



Pontificia Universidad Católica del Ecuador

Sede Ibarra

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS Y AMBIENTALES “ECAA”

INFORME FINAL DEL PROYECTO

TEMA:

**“ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS  
FRAGMENTADOS EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO - CUELLAJE, CANTÓN  
COTACACHI.”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:**

Línea 2. Ambiente y Biodiversidad

Sublínea: 2.3 Recursos Ecosistémicos

**AUTORA:** ERIKA PATRICIA VACA MURIEL

**ASESORA:** ING. PAOLA ALEXANDRA CHÁVEZ GUERRERO Mgs.

IBARRA, OCTUBRE 2018



Ibarra, 8 de Agosto de 2018

Mgs. Paola Alexandra Chávez Guerrero  
ASESORA

**CERTIFICA:**

Haber revisado el presente informe final de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes en la Escuela de Ciencias Agrícolas y Ambientales (ECAA), de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI); en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

(f).....  


Mgs. Paola Chávez


C.C.: 100274409-0



## PÁGINA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

El jurado examinador, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra (PUCESI):

(f):   
Mgs. Paola Chávez  
C.C.: 100274409-0

(f):   
PhD. César Zuleta  
C.C.: 100103754-6

(f):   
Mgs. Diego Mejía  
C.C.: 100191296-1



## ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS

Yo Erika Patricia Vaca Muriel, declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 165 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, que manifiesta textualmente: “Se reconoce facultad de los autores y demás titulares de derechos de disponer de sus derechos o autorizar las utilizaciones de sus obras o prestaciones, a título gratuito u oneroso, según las condiciones que determinen. Esta facultad podrá ejercerse mediante licencias libres, abiertas y otros modelos alternativos de licenciamiento o la renuncia”.

Ibarra, 04 de Septiembre de 2018

f):  .....

Erika Patricia Vaca Muriel

C.C.: 100398929-8



## AUTORÍA

Yo, Erika Patricia Vaca Muriel, portador de la cédula de ciudadanía N° 100398929-8, declaro que la presente investigación es de total responsabilidad de la autora, y eximo expresamente a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra de posibles reclamos o acciones legales.

f): .....

Erika Patricia Vaca Muriel

C.C.: 100398929-8



## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo: Erika Patricia Vaca Muriel, con CC: 100398929-8, autora del trabajo de grado intitulado: “ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS FRAGMENTADOS EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO - CUELLAJE, CANTÓN COTACACHI”, previo a la obtención del título profesional de “INGENIERA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo”, en la Escuela de CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES (ECAA).

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede- Ibarra, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra a difundir a través de sitio web de la Biblioteca de la PUCESI el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de Universidad.

Ibarra, 04 de Septiembre de 2018

(f.) 

Erika Patricia Vaca Muriel

C.C.: 100398929-8



**DECLARACIÓN DE COMPORTAMIENTO ÉTICO EN LA ELABORACIÓN,  
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE TRABAJOS DE TITULACIÓN**

Por medio de la presente declaro conocer y aplicar en la elaboración, desarrollo y evaluación del Proyecto de Titulación: **“ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL EN ECOSISTEMAS FRAGMENTADOS EN LA PARROQUIA 6 DE JULIO - CUELLAJE, CANTÓN COTACACHI”**, lo propuesto en el Código de Ética de la Investigación y el Aprendizaje de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, aprobado por el Consejo Superior de la PUCE con fecha 15 de enero de 2018.

Para constancia firma:

Erika Patricia Vaca Muriel

Estudiante que ejecuta el Trabajo de Titulación

C.C.: 100398929-8

Carrera: Ingeniería en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo

Ibarra, 04 de Septiembre de 2018



## **DEDICATORIA**

Mi tesis la dedico con todo mi amor y cariño principalmente a Dios, por ser mi motivo de inspiración y darme fuerza para poder culminar con éxito cada una de mis metas propuestas.

A mis padres Rómulo y Paty por su amor incondicional, consejos, apoyo absoluto y sobre todo por su comprensión en el transcurso de esta etapa de formación estudiantil para alcanzar uno de mis objetivos más anhelados el de ser una gran profesional, a mi hermano Andy quién con sus palabras de aliento y apoyo moral ha logrado incentivar me día a día a seguir creciendo personal y profesionalmente.

A mi hija Rominita por ser mi pilar fundamental, mi orgullo y mi principal motivación, por ser la razón de mi esfuerzo del presente y futuro e impulsarme cada día a ser mejor persona, madre, hija, hermana y amiga.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mis tías Mary y Soñy, tíos, primos y amigos en especial a Samy y Thaly por apoyarme cuando más he necesitado, por extender su mano en momentos difíciles y por todo la consideración y cariño brindado cada día.

Cada momento de mi vida es para ustedes, LOS AMO



## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la vida y la salud, por guiarme en el transcurso de mi vida personal y estudiantil, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis grandes amores mis padres, mi hija y hermano, por ser los principales promotores de mis sueños, por la confianza que me han brindado y creer en mis expectativas, por sus sabios consejos, valores y principios que me han inculcado para cumplir un propósito más en mi formación profesional.

A la Mgs. Paola Chávez asesora del presente trabajo de titulación, a mis lectores, el PhD.

César Zuleta y el Mgs. Diego Mejía, quienes, por medio de sus consejos, paciencia, dedicación, apoyo y amistad, han sembrado en mí, un espíritu de lucha por alcanzar nuevos conocimientos, sabiduría, principios éticos y morales, que me han permitido la proyección al éxito y la excelencia. Quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Mgs.

Oscar Rosales, por ser un amigo incondicional durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo de investigación; y a la Mgs. Dorita Cuamacás, Directora de Patrimonio Natural de la Prefectura de Imbabura por la apertura, colaboración y predisposición para la culminación del presente proyecto.

Por último, a toda mi familia y amigos que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por todo su apoyo y buena voluntad.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.- .....	1
2. ABSTRACT.- .....	2
3. INTRODUCCIÓN.-.....	3
Objetivo General: .....	5
Objetivos Específicos:.....	5
Hipótesis.....	6
4. ESTADO DEL ARTE.-.....	7
4.1. Ecología del paisaje.....	7
4.1.1. Conectividad ecológica .....	8
4.1.2. Conectores de hábitat para lograr la conservación de la biodiversidad.....	8
a) Escala de cerco .....	8
b) Escala intermedia.....	9
4.1.3. Corredores biológicos.....	9
4.2. Fragmentación de ecosistemas .....	9
4.2.1. Efectos espaciales en el proceso de fragmentación .....	11
4.2.2. Mecanismo de extinción a escala de paisaje.....	12
4.2.3. Mecanismo de extinción a escala de fragmento .....	12
a) Efectos de borde .....	12
b) Efectos de aislamiento .....	13
c) Efectos de área.....	13
4.3. Restauración Ecológica Ambiental .....	14
4.3.1. Ecosistemas terrestres de la región Sierra .....	16
a) Ecosistemas Estratégicos .....	17
b) Ecosistemas Frágiles .....	17

4.4.	Técnicas de Teledetección aplicadas al monitoreo de la cobertura vegetal.....	18
4.4.1.	Plataformas Satelitales LANDSAT.....	18
4.4.1.1.	Firmas espectrales.....	22
4.5.	Análisis multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal.....	23
4.6.	Clasificación de imágenes basada en el pixel .....	24
4.6.1.	Clasificación Supervisada.....	24
4.6.2.	Clasificación no supervisada .....	24
4.7.	Validación de la clasificación de imágenes .....	25
4.7.1.	Matriz de contingencia .....	25
4.7.2.	Coefficiente de Validación Kappa.....	26
4.8.	Evaluación Ecológica Rápida (EER) .....	27
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.- .....	28
5.1.	Materiales y Equipos.....	28
5.1.1.	Materiales de Campo: .....	28
5.1.2.	Materiales de oficina:.....	28
5.2.	Metodología .....	28
5.2.1.	Descripción del área de estudio .....	28
5.2.2.	Grado de fragmentación de ecosistemas.....	31
5.2.2.1.	Obtención de imágenes Landsat.....	31
5.2.2.2.	Procesamiento de las imágenes Landsat.....	33
5.2.2.3.	Clasificación de imágenes Landsat para la obtención de fragmentación de ecosistemas .....	33
5.2.2.4.	Validación de la Clasificación.....	33
5.2.2.5.	Representación cartográfica de los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal y fragmentación del bosque nativo.....	35
5.2.2.6.	Determinación de los cambios en los ecosistemas de bosque y páramo y cálculo de la tasa de deforestación.....	35

5.2.2.7.	Determinación del grado de fragmentación de los ecosistemas boscosos.....	36
5.2.2.7.1.	Índice fundamentado en Sistemas de Información Geográfica.....	36
5.2.3.	Percepción de la población a través de la aplicación de encuestas.....	37
5.2.4.	Estrategias de restauración ambiental .....	38
5.2.5.	Socialización de la propuesta y validación de estrategias .....	39
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-.....	40
6.1.	Resultados .....	40
6.1.1.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación del ecosistema bosque nativo.....	40
6.1.1.1.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 1987.....	40
6.1.1.2.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 1996.....	44
6.1.1.3.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2001.....	48
6.1.1.4.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2006.....	52
6.1.1.5.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2009.....	56
6.1.1.6.	Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2017.....	60
6.1.1.7.	Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017 .....	64
6.1.1.8.	Grado de fragmentación del bosque nativo de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje (Período 1987-2017).....	68
6.1.1.9.	Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en las comunidades de la parroquia .....	72
6.1.1.10.	Validación de la clasificación supervisada .....	76
6.1.1.11.	Cálculo de la tasa de deforestación.....	77
6.1.1.12.	Evaluación ecológica rápida .....	78
6.1.2.	Percepción de la población a través de la aplicación de encuestas de evaluación del problema socio-ambiental.....	81
6.1.2.1	Análisis de resultados de encuestas .....	81
6.1.3.	Análisis FODA para la generación de estrategias de restauración ambiental ....	97

6.1.3.1. Estrategia de restauración ambiental .....	100
6.1.4. Socialización y validación de las estrategias de restauración ambiental.....	112
4.2. Discusión.....	114
7. CONCLUSIONES.- .....	117
8. RECOMENDACIONES.-.....	119
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-.....	120
10. ANEXOS.-.....	128

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Resolución radiométrica .....	19
<b>Tabla 2.</b> Bandas espectrales LANDSAT .....	19
<b>Tabla 3.</b> Características y aplicaciones de los sensores Landsat TM y ETM+.....	20
<b>Tabla 4.</b> Combinaciones de las bandas de las imágenes Landsat .....	21
<b>Tabla 5.</b> Tipos de exactitud para la validación de clasificación de imágenes.....	25
<b>Tabla 6.</b> Parámetros de nivel de fiabilidad.....	26
<b>Tabla 7.</b> Categoría de concordancias de validación para el coeficiente Kappa.....	27
<b>Tabla 8.</b> Coordenadas de los puntos extremos de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje (Proyección UTM, Datum WGS 84, Zona 17N) .....	29
<b>Tabla 9.</b> Metadatos de la imagen Landsat.....	32
<b>Tabla 10.</b> Formato de los datos de la matriz de contingencia.....	34
<b>Tabla 11.</b> Grado de fragmentación y valor de F .....	36
<b>Tabla 12.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 1987 .....	42
<b>Tabla 13.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 1987.....	44
<b>Tabla 14.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 1996 .....	46
<b>Tabla 15.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 1996.....	48
<b>Tabla 16.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2001 .....	50
<b>Tabla 17.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2001 .....	52
<b>Tabla 18.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2006 .....	54
<b>Tabla 19.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2006.....	56
<b>Tabla 20.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2009 .....	58
<b>Tabla 21.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2009.....	60
<b>Tabla 22.</b> Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017 .....	62
<b>Tabla 23.</b> Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2017.....	64
<b>Tabla 24.</b> Uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017.....	66
<b>Tabla 25.</b> Porcentaje de cambio del uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017 .....	68
<b>Tabla 26.</b> Grados de fragmentación del ecosistema bosque nativo del período 1987-2017 .....	70

<b>Tabla 27.</b> Porcentaje de grado de fragmentación del ecosistema bosque nativo del período 1987-2017 .....	72
<b>Tabla 28.</b> Porcentaje de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal por comunidad para el período 1987-2017 .....	74
<b>Tabla 29.</b> Superficies de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal por comunidad para el período 1987-2017 .....	76
<b>Tabla 30.</b> Matriz de contingencia o validación .....	77
<b>Tabla 31.</b> Tasa de deforestación del bosque nativo en el período 1987-2017 .....	78
<b>Tabla 32.</b> Matriz FODA .....	98
<b>Tabla 33.</b> Matriz de seguimiento y control de la propuesta de Restauración Ambiental .	101
<b>Tabla 34.</b> Medición de impacto de la investigación .....	112

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Modificación temporal en la composición de un paisaje desde un hábitat original hacia un hábitat fragmentado .....	10
<b>Figura 2.</b> Firmas espectrales del agua, la vegetación, y el suelo en imágenes Landsat y Spot .....	22
<b>Figura 3.</b> Mapa de ubicación de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje .....	30
<b>Figura 4.</b> Búsqueda de imágenes Landsat en el Geoportal del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) .....	32
<b>Figura 5.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 1987.....	41
<b>Figura 6.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 1987 .....	43
<b>Figura 7.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 1996.....	45
<b>Figura 8.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 1996 .....	47
<b>Figura 9.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2001 .....	49
<b>Figura 10.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2001 .....	51
<b>Figura 11.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2006.....	53
<b>Figura 12.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2006 .....	55
<b>Figura 13.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2009.....	57
<b>Figura 14.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2009 .....	59
<b>Figura 15.</b> Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017.....	61
<b>Figura 16.</b> Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2017 .....	63
<b>Figura 17.</b> Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en la parroquia 6 de Julio -Cuellaje .....	65
<b>Figura 18.</b> Variación en el cambio de uso del suelo y cobertura vegetal en el período 1987-2017 .....	67
<b>Figura 19.</b> Grados de fragmentación y superficies de bosque nativo afectados (1987-2017) .....	69
<b>Figura 20.</b> Grados de fragmentación del bosque nativo (1987-2017) .....	71
<b>Figura 21.</b> Comunidades Parroquiales y porcentajes de pérdida de cobertura vegetal boscosa (Período 1987-2017) .....	73
<b>Figura 22.</b> Comunidades Parroquiales y superficies de pérdida de cobertura vegetal boscosa .....	75

<b>Figura 23.</b> Mapa de ubicación de sitios de Evaluación Ecológica Rápida (EER).....	80
<b>Figura 24.</b> Tipo de actividad para subsistencia de los pobladores.....	82
<b>Figura 25.</b> Estado de la tenencia de tierra por propietario.....	83
<b>Figura 26.</b> Extensión de terrenos en posesión de los pobladores de la Parroquia.....	84
<b>Figura 27.</b> Tipos de uso del suelo en cada propiedad.....	85
<b>Figura 28.</b> Pérdida de bosque nativo en la Parroquia 6 de Julio-Cuellaje.....	86
<b>Figura 29.</b> Valoración de pérdida de bosque.....	87
<b>Figura 30.</b> Fragmentación del bosque a nivel de comunidad.....	88
<b>Figura 31.</b> Resultado temporal de pérdida de bosque.....	89
<b>Figura 32.</b> Actividades que ocasionan pérdida de bosque.....	90
<b>Figura 33.</b> Porcentaje de pérdida de vegetación nativa por fragmentación.....	91
<b>Figura 34.</b> Porcentaje de pérdida de especies florísticas.....	92
<b>Figura 35.</b> Porcentaje de pérdida de especies faunísticas.....	93
<b>Figura 36.</b> Tipo de acciones propuestas para recuperar cobertura vegetal boscosa.....	94
<b>Figura 37.</b> Disposición de comuneros para trabajo en actividades de restauración ambiental.....	95
<b>Figura 38.</b> Participación de comuneros para recuperación de áreas fragmentadas.....	96
<b>Figura 39.</b> Mapa de ubicación de Estrategias en el territorio parroquial.....	111

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo I.</b> Vista panorámica de pastos, cultivos, y relictos de bosque nativo de la cabecera parroquial 6 de Julio-Cuellaje.....	128
<b>Anexo II.</b> Cultivos de granadilla y relictos de bosque nativo en la cabecera parroquial ..	128
<b>Anexo III.</b> Pasto milín y relictos de bosque nativo en la parte media de la comunidad de San Joaquín.....	129
<b>Anexo IV.</b> Pasto kikuyo y relictos de bosque nativo en la parte alta de la comunidad de Puranquí.....	129
<b>Anexo V.</b> Cultivo de maíz y relictos de bosque en la parte alta de la comunidad de Puranquí .....	130
<b>Anexo VI.</b> Vía de acceso a la comunidad de Playa Rica y relicto de bosque nativo en la parte alta.....	130
<b>Anexo VII.</b> Cultivos perennes de plátano y tomate de árbol en la comunidad El Rosario .....	131
<b>Anexo VIII.</b> Cultivos de ciclo corto y relictos de bosque nativo en la parte alta de la comunidad El Rosario.....	131
<b>Anexo IX.</b> Cultivo de granadilla, pasto milín, y relictos de bosque nativo en la comunidad de San Joaquín .....	132
<b>Anexo X.</b> Encuesta a los pobladores de la parroquia .....	132
<b>Anexo XI.</b> Aplicación de la técnica de Evaluación Ecológica Rápida (EER) en el agroecosistema y relicto de bosque .....	133
<b>Anexo XII.</b> Cultivo de granadilla en suelos con pendientes fuertemente inclinadas.....	133
<b>Anexo XIII.</b> Toma de puntos de control con navegador GPS en cultivos de ciclo corto, para validar la clasificación supervisada. ....	134
<b>Anexo XIV.</b> Proceso de socialización de la investigación con los actores locales de la parroquia para priorizar estrategias de restauración ambiental .....	134
<b>Anexo XV.</b> Exposición de resultados de la investigación a los actores locales de la parroquia y técnicos de la PUCESI y Prefectura de Imbabura .....	135
<b>Anexo XVI.</b> Registro de asistencia al proceso de socialización de la investigación .....	136
<b>Anexo XVII.</b> Formato de encuesta del proceso de socialización de la investigación.....	137
<b>Anexo XVIII.</b> Formato de encuesta para evaluar la problemática socio-ambiental .....	138

<b>Anexo XIX.</b> Matriz de contingencia con cuatro clases para validación de la clasificación supervisada.....	140
<b>Anexo XX.</b> Tabla de coordenadas UTM de los puntos para la validación de la clasificación supervisada.....	141
<b>Anexo XXI.</b> Modelo de ficha de Evaluación Ecológica Rápida (EER).....	142

## **1. RESUMEN Y PALABRAS CLAVE.-**

Se realizó un análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura vegetal de los años 1987, 1996, 2001, 2006, 2009, y 2017 del territorio de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje, ubicada en el cantón Cotacachi – Provincia de Imbabura, con una superficie de 17 369,14 ha, en un rango altitudinal de 1800-3400 msnm. Se emplearon imágenes del satélite Landsat, sensores TM (Thematic Mapper), ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) y OLI (Operational Land Imager) para realizar la clasificación supervisada de las imágenes con las categorías de bosque nativo, pastos, cultivos, y páramo; además se aplicaron encuestas a los pobladores de la parroquia para obtener información de cambios de uso del suelo y cobertura vegetal. Se encontró que la tasa de deforestación en la parroquia fue de -0,468; este valor indica que existieron pérdidas altas de bosque nativo en el período de análisis de 30 años que fue de 5 935,35 ha, que equivale a 197,84 ha/año. En la validación de la clasificación supervisada de imágenes se obtuvo un valor de índice kappa de 0,603, que corresponde a una validación “considerable”. Finalmente se propone una estrategia de restauración ambiental de la cobertura vegetal boscosa en la parroquia 6 de Julio-Cuellaje para garantizar el flujo de bienes y servicios ecosistémicos del territorio, y tres proyectos principales que son: la forestación y reforestación con fines de protección de agua; educación ambiental dirigida a niños, jóvenes y adultos de la parroquia y capacitación en temas de conservación del recurso bosque; y la ejecución de emprendimientos locales mediante la creación de microempresas agropecuarias y turismo comunitario, los proyectos mencionados permitirán cumplir objetivos de protección, conservación, y mitigación de las áreas afectadas por procesos de deforestación y fragmentación en el territorio parroquial, para lo cual se establece la participación de entidades gubernamentales como el MAE, MAG, Prefectura de Imbabura, Ministerio de Educación, GAD Cantonal Santa Ana de Cotacachi, GAD Parroquial “6 de Julio-Cuellaje”.

**PALABRAS CLAVE.-** Fragmentación, deforestación, cobertura vegetal, uso del suelo, análisis multitemporal.

## **2. ABSTRACT.-**

A multitemporal analysis of land use and vegetation cover of the years 1987, 1996, 2001, 2006, 2009 and 2017 of the territory of the 6 de Julio-Cuellaje parish was carried out, located in Cotacachi canton - Province of Imbabura. surface area of 17 369,14 ha, in an altitudinal range of 1800-3400 masl. Images from the Landsat satellite, TM (Thematic Mapper), ETM+ (Enhanced Thematic Mapper Plus) and OLI (Operational Land Imager) were used to perform the supervised classification of the images with the categories of native forest, pastures, crops and páramo; In addition, surveys were applied to the inhabitants of the parish to obtain information on changes in land use and vegetation cover. It was found that the rate of deforestation in the parish was -0,468; this value indicates that there were large losses of native forest in the 30-year analysis period, which was 5 935,35 ha, which is equivalent to 197,84 ha / year. In the validation of the supervised classification of images, a kappa index value of 0,603 was obtained, which corresponds to a "considerable" validation. Finally, a strategy of environmental restoration of the forest cover in the 6 de Julio-Cuellaje parish is proposed to guarantee the flow of goods and ecosystem services of the territory, and three main projects are: reforestation and reforestation for water protection purposes; environmental education aimed at children, youth and adults of the parish and training in issues of conservation of forest resources; and the execution of local businesses through the creation of agricultural microenterprises and community tourism, the aforementioned projects will allow the fulfillment of the objectives of protection, conservation and mitigation of the areas affected by deforestation and fragmentation processes in the parish territory. which will have the participation of the government entities such as MAE, MAG, Prefecture of Imbabura, Ministry of Education, GAD Cantonal Santa Ana de Cotacachi, GAD Parroquial "6 de Julio-Cuellaje".

**KEY WORDS.-** Fragmentation, deforestation, vegetation cover, land use, multitemporal analysis.

### **3. INTRODUCCIÓN.-**

En el Ecuador a partir de la Reforma Agraria y la colonización en los años setenta, la selva amazónica presentó la mayor tasa mundial de deforestación, las causas de la fragmentación y pérdida de cobertura boscosa han sido relacionadas con el avance de la frontera agrícola, la tala de especies maderables, apertura de carreteras y otras actividades antrópicas. En consecuencia se pueden modificar severamente las condiciones físicas y bióticas del hábitat afectando los patrones de distribución de las especies florísticas y faunísticas (Viteri, 2010).

En el período 1990-2000, la tasa anual de pérdida de cobertura boscosa del país fue de -0,71%, lo que corresponde a una deforestación de 89 944 ha/año, mientras que en el período 2000-2008 la tasa anual de cambio de cobertura de bosque fue de -0,66%, lo cual representa una deforestación anual promedio de 77 647 ha. Mientras que en la zona Interandina en el año 2008 tuvo una tasa de deforestación de 17 000 ha/año, esta zona del Ecuador es la más afectada por la deforestación, donde existen escasas extensiones de bosques primarios desde los años 50, la provincia de Imbabura en el período 1990-2000 registró una tasa de deforestación de 2 258 ha/año, y 1 240 ha/año en el período 2000-2008 (MAE, 2011).

En la Parroquia 6 de Julio – Cuellaje existen seis tipos de ecosistemas: bosque intervenido, bosque natural, páramo, páramo intervenido, vegetación arbustiva, vegetación arbustiva intervenida y suelos de usos varios, los cuáles forman parte del hábitat de la flora y fauna de la parroquia (PDOT provincia de Imbabura, 2015).

Los ecosistemas frágiles del territorio parroquial exteriorizan diferentes amenazas, las mismas que se presentan en: el bosque muy húmedo pre montano se caracteriza por tener una alta biodiversidad con presencia de especies epífitas (1800-2000 msnm), dónde se desarrollan diferentes actividades agropecuarias debido a la humedad predominante y excesiva precipitación; representa el 3,7% del territorio parroquial con 680,93 ha, la prioridad de conservación es “alta”, este ecosistema se encuentra amenazado por la tala no controlada para extracción de madera.

El bosque húmedo pre montano representa el 1,3% del territorio parroquial con 230,36 ha (1800-2000 msnm), presenta amenazas por el avance de la frontera agrícola y cambios de uso del suelo, este ecosistema tiene una prioridad de conservación “media”, donde se registran valores de precipitación mayores a 2 000 mm anuales.

El bosque húmedo montano bajo se encuentra entre los 2000-3000 msnm representando el 49,9% del territorio parroquial con una superficie de 9 053,54 ha, de acuerdo al PDOT parroquial; este ecosistema tiene una prioridad de conservación “media”, corresponde a una zona muy productiva, sin embargo, este ecosistema presenta amenazas por el avance de la frontera agrícola.

El bosque húmedo montano o bosque de neblina (3000-3600 msnm), es un ecosistema con tres estratos (herbáceo, arbustivo y arbóreo), representa el 38,6% de la superficie del territorio parroquial con 7 003,92 ha, la prioridad de conservación de este eosistema es “alta”; presenta amenazas por el avance de la frontera agrícola, donde la mayor parte de los suelos de este ecosistema son utilizados para las actividades ganaderas.

El bosque muy húmedo montano (3000-3600 msnm) cumple funciones para refugio de flora y fauna, registrándose precipitaciones superiores a 2 000 mm/año, representa el 6,6% de la superficie parroquial con 1 191,99 ha, tiene una prioridad de conservación "alta"; este ecosistema se encuentra amenazado por la tala no controlada para la extracción de madera, incendios forestales que propician el aparecimiento de áreas de desertificación y desabastecimiento de agua (PDOT parroquia 6 de Julio-Cuellaje, 2015).

Las principales amenazas de estos remanentes de bosque se consideran que son de origen antrópico, los cuáles se desarrollan paralelamente con las crecientes necesidades de conseguir recursos, para satisfacer las demandas de la población (PDOT cantón Cotacachi, 2015).

Las perturbaciones causadas por el ser humano en estos ecosistemas, han causado la reducción de la superficie forestal, la que actualmente aparece de manera fragmentada teniendo como consecuencia la disminución y pérdida a gran escala del hábitat natural en el paisaje, ocasionando la separación del hábitat restante en parches más reducidos y aislados, disminuyendo de manera progresiva la biodiversidad, originando la disminución de las

poblaciones de especies y fomentando la formación de territorios-isla (Santos & Tellería, 2006).

La pérdida de conectividad ecológica, es un problema ocasionado por la fragmentación de ecosistemas, al momento de fragmentar los corredores biológicos. La conectividad ecológica garantiza el mantenimiento de un conjunto de procesos vitales, entre los principales se encuentran los desplazamientos de los seres vivos con la finalidad de adquirir fuentes de alimento, refugio, lugares de dispersión, y reproducción; sin los cuales la subsistencia de la mayor parte de individuos silvestres se vería seriamente amenazada (Gurrutxaga, 2006).

Por esta razón el presente estudio determinó los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo en un período de treinta años (1987-2017), para establecer el grado de fragmentación y sus causas, así como la transformación del proceso de conectividad, proponiendo estrategias de restauración ambiental en la parroquia, mediante la perspectiva socio-ambiental de los pobladores.

La aplicación de las estrategias propuestas de restauración ambiental contribuirá de manera efectiva a la conservación de la biodiversidad, al manejo sustentable de los recursos naturales, recuperación de los servicios ecosistémicos, mejoramiento de la calidad de vida de los pobladores, y fortalecimiento del desarrollo humano y económico (Pabon et al., 2008).

### **Objetivo General:**

Definir estrategias ambientales para ecosistemas fragmentados en la Parroquia 6 de Julio-Cuellaje, mediante el diagnóstico socio-ambiental, que dé lineamientos para la restauración.

### **Objetivos Específicos:**

1. Determinar el grado de fragmentación de ecosistemas, mediante Sistemas de Información Geográfica para la identificación del cambio de uso del suelo.
2. Reconocer la percepción de la población, a través de la aplicación de una encuesta que permita la evaluación del problema socio-ambiental.

3. Generar estrategias de restauración ambiental por medio del análisis de información y la perspectiva de la población para la formulación de una propuesta.
4. Socializar la propuesta mediante un taller con los grupos interesados para la validación de las estrategias de restauración más adecuadas para el estudio.

### **Hipótesis**

¿Las estrategias ambientales participativas podrían dar lineamientos para la restauración de los ecosistemas fragmentados de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje?

## **4. ESTADO DEL ARTE.-**

### **4.1. Ecología del paisaje**

La ecología del paisaje forma parte de la ecología moderna y de la geografía, en donde se efectúan las interrelaciones entre el humano, los paisajes abiertos y los que son construidos por la mano del hombre. Esta disciplina posibilita el desarrollo de representaciones cartográficas del paisaje, imprescindibles para reconocer en un territorio dado las unidades ecológicas y espaciales, que proceden un cierto nivel de homogeneidad, referente a uno o diversos atributos del territorio como el tipo de suelo, comunidades bióticas, entre otras (Vargas, 2008).

La intervención en los sistemas dinámicos del bosque y la deforestación producida en el Nororiente del Ecuador afecta directamente al bosque, los hábitats, la biodiversidad, las comunidades ancestrales y al paisaje. La ecología del paisaje se relaciona con los ambientes naturales y construidos, cuando existe deforestación del bosque se altera el equilibrio entre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos. En América Latina, uno de los países con el más alto índice de deforestación es Ecuador con un porcentaje de 1.89% área/año (FAO, 2015), siendo una causa principal la conversión a pasturas para ganado.

Los procesos históricos principales que han contribuido a la reducción de la extensión de bosque son: la primera deforestación provocada en la Sierra en la época precolombina y la segunda hace referencia a la conversión de bosque a cultivos agrícolas como el banano y el cacao en la región Costa durante el siglo pasado. El uso de manera no sostenible de la tierra y la deforestación han sido las causas del aumento de tierras no productivas, por el uso desmesurado y pasturas degradadas. En Ecuador el 90% del área anualmente deforestada se da en la región andina, en donde las funciones ecológicas, sociales y económicas de los bosques son muy importantes, debido a la gran biodiversidad de flora y fauna (Carrere, 2010).

#### **4.1.1. Conectividad ecológica**

El establecimiento de la conectividad posibilita la permanencia de la diversidad biológica y brinda servicios ecosistémicos que permite mejorar las condiciones socioeconómicas de las poblaciones locales (MAE, 2015).

Todos los territorios poseen un grado de posibilitar los movimientos de las diferentes especies, o poblaciones entre las teselas (cada pieza que forma un mosaico) con recursos, siendo una característica funcional del paisaje para cada una de las especies existentes, teniendo gran importancia en la subsistencia de las poblaciones, en conjunto con diferentes factores esenciales como la calidad y dimensión del hábitat (Gurrutxaga, 2013).

#### **4.1.2. Conectores de hábitat para lograr la conservación de la biodiversidad**

La conectividad debe ser estructural y funcional, esta última hace referencia a la habilidad que posee un individuo de cruzar un paisaje, definida por las interacciones entre el comportamiento tanto del organismo como de la estructura del paisaje. La conectividad funcional en un corredor biológico resulta importante para comprobar su efectividad (Alonso, 2014).

Para el adecuado funcionamiento de un corredor biológico, además de establecer el grado de conectividad se debe establecer medidas de restauración y reforestación en áreas degradadas, para recuperar las condiciones estructurales del paisaje y contribuir a la conectividad (Ortega, 2009).

Villegas (2005) reconoce tres tipos de conectores para logra la conservación de la biodiversidad:

##### **a) Escala de cerco**

Este tipo de escala se encuentra únicamente constituida por hábitat de borde, la cual sirve como conectores para pequeños invertebrados, siendo inapropiados para para especies de hábitat interiores.

## **b) Escala intermedia**

También conocida como mosaico de paisajes, tiene como función la conexión de hábitats más amplios, siendo apropiados para los movimientos permanentes y estacionales de las especies, al mismo tiempo logran conexionar a las reservas naturales con diferentes zonas de vegetación natural.

## **c) Escala final**

La escala final o creación de redes de reservas, abarca un grupo completo de corredores a nivel de cerco y mosaico de paisajes, los cuáles logran conectar el hábitat de diversas especies.

### **4.1.3. Corredores biológicos**

En las últimas décadas han manifestado diversas estrategias para disminuir las consecuencias de la fragmentación, siendo una de ellas, el establecimiento de corredores biológicos, los mismos que facilitan la conectividad de poblaciones, comunidades y procesos ecológicos entre parches (Benavides, 2011).

Los corredores biológicos tienen la finalidad de suministrar conectividad entre ecosistemas, hábitat y paisajes, ya sean naturales o modificados, para garantizar la conservación de la biodiversidad, y de los procesos ecológicos y evolutivos (Feoli, 2009).

El corredor de conectividad Podocarpus-Yacuambi ubicado en la zona sur de Ecuador, es uno de los parques más importantes por su alta biodiversidad, por lo que fue necesario establecer el grado de conectividad estructural y funcional, el cual fue evaluado mediante un grupo de mamíferos contrastantes y al mismo tiempo se determinó la respuesta en la configuración del paisaje con diversos escenarios de reforestación para mejorar la conectividad del corredor (Alonso, 2014).

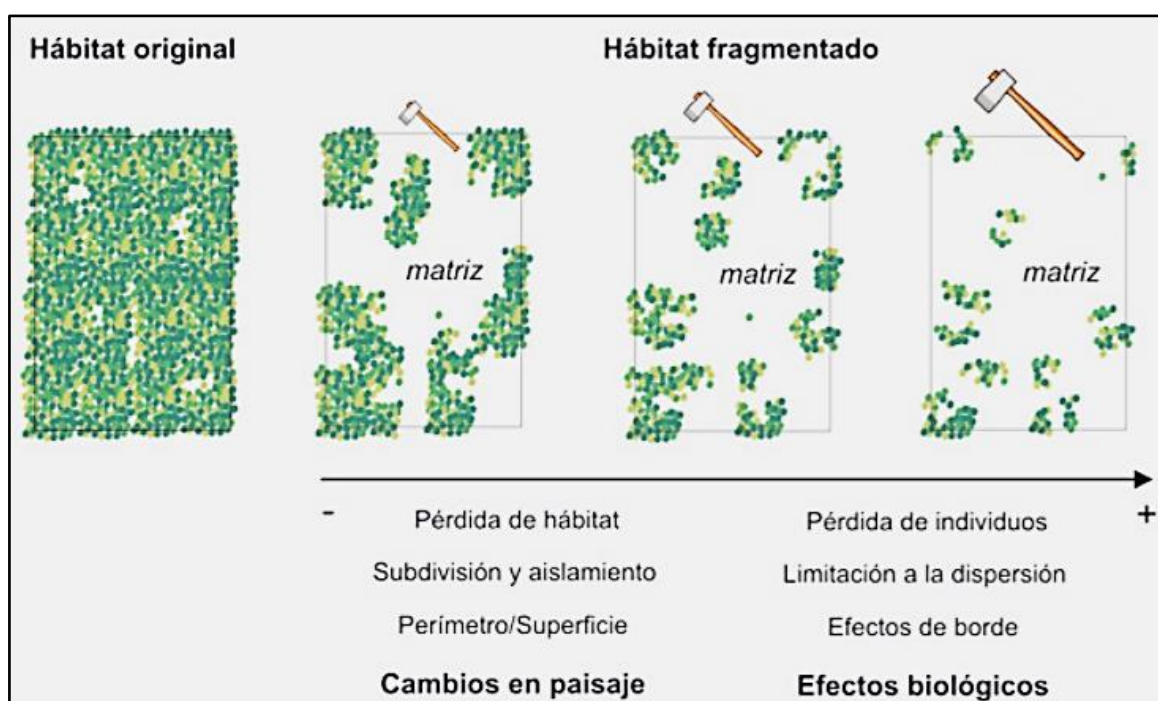
## **4.2. Fragmentación de ecosistemas**

La fragmentación de los bosques, provocada por el avance de la frontera agrícola, ha implicado modificaciones en las condiciones ambientales de los parches de bosque, ocasionando al mismo tiempo alteraciones en las interacciones biológicas, pérdida en la

composición y número de genotipos, especies, tipos funcionales y unidades de paisaje. La fragmentación hace referencia al proceso en el cual sucede transformaciones en determinado hábitat que provoca la eliminación de extensos segmentos de vegetación, resultando reducido a parches o secciones de menor tamaño en una matriz de hábitat diferente al original (Irastorza, 2006).

García (2011), menciona que la fragmentación es una transformación en la estructura de los hábitats dentro de un paisaje, implica la modificación de un entorno, inicialmente dominante y parcialmente continuo, cualitativamente muy diferente al original.

Según Navarro et al. (2015) la fragmentación de ecosistemas es un proceso de reducción y división en dos o más fragmentos pequeños y aislados, de grandes áreas y continuas de hábitat, que quedan sumergidas en una matriz, con condiciones poco aptas para las especies que habitan ahí, a la vez ocasionando transformaciones significativas, en la estructura de las diferentes poblaciones y comunidades de flora y fauna, tanto como en el entorno ecológico como en el físico, lo que perjudica su funcionamiento.



