



UNIVERSIDAD
NACIONAL
AUTÓNOMA DE
NICARAGUA,
MANAGUA
UNAN-MANAGUA

Facultad de Humanidades y Ciencias Jurídicas
Departamento de Geografía

Trabajo monográfico para optar al Título de Licenciatura en Geografía
**Variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área
núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, departamento de
Chinandega, período 1987- 2020**

Autores

Br. Jahaira Massiel Mena Paz

Br. Rebeca del Carmen Baltodano Silva

Br. María de los Ángeles Sequeira Dávila

Tutora

MSc. Ingrid Elizabeth Úbeda Trujillo

Managua, enero 2021

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos primeramente a Dios por darnos la vida, el tiempo, la sabiduría, el amor, las personas que nos apoyan y sobre todo por permitirnos culminar con una de nuestras metas, la realización de esta investigación monográfica.

A nuestras madres, por ser el principal motor de nuestras vidas, por estar siempre con nosotras cuando más lo necesitamos, por el apoyo incondicional en toda nuestra trayectoria de vida, por sus consejos, amor, fuerzas y palabras de aliento cuando sentíamos flaquear en nuestro proceso profesional, por apoyarnos en nuestras tareas y acompañarnos en nuestros desvelos.

A nuestra tutora MSc. Ingrid Úbeda Trujillo, por brindarnos técnicas y procedimientos adquiridos en toda su etapa profesional para alcanzar resultados satisfactorios en nuestra investigación, por todo su apoyo incondicional, por compartir su tiempo y conocimientos en todo el proceso de elaboración de la presente investigación, por sus palabras de ánimo y motivación, y por sus consejos profesionales y personales.

Al Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), en especial a la Dirección General de Ordenamiento Territorial, por facilitarnos recursos que fueron necesarios para el proceso de nuestros mapas de cobertura y uso de la tierra.

Al Ing. Wilmer Alberto Rodríguez, por su dedicación, tiempo y conocimientos brindados en la parte de estudio de suelos, por brindarnos técnicas y procedimientos en la realización de los mapas.

Al Ing. Gonzalo Bonilla Castañeda, por sus consejos y orientaciones en la elaboración de la investigación.

DEDICATORIA

Dedicamos esta monografía:

A Dios todo poderoso, por darnos a través del espíritu santo sabiduría y conocimientos para lograr cumplir con nuestros estudios profesionales.

A nuestras madres Yolanda Paz, Graciela Silva y Ángela Dávila por darnos su amor, cariño, comprensión, motivación, ámbitos de superación, por enseñarnos a salir adelante a pesar de todos los obstáculos que se nos presenten en nuestra vida y por ser nuestro motor y la razón principal para seguir esforzándonos día a día a ser mejores personas a nivel profesional y espiritual.

A nuestras amistades, por su paciencia y motivación, por las palabras de aliento en todos los momentos difíciles de este largo camino profesional.

A nuestros Maestros, Msc. Ingrid Úbeda, Dr. Enrique Rivas y a Msc. Lisseth Blandón, y demás docentes del departamento de Geografía por habernos transmitido todos sus conocimientos y sabiduría obtenida en toda su carrera profesional, por sus consejos y ánimos expresados en todo este transcurso de la carrera.

CARTA AVAL

En mi calidad de tutor de la tesis de los estudiantes: Br. Br. Jahaira Mena Paz, Br. Rebeca Baltodano Silva, y Br. María Sequeira Dávila de la Carrera de Geografía, quienes son autores de la investigación: *"Variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos. Departamento de Chinandega, período 1987- 2020"*, comunico lo siguiente: He leído y revisado el documento de monografía, y por lo tanto, considero que cumple con los requisitos mínimos y la estructura básica para ser presentado y defendido ante un comité de jurados calificador.



MSc. Ingrid Ubeda Trujillo

Docente investigador

Departamento de Geografía

UNAN-Managua

RESUMEN

El presente estudio muestra los resultados de la variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, departamento de Chinandega, años 1987, 2001, 2016 y 2020. Se utilizaron imágenes de satelitales multispectrales Landsat para los años en estudio, y mediante el método de clasificación supervisada se obtuvieron las siguientes clases de coberturas y usos de la tierra: manglar, suelo desnudo, cuerpo de agua, vegetación arbustiva, área de inundación, bosque latifoliado cerrado, maleza y pasto con árboles, bosque latifoliado abierto, pasto manejado, cultivos anuales, huertos, camaroneras, cultivos perennes y centros poblados. Los principales resultados muestran un total de 11 categorías para los años 1987 y 2016 y 13 categorías para los años 2001 y 2020. La cobertura que posee menor área en comparación con las demás son las siguientes: Cultivos anuales, huertos, suelo desnudo y cultivos perennes. Durante el período 1987-2020 la cobertura de manglar disminuyó en un 5.88% y el bosque latifoliado cerrado en un 2.28%, mientras que, otras coberturas aumentaron su área como es el cuerpo de agua 0.53%, vegetación arbustiva 2.07%, y el bosque latifoliado abierto 3.74%. Asimismo, se logró observar que el uso de la tierra correspondiente a camaroneras apareció en el año 2001 y hasta el 2020 aumentó en 6.51% del área total.

La variación espacio temporal se determinó mediante el método Cadenas de Markov, aplicando puntos de muestro en las clasificaciones de las coberturas y uso de la tierra obtenidas en cada año de estudio, posteriormente se realizaron las matrices de probabilidades para los períodos: 1987-2001, 2001-2016, 2016-2020, obteniendo los siguientes resultados, para los tres periodos en estudio las coberturas de tierra con mayor estabilidad, están representadas por cuerpo de agua y manglar, sin embargo las más inestables durante estos tres periodos fueron: maleza, pasto manejado, vegetación arbustiva, áreas de inundación, bosque latifoliado abierto, bosque latifoliado cerrado y cultivos anuales. De los tres períodos analizados, el que presentó menor estabilidad fue el comprendido entre el 2016-2020, indicando una tendencia al desequilibrio del ecosistema del área núcleo de la reserva. Por lo cual, se recomienda implementar acciones de aprovechamiento sostenible para la conservación, protección, mejoramiento y restauración del ecosistema de manglar según la ley 217, Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIA	2
CARTA AVAL.....	3
RESUMEN	4
CAPITULO I.....	10
1.1 INTRODUCCIÓN	10
1.2 Planteamiento del problema.....	12
1.3 Justificación	13
1.4 Objetivo	14
1.4.1 Objetivo General.....	14
1.4.2 Objetivos Específicos	14
CAPITULO II.....	15
2.1 Marco Referencial.....	15
2.1.1 Antecedentes	15
2.2 Marco Teórico.....	17
2.2.1 Clasificaciones de coberturas y usos de la tierra.....	17
2.2.2 Variación espacio temporal de Cobertura y usos de la tierra.....	21
2.2.3 Medidas preventivas para la conservación ambiental en una Reserva Natural....	23
2.3 Marco Legal.....	25
2.4 Hipótesis	28
CAPITULO III	29
3.1 Diseño Metodológico.....	29
3.1.1 Enfoque filosófico de la Investigación.	29
3.1.2 Área de Estudio y características geográficas.	29
3.1.3 Población y muestra.	31
3.2 Operacionalización de las variables.....	32
3.3 Métodos y técnicas para recolección y análisis de datos por objetivos	34
3.3.1 Clasificación de la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, Departamento de Chinandega durante los años 1987, 2001,2016, y 2020.....	35

3.3.2	Variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área en estudio para los períodos 1987-2001, 2001-2016, y 2016-2020.....	42
3.3.3	Medidas de preservación para la conservación ambiental, en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos.....	42
4.1	Análisis y discusión de resultados	43
4.1.1	Clasificación de las coberturas y uso de la tierra	43
4.1.2	Variación espacio temporal de las coberturas y usos de la tierra del área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos en el período 1987-2020.....	46
4.1.3	Medidas de prevención para la conservación ambiental en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos	52
CAPITULO V		55
5.1	Conclusiones	55
5.2	Recomendaciones	56
5.3	Bibliografía	57
5.4	Anexos	64

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de transición. (Acevedo, 2011).....	23
Figura 2 distribución probabilística. (Ferrari, 2018).	23
Figura 3 Ubicación de área de estudio.....	30
Figura 4 Calculo varianza.....	31
Figura 5 Diagrama de flujo de la metodología implementada para el desarrollo de cada objetivo, Elaboración propia.....	34
Figura 6 Técnicas de recopilación de datos, Elaboración propia.	35
Figura 7 Disposición espacial de las observaciones bajo muestreo aleatorio estratificado..	39
Figura 8 Expresión, distribución probabilística. (Ferrari, 2018).	42
Figura 9 Mapa de cobertura y uso de suelo para los años 1987, 2001, 2016 y 2020, Elaboración propia, con datos de INETER.	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Caracterización de las coberturas y usos de la tierra presentes en el área de estudio	19
Cuadro 2 Marco legal dirigido a las Reservas Naturales.....	25
Cuadro 3 Operación de las variables por objetivos	32
Cuadro 4 Criterios de interpretación	36
Cuadro 5 Matriz de Confusión año 2020.....	41
Cuadro 6 Matriz de probabilidades Markovianas para el período 1987-2001	49
Cuadro 7 Matriz de probabilidades Markovianas para el período de 2001-2016	50
Cuadro 8 Matriz de probabilidades Markovianas para el período de 2016-2020	51
Cuadro 9 Matriz de confusión del año 1987.....	64
Cuadro 10 Matriz de confusión año 2001	65
Cuadro 11 Matriz de confusión año 2016	66

ACRONIMOS.

MARENA:	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, Nicaragua.
MARN:	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, Guatemala
INETER:	Instituto Nicaragüense de Estudio Territoriales.
SINAP:	Sistema Nacional de Áreas Protegidas.
CATHALAC:	Centro del Agua del Trópico Húmedo para América Latina y el Caribe.
FUNDENIC-SOS:	Fundación Nicaragüense para el Desarrollo Sostenible.
GIZ:	Deutsche Gesellschaft für Int. Zusammenarbeit.
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
INAFOR:	Instituto Nacional Forestal.
IBERINSA:	Ibérica de Estudios e Ingeniera, S.A
OSPESCA:	Organización del Sector Pesquero y Acuícola del Istmo Centroamericano.
CIDEA:	Centro de Investigaciones de Ecosistemas Acuáticos.
CMAP:	Comisión Mundial de Áreas Protegidas.
GCE:	Grupo Consultivo de Expertos.
.IDEAM:	Instituto de Estudios Ambientales.
CENIGA:	Centro Nacional de Información Geoambiental

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

Según la FAO (2007), la dinámica de la cobertura de la tierra a nivel mundial ha causado pérdidas alrededor de más de 1 millón de hectáreas de superficie forestal desde 1980, equivalente al 80%, donde continúa en ascenso la degradación forestal a un ritmo que conlleva a la actual pérdida de biodiversidad, los mayores cambios se deben a la alta presión demográfica, la expansión agrícola y acuícola e infraestructuras para el turismo.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, estipula que una Reserva Natural, está dedicada al mantenimiento y protección de la biodiversidad y otros recursos; debido a su importancia estas áreas se rigen bajo pautas específicas de protección, restauración y conservación, ya que se consideran como elementos claves para mantener espacios que resguarden la biodiversidad, captar el exceso de dióxido de carbono (CO₂), regulación del clima, conservación de reservas de agua y mantenimiento de la fertilidad de los suelos (Moriana, 2018).

La Reserva Natural Estero Padre Ramos está situada sobre la costa del Pacífico, entre el puerto de Corinto y la península de Cosigüina, en el municipio de El Viejo, departamento de Chinandega; ubicada a unos 185 Km. al noroeste de la capital Managua. El área protegida tiene su parte núcleo con un área de 110.99 Km² y una zona de amortiguamiento de 62.55 Km², lo que totaliza 283.16 Km² equivalente a 28,315.90 ha (Corea, 2008). El 08 de septiembre de 1983, bajo el decreto número 13-20, se determinó al Estero Padre Ramos como Reserva Natural (CIDEA, 2006).

Existen tres valores naturales de relevancia en el Estero Padre Ramos: a) valor ecosistémico: dirigidos al ofrecimiento de hábitat para especies de flora y fauna; b) valor de biodiversidad marina: orientadas a especies marinos-costeros residentes y migratorias; y c) valor forestal humedal: enfocado de forma esencial a los bosques de mangles para la protección y conservación de hábitat y especies asociadas a la biodiversidad (MARENA, 2006).

El Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), considera que es esencial contar con áreas núcleo que sean lo suficientemente grandes, debido a que la función principal es la

conservación y preservación de la diversidad biológica en las Reservas Naturales (CMAP, 2000). Para determinar la dinámica de las coberturas y uso de la tierra que se están realizando en toda la zona núcleo, es necesario realizar un análisis de datos estadísticos e integrados espacialmente, para la recreación de mapa que se ajuste a la realidad física, permitiendo comprender de manera más sencilla dicha dinámica, de tal forma que se pueda orientar o implementar políticas que regulen el aprovechamiento de las reservas naturales sin afectar o comprometer su desarrollo futuro (Da silva *et al.*, 2013; Ubeda, I. 2018; Ubeda, I & Rocha, L. 2020).

De manera que la presente investigación se divide en tres capítulos: en el primero se clasificarán las coberturas y usos de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, en el período 1987, 2001, 2016 y 2020. En el segundo se estiman la variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra, y finalmente, en el tercer capítulo se proponen medidas de prevención para su conservación ambiental.

1.2 Planteamiento del problema

La Reserva Natural Estero Padre Ramos está constituida en su totalidad por un ecosistema estuarino de manglares que articula zonas con abundante sal. A través de los años, por falta de lineamientos y directrices sobre el manejo de dichos recursos renovables, se dieron usos de la tierra que no eran compatibles con el uso potencial ya que las características de sus suelos salinos e inundables están destinados hacia la conservación y el turismo. Tanto los pobladores, como accionistas extranjeros recurren a la extracción del mangle para la construcción de salineras o granjas camaroneras para uso comunitario como comercial; de manera que esto ha venido contribuyendo al deterioro, a la transición de coberturas y usos de bosque de mangle, bosque latifoliado, suelos, aguas superficiales y estero a través de los años (FUDENIC-SOS, Cooperación Alemana, GIZ, 2013).

Según la Procuraduría General de la Republica de Nicaragua, las principales amenazas hacia el área protegida son: la deforestación (para abastecer la demanda de madera tanto como leña para combustible y para construcción), la poca asistencia técnica para la industria camaronera artesanal y extensiva, y la utilización de explosivos para la actividad pesquera (PGR, 2009).

