

Análisis de Deforestación en Ecosistemas Boscosos del Refugio de Vida Silvestre Pacoche, Manabí Manta, Ecuador

Analysis of Deforestation in Forest Ecosystems of the Pacoche Wildlife Refuge, Manabí Manta, Ecuador

Argenis de Jesús Montilla Pacheco ⁽¹⁾

argenismontilla@hotmail.com

Ana Cecilia Reyes Rivero ⁽²⁾

anacereyes@gmail.com

Eucaris Agüero Corzo ⁽³⁾

caricorzo@gmail.com

⁽¹⁾ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Manta, Manabí, Ecuador

⁽²⁾ Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Barquisimeto, edo. Lara, Venezuela

⁽³⁾ Universidad Pedagógica Experimental Libertador - Instituto Pedagógico de Maturín, edo. Monagas, Venezuela

Artículo recibido en febrero de 2017 y publicado en septiembre 2017

RESUMEN

El Ministerio del Ambiente de Ecuador promueve acciones para conservar bosques en Áreas Protegidas. A tal efecto creó el Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, en la provincia de Manabí. Éste es el asiento de bosques, actualmente degradados por influencia antrópica. El objetivo del trabajo fue analizar con aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica, los cambios de cobertura de bosques; para ello se utilizaron capas digitalizadas a partir de imágenes Landsat y Rapideye para tres períodos, 1990-2000, 2000-2008 y 2008-2014. Los resultados muestran que entre 2008 y 2014 la superficie boscosa disminuyó por la deforestación en 6,5%, pasando de 3.047,5 a 2.850,4 hectáreas. Esta disminución es atribuida al pastoreo, agricultura y ocupación humana, y se concluye que el deterioro del bosque fue significativo, pues para el periodo señalado la tasa de deforestación fue de 0,9%, mayor que la de Ecuador que fue de 0,37% para el mismo periodo.

Palabras clave: Cambio de uso de suelo; deforestación; bosques deciduos y semideciduos

ABSTRACT

The Ministry of the Environment of Ecuador promotes actions to conserve forests in Protected Areas. To this end, he created the Marine Wildlife and Marine Refuge Pacoche in the province of Manabí. This is the seat of forests, currently degraded by anthropic influence. The objective of the work was to analyze with applications of Geographic Information Systems, the changes of forest cover; for this purpose, digitized layers were used from Landsat and Rapideye images for three periods, 1990-2000, 2000-2008 and 2008-2014. The results show that between 2008 and 2014 the forest area decreased by deforestation by 6.5%, from 3,047.5 to 2,850.4 hectares. This decrease is attributed to grazing, agriculture and human occupation, and it is concluded that the deterioration of the forest was significant, since for the indicated period the rate of deforestation was 0.9%, higher than that of Ecuador, which was 0.37 % for the same period.

Key words: *Deciduous and semi-deciduous forests; deforestation; land use change*

INTRODUCCIÓN

Los bosques mundiales han estado amenazados por la degradación incontrolada, expresada en el reemplazo de matrices boscosas por otros tipos de cobertura o tipos de utilización de la tierra, como por ejemplo pastizales y cultivos, impulsados por el aumento de la población humana y la consecuente demanda de productos para satisfacer sus necesidades (Montilla, 2012). Por esa razón, el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) ha promovido la creación de Áreas Naturales Protegidas en distintas provincias del país y simultáneamente ha constituido mecanismos para la conservación de ecosistemas, uno de ellos es el programa Sociobosque, que ofrece incentivos económicos en forma de bonos, a propietarios individuales y colectivos de predios boscosos para que los protejan y preserven, al menos por el tiempo determinado en el marco del convenio.

El Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacoche, ubicado en la provincia de Manabí, Ecuador, fue creado como Área Protegida por Acuerdo Ministerial N° 131 del 2 de septiembre de 2008, con Registro Oficial N° 444 del 13 de octubre de 2008 (MAE, 2009). Es un Área Protegida conformada por dos ámbitos, uno marino y otro terrestre; éste

último es el objeto de nuestro análisis y ocupa una superficie de 5,096.42 hectáreas, en las que se evidencian presiones asociadas a disturbios antrópicos, por lo cual, es necesario desarrollar estudios que conlleven a generar información actualizada y precisa del comportamiento de las áreas boscosas allí presentes. Además, resulta prioritario, para efectos de su preservación, tal como afirma Berry *et al.*, (1996), disponer de información confiable que permita medir el grado de conversión ambiental antropogénica, a través del estudio de la dinámica temporo-espacial de la cubierta vegetal.

Actualmente para los estudios ambientales se emplean herramientas muy potentes que ayudan a conocer, entre otros aspectos, la dinámica de cambios en la cobertura de bosques (Chuvioco, 2007; Kawabata, *et al.*, 2001), estas herramientas son los Sistemas de Información Geográfica y la Percepción Remota. A ese respecto, Correa (1996) comenta que sobre cualquier objeto, la radiación solar que éste refleja, absorbe o transmite ésta de acuerdo a la longitud de onda. Este fenómeno, según lo que señalan Larrosa (2000) y Diouf y Lambin (2001), permite identificar diferentes clases o cobertura/usos de la tierra y separarlas por su firma espectral, a través de curvas espectrales. En consecuencia, se pueden reconocer varios tipos de materiales sobre la superficie y establecer una diferenciación entre ellos, basándose en sus distintas reflectancias.

La utilización de las herramientas ya descritas, en última instancia, conducen a procesos de interpretación, bien sea en figuras o tablas de datos numéricos que representan la expresión confiable de una realidad geoespacial. Así mismo, la utilización de imágenes de satélite facilita el monitoreo del comportamiento multitemporal de bosques, y la información que de ellas se obtiene, a través de aplicaciones geomáticas ayuda en la difusión de los resultados de cualquier investigación. Así, actualmente existen muchas técnicas disponibles para detectar cambios de cobertura del suelo con datos de sensores remotos (Lloyd, 1990; Coppin y Bauer, 1996; Soria, 1998); entre ellos, clasificaciones supervisadas y no supervisadas, digitalización en pantalla, y el Índice Diferencial de Vegetación Normalizado (NDVI), relacionados con series de tiempo;

todo lo cual redundando en aportar valiosos conocimientos sobre áreas de ecosistemas terrestres, tanto a escala global, como regional y local.

Por lo antes planteado, el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de la deforestación y de los cambios que ha presentado la cobertura de bosques deciduos y semideciduos del ambiente terrestre del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacocha, por medio de la utilización de datos geoespaciales que fueron generados utilizando las tecnologías antes descritas.

MÉTODO

El área de estudio fue el ambiente terrestre del Refugio de Vida Silvestre y Marino Costera Pacocha. Éste se ubica geográficamente en la región litoral de Ecuador (figura 1), en la parte central de la provincia de Manabí, específicamente entre el Cabo de San Lorenzo y la Punta de Salinas, (Instituto Oceanográfico de la Armada INOCAR 2005). El ambiente terrestre tiene una superficie de 5.096,42 hectáreas y está formado por las vertientes occidentales y orientales de los cerros de Pacocha, Los Lugos, Agua Fría y Monte Oscuro, que forman parte del macizo discontinuo de la cordillera costanera en Manabí. Políticamente es jurisdicción de los cantones Manta y Montecristi en la provincia de Manabí (MAE, 2009).

