 2019 con 110.461,97 ha.
- Por lo tanto, se puede concluir que los procesos de reforestación a través de plantación forestal están siendo ineficientes en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate debido a que 1.256,31 ha se plantaron desde 2000 hasta 2019 pero se deforestó un total de 109.782,63 ha, equivalentes al 96.77% de la cobertura de bosque nativo existente desde el año 2000.
- En la interpretación del Índice de Vegetación Diferenciada Normalizada, muestra que la cobertura vegetal en la zona cerca a la población cuenta con una vegetación densa, a pesar de que ciertos territorios no cuentan con vegetación o presentan una escasa vegetación.

## 7. CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

- Se propone que el GAD municipal establezca ordenanzas para reducir los impactos ambientales en los ecosistemas y así poder proporcionar un ambiente sano y que los ecosistemas sean sostenibles.
- Se recomienda realizar un fomento de incentivos para diversificar la producción agrícola en el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate y así evitar que el sustento económico no solo sea en la explotación y cambios en los ecosistemas.
- Recomienda conserva el porcentaje de bosque nativo actual que contiene el cantón Quinindé Parroquia Rosa Zárate, además de realizar un plan de reforestación en sectores de escasa vegetación o sin vegetación.
- Se recomienda implementar una investigación de mayor compilación de la información presentada con el propósito de poder determinar las influencias de los cambios de uso de suelo con las fuentes de contaminación que existen en el territorio evaluado.
- Agregar información sobre los avances socio económicos dentro de la evolución de la población en los cambios de usos de suelo, que permitan establecer los diferentes cambios de la escala espacio temporal y social.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Leiva Sajuria C. La agricultura y la ciencia. *Idesia*. 2014;32(3):3–5.
2. García Pascual F. El sector agrario del Ecuador: incertidumbres (riesgos) ante la globalización. *Íconos - Rev Ciencias Soc*. 2013;0(24):71.
3. Pino Peralta SL, Aguilar HR, Apolo Loayza AGE, Sisalema Morejón LA. Contribution of the agricultural sector to the economy of Ecuador. Critical analysis of its evolution in the period of dollarization. Years 2000 - 2016. *Espacios*. 2018;39(32).
4. Arévalo-Chávez P, Arévalo-Chávez F, Guadalupe-Lanas J, Palacio Fierro A. El Sector Agrícola en Ecuador: Análisis de Correlación entre Utilidad, Participación de Mercado y Estructura de Capital. *Econ y Negocios*. 2018;9(1).
5. Elegido J. El impacto de la agricultura sobre el medio ambiente. *Revista española de estudios agrosociales y pesqueros*. 2003. p. 669–96.
6. Machín N, López F. Agricultura y medio ambiente; equilibrio territorial. *ServTecAgroinInfrac Rural*. 2012;1–43.
7. Sinergia L. Producción Respetuosa en Viticultura-Impactos Ambientales en Agricultura. *Proy Life Sinerg [Internet]*. 2006;1–11. Available from: <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2017/05/Impactos-ambientales-en-agricultura.pdf>
8. Serrano R. La Biodiversidad y la Agricultura [Internet]. Vol. 3, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. 2008. 56 p. Available from: <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>
9. Jiménez Noboa Luis Castro S, Yépez Cristina Wittmer J. Impacto del cambio climático en la agricultura de subsistencia en el Ecuador. *CeALCI- Fund Carolina*. 2012;Serie Avan:95.
10. INEC. Estructura Del Sector Agropecuario, Según El Enfoque De Las Características Del Productor Agropecuario Y De Las Unidades De Producción Agropecuaria 2 Directorio Institucional César Oswaldo Zanafría Niquinga Claudio Vinicio Gallardo León Ruth Elena Puyol C. 2008;24. Available from: [www.inec.gov.ec](http://www.inec.gov.ec)
11. Ministerio del Ambiente del Ecuador. QUINTO INFORME NACIONAL