Lo anterior conlleva a la siguiente interrogante *¿Cuál es la variación espacio-temporal de las coberturas y uso de la tierra, en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, departamento de Chinandega, periodo 1987 - 2020?*

1.3 Justificación

La Reserva Natural Estero Padre Ramos pertenece a una de las categorías del sistema Nacional de Áreas Protegidas; según el decreto ejecutivo No. 14-99 Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, por lo tanto, son áreas que contienen especies de interés de fauna y flora y que genera beneficios ambientales de interés nacional o regional. Por lo que socialmente, este estudio se enmarca en uno de los lineamientos del Plan Nacional de Desarrollo Humano de Nicaragua establecido por el Gobierno de Reconciliación y Unidad Nacional (GRUN), en el período 2012-2016, la cual indica que la “Protección de la Madre Tierra, adaptación ante el Cambio Climático y gestión integral de riesgo ante desastres” permite la defensa y protección ambiental, el manejo sostenible de la tierra y la prevención de impactos ambientales generados por actividades económicas (PNDH, 2016).

Académicamente, el presente estudio tiene como propósito contribuir al conocimiento de los futuros investigadores y ministerios que deseen mejorar la metodología implementada, y conocer el estado actual del área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos. Esta generación de conocimientos permitirá actualizar los planes de manejo, y realizar seguimientos continuos del cambio de cobertura y uso de la tierra para la conservación del ecosistema en el área de estudio. Así mismo, esta investigación se rige bajo una de las líneas de investigación de la Facultad de Humanidades y Ciencia Jurídicas, “Recursos Naturales y Gestión Ambiental e Interacción Social” y bajo el lineamiento del departamento de Geografía, “Recursos Naturales, Dinámica y Aprovechamiento”.

1.4 Objetivo

1.4.1 Objetivo General

Evaluar la variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, departamento de Chinandega, periodo 1987 - 2020.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Clasificar la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos para los años 1987, 2001, 2016, y 2020.
2. Estimar la variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área en estudio para los períodos 1987-2001, 2001-2016, y 2016-2020.
3. Proponer medidas de conservación ambiental, en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos.

CAPITULO II

2.1 Marco Referencial

2.1.1 Antecedentes

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales realizó un estudio para conocer la cobertura de manglar en la república de Guatemala, así como su distribución y extensión actual por medio de sensores remotos y validación de datos en campo. El método a utilizar en este estudio fue la fotointerpretación basada en el análisis multitemporal digital de imágenes de satélite Landsat. Los resultados indicaron que la pérdida del manglar en distintas zonas de estudio fue generado por el aumento de la frontera agrícola, la deforestación del mangle autoconsumo o construcción de ranchos. Otra de las causas fue que no existe la presencia institucional del Estado para la protección y reforestación del área (MARN, 2013).

El estudio del uso de la tierra en la Reserva de “Biosfera Pantanos”, Martínez & Ochoa (2005), encontraron que la causa de la reducción del área boscosa de la reserva fue la expansión de la frontera agrícola, las quemadas intencionales y las ventas ilegales de especies. Metodológicamente, utilizaron la matriz de confusión con el fin de valorar la exactitud y confiabilidad de la clasificación de las distintas coberturas. Además, recomendaron que para la conservación de la reserva es importante coordinarse con la comunidad.

Recientemente, Salas, Olivas & Williamson (2019), en el estudio multitemporal de la cobertura de manglar en la Reserva Cayos Miskitos encontraron una disminución de cobertura de manglar de un 66%, así como la degradación de la tierra. Los principales agentes de cambio son la presencia de malas prácticas agrícolas y la deforestación en un menor grado, por lo que se recomienda tomar medidas que permitan un mejor uso de este recurso.

Ubeda Trujillo, I., & Rocha, L. (2020) realizaron un modelado predictivo que relaciona el cambio de coberturas de la tierra con variables explicativas espacialmente explícitas, a través de los métodos de probabilidades de transición Markovianas, Asignación Ordenada y Modelos de regresión logística. Uno de los resultados encontrados en el área en estudio de la Subcuenca III de Managua, es que durante todos los períodos analizados la agricultura predominó con pocas oscilaciones durante el tiempo, y las transiciones estimadas durante los

diferentes períodos observados reflejaron un alto dinamismo entre las coberturas de la tierra Ubeda Trujillo, I. (2018).

Torres, Mangaña & Moreno (2016), realizaron un estudio de predicción del cambio de uso/cobertura arbolada en México a través del método de probabilidades de transición. La metodología generada permitió analizar los cambios de cada tipo de cobertura en los diferentes usos, mejorando la predicción y el entendimiento de la dinámica de cambio de categorías. Los resultados reflejaron que las transiciones básicas de regiones arboladas a cultivos y pastizales siguen dinámicas diferentes en bosque que en selvas; además se diferenciaron condiciones en las que en el cambio de uso y coberturas, fueron persistente y otros no.

González (2002), efectuó una evaluación de la estructura y análisis espacial de la cobertura del manglar, y utilizó la técnica de fotointerpretación estereoscópica y digital, para obtener el patrón de distribución y composición de la cobertura vegetal. En cambio, Hernández & García (2014), estudiaron la variación espacial y temporal del área cubierta por los manglares para proponer planes de conservación, restauración y manejo de los ecosistemas en México. Concluyeron que durante los cuatro períodos de tiempo de estudio hubo una degradación, y pérdida de bosque de manglar. Por lo que, los autores propusieron la importancia de realiza el monitoreo en el bosque y brindar posibles soluciones de conservación y restauración.

Hernández (2012), durante el desarrollo del estudio de análisis multitemporal de la cobertura vegetal, a partir del cruce de las imágenes satelitales Landsat 5 TM y Landsat 7 ETM, determinó qué clases asignadas a la categoría cobertura vegetal en intervalo de 18 años perdió una cobertura de 7.081.8 Ha debido al incremento de la población y de las áreas urbanas. Por lo que propusieron líneas de investigación ecológicas para prevenir las modificaciones o dinámicas de cambio negativos en las coberturas vegetales naturales.

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Clasificaciones de coberturas y usos de la tierra.

Los métodos de clasificación constan de dos alternativas, el método no supervisado y el supervisado, ambos métodos permiten delimitar áreas y coberturas para realizar una interpretación del terreno (Ubeda, 2018; Ubeda & Rocha, 2020), basándose en la manipulación numérica de las imágenes, de manera que se puedan interpretar y clasificar los números digitales que representa cada píxel y convertirlos a un lenguaje que puedan trabajarse los diferentes realces (Fonseca. J & Gómez. S, 2012).

La clasificación no supervisada tiene como objetivo definir las clases espectrales presentes en la imagen a través de un proceso automatizado en el que asume que ciertos niveles digitales (ND) de la imagen forman una serie de agrupaciones o conglomerados similares (Reuter. F, 2009).

Por otra parte, según Chuvieco (1995), la clasificación supervisada es un método que parte de cierto conocimiento de la zona de estudio, adquirido por experiencias previas o por trabajos de campo, de manera que permite al interprete, delimitar sobre la imagen áreas pilotos que se consideran representativas de las categorías que componen la superficie vegetal del área de estudio, las cuales se denominan, campo de entrenamiento; dicho término indica que tales áreas sirven para entrenar al ordenador en el reconocimiento de las distintas categorías de cobertura vegetal. A partir de estas categorías el ordenador calcula los Niveles Digitales (ND) que definen cada una de las clases, para luego asignarles el resto de los píxeles de la imagen una de estas categorías en función de sus ND.

Al finalizar la selección de las áreas de entrenamiento, el ordenador calcula las estadísticas elementales de cada categoría: media, rango, desviación típica, matriz de varianza covarianza, etc. A partir de los ND de los píxeles incluidos en los campos de entrenamientos asignados a esa clase. Lógicamente este cálculo se aplica a todas las bandas que intervendrán en la clasificación. En definitiva, se asume que las áreas de entrenamiento son fiel representantes de las distintas categorías, por lo tanto las medidas extraídas a partir de sus ND definen convenientemente a esas clases (Chuvieco, 1995).

Una vez realizada la clasificación supervisada se procede a utilizar el método de puntos de control, el cual consiste en agregar a través de muestras aleatorias valores a los píxeles sobre la clase de cobertura a la que corresponde; según la teoría de Russell Congalton, el número de muestra de puntos va en dependencia al tamaño y a la cantidad de categorías que posee dicha zona de estudio; sin embargo esta autor también indica que cada conglomerado o categoría puede poseer una muestra entre 10 a 50 puntos, sin afectar el resultado final; de manera que se pueda obtener la cantidad de errores adquiridos a lo largo del proceso de clasificación (Congalton, 1988).

La matriz de confusión es uno de los métodos que se utiliza para evaluar los aciertos y errores que se han obtenido en todo el proceso de la clasificación de coberturas, a través de un algoritmo el cual se encarga de arrojar el porcentaje de confiabilidad y de error que se han obtenido en el proceso de la clasificación no supervisada más los puntos de control (Boca. T & Rodríguez. G).

Según Santillán (2016), la evaluación de precisión se determina mediante los errores de omisión y comisión. Los errores de omisión se refieren a las columnas donde los marginales muestran los píxeles correspondientes a una clase de cobertura pero que no fueron incluidos en ella; dicho error se determina mediante la ecuación siguiente, donde X_{+i} es el marginal de la columna i , y X_{ii} la diagonal de dicha columna (Ecuación 1).

$$E_{O,i} = \frac{X_{I+} - X_{ii}}{X_{I+}} \quad [1]$$

Los errores por comisión son las filas donde los píxeles son clasificados como una clase de cobertura pero que en la realidad pertenece a otra; dicho error se determina mediante la ecuación siguiente, donde X_{i+} indica el marginal de la fila i , y X_{ii} la diagonal de dicha fila, posterior se destaca la exactitud del productor y del usuario, la cual la primera se relaciona con los errores de omisión (Figura 1) mientras que la segunda se relaciona con los errores de comisión

La confiabilidad del usuario, puede interpretarse como la probabilidad de que un sitio clasificado como “A” y aleatoriamente seleccionado sea realmente “A” en el terreno, y la confiabilidad del productor, es la proporción de sitios de verificación de la clase “A” que están representados en el mapa o en la base de datos como tal. Los valores de confiabilidad

del usuario y del productor están relacionadas respectivamente con los errores de comisión y omisión, según Francois. J, Reyes. J & Pérez. A (2003).

2.2.1.1 *Caracterización de las coberturas y usos de la tierra presentes en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos*

Cuadro 1 Caracterización de las coberturas y usos de la tierra presentes en el área de estudio

Cobertura y uso de la tierra	Características
Manglar	Los manglares son ecosistemas de pantano, dominados por árboles leñosos llamados mangles, poseen raíces en forma de zancos que se sumergen en el agua que se ubican en litorales tropicales de suelo pantanoso y fangoso de aguas tranquilas (estuarios, bahías, ensenadas, lagunas costeras, entre otro.), (Quiñones, M <i>et al</i> , 2014)
Vegetación arbustiva	Formación vegetal compuesta predominantemente por arbustos con una cobertura de 30%. Los arbusto son plantas leñosas perenes con una altura que sobrepasa generalmente los 0.5 metros pero no alcanza los 5 metros en su madures; en esta formación puede haber existencia de árboles con altura mayor a 5 metros, pero la cobertura de copa de estos árboles no pueden sobrepasar el 30%. (FAO, 2015)
Áreas de inundación	Son áreas inundables temporales o permanentes ubicadas en zonas muy escasas de pendiente. Se distingue por un gradiente de humedad creciente desde la tierra hasta el agua libre, determinando una secuencia de vegetación (FAO, 2015).
Cultivos anuales	Tierra con cultivos agrícolas temporales; no incluye aquella tierra que queda abandonada después de un cultivo migratorio. (FAO, 2014).
Suelos desnudos	Esta cobertura corresponde a las superficies de terreno desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, debido a la ocurrencia de procesos tanto naturales como

	antrópicos de erosión y degradación extrema o condiciones climáticas extremas (IDEAM, 2010).
Bosque latifoliado abierto	Son formaciones con una distribución discontinua de árboles, pero con una cobertura de copa de almenos 10% generalmente hay una cubierta continua de pasto, que permite el pastoreo y la propagación de incendios (FAO, 1997).
Bosque latifoliado cerrado	Son formaciones donde los arboles de distintas alturas abarcan una gran parte del terreno (>40%) y no tiene una capa continua y densa de pasto (FAO, 1997).
Centros poblados	Áreas determinadas por la sustitución de la cobertura original semi-natural, por una cobertura artificial caracterizada por un largo periodo de duración (FAO, 2015).
Tacotal y pasto con maleza	Son las coberturas representadas por tierra, con tacotal, pasto y maleza, conformando asociaciones de vegetación secundaria, debido principalmente a la realización de casas prácticas de manejo o la ocurrencia de procesos de abandono; en general la altura de la vegetación secundaria es menor a 1.5 metros (FAO, 2014).
Cultivos perennes	Son también conocidos como cultivos de ciclo de larga duración, ya que su periodo de vida vegetativo se puede extender incluso hasta más de 25 años continuos por lo que regularmente una vez realizado la siembra pueden obtenerse arias cosechas; estas pueden ser cíclicas y continuas, en dependencia del tipo de plantación (IDEAM, 2010)
Cuerpos de agua	Esta categoría reúne a todos los cuerpos de agua naturales, del territorio nacional; lagos, lagunas, ríos, arroyos y áreas que corresponden a llanuras bajas ubicadas al borde de desembocaduras de cursos de agua (FAO, 2015).
Camaronera	Cultivo de organismos acuáticos en su ciclo completo, se encuentran en ambientes controlados, ya sea en aguas marinas, salobres o dulces (FAO, 1997).

Pasto manejado	Este grupo de pasto En este grupo se encuentran todos los pastos que son introducidos en el área y que están dedicado al pastoreo en forma intensiva, con todos los factores que este conlleva como cercas, corrales, prácticas de rotación de potreros, entre otros (IDEAM, 2010).
----------------	---

Elaboración propia, con diversas fuentes.

2.2.2 Variación espacio temporal de Cobertura y usos de la tierra

Para comprender la temática en estudio es necesario determinar los siguientes términos: variación espacio-temporal, transición, uso y cobertura.

La cobertura de la tierra es todo aquello que cubre la superficie de la tierra, como la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre ella, pueden originarse a partir de ambientes naturales o artificiales creados y mantenidos por el hombre, así como otras superficies terrestres de afloramientos rocosos y cuerpos de agua (López *et al* 2001; Lambin & Meyfroidt 2010; Ubeda, 2018; Ubeda & Rocha, 2020). La cobertura se adquiere a través de la información captada por sensores remotos sobre la señal emitida por los objetos, la cual en su mayoría no siempre indica el uso al que se destinan los mismos (Chuvienco 2010; Seto *et al* 2002).

