



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA
La Universidad Católica de Loja

ÁREA BIOLÓGICA
TÍTULO DE BIÓLOGO

**“Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en la Parroquia
Vilcabamba”**

TRABAJO DE TITULACION

AUTORA: Cevallos Aleaga, Ximena Karina

DIRECTOR: Ph.D Reyes Bueno, Fabián René

LOJA – ECUADOR

2016



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NY-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Septiembre, 2016

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

PhD.
Fabián René Reyes Bueno
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

De mi consideración:

El presente trabajo de titulación: “**Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en la parroquia Vilcabamba**” realizado por *Ximena Karina Cevallos Aleaga* ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, Agosto del 2016

F: _____.

Reyes Bueno Fabián René Ph.D
Director del Trabajo de titulación

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo Ximena Karina Cevallos Aleaga, declaro ser la autora del presente trabajo de titulación: “*Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en la Parroquia Vilcabamba*” de la titulación de Biología siendo Fabián René Reyes Bueno Director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 88 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textualmente dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado o trabajos de titulación que se realicen con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”

F:.....

Ximena Karina Cevallos Aleaga

110474779-3

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza en mi vida, y darme la oportunidad de comprender cada obstáculo y guiarme.

Con todo mi amor para ti Papito y Mamita, por ser los mejores padres por motivarme, por su ejemplo de dedicación, paciencia, esfuerzo y lucha por darme el apoyo incondicional durante todo este tiempo, mi corazón y mi gratitud, Juan Agustín y Teresa Inés los amo mucho, me siento muy orgullosos de ustedes.

A mis abuelitos por su ejemplo de lucha, empeño y de amor, gracias por cada una de sus sabias palabras que siempre las recordare y tendré presente el resto de mi vida, a mis dos ángeles en el cielo aunque no estén presentes sé que ellos me acompañan y me cuidan los llevare en mi corazón, su recuerdo me dan fortaleza para seguir cumpliendo metas.

A mis hermanas *Paola Inés, Yadira Lorena* y a mi hermano *Juan Pablo*, porque son mi ejemplo a seguir, por toda su preocupación y apoyo a pesar de todos los obstáculos que hemos pasado solo sé que nada es imposible. A mi tía Lolita por estar ahora con nosotros y enseñarme a tener esa fortaleza y nunca perder la Fé.

A mis pequeños amores: *Juan Ignacio, Raphaela Abigail, Francisco Javier y Pablo Emilio*, son la alegría en mi vida por sus miradas inocentes, son mi motor e inspiración para terminar esta meta para ser su ejemplo que todo es posible con perseverancia y esfuerzo, siempre tendrán a una amiga y tía que los ayudará en lo que pueda, los amo mucho.

También a mis amigos y amigas que siempre me dieron los ánimos para culminar esta meta por ser personas que estuvieron en las buenas y en las malas.

Xime.

La satisfacción radica en el esfuerzo, no en el logro. El esfuerzo total es una victoria completa.-Mahatma Gandhi.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la vida y fortaleza para poder afrontar los obstáculos.

A mis padres y a toda mi familia son mi pilar fundamental, por su apoyo incondicional.

Agradezco a la Universidad Técnica Particular de Loja, a todos mis profesores por brindarme sus enseñanzas y sus conocimientos.

A mi director de tesis PhD Fabián Reyes Bueno, que me permitió formar parte de este proyecto, por toda su paciencia y me brindó todo su apoyo.

A mi jurado Mgst. Ivonne González y el Ing Ramiro Morocho por toda su ayuda que me brindaron para el desarrollo de este trabajo.

A PhD María Lorena Ríofrio, quien me ayudo para la culminación de mi carrera.

Como no agradecer, a todas y cada una de las personas que me ayudaron, apoyaron durante todo este tiempo reciban un agradecimiento personal de mi parte.

INDICE DE CONTENIDO

CARATULA	I
APROBACION DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN	II
DECLARACION DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS.....	III
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INDICE DE CONTENIDOS.....	VI-VII
INDICE FIGURAS.....	VIII
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE MAPAS	IX
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3-4

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Cambio uso de suelo	6
1.2 Factores que promueven el cambio uso de suelo	6-7
1.2.1 Turismo y el cambio uso de suelo.....	7
1.3 Efectos del cambio uso de suelo sobre conservación de Recursos Naturales	8
1.3.1 Fragmentación de la propiedad con el cambio uso de suelo	8
1.4 Metodología para el cambio uso de suelo.....	9
1.4.1 Análisis multitemporal	9-10
1.5 Análisis cambio uso de suelo y deforestación en el Ecuador	10

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sitio de estudio	12
2.2 Metodología	13

2.2.1 Generación de información geográfica de cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la parroquia Vilcabamba..... 13-15

2.2.2 Cuantificar y analizar los cambios de uso del suelo que se han dado en los tres períodos de tiempo en la parroquia Vilcabamba 16-19

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados

3.1.1. Cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la parroquia Vilcabamba..... 21-29

3.1.2. Cambio anual de cobertura/uso de suelo durante los intervalos de tiempo analizados 31

3.1.3 Ganancias y pérdidas brutas en hectáreas de cobertura/uso de suelo período 1976-199831-32

3.1.3.1 Ganancias, pérdidas en el uso de suelo para el período 1976-1998.....32-33

3.1.4 Ganancias y pérdidas brutas en hectáreas de cobertura/uso de suelo período 1998-2004 34

3.1.4.1 Ganancias, pérdidas en el uso de suelo para el período 1998-2004 35

3.1.5 Ganancias y pérdidas brutas en hectáreas de cobertura/uso de suelo período 2004-2010 36

3.1.5.1 Ganancias, pérdidas en el uso de suelo para el período 2004-2010 37

3.2 Discusión 38-39

Conclusiones 40

Recomendaciones 41

BIBLIOGRAFIA..... 42-46

Anexos..... 47

Anexo 1 Tabla Matriz de transición en el primer período de tiempo (1976-1998) 48

Anexo 2 Tabla Matriz de transición en el segundo período de tiempo (1998-2004) 49

Anexo 3 Tabla Matriz de transición en el tercer período de tiempo (2004-2010) 50

Anexo 4 Coberturas vegetales 51-54

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la Parroquia Vilcabamba	12
Figura 2. Fotografías aéreas del año 1998	13
Figura 3. Ortofoto 1998.....	13
Figura 4. Porcentajes de cobertura de suelo año 1976.....	21
Figura 6. Porcentajes de cobertura de suelo año 1998.....	23
Figura 8. Porcentajes de cobertura de suelo año 2004.....	25
Figura10. Porcentaje de cobertura del suelo año 2010.....	27
Figura 12. Porcentajes de coberturas del suelo de los 4 años de estudio	29
Figura14. Superficie estimada para cada uno de los períodos	31
Figura15. Ganancias pérdidas brutas de cobertura/uso de suelo período 1976-1998..	32
Figura 16. Porcentajes netas de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el primer período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 1976-1998.....	34
Figura17. Ganancias pérdidas brutas de cobertura/uso de suelo período1998-2004... 35	
Figura 18. Porcentajes netas de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el primer período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 1998-2004.....	37
Figura19. Ganancias pérdidas brutas de cobertura/uso de suelo período2004-2010... 38	
Figura 20. Porcentajes netas de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el primer período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 2004-2010.....	40

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Catálogo Nacional de Objetos.....	14
Tabla 2. Leyenda de tipos de coberturas y usos del suelo	15
Tabla 3. Matriz de transición	17

INDICE DE MAPAS

MAPA 1. Cobertura vegetal del año 1976.....	22
MAPA 2. Cobertura vegetal del año 1998.....	24
MAPA 3. Cobertura vegetal del año 2004.....	26
MAPA.4. Cobertura vegetal del año 2010.....	28
MAPA 5. Cuantificación de cobertura de uso de suelo en la Parroquia Vilcabamba ...	30

RESUMEN

El propósito de este estudio es el analizar los cambios ocurridos en la cobertura vegetal de la parroquia Vilcabamba mediante un análisis multitemporal sobre la cobertura de uso de suelo que cubre un total de 34 años (1976-2010). Se utilizó fotografías aéreas, para ello se obtuvo ortofotografías y se mapeó e identificó las coberturas del suelo, en los períodos 1976-1998, 1998-2004, 2004-2010. Este análisis multitemporal se analizó el cambio de las áreas de las diferentes clases de cobertura que sufrieron transiciones o cambios, a lo largo de los tres períodos analizados.

Para el análisis de resultados fue a partir de tablas de transición se calculó ganancias, pérdidas cambios totales, anuales y netos con lo cual se determinó la intensidad de uso de suelo, entre los tres períodos de tiempo. Entre los principales resultados destaca que la Parroquia de Vilcabamba sufrió un cambio total de cobertura de 20% del territorio en el primer período del cual un 3.95% corresponde al cambio neto del segundo período y un 5.02% de intercambio entre coberturas siendo el período 1998-2004 el de mayor cambio.

Palabras clave: uso de suelo, coberturas, Vilcabamba, análisis multitemporal

ABSTRACT

The purpose of this study is to analyze the changes that have taken place in the vegetable covering of the parish of Vilcabamba through a multi-temporal analysis on the covering of the use of soil that covers a total of 34 years (1976-2010). It was used aerial photographs, to this end, orthophotographs were obtained as well as the covering of soil was mapped and identified in the periods 1976-1998, 1998-2004, 2004-2010. This multi-temporal analysis was focused on changes of areas of the different types of covering that suffered transitions or changes throughout the three analysed periods

For the analysis of the results, transition tables were used; profits, losses, total, anual and net changes were calculated, determining the intensity of the use of soil over the three periods of time, Among the main results, it points out that the parish of Vilcabamba suffered a total change of 20 % covering of territory in the first period, of which 3,95% corresponds to net change of the second period, and 5,02% for exchange among coverings, being 1998-2004 the period of the highest change.

Keywords: land use, cover, Vilcabamba, multitemporal analysis

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se lo realizó en la parroquia Vilcabamba con un análisis multitemporal ya que permite detectar cambios de uso de suelo entre diferentes fechas de referencia, este estudio se lo genero en tres períodos distribuidos en 34 años.

El estudio se lleva a cabo en tres capítulos: En el primer capítulo se desarrolla el marco teórico para hacer una aproximación a la importancia de estudiar el cambio de uso del suelo, la situación actual del cambio de uso del suelo en Ecuador, y las causas sociales y económicas de los cambios a escala global, regional y local. En el segundo capítulo se definen los materiales y métodos utilizados para realizar la investigación, y se describe el procedimiento para la ortorrectificación de las fotografías aéreas, generación de cobertura vegetal y finalmente análisis de cambio de uso del suelo. En el tercer capítulo corresponde a resultados y discusión se presentan los resultados obtenidos del cambio de uso del suelo en los tres períodos de tiempo estudiados, y se discuten los principales cambios evidenciados en el área de estudio, también se presentan las principales conclusiones de esta investigación, así mismo se da algunas recomendaciones para posteriores investigaciones en la parroquia.

Este trabajo se lo realizó en la parroquia de Vilcabamba ya que es uno de los lugares turísticos más importantes del Ecuador, y por sus características climáticas de la parroquia tuvo gran interés turístico que llevó a que mucha gente nacional o del extranjero lleguen a visitar, lo cual pudo haber generado una fuerte presión por acceso a propiedad de la tierra con finalidades de descanso y recreación especialmente, y que genera una fuerte presión sobre los recursos naturales existentes en la zona.

Para conocer cómo ha cambiado el uso del suelo en la parroquia Vilcabamba, se generó un análisis multitemporal que permitió detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (*Chuvienco 1996*). Con la realización de este análisis multitemporal se determinó el cambio producido en las diferentes clases de uso/ocupación de la tierra. La aplicación de técnicas de teledetección, a partir de fotografías aéreas para este caso, permitió observar el tipo de uso existente sobre el suelo, ya sea vegetación natural, cultivos agrícolas o espacios urbanos; y con análisis espacial se detectaron los principales cambios realizados a lo largo del tiempo, permitiendo cuantificar los cambios de la vegetación natural en un lapso de 34 años.

El objetivo general en el presente trabajo fue: evaluar los cambios en el uso y cobertura del suelo en tres períodos de tiempo que cubren un total de 34 años; planteándose para ello los siguientes objetivos específicos:

- Generar información geográfica de cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la parroquia Vilcabamba.
- Cuantificar y analizar los cambios de uso del suelo que se han dado en los tres períodos de tiempo en la parroquia Vilcabamba (1976-1998, 1998-2004,2004-2010)

El estudio inició con la obtención de las fotografías aéreas de los años 1976, 1998, 2004 y 2010, a partir de las cuales se realizó el proceso de ortorrectificación para aplicar una referencia espacial a las mismas. Luego, a partir de un proceso de digitalización, se generó información de cobertura y uso del suelo teniendo como unidad mínima de mapeo 0,1 hectáreas (ha) partiendo de las fotos más actuales para familiarizarse con el área de estudio y luego generando datos geográficos, a partir de un análisis espacial mediante Sistemas de Información Geográfica se cuantificaron y analizaron los cambios de uso del suelo entre pares de años analizados, durante tres períodos de tiempo (1976-1998, 1998-2004 y 2004-2010), seleccionados éstos por la disponibilidad de fotografía aérea.

CAPÍTULO 1
MARCO TEÓRICO

1.1. Cambio de uso de suelo

Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada (Lambin et al. 2001), entre otros. Aunque existen eventos naturales que propician variaciones en la cobertura natural, durante las últimas décadas, las actividades humanas se han convertido en el principal desencadenador de la transformación de los ecosistemas (Vitousek et al. 1997). El cambio de uso del suelo constituye una de las principales preocupaciones en el sector forestal ecuatoriano, debido a la presión que ejerce sobre los bosques nativos y, en cierta forma, explica el proceso de deforestación del país, por lo que su análisis reviste especial importancia en el desarrollo socio-económico del Ecuador (COMAFORS-IPS, 2001).

El cambio en el uso del suelo pocas veces es un evento único, independiente y rápido. Especialmente en las fronteras de los bosques, normalmente las tierras sufren una serie de cambios interrelacionados durante muchos años. Una secuencia observada frecuentemente comienza cuando los leñadores ingresan en un bosque para talar selectivamente los árboles de mayor valor. Posteriormente, las compañías madereras talan selectivamente otras especies de menor valor. Luego, los colonizadores pioneros convierten el bosque remanente en parcelas de tierra agrícola, a través de técnicas de tala y quema. Transcurridos algunos años de producción, la parcela se deja como barbecho por varios años. Es posible que estas prácticas agrícolas itinerantes (cultivo-barbecho) continúen, o las parcelas se conviertan en pastizales para ganado o en agricultura intensiva (Peña, 2007).

1.2. Factores que promueven el cambio uso de suelo

Los paisajes pueden cambiar debido a muchos factores, ya sean naturales o inducidos por el hombre (Forman, 1997). Las perturbaciones naturales como inundaciones y tormentas tienen una profunda influencia en la evolución histórica de los paisajes, pero generalmente la influencia humana arrolla y enmascara estos procesos naturales debido a su mayor frecuencia e intensidad de ocurrencia (Luque et al., 1994).

Los procesos de cambio directamente relacionados con la actividad humana son: intensificación agrícola, abandono agrícola, incendios, deforestación, aprovechamiento ganadero y desarrollo humano (Farina, 1998).

Las causas de la deforestación pueden ser tanto observables como ocultas (Meyer y Turner, 1992; Ojima, et al.,1994). Un meta-análisis global de 152 casos regionales de estudio clasificaron la deforestación en los trópicos en tres categorías de causas observables: (1) expansión agrícola, (2) extracción de madera, y (3) extensión de infraestructura (Geist y Lambin, 2001). Estas causas a su vez están influenciadas por fuerzas impulsoras ocultas que son más difíciles de evaluar. Dichas fuerzas ocultas normalmente actúan conjuntamente entre sí en escalas temporales y espaciales diferentes.

1.2.1. Turismo y el cambio de uso de suelo.

El turismo que se desarrolla en un territorio requiere espacio (suelo) y recursos naturales para desarrollarse, para poder asentar industrias y cualquier otro tipo de atractivo asociado con la actividad. Esta característica esencial tiene un coste de oportunidad; debemos tener en cuenta que puede entrar en conflicto con otras actividades económicas (Almirón, 2011).

Según , Barrado, 2004, el turismo es un gran consumidor de recursos naturales, ya que éstos constituyen la base para su desarrollo. La utilización óptima de los recursos (incluido el suelo y el espacio) minimizará el coste de oportunidad. Las políticas públicas juegan un papel central en estos procesos: el espacio turístico debe planificarse para ser compatible con otros usos y para reducir el consumo excesivo de recursos o una explotación excesiva.

Los cambios en el uso y en la cobertura del suelo deben considerarse como un aspecto del desarrollo regional, como el resultado de la interacción de macro procesos con las características de cada lugar. La deforestación es un elemento dinámico de un paisaje en el que se observan cambios constantes de un uso a otro en este caso, los componentes dinámicos más importantes son la transformación de áreas.