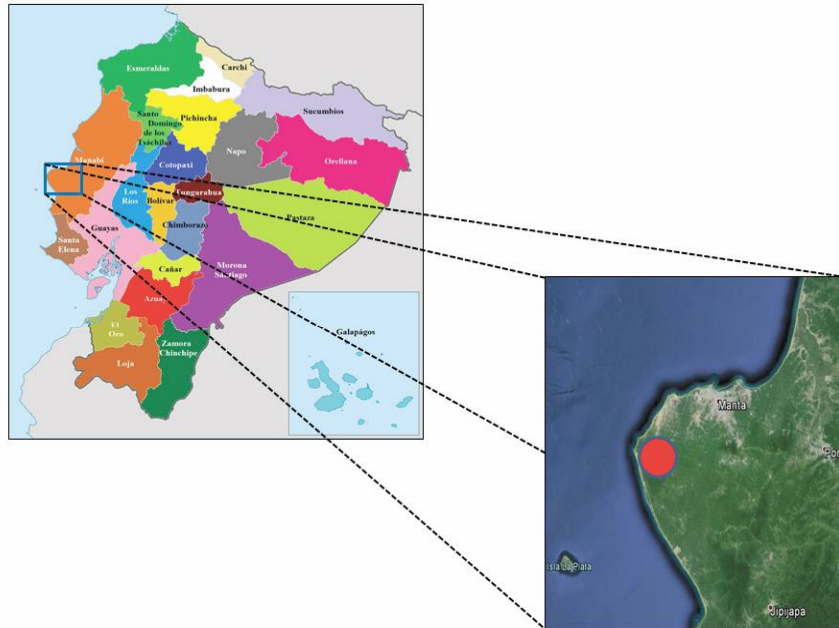


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio. (Fuente: El mapa de Ecuador fue tomado de <http://www.luventicus.org/mapas/ecuador.html>.)

Pacocha presenta características complejas, pues su altitudes van desde el nivel del mar hasta los 363 metros en un trayecto muy corto. En ese gradiente se localizan bosques deciduos y semideciduos, muy importantes, puesto que son productores del agua que abastece a ciertos poblados que están en sus adyacencias. En ellos, según el MAE (2009), habitan aproximadamente 330 especies de plantas nativas, de las cuales, veinte tienen algún grado de Riesgo de Extinción a escala global, tres se encuentran en Peligro Crítico y cinco en la categoría Vulnerable.

Actualmente, el incremento en la densidad demográfica en el área de estudio genera mayor demanda en el uso de los recursos forestales, en consecuencia, los sistemas ecológicos que más proveen de madera y que están más próximos a las áreas pobladas demuestran indicios claros de degradación.

Desde el punto de vista del clima, Pacocha está influenciado por la presencia de corrientes marinas cuyos efectos varían a lo largo del año. Las dos principales masas de agua oceánicas son la corriente de Humboldt y la de Panamá (MAE, 2009). El piso inferior o litoral, según los datos de la estación Manta, que es la más cercana, presenta un clima árido, con temperaturas medias anuales de 24° C y precipitaciones anuales inferiores a 500 mm que ocurren entre enero y abril (ver figuras 2 y 3).

En la parte alta de Pacocha, especialmente a partir de los 200 metros sobre el nivel del mar, el ambiente es humedecido por la bruma marina, localmente conocida como “garúa”, siendo ésta responsable de la presencia de ecosistemas boscosos en el sector.

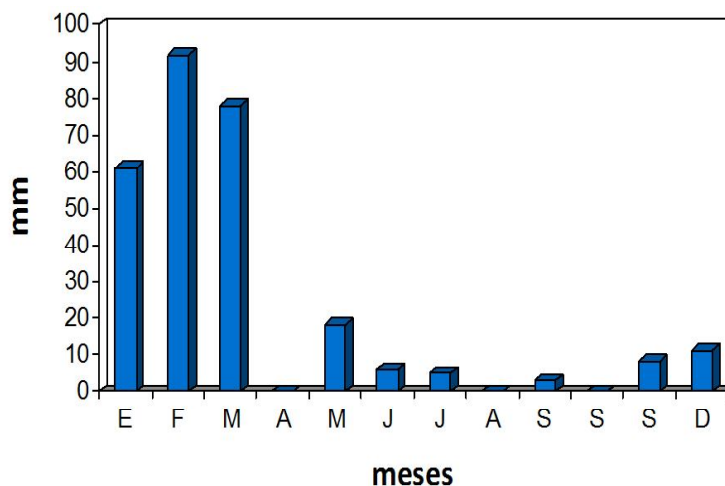


Figura 2. Distribución mensual (mm) de la precipitación en la estación Manta. Periodo de registro 1945-1999.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados del MAE (2009) y del INAMHI (2015).