El uso de la tierra se refiere al tipo de actividad que se lleva a cabo en un terreno a la manera en la cual las coberturas son utilizadas por el hombre con el fin de satisfacer las necesidades básicas, es decir derivadas de aquellas actividades antrópicas que modifica la forma en que se emplea la superficie terrestre (GCE, 1996).

Los estudios espaciales y temporales de coberturas de la tierra influyen factores socioeconómicos y biofísicos que modifican el área espacial de las coberturas. Los resultados son el referente para conocer las trayectorias de los distintos procesos de cambio o transición que existen en determinadas zonas (Camacho *et al*, 2017; Ubeda, 2018; Ubeda & Rocha, 2020). Las transiciones de coberturas y uso de la tierra son el resultado de las actividades humanas, las cuales ocasionan efectos ecológicos, socioeconómicos y culturales (Lambin & Meyfroidt, 2010).

La cobertura y uso de la tierra se constituyen como uno de los aspectos importantes dentro del análisis biofísico para el ordenamiento del territorio. Esto se debe al impacto que genera el cambio de cobertura de la tierra sobre la provisión de servicios ecosistémicos, que a su vez conduce al deterioro y degradación de suelos, así como a modificaciones en nichos ecológicos (Sepúlveda *et al*, 2019).

Las principales variables que inciden en el cambio de uso de la tierra son: la agricultura, el aprovechamiento de bosques sin control como la extracción de leña y de especies hidrobiológicas para uso comunitario y uso comercial, la expansión de la ganadería, construcción de infraestructura, falta de coordinación interinstitucional, poca percepción comunitaria sobre el recurso, factor demográfico y la globalización (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación; 2000).

Los estudios multitemporales se realizan mediante comparaciones de coberturas de la tierra durante un período de cuatro a seis años, interpretadas a través de imágenes satelitales, fotografías aéreas o mapas. El método probabilístico permite comparar y determinar las transiciones de categorías de uso y cobertura de la tierra entre dos años (Lambin *et al.*, 2003), conocido también, como proceso Estocástico. Una cadena es un proceso estocástico en el cual el tiempo se mueve de forma discreta y la variable aleatoria solo toma valores discretos en el espacio del estado. Los procesos de Markov son modelos, en donde suponiendo conocer el estado presente del sistema, los estados anteriores no tienen influencia en los estados futuros; este proceso se puede expresar de la siguiente forma: X_{n-1} (pasado), X_n (presente), X_{n+1} (futuro) se cumple la igualdad (Acevedo, 2011).

En general, las probabilidades de transición dependen no solo de los estados sino también del instante en el cual se efectúa la transición. Cuando estas probabilidades son independientes del tiempo, es decir de n , decimos que la cadena tiene probabilidades de transición estacionaria u homogénea en el tiempo. En este caso $P_{ij}^{n+1} - P_{ij}$ no depende de n y P_{ij} es la probabilidad de que la cadena pase del estado i al estado j en un paso (Acevedo, 2011). Podemos colocar las probabilidades de transición en una matriz (Figura 1).

$$P = \begin{pmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} & \cdots \\ P_{10} & P_{11} & P_{12} & P_{13} & \cdots \\ P_{20} & P_{21} & P_{22} & P_{23} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \\ P_{i0} & P_{i1} & P_{i2} & P_{i3} & \cdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \end{pmatrix}$$

Figura 1 Matriz de transición. (Acevedo, 2011).

Que será finita o infinita según el tamaño de ϵ . P se conoce como la matriz de transición o la matriz de probabilidades de transición de la cadena. La i -ésima fila de P para $i = 0, 1$ es la distribución condicional de X_{n+1} dado que $X_n = i$. Si el número de estados es finito, digamos k entonces P es una matriz cuadrada cuya dimensión es $k \times k$. de modo que cada fila de la matriz representa una distribución de probabilidad. Una matriz con esta propiedad se llama una matriz estocástica o de Markov (Ferrari, 2018).

$$P_{ij} = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \geq 0, \quad \text{para } i, j = 0, 1, 2, \dots$$

$$\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = \sum_{j=0}^{\infty} P(X_{n+1} = j | X_n = i) = 1, \quad \text{para } i = 0, 1, 2, \dots$$

Figura 2 distribución probabilística. (Ferrari, 2018).

Los estudios de dinámica de uso de la tierra contribuyen a conocer el tipo de manejo y aprovechamiento que el ser humano hace de la naturaleza en un determinado territorio (IGAC, 2017).

2.2.3 Medidas preventivas para la conservación ambiental en una Reserva Natural

Una Reserva Natural es una superficie de tierra, áreas costeras marinas o lacustres conservadas o intervenidas que contenga especies de interés de fauna y flora que genere beneficios ambientales de interés nacional o regional. La conservación es la aplicación de medidas necesarias para preservar, mejorar, mantener, rehabilitar y restaurar las poblaciones y los ecosistemas sin afectar su aprovechamiento (Decreto ejecutivo No. 14-99 Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua).

Raffino. M (2020), define que la conservación ambiental se refiere a las distintas maneras que existen para minimizar, regular o impedir el daño que las actividades de índole industrial, urbana, agrícola, comercial o de otro tipo que ocasionan a los ecosistemas naturales, principalmente a la flora y la fauna, así mismo debe asegurar el uso racional de todos los recursos naturales, espacios naturales, ecosistemas y todos los componentes que conforman y rodean el medio ambiente, con el objetivo de lograr que el espacio se encuentre en óptimas condiciones, para ofrecer una mejor calidad de vida de las sociedades.

Por consiguiente, el decreto ejecutivo No. 14-99, Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua, Artículo 5, establece que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), a través de la dirección general de áreas protegidas es el ente rector, normativo y directivo de la administración del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), en velar por la conservación de los recursos naturales mediante el diseño y ejecución de normas, programas y acciones que favorezcan la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales para el beneficio de la población; así mismo promover la coordinación entre instituciones nacionales e internacionales vinculadas con los recursos naturales, así como la participación ciudadana con el fin de lograr que las actividades que se lleven a cabo en las áreas protegidas sean compatibles con los objetivos de las mismas.

Por otra parte, las medidas de prevención se definen como acciones encaminadas a evitar los impactos, efectos y riesgos ambientales que pueden causar impactos negativos al medio ambiente, con el fin de disminuir o evitar que aparezcan efectos desfavorables a consecuencia de los riesgos ambientales, a la salud humana o el medio ambiente, y que puedan provocar una disminución significativa de uno o más elementos del mismo (Gerencia ambiental de proyectos, s.f).

2.3 Marco Legal

Cuadro 2 Marco legal dirigido a las Reservas Naturales

<p>1. Constitución Política de la República de Nicaragua.</p>	<p>Capítulo III: Derechos Sociales. Arto No. 60: Los nicaragüenses tienen derecho de habitar en un ambiente saludable. Es obligación del estado la preservación, conservación y rescate del medio ambiente y recursos naturales, según Consejo Supremo Electoral, Pág. No.9.</p>
<p>2. Ley 217: Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales.</p>	<p>Sección III: De las Áreas Protegidas. Arto.21. Todas las actividades que se desarrollen en áreas protegidas, obligatoriamente se realizarán conforme a planes de manejos supervisados y manejados por MARENA, los que se adecuarán a las categorías que para cada área se establezca.</p> <p>Capítulo I: Normas comunes y formas de adquirir los derechos. Arto.55. Para el uso y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables deben tomarse en cuenta, la sostenibilidad de los recursos naturales y la conveniencia de la preservación del ambiente, sus costos y beneficios socio-económicos.</p> <p>Capítulo II: De las Aguas. Sección I: Normas Comunales. Arto.74: El uso, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas acuáticos, costeros y los recursos hidrobiológicos contenidos en ellos, deberá realizarse con base sostenible y de acuerdo a planes de manejo que garanticen la conservación de los mismos.</p> <p>Sección III: De las Aguas Marítimas y Costeras. Arto. 91. Se requerirá de un permiso especial del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales para el aprovechamiento</p>

	sostenible de manglares y otras vegetaciones en las ensenadas, caletas y franjas costeras.
<p>3. Ley No. 559: Ley Especial de Delitos contra el Medio Ambiente y los Recursos Naturales.</p>	<p>Capítulo II: Delitos Contra el Ambiente. Artículo 13. Aumento de las Penas. Las penas establecidas en los artículos anteriores, serán aumentadas en cinco veces, en los siguientes supuestos, cuando: Se destruyen manglares o rellenen lagunas naturales o artificiales o esteros, se realice dentro de las Áreas Protegidas, Destruyan total o parcialmente ecosistemas costeros marítimos y Afecten recursos hidrobiológicos.</p>
<p>4. Ley No. 585: Ley de Veda para el Corte, Aprovechamiento y Comercialización del Recurso Forestal.</p>	<p>Arto. 1. La protección de los recursos naturales del país son objeto de seguridad nacional. Dentro de ese espíritu, se establece a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, una veda por un período de diez años, para el corte, aprovechamiento y comercialización de árboles de las especies de caoba, cedro, pochote, pino, mangle y ceibo en todo el territorio nacional, que podrá ser renovable por períodos similares, menores o mayores. En las Áreas Protegidas legalmente la veda será permanente y por tiempo indefinido y aplicable a todas las especies forestales exceptuando el uso de leña para fines exclusivamente domésticos dentro de dichas áreas.</p>
<p>5. Ley No. 690: Ley para el Desarrollo de las Zonas Costeras.</p>	<p>Capítulo I: Disposiciones Generales. Art. 7. Es obligación del Estado, de sus instituciones y de la sociedad nicaragüense proteger, conservar y preservar las costas y zonas costeras y, en especial, los recursos naturales que en ellas se localicen.</p>

<p>6. Evaluación de Impacto Ambiental- Decreto No. 76-2006: Sistema de Evaluación Ambiental</p>	<p>Artículo 5, del capítulo II. Se crea el Sistema de Evaluación Ambiental de Nicaragua, compuesto por: La evaluación Ambiental Estratégica y la evaluación ambiental de obras, proyectos, industrias y Actividades, la cual está compuesta por categorías ambientales, ubicando el uso de manglar y humedales en la categoría III: Impactos Ambientales Moderados, considerados como impactos como efectos acumulativos, por lo que deben de quedar sujetos a una valoración ambiental.</p>
<p>7. Áreas Protegidas-Decreto No. 01-2007: Reglamento de Áreas Protegidas de Nicaragua; en el Arto No. 9: Reserva Natural</p>	<p>Arto No. 30, Capítulo V. Hace referencia al manejo de las áreas protegidas, de cómo estas deberán de contar con un plan de manejo, que oriente su desarrollo a corto, mediano y largo plazo, el que será aprobado por el MARENA previa consulta con las municipalidades, gobiernos regionales, propietarios privados, comunidades locales y comunidades indígenas existentes en el área protegida.</p> <p>Sección V, Arto 54. Indicar que toda actividad de uso, aprovechamiento de recursos naturales y generación de bienes y servicios en Áreas Protegidas requiere de una autorización del MARENA, a fin de asegurar que las mismas se realicen conforme al plan de manejo, plan operativo anual y los objetivos y directrices de manejo del área.</p>

Fuente: Elaboración propia, con bibliografía de leyes nacionales.

2.4 Hipótesis

En el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos existen transiciones de coberturas y usos de la tierra en los diferentes períodos de tiempo analizados.

CAPITULO III

3.1 Diseño Metodológico

3.1.1 Enfoque filosófico de la Investigación.

El presente estudio es de enfoque cuantitativo y descriptivo ya que se utilizó la metodología basada en Cadenas de Markov para la evaluación probabilística de la transición que tiene una cobertura/uso de la tierra de un año a otro, en un período de tiempo determinado. El estudio es retrospectivo porque muestra la situación pasada y actual de las coberturas y usos de la tierra. Así mismo, este estudio muestra ser de origen no experimental, longitudinal, porque se pretende estudiar un proceso de cambio vinculado directamente con el paso del tiempo sin la manipulación de las variables (Sampieri, 2006).

3.1.2 Área de Estudio y características geográficas.

En la Figura 3 se observa la ubicación del área en estudio, el cual fue desarrollado en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padres Ramos del Departamento de Chinandega; posee una superficie de 11,100 hectáreas y se localiza sobre la costa de la región del Pacífico de Nicaragua, en el municipio de El Viejo, con coordenadas 12°42'32" latitud norte y 87°35'55" longitud oeste (FUNDENIC-SOS, cooperación Alemana, GIZ, 2013).

El Estero se divide a partir de la bocana en varios ramales: Mechapa, Puerto Arturo (frente al cual se ensancha en una bahía), Santa Rita, Jobo Dulce, La Virgen, San Cayetano. Entre sus ramificaciones existen penínsulas que se internan en el estero, tales como Quilaca, El Tintal, Champerico, Chichigualtepe y El Chino. También se encuentran pequeños islotes cerca de éstas (CIDEA, 2006).