En cada toma de decisiones sobre poner en o sacar de producción áreas determinadas en función de una serie de condiciones, como el estado de fertilidad de un sitio o la demanda de un producto que puede ser producido en ese espacio, y sus capacidades de transformar el paisaje natural. Sin duda, factores institucionales, como la continua regularización de la tenencia, contribuyen a la disminución de las tasas de deforestación en el país(Sierra, 2013).

1.3. Efectos del cambio uso de suelo sobre conservación de recursos naturales

Los cambios de usos y coberturas del suelo tienen implicaciones medioambientales significativas, como: los impactos directos de la degradación del suelo, alteración de la escorrentía superficial o la disminución de agua del subsuelo. Estos tipos de cambios, así como sus impactos asociados están íntimamente conectados con el cambio global medioambiental. Por ejemplo: en la producción de la tierra, en cambios en la vegetación y la erosión del suelo, impactos a medio término en la fragmentación del paisaje y la productividad de la tierra, y posibles impactos a largo término en cambio climático (Lambin, 2006).

La erosión del suelo sintetiza los procesos por los cuales el suelo es movido desde un lugar por fuerzas tales como el viento, el agua, y las actividades humanas (construcción y agricultura). La conservación de los recursos naturales significa usar la tierra dentro de los límites de viabilidad económica mientras se la salvaguarda contra el empobrecimiento o agotamiento por la erosión, la deposición, el agotamiento de los nutrientes de la planta, la acumulación de sales tóxicas, la quema, el cultivo inapropiado y cualquier otro tipo de uso inadecuado. (McGarry y Sharp, 2001)

La conversión de coberturas del suelo es un importante componente histórico y contemporáneo de otras formas de cambio global (Leemans y Zuidema, 1995). Estos cambios de cobertura del suelo son importantes para determinar el ciclo biogeoquímico del carbono, nitrógeno y otros elementos a escala regional.

1.3.1. Fragmentación de la propiedad con el cambio de uso de suelo

El proceso de fragmentación puede resultar de disturbios naturales o de actividades humanas, como la tala o la construcción de caminos; la fragmentación está considerada como una de las amenazas más graves para la conservación de la biodiversidad (Tinker et al., 1998; Heilman et al., 2002).

Según Collins et al., 2001, los cambios sobre la fragmentación de la propiedad tienen implicaciones significativas para el tipo y distribución de perturbación ecológica a través del paisaje que en última instancia afecta a la prestación de servicios de los ecosistemas. En este sentido, la fragmentación de la propiedad es un problema potencial, se origina a partir de una parcela más grande que se ha subdividido y vendido; en el caso de existir nuevos propietarios, que pueden administrar su tierra con un enfoque de no intervención, dejando la naturaleza siga su curso, mientras que otros pueden gestionar activamente su propiedad por sus recursos o valor recreativo.

(Haines et al, 2011). Estos procesos de cambio son cada vez mayores y ocurren con rapidez, generando la pérdida de la cobertura boscosa, disminución en cantidad y calidad del recurso hídrico y suelo.

1.4. Metodologías para analizar el cambio de uso de suelo

El conocimiento de las dinámicas de usos y coberturas de suelo para proyectar estas dinámicas mediante modelos de cambio. Estos modelos, si se construyen adecuadamente, su aplicación no sólo se puede limitar al cambio de usos o coberturas del suelo en sí, sino que también pueden proporcionar un marco cuantitativo para el análisis de escenarios relacionados con el cambio climático, biodiversidad y sostenibilidad (Frederick y Rosenberg, 1994; Riebsame et al., 1994; Robinson et al., 1994; Turner M., 2001).

Los avances tecnológicos aportan nuevas herramientas para el proceso del análisis espacial; la identificación de los factores que inciden en los procesos de cambio de uso del suelo como principales actividades transformadoras de la cobertura vegetal es básica para la construcción de un modelo que pueda anticipar cambios y adaptarse a ellos existen multitud de modelos y todos válidos para la simulación (Koomen et al., 2007).

Para analizar los cambios de uso del suelo, se ha planteado la utilización de varias metodologías desde más simple a más complejo como: cadenas de Markov; cadenas de Markov, evaluación multicriterio y autómatas celulares y el modelo multi-agente

Una de las más utilizadas es de relevamiento, utilización y elaboración de cartografía y la aplicación de la matriz de tabulación cruzada. Las etapas seguidas en este proceso son: Búsqueda de información espacial; georreferenciación, digitalización y clasificación del uso del suelo en diferentes categorías, representación de todos los usos del suelo para cada año analizado y análisis e interpretación de los cambios mediante el método de tabulación cruzada, donde se finaliza con la elaboración de un mapa síntesis con los cambios y las persistencias en el período considerado. (Pontius et al., 2013)

1.4.1. Análisis multitemporal

El análisis multitemporal permite detectar cambios entre dos fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre ese medio (Chuvienco, 1993) y planeando, las medidas adecuadas para evitar su

deterioro o asegurar su mejor conservación. “El objetivo de los estudios multitemporales es encontrar una forma de combinar o integrar en el proceso varias imágenes correspondientes a diferentes fechas” (González et al., 1992).

El análisis multitemporal es también utilizado para el estudio de la dinámica temporal de una determinada zona: espacios urbanos, forestales, áreas de agricultura, entre otros. También permite evaluar fenómenos como inundaciones, incendios forestales, deforestación, así como seguir la evolución de sus efectos (Chuvienco, 1990).

1.5. Análisis de cambio de uso de suelo y deforestación en el Ecuador

La deforestación en el Ecuador es un fenómeno bastante complejo de analizar, debido principalmente a la inexistencia de estadísticas oficiales. Se estima que en Ecuador la tasa anual de deforestación en los últimos 20 años es de alrededor de 198.000 hectáreas. Las proyecciones regionales sobre la dinámica del cambio de cobertura del suelo del Ecuador continental fueron estimadas en base a la crostabulación espacial de los mapas de la Línea de Base de Deforestación Histórica 1990, 2000 y 2008 del Ministerio de Ambiente de Ecuador (MAE, 2013).

Los agentes de deforestación usan el suelo, y por lo tanto deforestan en función del valor de transformar los espacios de bosque para convertirlos en áreas agropecuarias o asentamientos, y en algunos casos abandonar las áreas agropecuarias permitiendo, con o sin el objetivo de hacerlo, la regeneración de bosques naturales. Esto a su vez está relacionado con condiciones locales, como disponibilidad de mano de obra y costos de transporte, y regionales, como la existencia de mercados para los productos del lugar. Dentro de este contexto general funcionan factores coyunturales que afectan las dinámicas locales y a corto plazo de la deforestación. En especial, factores que modulan la demanda de nuevos espacios agropecuarios están íntimamente relacionados con los ciclos económicos del país. Cuando el crecimiento económico se acelera, la deforestación repunta, y cuando cae, caen también las tasas de deforestación (MAE, 2013).

Las proyecciones regionales de deforestación para la próxima década apuntan a la continuidad de las tendencias observadas en las dos décadas anteriores. La caída de la deforestación sería mucho más acentuada en la costa, seguida por la amazonia y finalmente la sierra (Sierra, 2013).

CAPÍTULO 2.
MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Sitio de estudio

Vilcabamba se encuentra ubicada a 40 km al sur-occidente de la Provincia de Loja, en la Cordillera Real de los Andes y la Cordillera de Sabanilla (Figura.1). Tiene una superficie aproximada de 156 km², con un 20% (31,2 km²) ocupado por el Parque Nacional Podocarpus. (Reyes F., 2012)

Esta parroquia rural del cantón Loja es conocida también como el Valle de la longevidad, se encuentra a una altitud de 1560 m.s.n.m. y. El clima es subtropical templado y la temperatura permanece entre 16 y 24° C durante todo el año.

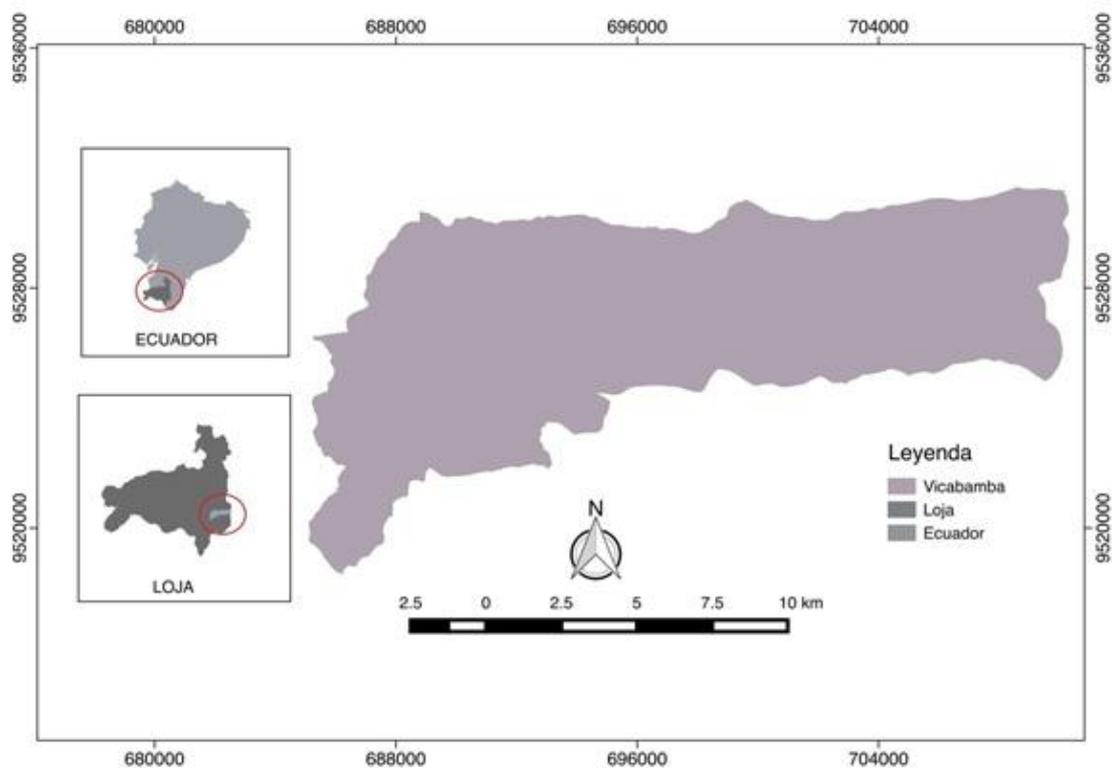


Figura 1. Localización espacial de la Parroquia Vilcabamba

Desde una publicación de National Geographic en la cual se atribuía la larga vida de sus habitantes, a las características climáticas de la parroquia tuvo gran interés turístico que llevó a que mucha gente nacional o del extranjero se para que se hospedaran en este lugar.

2.2. Metodología

2.2.1. Generación de información geográfica de cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la parroquia Vilcabamba.

Una primera actividad para lograr este objetivo fue obtener las fotografías aéreas para los años 1976 y 1998, con un número de fotografías obtenidas de 22 (Figura 2), por el Instituto Geográfico Militar (IGM), en el caso de los años 2004 y 2010 se logró conseguir directamente la ortofotografía generada por el programa SIGTIERRAS.

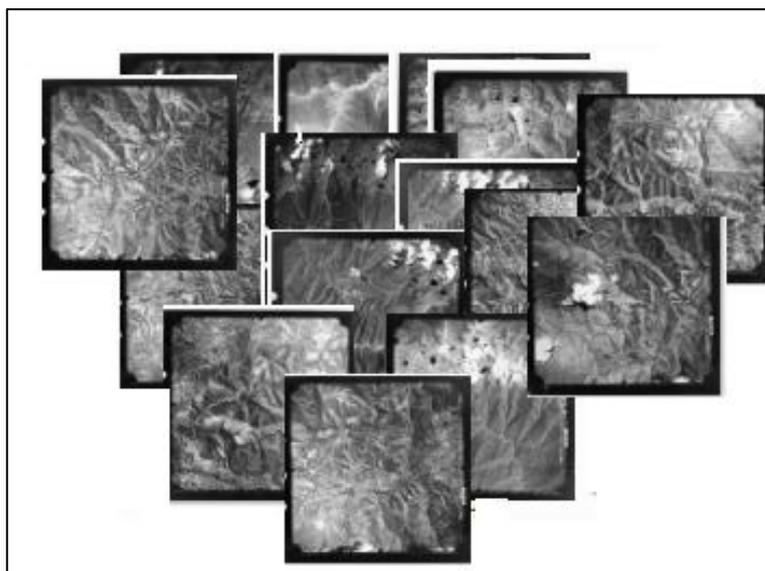


Figura 2. Fotografías aéreas del año 1998

Para generar la ortofotografía de los años 1976 y 1998, se realizó un proceso de ortorrectificación a partir de 50 puntos de coordenadas y altitud conocidas; este proceso se realizó utilizando el software ERDAS IMAGINE 2011, que es una aplicación de teledetección con herramientas de edición y tratamiento de capas ráster (Manual ERDAS). Posteriormente, con estos resultados se generó un mosaico para unir todas las fotografías de cada año, obteniéndose una imagen como la que se muestra en la Figura3.

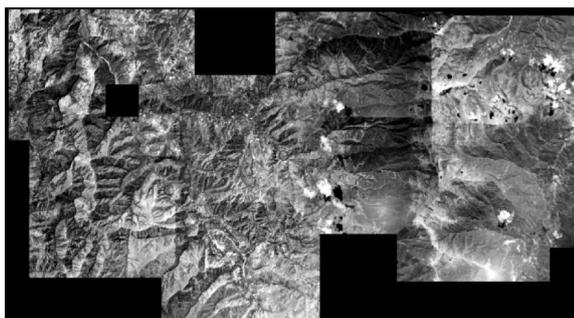


Figura 3. Mosaico - Ortofoto

A partir de las ortofotografías generadas o recopiladas de los cuatro años, y con apoyo en el software QGIS¹ se generó un mapa de cobertura del suelo para cada uno de los años a partir de un proceso de identificación y digitalización manual, tomando como referencia la categorización (Tabla 1) del **Catálogo Nacional de objetos** (SENPLADES, 2013).

Finalmente para la elaboración e identificación de las categorías del uso de suelo, se empleó la leyenda de clasificación de los tipos de vegetación. En el presente estudio se emplearon 9 categorías y usos del suelo (Tabla 2) que fueron actualizadas para las fechas 1976, 1998, 2004 y 2010 con la técnica de clasificación visual interdependiente propuesta por la FAO (2001). De acuerdo a esta técnica, los polígonos de una primera fecha sirven de referencia para interpretar las imágenes de las demás fechas, modificando sólo los segmentos en donde existen cambios. Es un método fiable debido a que reduce al mínimo errores de posición y de clasificación (Ramírez & Zubieta, 2005).

Tabla 1. Tabla del Catálogo Nacional de Objetos

Categoría	COBERTURA DE LA TIERRA		
Subcategoría	Tierra Agropecuaria		
Objetos	Cultivos	Pastizal	Mosaico agropecuario
Subcategoría	Tierra Arbustiva y herbácea		
Objetos	Vegetación arbustiva	Vegetación herbácea	Páramo
Subcategoría	Tierra forestal		
Objetos	Plantación forestal	Bosque	
Subcategoría	Tierra sin cobertura vegetal		
Objetos	Erial		

Fuente: SENPLADES, 2011
 Elaboración: SENPLADES, 2011

¹ QGIS es un Sistema de Información Geográfica (SIG) de código libre y opera bajo la licencia GNU GPL.

Tabla 2. Leyenda de tipos de coberturas y usos del suelo

CATEGORÍA	CLAVE	DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE VEGETACIÓN
Área Urbana	<i>Au</i>	Zona habitable con servicios básicos.
Bosque	<i>B</i>	Formación dominada por elementos arbóreos caracterizados por poseer un tronco lignificado y ramificado que forma una corona bien definida. El dosel mínimo es de 5 m de altura y puede alcanzar sobre los 35 m, presenta estratificación vertical por el efecto de la luz
Cultivos	<i>C</i>	Producto agrícola, resultado de un conjunto de técnicas y conocimientos para cultivar la tierra.
Erial	<i>E</i>	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo pueden tener otros usos
Infraestructura	<i>I</i>	Zona provista de obras urbanas.
Mosaico agropecuario	<i>Ma</i>	Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizados; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.
Páramo	<i>P</i>	Vegetación que se ubica sobre el límite superior del bosque, en los pisos montano alto superior y subnival, que se caracteriza por vegetación predominantemente herbácea y arbustiva.
Pastizal	<i>Pz</i>	Vegetación herbácea dominada por especies de gramíneas y leguminosas introducida, utilizada con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.
Plantación forestal	<i>Pf</i>	Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.
Vegetación arbustiva	<i>Va</i>	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.
Vegetación herbácea	<i>Vh</i>	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.

2.2.2. Cuantificar y analizar los cambios de uso del suelo que se han dado en los tres períodos de tiempo en la parroquia Vilcabamba.