**Figura 1.** Modificación temporal en la composición de un paisaje desde un hábitat original hacia un hábitat fragmentado

**Fuente:** García, D., (2011)

#### **4.2.1. Efectos espaciales en el proceso de fragmentación**

Según Ortega (2009), la fragmentación de hábitats ocasiona algunas alteraciones como las siguientes:

- a) Pérdida general de hábitat en el paisaje, provocada por los usos antrópicos del territorio.
- b) Reducción de la dimensión de los segmentos de hábitat, que permanecen después de la subdivisión, y clareo (reducción del tamaño de los fragmentos).
- c) El progresivo aislamiento de hábitat, a medida que los actuales usos de la tierra invaden el ambiente intermedio.

Estos efectos perturban el comportamiento de las interacciones naturales en el paisaje. Generalmente las especies responden a esta alteración de paisaje de manera negativa, esto depende de la facilidad de las especies para dispersarse entre parches y si estas especies pueden hacer uso de los recursos de los fragmentos y del paisaje, además la restricción de dispersión implica la pérdida de diversidad genética entre las poblaciones. Esta pérdida de diversidad puede conllevar a la extinción de las especies, es la consecuencia de la reducción de la cobertura boscosa, que no solamente reduce la diversidad de hábitats a nivel territorial, sino la superficie total de hábitat disponible (Iñiguez, 2008).

En la Cordillera Central de los Andes colombianos al Oriente de la ciudad de Medellín, se desarrolló un estudio sobre el análisis de la fragmentación de los ecosistemas boscosos, con el fin de determinar el estado de conservación de los bosques nativos, en la región “Valle de San Nicolás”. Para el estudio se empleó una metodología fundamentada, en la sumatoria de valores numéricos, establecidos a las variables tales como: Pérdida de hábitat, Bloques de hábitat, Fragmentación, Conversión y Protección. Con los resultados obtenidos, el área de investigación, fue catalogada, según la UICN, bajo las categorías de amenaza. Las variables valoradas, evidencian que la pérdida de hábitat aumenta al 74,01%, lo cual señala un elevado nivel de perturbación del paisaje. Los fragmentos boscosos, que se preservan, poseen dimensiones reducidas, a comparación del área total, el más grande cuenta con un área de 20 162 ha. Además, se encontró una disminución anual del hábitat intacto con -0,51%, señalando que la zona boscosa ha incrementado en los catorce últimos años en 4 504 ha, suscitado probablemente por un proceso natural de sucesión vegetal y a la instauración del

sistema regional de áreas protegidas constituido por 19 755 ha. Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permitieron diseñar un corredor biológico, que pasa por los sectores más altos de la región, de esta manera teniendo una conectividad ecológica de 17 áreas protegidas. (Gómez et al., 2005).

#### **4.2.2. Mecanismo de extinción a escala de paisaje**

La extinción de especies, operan a una escala que va parcialmente de mediana a grande, y su dinámica necesita de la interacción entre la escala espacial de fragmentación (comprende el tamaño del fragmento, y la distancia entre un fragmento y otro) y la escala temporal a la cual operan (León, 2014).

La vulnerabilidad a la fragmentación, en una especie con una extensión de actividad grande se encuentra en función de la configuración del ecosistema fragmentado a escala media a grande más que la superficie de los fragmentos individuales (García, 2011).

El nivel de heterogeneidad de hábitat de la matriz puede ser un componente determinante en la diversidad y persistencia de especies a escala de paisaje, y la dinámica de las poblaciones, a escala de paisaje, va a depender del balance de hábitat fuentes (hábitats favorables) y sumideros (hábitats desfavorables). Por ejemplo, si en un ecosistema fragmentado se deteriora los hábitats fuentes y se conservan los hábitats sumideros, las especies están expuestas a la extinción (Navarro et al., 2015).

#### **4.2.3. Mecanismo de extinción a escala de fragmento**

Mullo (2011), menciona que estos mecanismos de extinción son paisajes que poseen parches de bosque reducidos, los cuales se encuentran sumergidos en una matriz de hábitat simplificado, las especies permanecen aisladas, y su supervivencia depende de la dinámica poblacional a nivel de fragmento. Este tipo de mecanismo está vinculado fundamentalmente con los efectos de borde, efectos de aislamiento y efectos de área.

##### **a) Efectos de borde**

Es una agrupación de procedimientos, asociados al incremento de la relación perímetro/área, que se producen con el avance de la fragmentación de los ecosistemas, consecuentemente

perjudicando gravemente a la calidad del hábitat, y ocasionando una disminución de especies. Existen dos efectos de borde: directos (incremento en la abundancia de especies) e indirectos (incremento de la predación o parasitismo) (Granados et al., 2014).

#### **b) Efectos de aislamiento**

Es una consecuencia de la fragmentación, causada por una fuerte destrucción de las superficies naturales, incrementando la separación entre los fragmentos de hábitat natural. La fragmentación intensifica el aislamiento espacial, tanto en flora como fauna, modificando la dinámica de dispersión, y colonización de parches en el paisaje (León, 2014).

#### **c) Efectos de área**

El problema en la disminución de hábitat para las especies, conlleva la reducción de las poblaciones de flora y los organismos con los que interactúan (dispersores, polinizadores). Si el parche es más grande, posee una mayor probabilidad de hábitat interior, lo que implica una posibilidad mayor de especies; al contrario, mientras más reducida sea la población, mayor será su eventualidad de extinción. (Condori, 2012).

En el centro-sur de Chile se realizó una investigación, en la cual se determinó las consecuencias de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetacional de las poblaciones amenazadas de la especie arbórea *Legrandia concinna* (Myrtaceae). Para dicho estudio se “especificó el patrón de ocupación de las poblaciones de *Legrandia*, en fragmentos remanentes de bosques nativos, y se procedió a evaluar las relaciones, entre las variables de estructura de vegetación y los índices de paisaje”. Los índices de paisaje tales como: el área, la forma y distancia de borde de fragmentos, y el índice de proximidad media), fueron empleados a mapas de cobertura vegetal, originados a partir de una imagen satelital Landsat ETM+, del año 2001. Con los resultados obtenidos, se evidenció una alta dominancia de fragmentos de tamaño pequeño, niveles prominentes de aislamiento y formas regulares. No se encontraron diferencias relevantes entre la distribución de frecuencias de los fragmentos, con y sin existencia de *Legrandia* en cuanto a área y aislamiento. No obstante, la presencia de la especie, se relaciona de manera significativa con el tamaño, aislamiento y la distancia al borde del fragmento. Sin embargo, se recomienda como medida de conservación de dicha especie, incorporar a las poblaciones con mayor riesgo de extinción

dentro de áreas protegidas, y fomentar su conservación de manera ex situ, y además instaurar un programa de monitoreo.

Esta metodología innovadora, permite la probabilidad de monitorear, los cambios provocados en el tiempo, con la finalidad de determinar la efectividad de estrategias definidas de conservación, para dichas poblaciones (Altamirano et al., 2007).

### **4.3. Restauración Ecológica Ambiental**

El ritmo de aprovechamiento forestal y la explotación inadecuada de los recursos aumentan la fragmentación y fragilidad de la cobertura forestal. Por lo tanto, se prevé que en el mediano plazo la existencia de una situación crítica en el abastecimiento de bienes y servicios ambientales refiriéndose a calidad y cantidad (Reese, 2009).

Un paisaje fragmentado tanto en estructura como en su composición es más susceptible a ser modificado al uso agrícola y vulnerable a las alteraciones externas, consecuente es de menor valor social, económico y ambiental para el Ecuador. Por ello es importante implementar mecanismos que fomenten el manejo sustentable de los ecosistemas, fortalecer el sistema de áreas protegidas, motiven la conservación de áreas privadas cubiertas con bosque nativo, restauren ecosistemas degradados e incrementen la gama de bienes y servicios aprovechables en términos económicos, motivando la productividad de los suelos de aptitud agrícola, para destinar espacios para restauración y conservación de ecosistemas (Aguirre, 2007).

Se deben establecer medidas como la restauración y reforestación en zonas muy degradadas, para mejorar las condiciones estructurales del paisaje y contribuir a la conectividad. Existen varios beneficios que brinda la reforestación, algunos de ellos son aumentar los espacios de hábitat disponibles para la flora y fauna de un lugar determinado, posibilitar la dispersión de especies entre los remanentes de bosque y brindar protección entre los remanentes y los usos inadecuados del recurso suelo (Calatayud et al., 2012).

Dentro de la reforestación existen algunos enfoques como son las plantaciones con monocultivos ya sea con especies nativas o exóticas y además la regeneración natural en suelos sin cobertura vegetal, los dos enfoques se pueden presentar a través de la implementación de cercas vivas, ampliación de parches de bosque o la creación de nuevos fragmentos, tienen ventajas y desventajas desde la parte socioeconómica y de conectividad

ecológica. Las plantaciones pueden ayudar como un elemento amortiguador entre el bosque natural y los suelos de otros usos, de esta manera se asegura la conectividad entre parches de bosque, lo que sería primordial para algunas metapoblaciones (MAE, 2014).

La sucesión natural es un enfoque de restauración difundido en la actualidad, debido a su bajo costo y a la mayor variedad de flora comparada con las plantaciones, al mismo tiempo provee hábitat para diferentes especies de fauna, aunque el proceso de regeneración muchas veces no es considerado como una alternativa por su proceso tardío. La sucesión natural mejorada por los bordes de bosque puede aportar a la restauración, siempre y cuando la distancia a los remanentes no sea muy grande. Las cercas vivas son valoradas de poca importancia en calidad de hábitat, a diferencia con la implementación de nuevos parches de bosque o el aumento de los mismos (Aguirre, 2007).

La restauración ambiental es un proceso mediante el cual se reduce, mitiga y en algunos casos se revierte el deterioro ocasionado en el medio físico, con la finalidad de regresar en la medida posible a la estructura, funciones, diversidad y dinámica del ecosistema original. Para lo cual se debe restablecer el estado original y contrarrestar los impactos ambientales producidos por la intervención antrópica llevada a cabo en el entorno (Gálvez, 2002).

Por ejemplo el bosque protector Mindo Nambillo forma parte de la Región del Chocó Andino del Ecuador. Este territorio está catalogado como uno de los cinco hot spots más calientes a nivel mundial, por su alta biodiversidad y la urgencia de desarrollar programas integrados para su conservación y manejo. Su riqueza biológica y el grado de endemismo de flora y avifauna son uno de los más altos del mundo, pero en las últimas décadas la región ha estado expuesta a una intensiva transformación de colonización y explotación de los recursos de manera no sustentable realizada por colonos. Sin embargo, en el caso que sea aplique un plan integral de manejo, la diversidad paisajística que posee la convierte en un área con elevado potencial para el aprovechamiento sustentable de bienes y servicios ecosistémicos.

La zona de amortiguamiento del bosque protector Mindo Nambillo, actualmente presenta un sistema fragmentado de aproximadamente 900 ha, la cual corresponde al 4% de la superficie total del bosque. Este territorio en un 60% pertenece al Estado ecuatoriano y el 40% a

personas particulares. Los parches de zonas intervenidas por su baja productividad agropecuaria y pastizales abandonados, siguen propiciando a la invasión de áreas de bosque no idóneos para este tipo de actividades. Por lo que surge la necesidad de establecer proyectos de rehabilitación en la zona a mediano plazo, para lo cual se ha diseñado un proyecto para cinco años, en el cual se incluyen programas de restauración, rehabilitación y reafectación de este ecosistema, tomando en cuenta que el grado de alteración aparentemente no ha llegado a un inicio de irreversibilidad, por lo que es importante ejecutar procesos de restauración y así dar inicio hacia la sostenibilidad (Álvarez et al., 2007).

#### **4.3.1. Ecosistemas terrestres de la región Sierra**

La cordillera de los Andes atraviesa al Ecuador de norte a sur y constituye la Región Sierra Ecuatoriana. Esta región abarca un 42,0% de la población total del país, con una densidad poblacional de 87 pobladores por km<sup>2</sup>, siendo una característica la cual genera presión antrópica sobre los ecosistemas naturales. La zona representa alta diversidad florística del Ecuador, contando con casi 10 000 especies la cual representa más del 60% del total de plantas del país. Los Andes del Ecuador, casi en su totalidad está conformado por dos cadenas montañosas, las cuáles albergan en su interior numerosos valles y comprende varios nevados y montañas que alcanzan hasta los 6000 msnm (MAE, 2007).

Según el MAE (2008), el mapa de vegetación de los Andes del Ecuador, indica que en la actualidad la vegetación de los Andes ecuatorianos cubre 6 059.255 ha. En esta zona se encuentran 19 formaciones vegetales distintas, las mismas que habrían cubierto alrededor de 10 664.772 ha, una parte de su remanencia actual se encuentra protegida dentro del SNAP del Ecuador y el 43,18% corresponde a zonas intervenidas.

“La mayor remanencia que se registra para las diferentes formaciones vegetales de la Sierra son: páramo de frailejones, (81,18%), páramo herbáceo (70,37%), bosque semideciduo montano bajo (69,38%), bosque siempreverde montano alto (64,38%), páramo herbáceo y almohadillas (63,00%), bosque de neblina montano (58,35%), bosque siempreverde montano bajo (57,86%) y matorral seco montano (50,25%)”. El resto de formaciones vegetales, como: bosque siempreverde piemontano, matorral húmedo montano, matorral seco montano bajo, matorral seco con espinar seco montano, espinar seco montano, páramo

seco y páramo arbustivo, han perdido su remanencia aproximadamente más del 50%, siendo los más afectados los matorrales y espinares que se han perdido por el desarrollo de actividades antropogénicas, principalmente en la zona de los valles interandinos. El total de áreas intervenidas corresponden a 4 605.517 ha, aproximadamente 3 558.312 ha de vegetación intervenida (MAE, 2010).

#### **a) Ecosistemas Estratégicos**

Los ecosistemas estratégicos proveen bienes y servicios ambientales fundamentales para el desarrollo humano sostenible de nuestro país. Se caracterizan por mantener equilibrios y procesos ecológicos esenciales, como son, la regularización del agua y clima, purificación del aire, agua y suelo, y además cumplen una función importante en la conservación de la biodiversidad (Márquez, 2002).

Los servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas estratégicos son de: soporte, cultural, regulación y suministro:

Los servicios de soporte mantienen los procesos naturales de los ecosistemas. Los servicios de provisión son todos los recursos tangibles que suministran materias primas y alimentos como los bosques y páramos. Los servicios de regulación se encargan de regular las funciones naturales y además las condiciones humanas. Los servicios culturales hacen referencia a los recursos tangibles o intangibles que intervienen en las interacciones de los seres humanos con el entorno (Calderón, 2015).

#### **b) Ecosistemas Frágiles**

Dentro de estos ecosistemas se desarrollan intervenciones de naturaleza antrópica, las cuáles desencadenan diversas alteraciones, que en muchas ocasiones pueden llegar a ser irreversibles (Ahumada et al., 2011).

Para determinar un ecosistema natural como frágil, uno de los criterios es el nivel de amenaza que toleran a causa de las actividades antropogénicas. La destrucción de hábitats naturales en la Sierra es preocupante debido al impacto de las actividades humanas. Los bosques Andinos que se encuentran entre los 2000 y 4000 m de altitud, han sido reemplazados casi en su totalidad por cultivos y asentamientos humanos, teniendo como consecuencia

pequeños restos de bosque natural en zonas lejanas o poco accesibles. En la actualidad, el 3,5% de la superficie de los páramos y del callejón interandino se encuentran cubiertos por bosques nativos (Andrade, 2010).

#### **4.4. Técnicas de Teledetección aplicadas al monitoreo de la cobertura vegetal**

Según Arenas, Haeger & Jordano (2011) describen a continuación las técnicas de Teledetección aplicadas para monitorear el uso del suelo y cobertura vegetal.

##### **4.4.1. Plataformas Satelitales LANDSAT**

Los sensores multiespectrales ubicados en plataformas de observación captan la radiancia y reflectancia de los objetos terrestres, las mismas que pueden ser espaciales o aéreas, en la cual captan diversas longitudes de onda del espectro eletromagnético que son susceptibles de recibir y medir la intensidad de la radiación que surgen del suelo, posibilitando la manipulación para su interpretación. El Programa de Observación Earth “Earth Resources Technology Satellites” es un sistema considerado como precursor diseñado por la NASA, usualmente conocido como LANDSAT (Arenas et al., 2011).

Las imágenes Landsat dentro de sus características, el sensor ETM+ dispone de lectura en ocho bandas como se indica en la tabla 1 y 2, ubicadas en distintas regiones del espectro electromagnético, a diferencia del TM que dispone de 7 bandas como se muestra en la tabla 3 donde se indica las características de la resolución radiométrica (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2009).

**Tabla 1.***Resolución radiométrica*

<b>Características de las Bandas Landsat T-7 ETM+</b>				
<b>Número de Banda</b>	<b>Rango Espectral (um)</b>	<b>Líneas de datos por escáner</b>	<b>Longitud e la línea (bytes)</b>	<b>Bits por pixel</b>
1	0,450 – 0,515	16	6.600	8
2	0,525 – 0,605	16	6.600	8
3	0,630 – 0,690	16	6.600	8
4	0,775 – 0,900	16	6.600	8
5	1,550 – 1,750	16	6.600	8
6	10,40 – 12,50	8	3.300	8
7	2,090 – 2,35	16	6.600	8
8	0,520 – 0,900	32	13.200	8

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2009)

En la tabla 2 se mencionan las bandas espectrales del satélite Landsat.

**Tabla 2.***Bandas espectrales LANDSAT*

<b>Bandas Espectrales (TM y ETM+)</b>								
<b>Longitudes de onda de las bandas (µm)</b>								
Sensor	Banda 1	Banda 2	Banda 3	Banda 4	Banda 5	Banda 6	Banda 7	Banda 8
TM	0,45-0,52	0,52-0,60	0,63-0,69	0,76-0,90	1,55-1,75	10,4-12,5	2,08-2,35	No existe
ETM+	0,45-0,52	0,53-0,61	0,63-0,69	0,78-0,90	1,55-1,75	10,4-12,5	2,09-2,35	0,52-0,90
Región	Visible azul	Visible verde	Visible rojo	Infrarrojo próximo	Infrarrojo lejano	Térmico lejano	Térmico próximo	Visible

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2009)

En la tabla 3 se indican las características y aplicaciones de los sensores TM y ETM+.

**Tabla 3.**

*Características y aplicaciones de los sensores Landsat TM y ETM+*

<b>Características y aplicaciones de los sensores TM y ETM+</b>		
<b>Bandas</b>	<b>Banda espectral (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Aplicaciones</b>
1	0,45 – 0,52 (azul)	Mapeo de aguas costeras
		Diferenciación entre suelo y vegetación
		Diferenciación entre vegetación conífera y decidua
2	0,52 – 0,60 (verde)	Mapeo de vegetación
		Calidad de agua
3	0,63 – 0,90 (rojo)	Absorción de clorofila
		Diferenciación de especies vegetales
		Áreas urbanas y uso del suelo
		Agricultura
		Calidad de agua
4	0,76 – 0,90 (infrarrojo cercano)	Delimitación de cuerpos de agua
		Mapeo geomorfológico y geológico
		Identificación de áreas de incendios y áreas húmedas
		Agricultura y vegetación
5	1,55 – 1,75 (infrarrojo termal)	Uso del suelo
		Medición de humedad en la vegetación
		Diferenciación entre nubes y nieve
		Agricultura
6	10,40 – 12,50 (infrarrojo termal)	Vegetación
		Mapeo de stress térmico en plantas
		Corrientes marinas
7	2,08 – 2,35 (infrarrojo medio)	Propiedades termales del suelo
		Identificación de minerales
		Mapeo hidrotermal

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2009)

Las aplicaciones de las combinaciones de las bandas de las imágenes Landsat se indican en la tabla 4.

**Tabla 4.**

*Combinaciones de las bandas de las imágenes Landsat*

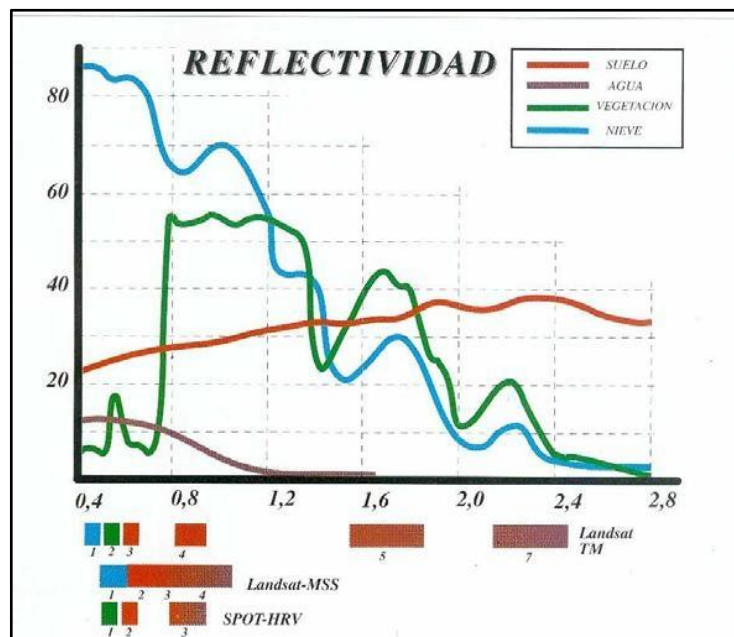
<b>Aplicaciones de las combinaciones de bandas</b>	
<b>Combinaciones de Bandas</b>	<b>Aplicaciones</b>
Combinación en color natural: RGB 321 Bandas 3, 2, 1	Diferencia el agua poco profunda y distingue aguas turbias, corrientes, batimetría y zonas con sedimentos. El azul oscuro señala aguas profundas, el azul claro (aguas de media profundidad), la vegetación se muestra en tonos verdes, el suelo en tonalidades marrones, el suelo sin vegetación y la roca se presenta en tonos amarillos y plateados.
Combinación en falso color: RGB 432 Bandas 4, 3, 2	El rojo-magenta indica vegetación vigorosa, cultivos regados, bosques de caducifolias y cultivos herbáceos de secano; la tonalidad rosa muestra áreas vegetales menos densas y praderas; el tono blanco indica áreas de escasa o nula vegetación, nubes, arenas, depósitos salinos, canteras y suelos desnudos; el color azul oscuro a negro señala ríos, canales, lagos, embalses y en tonos negros flujos de lava; el tono gris a azul metálico hace referencia a ciudades o áreas pobladas; el color marrón indica vegetación arbustiva; y la tonalidad beige-dorado identifica prados secos asociados con matorral ralo
Combinación en falso color: RGB 543 Bandas 5, 4, 3	Diferencia los límites entre el agua y la tierra, los diferentes tipos de vegetación aparecen en tonalidades marrones, verdes y naranjas, Se utiliza para realizar el análisis de humedad en el suelo y vegetación.
Combinación en falso color: RGB 742 Bandas 7, 4, 2	La tonalidad magenta indica áreas urbanas, las praderas aparecen en tonos verde claro, y los colores verde oliva a verde brillante muestran áreas forestales

Combinación en falso color: RGB 341 Bandas 3, 4, 1	La vegetación vigorosa aparece en tonos verdes intensos, áreas edificadas en tonalidades violáceos, el color verde a negro indica zonas arboladas intensas, y los tonos marrones señalan cultivos de cereal.
Combinación en falso color: RGB 542 Bandas 5, 4, 2	Permite discriminar el uso del suelo y cobertura vegetal en tonalidades de color verde. Los cultivos aparecen en color café claro, los pastos se muestran en tonalidades verdes intensos, los tonos verdes oscuros indican cobertura boscosa, y el color café oscuro muestra las áreas de páramo.

**Fuente:** Instituto Nacional de Estadística y Geografía, (2009)

#### 4.4.1.1. Firmas espectrales

La forma en la cual un objeto refleja, emite o absorbe la energía conforme a un patrón espectral se denomina “Firma Espectral”. La misma permite identificar y discriminar diferentes objetos del ambiente; la firma espectral se elabora a partir de la señal registrada por los Sensores Remotos en las diferentes longitudes de onda del Espectro Electromagnético (Karszenbaum & Barraza, 2013).



**Figura 2.** Firmas espectrales del agua, la vegetación, y el suelo en imágenes Landsat y Spot

**Fuente:** Karszenbaum, H. & Barraza, V., (2013)

#### **4.5. Análisis multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal**

El análisis multitemporal se desarrolla a través de la comparación de las coberturas vegetales analizadas en varios mapas de un mismo lugar, permitiendo identificar los cambios producidos entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las consecuencias de las acciones antrópicas sobre el mismo (Caicedo, 2016).

En el cantón Gualaquiza ubicado al sur de la provincia de Morona Santiago, se realizó el análisis multitemporal para detectar los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en los años: 1987, 1998, 2001 y 2015. La investigación se desarrolló utilizando imágenes satelitales multiespectrales Landsat 5 TM, 7 ETM+ y 8 OLI, para los años antes mencionados, donde se identificaron a través de la fotointerpretación seis categorías de cobertura (bosque nativo, páramo, pasto cultivado, cuerpo de agua, zona urbana, y zona sin información), y se determinaron los cambios de uso del suelo para dichas categorías, además las firmas espectrales para cada año fueron analizadas. La metodología utilizada se basó en la clasificación supervisada a través del software de análisis de imágenes satelitales ERDAS y ArcGIS 10.1.

Los resultados obtenidos del análisis multitemporal y cambio de uso del suelo se validó mediante la matriz de confusión, y además, se utilizó el coeficiente kappa para determinar la confiabilidad de los mapas generados. Los resultados en el período (1987-2015) indican que la cobertura de bosque nativo con uso de conservación y protección disminuyó a 57366,44 ha para el año 2015, incrementando el cultivo de pasto con fines pecuarios en 44355,65 ha, la zona urbana en 128,10 ha y cuerpo de agua con 37,54 ha, la zona sin información hace referencia a cobertura nubosa existente en cada imagen (Medina, 2015).

En la zona de Intag, cantón Cotacachi, se desarrolló una investigación, la cual consistió en la realización del análisis multitemporal de las zonas forestales en un período de tres años (2010-2013), donde se utilizó una metodología para determinar, cuantificar y visualizar las coberturas boscosas y los cambios de uso del suelo en el lapso antes mencionado. La metodología aplicada para imágenes satelitales del sensor Landsat 7 ETM+, comprendió el uso del software CLASlite en la versión 3.1., con lo cual, fue posible determinar áreas boscosas y elaborar mapas de línea base forestal. Según el análisis, para el año 2010

existieron 844,48 km<sup>2</sup> de bosque, mientras que para el año 2013 disminuyó a 803,02 km<sup>2</sup> de bosque, obteniendo una tasa de deforestación de 63,32 km<sup>2</sup> y una tasa de perturbación de 15,67 km<sup>2</sup> con un promedio anual de deforestación de -1,42% y perturbación -0,35%. La validación de los resultados para la determinación del cambio (deforestación y perturbación) tuvo un Coeficiente Kappa de 0,92, indicando una fuerza de concordancia casi perfecta; por lo que, la metodología CLASlite para determinar áreas de bosque y los cambios ocurridos en las mismas es una alternativa viable, fundamentalmente en proyectos de monitoreo forestal (Guzmán, 2015).

#### **4.6. Clasificación de imágenes basada en el pixel**

Los clasificadores basados en el pixel, son los más tradicionales debido a su facilidad de procesamiento, se divide en “Supervisado” y “No Supervisado”, a continuación se describe cada uno.

##### **4.6.1. Clasificación Supervisada**

La clasificación supervisada se basa en el previo conocimiento de las clases y estadísticos que se relacionan a cada clase espectral de la imagen, consta de dos fases (entrenamiento y asignación). En la primera fase el técnico efectúa un reconocimiento general de las áreas de estudio en la que se determinan patrones de formas y colores vinculadas a una clase, entrenando el grupo de píxeles a cada clase encontrada se ejecuta una descripción numérica de las características espectrales de las bandas que diferencian el conjunto de píxeles que corresponden a una misma clase a través de la generación de firmas espectrales. En la segunda fase se concede una lista de clases a cada patrón observado, resultando a través de algoritmos una clasificación general de la imagen (Ramírez, 2013).

##### **4.6.2. Clasificación no supervisada**

Esta clasificación asocia píxeles de forma automática a una clase que no ha sido entrenada previamente, cuenta con parámetros estadísticos, los cuáles buscan disminuir las desviaciones de las clases y maximizar la distancia al centro de cada agrupación de píxeles encontrados. La clasificación no supervisada se utiliza para áreas de estudio que no se conoce

a detalle obteniendo un número arbitrario de clases consideradas por el investigador (Ayala & Menenti, 2001).

#### 4.7. Validación de la clasificación de imágenes

Para validar cualquier método de clasificación de imágenes se recomienda realizar el análisis de exactitud (aciertos de las clasificaciones), comparando con otra que el investigador manifieste como absoluta, el mismo que es realizado mediante una Matriz de Confusión y el Coeficiente Kappa (Espín, Castillo, García & Sarría, 2015).

##### 4.7.1. Matriz de contingencia

La matriz de contingencia establece una relación entre la cobertura real y la clasificación, es decir, compara dos clasificaciones, una determinada por el usuario como base y la otra que se desea evaluar, se ejecuta una comparación matricial de clases realizadas de la clasificación ubicado en el mapa en su totalidad o en diversos sectores, verificando las clases de las diferentes clasificaciones (Sánchez, 2009).

La matriz de contingencia genera tres clases de exactitud (exactitud global, exactitud del usuario y exactitud del productor), como se indica en la tabla 5.

**Tabla 5.**

*Tipos de exactitud para la validación de clasificación de imágenes*

<b>Exactitud</b>	<b>Descripción</b>
Global (EG)	Exactitud del conjunto de clases del método a evaluar
De Usuario (EG)	Acertamiento de una clase en particular, correspondiente a toda la clasificación
De Productor (EP)	Acertamiento de una clase en particular, correspondiente a la clasificación a evaluar

**Fuente:** Sánchez, A., (2009)

Para corregir los diferentes tipos de exactitud se emplea el Coeficiente Kappa.

Los parámetros que son tomados en cuenta para determinar el nivel de fiabilidad global se muestran en la tabla 6.

**Tabla 6.**

*Parámetros de nivel de fiabilidad*

<b>Parámetros</b>	<b>Significado</b>
Errores de omisión	Definición imperfecta de la categoría
Errores de comisión	Delimitación excesivamente amplia
Exactitud del usuario	Relación inversa con los errores de comisión
Exactitud del productor	Relación inversa con los errores de omisión

**Fuente:** Sánchez, A., (2009)

#### **4.7.2. Coeficiente de Validación Kappa**

Este coeficiente es utilizado para determinar la semejanza de dos clasificaciones de imágenes, siendo un estadístico que calcula la relación de dos metodologías. Se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$CK = \frac{\sum_{i,j=1}^r x_{ij} - \sum_{i,j=1}^r (\sum x_i \cdot \sum x_j)}{N^2 - \sum_{i,j=1}^r (\sum x_i \cdot \sum x_j)}$$

Donde r hace referencia al número de filas en la matriz;  $x_{ij}$  número de píxeles de la fila i, columna j (diagonal mayor);  $x_i$ , fila i;  $x_j$ , columna j y N el total de píxeles de la matriz. El valor del coeficiente de validación se encuentra en un rango de 0 a 1, entre más cerca esté a 1 indica que la concordancia de los dos métodos es muy alta (Cárcamo & Rejas, 2015).

Según Boca & Rodríguez (2010), este índice se clasifica en seis categorías como se muestra en la tabla 7.

**Tabla 7.**

*Categoría de concordancias de validación para el coeficiente Kappa*

<b>Rango</b>	<b>Concordancia</b>
0	Nula
0.01 – 0.02	Leve
0.21 – 0.40	Aceptable
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Considerable
0.81 – 1.00	Casi perfecta

**Fuente:** Boca, T., & Rodríguez, G., (2010)

#### **4.8. Evaluación Ecológica Rápida (EER)**

La EER es una técnica rápida que contribuye en la selección, diseño, manejo y monitoreo de las zonas a conservar; la cual permite determinar el potencial biológico del área. Esta evaluación permite levantar información sobre el uso del suelo, condiciones de uso de la tierra, y las amenazas que presenta el territorio impidiendo la conservación de la biodiversidad (Zolotoff & Medina, 2005).

La Evaluación Ecológica Rápida se emplea para evaluar el estado de conservación de un área en períodos de tiempo cortos, es una herramienta que permite la obtención de información de campo para la instauración de zonas prioritarias de conservación y evaluación de protección de la biodiversidad, para realizar monitoreos de estas áreas y establecer planes de manejo (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2010).

## **5. MATERIALES Y MÉTODOS.-**

Los materiales y equipos utilizados en el presente estudio fueron los siguientes:

### **5.1. Materiales y Equipos**

#### **5.1.1. Materiales de Campo:**

- Libretas de Campo
- Navegador GPS
- Cámara fotográfica
- Vehículo 4x4
- Formatos de encuestas

#### **5.1.2. Materiales de oficina:**

- Computadora
- Cartografía digital de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje
- Software ArcGis 10.5
- Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial provincial, cantonal y parroquial
- Imágenes Satelitales de los sensores TM y ETM+ del satélite Landsat

### **5.2. Metodología**

#### **5.2.1. Descripción del área de estudio**

El territorio de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje forma parte del sector rural subtropical de la zona de Intag, se ubica en el cantón Cotacachi – Provincia de Imbabura, cuenta con una superficie de 17 369,14 ha. El rango altitudinal varía entre 1800 msnm hasta los 3400 msnm; las principales formaciones vegetales corresponden a bosque nativo, y páramo herbáceo, localizadas en la parte media y alta de la parroquia. La temperatura media anual varía entre 17°C y 8°C, la precipitación media anual alcanza valores de 1500 hasta 2000 mm. Los tipos de clima corresponden a tropical megatérmico húmedo, tropical megatérmico muy húmedo,

ecuatorial mesotérmico semi-húmedo a húmedo, y ecuatorial frío de alta montaña (GAD Parroquial Rural “6 de Julio-Cuellaje”, 2015).

En la tabla 8 se detalla la coordenadas X, coordenada Y, y la altitud de los puntos Norte, Sur, Este, y Oeste del territorio parroquial.

**Tabla 8.**

*Coordenadas de los puntos extremos de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje (Proyección UTM, Datum WGS 84, Zona 17N)*

<b>Puntos</b>	<b>Coordenada X (UTM)</b>	<b>Coordenada Y (UTM)</b>	<b>Altitud (msnm)</b>
Norte	779451	10060320	3200
Sur	774883	10042355	1800
Este	781705	10049165	3000
Oeste	765419	10046601	3300

Elaborado por: La Autora

En la figura 3 se indica la ubicación geográfica de la parte alta, media y baja de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje.