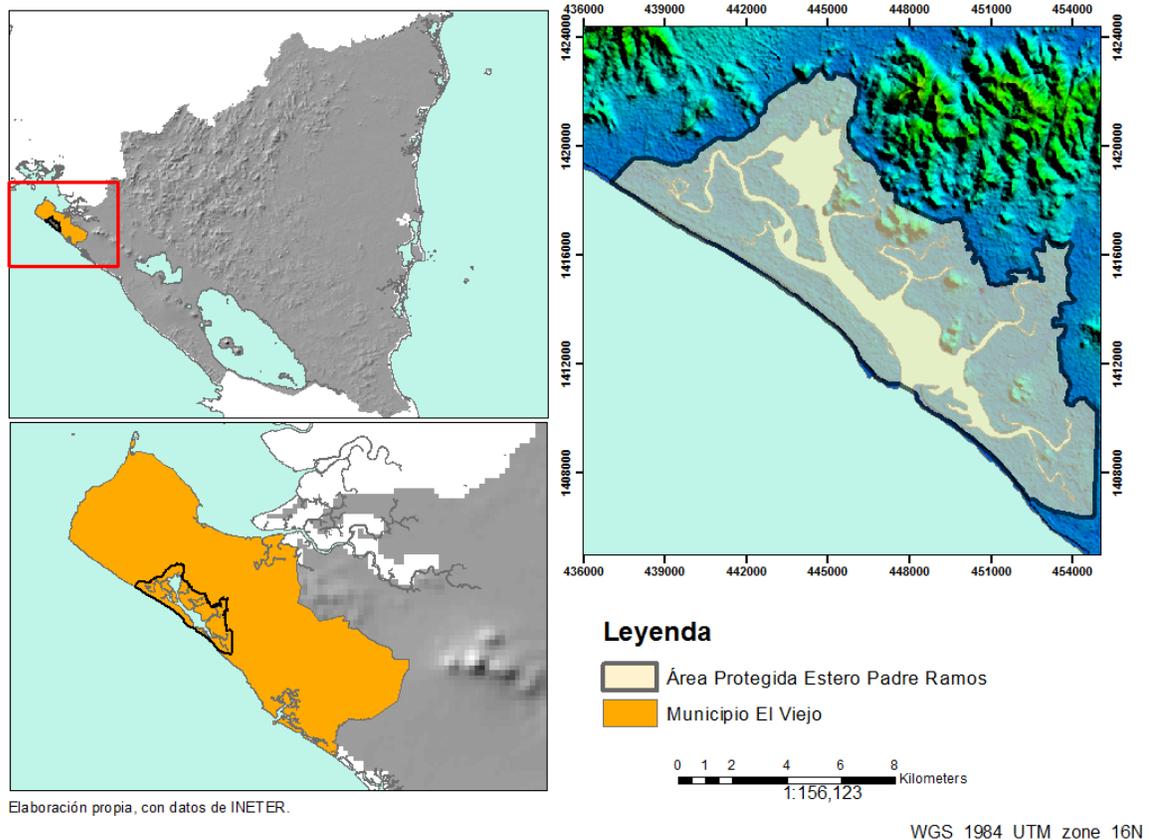


Figura 3 Ubicación de área de estudio.

El Estero Padre Ramos se conoce como uno de los más extensos sobre el litoral; su nombre se debe a un apreciado sacerdote de la parroquia de El Viejo que en el siglo XX se ahogó entre sus aguas (MARENA, PROTIERRA, CBA, 2014).

La Reserva ocupa una costa de inmersión que se extiende desde Cosigüina hasta Puerto Sandino. En los últimos años, el mar ha invadido la tierra firme llegando a rodear antiguas lomas tierra adentro; la subsistencia de la playa es rápida, acelerada después del maremoto de septiembre de 1992 y es apenas alimentado por cortos e intermitentes riachuelos que procuran mantener limpias sus aguas (FUNDENIC-SOS, cooperación Alemana, GIZ, 2013).

El clima de esta zona es definido como Sabana Tropical (AW), el cual se presenta en todo el litoral del pacífico; este tipo de clima influye a que los bosques de dicho Estero sean más densos (CIDEA, 2006).

La economía del área núcleo de la Reserva se basa principalmente en la actividad agropecuaria y acuícola, con el fin de exportación, tales como: caña de azúcar, maní, ajonjolí, camarones; y para consumo interno se encuentran: maíz, frijol, yuca, soya y sorgo. La mayor parte de los productores están relacionados con cooperativas.

El cultivo de las granjas camaroneras es el mayor auge que se encuentra en la zona, principalmente en las comunidades de Puerto Morazan y Mechapa-Miramar. Otra actividad económica es la pesca, sin embargo, se realiza a baja escala, ya que principalmente se utiliza como medio de subsistencia (FUNDENIC-SOS, cooperación Alemana, GIZ, 2013).

3.1.3 Población y muestra.

El universo corresponde a 11,100 hectáreas (ha) que tiene el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos en estudio.

Se estimó el tamaño muestral idóneo para evaluar la probabilidad de transición que tiene una cobertura y uso de suelo hacia otros usos/entre un período de tiempo. La varianza mínima que resultó fue de 0.00008 para un tamaño muestral de 4200 puntos. Seguidamente, estos puntos muestrales se distribuyeron por categoría en toda el área en estudio para identificar el uso/cobertura de la tierra pertenecía cada uno de ellos en los diferentes años evaluados, y posteriormente determinar las transiciones (las cuales se explican en el apartado 4.1.2), el cálculo de la varianza se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma_n^2 = \frac{pq}{n}$$

Figura 4 Calculo varianza.

- σ Comportamiento de la Varianza en función del número o tamaño de la muestra.
- p Proporción de las muestras con características de la categoría de uso de suelo que se analiza, Probabilidad binomial.
- q 1-p: la proporción de puntos de muestreo que no poseen la característica de interés (por lo que la varianza de p es pq).
- n Tamaño de las muestras.

Por otro lado se calculó el tamaño muestral para la validación de los mapas de usos/coberturas de la tierra, mediante la selección de 10 puntos por categorías de forma aleatoria, con el fin de determinar la confiabilidad y error de omisión obtenidas durante el proceso de clasificación supervisada (Congalto, 1998), las categorías son: Bosque de Manglar, Suelo desnudo, Cuerpo de Agua, Vegetación Arbustiva, Área de Inundación, Bosque latifoliado Cerrado, Tacotal y Pasto con Maleza, Maleza y Pasto con Arboles, Bosque latifoliado Abierto, Pasto Manejado, Cultivos Anuales, Huerto, Camaroneras, Cultivos Perennes y Centros Poblados (Figura 8).

3.2 Operacionalización de las variables.

En el cuadro 3 se muestra la Operacionalización de las Variables para cada objetivo, así como las subvariables, indicadores, escala de medición, ítem y técnicas de recolección de datos.

Cuadro 3 Operación de las variables por objetivos

Objetivos	Variable	Subvariables	Indicadores	Escala de Medición
1. Clasificar las coberturas y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva para los años 1987, 2001, 2016 y 2020	Cobertura: <ol style="list-style-type: none"> 1. Manglar 2. Agua 3. Suelo desnudo 4. Área de inundación 5. Bosque latifoliado abierto 6. Bosque latifoliado cerrado 7. Vegetación arbustiva 8. Tacotal y pasto con maleza Uso de suelo: <ol style="list-style-type: none"> 1. Pasto manejado 2. Cultivos anuales 3. Cultivos perennes 4. Camaroneras Centros poblados	Textura Tono Color Textura Área	Criterios de interpretación Hectárea	Nominal Razón

<p>2. Estimar la variación espacio temporal de las coberturas y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, para los periodos: 1987-2001, 2001-2016-2020.</p>	<p>Varianza cadenas de Markov</p>	<p>Coeficiente de varianza, distribución probabilística.</p>	<p>Matriz de probabilidades.</p>	<p>Numérico</p>
<p>3. Proponer acciones de aprovechamiento sostenible para la Reserva Natural Estero Padre Ramos para los períodos: 1987-2001, 2001-2016, 2016-2020.</p>	<p>Medidas de conservación ambiental: regulatorias, económicas y educativas.</p>	<p>Zonas vulnerables a transiciones en el área núcleo de la reserva</p>	<p>Mayores probabilidades de transición</p>	<p>Razón</p>

Elaboración propia.

3.3 Métodos y técnicas para recolección y análisis de datos por objetivos

El método es analítico-sintético porque se estudió los usos y coberturas de la tierra por distintos años (1987, 2001, 2016 y 2020) para determinar su clasificación; para obtener el análisis probabilístico fue mediante un modelo estocástico (cadenas de Markov), con el fin de analizarlos de manera integral las transiciones que ocurrieron en el área de estudio (Maya. E, 2014).

A continuación, en la Figura 5 muestra la metodología implementada durante los tres objetivos específicos de la presente investigación

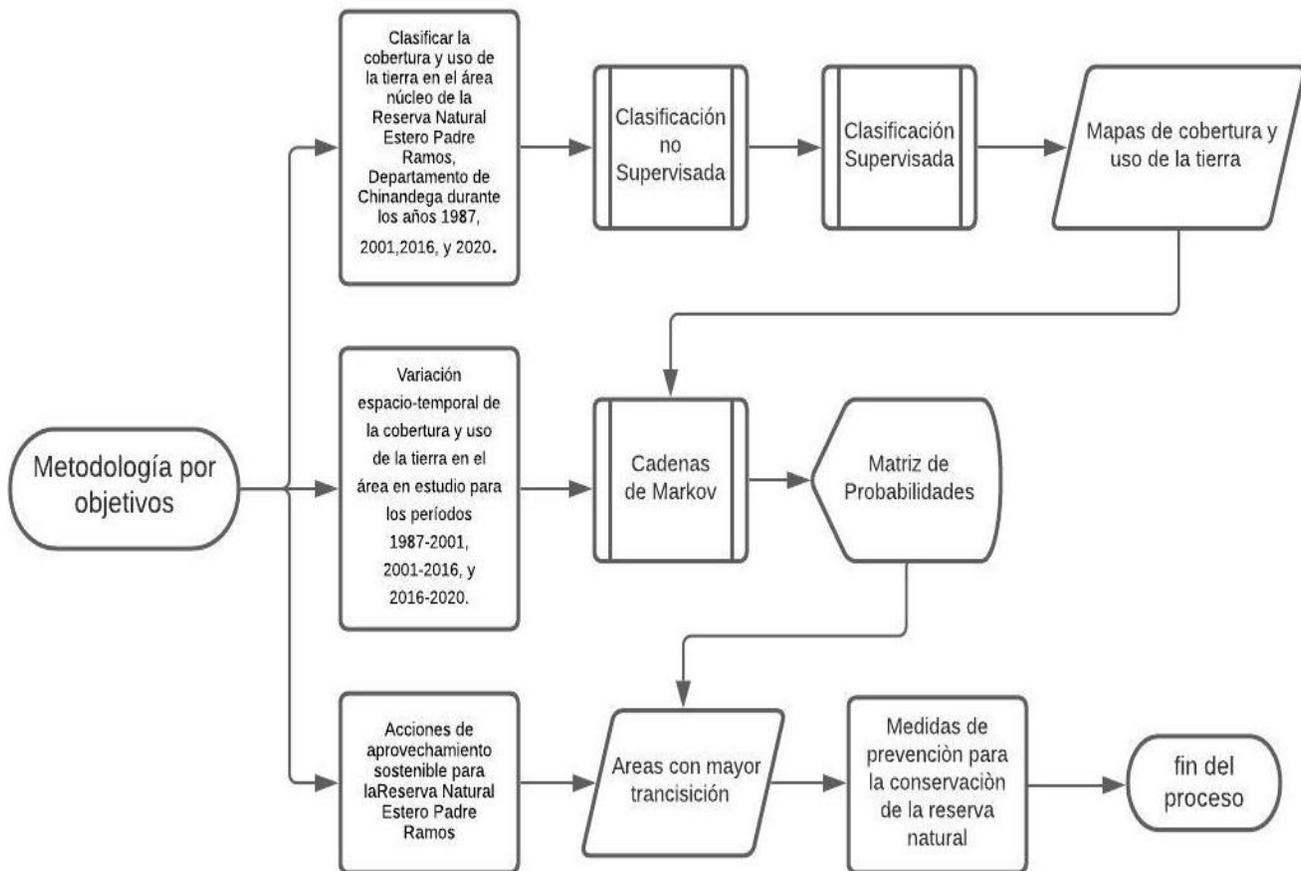


Figura 5 Diagrama de flujo de la metodología implementada para el desarrollo de cada objetivo, Elaboración propia.

3.3.1 Clasificación de la cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos, Departamento de Chinandega durante los años 1987, 2001, 2016, y 2020.

Para obtener los mapas temáticos de las clasificaciones se utilizó en primera instancia la técnica de análisis documental, para obtener información general de la Reserva Natural Estero Padre Ramos con mayor énfasis en las coberturas y usos de la tierra; a su vez mediante la contribución de la dirección General de Ordenamiento y Estudios Territoriales-INETER, se obtuvieron ortofotos debidamente georreferenciada con sus usos de la tierra del año 1971 que se utilizaron como base previa para la investigación. Así mismo se descargaron imágenes satelitales para los años 1987-2001-2016-2020, mediante los sensores: Landsat5, Landsat7, Landsat8 y Sentinel 2, con el fin de verificar las coberturas y usos de la tierra, presentes en cada año (Figura 6).

Proceso para la recolección de datos de la investigación:

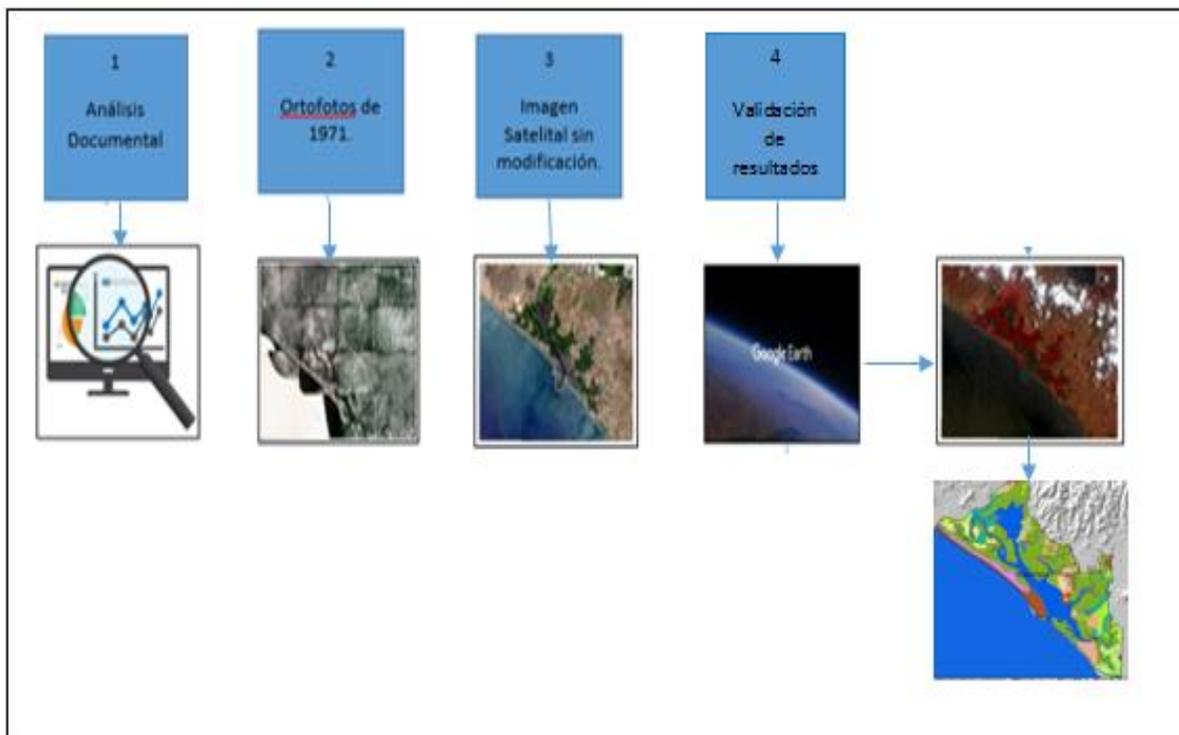
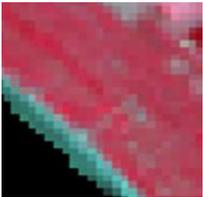


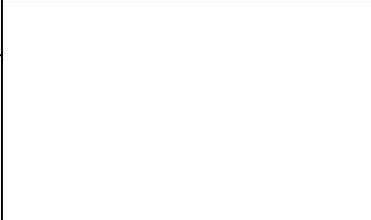
Figura 6 Técnicas de recopilación de datos, Elaboración propia.