Una vez ya culminado el proceso de digitalización y categorización de la cobertura vegetal, con la finalidad de conocer las zonas y superficies que han cambiado y las que se han mantenido, se realizaron las siguientes acciones:

- Se generaron matrices de transición para cada uno de los períodos (1976-1998; 1998-2004; 2004-2010). Este análisis consistió en la sobreposición cartográfica y la

tabulación cruzada empleando las dos fechas (fecha 1 y fecha 2) (Farfán, 2015; (Aldwaik & Pontius Jr, 2013). Como resultado se obtuvo la matriz de transición, que es una tabla que contiene en uno de los ejes cada una de las categorías de cobertura del suelo para la primera fecha, mientras que en el otro eje tiene la misma información de la siguiente fecha (Tabla 3). La diagonal de la matriz, representa la superficie para cada categoría de vegetación y uso de suelo que permaneció sin cambios durante el período considerado, mientras que en el resto de las celdas muestra la superficie que se obtuvo un cambio hacia algún otro tipo de categoría.

A partir de esta matriz, siguiendo la metodología de Pontius et al. (2004), se calculó el cambio total, el cambio neto, la ganancia, la pérdida y la estimación del intercambio de cada una de las coberturas hacia otra categoría (tabla 3), la tabla cruzada del tiempo 1 y tiempo 2 se obtiene una matriz de cambios como se indica en la tabla 3, las filas representan las categorías del mapa en el tiempo 1 y las columnas las categorías del tiempo 2, después de indicar las categorías de cada tiempo, se indica los totales ocupados por cada categoría en los respectivos tiempos. Para ello se añadió una columna al final que es la suma de las superficies de todas las categorías en la fecha 1 (P_{i+}) y con una fila hasta abajo que es de igual manera, la suma total para las categorías de la fecha 2 (P_{+j}) y adicionalmente se agregaron columnas y filas para representar las ganancias, las pérdidas y el intercambio (tabla 3).

La ganancia (G_j) se calculó en porcentaje de cambio y se estimó la ganancia (G_j), como la diferencia entre la columna de la suma total de la fecha 2 (P_{+j}) y la persistencia expresada en la diagonal de la matriz (P_i), así se obtiene que, $G_j = (P_{+j}) - (P_i)$ (ecuación 1).

Tabla 3. Matriz de transición: intercambio (Int), cambio total (Ct), cambio neto (Cn), ganancia (Gij) y pérdida (Lij) entre categorías (Cat) de la fecha 1 a la fecha 2 (adaptada de Pontius et al. 2004).

		Fecha 2				Suma total fecha 1 (P_{i+})	Pérdida (L_i)	Cambio total (Ct)	Cambio neto (Cn)	Intercambio (Int)	Persistencia (P_p)
		Cat 1 (j)	Cat 2	Cat 3	Cat j						
Fecha 1	Cat 1 (i)	P11	P12	P13	P1j	P1+	P1+-P11	L + G	ct-Int	2*min(L,G)	
	Cat 2	P21	P22	P23	P2j	P2+	P1+-P22				
	Cat 3	P31	P32	P33	P3j	P3+	P1+-P33				
	Cat i	Pi1	Pi2	Pi3	Pij	Pi+					
	Suma total fecha 2 (P_{+j})	P+1	P+2	P+3	P+j	1					
Ganancia (G_j)	P+1-P11	P+2-P22	P+1-P33								

El cambio anual varía entre los intervalos de tiempo definiendo esto como intensidad de intervalo y puede ser rápido o lento. Después de calcular la intensidad de cambio anual para cada intervalo de tiempo (*Ecuación 1*) se compararon las tasas observadas con respecto a una tasa uniforme que existiría si los cambios anuales fueran distribuidos de manera uniforme en todo el período de tiempo (*Ecuación 2*).

$$1. s_t = \frac{\text{área de cambio durante el intervalo } [Y_t, Y_{t+1}] / \text{área de estudio}}{\text{duración del intervalo } [Y_t, Y_{t+1}]} \times 100\%$$

De donde:

S_t = Cambio anual durante el intervalo $[Y_t, Y_{t+1}]$

Y_t = Año al tiempo t

T = número de puntos en el tiempo, equivale a 3 para nuestro caso de estudio

t = Índice para el intervalo de tiempo inicial $[Y_t, Y_{t+1}]$, donde t tiene un rango de 1 hacia $t-1$

Para calcular, la pérdida (L_{ij}) es la diferencia entre la fila de la suma total de la fecha 1 (P_{i+}) y la persistencia (P_{ij}), $L_{ij} = (P_{i+}) - (P_{ij})$ (ecuación 2).

$$2. U = \frac{\text{área de cambio durante todos los intervalos} / \text{área de estudio}}{\text{duración de todos los intervalos}} \times 100\%$$

De donde:

U = Cambio anual uniforme durante la extensión $[Y_1+Y_1]$

J = Número de categorías

i = Índice para la categoría para el inicio seleccionada

j = Índice para la categoría al final del intervalo

t = Índice para el intervalo de tiempo inicial $[Y_t, Y_{t+1}]$, donde t tiene un rango de 1 hacia $t-1$

El intercambio entre categorías (Int) se calcula como dos veces el valor mínimo de las ganancias y las pérdidas $Int = 2 \times \text{MIN } (P_i -_{ij})$, (*Ecuación 3*).

A nivel de categorías, se estimó cómo las ganancias y las pérdidas cambian en relación con el tamaño de su superficie considerando respectivamente la superficie al inicio y al final del periodo (*Ecuaciones 3 y 4*).

$$3. G_{tj} = \frac{\text{área de ganancia neta de la categoría } j \text{ durante } [Y_t, Y_{t+1}]/\text{duración de } [Y_t, Y_{t+1}]}{\text{área de la categoría } j \text{ al tiempo } Y_t} \times 100\%$$

De donde:

G_{tj} = Intensidad en la ganancia anual de la categoría j durante el intervalo $[Y_t, Y_{t+1}]$ relativo al tamaño de la categoría j al tiempo $t+1$

t = Índice para el intervalo de tiempo inicial $[Y_t, Y_{t+1}]$, donde t tiene un rango de 1 hacia $t-1$

j = Índice para la categoría al final del intervalo

Y_t = Año al tiempo t

$$4. L_{ti} = \frac{\text{área de pérdida neta de la categoría } i \text{ durante } [Y_t, Y_{t+1}]/\text{duración de } [Y_t, Y_{t+1}]}{\text{área de la categoría } i \text{ al tiempo } Y_t} \times 100\%$$

De donde:

L_{ti} = Intensidad de pérdida anual de la categoría j durante el intervalo $[Y_t, Y_{t+1}]$ relativo al tamaño de la categoría j al tiempo $t+1$

Y_t = Año al tiempo t

i = Índice para la categoría para el inicio seleccionada

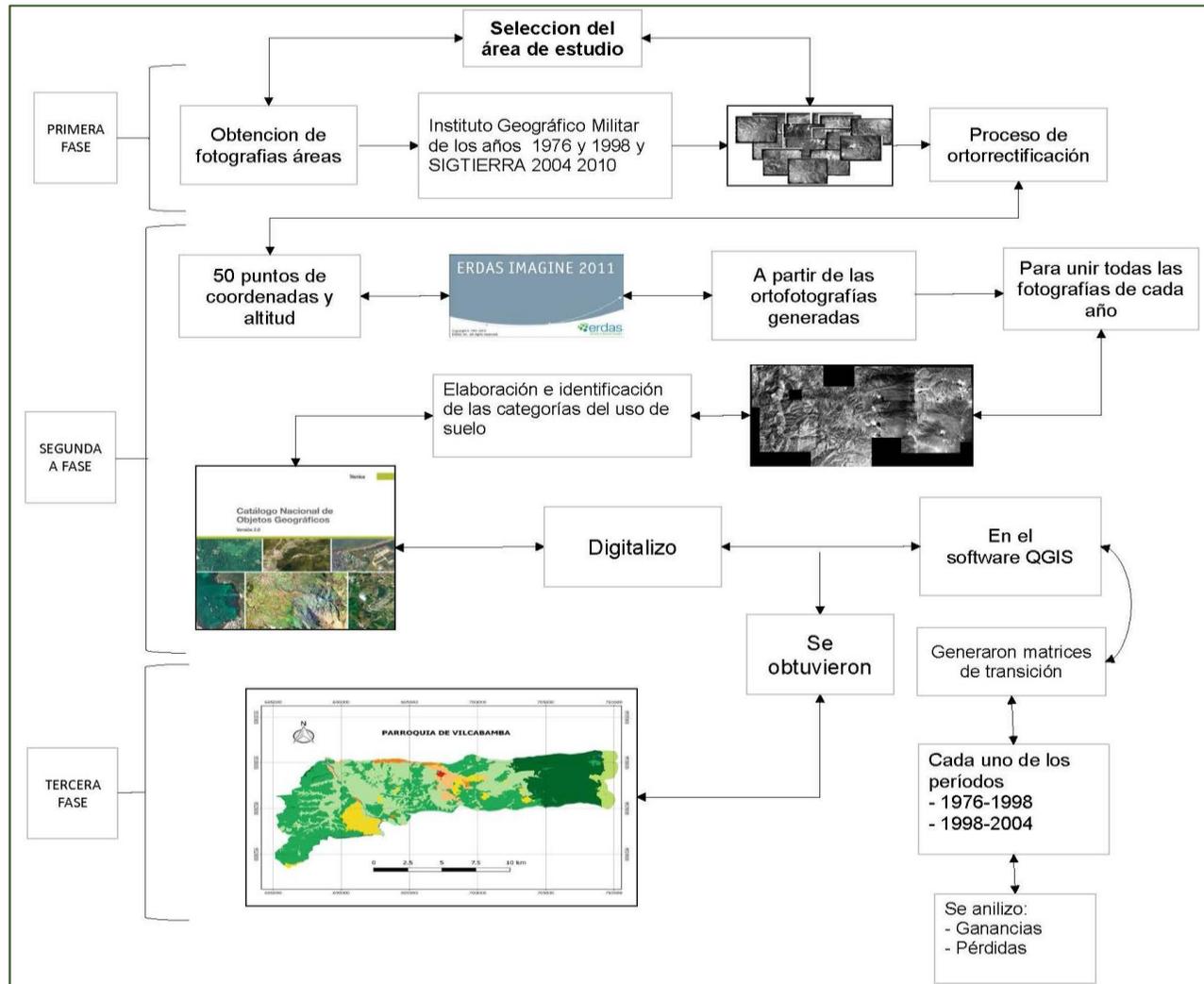
t = Índice para el intervalo de tiempo inicial $[Y_t, Y_{t+1}]$, donde t tiene un rango de 1 hacia $t-1$

Si la intensidad de cambio de la categoría es mayor al cambio uniforme, entonces la categoría es activa durante el intervalo. Por el contrario, si la intensidad de cambio es menor a este, entonces la categoría es latente. (FARFÁN GUTIÉRREZ M., 2015) De la ecuación (1) se obtiene la intensidad uniforme para el intervalo de tiempo t a nivel de categoría, por lo tanto la ecuación (1) vincula el análisis de nivel de intervalo con el análisis a nivel de categoría.

El análisis a nivel de transiciones examina como la superficie de la transición varía dentro del intervalo de tiempo en relación con la superficie de la transición de las categorías disponibles para que ocurra la transición. Considera cualquier transición

dada, de una categoría a otra, teniendo en cuenta el tamaño de todas las categorías del paisaje.

El proceso descrito anteriormente se lo resumen en el siguiente diagrama:



Síntesis del esquema metodológico desarrollado (Elaboración propia)

CAPÍTULO III
RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. RESULTADOS

Generar información geográfica de cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la parroquia Vilcabamba.

3.1.1. Cobertura vegetal y uso del suelo de los años 1976, 1998, 2004 y 2010 para la Parroquia Vilcabamba

A continuación se describen los porcentajes de cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo para de cada uno de los años de estudio:

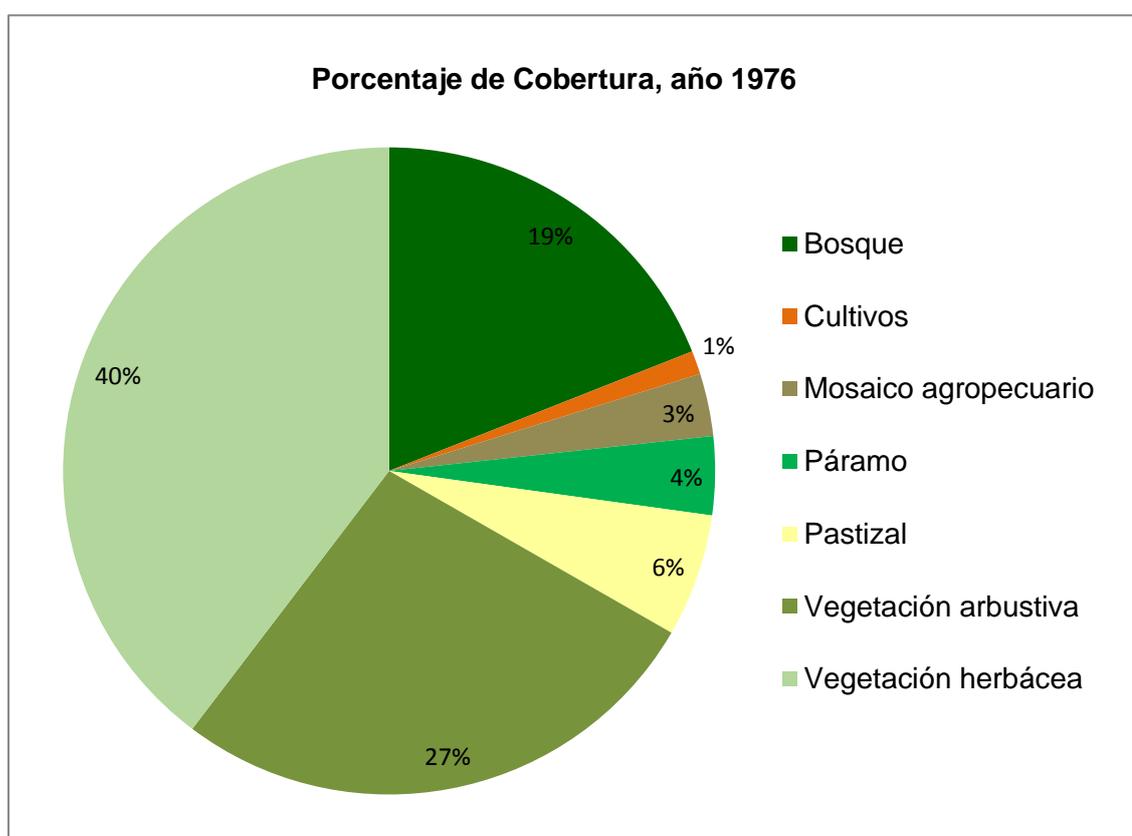
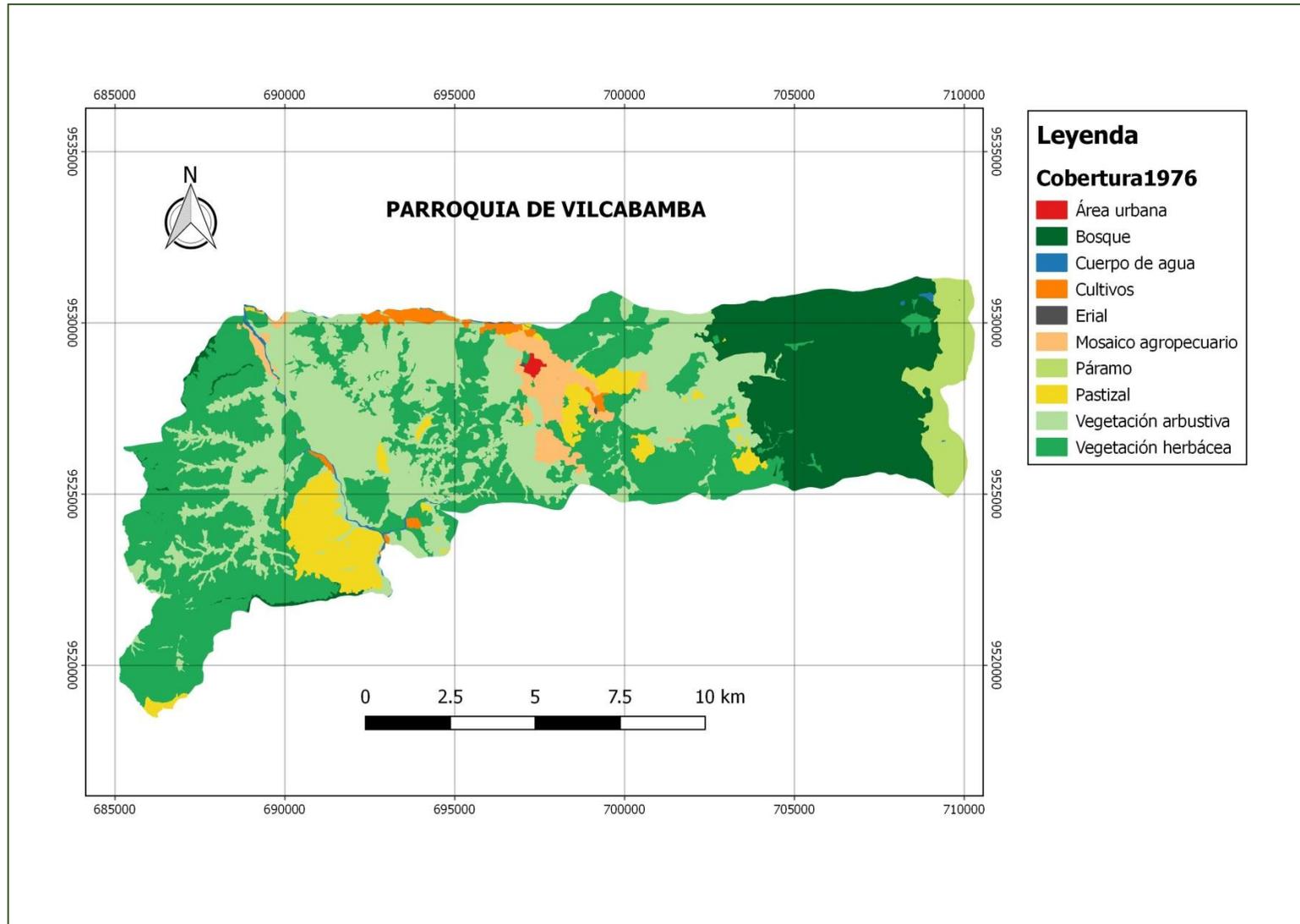


Figura 4. Porcentajes de cobertura de suelo año 1976

Como se observa en la Figura 4, en el año 1976 el tipo de cobertura dominante fue la Vegetación herbácea con 6271 ha (40%), Vegetación arbustiva con 4263 ha (27%), y los Bosques con 2999 ha (19%).