## PARTE ALTA, MEDIA Y BAJA DE LA PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"

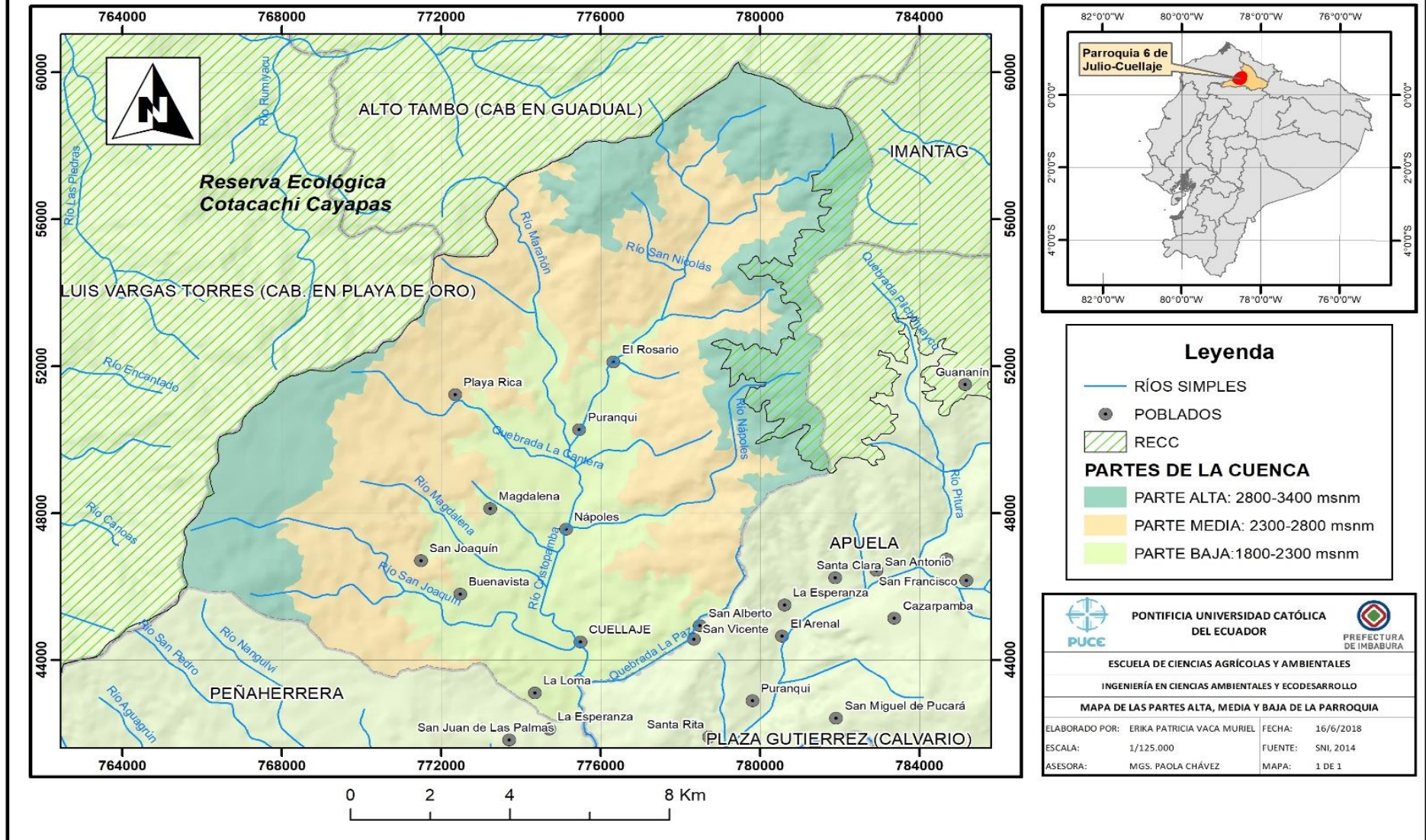


Figura 3. Mapa de ubicación de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje  
Elaborado por: La Autora

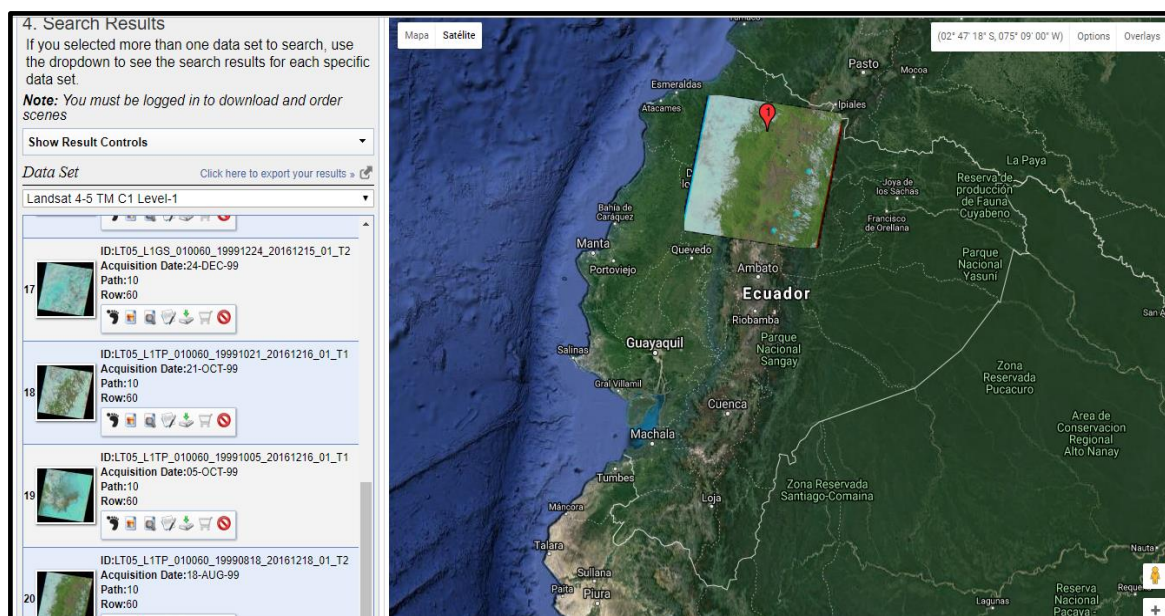
## **5.2.2. Grado de fragmentación de ecosistemas**

Para determinar el grado de fragmentación de los ecosistemas se inició con la obtención de imágenes Landsat, procesamiento de las imágenes, clasificación de las imágenes, validación de la clasificación, determinación del grado de fragmentación, representación cartográfica de los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal, determinación de los cambios en los ecosistemas de bosque y páramo y cálculo de la tasa de deforestación, y evaluación del grado de fragmentación

### **5.2.2.1. Obtención de imágenes Landsat**

Se obtuvieron escenas de imágenes Landsat de los sensores TM y ETM+ mediante la descarga desde el Geoportal del USGS (United States Geological Survey), las escenas de imágenes fueron procesadas en el software ArcGIS 10.4 para fusionar bandas multiespectrales en combinación RGB 542, que permitió interpretar el uso del suelo y cobertura vegetal. Las imágenes Landsat son empleadas para estudiar los recursos bosque, suelo y agua.

Para obtener imágenes de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje se ingresó a la página web <http://earthexplorer.usgs.gov> con nombre del usuario y contraseña, se seleccionaron imágenes con la menor cobertura de nubes del período 1987-2017 en base a las coordenadas referenciales Path 10 y Row 60, se descargó el producto en formato GeoTiff que incluye las bandas multiespectrales de los satélites Landsat 5, Landsat 7, y Landsat 8, sensores TM, ETM+, y OLI respectivamente. En la figura 4 consta la escena de imagen Landsat para el territorio parroquial.



**Figura 4.** Búsqueda de imágenes Landsat en el Geoportal del USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos)

**Fuente:** USGS, (2017)

En la tabla 9 se muestra un ejemplo de los metadatos de la imagen Landsat descargada: fecha, sensor, path, row, porcentaje de nubes, resolución espacial y la resolución temporal.

**Tabla 9.**

*Metadatos de la imagen Landsat*

<b>Acquisition Date</b>	1999/08/18
<b>Spacecraft Identifier</b>	LANDSAT_5
<b>Sensor Identifier</b>	TM
<b>WRS Path</b>	010
<b>WRS Row</b>	060
<b>Land Cloud Cover</b>	27%
<b>Grid Cell Size Reflective</b>	30 m
<b>Temporary Resolution</b>	16 days

**Fuente:** USGS, (2017)

#### **5.2.2.2. Procesamiento de las imágenes Landsat**

El procesamiento consistió en realizar la corrección radiométrica de la imagen y posteriormente realizar el recorte de las imágenes descargadas para el período de análisis con el límite de la parroquia, para esto se empleó la herramienta Extract by Mask de ArcGIS. Posteriormente se realizó una combinación de bandas RGB 542 (Rojo Verde Azul 542), donde la vegetación adquiere tonos de color verde, esto permitió interpretar visualmente las categorías de bosque nativo, pastos, cultivos y páramo.

#### **5.2.2.3. Clasificación de imágenes Landsat para la obtención de fragmentación de ecosistemas**

Se realizó una clasificación supervisada a las imágenes empleando la herramienta Maximum Likelihood Classification (Clasificación de Máxima Verosimilitud), que consistió en agrupar los píxeles que tuvieron valores similares de reflectancia para las clases: bosque, pasto, cultivo, páramo. Para esto se dibujaron áreas de entrenamiento o polígonos para las clases identificadas, las mismas que posteriormente fueron empleadas para generar las firmas espectrales de dichas clases.

Las clasificaciones supervisadas de imágenes Landsat de la parroquia 6 de Julio de Cuellaje permitieron obtener los mapas del uso del suelo y cobertura vegetal a escala 1:125.000 de los años 1987, 1996 2001, 2006, 2009 y 2017. El análisis de identificación del estado de conservación de la biodiversidad existente en el territorio parroquial, se diagnosticó mediante el uso de coberturas shapefile de vegetación y uso del suelo para obtener el grado de fragmentación de los ecosistemas.

#### **5.2.2.4. Validación de la Clasificación**

Con la finalidad de obtener resultados confiables se validó la clasificación supervisada del año 2017, empleando la matriz de contingencia, la misma que consiste en una tabla cuadrada de filas y columnas, dando un número total de clases. Esta matriz muestra la relación entre dos series de medidas correspondientes a las categorías bosque nativo, pastos, cultivos y páramo. La primera serie de la matriz corresponde a datos de referencia que fueron adquiridos en observaciones de campo, la segunda serie corresponde a la categorización de los píxeles realizada por el software ArcGIS para las clases de interés, se aplicó la

herramienta “*Frequency*” para calcular las frecuencias totales de los datos obtenidos en campo, y los datos generados en el software, posteriormente se empleó la herramienta “*Pivot Table*” para obtener la precisión de las clases comprobadas en campo y la precisión de las clases obtenidas con el software ArcMap. Las clasificaciones supervisadas de los años 1987, 1996, 2001, 2006, y 2009 no se validaron debido a que no se dispone de información de uso del suelo y cobertura vegetal de los mencionados años en la escala de trabajo (1:100.000).

Finalmente para validar los datos se calculó el índice kappa de acuerdo a la metodología de López & Pita (2001). En la tabla 10 se esquematiza el modelo de matriz de contingencia empleado.

**Tabla 10.**

*Formato de los datos de la matriz de contingencia*

<b>Valor observado</b>					
<b>Valor calculado</b>	1	2	...	C	Total
	$X_{11}$	$X_{12}$	...	$X_{1C}$	$X_1$
2	$X_{21}$	$X_{22}$	...	$X_{2C}$	$X_2$
*	*			*	*
*	*			*	*
*	*			*	*
C	$X_{C1}$	$X_{C2}$	...	$X_{CC}$	$X_C$
Total	$X_{.1}$	$X_{.2}$	...	$X_{.C}$	n

**Fuente:** López, I., & Pita, S., (2001)

La fórmula empleada para el cálculo del índice kappa fue la siguiente:

$$K = \frac{[(\Sigma \text{valores observados}) - (\Sigma \text{valores calculados})]}{[(\Sigma \text{de observaciones}) - (\Sigma \text{valores calculados})]}$$

Además para comprobar los resultados obtenidos se realizó una Evaluación Ecológica Rápida (EER) para conocer el estado actual y la problemática de la parroquia mediante reconocimientos de campo, para analizar las coberturas de bosque nativo, cultivo, pastos, páramo y grado de fragmentación del ecosistema boscoso; en las observaciones directas de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal se empleó la metodología de Zolotoff & Medina (2005).

#### **5.2.2.5. Representación cartográfica de los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal y fragmentación del bosque nativo**

Los mapas elaborados representaron el estado de conservación de los ecosistemas en un año determinado. Para determinar la variación del uso del suelo y cobertura vegetal se emplearon los mapas elaborados de los años 1987, 1996, 2001, 2006, 2009, 2017, derivados de las clasificaciones supervisadas; esto permitió visualizar la dinámica de cambio de uso del suelo, permitiendo analizar espacialmente la fragmentación, que se ha producido en los períodos de tiempo de análisis.

En el análisis de los mapas de cambio de uso del suelo, se evaluó lo siguiente:

- a) Que la superficie total del bosque nativo, páramo, pastos, y cultivos, disminuya o aumente entre los diferentes períodos.
- b) Que la cantidad de fragmentos de los ecosistemas puedan incrementarse, y cada vez el número sea mayor y la superficie sea menor.
- c) Que el número de fragmentos de los ecosistemas pueda reducir, produciendo una mayor conectividad, en los bosques nativos y ecosistemas de páramo.
- d) Si la fragmentación aumenta, también se incrementa la distancia lineal entre los parches o relictos de bosque.
- e) Si la conectividad aumenta, origina una unión entre los relictos de bosque .

#### **5.2.2.6. Determinación de los cambios en los ecosistemas de bosque y páramo y cálculo de la tasa de deforestación**

Se emplearon los mapas multitemporales generados en la clasificación supervisada, que muestran los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en los años 1987, 1996, 2001, 2006, 2009, y 2017. Este proceso se basó en analizar, interpretar y clasificar las imágenes satelitales de los períodos señalados anteriormente, lo que permitió determinar los diferentes tipos de uso del suelo y cobertura vegetal (bosque nativo, páramo, pastos y cultivos).

La escala de impresión de la cartografía multitemporal fue de 1:125.000, para representar correctamente las diferentes unidades de uso del suelo y cobertura vegetal y los grados de fragmentación del ecosistema bosque.

Para el cálculo de la tasa de deforestación, se empleó la fórmula propuesta por el MAE (2015), la misma que se describe a continuación:

$$q = \left(\frac{A_2}{A_1}\right)^{1/(t_2-t_1)} - 1$$

Dónde: A<sub>2</sub> y A<sub>1</sub> son las áreas de bosque en la fecha final (t<sub>2</sub>) y fecha inicial (t<sub>1</sub>)

### 5.2.2.7. Determinación del grado de fragmentación de los ecosistemas boscosos

Para determinar el grado de fragmentación de los ecosistemas se empleó la metodología propuesta por Lozano (2011), el estado de fragmentación se estimó a través de la relación entre el área de bosque nativo para el período 1987-2017 y el área total de la parroquia, para el cálculo se empleó el software ArcGIS en base a los archivos shapefile de uso del suelo y cobertura vegetal y el límite parroquial a escala 1:125.000.

#### 5.2.2.7.1. Índice fundamentado en Sistemas de Información Geográfica

El grado de fragmentación se calculó aplicando la relación entre el área de bosque nativo y el área total de la superficie parroquial, con la siguiente fórmula:

$$F = \text{área de ecosistema bosque (ha)} / \text{área total (ha)}$$

Los valores de F varían entre 0 y 1, las áreas que presentaron fragmentación de bosque nativo fueron clasificadas en cuatro clases, las mismas que se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla 11.**

*Grado de fragmentación y valor de F*

<b>Grado de Fragmentacion</b>	<b>Valor de F</b>
Sin Fragmentación	F=1
Fragmentacion Moderada	1 > F ≥ 0,7
Altamente Fragmentado	0,7 > F ≥ 0,5
Muy Altamente Fragmentado	0,5 > F

Fuente: Lozano, B., (2011)

### 5.2.3. Percepción de la población a través de la aplicación de encuestas

Con la finalidad de conocer la percepción de la población sobre la temática ambiental, restauración ambiental, participación comunitaria, fragmentación de ecosistemas y tenencia de la tierra, se diseñó un formato de encuesta que fue aplicado en las ocho comunidades de la parroquia “6 de Julio-Cuellaje” incluyendo la cabecera parroquial (El Rosario, Magdalena, Nápoles, Puranqui, Buena Vista, San Joaquín, La Loma, y Playa Rica).

El tamaño de la muestra poblacional se calculó mediante la siguiente fórmula propuesta por Gallego (2004):

$$n = \frac{Z^2 * N * p * q}{(N - 1) E^2 + Z^2 * p * q}$$

Dónde:

n = Tamaño de la Muestra

N = Valor de la Población

Z = Valor crítico correspondiente un coeficiente

P = Proporción de ocurrencia de un evento

q = Proporción de no ocurrencia de un evento

E = Error Muestral

La encuesta dirigida a los pobladores de las comunidades contemplo los siguientes aspectos:

- a) Integrantes que forman parte de su familia
- b) Formas de subsistencia de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje
- c) Tenencia de la tierra de la parroquia
- d) Extensión de propiedad del terreno de la parroquia
- e) Superficies y extensión de uso del suelo en la parroquia
- f) Pérdida de cobertura vegetal boscosa
- g) Superficies de pérdida de bosque
- h) Fragmentación del bosque por tipo de propiedad a nivel de comunidad
- i) Historial de pérdidas de cobertura boscosa

- j) Causas de la pérdida de bosque
- k) Fragmentación de los remanentes de bosque
- l) Pérdida de especies florísticas en las comunidades de la Parroquia
- m) Pérdida de especies faunísticas en las comunidades de la Parroquia
- n) Acciones propuestas para recuperar el bosque
- o) Prestación de servicios de comuneros para actividades de campo
- p) Formas de colaboración para la restauración ambiental

Las encuestas se aplicaron a 131 pobladores de las ocho comunidades incluyendo la cabecera parroquial, según el cálculo del tamaño muestral exacto con un intervalo de confianza de 90%. El formato de la encuesta se presenta en el anexo 2.

#### **5.2.4. Estrategias de restauración ambiental**

Para generar las estrategias de restauración ambiental se realizó un análisis FODA comparando y relacionando las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que presenta la parroquia, el análisis FODA fue empleado para la propuesta de estrategias de restauración ambiental las mismas que fueron planteadas en base al análisis de las preguntas de las encuestas aplicadas a los pobladores de la parroquia. Las estrategias fueron formuladas con los objetivos de restaurar y remediar las áreas fragmentadas de los ecosistemas de bosque nativo y páramo. Para la aplicación de las estrategias se consideró como actores principales a la Prefectura de Imbabura, GAD Municipal Santa Ana de Cotacachi, GAD Parroquial 6 de Julio-Cuellaje, MAE, MAG, y ONGs.

La propuesta se fortaleció mediante la socialización desarrollando un taller de validación con los grupos interesados para la determinación de las estrategias de restauración más adecuadas para el estudio, el mismo que incorpora un enfoque participativo a fin de recabar aportes valiosos desde el conocimiento local e institucional respecto a la propuesta de intervención para mitigar la fragmentación ambiental.

En la propuesta se detallan las actividades, los objetivos, los indicadores, los responsables gubernamentales y los responsables locales de su ejecución.

### **5.2.5. Socialización de la propuesta y validación de estrategias**

Se realizó un taller con participación comunitaria y representantes técnicos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ibarra y la Prefectura de Imbabura en la sede de la Junta Parroquial 6 de Julio-Cuellaje, donde se informó el desarrollo del trabajo de investigación, los objetivos alcanzados y los resultados obtenidos, con la finalidad de recopilar información sobre la perspectiva de los pobladores de la propuesta y validación de estrategias, para esto se solicitó a los miembros de la Junta Parroquial analizar las estrategias planteadas y priorizarlas de acuerdo a la relevancia e interés para la comunidad.

Además se aplicó una encuesta para conocer las perspectivas, beneficios, importancia y aplicación de los resultados de la presente investigación en los pobladores de la parroquia.

## **6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.-**

### **6.1. Resultados**

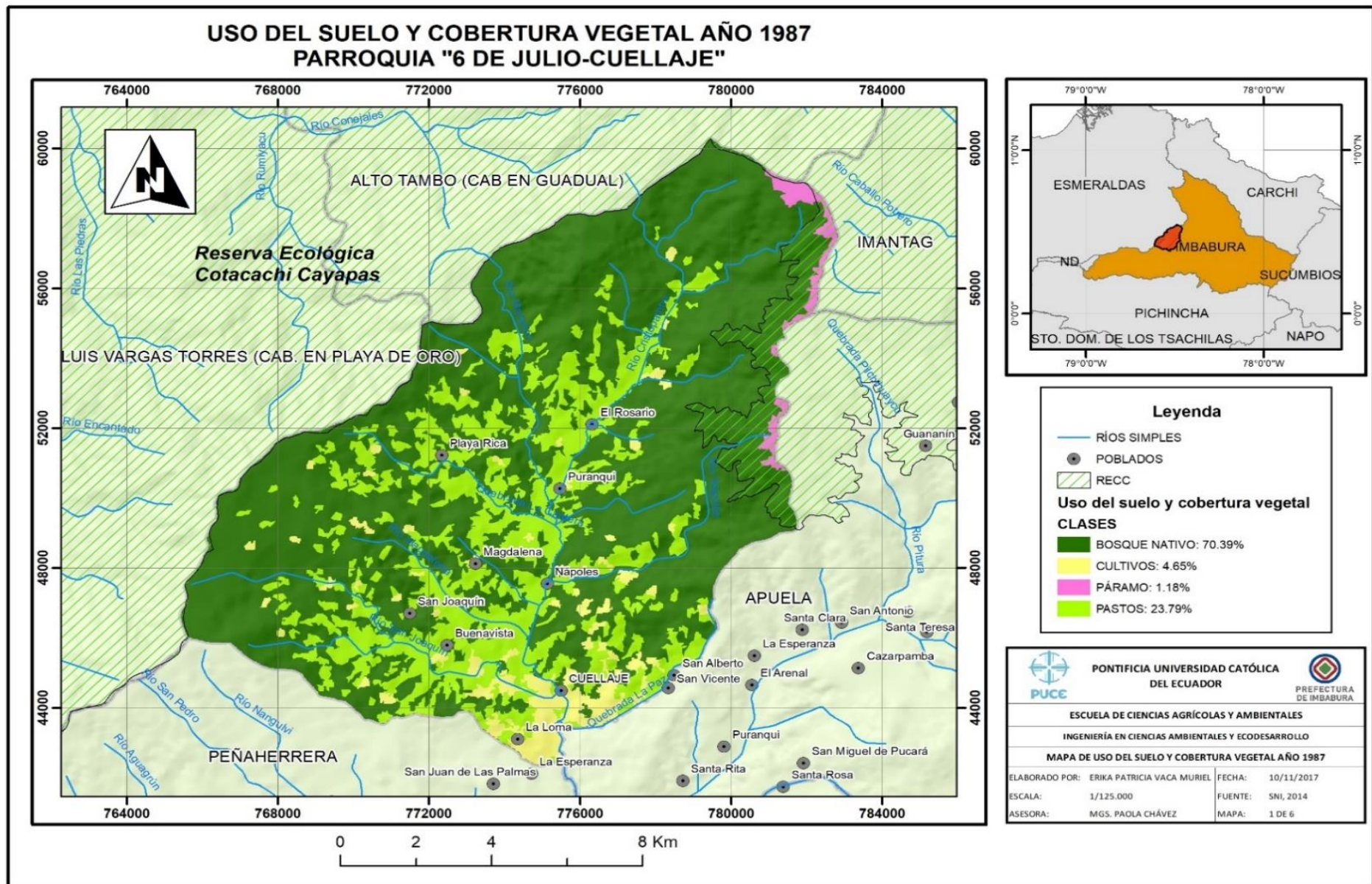
#### **6.1.1. Análisis multitemporal y grado de fragmentación del ecosistema bosque nativo**

Los resultados del cambio de uso del suelo y cobertura vegetal reflejaron el grado de fragmentación del ecosistema bosque nativo, el análisis multitemporal del período de treinta años para las comunidades parroquiales en función de las clases de uso y cobertura identificadas (cultivo, pasto, bosque nativo, y páramo) mostró la pérdida de bosque nativo en la parte baja, media, y alta de la parroquia.

El análisis se realizó en diferentes períodos de tiempo correspondiente a los años: 1987, 1996, 2001, 2006, y 2017

##### **6.1.1.1. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 1987**

En la figura 5, se presenta la distribución espacial del uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje para el año 1987, se observa que, el bosque nativo se extendía en la parte alta (2800-3400 msnm), y media (2300-2800 msnm) de la parroquia ocupando una superficie de 12 229,74 ha; mientras que los pastos con una superficie de 4 132,72 ha y cultivos ocupando una extensión de 807,77 ha se concentraron en las partes media y baja de la parroquia, y el páramo ocupó pequeñas extensiones de la parte alta especialmente en el sector noreste con una superficie de 204,50 ha.



*Figura 5.* Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 1987  
 Elaborado por: La Autora

En la tabla 12 se señala las superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 1987.

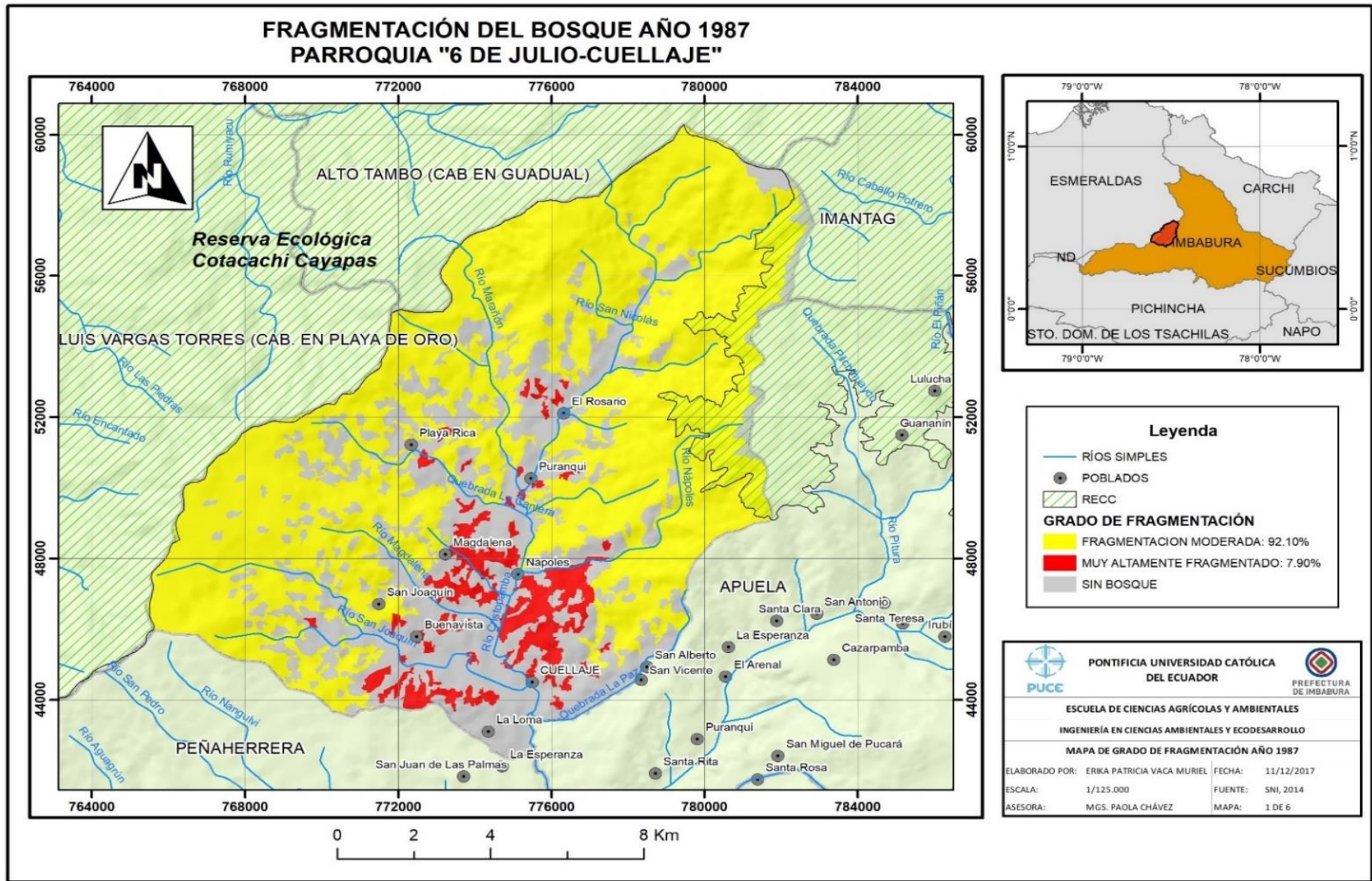
**Tabla 12.**

*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 1987*

<b>Clases</b>	<b>Año 1987 (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Bosque	12 229,74	70,39 %
Cultivos	807,77	4,65 %
Páramo	204,50	1,18 %
Pastos	4 132,72	23,79 %
Total	17 374,73	100,00 %

Elaborado por: La Autora

En la figura 6 se muestra la distribución espacial de la fragmentación del bosque nativo en el año 1987, se observa que las áreas más afectadas por fragmentación se localizaron en la parte baja (1800-2300 msnm) y media de la parroquia (2300-2800 msnm) lo que causó una ruptura de los corredores biológicos entre la vertiente oeste y la vertiente este del río Cristopamba. Las áreas de bosque nativo de la parte alta (2800-3400 msnm) presentó una fragmentación moderada produciendo un grado menor de ruptura de los corredores biológicos. En la parte media y baja de la parroquia existían pastos y cultivos, por lo que no se produjeron fragmentaciones de bosque nativo, sin embargo en los sitios donde existían relictos de bosque nativo se produjo una fragmentación de grados muy alto y moderado.



*Figura 6.* Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 1987  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 13 se muestran los grados de fragmentación del bosque nativo del año 1987 en la parroquia, se identificó un grado de fragmentación moderada en la cobertura vegetal boscosa con 11 263,08 ha correspondiente a 92,10%; este grado de fragmentación afectó al bosque nativo conformado por especies como: cedro (*Cedrela montana*), cholán (*Tecoma stans*), canelo (*Nectandra laurel*), aliso (*Alnus acuminata*), yalomán (*Delostoma integrifolium*), arrayán (*Myrcianthes hallii*), guandera (*Clusia flaviflora*), olivo (*Podocarpus oleifolius*), caimitillo (*Chrysophyllum cainito*), matache (*Weinmannia fagaroides*), pache (*Psidium guineense*), yarumo (*Cecropia peltata*), mientras que una superficie de 966,65 ha (7,90%) se encuentra dentro de la categoría muy altamente fragmentado donde el bosque fue mayormente intervenido.

**Tabla 13.**

*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 1987*

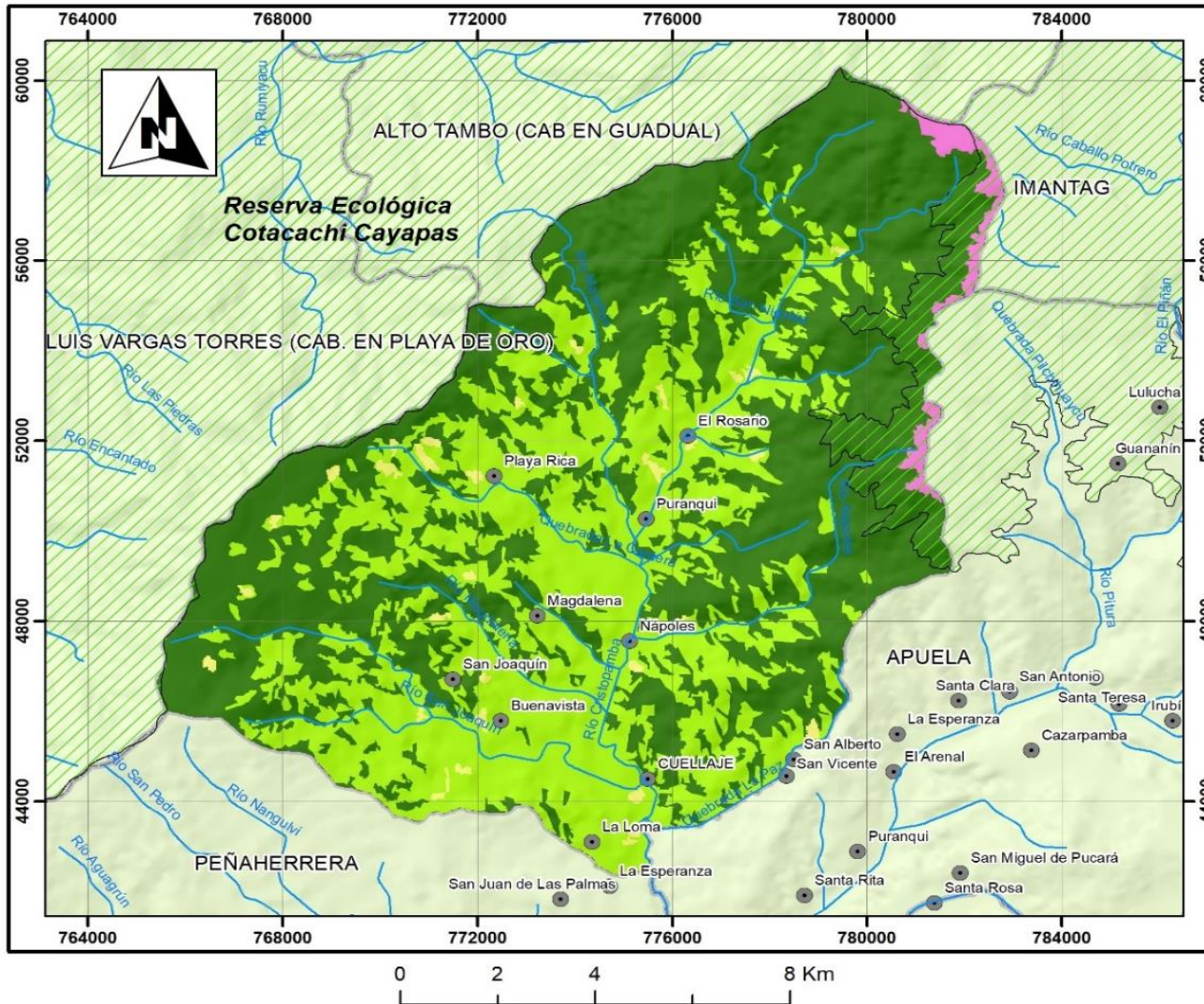
<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 1987 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Fragmentación Moderada	11 263,08	92,10 %
Altamente Fragmentado	0	0,00 %
Muy Altamente Fragmentado	966,65	7,90 %
Total	12 229,74	100,00 %

Elaborado por: La Autora

### **6.1.1.2. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 1996**

En la figura 7 se indica el uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia para el año 1996, se muestra que el bosque nativo se extendía en las partes altas (2800-3400 msnm, vertiente este y vertiente oeste) y media (2300-2800 msnm) de la parroquia ocupando una superficie de 9 786,56 ha; mientras que los pastos con una superficie de 7 172,09 ha y los cultivos ocuparon una extensión de 193,28 ha, se concentraron en las partes media y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia, y el páramo tuvo pequeñas extensiones en la parte alta de la parroquia especialmente en el sector noreste con una superficie de 223,21 ha.

## USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 1996 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



**Leyenda**

- RÍOS SIMPLES
- POBLADOS
- RECC

**Uso del suelo y cobertura vegetal**

**CLASES**

- BOSQUE NATIVO: 56.33%
- CULTIVOS: 1.11%
- PÁRAMO: 1.28%
- PASTOS: 41.28%

<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR</b>	
<b>ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES</b>	
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo</b>	
<b>MAPA DE USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 1996</b>	
ELABORADO POR: ERIKA PATRICIA VACA MURIEL	FECHA: 10/11/2017
ESCALA: 1/125.000	FUENTE: SNI, 2014
ASESORA: MGS. PAOLA CHÁVEZ	MAPA: 2 DE 6

*Figura 7.* Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 1996  
Elaborado por: La Autora

La tabla 14 muestra las superficies de uso del suelo y cobertura vegetal del año 1996 donde se determina que el territorio parroquial está destinado a actividades agropecuarias (cultivos y pastos) con un 42,39%, mientras que la cobertura natural (bosque y páramo) es de un 57,61%.

**Tabla 14.**

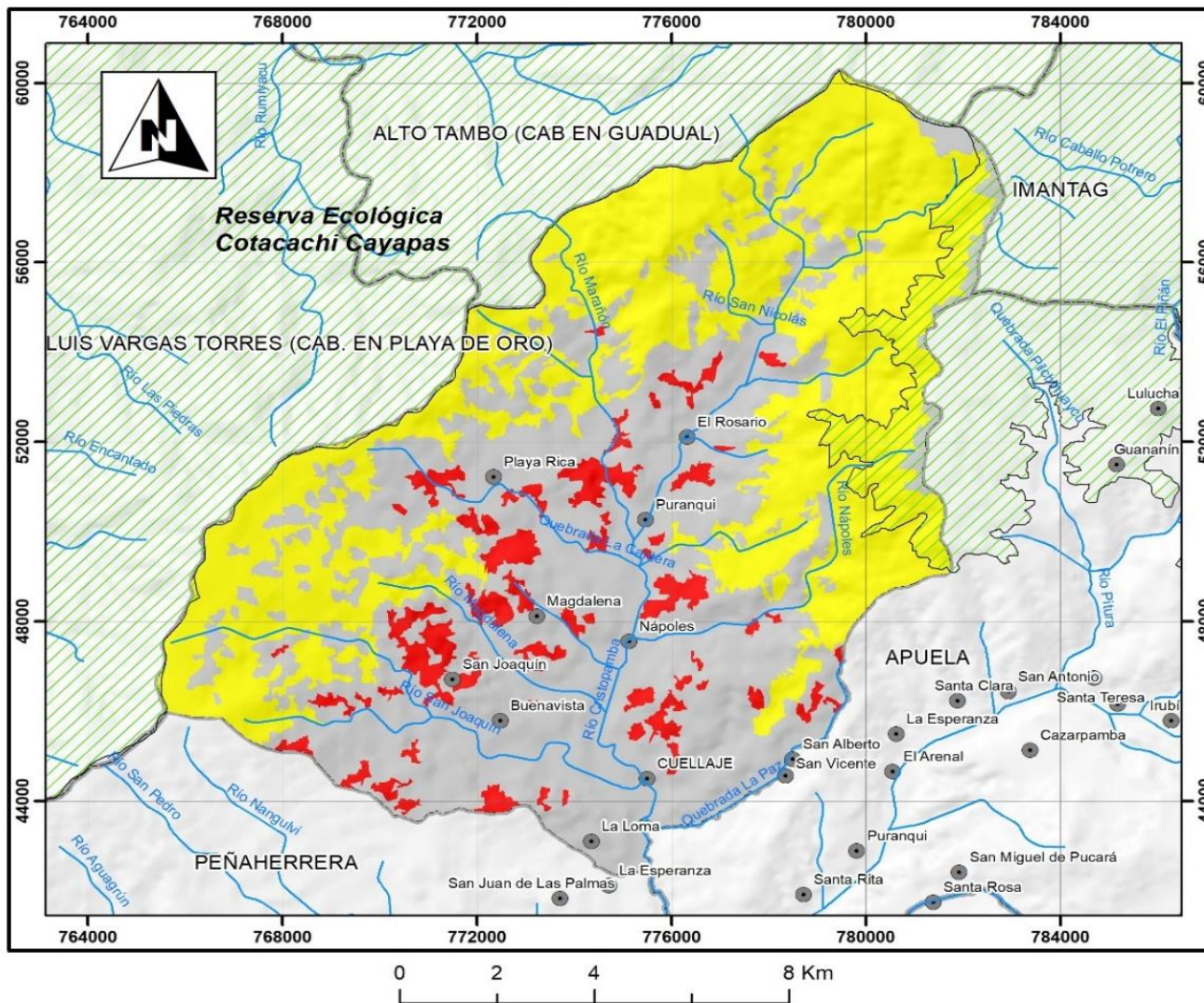
*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 1996*

<b>Clases</b>	<b>Año 1996 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque	9 786,56	56,33%
Cultivos	193,28	1,11%
Páramo	223,21	1,28%
Pastos	7 172,09	41,28%
Total	17 375,14	100%

Elaborado por: La Autora

En la figura 8 se observa la distribución parroquial de la fragmentación del bosque nativo en el año 1996, se indica que las áreas más fragmentadas se localizaron en la parte media (2300-2800 msnm) y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia con grados muy alto y moderado, lo que ocasionó la separación de los corredores biológicos entre la vertiente oeste y la vertiente este del río Cristopamba. Las áreas de bosque nativo de la parte alta (2800-3400 msnm) presentaron una fragmentación moderada produciendo un bajo impacto en la ruptura de la conexión entre los corredores biológicos.

## FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE AÑO 1996 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR</b>	
<b>ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES</b>	
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo</b>	
<b>MAPA DE GRADO DE FRAGMENTACIÓN AÑO 1996</b>	
ELABORADO POR: ERIKA PATRICIA VACA MURIEL	FECHA: 11/12/2017
ESCALA: 1/125.000	FUENTE: SNI, 2014
ASESORA: MGS. PAOLA CHÁVEZ	MAPA: 2 DE 6

*Figura 8.* Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 1996  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 15 se indican los grados de fragmentación del bosque nativo en el año 1996, en los cuales se evidenció que existió fragmentación moderada de cobertura boscosa con 7 662,87 ha (87,78 %), mientras que la categoría muy altamente fragmentado tuvo una superficie de 1 066,58 ha (12,22%), lo que pudiera haber causado efectos negativos en la composición y estructura del ecosistema bosque. La ubicación de las categorías de fragmentación están concentradas en las vertientes izquierda y derecha de la parte media (2300-2800 msnm) y baja de la parroquia (1800-2300 msnm).

En la tabla 15 se identifican los datos de superficie y porcentaje de los grados de fragmentación del bosque.

**Tabla 15.**

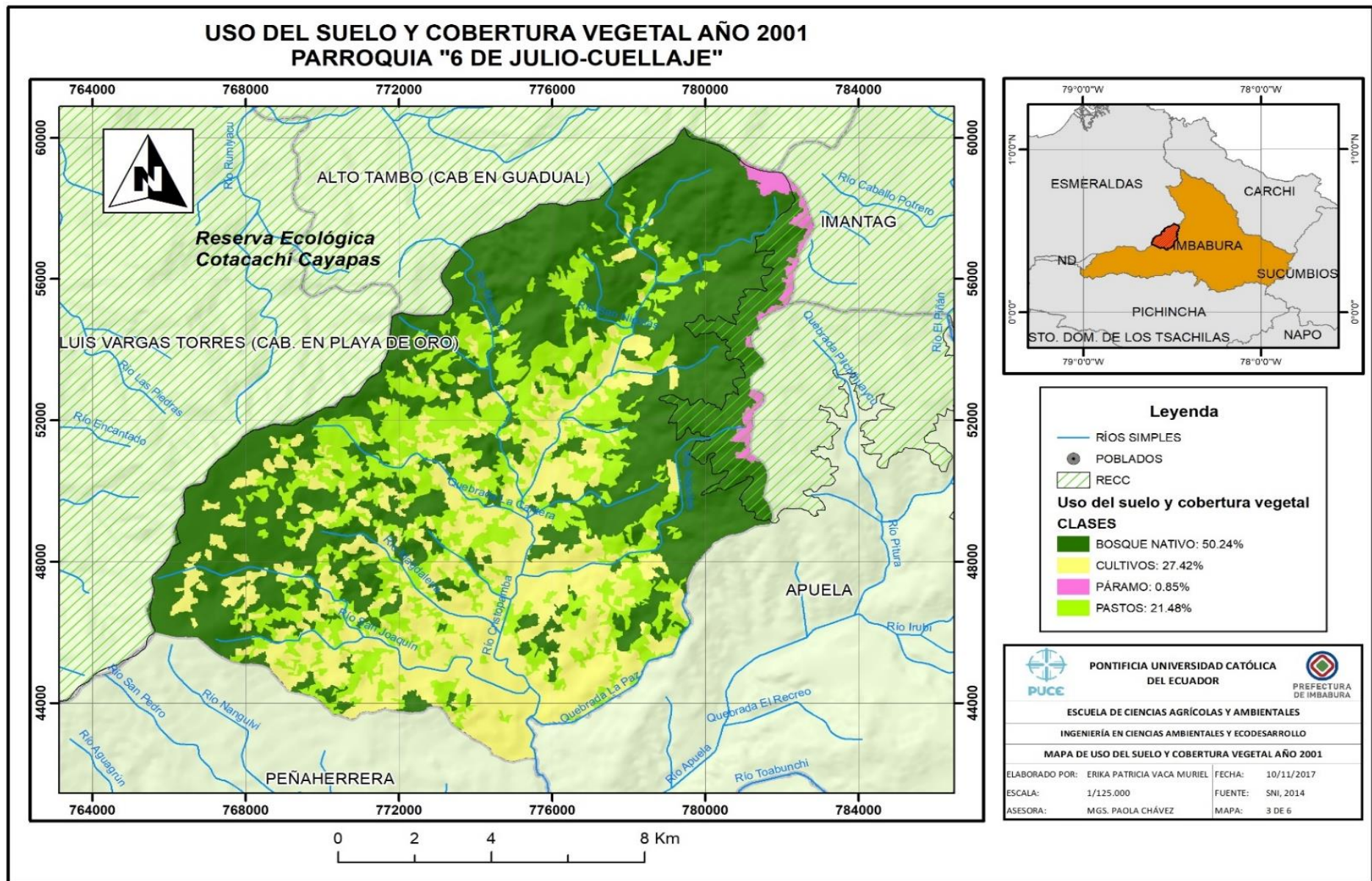
*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 1996*

<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 1996 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Fragmentación Moderada	7 662,87	87,78%
Altamente Fragmentado	0	0,00%
Muy Altamente Fragmentado	1 066,58	12,22%
Total	8 729,45	100,00%

Elaborado por: La Autora

### **6.1.1.3. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2001**

En la figura 9 se presenta el uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia para el año 2001, se observa la ubicación y extensión que tenía el bosque nativo en la parte alta (vertiente este y vertiente oeste) (2800-3400 msnm) y media de la parroquia (2300-2800 msnm), ocupando una superficie de 8 729,45 ha; mientras que las áreas de pastizales ocuparon una superficie de 3 732,8 ha, los cultivos cubrieron una extensión de 4 763,69 ha, localizados en las partes media y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia, y el páramo con pequeñas extensiones, se localizó en la parte alta de la parroquia especialmente en el sector noreste (zona de amortiguamiento de la RECC) con una superficie de 148,42 ha.



**Figura 9.** Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2001  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 16 se detalla la superficie y porcentaje del uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia en el año 2001, para las cuatro clases identificadas:

**Tabla 16.**

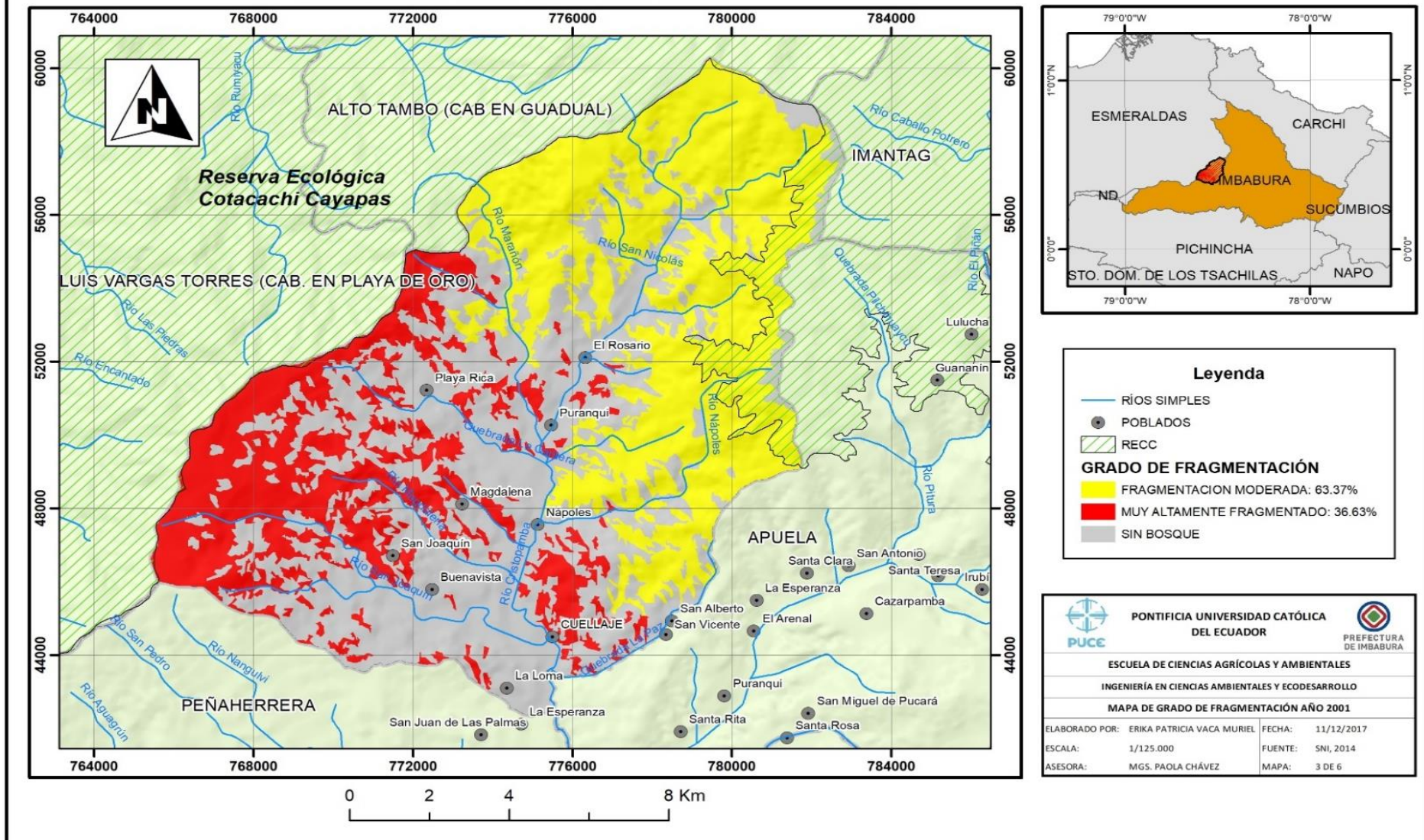
*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2001*

<b>Clases</b>	<b>Año 2001 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque	8 729,45	50,24 %
Cultivos	4 763,69	27,42 %
Páramo	148,42	0,85 %
Pastos	3 732,8	21,48 %
<b>Total</b>	<b>17 374,36</b>	<b>100 %</b>

Elaborado por: La Autora

En la figura 10 se indica la ubicación espacial de la fragmentación del bosque nativo en el año 2001, se determinó que las superficies más deterioradas por fragmentación se concentran en la zona Sur y Suroeste de la parroquia, encontrándose dentro de la categoría “muy altamente fragmentado”, donde puede generarse reducción de hábitats naturales, mientras que las zonas Norte y Noreste experimentaron una fragmentación moderada. En este año de análisis, la parte media (2300-2800 msnm) y baja (1800-2300 msnm) del territorio parroquial se encontraba cubierta por pastos en mayor porcentaje, y los cultivos en menor proporción, en donde no se encontró fragmentación de bosque nativo, pero la fragmentación de grado muy alto y moderado se produjo únicamente en los remantes de bosque.

## FRAGMENTACIÓN DEL BOSQUE AÑO 2001 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



*Figura 10.* Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2001  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 17 se indican las categorías de fragmentación del bosque nativo en el año 2001, en el cual se determinó que existió fragmentación moderada de bosque en mayor extensión con 6 201,44 ha (63,37 %), en comparación con la categoría muy altamente fragmentado que tuvo una superficie de 3 585,12 ha (36,63%), lo que puede ocasionar alteraciones en las funciones biológicas de dicho ecosistema. La ubicación de la fragmentación se produjo mayormente en la vertiente izquierda de la parroquia en el sector alto (2800-3400 msnm) de la cordillera de Toisán (límites de la RECC) donde existía mayor porcentaje de cobertura vegetal boscosa que en el transcurso de los años fue convertida a áreas de cultivos y pastizales.

**Tabla 17.**

*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2001*

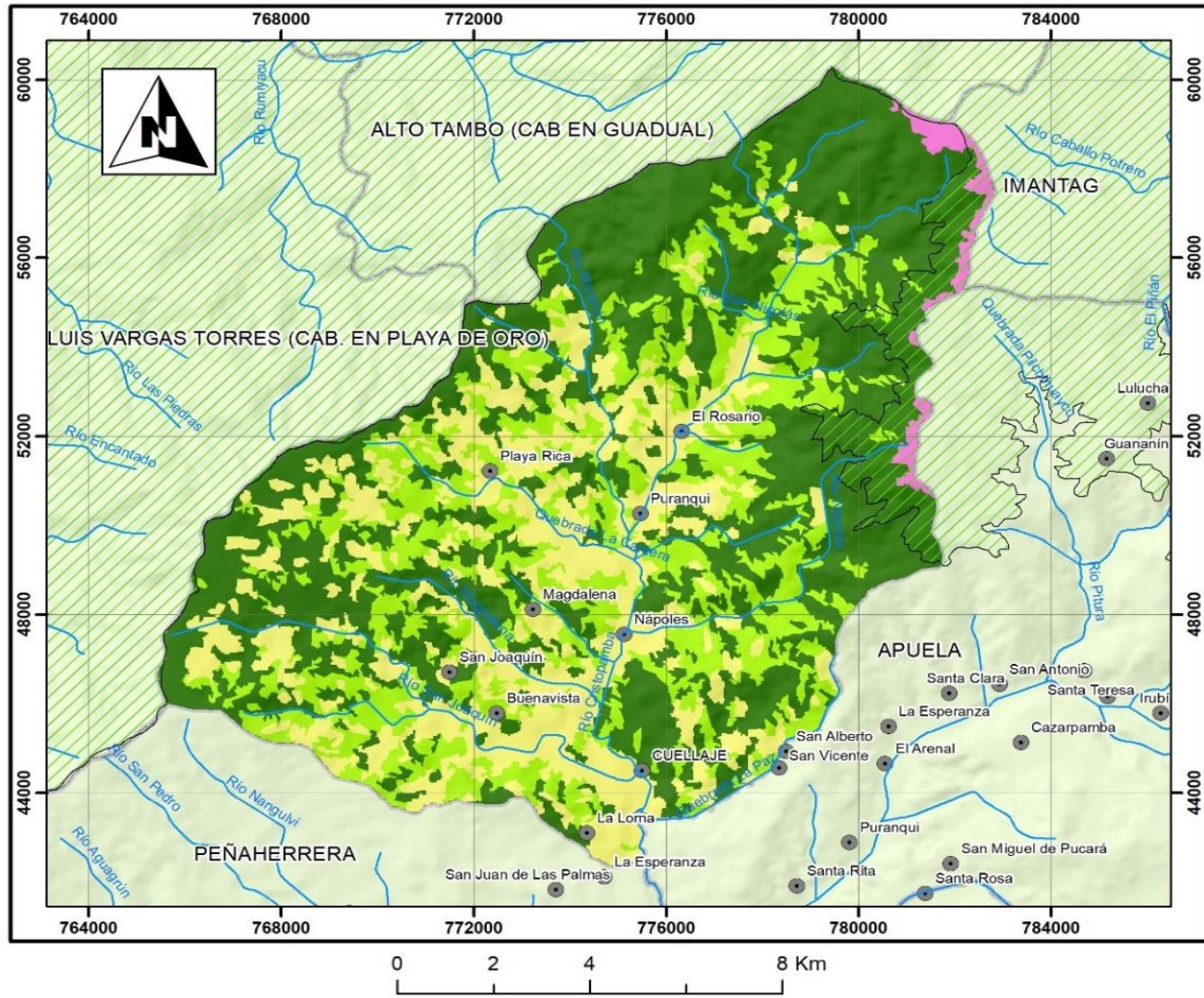
<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 2001 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Fragmentación Moderada	6201,44	63,37 %
Altamente Fragmentado	0	0,00 %
Muy Altamente Fragmentado	3585,12	36,63 %
Total	9786,56	100,00 %

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.4. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2006**

La figura 11 indica la distribución de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia en el año 2006, se observa que el bosque nativo se distribuía mayormente en las partes Norte y Este de la parroquia ocupando una superficie de 8 558,85 ha; a diferencia de las áreas de pastos que tuvieron una superficie de 4 336,93 ha, mientras que los cultivos ocuparon una extensión de 4 254,62 ha ubicados de forma dispersa en las partes media (2300-2800 msnm) y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia, y el páramo tuvo superficies menores localizadas en la parte alta (2800-3400 msnm) en el sector Noreste con una superficie de 222,91 ha.

## USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 2006 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



**Legenda**

- RÍOS SIMPLES
- POBLADOS
- RECC

**Uso del suelo y cobertura vegetal**

**CLASES**

- BOSQUE NATIVO: 49.26%
- CULTIVOS: 24.49%
- PÁRAMO: 1.28%
- PASTOS: 24.96%

	<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR</b>	
<b>ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES</b>		
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo</b>		
<b>MAPA DE USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 2006</b>		
ELABORADO POR: ERIKA PATRICIA VACA MURIEL	FECHA: 10/11/2017	
ESCALA: 1/125.000	FUENTE: SNI, 2014	
ASESORA: MGS. PAOLA CHÁVEZ	MAPA: 4 DE 6	

*Figura 11.* Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2006  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 18 se registran los datos correspondientes a las clases de uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia.

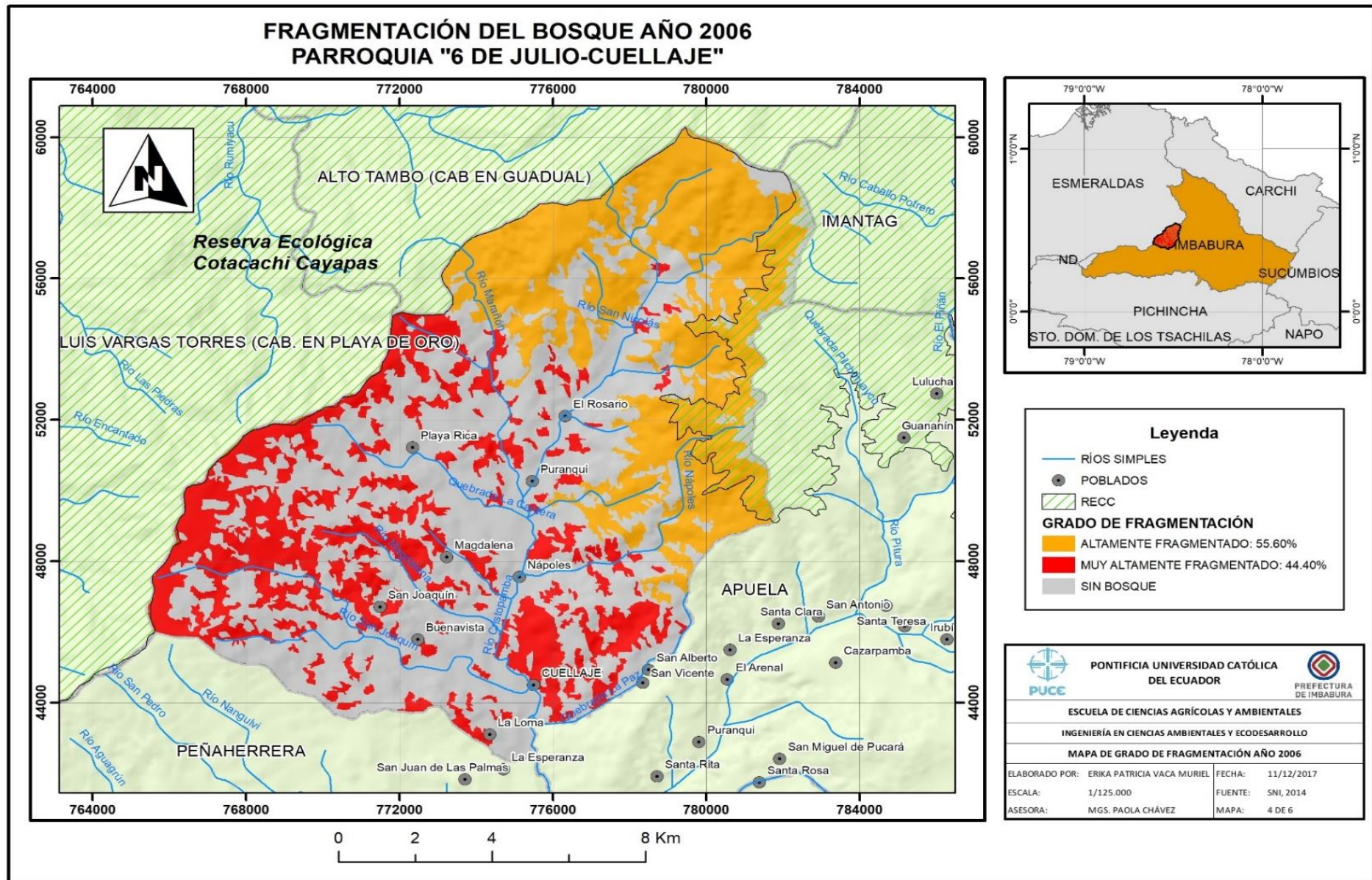
**Tabla 18.**

*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2006*

<b>Clases</b>	<b>Año 2006 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque Nativo	8 558,85	49,26%
Cultivos	4 254,62	24,49%
Páramo	222,91	1,28%
Pastos	4 336,93	24,96%
Total	17 373,31	100%

Elaborado por: La Autora

En la figura 12 se observa la ubicación espacial de la fragmentación del bosque nativo en el año 2006, se determinó que las áreas con fragmentación de grado alto se ubicaron en las partes alta (2800-3400 msnm) y media (2300-2800 msnm) de la parroquia, lo que puede causar un distanciamiento entre los corredores biológicos de la fauna silvestre de las vertientes oeste y este del río Cristopamba. La parte media y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia estuvo cubierta por pastos y cultivos de forma dispersa, por lo que se identificaron fragmentaciones de bosque nativo de grados alto y muy alto.



*Figura 12.* Mapa de fragmentación del bosque nativo en el año 2006  
Elaborado por: La Autora

Los grados de fragmentación identificados tuvieron una extensión y un porcentaje de cobertura parroquial que se indican en la tabla 19.

**Tabla 19.**

*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2006*

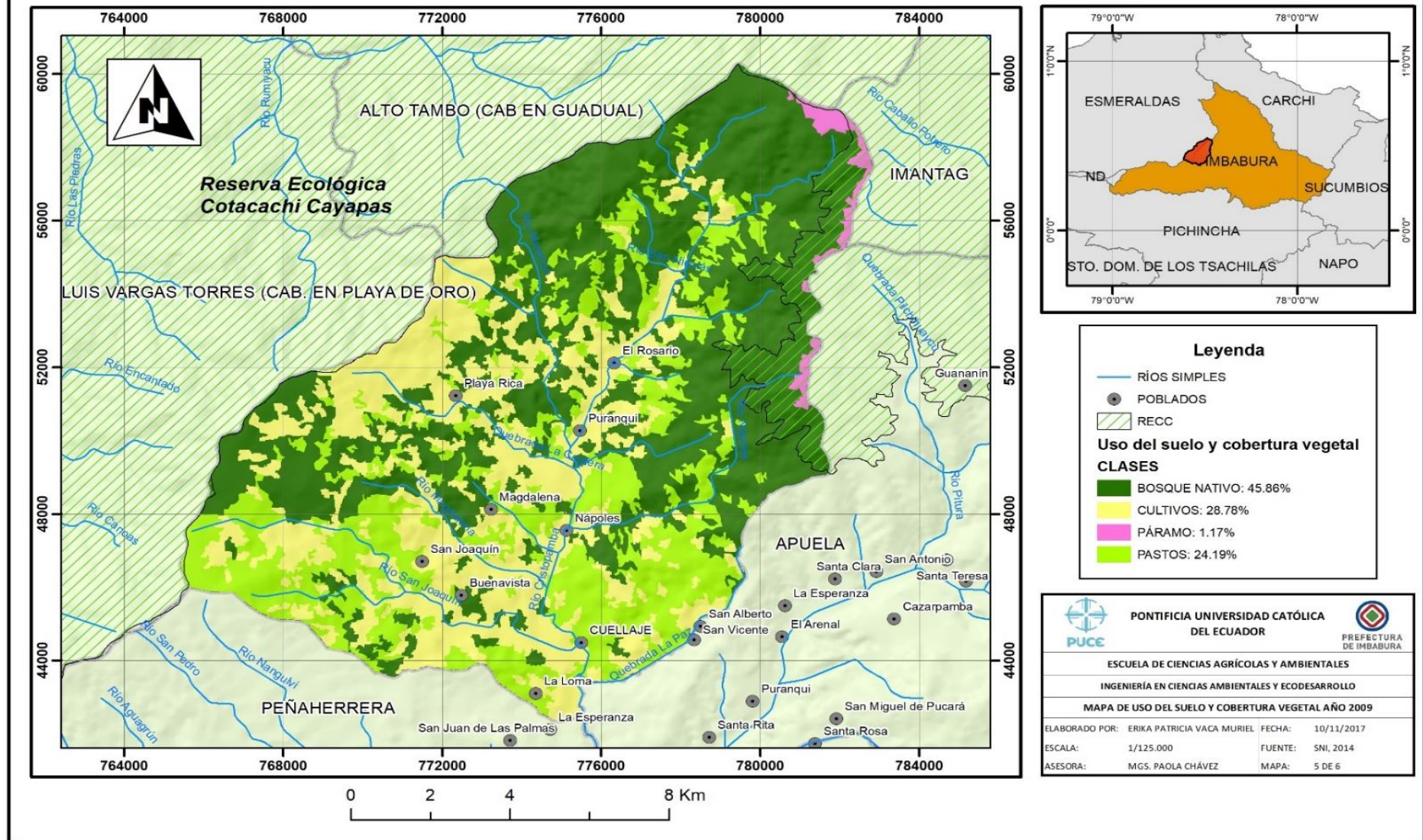
<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 2006 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Fragmentación Moderada	0	0,00%
Altamente Fragmentado	4 758,58	55,60%
Muy Altamente Fragmentado	3 800,27	44,40%
Total	8 558,85	100,00%

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.5. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2009**

En la figura 13 se registró las superficies de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia en el año 2009, el bosque nativo se extendía en su mayor parte en la parte alta (2800-3400 msnm) y media (2300-2800 msnm) con una superficie de 7 968,19 ha, los pastizales cubrieron una superficie de 4 202,98 ha y los cultivos ocuparon un área de 5 000,49 ha, concentrados en las partes media y baja (1800-2300 msnm), y el ecosistema páramo ocupó extensiones menores localizadas en el Noreste con una superficie de 204,16 ha.

## USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 2009 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



*Figura 13.* Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2009  
Elaborado por: La Autora

De acuerdo a la tabla 20 la distribución de las superficies del uso del suelo y cobertura son las siguientes:

**Tabla 20.**

*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2009*

<b>Clases</b>	<b>Año 2009 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque	7 968,19	45,86%
Cultivos	5 000,49	28,78%
Páramo	204,16	1,17%
Pastos	4 202,98	24,19%
Total	17 375,81	100%

Elaborado por: La Autora

En la figura 14 se visualiza que la alteración del bosque nativo por fragmentación en el año 2009 se concentra en la parte Norte y Este de la parroquia, generando espacios de mayor extensión en los sitios que funcionaban como corredores biológicos de la fauna silvestre entre las vertientes oeste y este del río Cristopamba. La parte media (2300-2800 msnm) y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia estuvo cubierta por pastos y cultivos para actividades agropecuarias, debido a esto no se identificaron fragmentaciones de bosque nativo, sin embargo donde existían relictos de bosque nativo se observa una fragmentación en grados de muy alto y alto.



En la tabla 21 se muestra la cuantificación de la superficie y porcentaje de los grados de fragmentación de bosque nativo:

**Tabla 21.**

*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2009*

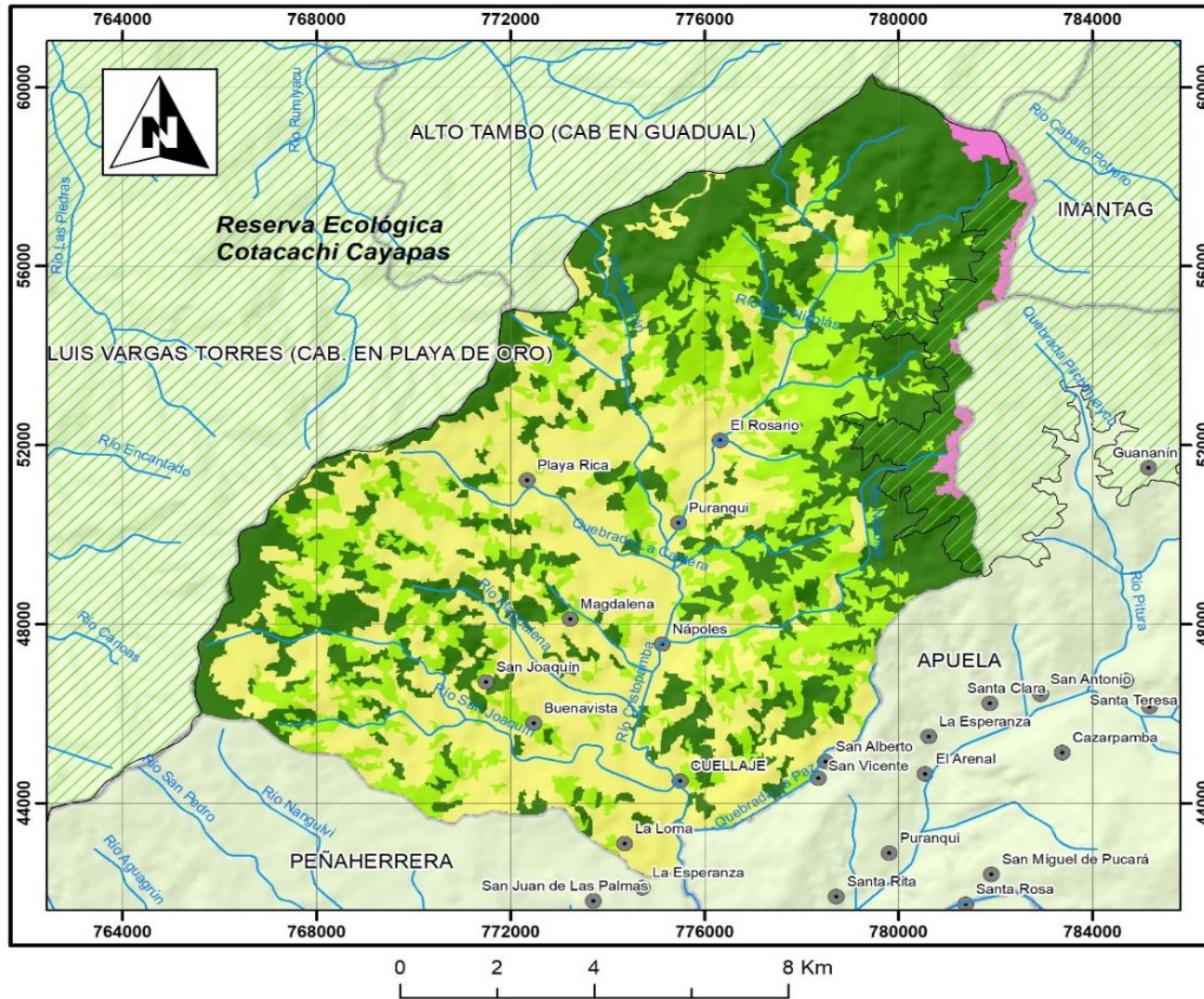
<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 2009 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Fragmentación Moderada	0	0,00%
Altamente Fragmentado	5 498,57	69,01%
Muy Altamente Fragmentado	2 469,62	30,99%
Total	7 968	100,00%

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.6. Análisis multitemporal y grado de fragmentación año 2017**

En la figura 15 se representa geográficamente las extensiones de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia para el año 2017, se observa que el bosque nativo se distribuía de forma aleatoria en el territorio parroquial con una superficie de 6 294,39 ha; los pastos alcanzaron superficies de 4 143,92 ha y los cultivos ocuparon extensiones de 6 746,47 ha, distribuidos mayormente en las partes alta (2800-3400 msnm), media (2300-2800 msnm), y baja (1800-2300 msnm) debido al aumento de la intervención antrópica, y el páramo se localizó en el Noreste con una superficie de 184,36 ha.

## USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 2017 PARROQUIA "6 DE JULIO-CUELLAJE"



<b>PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR</b>	
<b>ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES</b>	
<b>INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODESARROLLO</b>	
<b>MAPA DE USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL AÑO 2017</b>	
ELABORADO POR: ERIKA PATRICIA VACA MURIEL	FECHA: 10/11/2017
ESCALA: 1/125.000	FUENTE: SNI, 2014
ASESORA: MGS. PAOLA CHÁVEZ	MAPA: 6 DE 6

*Figura 15.* Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017  
Elaborado por: La Autora

En la tabla 22 se muestra la distribución en superficie y porcentaje de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal para el año 2017.

**Tabla 22.**

*Superficies del uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017*

<b>Clases</b>	<b>Año 2017 (ha)</b>	<b>Porcentaje</b>
Bosque	6 294,39	36,24%
Cultivos	6 746,47	38,84%
Páramo	184,36	1,06%
Pastos	4 143,92	23,86%
Total	17 369,14	100%

Elaborado por: La Autora

En la figura 16 se detalla el estado de la fragmentación del bosque nativo en el año 2017, la fragmentación se presentó de forma aleatoria, es decir se distribuye en todo el territorio parroquial, produciendo espacios considerables desprovistos de cobertura vegetal boscosa, lo que puede incidir negativamente en la conexión de los corredores biológicos entre las vertientes Oeste y Este del río Cristopamba. Las áreas de pastos y cultivos se concentraron en los sitios aledaños de los ríos, quebradas y drenajes del territorio parroquial.



En la tabla 23 se presentan las superficies y porcentaje, y el área total de los grados de fragmentación identificados en el año 2017.

**Tabla 23.**

*Grados de fragmentación de los ecosistemas del año 2017*

<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 2017 (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Fragmentación Moderada	0	0,00%
Altamente Fragmentado	3 392,74	53,82%
Muy Altamente Fragmentado	2 911,07	46,18%
Total	6304	100,00%

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.7. Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017**

En la figura 17 se presenta las superficies de las categorías de uso del suelo y cobertura vegetal para un período de análisis de 30 años, se evidencia que el bosque nativo tiene la tendencia a disminuir en función de los años de análisis (1987-2017), mientras que los pastos y cultivos muestran un aumento en el período de análisis, el páramo presentó escasa variación, manteniendo similitud en superficies para los años de estudio. El bosque nativo fue la clase que más cambios presentó en términos de superficies.