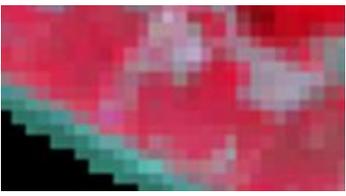
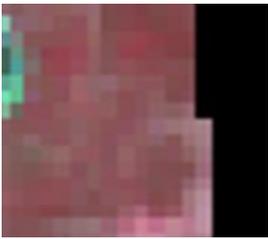
Posterior se procedió a utilizar la técnica de la clasificación no supervisada para proceder a determinar de manera automatizada las categorías por coberturas y uso de la tierra presentes en el área núcleo de la reserva.

A continuación, se presenta en el Cuadro 4 las coberturas y uso de la tierra, con los criterios de interpretación y visualización al momento de clasificar las imágenes satelitales.

Cuadro 4 Criterios de interpretación

Tipos de coberturas	Criterios de interpretación	Visualización
<p>Bosque de mangle: se caracteriza por tener una forma irregular, asociado a zonas costeras,</p>	<p>Color: en la composición RGB 123 de la imagen lantsad, el tono del bosque de mangle es rojo intenso.</p>	
	<p>Textura: se observa una textura media heterogénea, los trazos de los estuarios son muy evidentes.</p>	
<p>Agua: corresponde a las acumulaciones de agua ya se natural o artificial, se caracteriza por tener una forma irregular.</p>	<p>Tono: verde oscuro a negro.</p>	
	<p>Textura: Se observa una textura heterogénea fina.</p>	
<p>Bosque latifoliado Abierto: bosque intervenido por el hombre y sin planes de manejo forestal, y su cobertura depende del inicio de otro tipo de cobertura.</p>	<p>Tono: para composición RGB 123, el tono es rojo claro.</p>	
	<p>Textura: se observa un manto de una textura moderada, con claros de textura fina.</p>	
<p>Bosque latifoliado cerrado: Bosque no intervenido.</p>	<p>Tono: para composición RGB 123, el tono es rosado bajo.</p>	
	<p>Textura: se observa una textura gruesa media en zonas planas.</p>	

<p>Maleza y Pasto: áreas donde predomina el pasto natural y cultivado, asociado a espacios naturales, y con espacios arbustivos irregulares.</p>	<p>Tono: para composición RGB 123, el tono es rojo magenta.</p>	
	<p>Textura: de textura fina a media.</p>	
<p>Vegetación Arbustiva: terrenos degradados y muy erosionados.</p>	<p>Tono: De gris a café bajo.</p>	
	<p>Textura: Se observa una textura heterogénea fina a media dada por la vegetación de bajo porte.</p>	
<p>Suelo sin vegetación: se refiere a aquel que ni cuenta con una capa superficial que lo proteja.</p>	<p>Tono: Blanco.</p>	
	<p>Textura: se observa una textura heterogénea fina.</p>	
<p>Áreas de inundación: se refiere a masas de agua sólida.</p>	<p>Tono: este presenta una tonalidad brillante debido a la mayor absorción de energía.</p>	
	<p>Textura: se observa una textura heterogénea media.</p>	
<p>Tipos de usos</p>	<p>Criterios de interpretación</p>	<p>Visualización</p>
<p>Camaroneras: son celdas conformadas por estanques o piscinas artificiales, no poseen ningún patrón homogéneo puesto que sus formas son irregulares.</p>	<p>Tono: En periodo de cosecha del camarón los estanques de las piscinas camaroneras están llenas de agua y esta se aprecia con una tonalidad azul brillante, sin embargo en periodo de levantamiento de dicha cosecha estas piscinas son drenadas y la tonalidad a apreciar es blanca.</p>	
	<p>Textura: presenta una textura fina homogénea.</p>	

Pasto manejado: Áreas dedicadas a la productividad forrajera, de pasto para ganado.	Tono: para composición RGB 123, el tono es rojo claro	
	Textura: Se observa una textura fina homogénea, se distingue de la preparación del terreno para dicha actividad.	
Tacotal y pasto con maleza: Áreas de pastizal, donde predominan arbustos y árboles, con una altura de hasta 5 metros.	Tono: Café oscuro.	
	Textura: este presenta una textura media.	

Elaboración propia

Luego mediante la clasificación supervisada se pretende editar los tipos de coberturas y usos de la tierra obtenidos en la no supervisada, estableciendo de manera correcta la ubicación de cada categoría en el área de estudio, utilizando los conocimientos previos adquiridos en todo el proceso de análisis e investigación general de la reserva. Para validar los mapas clasificados de uso y cobertura de la tierra se elaboraran matrices de confusión, las cuales para su proceso de realización se tomaran en cuenta los mapas de uso de suelo del MAGFOR e INETER de los años 2001 y 2015, para validar dichos resultados.

Para realizar la matriz de confusión, inicialmente se procedió a ubicar los puntos de control (Figura 7) con el propósito de determinar la categoría de uso/cobertura a la cual pertenece cada punto de control. Posteriormente, los puntos de control que refleja cada categoría/uso se exportaron a un Excel para realizar la tabla de la matriz. Finalmente, se calculó el promedio de margen de error (Ecuación 1, apartado 2.2.1).

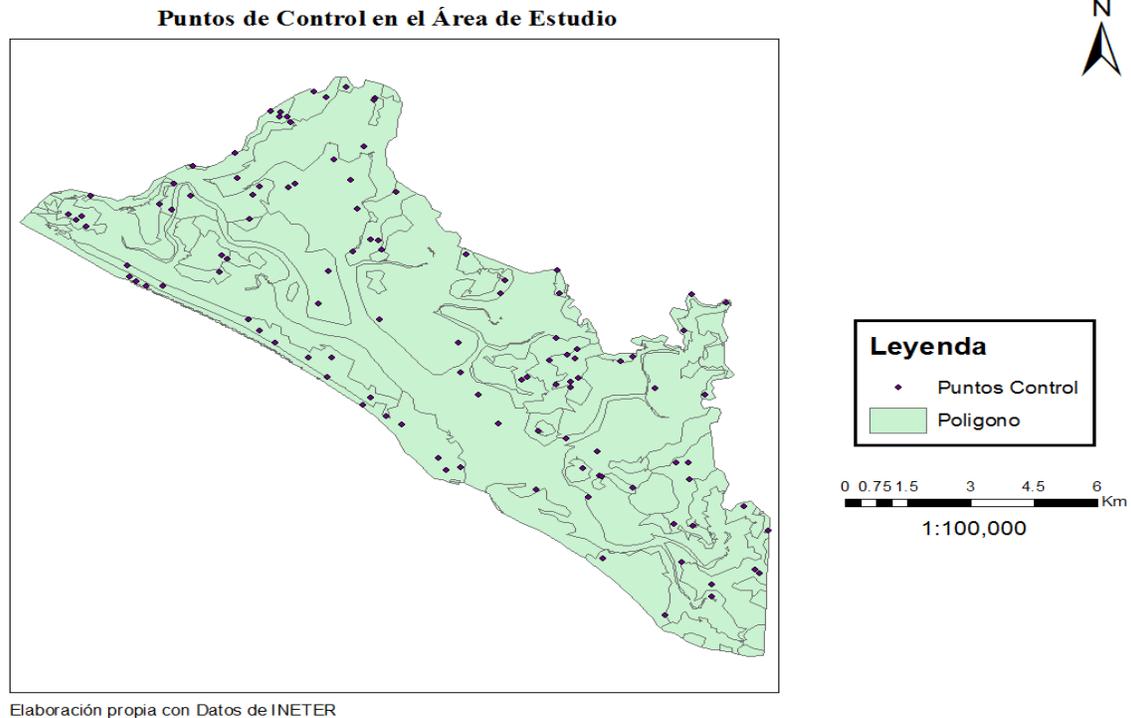


Figura 7 Disposición espacial de las observaciones bajo muestreo aleatorio estratificado.

Los resultados de la matriz de confusión muestran que el porcentaje de confiabilidad para el mapa de cobertura y uso de la tierra para el año 1987 fue de 78.18. %. La cantidad de puntos totales de verificación fue de 110, de ello 86 puntos fueron correctamente clasificados y 24 puntos asignados a otros valores no pertenecientes a las clases correspondientes. Las categorías que tuvieron mayor exactitud en el mapa fueron cuerpo de agua y pasto manejado, mientras que la categoría que tuvo menos exactitud fue bosque latifoliado abierto (Anexo, Cuadro 9).

Para el siguiente año en estudio 2001 el porcentaje de confiabilidad que se obtuvo en dicha matriz fue de 96.15 %; la cantidad de puntos totales de verificación que se utilizaron en dicho método fue de 130, donde se obtuvieron como resultado: 125 puntos correctamente clasificados y 5 puntos asignados a otros valores no pertenecientes a las clases correspondientes en el mapa (Anexo, Cuadro 10).

El porcentaje de confiabilidad en el año 2016 fue de 88.18 %. La cantidad de puntos totales de verificación que se utilizaron en dicho método fue de 110, donde se obtuvieron como resultado: 99 puntos correctamente clasificados y 11 puntos asignados a otros valores no pertenecientes a las clases correspondientes en el mapa. Las categorías que tuvieron mayor

exactitud, mediante la asignación en el mapa fueron manglar, bosque latifoliado cerrado, bosque latifoliado abierto y camaroneras, mientras que la categoría que tuvo menos exactitud fue vegetación arbustiva (Anexo, Cuadro 11).

Para el último año en estudio 2020 el porcentaje de confiabilidad que se obtuvo en dicha matriz fue de 83.08 %; la cantidad de puntos totales de verificación que se utilizaron en dicho método fue de 130, donde se obtuvieron como resultado: 108 puntos correctamente clasificados y 22 puntos asignados a otros valores no pertenecientes a las clases correspondientes en el mapa. Las categorías que tuvieron mayor exactitud, mediante la asignación en el mapa fueron manglar, bosque latifoliado cerrado, bosque latifoliado abierto y camaroneras, mientras que la categoría que tuvo menos exactitud fue vegetación arbustiva. (Cuadro 5)

Cuadro 5 Matriz de Confusión año 2020

Etiquetas de fila	Manglar	Suelo sin Vegetación	Cuerpo de Agua	Vegetación Arbustiva	Área de Inundación	Bosque Latifoliado Cerrado	Tacotal y Pasto con Maleza	Bosque Latifoliado Abierto	Pasto Manejado	Cultivos Anuales	Camaroneras	Cultivos Perenne	Centro Poblado	Total general	confiabilidad del productor	error de omisión
Manglar	8				2									10	80	20
Suelo sin Vegetación		8												8	100	0
Cuerpo de Agua	1		10											11	90.91	9.09
Vegetación Arbustiva				8										8	100	0
Área de Inundación					5						1			6	83.33	16.67
Bosque Latifoliado Cerrado		2			2	9				1				14	64.29	35.71
Tacotal y Pasto con Maleza						1	9			1				11	81.82	18.18
Bosque Latifoliado Abierto								10	1				2	13	76.92	23.08
Pasto Manejado									9	2				11	81.82	18.18
Cultivos Anuales				2	1		1			6			1	11	54.55	45.45
Camaronera	1										9			10	90	10
Cultivos Perenne												10		10	100	0
Centro Poblado													7	7	100	0
Total general	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	130	83.08	
Confiabilidad del usuario	80	80	100	80	50	90	90	100	90	60	90	100	70			
Error de comisión	20	20	0	20	50	10	10	0	10	40	10	0	30			

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 Variación espacio-temporal de la cobertura y uso de la tierra en el área en estudio para los períodos 1987-2001, 2001-2016, y 2016-2020.

Se determinó la variación temporal de las coberturas y usos de la tierra mediante el método de probabilidades de transición y su técnica Cadenas de Markov, el cual es un proceso estocástico. La matriz de probabilidades de transición, designa la probabilidad de moverse al estado j en tiempos T_{t+1} dado que el proceso está en el estado i en el tiempo (t), siendo el mecanismo básico en el proceso de Markov.

$$P_{ij} = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \geq 0, \quad \text{para } i, j = 0, 1, 2, \dots$$
$$\sum_{j=0}^{\infty} P_{ij} = \sum_{j=0}^{\infty} P(X_{n+1} = j | X_n = i) = 1, \quad \text{para } i = 0, 1, 2, \dots$$

Figura 8 Expresión, distribución probabilística. (Ferrari, 2018).

3.3.3 Medidas de preservación para la conservación ambiental, en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos

Mediante el análisis documental se obtuvo medidas de prevención que se han implementado en estudios tanto a nivel nacional como internacional para la conservación ambiental. Las medidas que se recomiendan se clasifican: regulatorias, económico, educativas (CATHALAC, 2007; INAFOR, 2018; Méndez, 2014, IBERINSA, ASZTI y OSPESCA, 2007; Ecologistas en acción, *et al*, 2011; Área de conservación Guanacaste, 2018).

CAPITULO IV

4.1 Análisis y discusión de resultados

4.1.1 Clasificación de las coberturas y uso de la tierra

Las Figuras 8 y Gráfico 1 muestran la evolución de las coberturas de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos del departamento de Chinandega durante los años 1987, 2001, 2016 y 2020. Se muestra un total de 11 categorías para los años 1987 y 2016 y 13 categorías para los años 2001 y 2020. La cobertura que posee menor área en comparación con las demás son las siguientes: Cultivos anuales, huertos, suelo desnudo y cultivos perennes.

Durante el año 1987 la cobertura manglar ocupó el 45.28% (4,846.86 ha) de la superficie total, seguido de la cobertura cuerpo de agua con 19.40% (2,076.48 ha), el uso de suelo pasto manejado el 7.30% (782.1 ha), la cobertura área de inundación el 6.32% (677.43 ha), la cobertura bosque latifoliado cerrado el 5.19% (556.29 ha), la cobertura suelo desnudo el 3.63% (388.98 ha), la cobertura vegetación arbustiva 3.55% (380.97 ha), la cobertura maleza y pasto con árboles el 3.51% (376.38 ha), el uso de la tierra cultivos anuales el 2.87% (307.71 ha), el uso de la tierra tacotal y pasto con maleza el 1.76% (189.27 ha) y la cobertura bosque Latifoliado abierto 1.12% (120.51 ha).