En porcentajes menores se observa pastizal con el 6% (970 ha), Páramo 4% con 620ha, mosaico agropecuario con 494 ha y los Cultivos con 671 ha que es 1% y el área urbana con 28ha (0,1%)



MAPA 1. Cobertura vegetal del año 1976

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

Elaboración: La autora

En las Figuras 6 y 7 se observa que en el año 1998 las coberturas más extensas fueron: la Vegetación herbácea con 5979 ha (38%), Vegetación arbustiva con 4005 ha (25%), y los Bosques con 3047 ha (19%).

Con porcentajes menores se observa: Pastizal con 920 ha (6%), Páramo con él 4% (645 ha), los cultivos con 498 ha y mosaico agropecuario con 415 ha que es el 3%, el área urbana con 84 ha y las plantaciones forestales con 115 ha que equivale al 1%.

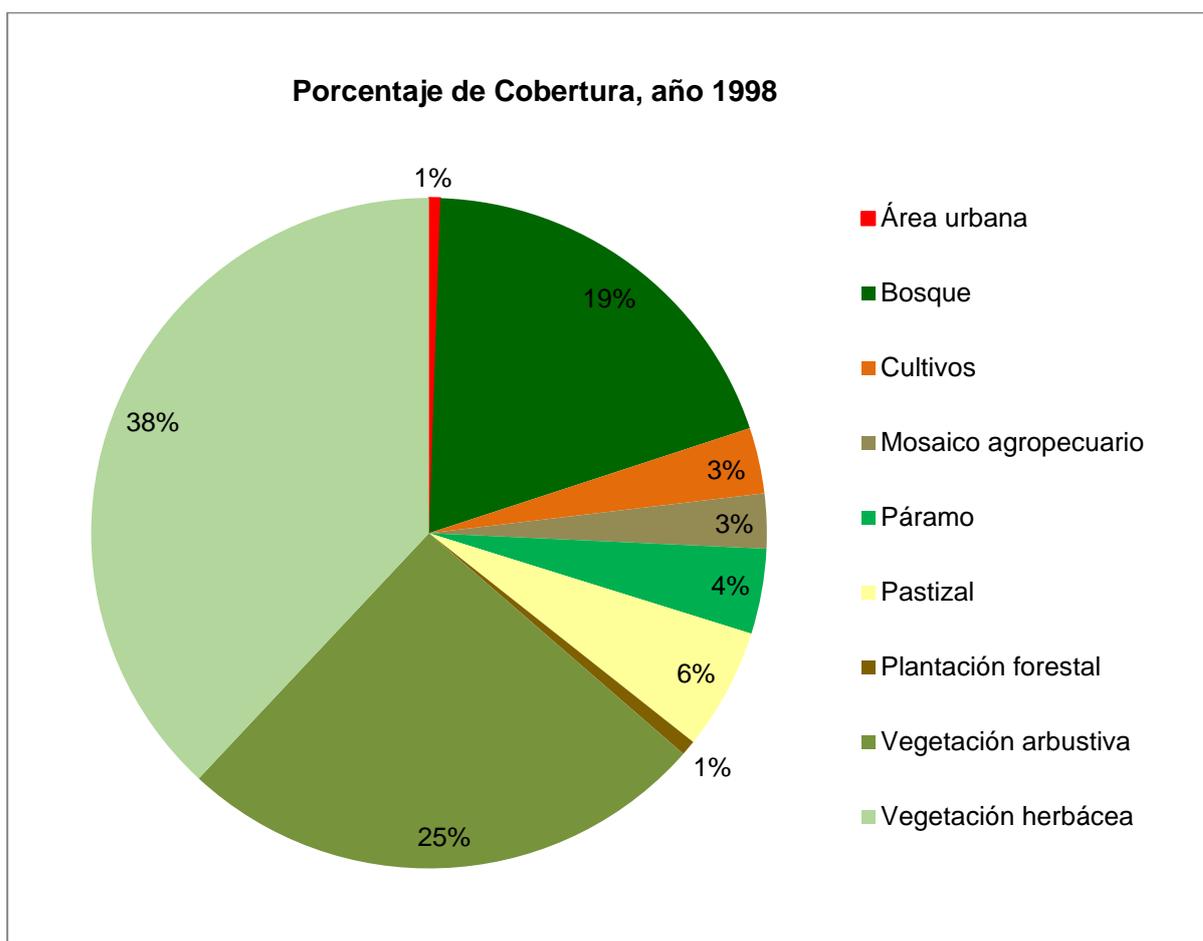
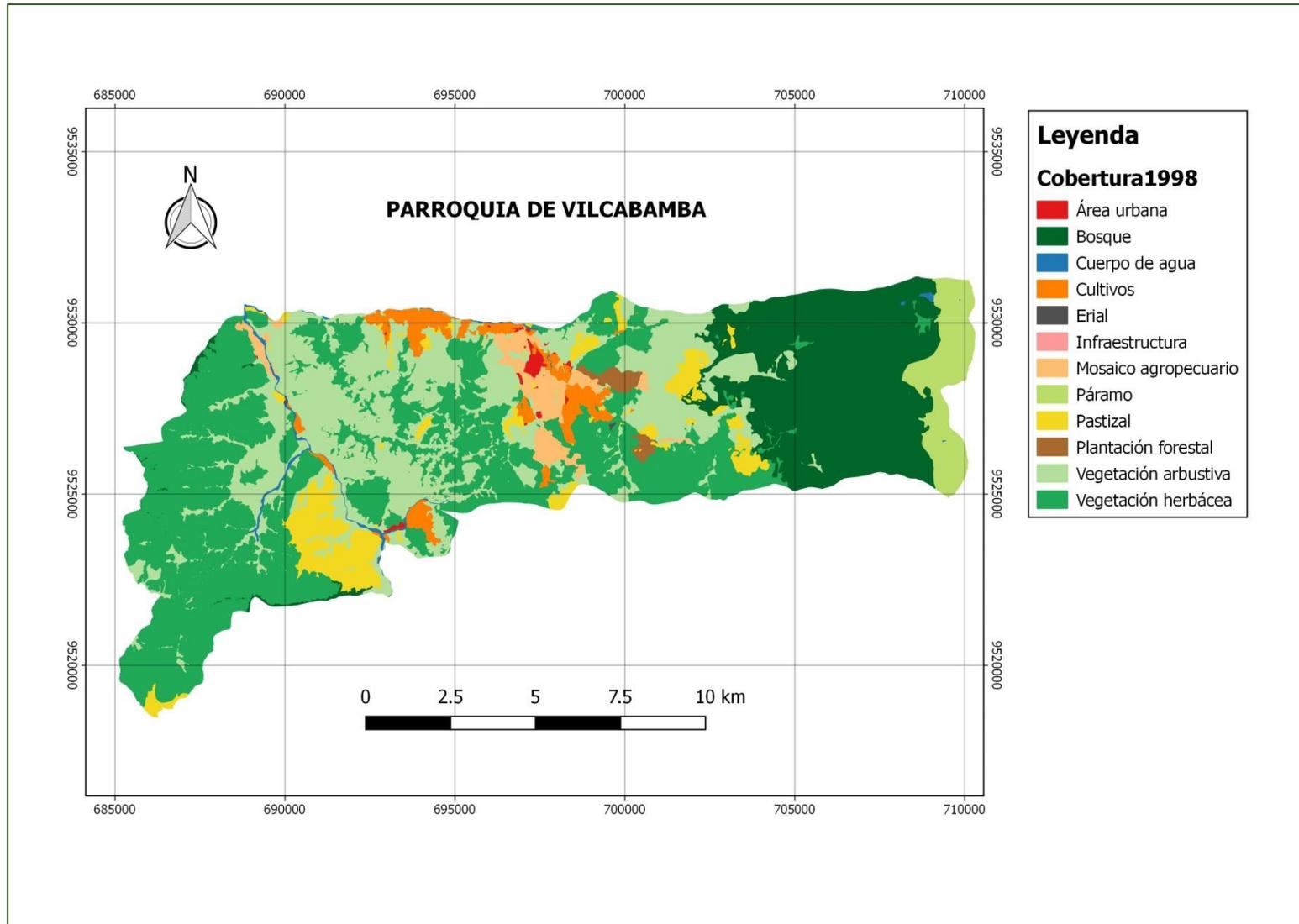


Figura 6. Porcentajes de cobertura de suelo año 1998

Con respecto al año 1976, existe una ligera disminución del porcentaje de suelo cubierto por vegetación herbácea y un incremento del suelo destinado a cultivo.



MAPA 2. Cobertura vegetal del año 1998

Fuente: Instituto Geográfico Militar (IGM)

Elaboración: La autora

En la Figura: 8 y 9, se observa que en el año 2004 las coberturas más extensas fueron la Vegetación herbácea con 5912 ha (37%), Vegetación arbustiva con 3979 ha (25%), los Bosque con 3130 ha (20%).

En porcentajes menores se observa las coberturas: pastizal con el 6% (1008 ha), con el 4% páramo con 645 ha y cultivos con 568 ha, mosaico agropecuario con 258 ha (2%) el área urbana con 119 ha y plantación forestal con 227 ha corresponde al 1%.

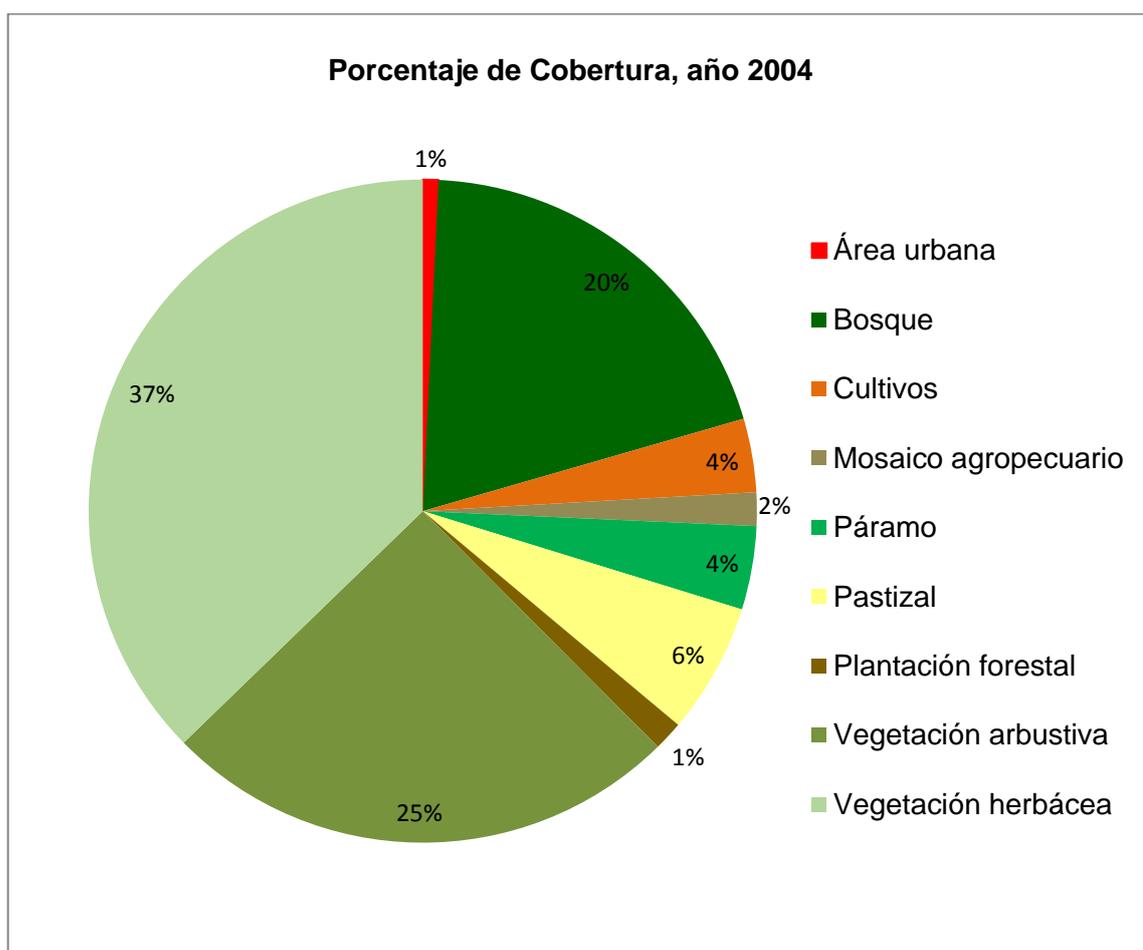
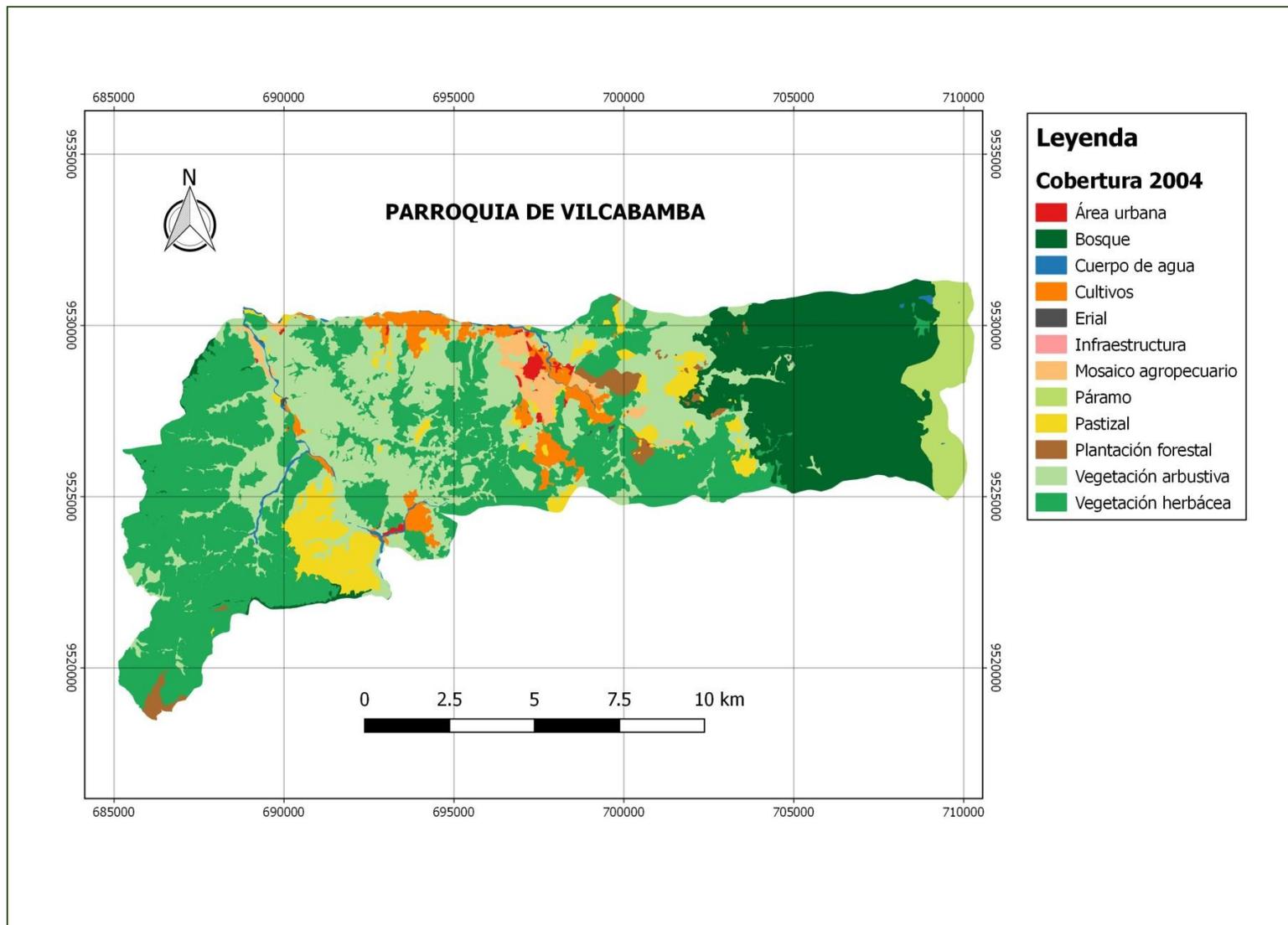


Figura 8. Porcentajes de cobertura de suelo año 2004

Al comparar la cobertura vegetal del año 1998 con la del año 2004, los resultados muestran que mosaico agropecuario tiene un disminución del 1%, la vegetación arbustiva en el año 1998 era del 25% en el 2004 se mantiene como la vegetación herbácea.