**Figura 17.** Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en la parroquia 6 de Julio -.Cuellaje

Elaborado por: La Autora

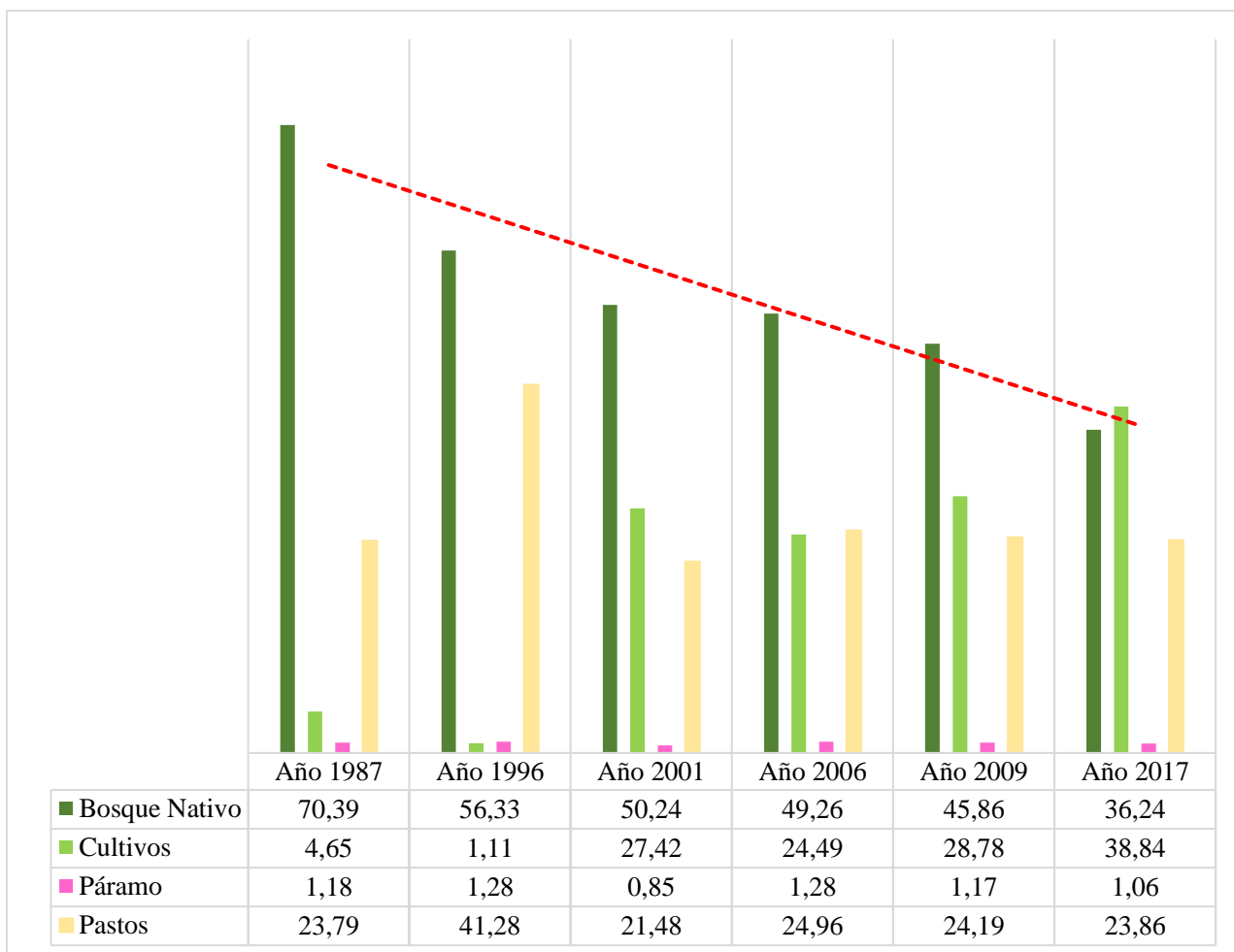
Los cambios detectados en las clases bosque nativo, cultivos, páramo, y pastos durante un período de tiempo de treinta años en unidades de hectáreas, se indican en la tabla 24.

**Tabla 24.***Uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017*

<b>Clases</b>	<b>Año 1987 (ha)</b>	<b>Año 1996 (ha)</b>	<b>Año 2001 (ha)</b>	<b>Año 2006 (ha)</b>	<b>Año 2009 (ha)</b>	<b>Año 2017 (ha)</b>	<b>Superficies de cambio (1987-2017) (ha)</b>	<b>Observacio nes (Pérdida/ Incremento)</b>
Bosque Nativo	12229,74	9786,56	8729,45	8558,85	7968,19	6294,39	-5935,35	Pérdida
Cultivos	807,77	193,28	4763,69	4254,62	5000,49	6746,47	5938,7	Incremento
Páramo	204,50	223,21	148,42	222,91	204,16	184,36	-20,14	Pérdida
Pastos	4132,72	7172,09	3732,8	4336,93	4202,98	4143,92	11,2	Incremento
Total	17374,73	17375,14	17374,36	17373,31	17375,81	17369,14	-	-

Elaborado por: La Autora

En la figura 18 se representa la tendencia en la variación porcentual de las clases de uso del suelo y cobertura vegetal: bosque nativo, cultivos, páramo, y pastos; donde la tendencia es negativa es decir en general las coberturas de vegetación natural disminuyen en el transcurso de los años, mientras que las coberturas antrópicas aumentan en el período 1987-2017.



**Figura 18.** Variación en el cambio de uso del suelo y cobertura vegetal en el período 1987-2017

Elaborado por: La Autora

En la tabla 25 se indican los cambios detectados en las clases bosque nativo, cultivos, páramo, y pastos durante un período de tiempo de treinta años en unidades de porcentaje, dónde se determinó que las dos categorías de bosque nativo (34,15%) y páramo (0,12%) experimentaron pérdida de cobertura vegetal por el reemplazo e incremento de cultivos y pastos a gran escala.

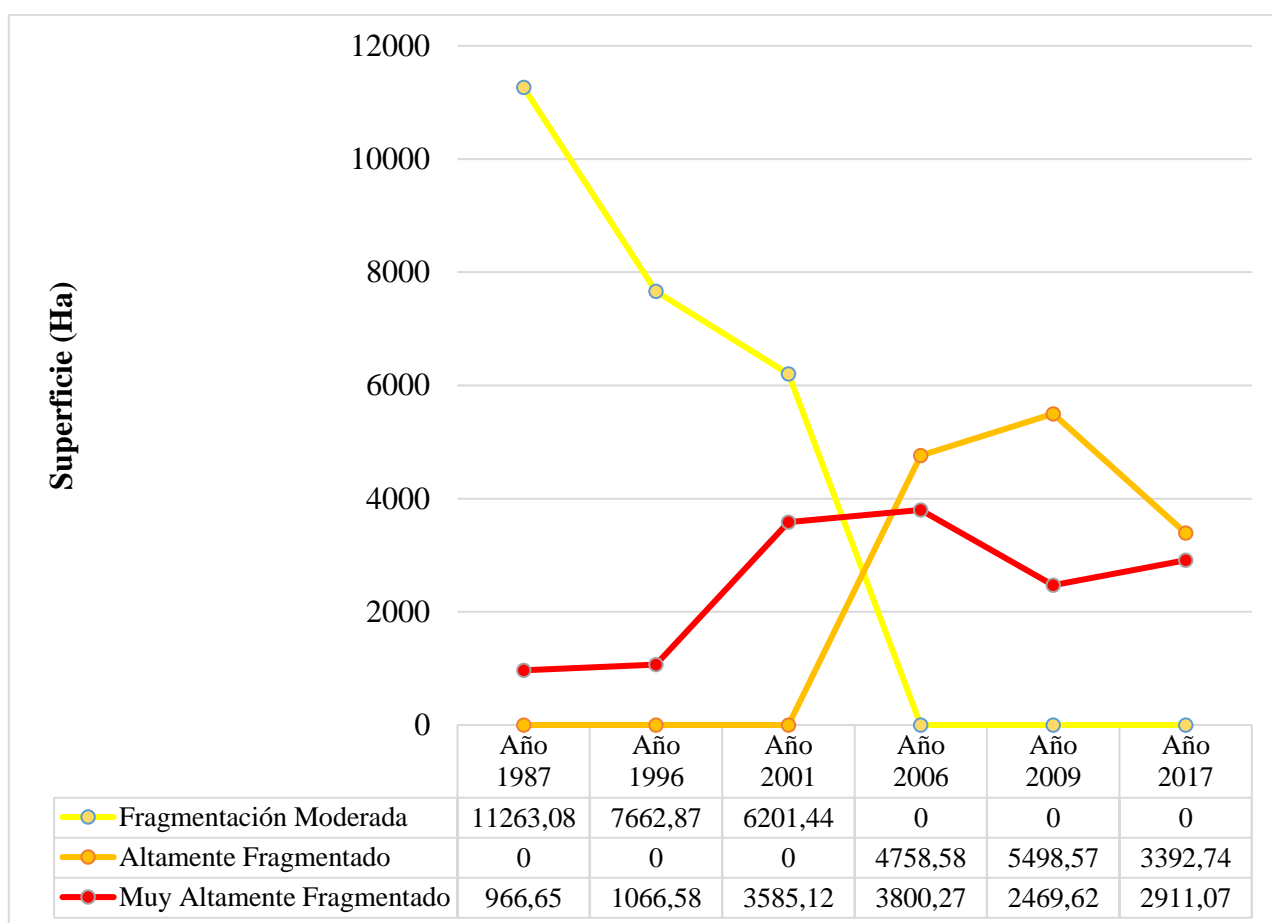
**Tabla 25.***Porcentaje de cambio del uso del suelo y cobertura vegetal del período 1987-2017*

<b>Clases</b>	<b>Año 1987 (%)</b>	<b>Año 1996 (%)</b>	<b>Año 2001 (%)</b>	<b>Año 2006 (%)</b>	<b>Año 2009 (%)</b>	<b>Año 2017 (%)</b>	<b>Superficies de cambio (1987- 2017) (%)</b>	<b>Observaciones (Pérdida/ Incremento)</b>
Bosque Nativo	70,39	56,33	50,24	49,26	45,86	36,24	-34,15	Pérdida
Cultivos	4,65	1,11	27,42	24,49	28,78	38,84	34,19	Incremento
Páramo	1,18	1,28	0,85	1,28	1,17	1,06	-0,12	Pérdida
Pastos	23,79	41,28	21,48	24,96	24,19	23,86	0,07	Incremento
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	-	-

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.8. Grado de fragmentación del bosque nativo de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje (Período 1987-2017)**

En la figura 19 se identifican los grados de fragmentación del bosque nativo, se observa que la fragmentación moderada tuvo valores altos en el primer año de análisis, disminuyendo hasta los tres últimos años de estudio; la fragmentación alta en los tres primeros años muy baja y presentó un aumento a partir del tercer año de análisis; la fragmentación muy alta en el primer año de análisis presentó valores bajos y aumentó a partir de los cuatro últimos años. En general la fragmentación del bosque nativo se presentó mayormente en la parte media (2300-2800 msnm) y baja (1800-2300 msnm) de la parroquia, debido a que en año 1987 existía mayor superficie de bosque nativo, con el transcurso de los años las actividades agrícolas y ganaderas de los pobladores incidieron en el aumento de la fragmentación de bosque nativo alcanzando la cobertura vegetal de la parte alta (2800-3400 msnm).



**Figura 19.** Grados de fragmentación y superficies de bosque nativo afectados (1987-2017)

Elaborado por: La Autora

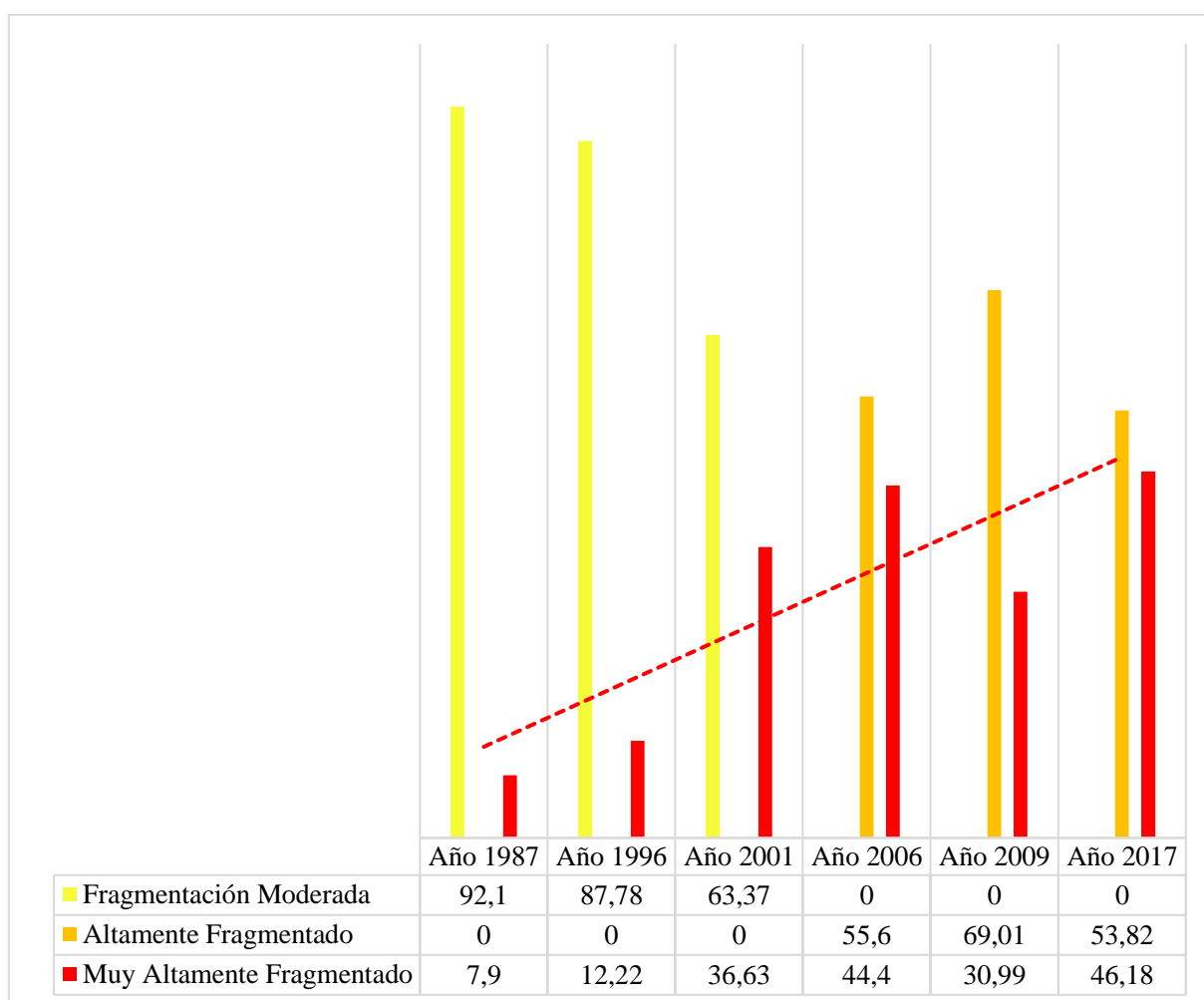
En la tabla 26 se detallan los grados de fragmentación detectados para el período 1987-2017, los valores mas altos de fragmentación moderada se detectaron en el bosque nativo en los años 1987 y 1996, debido a que en este período la cobertura de bosque nativo de la parroquia tenía superficies más grandes.

**Tabla 26.***Grados de fragmentación del ecosistema bosque nativo del período 1987-2017*

<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 1987</b>	<b>Año 1996</b>	<b>Año 2001</b>	<b>Año 2006</b>	<b>Año 2009</b>	<b>Año 2017</b>
	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>	<b>(ha)</b>
Fragmentación Moderada	11263,08	7662,87	6201,44	0	0	0
Altamente Fragmentado	0	0	0	4758,58	5498,57	3392,74
Muy Altamente Fragmentado	966,65	1066,58	3585,12	3800,27	2469,62	2911,07

Elaborado por: La Autora

En la figura 20 se encuentra representada la tendencia de la fragmentación del ecosistema bosque nativo en el período 1987-2017, se determinó que el grado muy alto de fragmentación aumenta en el transcurso de los años, registrándose un valor más alto de 46,18% en el año 2017, lo que refleja la constante pérdida de bosque nativo lo cual puede deberse a las diferentes actividades antrópicas como la ampliación de la frontera agrícola, sustitución de pastizales para ganadería, extracción de madera, asentamientos humanos y ampliación de vías, resultando la actual ausencia de grandes extensiones de bosque nativo, transformando el bosque original en relictos más pequeños y aislados entre sí.



**Figura 20.** Grados de fragmentación del bosque nativo (1987-2017)

Elaborado por: La Autora

En la tabla 27 se cuantifican los porcentajes de afectación de acuerdo al grado de fragmentación, la fragmentación moderada alcanzó valores altos mayores al 60% en los años 1987, 1996, y 2001, esto puede deberse a la alta intervención antrópica que ocurrió en dichos años; únicamente en el año 2009 se registró una disminución en la fragmentación muy alta (30,99%), esto puede deberse a la iniciativa del Gobierno Nacional ejecutada mediante el programa Socio Bosque, creado desde el año 2008, cuyo abjetivo principal fue la conservación de bosques y páramos nativos, mediante la forestación y reforestación de las cuencas boscosas del país.

**Tabla 27.**

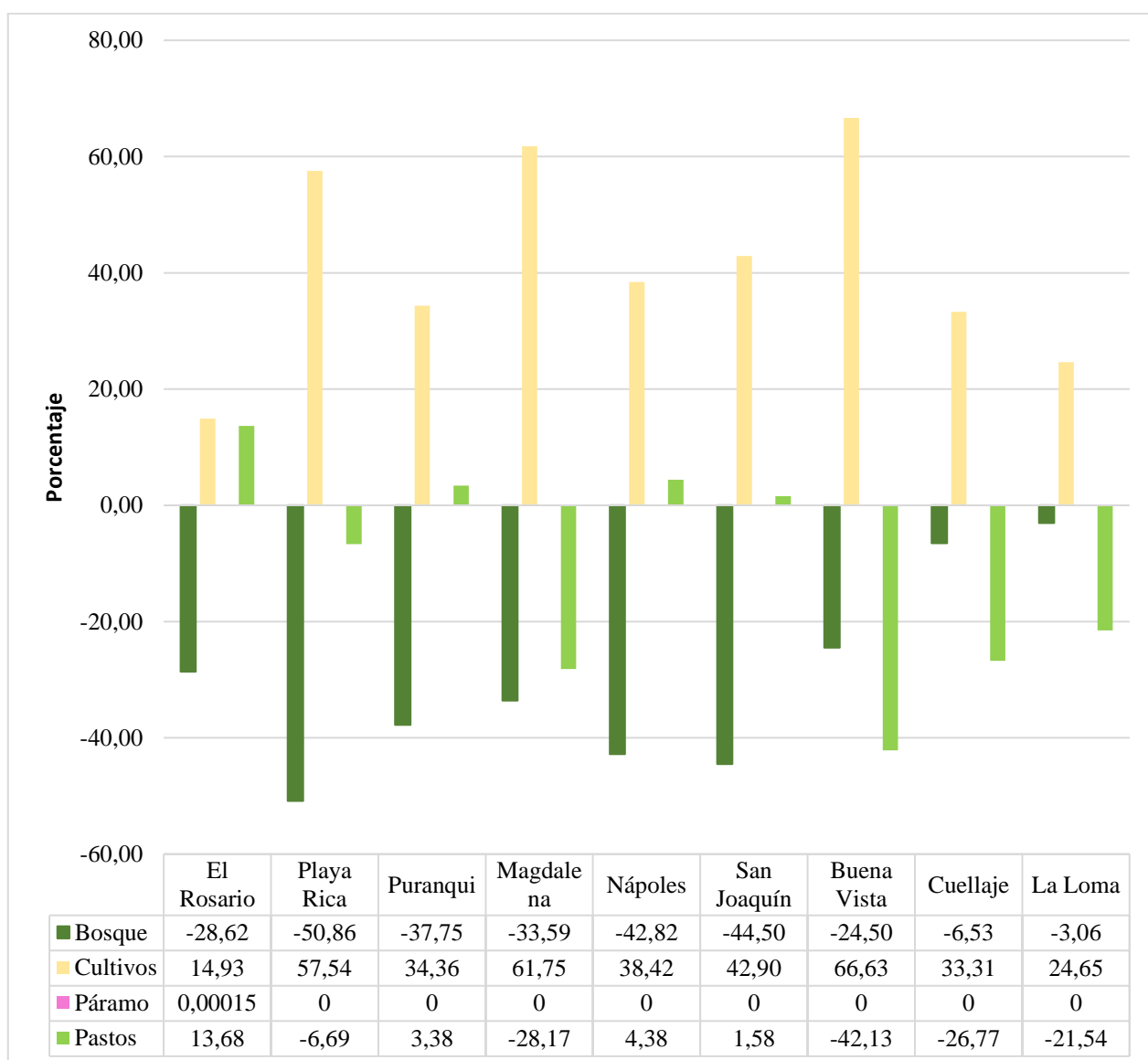
*Porcentaje de grado de fragmentación del ecosistema bosque nativo del período 1987-2017*

<b>Grado de Fragmentación</b>	<b>Año 1987</b>	<b>Año 1996</b>	<b>Año 2001</b>	<b>Año 2006</b>	<b>Año 2009</b>	<b>Año 2017</b>
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Fragmentación Moderada	92,10	87,78	63,37	0,00	0,00	0,00
Altamente Fragmentado	0,00	0,00	0,00	55,60	69,01	53,82
Muy Altamente Fragmentado	7,90	12,22	36,63	44,40	30,99	46,18
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.9. Cambios de uso del suelo y cobertura vegetal en las comunidades de la parroquia**

En la figura 21 se registran los cambios de coberturas de uso del suelo y bosque nativo por comunidad, en las comunidades Playa Rica, San Joaquín, y Nápoles se evidencian pérdidas de bosque mayores al 40%, mientras que en las comunidades El Rosario, Puranquí, Magdalena, Buena Vista, Cuellaje, y La Loma se detectaron pérdidas de bosque menores al 40%, debido a la extensión de superficie en cada comunidad.



**Figura 21.** Comunidades Parroquiales y porcentajes de pérdida de cobertura vegetal boscosa (Período 1987-2017)

Elaborado por: La Autora

En la tabla 28 se registran los cambios del uso del suelo y cobertura vegetal a nivel de comunidad, donde las comunidades que registraron mayor cambio del bosque nativo fueron Playa Rica, San Joaquín, y Nápoles, registrándose pérdidas de bosque mayores al 40% de superficie comunal. Los datos reportados de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal son datos relativos que dependen de la extensión territorial de cada comunidad; por ejemplo en la comunidad de Playa Rica la pérdida de bosque fue de 1 250,67 ha que equivale

al 50,86%, este valor es alto debido a que la superficie comunal de Playa Rica es de 2 459,15 hectáreas.

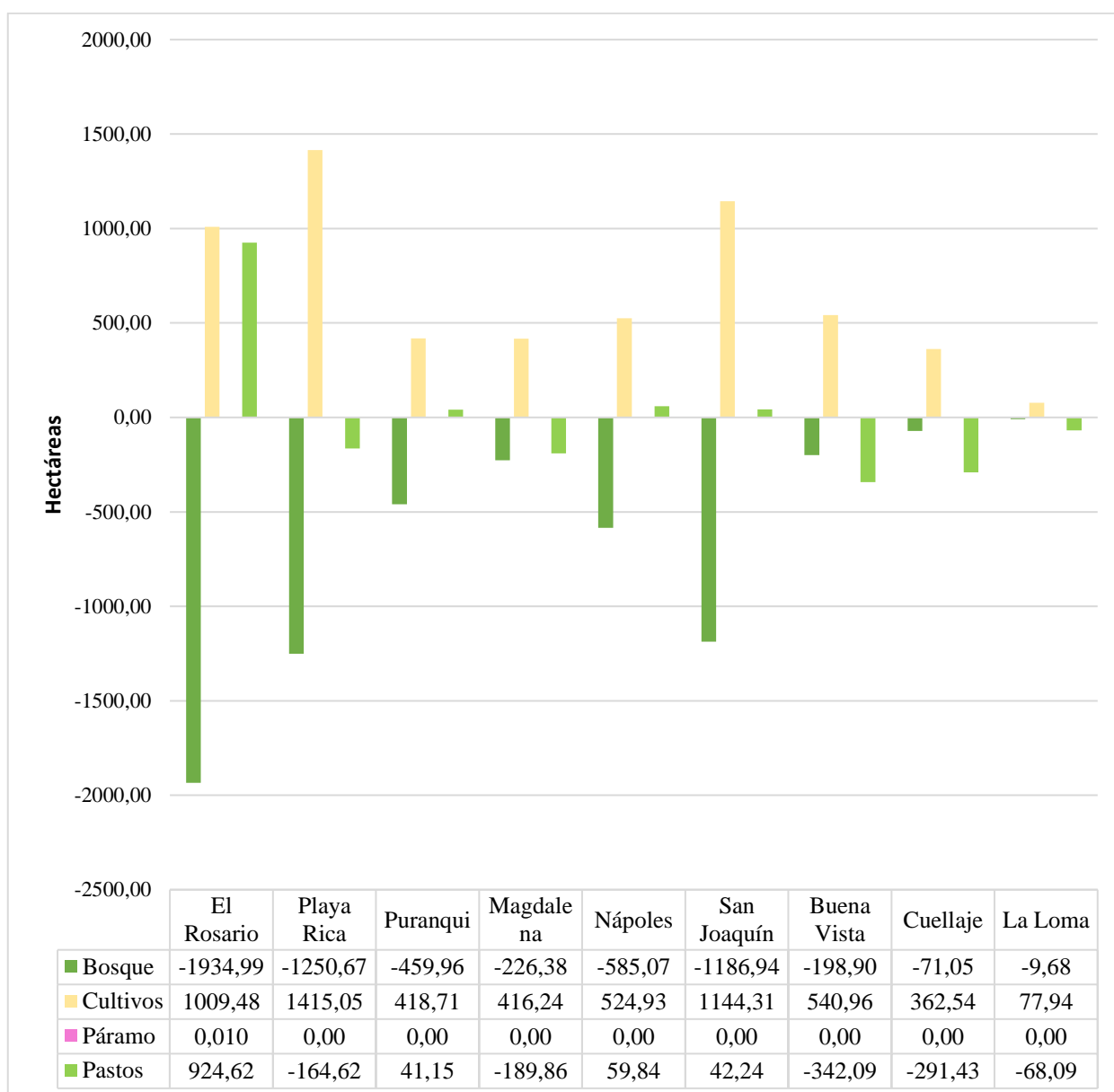
**Tabla 28.**

*Porcentaje de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal por comunidad para el período 1987-2017*

<b>Comunidad</b>	<b>Bosque (%)</b>	<b>Cultivos (%)</b>	<b>Páramo (%)</b>	<b>Pastos (%)</b>
El Rosario	-28,62	14,93	0,00015	13,68
Playa Rica	-50,86	57,54	0	-6,69
Puranqui	-37,75	34,36	0	3,38
Magdalena	-33,59	61,75	0	-28,17
Nápoles	-42,82	38,42	0	4,38
San Joaquín	-44,50	42,90	0	1,58
Buena Vista	-24,50	66,63	0	-42,13
Cuellaje	-6,53	33,31	0	-26,77
La Loma	-3,06	24,65	0	-21,54

Elaborado por: La Autora

En la figura 22 se registran las variaciones de coberturas de uso del suelo y bosque nativo por comunidad, en las comunidades El Rosario, Playa Rica, y San Joaquín, se evidencian pérdidas de bosque nativo superiores 1 000 hectáreas, mientras que en las comunidades Puranquí, Magdalena, Nápoles, Buena Vista, Cuellaje, y La Loma se observan pérdidas de bosque menores a 500 hectáreas, las mayores pérdida de bosque se detectaron en comunidades localizadas en la parte alta de la parroquia, las mismas que cuentan con mayor superficie de cobertura vegetal boscosa.



**Figura 22.** Comunidades Parroquiales y superficies de pérdida de cobertura vegetal boscosa

Elaborado por: La Autora

Los valores en los cambios de uso del suelo y cobertura vegetal, en las comunidades parroquiales, se muestra en la tabla 29; en las comunidades El Rosario, Playa Rica, y San Joaquín se detectaron pérdidas de bosque con valores mayores a 1 000 hectáreas, y en las comunidades de Nápoles, Puranqui, Magdalena, Buena Vista, Cuellaje, y La Loma se determinaron valores de pérdida de bosque nativo menores a 600 ha.

**Tabla 29.**

*Superficies de cambio de uso del suelo y cobertura vegetal por comunidad para el período 1987-2017*

<b>Comunidad</b>	<b>Bosque (ha)</b>	<b>Cultivos (ha)</b>	<b>Páramo (ha)</b>	<b>Pastos (ha)</b>
El Rosario	-1934,99	1009,48	0,010	924,62
Playa Rica	-1250,67	1415,05	0,00	-164,62
Puranqui	-459,96	418,71	0,00	41,15
Magdalena	-226,38	416,24	0,00	-189,86
Nápoles	-585,07	524,93	0,00	59,84
San Joaquín	-1186,94	1144,31	0,00	42,24
Buena Vista	-198,90	540,96	0,00	-342,09
Cuellaje	-71,05	362,54	0,00	-291,43
La Loma	-9,68	77,94	0,00	-68,09

Elaborado por: La Autora

#### **6.1.1.10. Validación de la clasificación supervisada**

En la tabla 30 se incluyen mediante la matriz de contingencia la comparación de las categorías del uso de suelo y cobertura vegetal, entre los datos clasificados mediante las imágenes Landsat y los datos obtenidos en trabajo de campo a través del empleo de un navegador GPS, donde se georreferenciaron los sitios con uso del suelo y cobertura vegetal de acuerdo a las clases usadas en la clasificación de imágenes. Los valores de exactitud de la clasificación fueron del 60% y los valores de la exactitud del usuario fue del 75%, lo que se interpreta que la validación de la clasificación fue aceptable. El índice Kappa calculado reportó un valor de 0,603; que indica que la clasificación es calificada como “considerable”, ya que se encuentra en el rango de 0,61 – 0,80; esto se debe a la precisión de la edición de las áreas de entrenamiento para las categorías: bosque, cultivos, páramo, y pastos; y la verificación de 14 puntos aleatorizados geo-referenciados en el trabajo de campo.

**Tabla 30.***Matriz de contingencia o validación*

	<b>Bosque Nativo</b>	<b>Cultivos</b>	<b>Páramo</b>	<b>Pastos</b>	<b>Clasificación General</b>	<b>Exactitud de la Clasificación</b>
<b>Bosque Nativo</b>	2	0	0	0	2	100%
<b>Cultivos</b>	1	4	0	1	6	66,67%
<b>Páramo</b>	0	0	1	0	1	100%
<b>Pastos</b>	2	0	0	3	5	60%
<b>Valor Verdadero</b>	5	4	1	4	14	
<b>Exactitud del Usuario</b>	40%	100%	100%	75%		

<b>Precisión</b>	<b>71,43%</b>
<b>Índice Kappa</b>	<b>0,603</b>

Elaborado por: La Autora

**6.1.1.11. Cálculo de la tasa de deforestación**

El resultado de la tasa de deforestación del bosque nativo en el período 1987-2017, obtenido mediante la fórmula del MAE se indica en la tabla 24. El resultado obtenido fue de -0,468 que representa una tasa de pérdida de bosque nativo de -46,8%, lo que significa que en el período de 30 años en el territorio parroquial la cobertura vegetal boscosa disminuyó en casi la mitad de lo que existía en el año inicial (1987).

**Tabla 31.***Tasa de deforestación del bosque nativo en el período 1987-2017*

Clase	Año 1987 (ha)	Año 1996 (ha)	Año 2001 (ha)	Año 2006 (ha)	Año 2009 (ha)	Año 2017 (ha)	Tasa de deforestación (ha)	Tasa de deforestación (%)	Tasa de deforestación anual	Pérdida (ha) de bosque nativo (1987- 2017)
Bosque Nativo	12229,74	9786,56	8729,45	8558,85	7968,19	6294,39	-0,468 ha	46,8%	197,84 ha/año	5935,35 ha

Elaborado por: La Autora

**6.1.1.12. Evaluación ecológica rápida**

Las fichas de Evaluación Ecológica Rápida dieron como resultado el análisis de cuatro ecosistemas: cultivos, pastos, bosque nativo, y páramo en las partes alta, media, y baja de la parroquia, donde se determinó que en el medio físico el relieve correspondió a ondulado, montañoso y muy montañoso; los tipos de geoforma correspondieron a ladera, pie de monte, y montaña; el conflicto de uso del suelo fue de sobreuso y sin conflicto; la red hídrica consistió en quebradas y ríos. En el agroecosistema de cultivos ubicado en la parte baja y media de la parroquia se determinó que los suelos agrícolas tienen importancia alta y media; la intensidad de los cultivos correspondió a las categorías de subsistencia: pequeña intensidad y media intensidad; el período vegetativo de las especies cultivadas fue transitorio y perenne; y además existió fragmentación del bosque debido a que los relictos fueron reemplazados por cultivos.

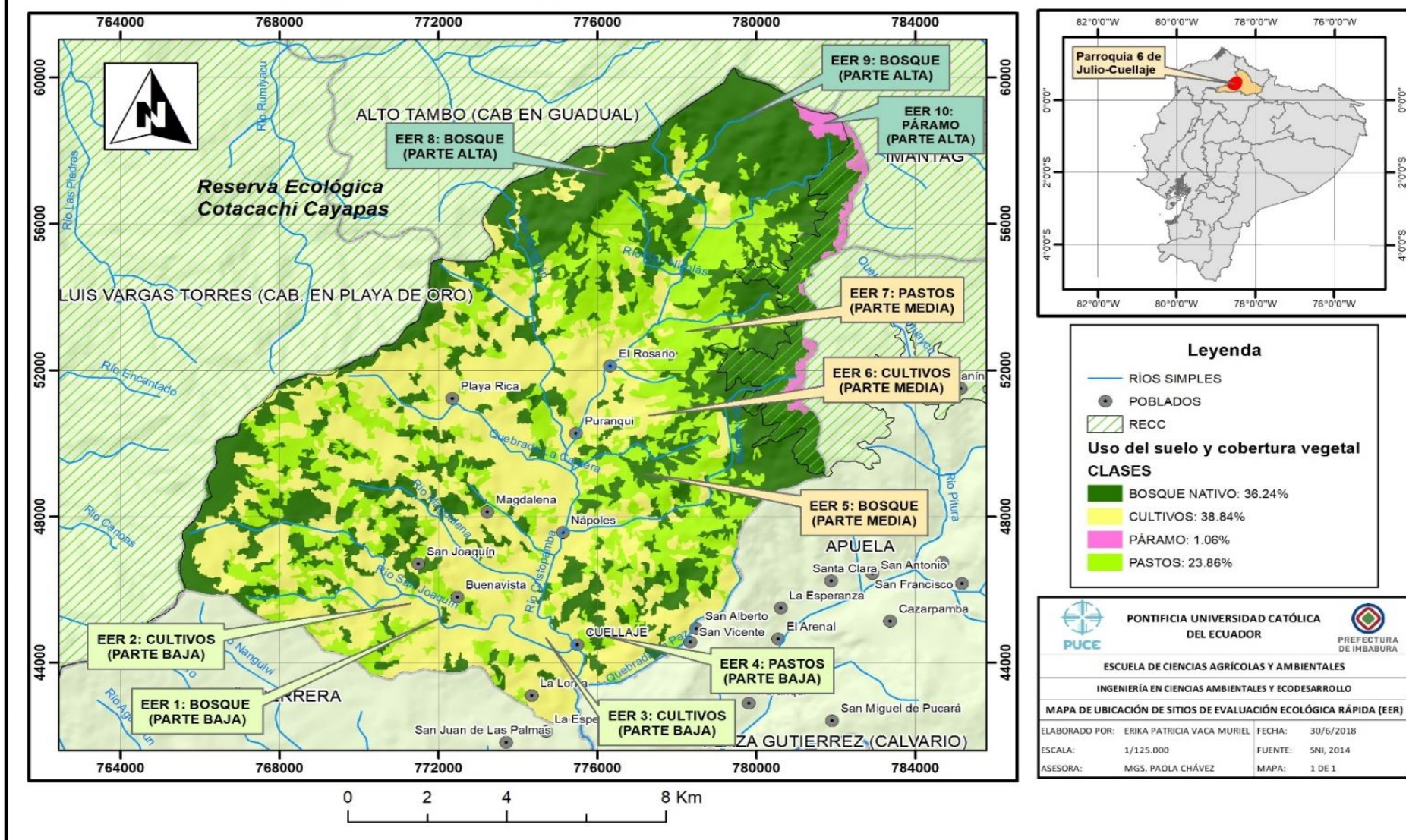
En el agroecosistema de pastos ubicado en la parte baja y media de la parroquia se obtuvo que la importancia de los pastizales fue alta, debido a las actividades ganaderas intensivas y extensivas; las actividades de pastoreo fueron de mediano a alto rango; el período vegetativo de los cultivos es perenne, debido a que el pasto cultivado milin (*Festuca arundinacea*) y kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) tienen períodos de crecimiento mayores a un año; y

también existió fragmentación del bosque nativo, producida por el reemplazo de pastos introducidos en áreas boscosas.

En los ecosistemas de bosque nativo y páramo de la parte alta de la parroquia las especies predominantes son *Alnus acuminata* (aliso), *Juglans neotropica* (nogal), *Nectandra laurel* (laurel), *Weinmannia pinnata* (encino), *Vallea stipularis* (palo de rosa), *Miconia aspérrima* (colca), y *Baccharis latifolia* (chilca); y el grado de fragmentación del bosque nativo fue alto, debido a los procesos de avance de la frontera agrícola.

En la figura 23 se visualiza la ubicación de los puntos de Evaluación Ecológica Rápida (EER) en las partes alta, media y baja de los ecosistemas: cultivos, pastos, bosque nativo y páramo.