En el año 2001 la cobertura de manglar ocupó el 38.81% (4,154.49 ha) de la superficie total, seguido de la cobertura de cuerpo de agua con el 18.53% (1,983.51 ha), el uso de la tierra pasto manejado el 849.24% (849.24 ha), la cobertura bosque Latifoliado cerrado el 6.09% (651.69 ha), el uso de la tierra de cultivos anuales el 4.61% (493.02 ha), la cobertura de maleza y pasto con árboles el 4.53% (485.19 ha), la cobertura de área de inundación el 4.33% (463.86 ha), el uso de la tierra de camaroneras el 4.16% (445.59 ha), la cobertura vegetación arbustiva el 3.84% (410.49 ha), la cobertura suelo desnudo el 3.33% (356.67 ha), el uso de suelo tacotal y pasto con maleza el 1.48% (158.49 ha), la cobertura bosque Latifoliado abierto el 1.18% (126 ha) y el uso de la tierra huertos el 1.17% (125.19 ha).

Durante el año 2016 la cobertura de manglar ocupó el 41.72% (4,411.62 ha) de la superficie total, seguido de la cobertura cuerpo de agua el 21.43% (2,265.84 ha), el uso de la tierra camaroneras el 6.88% (727.38 ha), la cobertura vegetación arbustiva 5.85% (618.48 ha), el

uso de la tierra cultivos anuales el 5.22% (552.15 ha), la cobertura de área de inundación 5.03% (531.63 ha), el uso de la tierra pasto manejado el 3.89% (411.12 ha), la cobertura bosque Latifoliado abierto el 3.84% (405.63 ha), el uso de la tierra tacotal y pasto con maleza el 2.93% (309.6 ha), la cobertura bosque latifoliado cerrado el 2.6% (275.13 ha) y la cobertura suelo desnudo el 0.62% (66.06 ha).

En el año 2020 la cobertura de manglar ocupó el 39.41% (4,218.93 ha) de la superficie total, seguido de la cobertura de cuerpo de agua con el 19.93% (2,133.81 ha), el uso de suelo de camaroneras el 10.67% (1,141.83 ha), el uso de la tierra pasto manejado el 6.05% (647.64 ha), la cobertura vegetación arbustiva el 5.63% (603.09 ha), la cobertura bosque latifoliado abierto el 4.87% (521.19 ha), la cobertura bosque latifoliado cerrado el 2.92% (312.84 ha), la cobertura de área de inundación el 1.56% (167.22 ha), el uso de la tierra centros poblados el 1.41% (151.02 ha), el uso de la tierra tacotal y pasto con maleza el 0.89% (94.86 ha), la cobertura suelo desnudo el 0.71% (76.41 ha) y el uso de la tierra cultivos perennes el 0.02% (2.34 ha).

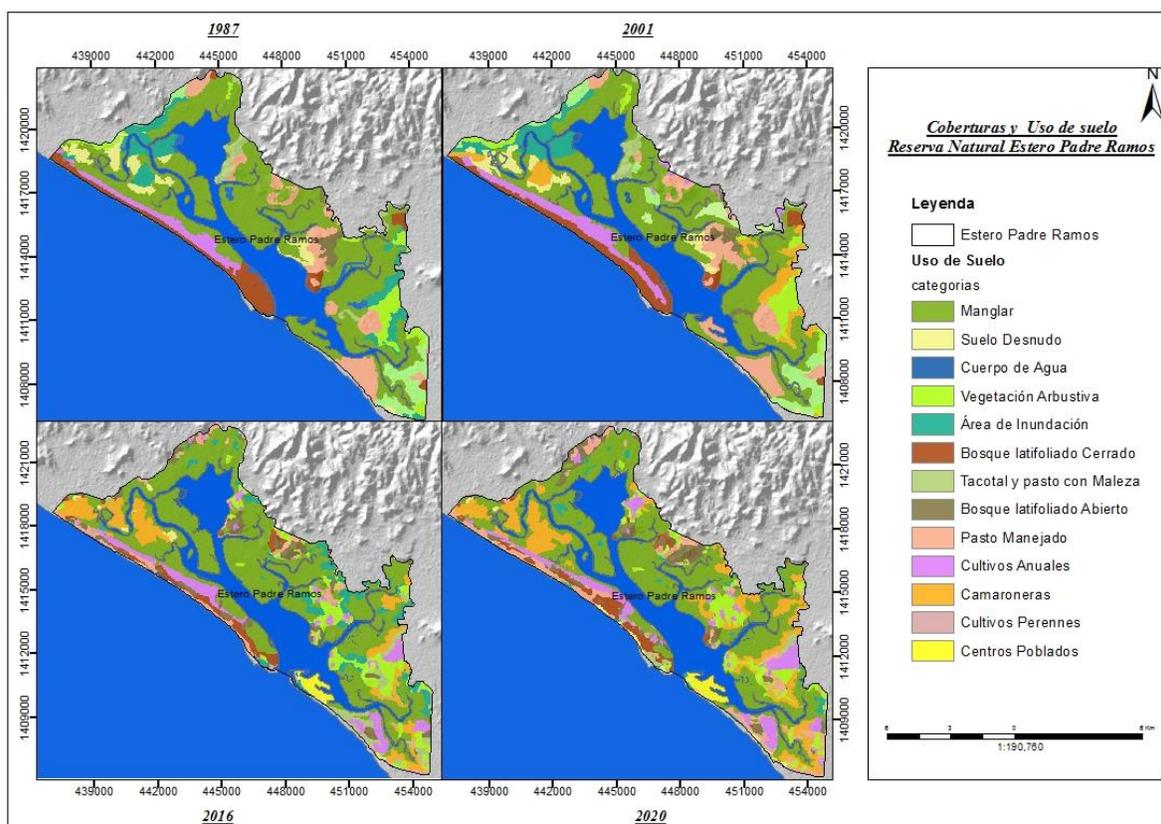


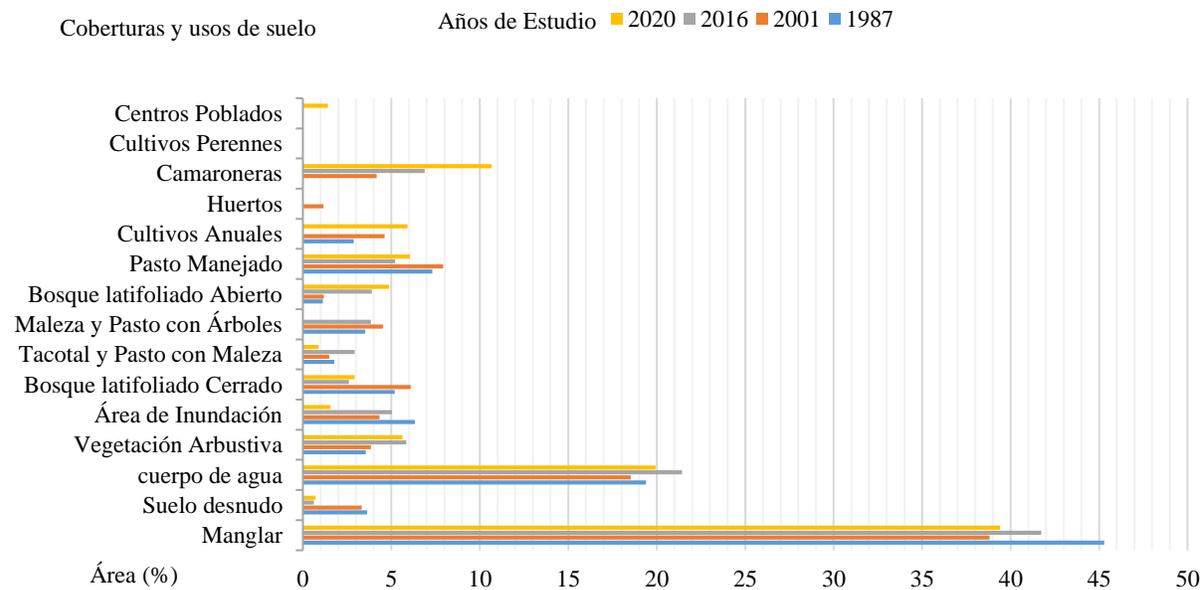
Figura 9 Mapa de cobertura y uso de suelo para los años 1987, 2001, 2016 y 2020, Elaboración propia, con datos de INETER.

En la zona núcleo de la reserva entre los períodos 1987 a 2001 las coberturas y uso de la tierra que ocuparon la mayor área son manglar, cuerpo de agua y pasto manejado, sin embargo, entre los períodos 2016 a 2020 el uso de la tierra pasto manejado cambio de tercer lugar a cuarto lugar debido al uso de la tierra camaroneras.

En el Gráfico 1 se muestra las tendencias anuales de las coberturas y usos de la tierra durante 33 años. En el período 1987-2020 la cobertura de manglar disminuyo un 5.88%, suelo desnudo un 2.92%, área de inundación 4.77%, bosque latifoliado cerrado 2.28%, tacotal y pasto con maleza 0.88%, pasto manejado 1.26%, mientras que las coberturas y usos de la tierra siguientes aumentaron su porcentaje, cuerpo de agua 0.53%, vegetación arbustiva 2.07%, bosque Latifoliado abierto 3.74%. Cabe destacar que la cobertura maleza y pasto con árboles para el año 2020 no se encontró presencia en la zona, sin embargo se pudieron notar otros usos de la tierra, como centros poblados con 1.41% y cultivos perennes con 0.02%. Así mismo se puede notar que el uso de la tierra de camaroneras se inició para el año 2001, teniendo un aumento hasta el 2020 de 6.51%.

Gráfico 1 Área en porcentaje de cada cobertura y uso de la tierra para los años: 1987, 2001, 2016, 2020.

Coberturas y Usos de Suelo Estero Padre Ramos



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Variación espacio temporal de las coberturas y usos de la tierra del área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos en el período 1987-2020.

4.1.2.1 Dinámica de cobertura de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padres Ramos de Managua en el período 1987-2001.

Las once categorías de coberturas y usos de la tierra (Cuadro 6) presentan alta estabilidad ecosistémica en el período 1987-2001. Las transiciones que se encontraron con mayor probabilidad de cambio fueron: de manglar a cuerpo de agua y cultivos anuales, de áreas de inundación a manglar y a cuerpo de agua, de bosque latifoliado abierto a manglar, de bosque latifoliado cerrado a manglar, de cuerpo de agua a manglar, de cultivos anuales a manglar, de maleza y pasto con árboles a manglar, de pasto manejado a manglar, de suelo desnudo a manglar, de tacotal y pasto con maleza a manglar y por ultimo de vegetación arbustiva a manglar. Las demás transiciones presentan probabilidades bajas o nulas.

Dichos resultados indican que para este período de estudio a pesar de existir diferentes usos de la tierra y coberturas, las transiciones no perduran, regresando a su estado original, las cuales en su mayoría se conforman en áreas de manglar y cuerpo de agua. Para estas fechas no se encontraba mucha dinámica de ocupación y uso de la tierra, debido a que en el año 1983 el estero Padre Ramos fue declarado como reserva natural, además de que existían pocos centros poblados ubicados en las cercanías de la reserva y los pocos que existían comenzaron a crecer en población en 1993, año en el que iniciaron a migrar del estero Real a la Reserva natural estero Padre Ramos, en busca de alternativas de subsistencias, dedicadas a la agricultura y a la extracción de los recursos del estero (CIDEA, 2007).

4.1.2.2 Cobertura de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padres Ramos de Managua en el período 2001-2016.

Las trece categorías de coberturas y usos de la tierra presentan una alta estabilidad ecosistémica en el período 2001-2016 (Cuadro 7). Las transiciones con mayor probabilidad de cambio fueron las siguientes: de manglar a cuerpo de agua, luego de área de inundación a manglar y cuerpo de agua, de bosque latifoliado abierto a manglar y cuerpo de agua, de bosque latifoliado cerrado a manglar y cuerpo de agua, de cuerpo de agua a manglar, de cultivos anuales a manglar, de pasto con maleza y árboles a manglar, de pasto manejado a manglar, de suelo desnudo a manglar y cuerpo de agua, de tacotal y pasto con maleza a

manglar, de vegetación arbustiva a manglar y cuerpo de agua de camaronerías a manglar y cuerpo de agua y por último de huerto a manglar. Las demás transiciones presentan probabilidades bajas o nulas.

Para este período en estudio dichos resultados indican que de igual forma las transiciones no perduran, y que la dinámica de ocupación y uso de la tierra son estables y que por ende la cobertura de manglar regresa al estado en el que se encontraba en años atrás, esto sucede debido a que durante esos años se implementó el plan de manejo: *plan de Conservación de los Ecosistemas Costeros del Golfo de Fonseca, Nicaragua, Honduras- El Salvador (PROGOLFO)*. Dicho plan consiste en desarrollar un mecanismo para el manejo y planeación de zonas costeras, y asistencia técnica para la ejecución de dichas estrategias, IICA (2005). A ello también se suma la aprobación de la ley 690: Ley para el desarrollo de las zonas costeras en el año 2009, con la finalidad de regular el uso y aprovechamiento sostenible de las zonas costeras con resguardo y conservación de su ambiente, especialmente de sus recursos naturales.

4.1.2.3 Cobertura y uso de la tierra en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padres Ramos de Managua en el periodo 2016-2020.

Las transiciones con mayor probabilidad de cambio para los años 2016-2020 (Cuadro 8) fueron las siguientes: de manglar a cuerpo de agua, pasto manejado y camaronerías, siguiendo de áreas de inundación a manglar, cuerpo de agua y camaronerías, luego de bosque latifoliado abierto a manglar, cuerpo de agua, pasto manejado y camaronerías, posterior de bosque latifoliado cerrado a manglar, cuerpo de agua y camaronerías, de cuerpo de agua a manglar y camaronerías, de cultivos anuales a manglar, cuerpo de agua y camaronerías, de pasto manejado a manglar, cuerpo de agua y bosque latifoliado abierto, de suelo desnudo a manglar, cuerpo de agua, pasto manejado y camaronerías, de tacotal y pasto con maleza a manglar, cuerpo de agua y camaronerías, de vegetación arbustiva a manglar, cuerpo de agua, cultivos anuales y camaronerías, de cultivos perennes a camaronerías, de camaronerías a bosque de manglar y cuerpo de agua a manglar. Las demás transiciones presentan probabilidades bajas o nulas.