MAPA 3. Cobertura vegetal del año 2004

Fuente: SIGTIERRAS.

Elaborado: La autora

En la Figura 10 se puede observar que en el año 2010 las coberturas más extensas fueron la vegetación herbácea con 5703 ha (36%), vegetación arbustiva con 3956 ha que es el 25%, y el bosque con 3131 ha corresponde al 20%.

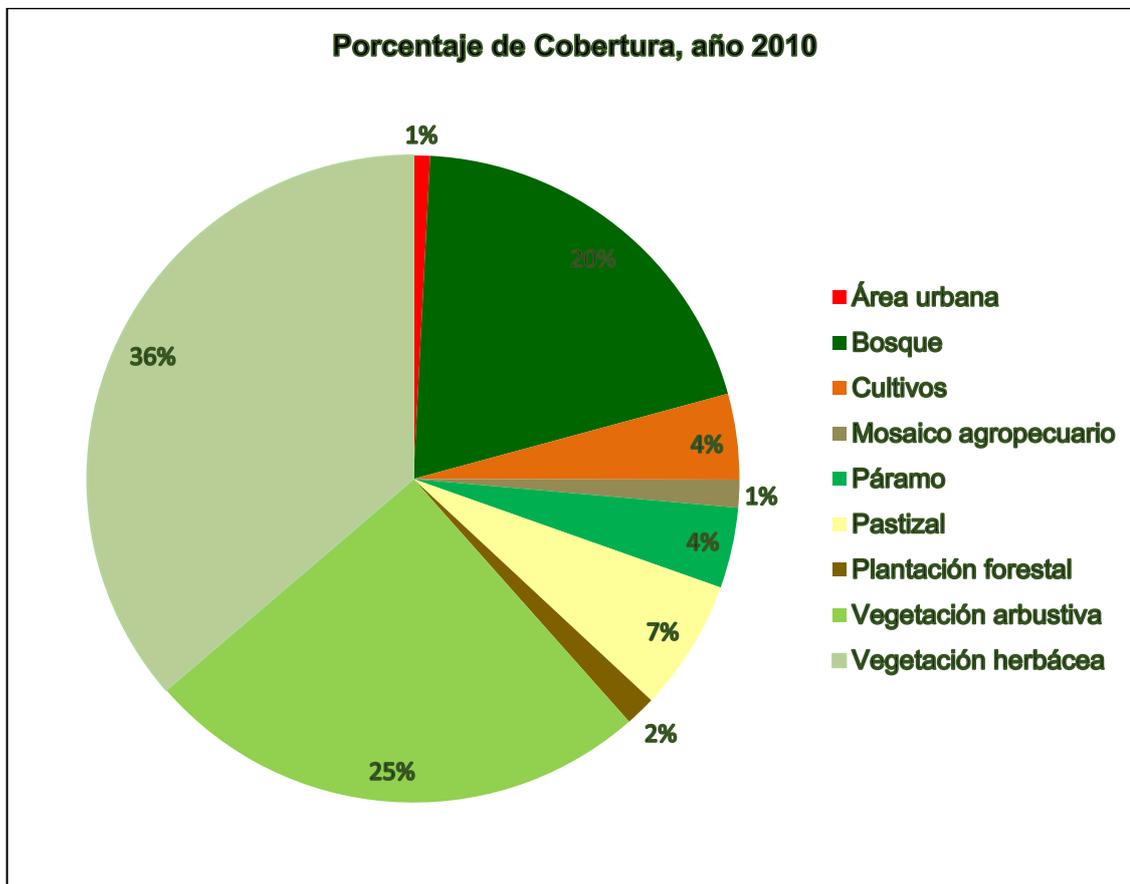
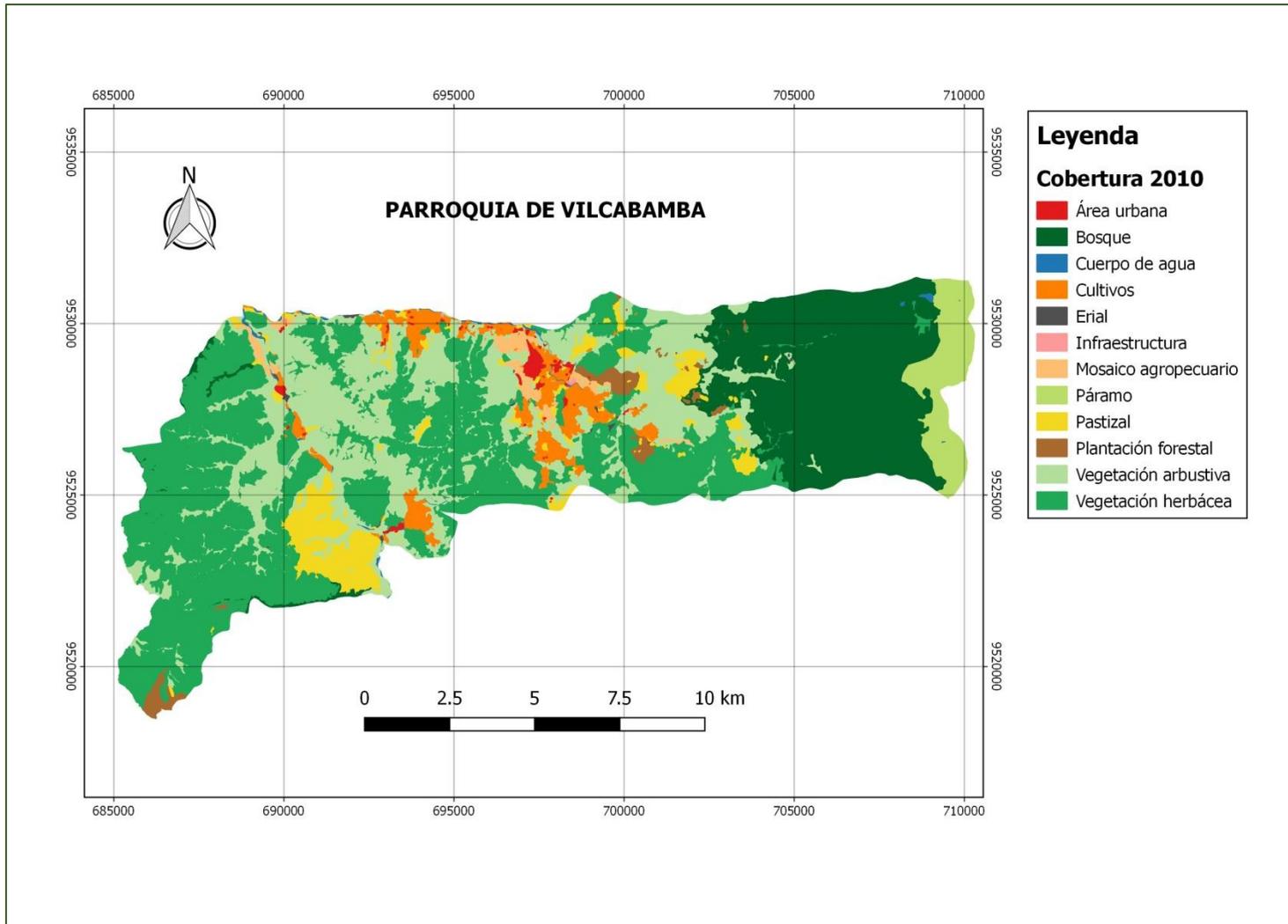


Figura 10. Porcentaje de cobertura de suelo año 2010

Entre los porcentajes menores se observa que el pastizal tiene 1027 ha (7%), los cultivos con 671 ha y el páramo con 632 ha corresponde al 4%, la plantación forestal con 237 ha (2%) y el área urbana con 128 ha equivale al 1%.



MAPA 4. Cobertura vegetal del año 2010

Fuente: SIGTIERRAS.

Elaborado: La autora

De acuerdo a lo observado en la Figura 12, en la cual se han agrupado todas las categorías de los 4 años de estudio, se puede identificar una disminución progresiva de la vegetación herbácea (de 39,40% en 1976 a 36,05% en 2010), un aumento también progresivo de cultivos (1,16% en 1976 a 4.24% en 2010).

Las coberturas que aumentaron son: Bosques en 1976 de 18,8% al 2010 en 19,8%; pastizal de 6,09% (1976) a 6,49% (2010); cultivos de 1,16% (1976), 3,16% (1998), 3,59% (2004) y 4,24% (2010); y la plantación forestal de 0,73% desde 1998 a 1,50% (2010). Entre las coberturas que no tienen mayor variación está el páramo que se mantiene con el 4%.

Finalmente, las coberturas que tuvieron disminución son: vegetación arbustiva en 1976 de 26,78 % al 2010 con 25 %, vegetación herbácea de 39,40%(1976) a 36% (2010) y mosaico agropecuario en el 2010 con 1,38% y en 1976 con 3,11%.

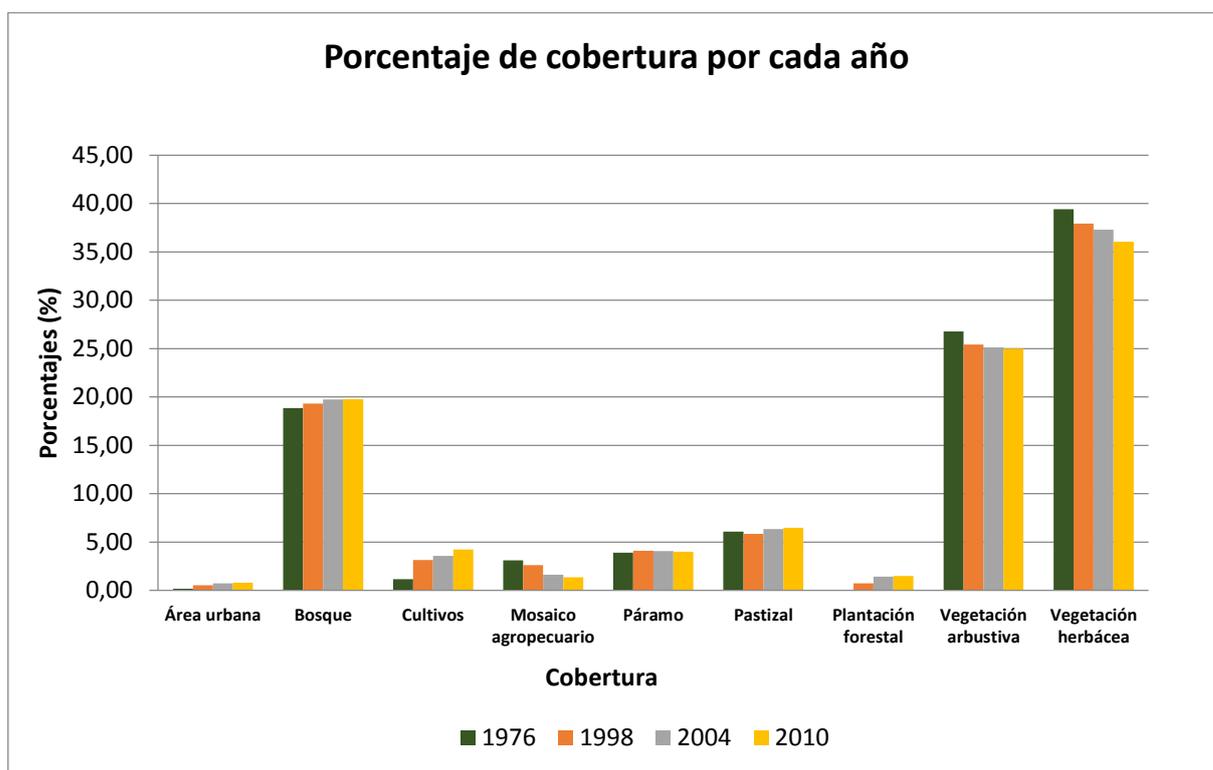
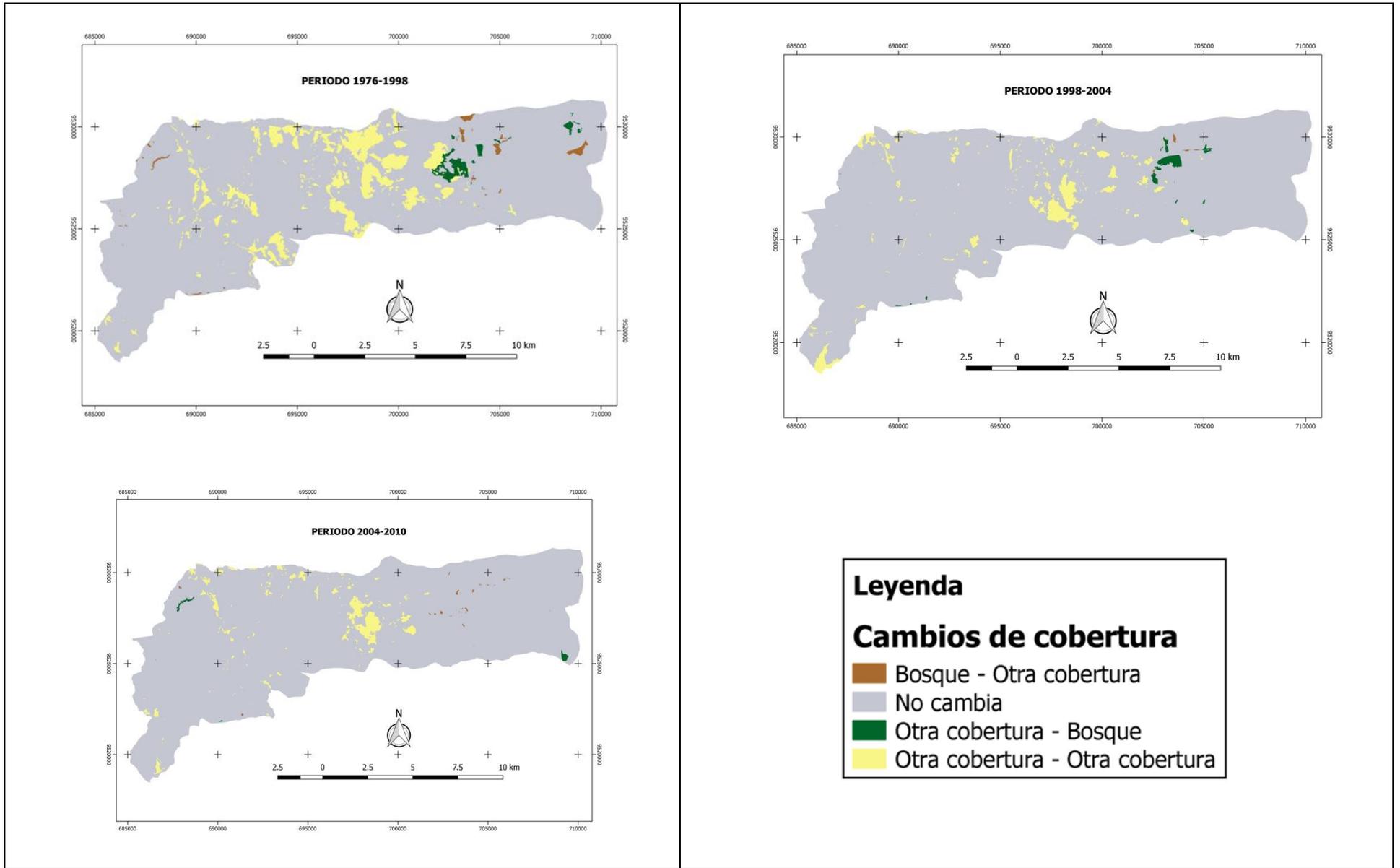


Figura 12. Porcentajes de cobertura de suelo para cada año



MAPA 5. Cuantificación de cobertura de uso de suelo en la Parroquia Vilcabamba

Elaborado: La autora

Cuantificación y análisis de los cambios de uso del suelo que se han dado en los tres períodos de tiempo en la parroquia Vilcabamba.

3.1.2. Cambio anual de cobertura/uso de suelo durante los intervalos de tiempo analizados

Aplicando la *Ecuación 1*, en la Figura 14 se observa que el cambio anual fue mucho más intenso en el período 1998-2004, con 249 ha, seguido por el período 2004-2010 con 188 ha, y finalmente con 147 ha en el período 1976-1998.