## UBICACIÓN DE LOS SITIOS DE APLICACIÓN DE EVALUACIÓN ECOLÓGICA RÁPIDA (EER) DE LA PARROQUIA 6 DE JULIO-CUELLAJE"



*Figura 23.* Mapa de ubicación de sitios de Evaluación Ecológica Rápida (EER)  
Elaborado por: La Autora

### **6.1.2. Percepción de la población a través de la aplicación de encuestas de evaluación del problema socio-ambiental**

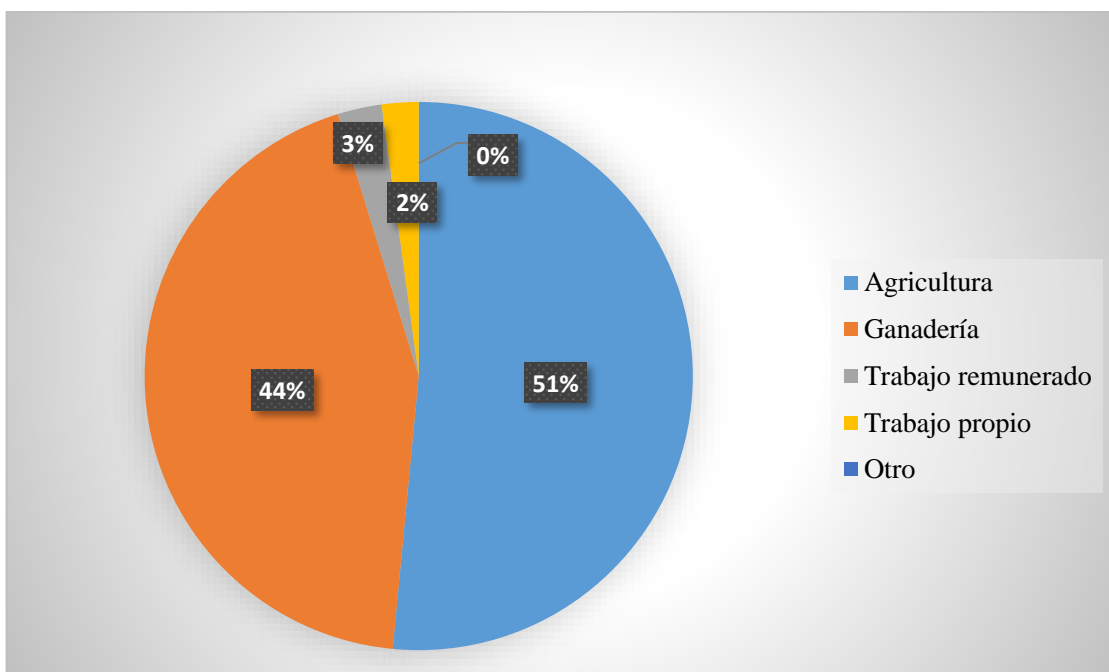
Los resultados de las 131 encuestas aplicadas permitieron conocer la problemática socio-ambiental de las comunidades, en cuanto a: temática y problemática ambiental, nivel de organización de los pobladores, aspectos socio-económicos, y el interés de la población en participar en proyectos ambientales.

#### **6.1.2.1 Análisis de resultados de encuestas**

Para el análisis de la variación de la cobertura vegetal en la Parroquia 6 de Julio-Cuellaje, se relacionaron los datos obtenidos en los mapas de análisis multitemporal con los resultados de aplicación de encuestas a 131 pobladores de la parroquia, para interpretar la incidencia de las actividades agrícolas y pecuarias (cultivos y pastos) sobre los ecosistemas de bosque nativo, vegetación arbustiva y de páramo. En las diferentes tablas se muestran las preguntas aplicadas a las nueve comunidades, y en los gráficos se indica la interpretación de los datos obtenidos.

- **Formas de subsistencia de los pobladores**

Según la figura 24 en la parroquia, la mayor parte de los pobladores tienen como forma de subsistencia las actividades agrícolas (51%), y ganaderas (44%), y en menor porcentaje de la población se dedica a actividades de trabajo remunerado o trabajo propio (5%). De acuerdo a los resultados obtenidos los pobladores de la comunidad se dedican mayormente a las actividades agrícolas, principalmente cultivos de naranjilla (*Solanum quitoense*), granadilla (*Passiflora ligularis*), tomate de árbol (*Solanum betaceum*), entre otros. Dentro de las actividades ganaderas tiene importancia el comercio de ganado bovino, el mismo que se comercializa para usos cárnicos y derivados lácteos. Según el PDOT de la parroquia las actividades económicas que priman dentro del sector son la agrícola y pecuaria con un 71% (GAD Parroquial Rural, 2015-2019). Los resultados obtenidos concuerdan con los datos de la figura 15 del mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017, dónde se muestra que el territorio parroquial se encuentra en la categoría de uso correspondiente a cultivos y pastos, siendo las actividades productivas más predominantes.

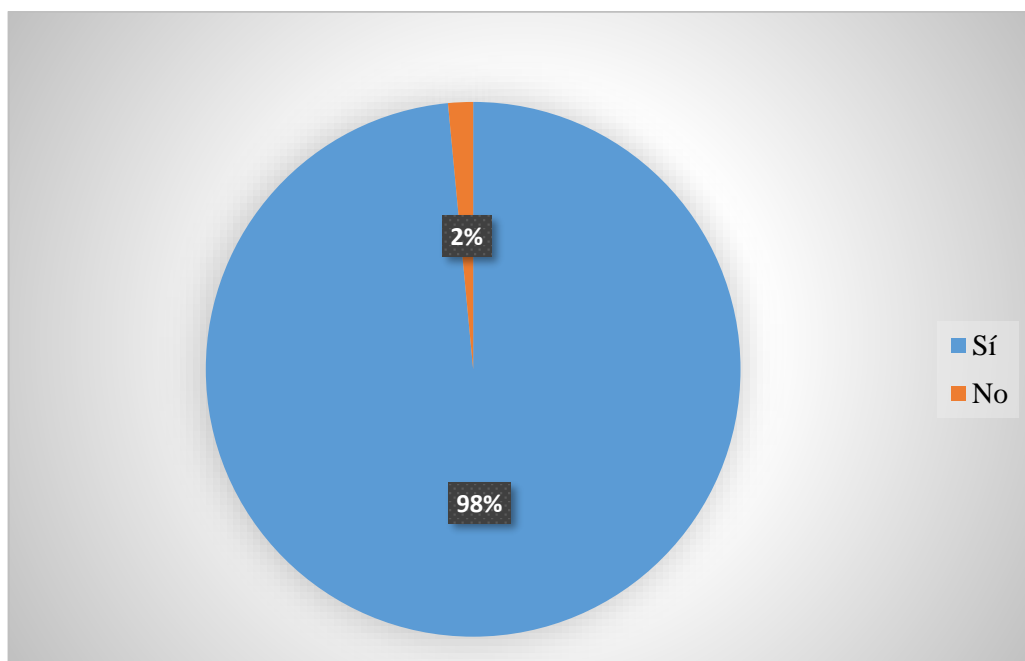


**Figura 24.** Tipo de actividad para subsistencia de los pobladores

Elaborado por: La Autora

- **Tenencia de la tierra a nivel comunal**

En la figura 25 en el territorio parroquial se determinó que casi el total de los pobladores (98%) poseen terreno propio destinado al desarrollo de diferentes actividades principalmente agrícolas y pecuarias como medio de subsistencia de pequeños productores, la minoría de la población no dispone de tenencia de terreno propio en la parroquia posiblemente debido a que no tienen título de propiedad (2%).

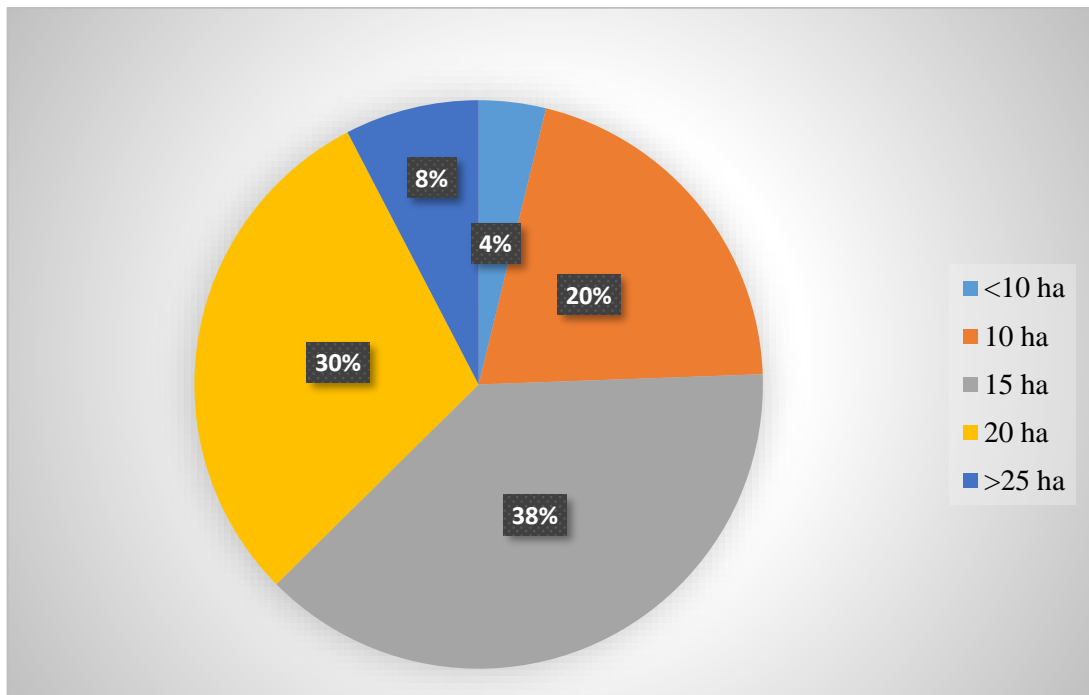


**Figura 25.** Estado de la tenencia de tierra por propietario

Elaborado por: La Autora

- **Extensión de los predios rurales**

De acuerdo a la figura 26, en la parroquia 6 de Julio-Cuellaje, el 38% de los pobladores cuenta con extensiones de terrenos de 15 ha, el 30% de personas posee terrenos con extensiones de 20 ha, y el 20% de comuneros tiene terrenos con superficies de 10 ha; esto quiere decir que la tenencia de la tierra a nivel de parroquia es de tipo minifundio, es decir son propietarios de pequeñas y medianas extensiones de predios rurales.

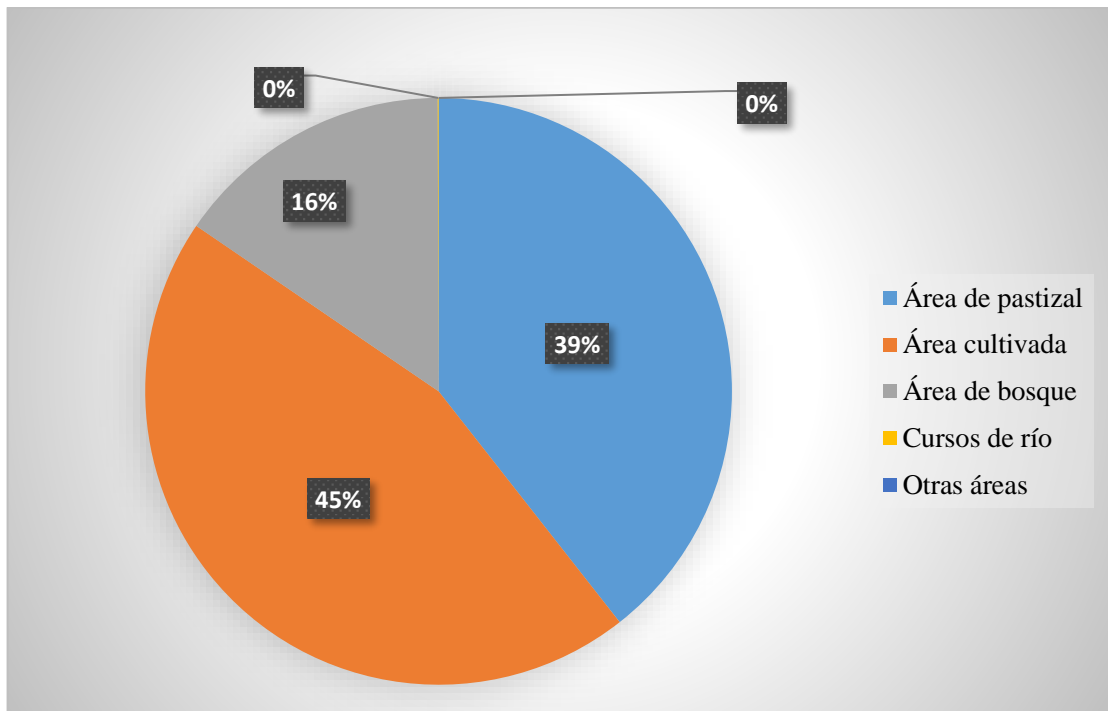


**Figura 26.** Extensión de terrenos en posesión de los pobladores de la Parroquia

Elaborado por: La Autora

- **Categorías de uso del suelo**

En la figura 27 se indican las áreas cultivadas que tienen mayor superficie en la parroquia, la mayor parte de los pobladores utilizan el suelo en las categorías de área cultivada y área de pastizal (84%) distribuidas en superficies de 963 hectáreas y 841 hectáreas de espacios cultivados y pastizales respectivamente, los cultivos de ciclo corto predominantes son : fréjol (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Solanum betaceum*), y frutales; estos reportes fueron verificados con los datos obtenidos en el mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017, en el que las áreas de pastos y cultivos se localizan en los territorios de las nueve comunidades.

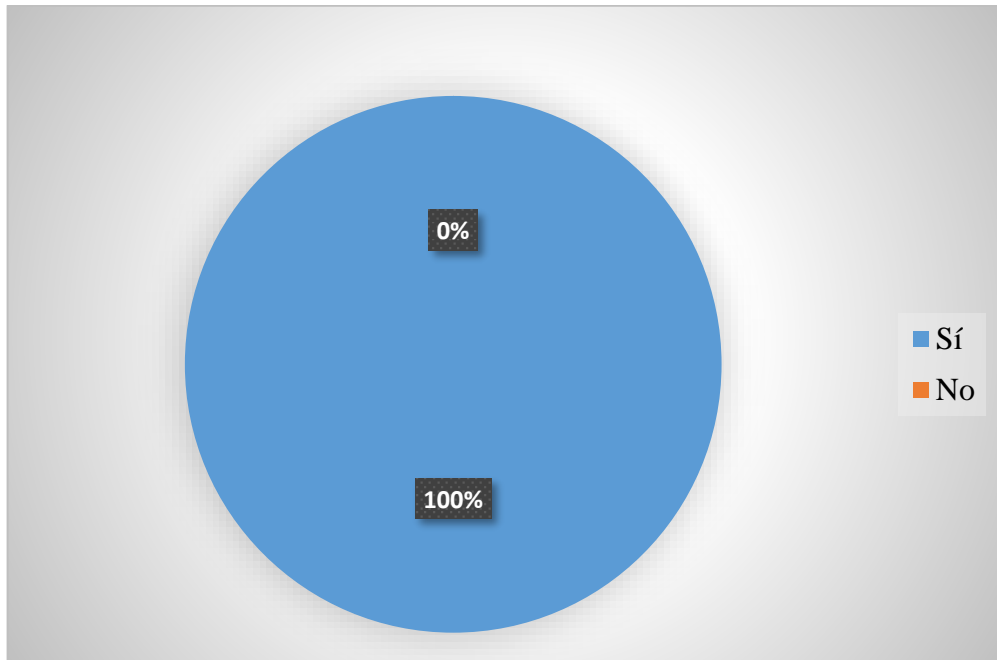


**Figura 27.** Tipos de uso del suelo en cada propiedad

Elaborado por: La Autora

- **Disminución de cobertura vegetal boscosa**

De acuerdo a la figura 28, el total de la población parroquial (100%) reconoció que en los últimos años se evidenciaron pérdidas de bosque nativo, lo que se verificó en el mapa de uso del suelo y cobertura vegetal del año 2017, donde los relictos de bosque nativo se localizan en la parte alta de la parroquia, formando parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas (RECC).

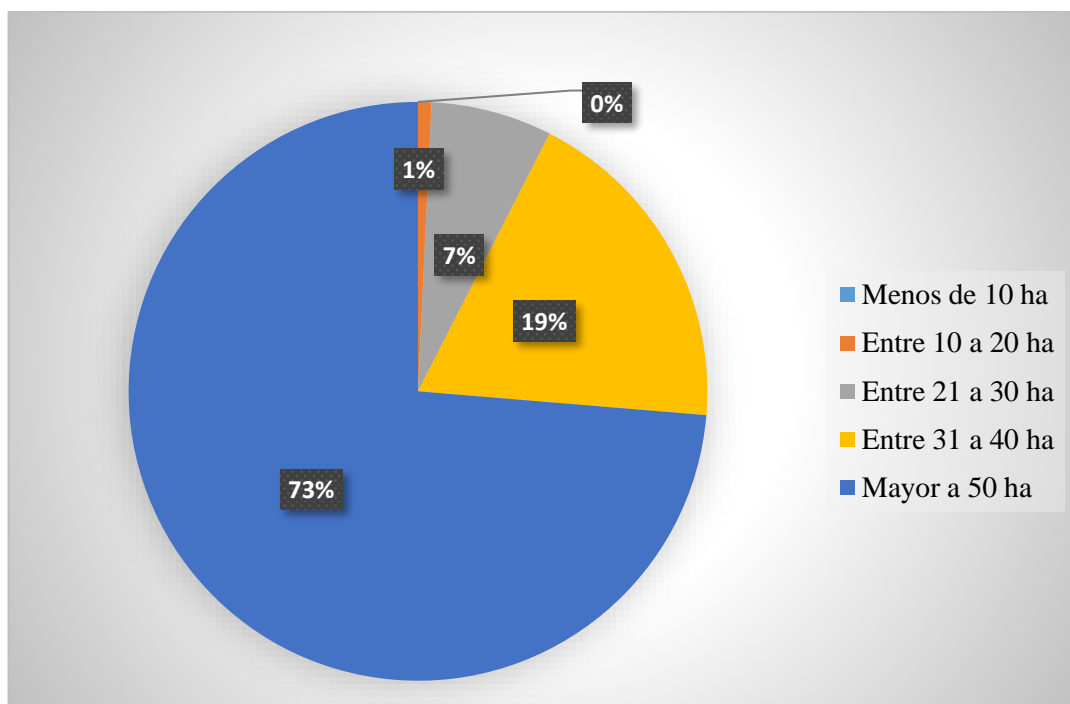


**Figura 28.** Pérdida de bosque nativo en la Parroquia 6 de Julio-Cuellaje

Elaborado por: La Autora

- **Estimación en superficies de pérdida de cobertura vegetal boscosa**

La figura 29 hace referencia a la valoración de pérdida de cobertura vegetal boscosa, donde el 73% de los pobladores indicó que la disminución de bosque se produjo mayormente en áreas superiores a 50 ha, mientras que el 19% de las personas señaló que las pérdidas de bosque se ubicaron en el rango de 31 a 40 ha, este dato concuerda con la tasa de deforestación registrada en el Ecuador durante los últimos años citando como referencia el reporte del ex Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores Remotos (2000), actualmente conocido como Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE).

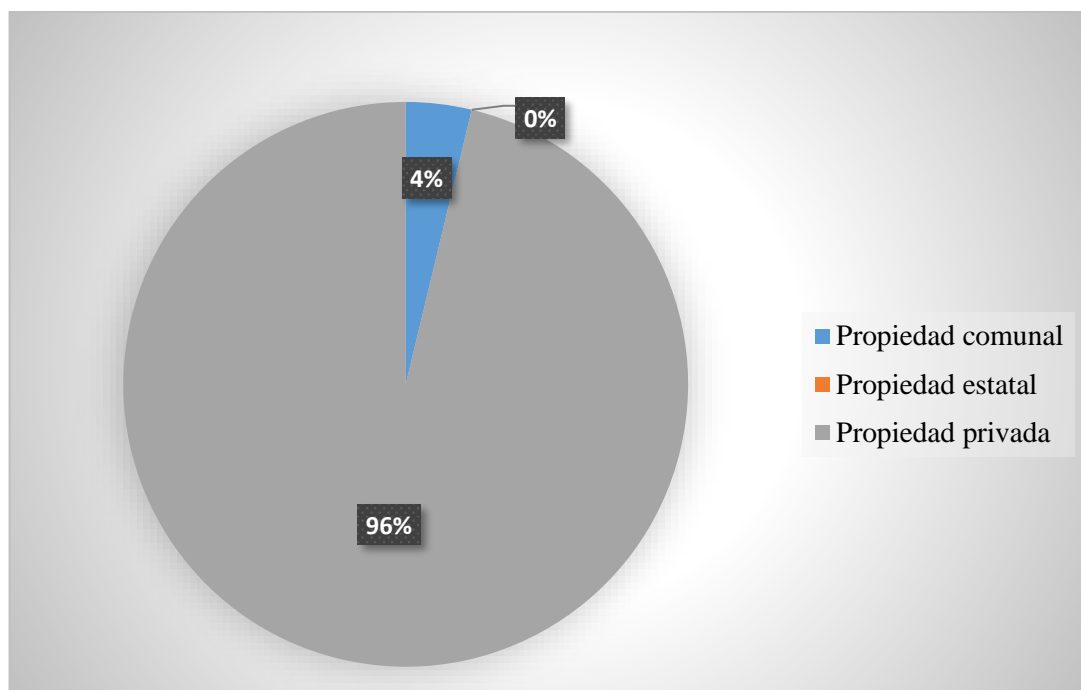


**Figura 29.** Valoración de pérdida de bosque

Elaborado por: La Autora

- **Pérdida de bosque por tipo de propiedad**

Según la figura 30, la incidencia de la fragmentación de bosque se detectó mayormente en la propiedad privada, ya que la mayoría de personas (96%) manifestó que la fragmentación fue más notoria en los predios privados, el resto de la población mencionó que la fragmentación se produjo en predios comunales (4%).

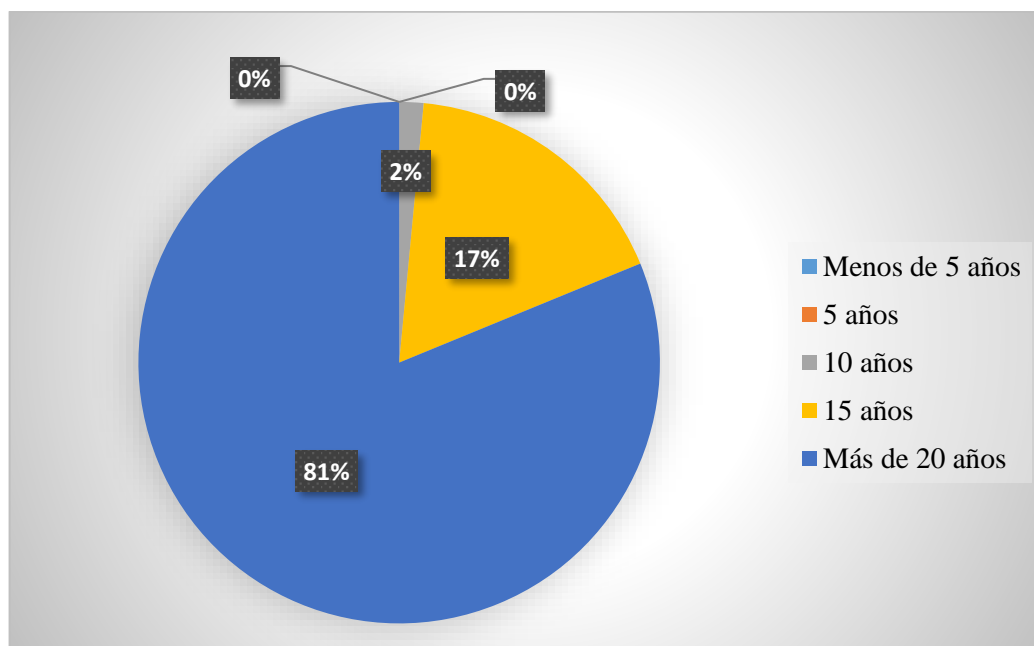


**Figura 30.** Fragmentación del bosque a nivel de comunidad

Elaborado por: La Autora

- **Pérdida multitemporal del bosque**

De acuerdo a la figura 31, del total de pobladores, el 81% afirmó que la pérdida de bosque es un problema que se identificó desde hace 20 años, intensificándose durante los últimos años; el 17% de personas mencionó que la disminución de bosque fue más intensa desde hace 15 años. Estos resultados tienen relación con los datos reportados en las clasificaciones de las imágenes del período 2001 - 2017, donde se registraron pérdidas de bosque de 2 435 ha.

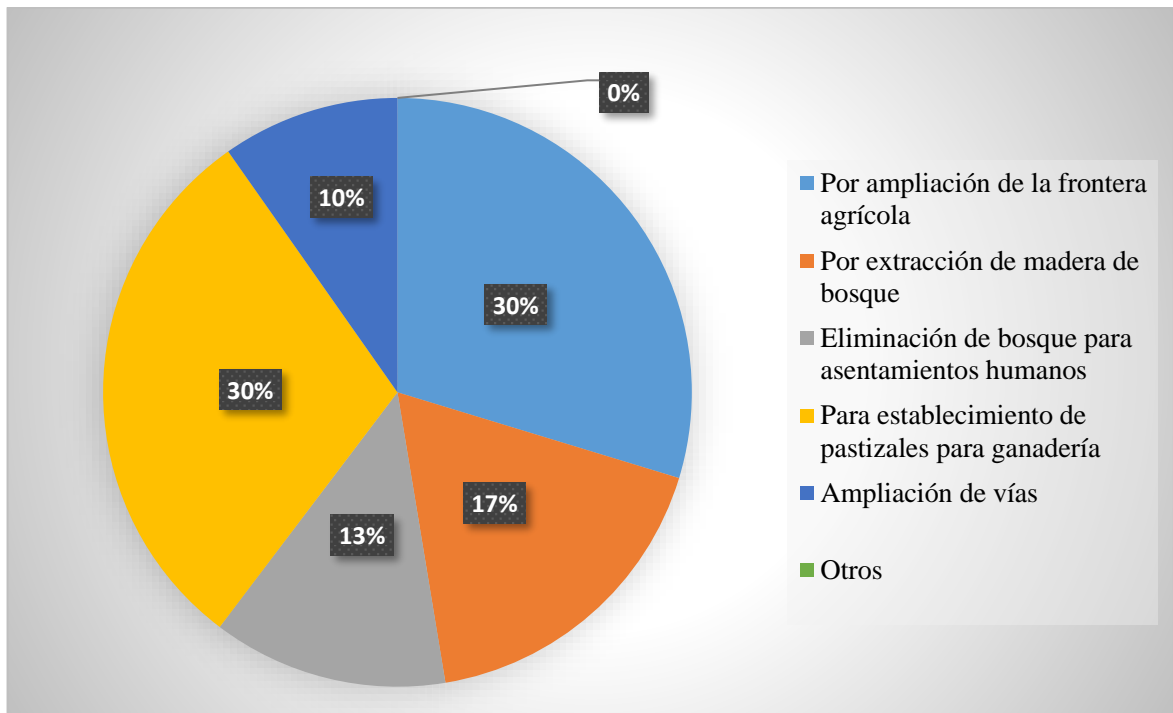


**Figura 31.** Resultado temporal de pérdida de bosque

Elaborado por: La Autora

- **Causas de pérdida de bosque**

La figura 32 muestra que las causas de pérdida de bosque se relacionaron con la ampliación de la frontera agrícola y establecimiento de pastizales según las afirmaciones del 60% de los pobladores, mientras que el 17% indicó que la causa de pérdida de cobertura boscosa fue la tala de bosque para comercialización de madera, y el 23% reconoció que las áreas de bosque disminuyeron por otras causas.

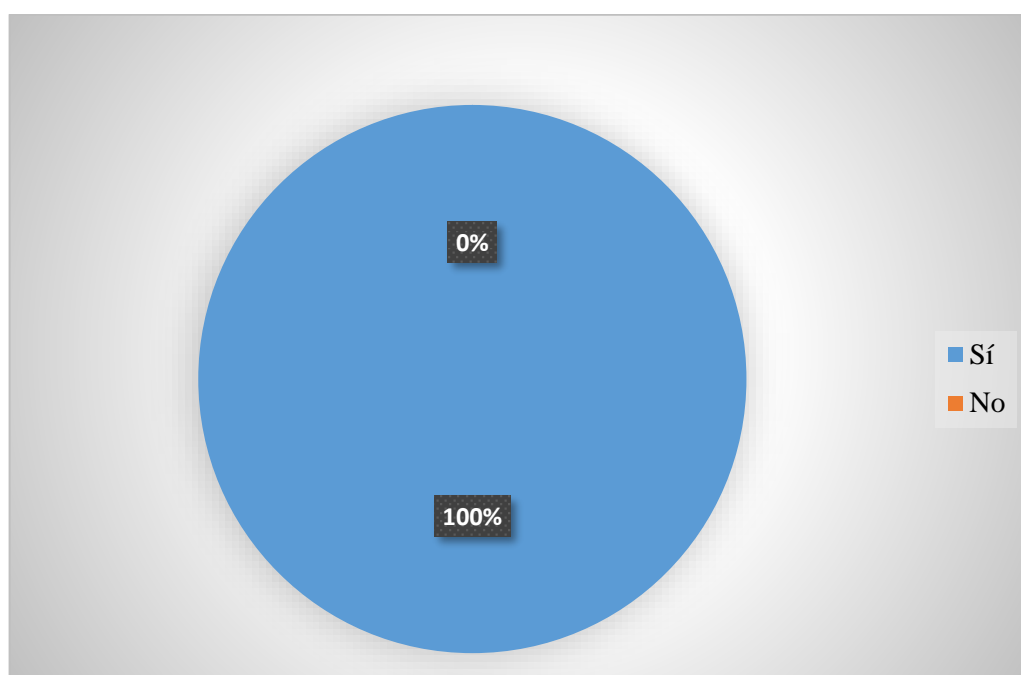


**Figura 32.** Actividades que ocasionan pérdida de bosque

Elaborado por: La Autora

- **Disminución de la cobertura de bosque por fragmentación**

De acuerdo a la figura 33, el total de personas (100%) coincidió en que la pérdida de cobertura vegetal boscosa fue producida por fragmentación; el mismo que se detectó principalmente en la parte baja y media del territorio parroquial y de menor grado en la parte alta. Según Ponce (2017) en los cambios en el uso de suelo y cobertura vegetal en el Valle del Chota en el periodo 1991-2016 se evidenciaron disminuciones de vegetación riparia y arbustiva en 94,24% y 66,03% respectivamente; dichos cambios produjeron la fragmentación del bosque seco del valle, en el que predominan las especies espino (*Acacia macracantha*), molle (*Shinus molle*), higuera (*Ricinus sp.*), chilca (*Bacharis latifolia*), cactus (*Opuntia pubescens*), cactus (*Opuntia ficus-carica*).

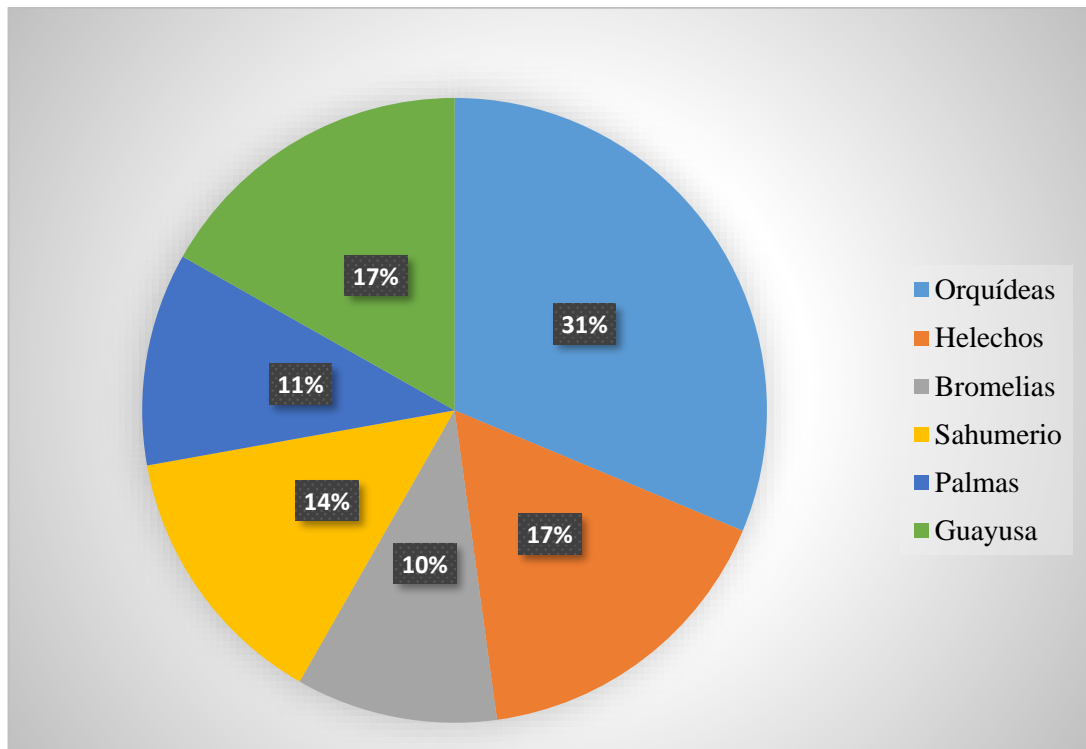


**Figura 33.** Porcentaje de pérdida de vegetación nativa por fragmentación

Elaborado por: La Autora

- **Pérdida de flora nativa**

Según la figura 34, a nivel de especies florísticas, el 31% de personas afirmó que las especies de orquídeas fueron las que se perdieron en mayor grado debido a la disminución de bosque nativo, en relación a la pérdida de helechos (*Pteridofitas*) y guayusa (*Ilex guayusa*) el 34% de pobladores coincidió en que estas especies han sido afectadas, y el 35% reconoció que el sahumero (*Bursera graveolens*), palmas (*Areceae*), y bromelias (*Bromeliaceae*) también fueron afectadas por procesos de disminución de comunidades vegetales boscosas. Los encuestados mencionaron la pérdida en menor grado de las siguientes especies: cedro (*Cedrela montana*), cholán (*Tecoma stans*), canelo (*Nectandra laurel*), semillas nativas como el maíz (*Zea mays*), aliso (*Alnus acuminata*), yalomán (*Delostoma integrifolium*), arrayán (*Myrcianthes hallii*), guandera (*Clusia flaviflora*), olivo (*Podocarpus oleifolius*), caimitillo (*Chrysophyllum cainito*), matache (*Weinmannia fagaroides*), pache (*Psidium guineense*), y guarumo (*Cecropia peltata*).

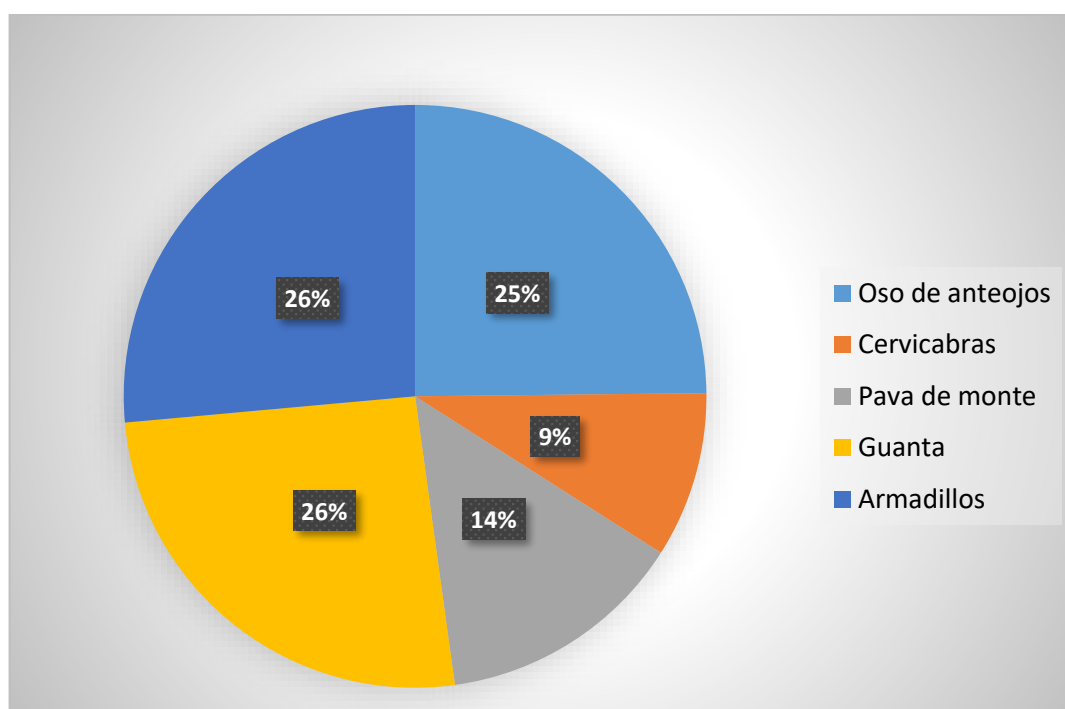


**Figura 34.** Porcentaje de pérdida de especies florísticas

Elaborado por: La Autora

- **Disminución de poblaciones faunísticas**

La figura 35 muestra que el 52% de personas indicó que las especies faunísticas con mayor impacto de pérdida fueron el armadillo (*Dasyus novemcinctus*) y la guanta (*Cuniculus paca*), el 25% manifestó que el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) experimentó en los últimos años pérdidas considerables en las poblaciones, en especies de aves el 14% mencionó que la pava de monte (*Penelope obscura*) disminuyó en el grupo de individuos, y por ultimo el 9% indicó que el cervicabra (*Mazama americana*) también fue afectado por disminución de individuos. Los informantes también reconocieron que en las siguientes especies faunísticas se evidenciaron disminución en sus poblaciones: venado (*Odocoileus virginianus*), soche (*Mazama americana*), puma (*Panthera onca*), guatusa (*Dasyprocta punctata*), loros (*Psittacidae*), tutamono (*Potos flavus*), ardillas (*Sciurus vulgaris*), cuzumbo (*Nasua olivacea*), gallo de la peña (*Rupicola peruvianus*).