De los tres períodos analizados, el que presentó menor estabilidad fue el comprendido entre el 2016 al 2020, lo cual se puede observar y verificar en los valores de probabilidad obtenidos

en la diagonal, que fueron los resultados que más se alejan de los valores a uno, a excepción de las categorías manglar y cuerpo de agua que muestran una alta persistencia de cambio en el transcurso de los periodos en estudio (1987-2020). Cabe destacar que los resultados obtenidos en el período 2016-2020 indican una tendencia a mostrar un desequilibrio en el ecosistema del área núcleo de dicha reserva. Los resultados fueron similares a los obtenidos por Úbeda (2020) en el estudio de la Dinámica de coberturas de la tierra en la subcuenca III de la cuenca sur del lado de Managua, Nicaragua, entre los periodos 1997-2003, 2003-2010, 2010-2016, 2016-2025.

Cuadro 6 Matriz de probabilidades Markovianas para el período 1987-2001

Cobertura/Us	Probabilidades 1987-2001														
	Manglar	Áreas de Inundación	Bosque latifoliado Abierto	Bosque latifoliado Cerrado	Cuerpo de Agua	Cultivos Anuales	Maleza y Pasto con Árboles	Pasto Manejado	Suelo Desnudo	Tacotal y Pasto con Maleza	Vegetación Arbustiva	Camarones	Huerto	TOTAL	Suma
Manglar	0.96	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.04
Área de Inundación	0.02	0.94	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Bosque latifoliado Abierto	0.03	0.00	0.93	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.07
Bosque latifoliado Cerrado	0.02	0.00	0.00	0.94	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01	0.06
Cuerpo de Agua	0.02	0.01	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.05
Cultivos Anuales	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Maleza y Pasto con Árboles	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.06
Pasto Manejado	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07
Suelo Desnudo	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07
Tacotal y Pasto con Maleza	0.02	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07
Vegetación Arbustiva	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	1.00	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 7 Matriz de probabilidades Markovianas para el período de 2001-2016

tn+1/tn	Probabilidades 2001-2016														
Cobertura/Us	Manglar	Áreas de Inundación	Bosque latifoliado Abierto	Bosque latifoliado Cerrado	Cuerpo de Agua	Cultivos Anuales	Pasto Manejado	Suelo Desnudo	Tacotal y Pasto con Maleza	Vegetación Arbustiva	Camaroneras	Cultivos perennes	Centros poblados	TOTAL	Suma
Manglar	0.97	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.03
Área de Inundación	0.03	0.94	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.06
Bosque latifoliado Abierto	0.02	0.00	0.94	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Bosque latifoliado Cerrado	0.03	0.00	0.00	0.94	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Cuerpo de Agua	0.03	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.05
Cultivos Anuales	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Maleza y Pasto con Árboles	0.04	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.06
Pasto Manejado	0.03	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.93	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07
Suelo Desnudo	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.01	0.00	0.00	1.00	0.07
Tacotal y Pasto con Maleza	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	1.00	0.07
Vegetación Arbustiva	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	1.00	0.06
Camaroneras	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.93	0.00	1.00	0.07
Huerto	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	1.00	0.07

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 8 Matriz de probabilidades Markovianas para el período de 2016-2020

tn+1/tn	Probabilidades 2016-2020														
	Manglar	Área de Inundación	Bosque latifoliado Abierto	Bosque latifoliado Cerrado	Cuerpo de Agua	Cultivos Anuales	Pasto Manejado	Suelo Desnudo	Tacotal y Pasto con Maleza	Vegetación Arbustiva	Cultivos perennes	Camaroneras	Centros Poblados	Total general	suma
Manglar	0.87	0.00	0.02	0.01	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	1	0.13
Área de Inundación	0.10	0.75	0.01	0.00	0.05	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	1	0.25
Bosque latifoliado Abierto	0.13	0.00	0.77	0.00	0.04	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	1	0.23
Bosque latifoliado Cerrado	0.09	0.00	0.02	0.76	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	1	0.24
Cuerpo de Agua	0.10	0.00	0.01	0.01	0.82	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	1	0.18
Cultivos Anuales	0.12	0.00	0.01	0.01	0.05	0.77	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	1	0.23
Pasto Manejado	0.12	0.00	0.02	0.01	0.05	0.01	0.78	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	1	0.22
Suelo Desnudo	0.07	0.00	0.01	0.00	0.07	0.00	0.03	0.75	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	1	0.25
Tacotal y Pasto con Maleza	0.09	0.00	0.00	0.01	0.08	0.01	0.01	0.00	0.76	0.01	0.00	0.02	0.01	1	0.24
Vegetación Arbustiva	0.07	0.00	0.01	0.01	0.08	0.02	0.01	0.00	0.00	0.77	0.00	0.03	0.00	1	0.23
Cultivos perennes	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.25	0.00	1	0.25
Camaroneras	0.09	0.01	0.01	0.00	0.05	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.80	0.00	1	0.20
Centros Poblados	0.05	0.00	0.01	0.00	0.04	0.00	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.79	1	0.21

Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Medidas de prevención para la conservación ambiental en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos

En el área núcleo de la reserva las áreas donde se produjeron mayores transiciones fueron en las comunidades de Mechapa, Venecia, Padres Ramos, Los Zorros y Jiquilillo por lo que en estas áreas se recomienda acciones de índole regulatorias, económicas y educativas

4.1.3.1 Medidas regulatorias

Según el MARENA (2006), el gobierno de Nicaragua tiene una importante responsabilidad sobre las áreas protegidas, como: financiar, mantener y reducir los impactos negativos que pueden sufrir dichas reservas con el paso del tiempo, a través de la creación o implementación de políticas promotoras, tales como la ley 217, ley general de los recursos naturales y medio ambiente, ley 690, ley para el desarrollo de las zonas costeras, con el objetivo de regular las actividades económicas y sociales que se realicen dentro del área núcleo de la área protegida.

Se sugiere al MARENA y la Alcaldía del municipio El Viejo, realizar un plan de descentralización de las actividades económicas, mediante una zonificación de la reserva, con la finalidad de que el ecosistema de manglar pueda generarse con mayor efectividad (CATHALAC, 2007). Sin embargo, para cumplir con el objetivo se deben integrar todos los actores, logrando un equilibrio entre los intereses locales y públicos y el área protegida.

Se sugiere al MARENA y el MIFIC valorar exhaustivamente el otorgamiento de permisos de concesión y construcción en las infraestructuras de camaroneras y salineras, determinando el área donde se ubicarán dichas industrias, a través de la zonificación realizada por las instituciones antes mencionadas. (CATHALAC, 2007)

Proponer al MAGFOR realizar convenios con los gobiernos municipales además de la participación de otros organismos públicos y privados con el fin de delegar funciones de vigilancias y control. (INAFOR, 2018)

Establecer las medidas técnicas de buen manejo, conservación y administración de la flora y fauna silvestre, objeto de la Ley de conservación de la vida silvestre N° 7317, 1992.

Extender, denegar o cancelar los permisos de extracción, para importar o exportar vida silvestre, así como aprobar, rechazar o modificar los planes de manejo y permisos de funcionamiento de los diferentes establecimientos de manejo de vida silvestre, refugio de vida silvestre y para aquellas actividades de manejo de vida silvestre que lo requieran. (Área de conservación Guanacaste, 2018)

4.1.3.2 Económicas

Lograr una colaboración efectiva con las autoridades para promover las regulaciones adecuadas; no solamente para reducir trámites, sino para la regulación eficiente de un beneficio-costos. La Alcaldía del municipio de El Viejo, podría implementar la exoneración de impuestos del 100% y por plazos estipulados, de manera que a los comerciantes o cooperativas que cumplan puntualmente con los compromisos y metas impuestas en los planes de manejo sostenible se les exonere hasta un plazo de 10 años de impuestos (Méndez, 2014).

Asimismo, se le sugiere al Ministerio Agropecuario y al Ministerio de Economía Familiar, Comunitaria y Asociativa a contribuir a la búsqueda de ofertas para los agricultores ubicados en las zonas rurales productos de fertilizantes y semillas a menor costo, permitiéndoles una alta producción económica, siempre y cuando estos cumplan con sus límites de propiedad y no se extiendan a más área. (FAO, 2013).

Por otro lado se le sugiere a los pescadores y a los entes reguladores y administrativos de la actividad acuícola (MARENA y IMPESCA) a tomar decisiones sobre las áreas que se pueda utilizar para la extracción de especies marinas y sobre los sitios en donde se tienen que regular bajo un estricto programa de conservación de zonas marinas protegidas, con el fin de evitar la disminución o extinción de ciertas especies, sin dejar de contribuir en la realización de las actividades económicas del área en estudio; sin embargo para que esto se cumpla es necesario establecer reglas claras respaldadas por la legislación nacional, así como un sistema de monitoreo y sanciones. (IBERINSA, ASZTI y OSPESCA, 2007)

4.1.3.3 Educativas

La fomentación de programas de educación y sensibilización ambiental tanto a las comunidades como a las grandes y medianas empresas camaroneras y salineras a través del

Ministerio del Ambiente y Recurso Naturales (MARENA) y el Líder de la comunidad, con el objetivo de generar conciencia en la protección y conservación de los recursos naturales, ecosistemas y todo lo que ofrezca dicha reserva natural (Ecologistas en Acción, et al, 2011).

Fomentar a la población a ser participe en comunicar o denunciar ante las autoridades competentes toda actividad ilícita que amenace contra el medio ambiente según la Ley de prevención y control de la contaminación ambiental N°418, 2004, esto con el fin de mantener el control de toda actividad que sea ejecutada en el área núcleo de la reserva.

CAPITULO V

5.1 Conclusiones

1. Mediante el método de la clasificación supervisada se logró mostrar que en el área núcleo de la Reserva Natural Estero Padre Ramos se encuentran diferentes categorías de coberturas y uso de tierra entre los períodos estudiados 1987-2020, presentando las siguientes evoluciones: para el año 1987 y 2016 se presentaron 11 categorías, mientras que para los años 2001 y 2020 se mostraron 13 categorías, esto indica los diferentes procesos de transición que ha sufrido dicha área en estudio durante los 33 años de investigación.
2. La dinámica de las coberturas de la tierra presentes en el periodo en estudio indica que las categorías manglar y cuerpo de agua fueron las más estables y las que más persistieron en el tiempo, en cambio la categoría maleza, pasto manejado, vegetación arbustiva, áreas de inundación, bosque latifoliado abierto, bosque latifoliado cerrado y cultivos anuales presentaron mayor transición e inestabilidad.
3. En el área núcleo de la reserva, se encuentran ciertas zonas vulnerables con mayor probabilidad de transiciones, tales como: las comunidades de Mechapa, Venecia, Padres Ramos, Los Zorros y Jiquilillo, por tanto en dichas zonas se requiere implementar medidas de prevención para la conservación ambiental de índole regulatorio, económico y educativo con la finalidad de prevenir o disminuir los impactos que puedan causar estas transición de coberturas y usos de la tierra en años futuros.

5.2 Recomendaciones

1. Fomentar a las instituciones correspondientes, tales como: MARENA, MAGFOR e INETER a actualizar y difundir los mapas de coberturas y usos de la tierra a nivel nacional, con el fin de apoyar a las futuras investigaciones que estén interesadas en el estudio bajo los lineamientos del uso de la tierra.
2. Así mismo se insta a las instituciones gubernamentales antes mencionadas a realizar estudios respecto a la dinámica de las coberturas y usos de la tierra, en las áreas protegidas a nivel nacional, con el objetivo de conocer los procesos de cambio multitemporales en el que se encuentran dichas zonas
3. Frente al escenario antes expuesto se recomienda a la alcaldía municipal de El Viejo el fortalecimiento de capacidades de gestión municipal y participación ciudadana para el desarrollo de acciones de índole regulatorias, económicas, y educativas que contribuyan a la conservación de esta área protegida, tomando en cuenta los aspectos sociales, económicos, políticos y culturales que caracterizan la zona en estudio.

5.3 Bibliografía

- Acevedo, C. (2011). *Aplicación Cadenas de Markov para el análisis y pronóstico de series de tiempo*. Universidad industrial de Santander. Disponible en: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2011/141227.pdf>
- Berlanga, C & Ruiz, A. (2007). *Análisis de las tendencias de cambio del bosque de Mangle del sistema lagunar Teacapán-Agua Brava, México. Una aproximación con el uso de imágenes de satélite Landsat*. Artículo científico, Universidad y Ciencia Trópico Húmedo. Disponible en: www.ujat.mx/publicaciones/uciencia.
- Boca, T & Rodríguez, G. *Métodos estadísticos de la evaluación de la exactitud de productos derivados de sensores remotos*. Instituto de clima y agua, INTA Castelar.
- Camacho, R; Camach, J; Balderas, M & Sánchez, M, (2017). *Cambios de coberura y uso de suelo: estudio de caso en proceso Hidalgo, estado de México*. Revista Madera y Bosques. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/617/61753521004.pdf>
- Comisión Mundial de Áreas Protegidas (CMAP), 2000. *Áreas Protegidas. Beneficios más allá de las fronteras*. Disponible en: https://www.iucn.org/backup_iucn/cmsdata.iucn.org/downloads/wcpainaction_sp.pdf
- Centro del Agua del Trópico Húmedo Para América Latina y el Caribe (CATHALAC), (2007). *Diagnóstico del estado actual de los manglares, su manejo y su relación con la pesquería en panamá primera etapa*. Disponible en: <https://www.oceandocs.org/bitstream/handle/1834/7986/Analisis%20de%20la%20relacion%20existente%20entre%20las%20pesquerias%20y%20los%20manglares-panama.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos (CIDEA), 2006. *Linea de base y referencia de governance Padre Ramos*. Disponible en: https://www.crc.uri.edu/download/Padre_Ramos_text_ltr_final.pdf
- Chuvieco, E (1995). *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Ciudad: Madrid, España: RIALP, S. A.