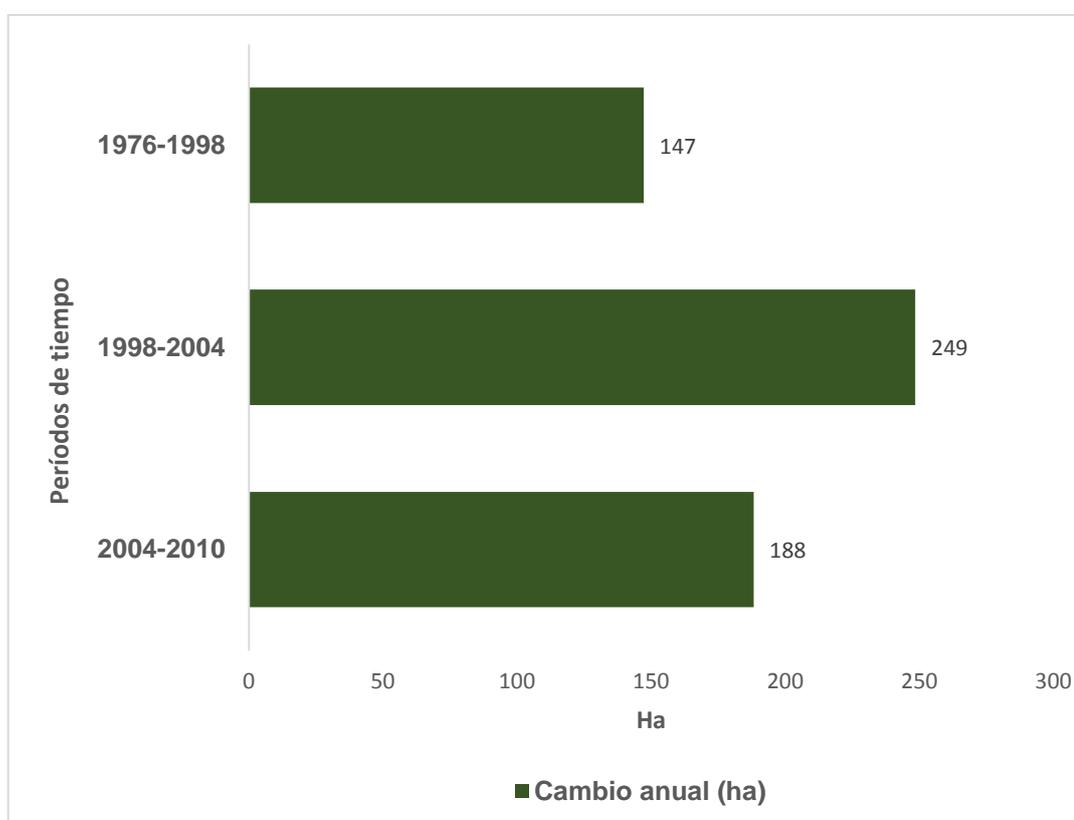


Figura 14. Superficie estimada para cada uno de los períodos

3.1.3. Ganancias y pérdidas brutas y netas de cobertura/uso de suelo período 1976-1998

En el primer período de estudio (1976-1998), las coberturas infraestructura, área urbana, cultivos, bosque, erial, pastizal y páramo tuvieron una ganancia neta de superficie, mientras que vegetación arbustiva, herbácea, y mosaico agropecuario, tuvieron pérdida neta. (Figura 15)

Los Cultivos son los que mayor ganancia neta presenta, ya que el total para este uso aumentó 318 ha, con una ganancia bruta de 335 ha y de pérdida 17 ha. Se observa

también el pastizal tiene aumento de 201 ha el total para este uso, con una ganancia de 356 ha y pérdida de 154 ha, el área urbana con 55 ha de ganancias neta. Las coberturas que tuvieron una pérdida neta fueron vegetación herbácea (290 ha), vegetación arbustiva (277 ha) y mosaico agropecuario (79 ha).

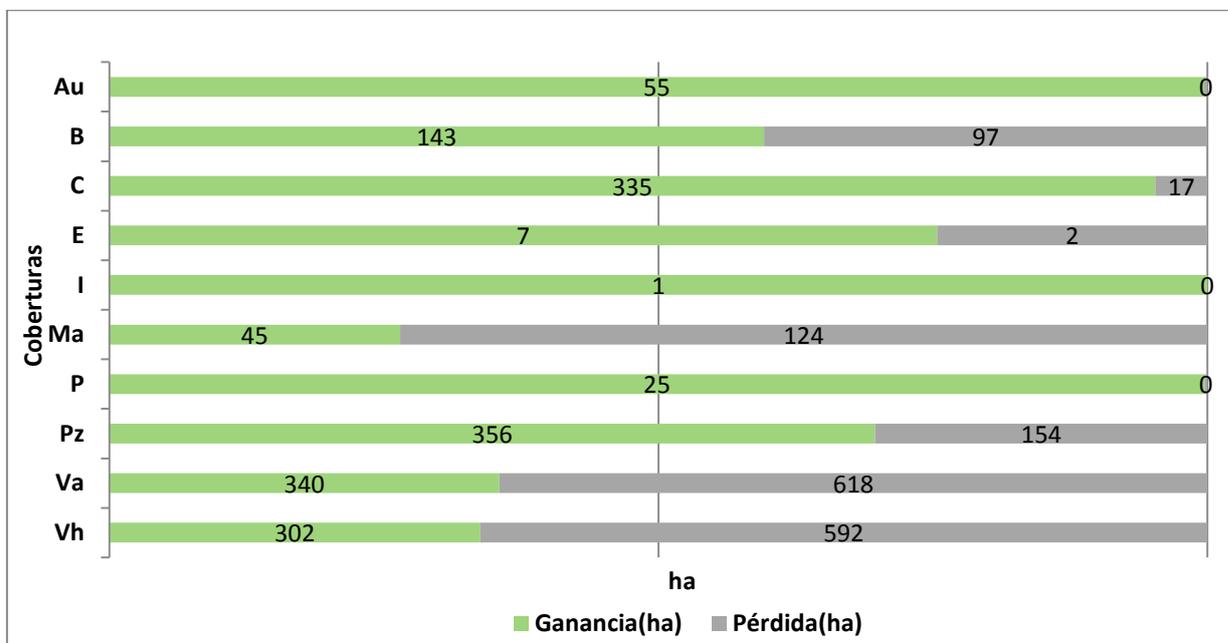


Figura 15. Ganancias y pérdidas en Hectáreas durante el primer período de cobertura y uso del suelo 1976-1998. Au=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, MA=mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Va= vegetación arbustiva, Vh=vegetación herbácea

La cobertura con mayor ganancia bruta de superficie en este período fue la de pastizal con 356 ha seguido de la vegetación arbustiva con 340 ha y finalmente con 302 ha la vegetación herbácea. Se evidencia que no hubo un aumento fuerte de superficie en el área urbana y que pocos cambios se dieron en cuanto a infraestructura en la parroquia. Las pérdidas brutas más relevantes fueron en la vegetación arbustiva 618 ha, vegetación herbácea con 592 ha, y de pastizal 154 ha.

3.1.3.1. Ganancias, pérdidas en el uso de suelo para el período 1976-1998.

En el primer período (1976-1998) con valores absolutos y los porcentajes (Figuras 15 y 16), la cobertura de cultivos tuvo un cambio neto de 318,35 ha, que sugiere un aumento neto de aproximadamente el 3,6% de su superficie por año. Seguidamente, el pastizal tuvo un cambio neto de 201,34 ha, lo cual sugiere un porcentaje de aumento anual de esta cobertura equivalente al 1,8%. Llama la atención que el área urbana, aunque tuvo una pequeña superficie de cambio neto (55,34 ha), es la cobertura que

más aumento relativo a su tamaño inicial tuvo, que fue del 3% anual. Algo similar ocurrió con infraestructura. Al contrario, en cuanto a bosque, aunque tuvo una ganancia neta equivalente a 46,35 ha, esto significó un aumento del 0,1% anual de su superficie.

Como ya se mencionó en el apartado anterior, tres coberturas disminuyeron su superficie en el período analizado. La vegetación herbácea que perdió una superficie neta de 290 ha, (aunque representó una pérdida anual en porcentaje del 0,2% de su superficie), le sigue la vegetación arbustiva que tuvo una pérdida neta de 277 ha, aunque esto representó una pérdida del 0,3% de su superficie anual. Finalmente, el mosaico agropecuario tuvo una pérdida neta en ese período de 79 ha, sin embargo, de acuerdo a su superficie inicial, esta pérdida fue del 0,8%. En la Figura 16, observamos los porcentajes brutos de ganancias, pérdidas y los cambios netos anuales de las coberturas/ usos de suelo.

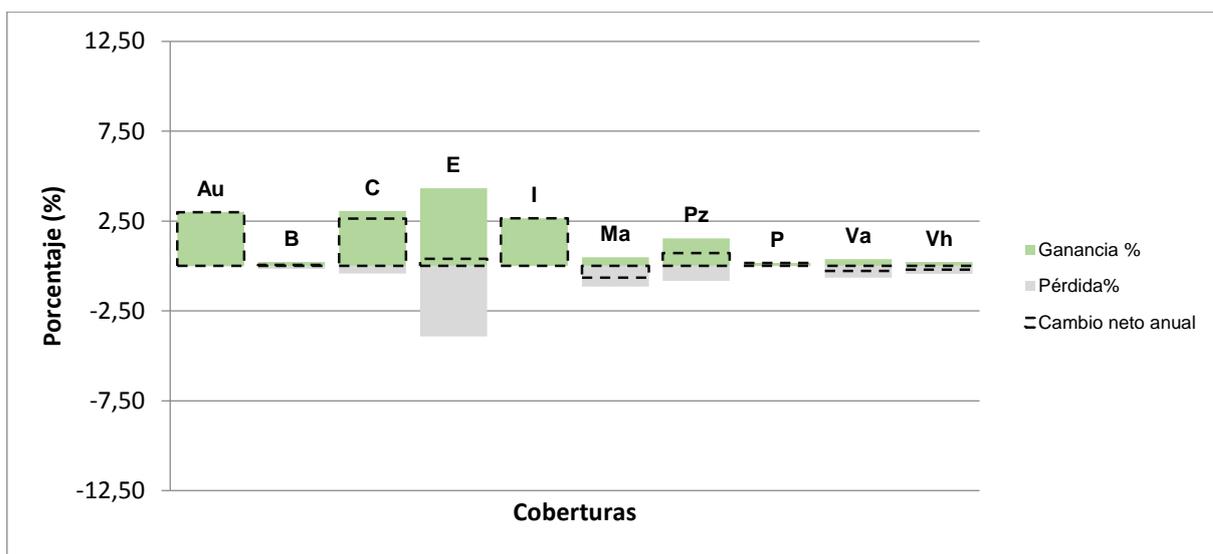


Figura 16. Porcentajes netos de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el primer período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 1976-1998. Au= Área urbana, B= Bosque, C= Cultivos, E= Erial, I= Infraestructura, Ma=Mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Pf= Plantación forestal, Va= Vegetación arbustiva, Vh= Vegetación herbácea

3.1.4. Ganancias y pérdidas brutas y netas de cobertura/uso de suelo período 1998-2004

En el segundo período de estudio (1998-2004), las coberturas de área urbana, bosque, cultivos, erial, infraestructura y plantación forestal tuvieron una ganancia neta de superficie mientras vegetación arbustiva, herbácea, pastizal, paramo, y mosaico agropecuario tuvieron pérdida neta (Figura 17).

La cobertura plantación forestal es la que mayor ganancia neta presentó con un aumento de 112 ha el total para esta cobertura, seguido de Bosque con 85 ha, y cultivos con 68 ha. Se observa también un aumento de 35 ha de área urbana y 1 ha de infraestructura. El mosaico agropecuaria tuvo una pérdida neta de 157 ha, seguido por la vegetación herbácea con 77 ha, pastizal con 40 ha, vegetación arbustiva con 35 ha y finalmente el páramo con 3 ha.

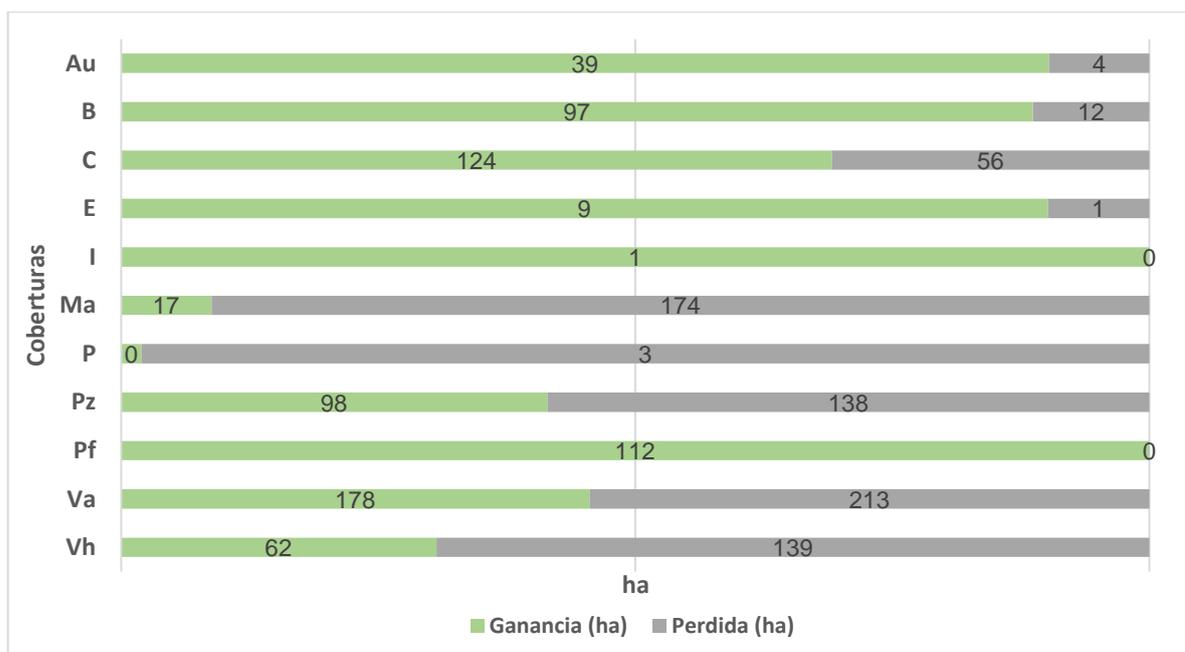


Figura 17. Ganancias y pérdidas en Hectáreas durante el primer periodo de cobertura y uso de suelo 1998-2004. Au=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, Ma=mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Pf= plantación forestal, Va= vegetación arbustiva, Vh=vegetación herbácea

Las pérdidas brutas más representativas fueron: vegetación arbustiva con 213 ha, mosaico agropecuario con 174 ha, vegetación herbácea 139 ha, y pastizal con 138 ha.

3.1.4.1. Ganancias, pérdidas en el uso de suelo para el período 1998-2004.

La cobertura que mayor ganancia neta en porcentaje tuvo respecto a su cobertura inicial fue la infraestructura con el 6,5%, seguido de plantación forestal con un 5,5% anual, erial con 4,5% anual y el área urbana con aproximadamente el 4% anual como se muestra en la figura 18.

En cuanto a pérdidas netas, el mosaico agropecuario fue el que tuvo una pérdida más acelerada, con un 6,5% anual, mientras que en menos del 2% tuvieron pérdidas netas el pastizal (1,8%), la vegetación arbustiva (0,8%), los cultivos (0,4%) y la vegetación herbácea (0,3%).