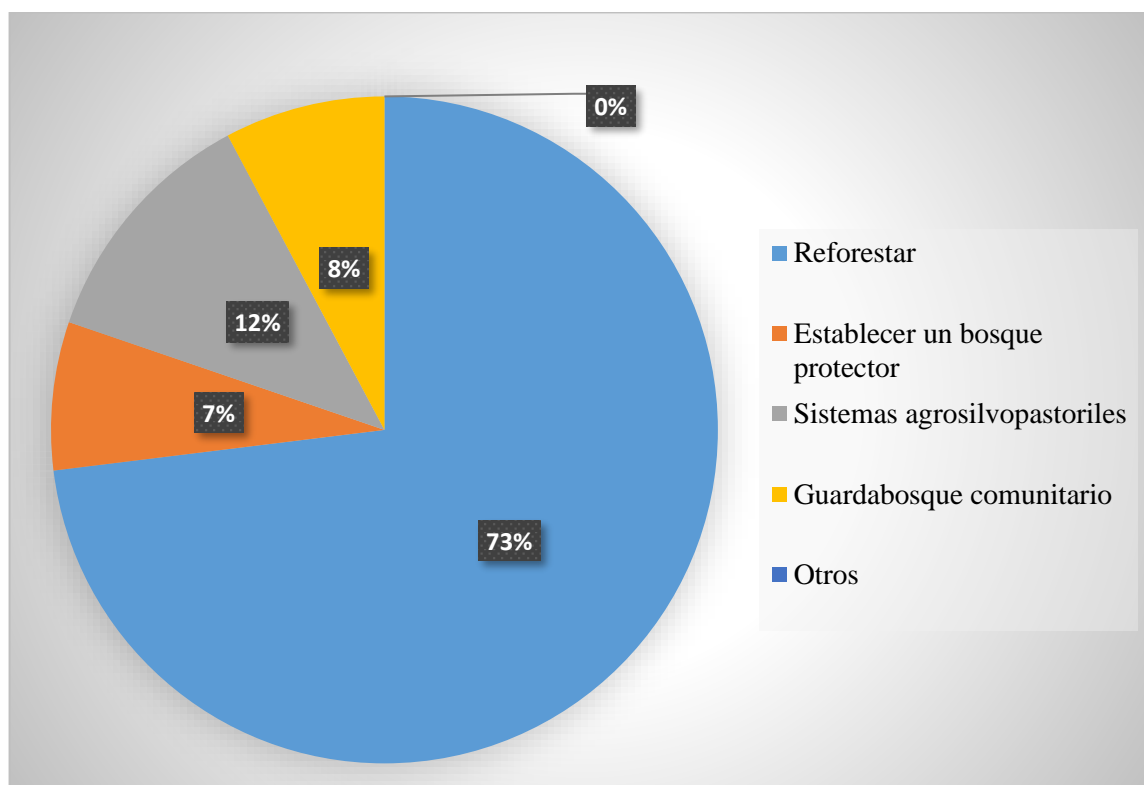
**Figura 35.** Porcentaje de pérdida de especies faunísticas

Elaborado por: La Autora

- **Acciones para recuperar el bosque**

En la figura 36 se ilustra las acciones propuestas por los pobladores para recuperar el bosque nativo, la mayoría de personas (73%) reconoció que la técnica de reforestación permitiría recuperar las áreas degradadas, el 12% indicó que se debe implementar sistemas agrosilvopastoriles para evitar la degradación del bosque, y el 15% señaló que debe fortalecerse las funciones de los guardabosques comunitarios y establecer un bosque protector. La acción considerada más importante para recuperar el bosque fue la reforestación, y se mencionaron las siguientes especies maderables potenciales para usos en programas de forestación, reforestación e implementación de sistemas agrosilvopastoriles: cedro (*Cedrela odorata*), guayacán (*Tabebuia Chrysantha*), olivo (*Olea europaea*), aliso (*Alnus nepalensis*), yalomán (*Delostoma integrifolium*), guandera (*Dystovomita sp.*), palmas (*Areaceae*), laurel (*Cordia alliodora*), aguacatillo (*Persea caerulea*), matache (*Weinmania pinnata*), arrayán (*Myrcianthes hallii*). El aliso es una de las mejores opciones por su rápido crecimiento y por la función de nitrificación del suelo. En el estudio efectuado por Castillo (2012) sobre el análisis del comportamiento del aliso (*Alnus nepalensis*) asociado con

*Brachiaria* (*Brachiaria decumbens*), pasto miel (*Setaria sphacelata*) y pasturas en monocultivo, realizado en la provincia de Imbabura, cantones Cotacachi y Otavalo, parroquia Cuellaje y Selva Alegre, zona de Intag, se demostró que la especie *Alnus nepalensis* establece una asociación simbiótica con actinomicetos del género *Frankia* en la fijación de Nitrógeno en el suelo especialmente en sistemas silvopastoriles.

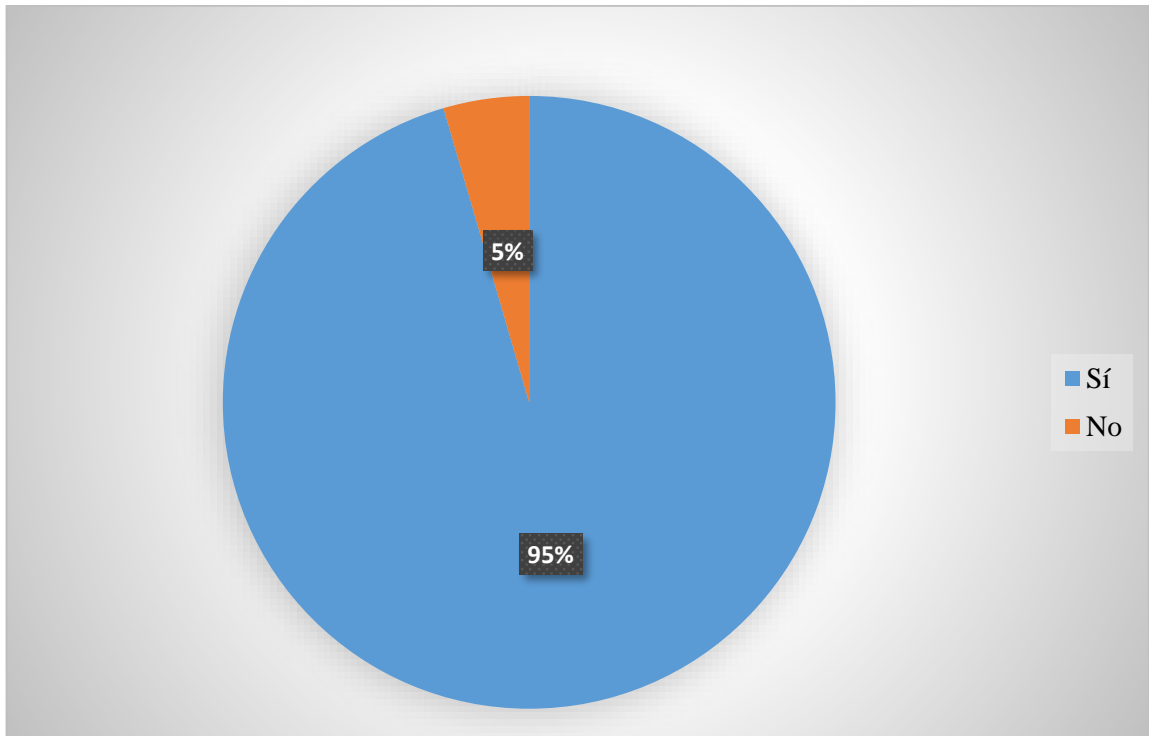


**Figura 36.** Tipo de acciones propuestas para recuperar cobertura vegetal boscosa

Elaborado por: La Autora

- **Disponibilidad de mano de obra comunal**

La figura 37 puntualiza la disposición de los pobladores para realizar trabajos conjuntos de restauración ambiental, dónde el 95% de personas está de acuerdo en realizar actividades orientadas a la restauración del entorno parroquial para beneficio comunitario, y el 5% restante está en desacuerdo para trabajar conjuntamente en procesos de restauración del ambiente debido al desconocimiento de los bienes y servicios ecosistémicos y debido a que estas actividades interfieren en las labores agrícolas y ganaderas.

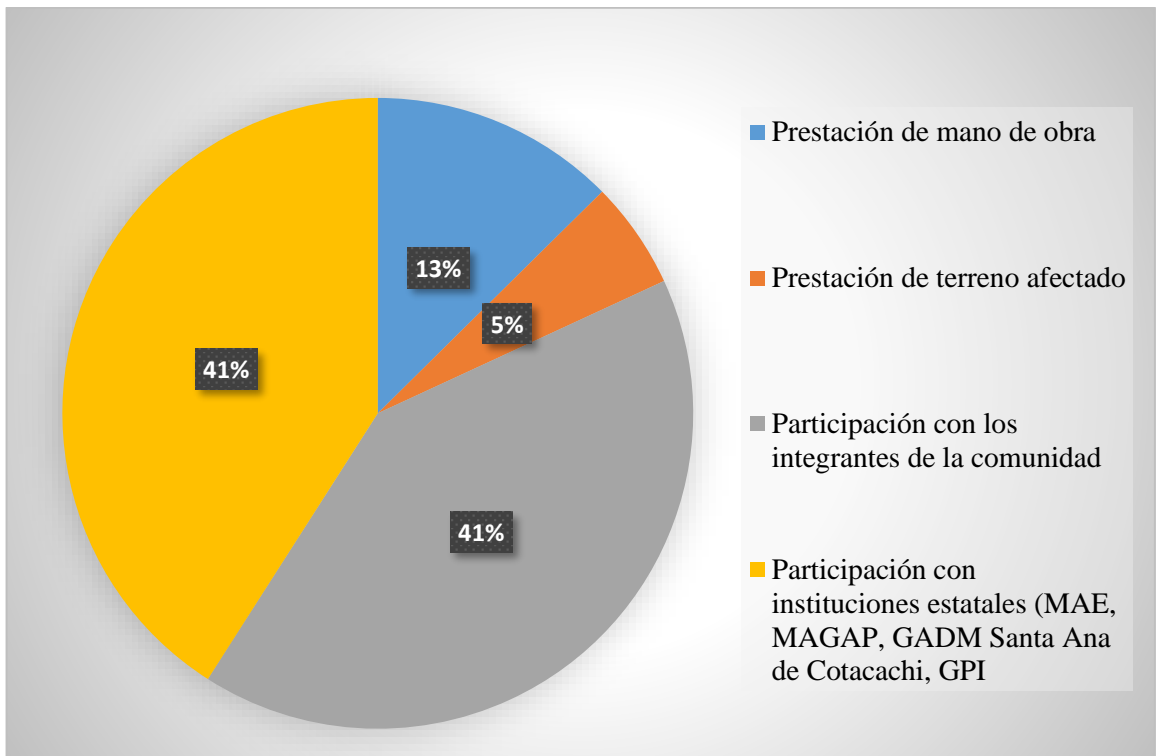


**Figura 37.** Disposición de comuneros para trabajo en actividades de restauración ambiental

Elaborado por: La Autora

- **Participación comunitaria para recuperar el bosque**

En lo que se refiere a la participación comunitaria para recuperar áreas fragmentadas, la figura 38 indica que el 82% de los pobladores tiene interés en participar en el desarrollo de actividades con integrantes de la comunidad, y además colaborar en trabajos comunitarios asociados con instituciones estatales como: MAE, MAGAP, GADM Santa Ana de Cotacachi, y GPI. Para la prestación de mano de obra el 18% está dispuesto a trabajar en calidad de voluntarios para el desarrollo de actividades de beneficio comunitario.



**Figura 38.** Participación de comuneros para recuperación de áreas fragmentadas

Elaborado por: La Autora

### **6.1.3. Análisis FODA para la generación de estrategias de restauración ambiental**

Como herramienta para identificar las estrategias de restauración ambiental se utilizó la matriz FODA, en donde se han identificado los factores considerados como: debilidades, amenazas, fortalezas, y oportunidades; todos ellos hacen referencia al componente socio-ambiental del territorio parroquial, además, corresponden al resultado del análisis multitemporal de uso del suelo y cobertura vegetal de la parroquia y de las encuestas aplicadas a las 131 personas de la parroquia. Las relaciones entre las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas hacen énfasis en la fragmentación del ecosistema bosque nativo conforme se indica en la tabla 32.

**Tabla 32.**

*Matriz FODA*

<b>ANÁLISIS ESTRATÉGICO CON LA MATRIZ DAFO</b>	
<b>Proyecto: “Estrategias de Restauración Ambiental en Ecosistemas Fragmentados en la parroquia 6 de Julio - Cuellaje, Cantón Cotacachi”</b>	

**DEBILIDADES**

1. Avance de la frontera agrícola en la parte media y alta de la parroquia.
2. Escasa educación ambiental en niños, jóvenes, y adultos.
3. Falta de control de tala de bosque en la parte alta de la parroquia.
4. Deforestación en la parte media y alta de la parroquia.
5. Déficit en actividades de innovación y desarrollo turístico.
6. Escaso número de guardaparques en la parte alta de la RECC.
7. Deficiente monitoreo de la deforestación y fragmentación del bosque nativo.

**FORTALEZAS**

1. Interés de la población en el establecimiento de prácticas de conservación de suelos en la parte media de la parroquia.
2. Los pobladores y los escolares valoran la importancia de trabajar en temas de educación ambiental.
3. La población local demuestra capacidades para el desarrollo de actividades de monitoreo de los relictos de bosque nativo.
4. Predisposición de la población para el desarrollo de programas de forestación y reforestación de la parte media y alta de la parroquia.
5. Existencia de iniciativas comunitarias para fortalecer el desarrollo de actividades turísticas.
6. Existencia de normas, ordenanzas y leyes para desarrollar actividades mineras sustentables.

7. Apoyo gubernamental para la ejecución de capacitaciones al personal de guardaparques y dotación de equipamiento adecuado a un mayor número de vigilantes de la RECC.
8. Concienciación ambiental para evitar la deforestación y fragmentación del bosque nativo.

### AMENAZAS

1. Fragmentación del ecosistemas bosque.
2. Ocurrencia de incendios forestales.
3. Disminución del flujo turístico.
4. Intervención antrópica en la RECC.
5. Pérdida de diversidad biológica.
6. Intervención de las concesiones mineras para explotación de minerales.
7. Existencia de especies introducidas en áreas fragmentadas de bosque nativo.

### OPORTUNIDADES

1. Percepción de la población de los problemas que ocasiona la fragmentación del ecosistemas bosque.
2. Participación comunitaria para combatir la ocurrencia de incendios forestales.
3. Existencia de atractivos turísticos naturales en todo el territorio parroquial.
4. Los propietarios de predios de extensiones grandes poseen planes de manejo exigidos por el MAE.
5. Participación comunitaria con organismos del estado para evitar la pérdida de diversidad biológica.
6. Aprovechamiento de los recursos maderables y no maderables de las especies introducidas.

Elaborado por: La Autora

En el análisis FODA se priorizaron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, las mismas que están relacionados con la fragmentación del ecosistema bosque nativo, causada por deforestación, avance de la frontera agrícola, ocurrencia de incendios, escasa educación ambiental, bajo nivel de monitoreo de los ecosistemas, y escaso apoyo a las actividades de turismo. El análisis FODA refleja la percepción socio-ambiental de los pobladores de la parroquia, lo que permitió establecer estrategias de restauración ambiental para la protección y conservación de los ecosistemas bosque y páramo.

#### **6.1.3.1. Estrategia de restauración ambiental**

Como estrategia para viabilizar la restauración ambiental de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje se proponen tres proyectos, cada uno de ellos consta de objetivos, actividades, indicadores, duración, y responsables. Para alcanzar los objetivos de cada proyecto es importante contar con la participación conjunta entre los actores parroquiales y las entidades gubernamentales quienes validaron dicha propuesta, para el cumplimiento de objetivos se considera un período de tiempo de cuatro a cinco años. En la tabla 33 se muestra las estrategias de restauración propuestas.

**Tabla 33.**

*Matriz de seguimiento y control de la propuesta de Restauración Ambiental*

<b>PROPUESTA DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA PARROQUIA 6 DE JULIO-CUELLAJE</b>						
<b>Estrategia</b>	<b>Proyecto</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Actividades</b>	<b>Indicador</b>	<b>Duración</b>	<b>Responsables</b>
Restauración ambiental de la cobertura vegetal boscosa en la parroquia 6 de Julio-Cuellaje para garantizar el flujo de bienes y servicios ecosistémicos del territorio	Forestación y reforestación con fines de protección de fuentes de agua	Promover actividades de forestación y reforestación con fines de protección de fuentes de agua	Construcción de viveros de producción de plantas nativas en las comunidades	Producción de plántulas de especies nativas en viveros comunales instalados	4 años	MAE, SENAGUA, MAG, GADM Santa Ana de Cotacachi, GPI, pobladores de la parroquia, Subsecretaría de Tierras
			Curso participativo para la selección de sitios para forestación y reforestación en la parroquia	Pobladores de las comunidades capacitados en temas de forestación y reforestación; mapeo de sitios potenciales reforestados y número de plantas en crecimiento óptimo		
			Plantación de especies nativas en sitios seleccionados y en áreas aledañas a las vertientes de agua.	Sitios seleccionados se encuentran cubiertos con plántulas de especies nativas, y las vertientes de agua se encuentran protegidas		

		Realización de la zonificación participativa del territorio parroquial en áreas ambientalmente homogéneas para conservar, proteger y preservar el recurso bosque	El GAD Parroquial y el Plan de Manejo Ambiental de la RECC cuenta con información de zonificación ambiental y ecológica del territorio		
		Desarrollo de buenas prácticas para la forestación, reforestación, y protección de fuentes de agua, mediante la selección de especies nativas adaptables al tipo de microclima y tipo de suelo, identificación de vertientes que requieren protección, y seguimiento de las especies plantadas, mediante la participación de los actores locales de la parroquia con el MAE	El recurso suelo mejora en calidad de nutrientes, y la diversidad de flora aumenta. La calidad y cantidad de agua de las vertientes se conserva en el tiempo.y además se lograría la vinculación de actores locales y gubernamentales en el desarrollo de las buenas prácticas de plantación		
Educación ambiental dirigida a niños, jóvenes, y adultos de la parroquia y capacitación en temas de	Incorporar la educación ambiental en la malla curricular en las unidades educativas y	Ejecución de charlas y conferencias de educación ambiental en las etapas de formación estudiantil: inicial, general básico y bachillerato general unificado	La población estudiantil de los niveles inicial, general básico y bachillerato general unificado, adquieren conocimientos sobre la temática de educación ambiental	4 años	MAE, Ministerio de Educación, GADM Santa Ana de Cotacachi, GPI,

conservación del recurso bosque	desarrollar actividades de capacitación para la población local en la temática de conservación del bosque nativo	Incorporación de contenidos y temas de educación ambiental en la malla curricular para las diferentes etapas de formación estudiantil	Los contenidos y temas de educación ambiental incorporados en la malla curricular se relacionan a la realidad y problemática del territorio parroquial	pobladores de la parroquia, Cuerpo de bomberos
		Difusión de temas ambientales mediante charlas de prevención, reducción, control, y extinción de incendios forestales y de pajonales	Disminución de la ocurrencia de incendios forestales, de pajonales, y control de quemas potenciales	
		Organización y ejecución de talleres de capacitación a las comunidades en temas de conservación y restauración del bosque nativo, aplicando técnicas de manejo de bosque basadas en la regeneración natural, y recuperación de áreas degradadas	Talleres ejecutados en las comunidades de la parroquia en temas de conservación y restauración del bosque nativo	

---

Difusión de los beneficios que brindan los recursos del bosque nativo mediante charlas informativas, incorporando conocimientos de la ecología del bosque, bienes (agua para consumo humano, madera, leña y plantas medicinales) y servicios ambientales (captación hídrica en las vertientes, protección del suelo, fijación de carbono, y belleza escénica)

Participantes locales se benefician sobre el conocimiento que brinda el recurso bosque, como la producción de agua y oxígeno, captación de CO<sub>2</sub>, y protección de hábitats para la flora y fauna silvestre. Además, se mejora el acceso a los bienes y servicios ambientales.

---

Participación de los actores locales de la parroquia con entidades gubernamentales en el desarrollo de actividades de educación ambiental y capacitación comunitaria

Los actores locales y gubernamentales participan conjuntamente en actividades de educación ambiental y capacitación comunitaria

		<p>Aplicación de buenas prácticas para el aprendizaje y desarrollo social que permitan identificar los problemas ambientales de la parroquia.</p> <p>Creación de una estructura de participación que permita incorporar la perspectiva de niños, jóvenes, y adultos, en el conocimiento y soluciones ambientales a los problemas que afectan a las comunidades.</p>	<p>Las buenas prácticas para el aprendizaje y desarrollo social ayudan a identificar la problemática ambiental de la parroquia</p> <p>Funcionamiento de una estructura de participación que incorpore la perspectiva de niños, jóvenes, y adultos en el conocimiento y soluciones ambientales en las comunidades.</p>		
<p>Ejecución de emprendimientos locales mediante la creación de microempresas agropecuarias y turismo comunitario</p>	<p>Implementar sistemas de producción sostenible, para mejorar la calidad de vida de la población a través de los</p>	<p>Implementación de sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, y de permacultura en las comunidades de la parroquia, para la conservación del bosque nativo</p>	<p>Número de sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, y de permacultura instalados en las comunidades de la parroquia</p>	<p>5 años</p>	<p>Ministerio de Inclusión Económica y Social, Ministerio de Turismo (MINTUR), Corporación Financiera</p>

<p>ingresos económicos obtenidos en la operación de microempresas agropecuarias y turismo comunitario</p>	<p>Aplicación de emprendimientos comunitarios para la creación de microempresas agroindustriales, integrando factores socioeconómicos y ecológicos del territorio parroquial; y procesamiento de productos alimenticios</p>	<p>Las microempresas comunales se encuentran funcionando en la comercialización de productos agropecuarios. Los productos alimenticios que se producen en las comunidades son procesados en pequeñas empresas agroindustriales</p>	<p>Nacional, GADM Santa Ana de Cotacachi, GPI, pobladores de la parroquia</p>
	<p>Capacitación a la población local en temas de emprendimiento mediante la difusión de técnicas de procesamiento de productos locales como: lácteos, café orgánico, derivados de la caña de azúcar, cárnicos, y derivados frutales</p>	<p>Los pobladores cuentan con conocimientos de técnicas de procesamiento de elaboración de quesos, panela, mermeladas, jugos y conservas de frutas, carne de ganado vacuno y porcino, café tostado y molido</p>	

---

Generación de canales de distribución para productos de consumo, tales como: canal directo (del productor a los consumidores), y canal mayorista (del productor a los mayoristas y posteriormente a los consumidores)

Los canales de distribución permiten expender productos agrícolas, pecuarios y agroindustriales directamente del productor al mayorista y finalmente al consumidor

---

Realización del inventario de atractivos turísticos naturales y construidos para conocer la oferta y demanda turística de la parroquia

Se conoce con detalle la oferta (número de infraestructuras para alojamiento de turistas, senderos ecológicos dentro del bosque nativo, miradores de paisajes, flora y fauna) y demanda turística (número de turistas nacionales y extranjeros, visitantes regionales y locales)

---

Difusión de información de los atractivos turísticos naturales y construidos para conocimiento de los turistas a través de los medios de comunicación masiva (radio, diarios, televisión, e internet)

Los turistas y visitantes son informados y adquieren conocimiento sobre los atractivos turísticos naturales y construidos

---

Mejoramiento de la infraestructura de los atractivos turísticos para brindar mejor servicio al turista y aumento de la calidad de vida de la población rural mediante la facilidad de acceso a líneas de crédito desde las entidades del Gobierno

Los propietarios de los atractivos turísticos disponen de créditos económicos aprobados por las entidades del Gobierno Nacional y GADs.

---

Participación de los actores locales de la parroquia con entidades gubernamentales en la implementación de sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles, y de permacultura, ejecución de emprendimientos locales, y desarrollo de proyectos turísticos comunitarios

Los actores locales y gubernamentales participan conjuntamente en la implementación de sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles y de permacultura, además se logran emprendimientos locales y ejecución de proyectos turísticos comunitarios

---

---

Aplicación de buenas prácticas como transporte y manipulación adecuadas de las plántulas, manejo de desechos después de la plantación, control de malezas, riego y aplicación de abonos orgánicos a las plántulas e intervenciones post plantación.

Formación de cualidades de emprendimiento como creatividad, autonomía, responsabilidad y capacidad de liderazgo, optimización de recursos materiales y económicos sin generar residuos contaminantes.

Los turistas y visitantes aplican principios de ecoturismo sin alterar el equilibrio del ambiente evitando impactos sobre el paisaje.

Los pobladores de la parroquia aplican buenas prácticas en las diferentes técnicas de uso y conservación del suelo.

La población parroquial adquiere destrezas y capacidades para el desarrollo de emprendimientos comunitarios

Los comuneros se benefician de los ingresos económicos obtenidos por los servicios brindados a los turistas y visitantes.

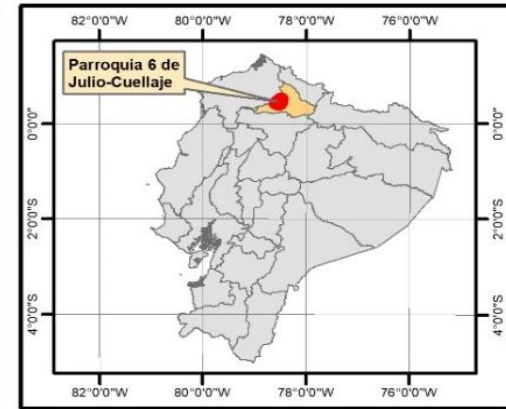
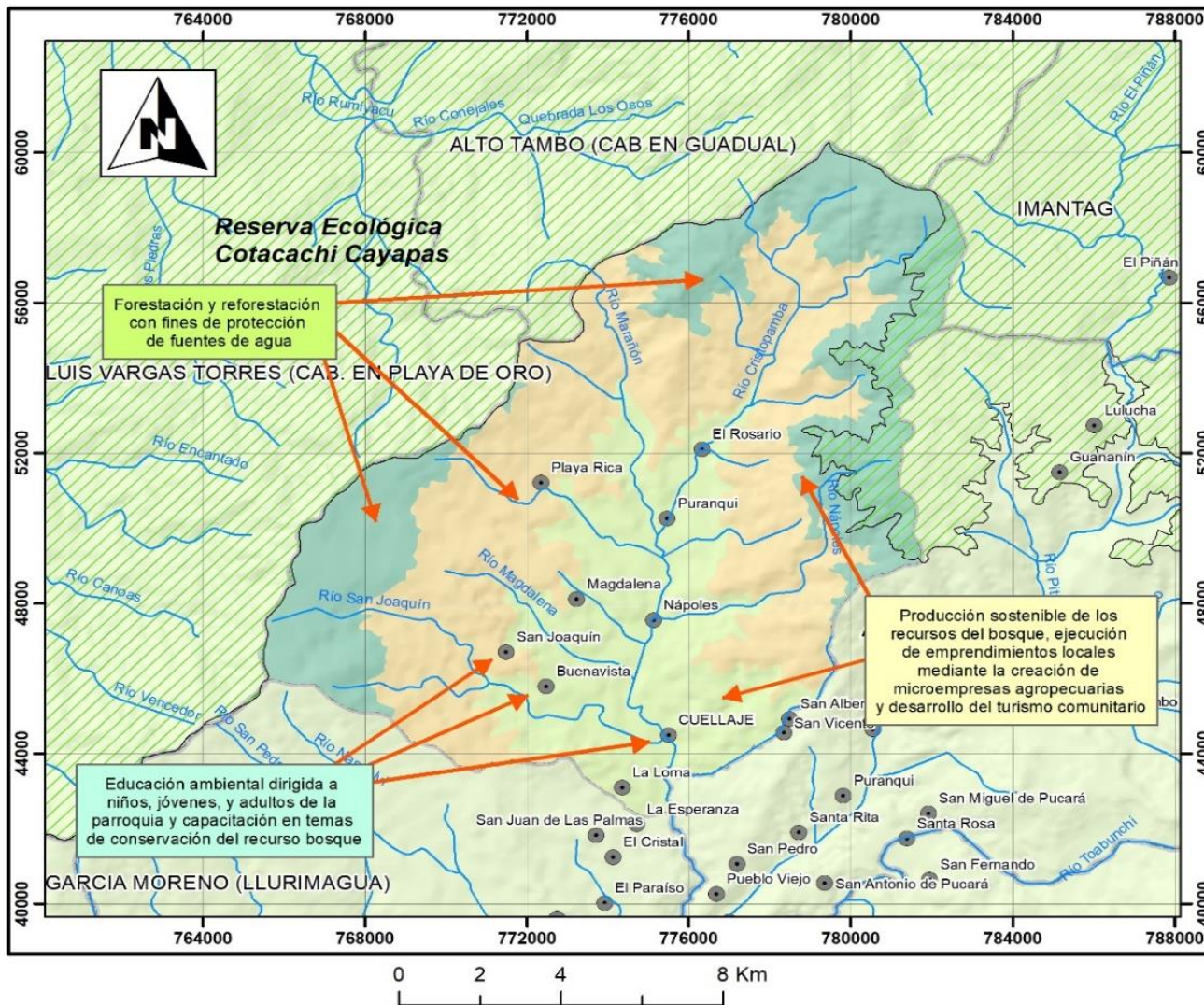
---

Elaborado por: La Autora

Para la aplicación de estrategias se considera la zonificación del territorio parroquial, tanto para la parte baja, media, como también de la parte alta; debido a que cada una de las partes del territorio parroquial tiene componentes ambientales y sociales diferentes, por ejemplo en la parte baja predominan los pastos y cultivos dedicados para la comercialización y autoconsumo; en la parte media existe un equilibrio entre la existencia de pastos y relictos de bosque nativo, y en la parte alta predomina la presencia de bosque nativo y páramo con escasa intervención antrópica. Los indicadores de la propuesta de estrategia serán más cuantificables si se los evalúa desde el punto de vista de división del territorio de la parroquia en las partes alta, media, y baja.

Para la ejecución de la estrategia de restauración ambiental se presenta en la figura 39 un mapa con la localización de cada uno de los proyectos en el territorio geográfico de la parroquia.

## UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LAS ESTRATEGIAS DE RESTAURACIÓN AMBIENTAL DE LA PARROQUIA 6 DE JULIO-CUELLAJE"



**Legenda**

- RÍOS SIMPLES
- POBLADOS
- RECC

**PARTES DE LA CUENCA**

- PARTE ALTA: 2800-3400 msnm
- PARTE BAJA: 1800-2300 msnm
- PARTE MEDIA: 2300-2800 msnm

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

**ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**  
**INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES Y ECODesarrollo**  
**MAPA DE UBICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE LA PARROQUIA**

ELABORADO POR: ERIKA PATRICIA VACA MURIEL	FECHA: 20/7/2018
ESCALA: 1/125.000	FUENTE: SNI, 2014
ASESORA: MGS. PAOLA CHÁVEZ	MAPA: 1 DE 1

*Figura 39.* Mapa de ubicación de Estrategias en el territorio parroquial  
Elaborado por: La Autora

#### 6.1.4. Socialización y validación de las estrategias de restauración ambiental

En un taller participativo realizado en el GAD parroquial 6 de Julio-Cuellaje el 19 de julio de 2018, donde asistieron 17 miembros de la Junta Parroquial, representantes del GAD provincial de Imbabura, de la PUCESI y la UTN; se presentaron 5 proyectos iniciales para la restauración ambiental y se solicitó a los comuneros priorizar 3 de ellos que resulten de mayor interés o relevancia para la comunidad, luego de lo cual se tabularon los resultados y se los presentó a los asistentes quienes aprobaron y validaron los proyectos los cuales se presentan en la tabla 33.

Ademas se solicitó a los participantes del talles valorar la presente investigación, para esto se presentó una encuesta con la valoración en la escala de 1 a 5 de las cuatro preguntas relacionadas con las perspectivas, beneficios, relevancia y aplicación de los resultados de la investigación (tabla 34).

1. Grado de relevancia del estudio para algún actor y/o sector de la sociedad
2. Perspectivas para estudios complementarios posteriores
3. Generación de beneficio actual o a futuro para alguna organización, empresa pública o privada
4. Cumplimiento de los objetivos planteados

**Tabla 34.**

*Medición de impacto de la investigación*

<b>Escala</b>	<b>Pregunta 1</b>	<b>Pregunta 2</b>	<b>Pregunta 3</b>	<b>Pregunta 4</b>
1 (Nulo)	0	0	0	0
2 (Bajo)	0	0	0	0
3 (Medio)	0	0	0	0
4 (Alto)	0	1	1	0
5 (Muy Alto)	17	16	16	17
Total	17	17	17	17

Elaborado por: La Autora

Las personas encuestadas calificaron el impacto de la investigación en alto y muy alto. Con estos resultados se determinó que la investigación realizada cumplió con las expectativas de los pobladores debido al cumplimiento de los objetivos planteados.

## 4.2. Discusión

En la investigación sobre análisis multitemporal de las zonas forestales en la zona de Intag-Ecuador período 2010 al 2013, Guzmán (2015) encontró un dato promedio anual de deforestación de -1,42%, en este trabajo se emplearon imágenes Landsat 7 de los años 2010 y 2013 correspondientes a la Provincia de Imbabura, donde se menciona también que los cambios ocurridos en las áreas boscosas fueron ocasionados por el aumento de las áreas de cultivos y pastos; en el presente estudio se obtuvo una tasa de deforestación de -46,8% para un período de 30 años, para la parroquia 6 de Julio-Cuellaje la misma que posee una superficie de 17 369,14 ha. La diferencia de tasas de deforestación entre los dos estudios se debe a la extensión de cada una de las áreas de estudio, en el caso de la zona de Intag la superficie es de 147 730,67 ha, en los dos estudios se coincide en que existió pérdida de bosque por deforestación debido principalmente al avance de la frontera agrícola.

En el estudio sobre la línea base de deforestación del Ecuador Continental realizado por el MAE (2012), en el que se presentaron resultados del mapa histórico de deforestación del Ecuador en dos períodos de tiempo, el primer período se realizó del año 1990 al 2000, el segundo período se realizó del 2000 a 2008; los datos de cambios de cobertura vegetal boscosa fueron de -0,71% para el período 1990-2000 y de -0,66% para el período 2008, lo que equivale a una tasa de deforestación anual promedio de 89 944 ha/año y 77.647 ha/año para cada período respectivamente. En el presente estudio se encontró una tasa de pérdida de bosque de -0,0219% para un período de 30 años; en los dos estudios se demuestra que existieron considerables disminuciones de la cobertura boscosa, en el reporte de datos de deforestación para todo el país la tasa de pérdida de bosque fue -0,68%, considerando la superficie total de bosque nativo del Ecuador que corresponde a 12 261,997 ha, mientras que la superficie promedio de bosque nativo en el área de estudio de la parroquia 6 de Julio-Cuellaje fue de 8 927,86 ha en un período de 30 años, que corresponde al 0,07% de la superficie total de bosque nativo del país.

En el presente estudio de fragmentación de ecosistemas, las áreas cultivadas tienen una superficie de 963 hectáreas ocupadas por cultivos de ciclo corto que corresponde al 61,94%, también se encontró que 841 hectáreas corresponden a pastizales, que equivale al 38,05%; en el Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto Multipropósito Piñán-Tumbabiro (SENAGUA, 2014), se reportaron superficies de 4 343,86 hectáreas dedicadas a la siembra de cultivos que corresponde al 45,7% del área total de estudio; además se registró una superficie de 1 176,19 hectáreas dedicadas a pastizales que representa el 5,9% del área total de estudio que fue de 6 746,47 hectáreas. Los datos de los dos estudios son relativamente similares en las extensiones de cultivos, mientras que los datos de las extensiones de pastizales tienen una alta diferencia; esto se debe a que en la parroquia 6 de Julio-Cuellaje los suelos tienen aptitud mayormente para uso agrícola y pastos, mientras que en el área de estudio del Proyecto Piñán-Tumbabiro los suelos tienen aptitud dominante para actividades agrícolas y en menor escala para actividades ganaderas.

En la parroquia 6 de Julio-Cuellaje se obtuvieron datos mediante encuestas aplicadas a los pobladores en los que el 96,18 % de la población tienen superficies de terreno mayores a 10 ha, mientras que en el estudio de impacto ambiental del proyecto Piñán-Tumbabiro, se menciona que el tamaño de las explotaciones agrícolas en el área de influencia directa, considerando las superficies mayores a 10 ha, representan el 5,4 % de la superficie total. Los valores calculados en porcentaje difieren en 90,78%, lo que significa que el uso del suelo en la parroquia tiene más aptitud para el desarrollo de cultivos y pastos.