- PARA EL CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA. 2012.
12. MAE and STPE. Dictamen de prioridad proyecto “Gestión Integrada para la lucha contra la desertificación de la tierra y la adaptación al cambio climático”. DIZE-SZ6A. 2014;169. Available from:  
<http://www.cipav.org.co/pdf/noticias/RESTAURACION-CARCAVA-Dagua.pdf>
  13. Hidalgo F, Laforge M, SIPAE. Tierra urgente. Tierra Urgent. 2011;7.
  14. Eloy A, Mag E, Planes CDELOS, Desarrollo YOPDE. INFORME DEL ECUADOR SOBRE LA CONVENCIÓN DE LUCHA CONTRA LA DESERTIFICACIÓN - MINISTERIO DEL AMBIENTE. 2000;
  15. Nelson GC, Rosegrant MW, Koo J, Robertson R, Sulser T, Zhu T, et al. Cambio Climático El impacto en la agricultura y los costos de adaptacimbio Climático. 2009;30. Available from:  
[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/AGRO\\_Noticias/docs/costo\\_adaptacion.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/AGRO_Noticias/docs/costo_adaptacion.pdf)
  16. Gong P. Remote sensing of environmental change over China: A review. Chinese Sci Bull. 2012;57(22):2793–801.
  17. Pérez González ME, García Rodríguez MP. Aplicaciones de la teledetección en degradación de suelos. Boletín la Asoc Geógrafos Españoles. 2013;(61).
  18. Galeana J, Corona N, Ordoñez J. Análisis dimensional de la cobertura vegetal-uso de suelo en la cuenca del río Magdalena. Cienc For en México. 2009;34(105):135–56.
  19. Guzmán ÁV, López-García J, De Lourdes Manzo Delgado L. Análisis espectral y visual de vegetación y uso del suelo con imágenes landsat etm+ con apoyo de fotografías aéreas digitales en el corredor biológico Chichinautzin, Morelos, México. Investig Geogr. 2008;67:59–75.
  20. Camacho-Sanabria JM, Pérez JIJ, Jaimes NBP, Vargas EGC, Peña LCB, López MS. Coverage/land use changes in a portion of the mountainous mexican transition zone. Madera Bosques. 2015;21(1):93–112.
  21. Laos EH. MANUAL PARA EL MANEJO Y PROCESAMIENTO DE IMÁGENES SATELITALES OBTENIDAS DEL SENSOR REMOTO MODIS DE LA NASA, APLICADO EN ESTUDIOS DE INGENIERIA CIVIL. J Chem Inf Model [Internet]. 2005;12 Suppl 1(9):1–29. Available

from:

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/810049><http://doi.wiley.com/10.1002/anie.197505391><http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780857090409500205><http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21918515><http://www.cabi.org/cabebooks/ebook/20083217094>

22. GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL QUININDÉ C. Plan de Ordenamiento Territorial del GAD MUNICIPAL DE QUININDÉ. 2009;
23. FAO. Ecuador - Nota de Análisis Sectorial: Agricultura y Desarrollo. 2009;42. Available from: <http://www.fao.org/3/ak168s/ak168s00.pdf>
24. FAO. El futuro de la alimentación y la agricultura. El Futur la Agric y la Aliment [Internet]. 2017;44. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i6881s.pdf>
25. Andrade FH. Los desafíos de la Agricultura. Vol. 43, Revista de Investigaciones Agropecuarias. 2017.
26. INEC, FAO, MAGAP. Plan de fortalecimiento del sistema estadístico gropecuario. 2008;216.
27. PNUMA. Perspectivas del Medio Ambiente: América latina y el Caribe. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2010. 375 p.
28. Peraza-Rugeley AM. Recurso Suelo para un Desarrollo Sustentable. Llámenme «el Mex. 2016;
29. Ruth Magdalena López. Servicios Ecosistémicos Del Suelo. ECUADOR ES Calid - Rev Científica Ecuatoriana. 2016;4(1):10–2.
30. Encina Rojas A, Ibarra J. La degradación del suelo y sus efectos sobre la población. Población y Desarro. 2003;(25):5–10.
31. SILVA PP. LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL Y EL DETERIORO DE LOS RECURSOS NATURALES EN EL ECUADOR. UNA PERSPECTIVA DESDE LA GEOGRAFÍA. 2015;2–5. Available from: [http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA\\_PROBLEMÁTICA\\_AMBIENTAL\\_Y\\_EL\\_DETERIORO\\_DE R.N. EN EL ECUADOR. UNA PERSPECTIVA DESDE LA GEOGRAFIA.pdf?sequence=1](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/8665/LA_PROBLEMÁTICA_AMBIENTAL_Y_EL_DETERIORO_DE_R.N._EN_EL_ECUADOR._UNA_PERSPECTIVA_DESDE_LA_GEOGRAFIA.pdf?sequence=1)
32. WATERS WF. El desarrollo de las agroexportaciones en el Ecuador : la primera respuesta empresarial. 1989;(Larrea 1987).