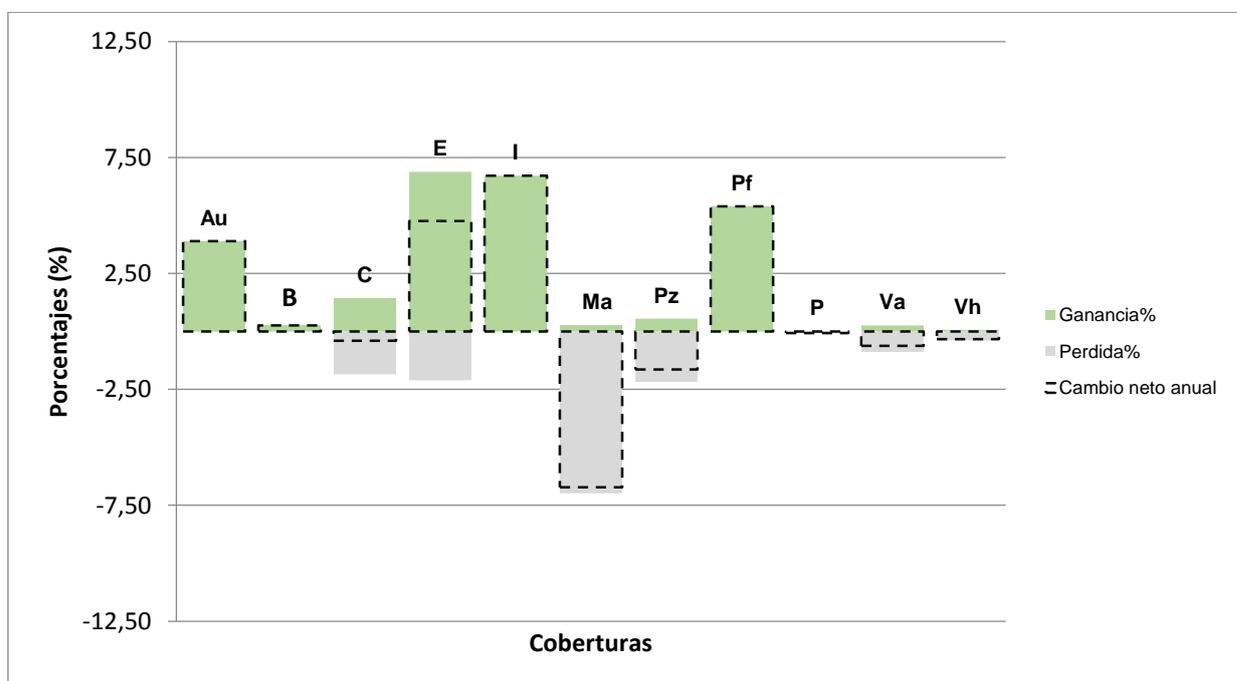


Figura 18. Porcentajes netos de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el segundo período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 1998-2004. Au= Área urbana, B= Bosque, C= Cultivos, E= Erial, I= Infraestructura, Ma=Mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Pf= Plantación forestal, Va= Vegetación arbustiva, Vh= Vegetación herbácea

3.1.5. Ganancias y pérdidas brutas y netas de cobertura/uso de suelo período 2004-2010

El último período 2004-2010, entre las coberturas con mayores ganancias netas se encuentran los cultivos con una ganancia neta de 108 ha, seguido por pastizal con 21 ha, área urbana con 11 ha, y finalmente plantaciones forestales 9 ha, eriales 8 ha e infraestructura con 1 ha, respectivamente.

Por otro lado la cobertura que tuvo mayor pérdida neta fue vegetación herbácea con 73 ha, el mosaico agropecuario con 54 ha, y con pérdida neta mucho menor se encuentran la vegetación arbustiva, páramo y bosque con 19 ha, 14 ha y 3 ha respectivamente.

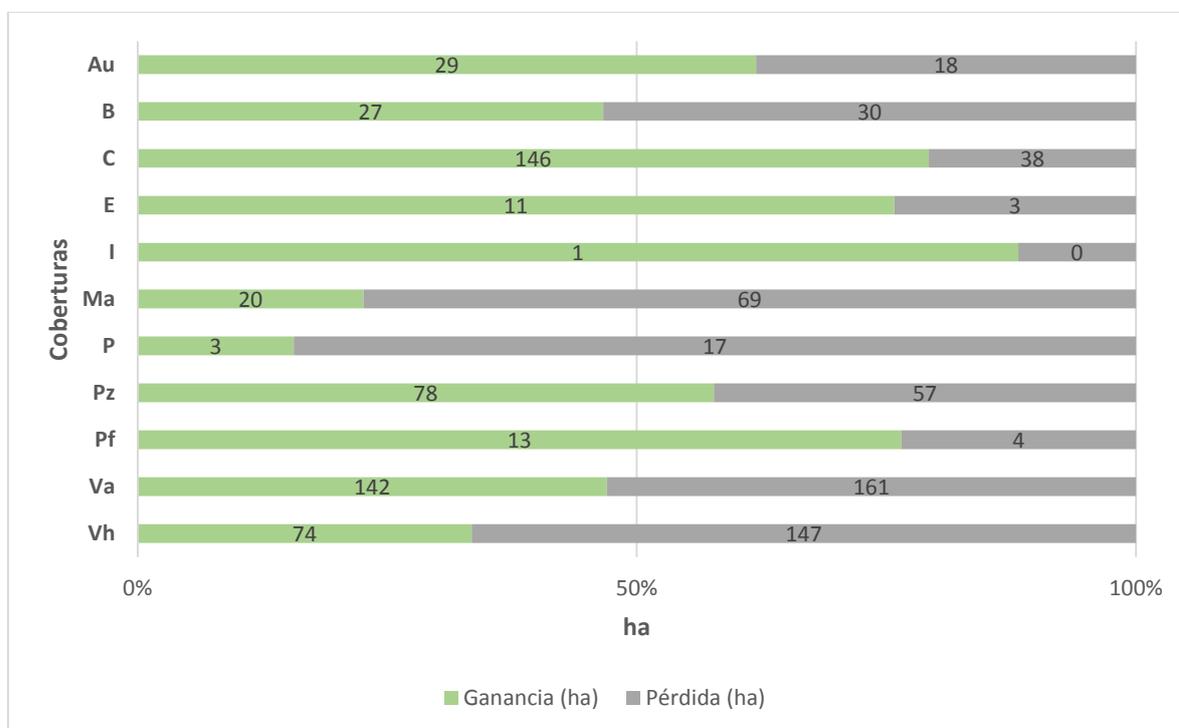


Figura 19. Ganancias y pérdidas en Hectáreas durante el primer periodo de cobertura y uso de suelo 2004-2010. AU=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, M=mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Va= vegetación arbustiva, Vh=vegetación herbácea.

3.1.5.1. Ganancias, pérdidas en el uso de suelo período 2004-2010

El tercer período (2004-2010) los valores absolutos (Figura 19) y los porcentajes (Figura 20), muestran unos incrementos muy fuertes en infraestructura, con una ganancia neta del 50% anual. Seguidamente la cobertura erial, que si bien es cierto tiene un aumento de 7,4 ha que puede considerarse bajo, respecto a su superficie

inicial este aumento se traduce en una ganancia neta del 12% anual. Otras coberturas con menor incremento anual son: Cultivos con un incremento anual de aproximadamente el 4 % de su superficie, el área urbana con un incremento anual del 3,6%. Por otro lado el mosaico agropecuario evidencia una disminución anual del 4,5%.

En la Figura 20 observamos los porcentajes de ganancias, pérdidas y los cambios netos anuales de las coberturas/ usos de suelo.

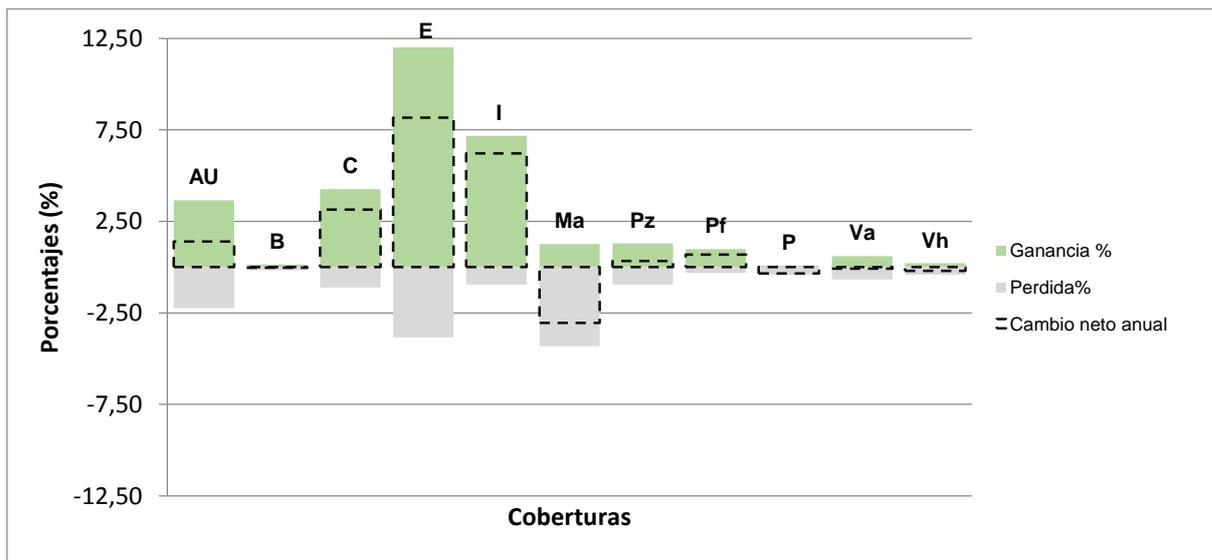


Figura 20. Porcentajes netas de Ganancias, Pérdidas y Cambio neto anual durante el primer período de tiempo de la cobertura y uso de suelo 2004-2010. Au= Área urbana, B= Bosque, C= Cultivos, E= Erial, I= Infraestructura, Ma=Mosaico agropecuario, P= páramo, Pz= pastizal, Pf= Plantación forestal, Va= Vegetación arbustiva, Vh= Vegetación herbácea

3.2. Discusión

Los resultados obtenidos muestran que existe una expansión del área urbana, infraestructura, pastizales y cultivos, mientras que la vegetación arbustiva y la herbácea han disminuido y ha sido transformada hacia otras coberturas.

Las investigaciones relacionadas con el cambio en el uso del suelo, la cobertura de la tierra y el análisis multitemporal han sido desarrolladas por numerosos autores entre los que se pueden citar: Mallinis et al (2014) Sandoval y Real (2005), Pérez Gómez y Bosque Sendra (2008), Angnes (2005), Morera *et al.* (2007), Mendoza Jara (2010), Santanas y Salas (2007), López Vázquez y Plata Rocha (2009), Pineda Jaimes *et al.* (2000), Bocco *et al.* (2009), Cruz Solís *et al.* (2009), Plata Rocha *et al.* (2009). Los estudios sobre el cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y pérdida de la biodiversidad de una región determinada, asimismo el crecimiento de los asentamientos humanos, de infraestructura y servicios impacta la calidad del ambiente (Lambin et al. 2001), lo cual altera la estructura y función de sus ecosistemas, siendo el cambio de uso del suelo uno de los principales agentes de transformación y alteración en la vegetación.

En la parroquia Vilcabamba la disminución de vegetación arbustiva y herbácea fue uno de los hechos demostrados, presentándose los mayores cambios en el segundo período de estudio. En cuanto a cambio de cobertura de bosque, aunque según MAE (2012), la tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador continental fue de -0.71 % para el período 1990 - 2000 y de -0.66 % para el período 2000 - 2008, los resultados obtenidos en este estudio muestran que en Vilcabamba no se sigue la tendencia de deforestación mostrada en el estudio citado, ya que para la cobertura de bosque los porcentajes en el primer período (1976 - 1998) tiene un cambio anual de 0,07 %, en el segundo período (1998-2004) tiene un cambio anual de 0,25 % y el tercer período (2004-2010) de -0,02 %. Esto se podría deber a que la mayor parte de área de bosque de la parroquia se encuentra en el Parque Nacional Podocarpus en su zona de amortiguamiento, lo que estaría disminuyendo el impacto negativo de las actividades antropogénicas.

El rápido crecimiento del turismo es una fuerza principal de la pérdida de biodiversidad, la parroquia de Vilcabamba, se le conoce como el “Valle de la longevidad”, ya que posee un clima agradable, ideal para visitarlo durante todo el año lo que llama mucho la atención de turistas, esto ha ocasionado un aumento paulatino de la fragmentación

en la zona (Espinosa, 2016), y podría ser la causa de la disminución en las coberturas de vegetación arbustiva y vegetación herbácea en los períodos estudiados, y un incremento anual de área urbana del 1,40%, así mismo los pastizales tienen un aumento de 6.5% en el periodo 2004-2010. El análisis de los cambios de uso de suelo se localiza principalmente en el área urbana con 3,89% de anual en el segundo período destacando la presencia de nuevas zonas en construcción e infraestructura.

CONCLUSIONES

Para el análisis de cambios de usos de suelo, es de gran utilidad este tipo de estudios, ya que generalmente no existen fuentes de datos históricos que permitan conocer estos cambios.

A partir de los resultados presentados en los apartados anteriores se pueden obtener algunas conclusiones relevantes y significativas, entre las más importantes son:

- La cobertura de suelo predominante en todos los años estudiados es la vegetación herbácea, arbustiva y bosques, aunque de las mencionadas la única cobertura que aumentó con el tiempo es la de bosque.
- En la parroquia Vilcabamba se ha producido un incremento constante de la superficie de las zonas urbanas e infraestructuras existentes desde 1976.
- El tipo de cobertura que más disminuyó en Vilcabamba fue la vegetación arbustiva y herbácea. En concreto, muchas de estas coberturas han visto cambiar su uso para convertirse en nuevas coberturas de área urbana, infraestructura, pastizales o cultivos.

RECOMENDACIONES

- Dado que existen pocos estudios relacionados con análisis multitemporal en nuestro país y además conociendo la importancia del cambio del uso de suelo ya que consiste en una conversión (cambios de coberturas) o una modificación, se sugiere continuar con estos estudios, para así poder determinar el uso del suelo para la conservación de la biodiversidad y, de igual manera para una planificación de ordenamiento territorial y ejecución de restauración de ecosistemas fragmentados, lo cual podrá ayudar en el proceso de identificación de los cambios de uso de suelo en el país como en el sur del Ecuador.
- Se propone realizar estudios de tipo de suelo; con la finalidad de realizar una clasificación supervisada y técnica acorde a las necesidades que requieran los habitantes de la Parroquia Vilcabamba, así mismo estudios multitemporales y fragmentación de la propiedad de manera más detallada y profunda para un mejor entendimiento para años posteriores para observar cómo va cambiando la cobertura de la parroquia.
- Además la parroquia Vilcabamba tiene una actividad turística que debe desarrollar de manera sostenible y de forma organizada, con una propuesta de Ordenamiento Turístico.

BIBLIOGRAFÍA

- Aide, T., M. Clark, H. Grau, D. López, M. Levy, D. Redo, M. Bonilla, G. Riner, M. Andrade, y M. Muñiz (2012). Deforestation and Reforestation of Latin America and the Caribbean (2001–2010). *Biotropica* 0(0):110(10.1111/j.17447429.2012.00908
- Aldwaik, S. & Pontius, R., 2012. Intensity Analysis to unify measurements of size and stationarity of landchanges by interval, category, and transition. *Landscape and Urban Planning*, Issue 106, pp. 103-114.
- Almeida P., Duriavich, M. Napolitano, R. Feoli E. 2009. “Aplicación de técnicas SIG, Sensoramiento Remoto y Análisis Multicriterio para la Detección de Impactos Antropogénicos en la Cobertura de Suelos y su Proyección para el 2010. Caso de estudio: Estuario de Santos (Brasil)” *Revista Tecnológica ESPOL – RTE*, Vol. 22, N.1, 73-79,
- Almirón, A. V. (2011). Turismo y espacio. Aportes para otra geografía del turismo. *GEOUSP: espaço e tempo* (16), 166-180
- Álvarez Martínez JM, Suarez-Seoane S, De Luis Calabuig E 2011. Modelling the risk of Land cover change from environmental and socio-economic drivers in heterogeneous and changing landscapes: the role of uncertainty. *Landsc Urban Plan*; 101:108–19.
- Barrado Timón, Diego A. (2004) .El concepto de destino turístico. Una aproximación geográfico territorial. *Estudios Turísticos*, nº 160, pp. 4568
- BURNICKI, A.C.; BROWN, D.G. y GOOVAERTS, P. 2007. Simulating error propagation in land-cover change analysis: the implications of temporal dependence. *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 31, p. 282-302.
- Chuvieco, E. (1993). Teledetección, S.I.G. y cambio global. *V Coloquio de Geografía Cuantitativa*, 55. Retrieved from file:///C:/Users/Alina Belen Ortiz/Downloads/DialnetTeledeteccionSIGYCambioGlobal-59790.pdf
- COMAFORS-IPS. Marzo, 2001 El Bosque en el Ecuador: Una visión transformada para el desarrollo y la conservación.
- Di Somma, A., Ferrari, V.; & Ramos, N., 2010. “El uso del suelo y el análisis multitemporal– modificaciones del tejido urbano en la Provincia de Roma (Italia)”. XII Coloquio Ibérico de Geografía, (pag 1-20). Porto.
- Espinosa G. 2016. Evolución histórica de la fragmentación de tierras y la incidencia de la Ley de Desarrollo Agrario en la parroquia Vilcabamba del cantón Loja. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja.