En la parroquia 6 de Julio-Cuellaje mediante la aplicación de encuestas se encontró que el 95,23% de los pobladores se dedica a las actividades agrícolas y ganaderas, y el 4,76% realizan actividades de trabajo remunerado y trabajo propio; según el PDOT de la parroquia el 71% de la población pertenece al sector primario (agrícola y pecuario), y el 29% pertenece al sector de otros servicios (comercio al por mayor y menor y otras actividades). Los datos de las encuestas aplicadas tienen similitud con los datos obtenidos del PDOT Parroquial, ya que el porcentaje de la población dedicada a las actividades agrícolas y ganaderas superan el 70%.

En los resultados de encuestas aplicadas en las comunidades se obtuvo que el 3,76% de los pobladores contestó que la fragmentación del ecosistema se produjo en la propiedad comunal, el 96,24% afirmó que la fragmentación se generó en predios de propiedad privada, y ninguno de los informantes mencionó que la fragmentación ocurrió en predios de propiedad estatal. En el informe de impacto ambiental minero de la zona de Intag (Corte Constitucional del Ecuador, 2009) se menciona que el bosque nativo sería directamente afectado, el mismo que ocupa una superficie de 32 211,44 ha que equivale al 24,12% del territorio de la Zona de Intag. La diferencia en los datos de porcentaje de fragmentación y alteración del bosque nativo se debe a que los encuestados afirmaron que el deterioro de bosque se produce en propiedad privada a nivel local, es decir en bosques nativos que pertenecen al Patrimonio del Estado.

## 7. CONCLUSIONES.-

- La deforestación afectó principalmente al bosque nativo de la parte media y alta de la parroquia durante el período 1987-2017, causando la pérdida del 46,8% de la cobertura vegetal boscosa original, en términos de superficie de la parroquia dicha pérdida de bosque es alta, debido a que en la actualidad se cuenta con aproximadamente la mitad de la superficie de la parroquia cubierta por relictos de bosque.
- Se determinaron los grados de fragmentación de ecosistemas en la parroquia 6 de Julio-Cuellaje, que fueron: fragmentación moderada con 92,10% para el año 1987, fragmentación alta con 69,01% en el año 2009, y fragmentación muy alta con 46,18% en el año 2017, para el período 1987-2017.
- Las áreas de bosque fragmentado se concentraron principalmente en la parte baja y media de la parroquia en las cotas de 1800 a 2800 msnm, ya que la cobertura de bosque nativo fue reemplazada con cultivos y pastizales en el transcurso de los últimos 30 años.

En la percepción de la población sobre la pérdida de bosque todos los pobladores reconocen que en la parroquia ha existido pérdida de bosque nativo en las 8 comunidades y cabecera parroquial; con respecto a la fragmentación del bosque, esta se produjo mayormente en sectores de propiedad privada, escasamente en sectores de propiedad comunal y no existió fragmentación en propiedades estatales. La fragmentación de remanentes de bosque tuvo una alta incidencia de acuerdo a la percepción de los pobladores para el período de análisis de 30 años.

- En el proceso de socialización de la investigación realizado de forma participativa, se dieron a conocer estrategias de restauración ambiental que sean validadas desde el punto de vista de perspectiva de la población, donde se priorizaron los siguientes proyectos: Forestación y reforestación con fines de protección de fuentes de agua; Educación ambiental dirigida a niños, jóvenes, y adultos de la parroquia y

capacitación en temas de conservación del recurso bosque; y Producción sostenible de los recursos del bosque, ejecución de emprendimientos locales mediante la creación de microempresas agropecuarias y desarrollo del turismo comunitario. Para la ejecución de los proyectos se definieron actividades, indicadores, duración y responsables.

- En el taller de socialización de la propuesta con los líderes y pobladores comunitarios se obtuvieron validaciones calificadas en la escala de muy alto y alto impacto, sobre las perspectivas, beneficios, relevancia y aplicación de los resultados de la investigación.
  
- Los lineamientos para la restauración del ecosistema bosque tuvieron base técnica y de percepción socio-ambiental, los mismos que permitirán recuperar las áreas degradadas por procesos de fragmentación en el territorio parroquial, mediante la ejecución de las estrategias y proyectos priorizados.

## **8. RECOMENDACIONES.-**

- Fortalecer la vigilancia y control en el área de influencia directa de la Reserva Ecológica Cotacachi Cayapas, para evitar el proceso de fragmentación del bosque nativo y el avance de la frontera agrícola hacia la zona de amortiguamiento de la RECC.
  
- Realizar el mejoramiento en la tecnificación de las actividades agrícolas y ganaderas, principalmente en: reducción de agroquímicos, técnicas de riego, optimización de mano de obra, implementación de sistemas agrosilvopastoriles, silvopastoriles y de permacultura.
  
- Aplicar la metodología empleada en la presente investigación en todas las parroquias que conforman la Zona de Intag, para alcanzar el desarrollo sustentable conjuntamente con los pobladores y las entidades gubernamentales encargadas de las decisiones político-socioambiental.
  
- Emplear en el análisis multitemporal imágenes comerciales de fina resolución espacial, como por ejemplo: WorldView, GeoEye, Ikonos, Kompsat y RapidEye para obtener resultados de usos del suelo y coberturas vegetales a escalas con mayor detalle.
  
- Incorporar los resultados de la presente investigación en el fortalecimiento de los Planes de Ordenamiento Territorial del GAD Provincial de Imbabura, GAD Cantonal Santa Ana de Cotacachi, y GADs Parroquiales de la Zona de Intag .
  
- Realizar la zonificación ecológica-ambiental de la parroquia, definiendo zonas de: protección, conservación, preservación, uso agropecuario, uso turístico, y uso múltiple, para incorporar esta información en los proyectos del PDOT Parroquial.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.-

- Aguirre, N. (2007). La restauración ecológica en Ecuador: estado actual y perspectivas. Universidad Nacional de Loja, p.5
- Ahumada, M., Aguirre, F., Contreras, M. & Figueroa, A. (2011). Guía para la Conservación y Seguimiento Ambiental de Humedales Andinos, División de Recursos Naturales y Biodiversidad del Ministerio de Ambiente, Chile, p.3
- Alonso, A. (2014). Evaluación de la conectividad estructural y funcional, bajo la implementación de escenarios de reforestación en el corredor Podocarpus - Yacuambi, Ecuador. (Tesis de Posgrado). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba-Costa Rica, pp.18-19
- Altamirano, A., Echeverría, C. & Lara, A. (2007). Efecto de la fragmentación forestal sobre la estructura vegetal de las poblaciones amenazadas de *Legrandia concinna* (Myrtaceae) del centro-sur de Chile. *SciELO*, 80(1), 27-42
- Álvarez, P., Carrillo, G., De la Cadena, G., Ortega, S. & Páez, T. (2007). Restauración, rehabilitación y reafectación de un paisaje de bosque de neblina en el Bosque Protector Mindo – Nambillo (Chocó Andino, Ecuador). (Tesis de Maestría), Universidad Central del Ecuador, pp. 1-2.
- Andrade, S. (2010). Ecosistemas frágiles del Ecuador. Información de la Biodiversidad del Ecuador. Quito, p.2
- Arenas, S., Haeger, J., & Jordano, D. (2011). Aplicación de técnicas de teledetección y GIS sobre imágenes Quickbird para identificar y mapear individuos de peral silvestre (*Pyrus bourgeana*) en bosque esclerófilo mediterráneo. *Revista de teledetección*, 35(55), 59-60. Recuperado de [http://www.aet.org.es/revistas/revista35/Numero35\\_07.pdf](http://www.aet.org.es/revistas/revista35/Numero35_07.pdf)
- Ayala, R. & Menenti, M. (2001). Metodología para la Búsqueda del Mejor Clasificador de Imágenes de Satélite. *Teledetección, Medio Ambiente y Cambio Global*, 49(62), 470. Recuperado de <http://www.aet.org.es/congresos/ix/Lleida103.pdf>

- Benavides, J. (2011). Fragmentación causas y consecuencias. Ecología del paisaje básica. Brasil,
- Boca, T., & Rodríguez, G. (2010). Métodos estadísticos de la evaluación de la exactitud de productos derivados de sensores remotos. Recuperado el 10 de Febrero de 2018 de [http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-\\_mtodos\\_est\\_\\_sensores.pdf](http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta-_mtodos_est__sensores.pdf)
- Burel, F., & Baudry, J. (2002). Ecología de paisaje, conceptos, métodos y aplicaciones. (p.390). Madrid: Mundi-prensa.
- Caicedo, M. (2016). Análisis Multitemporal de la Dinámica de Uso de Suelo y Cobertura Vegetal con Fines de Conservación por Aplicación de Incentivos Económicos en el Cantón Colta. (Tesis de Pregrado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Recuperado de <http://C:/Users/PC%202018/Downloads/An%C3%A1lisis%20multitemporal%20de%20la%20din%C3%A1mica%20de%20uso%20de%20suelo%20y%20cobertura%20vegetal%20con%20fines%20de%20conservaci.pdf>
- Calatayud, G., García, V., Marín P., Sierra, N. & Vélez, A. (2012). Restauración de un ecosistema de páramo en Villonaco (Loja, Ecuador) afectado por una plantación de pino patula (*Pinus patula*). (Tesis de Maestría), Universidad Central del Ecuador.
- Calderón, C. (2015). Ecosistemas estratégicos, servicios ecosistémicos y problemas ambientales. Nuestra Relación con la Naturaleza, Colombia.
- Cárcamo, A. & Rejas, J. (2015). Análisis multitemporal mediante teledetección espacial y SIG del cambio de cobertura del suelo en el municipio de Danlí, El Paraíso, en los años 1987 -2011. Ciencias Espaciales, 8(2), 266. Recuperado de <http://www.lamjol.info/index.php/CE/article/viewFile/2081/1878>
- Carrere, R. (2010). Deforestación y monocultivos forestales en Ecuador. Movimiento mundial por los Bosques Tropicales, Quito, Ecuador, p.1.
- Castillo, N. (2012). Análisis del Comportamiento del Aliso *Alnus Nepalensis* D. Don, Asociado con *Brachiaria Decumbens* Staff y Pasto Miel *Setaria*

- Sphacelata (Schumacher) Staff & C. E. Hubb y Pasturas en Monocultivo. (Tesis de Pre grado). Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2564/1/03%20FOR%20203%20TESIS.pdf>
- Condori, G. (2012). Influencia de la Fragmentación en la Diversidad de la Flora Silvestre y en los Cambios de Uso de Suelo y Cobertura Vegetal en Huerta Huaraya, Puno. *Ecosistemas*, 21(1-2), 232.
- Corte Constitucional del Ecuador. (2009). Los Impactos Ambientales del Proyecto Minero “Junín”. Recuperado el 29 de Junio de 2018 de [http://C:/Users/PC2018~1/AppData/Local/Temp/Rar\\$DIa8252.27431/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20PROYECTO%20MINERO%20JUNIN.pdf](http://C:/Users/PC2018~1/AppData/Local/Temp/Rar$DIa8252.27431/IMPACTOS%20AMBIENTALES%20PROYECTO%20MINERO%20JUNIN.pdf)
- Echeverría, M. & Rodríguez, J. (2006). Análisis de un paisaje fragmentado como herramienta para la conservación de la biodiversidad en áreas de bosque seco y subhúmedo tropical en el Municipio de Pereira, Risaralda Colombia. *UTP*, 30(6), 2-3
- Espín, N., Castillo, F., García, F., & Sarría, F. (2015). Comparación de Métodos de Clasificación de Imágenes de Satélite en la Cuenca del Río Argos (Región de Murcia). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 67 (95), 329. Recuperado de [http://boletin.age-geografia.es/articulos/67/15\\_comparacion.pdf](http://boletin.age-geografia.es/articulos/67/15_comparacion.pdf)
- FAO. (2015). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2015. Informe Nacional, Ecuador, p.4.
- Feoli, S. (2009). Corredores biológicos: una estrategia de conservación en el manejo de cuencas hidrográficas. *Kurú: Revista Forestal*, 6 (17), 2. Costa Rica.
- Flohr, O. (2005). La importancia del mantenimiento de los ecosistemas. (Tesis de Maestría en Investigación). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, p.12.
- Gallego, C. (2004). Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión*, 5(18), 7. Barcelona.

- Galván, S. (2015). Fragmentación de bosque y su relación con la conservación de primates diurnos en el arroyo Pechelín, Sucre, Colombia. (Tesis de Maestría en Ciencias Ambientales Convenio SUE-CARIBE). Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Cartagena de Indias, pp.39-40.
- Gálvez, J. (2002). La restauración ambiental: conceptos y aplicaciones. Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Guatemala, p.6.
- García, D. (2011). Efectos biológicos de la fragmentación de hábitats: nuevas aproximaciones para resolver un viejo problema. *Ecosistemas*, 20(2), 1.
- Gonzales, A. (2012). Mapa de uso potencial del suelo en el Valle del Cauca, Cali, Colombia p.2
- Granados, C., Serrano, D. & García, A. (2014). Efecto de borde en la composición y en la estructura de los bosques templados. Sierra de Monte Alto, Centro de México. *SciELO*, 36(2), 271.
- Gurrutxaga, M. (2006). Efectos de la fragmentación de hábitats y pérdida de conectividad ecológica dentro de la dinámica territorial. *Revista de Geografía*, 16, 37.
- Gurrutxaga, M. (2013). La implementación de la conectividad ecológica a distintas escalas espaciales. Departamento de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad de Valladolid, p.141.
- Guzmán, J. (2015). Análisis Multitemporal de las Zonas Forestales en la Zona de Intag - Ecuador - Período 2010 al 2013. (Tesis de Posgrado). Universidad de Salzburg. Recuperado de [http://issuu.com/unigis\\_latina/docs/guzman](http://issuu.com/unigis_latina/docs/guzman)
- Herrera, P., & Díaz, E. (2013). Ecología del Paisaje, conectividad ecológica y territorio. Una aproximación al estado de la cuestión desde una perspectiva técnica y científica. Universidad de Santiago de Compostela, Ingeniería Agroforestal, La Coruña-España, p.52.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2009). Aspectos Técnicos de las Imágenes Landsat. Recuperado el 09 de Febrero de [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos\\_tecnicos\\_de\\_imagenes\\_landsat.pdf](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/imgpercepcion/imgsatelite/doc/aspectos_tecnicos_de_imagenes_landsat.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). Carta de uso potencial del suelo. México, p.2.
- Iñiguez, A. (2008). En las últimas décadas han manifestado diversas estrategias para disminuir las consecuencias de la fragmentación. (Tesis de grado), Universidad de Cuenca, pp.28-29.
- Irastorza, P. (2006). Integración de la ecología del paisaje en la planificación territorial. Aplicación a la comunidad de Madrid. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, pp.9-10
- Jaramillo, J. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón de Santa Ana de Cotacachi, p.41.
- Karszenbaum, H. & Barraza, V., (2013). Introducción a la Teledetección Cuantitativa. Recuperado el 09 de Febrero de <http://files.especializacion-tig.webnode.com/200000032-25950268dd/5.-Firmas%20espectrales.pdf>
- León, D. (2014). Diagnóstico de la fragmentación antropogénica del paisaje para el Municipio de Gutiérrez. (Tesis de Maestría). Universidad de la Sabana, Bogotá-Colombia, p.9.
- López, G. (2016). Impacto Ambiental por las actividades extractivas en bosques tropicales, FAO, La Molina, Lima – Perú.
- MAE. (2007). Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador 2007-2016. Proyecto GEF: Sistema Nacional de Áreas Protegidas, Quito, Ecuador, pp. 5-6.
- MAE. (2008). Sistema de clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural, Quito, p. 33

- MAE. (2010). Cuarto Informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Quito, Ecuador, pp.9-10.
- MAE. (2011). Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental. Recuperado el 29 de Junio de 2018 de <http://es.scribd.com/document/186138150/RM-021-Linea-Base-de-Deforestacion-del-Ecuador-Continental-pdf>
- MAE. (2014). Plan Nacional de Restauración Forestal. Quito, Ecuador, p.10
- MAE. (2015). Corredores de conectividad. Importancia y características de los corredores ecológicos, Ecuador, pp. 1-2
- March, I., Carvajal, M., Vidal, R., Román, J & Ruiz, G. (2009). Planificación y desarrollo de estrategias para la conservación de la biodiversidad, CONABIO, México, pp. 562-563.
- Márquez, G. (2002). Ecosistemas estratégicos, Bienestar y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Biología e Instituto de Estudios Ambientales, IDEA, Bogotá-Colombia, p.3
- Medina, M. (2015). Análisis Multitemporal del Cambio de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra en el Cantón Gualaquiza, 1987 – 2015. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/7166/1/T-UCE-0004-33.pdf>
- Navarro, M., Gonzáles, L., Flores, R. & Amparán, R. (2015). Fragmentación y sus implicaciones (p. 7). Guadalajara: Primera Edición.
- Ortega, S. (2009). Propuesta de Red de Conectividad Ecológica entre remanentes de bosque y cacaotales en dos paisajes centroamericanos. (Tesis de Maestría). CATIE, Turrialba-Costa Rica, p.4.
- Pabon, L., Bezaury, F., León, S., Stolton, A., Groves, S. & Dudley, N. (2008). Valorando la Naturaleza: Beneficios de las áreas protegidas. Serie Guía Rápida, J. Ervin. Arlington, VA: The Nature Conservancy. p.7.

- Polo, M., Mafla, T., Ayala, J. & Vallejos, S. (2015). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial PDOT, de la Parroquia “6 de Julio – Cuellaje” 2015 - 2019, p.7.
- Ponce, C. (2017). Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal del Valle Interandino del Chota e Identificación de Zonas de Restauración Ecológica. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7235/1/03%20RNR%20252%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Prefectura de Imbabura, GAD Provincial de Imbabura. (2015). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Imbabura 2015 – 2035, p.93.
- Ramírez, H. (2013). Imágenes multiespectrales de sensores remotos. Recuperado el 09 de Febrero de 2018 de [http://www.un-spider.org/sites/default/files/Practica\\_ImagenesMultiespectralesDeSensoresRemotos\\_3.pdf](http://www.un-spider.org/sites/default/files/Practica_ImagenesMultiespectralesDeSensoresRemotos_3.pdf)
- Reese, R. (2010). Restauración ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador. (Tesis de Maestría), Universidad San Francisco de Quito, p.3
- Sánchez, A. (2009). Análisis Multitemporal de la Cobertura de la Tierra en la Cuenca del Valle de Jesús de Otoro entre los Años 2000-2006 Aplicando Técnicas de Teledetección. (Tesis de Posgrado). Universidad Nacional Autónoma de Honduras. Recuperado de [http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/02\\_Tesis\\_Alexis\\_Sanchez\\_2009.pdf](http://faces.unah.edu.hn/mogt/images/stories/PDF/Tesis/02_Tesis_Alexis_Sanchez_2009.pdf)
- Santos, T. & Tellería, J. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 23(12), 2.

- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2010). Directrices para la evaluación ecológica rápida de la biodiversidad de las zonas costeras, marinas y de aguas continentales. Recuperado el 10 de Febrero de 2018 de [http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/lib\\_rtr01\\_s.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/lib_rtr01_s.pdf)
- SENAGUA. (2014). Estudio de Impacto Ambiental Proyecto Multipropósito Piñan Tumbabiro. Recuperado el 29 de Junio de 2018 de [http://C:/Users/PC2018~1/AppData/Local/Temp/Rar\\$Dla5592.39806/esia-multiproposito-tumbabiro.pdf](http://C:/Users/PC2018~1/AppData/Local/Temp/Rar$Dla5592.39806/esia-multiproposito-tumbabiro.pdf)
- SENPLADES. (2014). DAP Actualización de prioridad del "Programa nacional de reforestación con fines de conservación ambiental, protección de cuencas hidrográficas y beneficios alternos", Ministerio del Ambiente, Quito-Ecuador, p.6.
- Vargas, B. (2008). Fragmentación y Conectividad de ecosistemas en el Sector del Proyecto Geotérmico Miravalles y sus alrededores. *Reflexiones*, 87(2), 14.
- Villegas, G. (2005). Análisis de conectividad ecológica de los humedales de Salburua con las áreas naturales colindantes. Centro de Estudios Ambientales del ayuntamiento de Victoria-Gasteiz. España, p.17.
- Viteri, G. (2010). Reforma Agraria en el Ecuador. Recuperado el 03 de Enero de 2018 de <http://www.eumed.net/libros-gratis/2007b/298/ley-1973.htm>
- Zolotoff, J. & Medina, A. (2005). Evaluación Ecológica Rápida (EER), Los Playones-Playa Madera. Municipio de San Juan del Sur, Departamento de Rivas. Managua, p.7. Recuperado el 10 de Febrero de 2018 de <http://www.bio-nica.info/biblioteca/ZolotoffMedina2005.pdf>

## 10. ANEXOS.-

### **Anexo I.** Vista panorámica de pastos, cultivos, y relictos de bosque nativo de la cabecera parroquial 6 de Julio-Cuellaje



Elaborado por: La Autora

### **Anexo II.** Cultivos de granadilla y relictos de bosque nativo en la cabecera parroquial



Elaborado por: La Autora

**Anexo III.** Pasto milín y relictos de bosque nativo en la parte media de la comunidad de San Joaquín



Elaborado por: La Autora

**Anexo IV.** Pasto kikuyo y relictos de bosque nativo en la parte alta de la comunidad de Puranquí



Elaborado por: La Autora

**Anexo V. Cultivo de maíz y relictos de bosque en la parte alta de la comunidad de Puranquí**



Elaborado por: La Autora

**Anexo VI. Vía de acceso a la comunidad de Playa Rica y relicto de bosque nativo en la parte alta**



Elaborado por: La Autora

**Anexo VII.** Cultivos perennes de plátano y tomate de árbol en la comunidad El Rosario



Elaborado por: La Autora

**Anexo VIII.** Cultivos de ciclo corto y relictos de bosque nativo en la parte alta de la comunidad El Rosario



Elaborado por: La Autora

**Anexo IX.** Cultivo de granadilla, pasto milín, y relictos de bosque nativo en la comunidad de San Joaquín



Elaborado por: La Autora

**Anexo X.** Encuesta a los pobladores de la parroquia



Elaborado por: La Autora

**Anexo XI.** Aplicación de la técnica de Evaluación Ecológica Rápida (EER) en el agroecosistema y relicto de bosque



Elaborado por: La Autora

**Anexo XII.** Cultivo de granadilla en suelos con pendientes fuertemente inclinadas



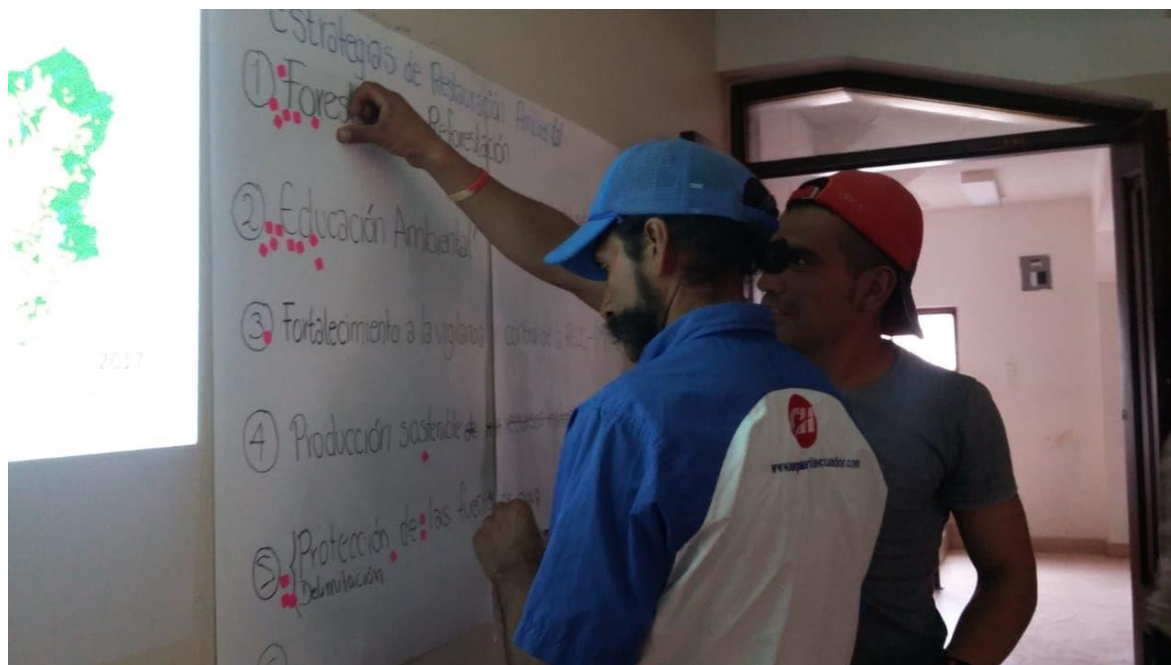
Elaborado por: La Autora

**Anexo XIII.** Toma de puntos de control con navegador GPS en cultivos de ciclo corto, para validar la clasificación supervisada.



Elaborado por: La Autora

**Anexo XIV.** Proceso de socialización de la investigación con los actores locales de la parroquia para priorizar estrategias de restauración ambiental



Elaborado por: La Autora

**Anexo XV.** Exposición de resultados de la investigación a los actores locales de la parroquia y técnicos de la PUCESI y Prefectura de Imbabura



Elaborado por: La Autora

Anexo XVI. Registro de asistencia al proceso de socialización de la investigación



LISTA DE ASISTENCIA A SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN

NOMBRE DEL EXPOSITOR: Erika Patricia Vaca Muriel  
 CARRERA: Ingeniería en Ciencias Ambientales y Ecodesarrollo  
 FECHA: 19 de Julio de 2018

NOMBRE ASISTENTE	NÚMERO DE CÉDULA	INSTITUCION A LA QUE REPRESENTA	FIRMA
Dayana Espin	100474669-7	CS Cuellaje	[Firma]
Lorena Lopez	100402586-4	CS Cuellaje	[Firma]
Jorge Coronel	1101921722	Jupsa de Agua	[Firma]
Dora Guamaná	0401368741	Prefectura de Imbabura	[Firma]
Oliver Rosales	0400933529	UTU-Tarayuta	[Firma]
Paola Chávez	100274409-0	PUCE Ibarra	[Firma]
Pomelo Alaco	1007162630	Cotacachi	[Firma]
Javier Ayala	100203032-0	Cuellaje	[Firma]
Manuel Buitan	171186361-1	Cuellaje	[Firma]
Patricio Ayala	1003123237	Playa Rica	[Firma]
Pedro Varela	1000699585	Consejo Curaca C.	[Firma]
Yolanda Alvarez	0400464064	Consejo de Ciencia Cristobamba	[Firma]
José Carrón	100161550-6	GAD Cuellaje	[Firma]
Cecilia Alvarez	100165577-4	Cuellaje	[Firma]
Sebastián Alvarez	100361325-2	GAD Cuellaje	[Firma]
Pedro Jorder	100330420-0	GAD Cuellaje	[Firma]
Paduan Mavel	100222187-5	Observatorio	[Firma]

Elaborado por: La Autora

Anexo XVII. Formato de encuesta del proceso de socialización de la investigación



**PROCESO DE SOCIALIZACIÓN DE INVESTIGACIÓN**

El siguiente cuestionario nos permitirá implementar mejoras constantes en los procesos de socialización de trabajos de investigación por favor háganos llegar sus comentarios y sugerencias:

FECHA	19-09-2018	
EXPOSITOR	Erika	
LUGAR	DENTRO PUCESI	FUERA PUCESI

NOTA IMPORTANTE: Por favor conteste las preguntas según la siguiente escala:

5. MUY ALTO / 4. ALTO / 3. MEDIO / 2. BAJO / 1. NULO

DETALLE DE VALORACIÓN	1	2	3	4	5
<b>ORGANIZACIÓN DEL EVENTO DE SOCIALIZACIÓN:</b>					
1. ¿Considera Usted que la sala donde se desarrolló este evento brindó las comodidades necesarias?					✓
2. ¿Considera Usted que el material audiovisual utilizado en la presentación fue adecuado?					✓
<b>EJECUCIÓN DEL EVENTO POR PARTE DEL EXPOSITOR</b>					
3. ¿Considera Usted que el expositor mostró dominio del tema?					✓
4. ¿Estima Usted que el manejo del auditorio por parte del expositor fue adecuado?					✓
5. ¿Considera Usted que el Expositor demostró facilidad de expresión?					✓
<b>MEDICIÓN DE IMPACTO DE LA INVESTIGACIÓN:</b>					
6. ¿Considera Usted que el tema investigado posee relevancia para algún actor y/o sector de la sociedad?					✓
7. ¿Considera Usted que esta investigación posee perspectivas para estudios complementarios posteriores?					✓
8. ¿Considera Usted que el tema investigado genera actualmente o a futuro un beneficio concreto para alguna organización, empresa pública o privada, comunidad o institución?					✓
9. ¿En función de los objetivos planteados expuestos en la Investigación, considera Usted que éstos se cumplieron?					✓
<b>REALICE UN COMENTARIO O SUGERENCIA PARA LOS ORGANIZADORES DE ESTE EVENTO</b>					
<b>MENCIONE USTED OTRAS PROBLEMÁTICAS QUE A SU PARECER PODRÍAN SER INVESTIGADAS Y QUE POSEAN IMPORTANCIA PARA ALGÚN ACTOR Y/O SECTOR DE NUESTRA COLECTIVIDAD</b>					
Sobre los impactos reales que produce la minería en territorios como el de Cuellaje					

INSTITUCIÓN U ORGANIZACIÓN A LA QUE PERTENECE EL ENCUESTADO	Consejo de Cuenca Río Cristobal
---	------------------------------------

Anexo XVIII. Formato de encuesta para evaluar la problemática socio-ambiental



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA  
ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES

La presente encuesta tiene la finalidad de recolectar datos de la comunidad para evaluar el estado de conservación de los ecosistemas, como parte de una investigación universitaria.

**Agradecemos mucho su colaboración, la encuesta será anónima**

**Indicación:** Por favor marque con una X la respuesta que considere adecuada.

**Género:** Hombre.... Mujer....

**Edad:**

**1. ¿Cuántos miembros forman parte de su familia?**

.....

**2. ¿Su forma de subsistencia es de?**

- a) Agricultura
- b) Ganadería
- c) Trabajo remunerado
- d) Trabajo propio
- e) Otro: .....

**3. ¿Usted posee terreno propio?**

Si.... No....

**4. Si la respuesta fue afirmativa ¿Cuál es la extensión (Ha) que posee?**

- a) < 10 ha
- b) 10 ha
- c) 15 ha
- d) 20 ha
- e) >25 ha

**5. Indique si su propiedad incluye las siguientes áreas, y la extensión aproximada (Ha) de cada una.**

- a) Área de pastizal .....
- b) Área cultivada .....
- c) Área de bosque .....
- d) Cursos de río .....
- e) Otras áreas .....

**6. ¿Considera que ha existido pérdidas de bosque?**

Si.... No....

**Si contesto la respuesta anterior sí, en que superficie se ha perdido según su criterio**

- a) Menos de 10 ha
- b) Entre 10 a 20 ha
- c) Entre 21 a 30 ha
- d) Entre 31 a 40 ha
- e) Mayor a 50 ha

**7. Las áreas fragmentadas con pérdida de bosque son:**

- a) Propiedad comunal
- b) Propiedad estatal
- c) Propiedad privada

**8. ¿Hace cuánto tiempo atrás comenzó a perderse áreas de bosque?**

- a) Menos de 5 años
- b) 5 años
- c) 10 años
- d) 15 años
- e) Más de 20 años

**9. ¿Por qué causas considera que se ha perdido el bosque?**

- a) Por ampliación de la frontera agrícola
- b) Por extracción de madera del bosque
- c) Eliminación de bosque para asentamientos humanos
- d) Para establecimiento de pastizales para ganadería
- e) Ampliación de vías
- f) Otros .....

**10. ¿Considera usted que en la actualidad los remanentes de bosque se encuentran fragmentados debido a la pérdida de cobertura vegetal?**

Si..... No.....

**11. ¿Se han perdido especies de flora cómo cuáles?**

- a) Orquídeas
- b) Helechos
- c) Bromelias
- d) Sahumerio
- e) Palmas
- f) Guayusa
- g) Otros .....

**12. ¿Se ha perdido especies de fauna cómo cuáles?**

- a) Oso de anteojos
- b) Cervicabras
- c) Pava de monte
- d) Guanta
- e) Armadillos
- f) Otros: .....

**13. ¿Qué propondría para recuperar las áreas de bosque perdido?**

- a) Reforestar
- b) Establecer un bosque protector
- c) Sistemas agrosilvopastoriles
- d) Guardabosque comunitario
- e) Otros: .....

**14. ¿Estaría usted dispuesto a trabajar en actividades de restauración ambiental de áreas fragmentadas?**

Si.... No....

**15. ¿Si su afirmación es positiva como le gustaría colaborar?**

- a) Prestación de mano de obra
- b) Prestación del terreno afectado
- c) Participación con los integrantes de la comunidad
- d) Participación con instituciones estatales (MAE, MAGAP, GADM Santa Ana de Cotacachi)

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

Elaborado por: La Autora

**Anexo XIX. Matriz de contingencia con cuatro clases para validación de la clasificación supervisada**

Confusion matrix online calculator							
<a href="#">Home page</a>							
Redraw confusion matrix for 4 classes.							
Truth data							
	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4	Classification overall	Producer Accuracy (Precision)	
Classifier results	Class 1	2	0	0	0	2	100%
Class 2	1	4	0	1	6	66.667%	
Class 3	0	0	1	0	1	100%	
Class 4	2	0	0	3	5	60%	
Truth overall	5	4	1	4	14		
User Accuracy (Recall)	40%	100%	100%	75%			

Overall accuracy (OA): 71.429%

Kappa<sup>1</sup>: 0.603

> Calculate confusion matrix <

Elaborado por: La Autora

**Anexo XX.** Tabla de coordenadas UTM de los puntos para la validación de la clasificación supervisada

<b>Sitios</b>	<b>Coordenada X</b>	<b>Coordenada Y</b>	<b>Uso del suelo y cobertura vegetal</b>
<b>Cuellaje</b>	774198	10043758	Cultivos
<b>Cuellaje</b>	775313	10043873	Cultivos
<b>San Joaquin</b>	770031	10044909	Cultivos
<b>San Joaquin</b>	773285	10047092	Bosque Nativo
<b>Puranqui</b>	777929	10050902	Pastos
<b>El Rosario</b>	778167	10053680	Pastos
<b>El Rosario</b>	775825	10053680	Pastos
<b>Playa Rica</b>	771404	10051515	Cultivos
<b>Playa Rica</b>	772589	10051304	Pastos
<b>Cuellaje</b>	775831	10044392	Bosque Nativo
<b>El Rosario</b>	781689	10058611	Páramo
<b>El Rosario</b>	781136	10057790	Bosque Nativo
<b>El Rosario</b>	777684	10054970	Bosque Nativo
<b>Nápoles</b>	775741	10048336	Bosque Nativo

Elaborado por: La Autora

**Anexo XXI. Modelo de ficha de Evaluación Ecológica Rápida (EER)**

FICHA EVALUACION ECOLOGICA RAPIDA	
Nombre del sitio	Rio San Joaquín
Punto No.	1
Coordenada X	772142
Coordenada Y	10045262
Altitud	2200 msnm
Ecosistema	Bosque nativo
Fecha	14 de Abril del 2018

MEDIO FISICO					
Tipo de Relieve					
Plano	Ligeramente ondulado	Ondulado	Montañoso	Muy montañoso	Escarpado
			X		

Tipo de Geoformas						
Montaña	Cerro	Terraza	Piedemonte	Ladera	Valle	Llanura
				X		

Suelo		
Uso actual	Uso Potencial	Conflicto de uso
Bosque Nativo	Bosque Nativo	Sin conflicto

Red hídrica		
Río	Quebrada	Laguna
X		

MEDIO BIOTICO				
Vegetación / Listado de especies dominantes				
Nombre científico	Nombre común	Estrato		
		Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso			
<i>Erythrina edulis</i>	Porotón	X		
<i>Juglans neotropica</i>	Nogal	X		
<i>Nectandra laurel</i>	Laurel	X		
<i>Ceroxylon alpinum</i>	Palma de cera	X		
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Jacarandá	X		
<i>Clethra fimbriata</i>	Tupial	X		
<i>Clusia alata</i>	Duco	X		
<i>Weinmannia pinnata</i>	Encino	X		
<i>Cyathea caracasana</i>	Helecho arbóreo	X		
<i>Vallea stipularis</i>	Palo de rosa	X		
<i>Hieronyma asperifolia</i>	Motilón	X		
<i>Miconia asperima</i>	Cola	X		
<i>Cedrela montana</i>	Cedro	X		

<i>Morella pubescens</i>	Laurel de cera	X		
<i>Baccharis latifolia</i>	Chilea		X	
<i>Sambucus peruviana</i>	Sauco		X	
<i>Euphorbia laurifolia</i>	Lechero		X	
<i>Piper aduncum</i>	Cordoncillo		X	
<i>Chusquea subulata</i>	Sural		X	
<i>Hesperomeles ferruginea</i>	Cerote		X	
<i>Calceolaria crenata</i>	Zapatitos			X
<i>Brugmansia arborea</i>	Floripondio		X	
<i>Datura sanguinea</i>	Guanto rojo		X	

Fragmentación del ecosistema		
Alto	Medio	Bajo
X		

Elaborado por: La Autora