33. THOMPSON LM. El suelo y su fertilidad. 1962;407.
34. Sánchez GC. Degradación de Suelos Agrícolas y el SIRSD-S. 2013;1–6.
35. Aspectos R. DE LA ABUNDANCIA A LA ESCASEZ : LA TRANSFORMACIÓN DE ECOSISTEMAS EN COLOMBIA. Available from: <http://www.bdigital.unal.edu.co/46808/48/9587010760.capitulo7.pdf>
36. Ministerio del Ambiente M. Uso del suelo en Ecuador. 2013;
37. A NM, V FM. Estado actual de la fertilidad de los suelos dedicados al cultivo del café en la provincia de manabi. 1983;(7).
38. Ministerio del Ambiente M. Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra. 2014;
39. Velázquez A, Duran E, Larrazábal A, López F. La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo. 2010;(mapa 13):28–32.
40. Edgar G. Cambios en la cubierta vegetal, usos de la tierra y escenarios futuros en la región costera del estado de Oaxaca, México. Redalyc. 2016;
41. Lu D, Moran E. Change Detection Techniques. 2004;(January).
42. Cubillos JAB. IDENTIFICACIÓN DE PATRONES ESPECTRALES DE LOS MANGLARES DE COLOMBIA CON IMÁGENES HIPERESPECTRALES Y MULTIESPECTRALES: CASO DE ESTUDIO CIÉNAGA GRANDE DE SANTA MARTA. 2019;
43. De León Mata GD, Pinedo Álvarez A, Martínez Guerrero JH. Aplicación de sensores remotos en el análisis de la fragmentación del paisaje en Cuchillas de la Zarca, México. *Investig Geogr.* 2014;84:42–53.
44. Al-khuzai MM. Monitoring Land Cover Change Using Remote Sensing and GIS Techniques: a Case Study of Al-Dalmaj Marsh, Iraq. 2018;(September).
45. Felipe A, Vásquez R. Metodología para detectar cambios en el uso de la tierra utilizando los principios de la clasificación orientada a objetos, estudio de caso piedemonte de Villavicencio, Meta. 2011;
46. Elena R, Aguilar G, Santos RR, Rosas-rosas O. Land-use change, landscape fragmentation and the conservation of *Leopardus pardalis* Linnaeus, 1758. 2019;10(52).
47. Cuevas E. Spatial and temporal dimensions of the critical habitat selection processes by sea turtles. *Rev Biol Mar Oceanogr.* 2017;52(2):187–99.

48. Sánchez GAAGDP. Análisis multitemporal por teledetección del cambio de coberturas en las veredas Pantanillo y Las Palmas del municipio de Envigado en el periodo comprendido entre los años 1997 y 2016 Gustavo. 2018;
49. By, Rolf A. de RAK, Sun Y. Principles of Geographic Information Systems. 2001;
50. Suárez AS, Andrés ;, Jiménez F, Castro-Franco M, Angel Cruz-Roa ; Clasificación y mapeo automático de coberturas del suelo en imágenes satelitales utilizando Redes Neuronales Convolucionales Classification and automatic mapping of land covers in satellite images using Convolutional Neural Networks Classificação e mapeam. Meta Colomb Supl. 2017;21(1).
51. Rosado EQ. Clasificación de imágenes multiespectrales ASTER mediante funciones adaptativas. 2009;
52. Del Toro Espín N, Gomariz-Castillo F, Cánovas-García F, Alonso-Sarría F. Comparación de métodos de clasificación de imágenes de satélite en la cuenca del río argos (Región de Murcia). Bol la Asoc Geogr Esp. 2015;2015(67):327–47.
53. Carbajal R. Una versión modificada del algoritmo de agrupamiento Isodata. 2015;2(5):942–57.
54. Ormeling F, Bajos P. Mapas temáticos. :40–50.
55. Rengifo MGH. Evaluación multitemporal de cambio de uso del suelo en la Isla Santa Cruz, Galápagos. 2019;
56. De Noni G, Trujillo G. Degradación del suelo en el Ecuador: Principales causas y algunas reflexiones sobre la conservación de este recurso. Rev Cult. 1986;383–94.
57. Rosero MRN. PROYECTO DE REDUCCIÓN DE LA POBREZA Y DESARROLLO RURAL LOCAL ” MICROREGION “ OCCIDENTAL DE LOS RIOS .” 2005;
58. SICA. Resultados nacionales sobre el III censo nacional agropecuario de la república del Ecuador. Censo Nac Agropecu [Internet]. 2002;1:57. Available from: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/CNA/Tomo\\_CNA.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/CNA/Tomo_CNA.pdf)
59. Suquilanda V. MB. El deterioro de los suelos en el Ecuador y la