- Evrendilek F, Berberoglu S, Karakaya N, Cilek A, Aslan G, Gungor K. 2011. Historical spatiotemporal analysis of land-use/land-cover changes and carbon budget in a temperate peatland (Turkey) using remotely sensed data. *Appl Geogr*; 31:1166–72.
- Farina, Almo. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Cambridge: Chapman and Hall.
- Frederick, K.D. y Rosenberg N.J. (1994). *Assessing the Impacts of Climate Change on Natural Resource Systems*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Guerra E. 2006. “Análisis multitemporal de la cobertura y uso de la tierra a través del sistema LCCS en la cuenca baja del Río Grande-Santa Cruz” Maestría profesional en “Información de suelos para el manejo de los recursos naturales.
- Herold, M., Scepan, J., Clarke, K. C. 2002. The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34(8), 1443-1458. <http://dx.doi.org/10.1068/a3496>
- Heilman, G. E., J. R. Strittholt, N. C. Slosser, D. A. DellaSala. 2002. Forest fragmentation of the conterminous United States: assessing forest intactness through road density and spatial characteristics. *BioScience* 52: 411-422.
- Heines, A., Kennedy T, and McFarlane D. 2011. Parcelization: Forest Change Agent in Northern Wisconsin. *Journal of Forestry*. Copyright © 2011 by the Society of American Foresters.
- Koomen, E., Stillwell, J., Bakema, A. y Scholten, H.J. (2007). *Modelling Land-Use Change. Progress and applications*. Springer, Dordrecht, The Netherlands.
- Lambin, Eric F., B.L. Turner, Helmut J. Geist, Samuel B. Agbola, Arild Angelsen, John W. Bruce, Oliver T. Coomes, Rodolfo Dirzo, Gunther Fischer, Carl Folke, P.S. George, Katherine Homewood, Jacques Imbernon, Rik Leemans, Xiubin Li, Emilio F. Morán, -Michael Mortimore, P.S. Ramakrishnan, John F. Richards, Helle Skanes, Will Steffen, Glenn D. Stone, Uno Svedin, Tom A. Veldkamp, Coleen Vogel & Jianchu Xu. 2001. «The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths». *Global Environmental Change* 11: 261–269.
- Lambin, E.F. y Geist, H.J. (Ed.). , 2006 *Land Use, and Land-Cover Change. Local Processes and Global Impacts*. Berlin: Springer.
- Mallinis G.; Koutsias N.; Arianoutsou M.; 2014. “Monitoring land use/land cover transformations from 1945 to 2007 in two peri-urban mountainous areas of Athens metropolitan area, Greece”. *Elsevier*. 490 (2014) 262–278.

- McGarry, D. y G. Sharp. 2001. A rapid, immediate, farmer-usable method of assessing soil structure condition to support conservation agriculture. In: Proceedings of the 1st World Congress on Conservation Agriculture, Madrid, Spain, 1-5 October, 2001. Volume 2, Offered Contributions, p. 209-214
- Mendoza G.; García K.; 2011."Análisis multitemporal de uso y cobertura del suelo en el Municipio de Manaure–Guajira-Colombia, Implementando imágenes landsat." Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil,
- Manual ERDAS. Tour Guide y Field Guide.
- Ojima, D., Galvin, K., Turner, B.1994. The Global Impact of Land-use Change. *BioScience* 44 (5):300-304
- Peña, J., Bonet, A., Bellot, J. (2007b). Old-field succession changes along a precipitation gradient in SE Spain. En: Bunce, R.G.H., Jongm an, R.H.G., Hojas, L. and Weel, S. 25 years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice. Proceedings of the 7th IALE World Congress 8 - 12 July Wageningen, The Netherlands, IALE Publications series 4, Part 2, 1075-1076.
- Pontius, R.G. JR.; Shusas, E. & Mcechern, M., 2004.Detecting important categorical land changes while accounting for persistente. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, vol. 101, p. 251-268.
- Puyravaud, J.P. 2002. Standardizing the calculation of the annual rate of deforestation. *Forest Ecology and Management*177:593-596.
- Riebsame, W.E., Parton, W.J., Galvin, K.A., Burke, I.C., Bohren, L., Young, R. y Knop, E. (1994). Integrated Modeling of Land Use and Cover Change. *Bioscience* 44 (5): 350-356.
- Robinson, J.M., Brush, S., Douglas, I., Graedel, T.E., Graetz, D., Hodge, W., Liverman, D., Melillo, J., Moss, R., Naumov, A., Njiru, G., Penner, J., Rodgers, P., Ruttan, V. y Sturdevant, J. (1994). Land-Use and Land-Cover Projection: Report of Working Group C. En: Changes in Land Use and Land Cover: A Global Perspective. W.B. Meyer and B.L. Turner II, (Eds.). Cambridge University Press, Cambridge, pp. 73-92.
- Reyes, F. 2012. Valoración de tierras en Vilcabamba (Ecuador): diseño de un modelo de valoración catastral rural. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. G. I. 1934 TTB – Laboratorio do Territorio
- Reyes, F., Tubío Sánchez, J., Gracia Samaniego, J., Miranda Barros, D., Crecente Maseda, R., & Sánchez-Rodríguez, A. (2016). Factors influencing

- landfractioning in the context of land market deregulation in Ecuador. *Land Use Policy*, 52, 144–150. <http://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.12.021>
- Rubio P. 2010. Modelización de los cambios y evolución reciente del sistema rural español. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles* N.º 54.
 - Ruiz V. Savé R. & Herrera A. 2013. "Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011". *Ecosistemas* 22(3):117-123.
 - Safaa Zakaria Aldwaik & Robert Gilmore Pontius Jr. (2013) Map errors that could account for deviations from a uniform intensity of land change, *International Journal of Geographical Information Science*, 27:9, 1717-1739, DOI: 10.1080/13658816.2013.787618
 - Scherr, S.J. y S. Yadav. 1996. Land degradation in the developing world: Implications for food, agriculture and the environment to 2020. IFPRI Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 14, Washington D.C.
 - Sánchez, A., T. Aide, M. Clark y A. Etter. (2012) Land Cover Change in Colombia: Surprising Forest Recovery Trends between 2001 and 2010. *PLOS7*:e43943
 - Sierra, R. 2013. Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años. *Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends*. Quito, Ecuador.
 - Skole, D., Chomentowski, W., Salas, W., Nobre A. 1994. Physical and Human Dimensions of Deforestation in Amazonia. *Bioscience* 44 (5):314-322.
 - Turner, M.G., Gardner, R.H. y O'Neill, R.V. (2001). *Landscape Ecology in theory and practice. Pattern and process*. Springer Verlag, New York. 401.
 - Tinker, D. B., C. A. C. Resor, G. P. Beauvais, K. F. Kipfmüller, C. I. Fernandes, W. L. Baker. 1998. Watershed analysis of forest fragmentation by clearcuts and Roads in Wyoming forest. *Landscape Ecology* 13: 149-165
 - Vitousek, P.M., H.A. Mooney, J. Lubchenco y J.M. Melillo 1997. «Human domination of Earth's ecosystems». *Science* 277: 494-499.
 - Wei, Y., Zhang, Z. 2012. Assessing the fragmentation of construction land in urban areas: An index method and case study in Shunde, China. *Land Use Policy*, 29(2), 417-428. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2011.08.006>

ANEXOS

Anexo 1. Tabla Matriz de transición en el primer período de tiempo (1976-1998).

Cobertura1976-1998	AU	B	CU	C	E	I	MA	Pz	PF	P	VA	VH	Pp
AU	28,2			0,2									0,00
B		2902,5	0,0					13,2		24,8	27,4	31,8	0,19
CA	0,0	0,0	67,3	3,3	0,4	0,0	1,7	0,5		0,1	8,9	0,7	0,01
C	3,7		1,2	163,4			0,0	1,7			10,0	0,0	0,01
E	0,0		0,0	0,6	0,4		1,7						0,00
I						0,4							0,00
MA	19,6		2,2	78,0	0,4		370,6	6,4	0,0		16,2	1,0	0,03
Pz	1,6	0,9	0,8	78,0	0,0		1,2	700,4			52,7	19,1	0,05
PF									115,1				0,01
P		0,0	0,1							620,1			0,04
VA	13,4	109,7	4,0	94,0	2,5	0,0	38,4	106,8	0,0		3665,7	249,1	0,27
VH	17,2	32,9	2,6	80,9	3,8	0,6	1,6	227,2	0,0		225,0	5679,4	0,39

Pp= proporción de cada categoría respecto al total.

AU=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, MA=mosaico agropecuario, P= paramo, PZ= pastizal, VA= vegetación arbustiva, VH=vegetación herbácea.

Anexo 2. Tabla Matriz de transición en el segundo periodo de tiempo (1998-2004).

Cobertura 1998-2004	AU	B	CU	C	E	I	MA	Pz	PF	P	VA	VH	Pp
AU	80,11		0,00	1,72	0,00		0,94	0,00			1,59	0,01	0,005
B		3034,97	0,56					0,00	5,01		1,05	5,76	0,191
CA	0,01	0,00	73,59	0,15	0,77	0,00	0,05	0,00		0,06	3,12	0,28	0,005
C	5,65		0,73	444,16	0,01	0,32	2,85	0,56			44,90	0,49	0,031
E	0,00		0,54		6,51			0,04			0,37	0,00	0,000
I			0,00			1,03							0,000
MA	7,93		1,51	86,37	0,44		241,61	42,32	0,00		17,30	18,19	0,026
P	1,92	12,10	0,53	5,35	1,17		1,63	917,67	78,16		31,28	6,21	0,066
PF	0,03						0,00	0,00	115,07		0,00	0,00	0,007
PZ			3,08								644,93		0,041
VA	23,55	63,14	1,45	29,68	3,41	0,01	10,07	49,75	1,31		3810,49	30,69	0,252
VH	0,33	21,81	0,10	0,96	2,81	0,92	1,26	5,31	27,24		78,67	5854,15	0,375

Pp= proporción de cada categoría respecto al total.

AU=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, MA=mosaico agropecuario, P= paramo, PZ= pastizal, VA= vegetación arbustiva, VH=vegetación herbácea.

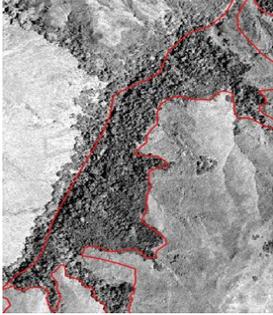
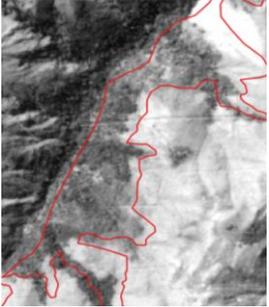
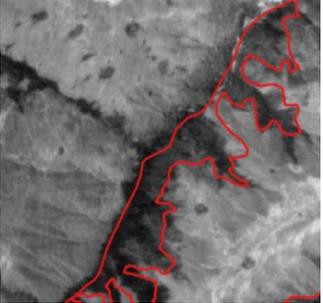
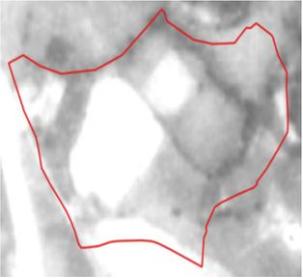
Anexo 3. Tabla Matriz de transición en el tercer período de tiempo (2004-2010).

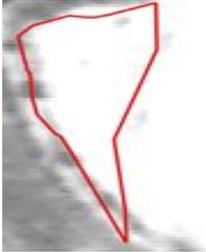
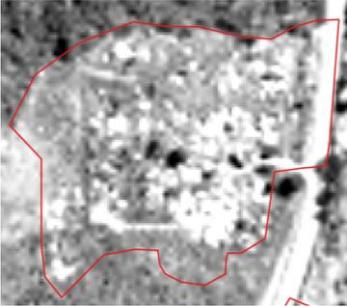
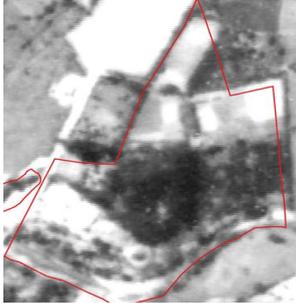
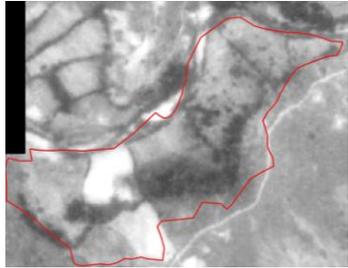
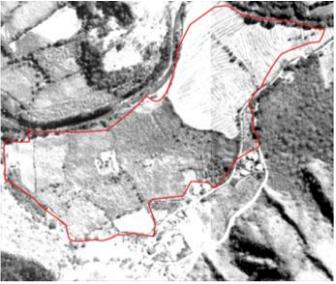
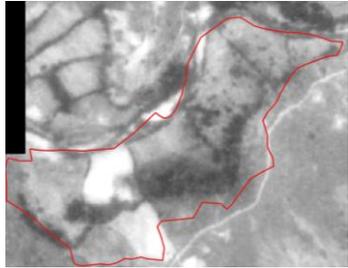
Cobertura2004-2010	AU	B	CA	C	E	I	MA	Pz	PF	P	VA	VH	Pp
AU	113,78		0,23	0,87	0,00	0,14	1,25	2,79			12,38	0,00	0,01
B	0,06	3117,53	1,15		0,88			3,93	2,05		5,50	16,80	0,20
CA	0,00	0,00	71,99	1,13	1,93	0,00	0,73	0,21		3,08	6,57		0,01
C	4,89		2,23	531,21	0,81		0,14	16,57	0,98		1,20	11,30	0,04
E	0,00		1,94	0,00	11,64		0,35	0,11			1,07	0,00	0,00
I	0,14		0,00			2,27					0,00	0,00	0,00
MA	8,65		0,15	48,48			198,35	6,78	0,00		0,94	4,19	0,02
P	2,39	0,00	0,56	26,11	0,78		4,05	949,62	0,00		11,24	12,08	0,06
PF	0,33	0,00					0,86	2,74	223,51		0,10	0,11	0,01
PZ		12,71	3,91							632,23			0,04
VA	10,51	0,00	3,98	65,17	5,59	0,54	8,95	36,52	0,02		3838,78	29,34	0,25
VH	1,77	13,84		3,82	0,91	0,36	3,88	8,41	10,44		103,42	5782,56	0,37

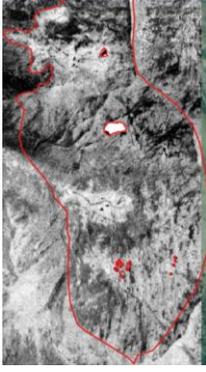
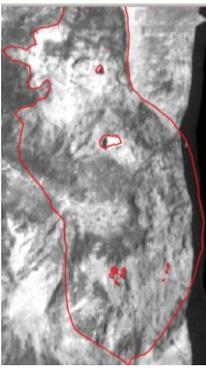
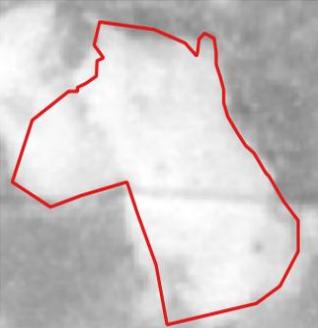
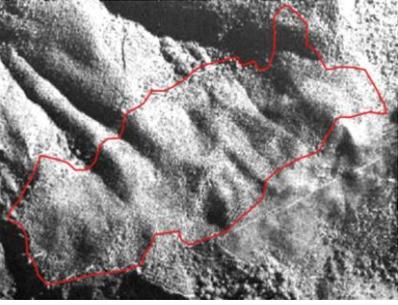
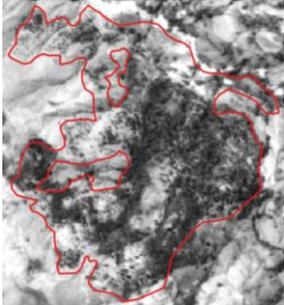
Pp= proporción de cada categoría respecto al total.

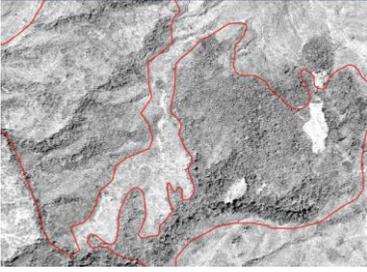
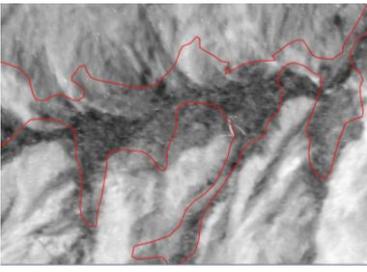
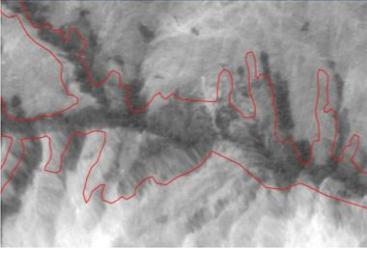
AU=Área urbana, B= bosque, C= cultivos, E= erial, I= infraestructura, MA=mosaico agropecuario, P= paramo, PZ= pastizal, VA= vegetación arbustiva, VH=vegetación herbácea.

Anexo 4. COBERTURAS VEGETALES

Cobertura	2010	2004	1998	1976
1. <u>Área Urbana</u>				
2. <u>Bosque</u>				
3. <u>Cultivos</u>				

<p>4. <u>Erial</u></p>				
<p>5. <u>Infraestructura</u></p>				
<p>6. <u>Mosaico agropecuario</u></p>				

<p>7. <u>Páramo</u></p>				
<p>8. <u>Pastizal</u></p>				
<p>9. <u>Plantación forestal</u></p>				

<p>10. <u>Vegetación</u> <u>arbustiva</u></p>				
<p>11. <u>Vegetación</u> <u>herbácea</u></p>		