- Corea, J (2008). *Estudio de la pesca artesanal frente a la Reserva Natural Estero Padre Ramos (comunidad Padre Ramos), El viejo, Chinandega*. Disponible en: <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/retrieve/1254>
- Congalton, R (1988). *Una comparación de los esquemas de muestreo utilizados en la generación de matrices de error para evaluar la precisión de los mapas generados a partir de datos de detección remota*. Revista Ingeniería Fotogramétrica y Teledetección (EE.UU.).
- Da Silva, C; Cardozo, O; Odriozola, J; Bondar, C. (2013). *Usos del suelo: Distribución, análisis y clasificación con sistemas de información geográfica (SIG)*. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/80361211.pdf>
- Ecologistas en Acción – Greenpeace – SEO/BirdLife – WWF/Adena, 225 medidas para el desarrollo sostenible. Disponible en: <http://sostenibilidad.redondmad.org/2011/03/22/225-medidas-para-el-desarrollo-sostenible/>
- Grupo Consultivo de Expertos, (GCE) 1996. Manual para el sector del uso de la tierra, cambio de uso de la Tierra y silvicultura (UTCUTS). Disponible en: <https://unfccc.int/sites/default/files/11-bis-handbook-on-lulucf-sector.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO (2006). *Ordenación de los Manglares, descripción de los Manglares en Nicaragua*: Disponible en: <http://www.fao.org/forestry/mangrove/vegetation/es/nic/#:~:text=Los%20manglares%20de%20Nicaragua%20abarcan,con%20El%20Salvador%20y%20Honduras.>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, (2007). *The World's Mangroves, 1980-2005*. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a1427e/a1427e00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (2013). *Promover la investigación en agricultura a fin de aumentar la producción y la productividad*. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/tci/pdf/PromotingInvestmentMainDocument/Promoting_investmentSPA.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación FAO (1997). Apéndice 2. Términos y Definiciones. Disponible en: <http://www.fao.org/3/y1997s/y1997s1q.htm>

- Ferrari, P (2018). Tópicos de procesos estocásticos. *Cadenas de Markov*. Disponible en: <http://mate.dm.uba.ar/~pferrari/cursos/2018-procesos-estocasticos/teoricas-procesos-2018.pdf>
- Fonseca, J & Gómez, S. (2012). *Análisis multitemporal mediante imágenes Landsat, caso de estudio: cambio de área laderas de la Ciénaga de Tumaradó parque natural los Katíos*. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/143448063.pdf>
- Francois, J; Reyes J; Pérez A. (2003). *Evaluación de la confiabilidad temática de mapas o de imágenes clasificados: una revisión*. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n51/n51a5.pdf>
- FUNDENIC-SOS, cooperación Alemana, GIZ. (2013). *Áreas Protegidas de Nicaragua Primer Tomo, Región Pacífico*. Disponible en: https://fundenic.org/uploads/3/6/4/8/36486485/areas_protegidas_pacifico_nicaragua_2013_web_.pdf
- González, P. (2002). *Estructura y análisis espacial de la cobertura del manglar “El Conchalito”, B.C.S.* Tesis de maestría, publicada en CISIMAR. México. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/handle/123456789/14652>
- Hernández, A. & García, D. (2014). *Análisis De Cambio En La Cobertura Espacial Del Manglar En El Área De Protección De Flora Y Fauna Laguna De Términos*. Tesis de licenciatura publicada, UNAM, D.F, México. Disponible en: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4379/Tesis.pdf?sequence=1>.
- Hernández, O. (2012). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal del municipio del distrito central años 1987 y 2006*. Maestría en Ordenamiento y Gestión del Territorio. Disponible en: http://faces.unah.edu.hk/mogt/images/stories/PDF/Tesis/13_Tesis_Olga_Hernandez_2012.pdf
- Hirales, M; Espinoza, J; Schmook, B; Ruiz, A & Ramos, R. (2010). *Agentes de deforestación de manglar en Mahahual-Xcalak, Quintana Roo, sureste de México*. Ciencias Marinas. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-38802010000200004

IBERINSA, ASZTI y OSPESCA, (2007) *Proyecto Regional: Manejo Sostenible De La Pesca Marina, Con Énfasis En Las Especies Objeto De La Pesca Deportiva*. Disponible en: <file:///C:/Users/lmoli/Downloads/Estrategias%20%20Políticas%20e%20Instrumentos.pdf>

IDEAM, 2010. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá, D. C., 72p. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/303960063_LEYENDA_NACIONAL_DE_COBERTURAS_DE_LA_TIERRA_METODOLOGIA_CORINE_LAND_COVER_ADAPTADA_PARA_COLOMBIA_ESCALA_1100000

Instituto Interamericano de Cooperación Para La Agricultura (IICA), (2005). *Inventario de políticas agroambientales en Nicaragua*. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A5300E/A5300E.PDF>.

Instituto Nacional Forestal, (INAFOR), (2018). *Resolución administrativa N°. CODF 59-2018, Disposición administrativa que establece el funcionamiento del fondo nacional de desarrollo forestal*. Disponible en: <http://legislacion.asamblea.gob.ni/normaweb.nsf/9e314815a08d4a6206257265005d21f9/1fb49f2a6ab90d1e062583eb007d04f4?OpenDocument>

Instituto Nacional Forestal, (INAFOR), (2011). *Manual práctico de procedimientos administrativo aplicado al sector forestal*. Disponible en: <http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/Manual%20Practico%20de%20Procedimiento%20Admon%20INAFOR.pdf>

Instituto Nacional de Estudios Territoriales (INETER), (2019). *Análisis Multitemporal del Cambio de Cobertura y Uso de Suelo con Base en Imágenes Satelitales para el periodo de años 1992-2000-2005-2010-2015-2018 y Análisis de Confrontación de Uso en el Municipio de Juigalpa Chontales-Nicaragua*.

Lambin, Erick, F; Meyfroidt Patrick. 2010. Land use transitions: Socio-ecological feedback versus socio-economic change. (en línea). Land Use Policy 27 (2010) 108–118. Consultado 18 oct. 2016. Disponible en www.elsevier.com/locate/landusepol.

- López, E; Bocco, G; Mendoza, M. 2001. Predicción del Cambio de cobertura y uso de suelo. El caso de Morelia. (en línea). Boletín del Instituto de Geografía UNAM Num 45, 2001. Consultado 07 sep. 2016. Disponible en <http://www.scielo.org.mx/pdf/igeo/n45/n45a5.pdf>
- Martinez, V & Ochoa, S. (2005). *Evaluación espacio-temporal de la vegetación y uso de suelo en la Reserva de la Biosfera pantanos de Cetla, Tabasco (1990-2000)*. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Geografía Física. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112006000100002
- Méndez, D (2014). *Las áreas protegidas privadas: una estrategia para el desarrollo sustentable*. Disponible en: https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/cel10_mendez.pdf
- Ministerio de Ambiente del Ecuador, MAE (2017). *Estrategia Nacional de educación ambiental para el desarrollo sostenible 2017-2030*. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/07/ENEA-ESTRATEGIA.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), (2006). *Informe nacional de áreas protegidas Nicaragua*. Disponible en: <https://cenida.una.edu.ni/relectronicos/RENPO1N583in.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), (2013). *Informe técnico: Estudio de la cobertura de mangle en la República de Guatemala*. Guatemala: MARN. vi + 54 p. Disponible en: <http://www.sia.marn.gob.gt/publicaciones/otros/Estudio-de-la-cobertura-de-mangle-en-Guatemala-FINAL.pdf>
- Moriana, L. (2018). La importancia de las reservas naturales y áreas protegidas. Disponible en: <https://www.ecologiaverde.com/la-importancia-de-las-reservas-naturales-y-areas-protegidas-1105.html>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO) (2015). Atlas de cobertura del suelo de Uruguay, cobertura de suelo y cambios 2000-2011. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i4372s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (FAO) (2014). Sistema de clasificación de la cobertura y uso de la tierra para el sistema nacional de monitoreo de los bosques. Disponible en: <https://unredd.net/index.php?view=download&alias=14897-sistema->

[de-clasificacion-de-cobertura-y-uso&category_slug=sistema-nacional-monitoreo-bosques&option=com_docman&Itemid=134](#)

Perez, L. (2018). Clasificación no supervisada en QGIS. Disponible en: <https://acolita.com/clasificacion-no-supervisada-en-qgis-3/>

Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH), 2016. Disponible en: <https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/planes/plan-nacional-de-desarrollo-humano-2012-2016-seguir-transformando-nicaragua>

Procuraduría General de la República (PGR), 2019. *Procuraduría general de la república. Proyecto de ordenamiento de la propiedad III*. Informe final. Marco de proceso. Disponible en: <http://www.pgr.gob.ni/PDF/2018/PRODEP/MARCO%20DE%20PROCESO%20PRODEP%20%20actualizado%2028%20junio%202019.pdf>

Mejía Quiñones, L.M., Molina Jiménez, M.P., Sanjuan Muñoz, A., Grijalba Bendeck, M., Niño Martínez, L.M. 2014. Bosque de manglar, un ecosistema que debemos cuidar. Universidad Jorge Tadeo Lozano, Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. Cartagena D. T. 27p. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/12/bosque-de-manglar-un-ecosistema-que-debemos-cuidar.pdf>

Raffino, M. (2020). Conservación del Medio Ambiente. Disponible en: <https://concepto.de/conservacion-del-medio-ambiente/>

Reuter, F. (2009). Principios de teledetección. In Serie Didáctica No 33. Cátedra de Teledetección y Cartografía

Salas, R; Olivas, W & Williamson, M. (2019). *Análisis multitemporal de la cobertura de manglar en la Reserva Cayos Miskitos*. Revista universitaria del Caribe. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/336003115_Analisis_multitemporal_de_la_cobertura_de_manglar_en_la_Reserva_Cayos_Miskitos_2006-2017

Sampieri, H. (2006). Metodología de la investigación- Sexta edición. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Sandoval, V & Oyarzun, V. (2003) Modelamiento y prognosis espacial del cambio en el uso del suelo. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/quebracho/01-sandoval-oyarzun-q11.pdf>

Santillán, D. (2016). Análisis multitemporal de usos y coberturas de la tierra en el período 2005-2016 en el valle de Sico-Paulaya, Honduras. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/5747/1/IAD-2016-T040.pdf>

Sepúlveda, A; Saavedra, P; Esse, C (2019) Análisis de cambio de cobertura y uso de suelo en una subcuenca preandina chilena. Herramienta para la sustentabilidad productiva de un territorio. Revista de Geografía Norte Grande, 72: 9-25. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S071834022019000100009&script=sci_arttext&tlng=es

Torres, J; Mangaña, O & Moreno, F. (2016). Predicción del cambio de uso/cobertura arbolada en México a través de probabilidades de transición. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1405-31952016000600769&lng=es&nrm=iso

Úbeda Trujillo, I.E. (2018). Dinámica de coberturas de la tierra y su relación con los patrones de escorrentía superficial en la Subcuenca III de la Cuenca Sur del Lago de Managua, Nicaragua. Tesis Msc. Managua Nicaragua. UNAN-Managua. 96 pág. Disponible en: <https://revistasnicaragua.net.ni/index.php/torreon/article/view/6149/7259>

Úbeda Trujillo, I., & Rocha, L. (2020). Dinámica de coberturas de la tierra en la subcuenca III de la Cuenca Sur del Lago de Managua, Nicaragua. Revista Torreón Universitario, 9(25), 110-128. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/torreon.v9i25.9857>

5.4 Anexos

Cuadro 9 Matriz de confusión del año 1987

Etiquetas de fila	Manglar	Suelo desnudo	Cuerpo de agua	Vegetación arbustiva	Área de inundación	Bosque latifoliado cerrado	Tacotal y pasto con maleza	Maleza y pasto con árboles	Bosque latifoliado abierto	Pasto manejado	cultivos anuales	Total general	confiabilidad del productor	error de omisión
Manglar	8						2	1	1			12	66.67	33.33
Suelo desnudo		7		2								9	77.78	22.22
Cuerpo de agua	2		10									12	83.33	16.67
Vegetación arbustiva				8	1							9	88.89	11.11
Área de inundación		3			8							11	72.73	27.27
Bosque latifoliado cerrado						9					3	12	75.00	25.00
Tacotal y pasto con maleza							7					7	100.00	0.00
Maleza y pasto con árboles								7				7	100.00	0.00
Bosque latifoliado abierto									5			5	100.00	0.00
Pasto manejado					1	1	1	2	4	10		19	52.63	47.37
cultivos anuales											7	7	100.00	0.00
Total general	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110	78.18	
confiabilidad del usuario	80	70	100	80	80	90	70	70	50	100	70			
Error de comisión	20	30	0	20	20	10	30	30	50	0	30			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10 Matriz de confusión año 2001

Etiquetas de fila	Manglar	Suelo desnudo	Cuerpo de agua	Vegetación arbustiva	Área de inundación	Bosque latifoliado cerrado	Tacotal y pasto con maleza	Maleza y pasto con árboles	Bosque latifoliado abierto	Pasto manejado	Cultivos anuales	Huerto	Camaroneras	Total general	confiabilidad del productor	error de omisión
Manglar	10													10	100	0
Suelo desnudo		10												10	100	0
Cuerpo de agua			10											10	100	0
Vegetación arbustiva				10										10	100	0
Área de inundación					6									6	100	0
Bosque latifoliado cerrado						10								10	100	0
Tacotal y pasto con maleza							10							10	100	0
Maleza y pasto con árboles								10						10	100	0
Bosque latifoliado abierto					4				10			1		15	66.67	33.33
Pasto manejado										10				10	100	0
Cultivos anuales											10			10	100	0
Huerto												9		9	100	0
Camaroneras													10	10	100	0
Total general	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	130	96.15	
confiabilidad del usuario	100	100	100	100	60	100	100	100	100	100	100	90	100			
Error de comisión	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	10	0			

Cuadro 11 Matriz de confusión año 2016

Etiquetas de fila	Manglar	Suelo Desnudo	Cuerpo de Agua	Vegetación Arbustiva	Área de Inundación	Bosque Latifoliado Cerrado	Tacotal y Pasto con Maleza	Bosque Latifoliado Abierto	Pasto Manejado	Cultivo Anual	Camaronera	Total general	confiabilidad del productor	error de omisión
Manglar	10		1	1	1							13	76.92	23.08
Suelo Desnudo		9										9	100.00	0.00
Cuerpo de Agua			9									9	100.00	0.00
Vegetación Arbustiva				8								8	100.00	0.00
Área de Inundación		1			9							10	90.00	10.00
Bosque Latifoliado Cerrado						10						10	100.00	0.00
Tacotal y Pasto con Maleza							9			6		15	60.00	40.00
Bosque Latifoliado Abierto				1				10	1			12	83.33	16.67
Pasto Manejado									9			9	100.00	0.00
Cultivo Anual							1			4		5	80.00	20.00
Camaronera											10	10	100.00	0.00
Total general	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	110	88.18	
confiabilidad del usuario	100	90	90	80	90	100	90	100	90	40	100			
Error de comisión	0	10	10	20	10	0	10	0	10	60	0			

Elaboración propia.