- producción agrícola. XI Congr Ecuatoriano la Cienc del Suelo XI Congr Ecuatoriano la Cienc del Suelo. 2008;29–31.
60. Ministerio de Ambiente del Ecuador. Sistema Nacional De Control Forestal. Secr Planif Y Desarro [Internet]. 2013;(593 2):60. Available from: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/CONTROL-FORESTAL.pdf>
  61. FAO. Estado de los Bosques del Mundo. Los Bosques y la Agricultura: Desafíos y Oportunidades. 2016;36. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5850s.pdf>
  62. FAO (Organizacion de las Naciones Unidas para la Alimentacion y la Agricultura), Suelo). Estado mundial del recurso del suelo (EMRS) - Resumen Tecnico [Internet]. Fao. 2016. 92 p. Available from: <http://www.fao.org/3/a-i5126s.pdf>
  63. Mundial I, Unidas N. No Dejar a Nadie atrás [Internet]. 2019. 213 p. Available from: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367304?locale=en>
  64. Kenneth M. Chomitz, Piet Buys, Giacomo De Luca TST y SW-K. ¿Realidades antagónicas? Expansión agrícola, reducción de la pobreza y medio ambiente en los bosques tropicales.
  65. Carrere R. El amargo fruto de la palma aceitera : despojo y deforestación.
  66. Ancupa. Censo Palmero 2017. Palma La voz del palmicultor [Internet]. 2018;2. Available from: <http://ancupa.com/wp-content/uploads/2018/06/PALMA-Abril-ANCUPA-.pdf>
  67. Vengoechea A De. LAS CUMBRES DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO. 2012;1–6.
  68. Vera E. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL DEL MANGLAR DEL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES ESTUARIO RÍO ESMERALDAS [Internet]. 2018 [cited 2021 Mar 7]. Available from: <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/1737/1/VERA ANDRADE EDUARDO ALFREDO.pdf>
  69. Yépez E. ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA RESERVA ECOLÓGICA MANGLARES CAYAPAS MATAJE (REMACAM). 2021 [cited 2021 Jul 19]; Available from:

- <https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/2423/1/TESIS-EMILY YEPEZ RENDON.pdf>
70. Constitución de la Republica del Ecuador. CONSTITUCION DE LA REPUBLICA DEL ECUADOR 2008. Incluye Reformas [Internet]. 2008;1–136. Available from:  
[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
  71. Zolla C, Márquez EZ. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Los pueblos indígenas México. 2018;341–7.
  72. Asamblea Nacional. Ley organica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de agricultura. Lexis Finder [Internet]. 2017 [cited 2021 Jul 19];10:1–22. Available from: [www.lexis.com.ec](http://www.lexis.com.ec)
  73. De C, De LL, Agrario D. LEY DE DESARROLLO AGRARIO. 2004;1–16. Available from:  
<https://www.acnur.org/fileadmin/Documentos/BDL/2008/6617.pdf>
  - 74.Codigo Organico Ambiental. Codigo Organico Del Ambiente. Regist Of Supl 983. 2017;1–92.
  75. Gracia P. Estrategia para el mejoramiento integral de zonas de expansión urbana irregular del cantón Quinindé. 2018; Available from:  
[http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14447/tesis\\_potd\\_Quininde\\_25.9.2017\\_APROBADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14447/tesis_potd_Quininde_25.9.2017_APROBADA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
  76. Díaz J. Estudio de Índices de vegetación a partir de imágenes aéreas tomadas desde UAS/RPAS y aplicaciones de estos a la agricultura de precisión. Univ Complut Madrid [Internet]. 2015;77. Available from:  
[http://eprints.ucm.es/31423/1/TFM\\_Juan\\_Diaz\\_Cervignon.pdf](http://eprints.ucm.es/31423/1/TFM_Juan_Diaz_Cervignon.pdf)
  77. Ariza A. Productos LDCM-Landsat 8. 2013.
  78. Muñoz-Aguayo P. Apuntes de Teledetección: Índices de vegetación. 2013;1–15.
  79. Ruiz V, Savé R, Herrera A. Multitemporal analysis of land use change in the Terrestrial Protected Landscape Mirafior Moropotente Nicaragua, 1993-2011. Ecosistemas. 2013;22(3):117–23.
  80. Rivera M, Estrada J, Quiñonez R, Moreno R. Diversificación de cultivos y desarrollo sostenible en el cantón Quinindé , provincia de Esmeraldas , República del. 2020;118–33.
  81. Chile B. Influencia socioeconómica de la producción de palma (Elaeis

- guineensis J) en el recinto Valle del Sade, Quinindé, Esmeraldas. [Internet]. 2013 [cited 2021 Jul 24]. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1017>
82. INEC. Diagnóstico De La Provincia De Esmeraldas. VII Censo Población y VI Vivienda, INEC 2010 [Internet]. 2010;1–153. Available from: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Libros/Demografia/documentofinal1.pdf>
  83. Pitto LDR, Carvajal ADR. Monografía de estudio sobre los impactos ambientales que generan el cultivo y producción de palma de aceite africana (*Elaeis Guineensis jacq.*) en el departamento del Meta [Internet]. 2017 [cited 2021 Mar 7]. Available from: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13482/1121911388.pdf;jsessionid=1F985D0D3E3573D6A4F9DEB81D491CC8.jvm1?sequence=7>
  84. Ministerio del Ambiente A y T ecológica. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. 2013;
  85. Fao. Agricultura orgánica y desertización [Internet]. 2002 [cited 2021 Jun 25]. Available from: <http://www.fao.org/3/Y4137S/y4137s08.htm>

## 9. ANEXOS

### 9.1. Anexo 1. Encuesta de verificación de cultivos agrícolas

1. ¿Cuál es la cantidad de hectáreas de tierra que utiliza para cultivar?

Hectáreas:

2. ¿Qué tipo de cultivo tiene en su superficie cultivada?

Maíz  Verde  Cacao  Palma Africana

Otro(s) (especifique) \_\_\_\_\_

3. ¿Qué tipo de sistema de cultivo cuenta su superficie utilizada?

Monocultivo  Policultivo

4. ¿Como considera usted la extensión cultivada en los últimos 10 años?

Aumentado  Disminuido  Se mantiene

5. ¿Considera usted que existen daños al ambiente debido a la producción agrícola?

Si  No

6. ¿En qué condiciones considera usted que se encuentra el suelo utilizado para cultivar actualmente?

Buena  Estable  Mala

7. ¿Qué tipo de productos se aplican en las labores agrícolas?

Fertilizantes orgánicos  Fertilizantes Inorgánicos

8. ¿Se realizan controles de calidad de suelo en el territorio utilizado para cultivar?

Si

No

Si su respuesta fue si cada que tiempo se realizan los controles

\_\_\_\_\_

9.2. Anexo 2. Ficha de verificación de campo



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

Ficha de salida a campo

<b>Lugar:</b>		<b>Fecha y hora:</b>	
<b>Detalles del Cultivo</b>			
<b>Tipo de cultivo</b>		<b>Coordenadas</b>	
<b>Nombre Común</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>

**Observaciones:**

**9.3. Anexo 3. Encuestas realizadas a los agricultores**



**9.4. Anexo 3. Toma de coordenadas**