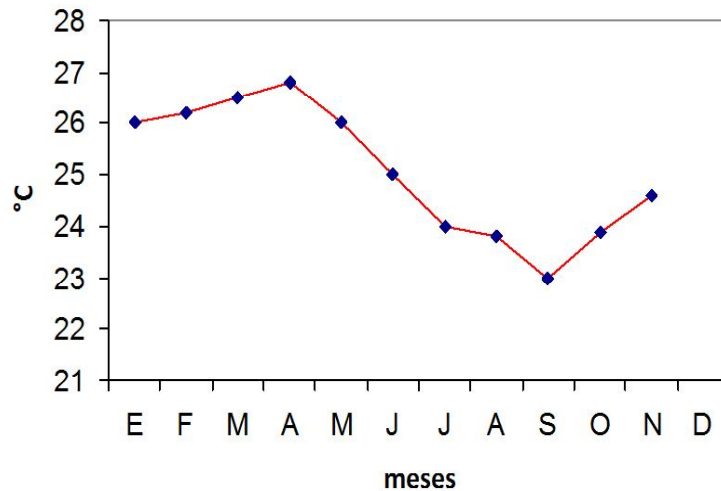


Figura 3. Distribución mensual (°C) de la temperatura en la estación Manta. Periodo de registro 1959-1999. (La estación está fuera de operatividad, por tanto, no hay registros recientes de datos).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos tomados del MAE (2009) y del INAMHI (2015).

Para los fines del presente estudio se realizaron procesos analítico-espaciales empleando un Software de Sistemas de Información Geográfica. De tal modo, se utilizaron las capas cartográficas del Proyecto “Mapa Base de Deforestación Histórica del Ecuador” escala 1:100.000, realizado por el Ministerio del Ambiente (MAE, 2012a) y MAE, (2015) con imágenes de satélite Landsat y Aster para los años 1990, 2000, 2008 y 2014. A partir de allí se contrastó con la información cartográfica del proyecto “Generación del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental, escala 1:100,000; 2013-2014” que desarrollaron el Ministerio de Agricultura, Acuicultura y Pesca (MAGAP) y el Ministerio del Ambiente (MAE, 2015) con imágenes Landsat y Rapideye; obteniendo una gama de datos que permiten comparar cambios a través del tiempo y que pueden verse en los mapas resultantes.

Toda la anterior información, que es a nivel del país, fue analizada espacialmente con información cartográfica únicamente del Refugio de

Vida Silvestre de Pacocha. Para ello se cortaron las capas disponibles a nivel nacional, quedando solamente las coberturas que corresponden al espacio geográfico estudiado. Esto se hizo con la herramienta **Spatial Analyst**, a través del submenú **Options** “extracción por máscara”, a partir de la línea que delimita el Refugio de Vida Silvestre.

Debe destacarse que una máscara es un polígono que delimita el área en la cual se hacen los cálculos de las variables en estudio. En tal sentido, para aplicar la máscara con la calculadora raster, el polígono debe ser un *raster* construido a partir de un *shape*. Esto fue así, porque cuando se hace análisis con datos raster de distintas variables, como pendiente y cobertura del suelo entre otros, suelen existir zonas -como en este caso- que no interesan por estar fuera del área de estudio, por lo que no es lógico hacer ningún trabajo sobre ellas.

Por otra parte, la tasa de deforestación en el mencionado Refugio de Vida Silvestre, fue obtenida mediante la siguiente ecuación propuesta por Pozzobon y Osorio (2002):

$$Td = \frac{(A1 - A2)}{(A1 \times n)} \times 100$$

Donde:

A1 es superficie boscosa en el momento inicial, expresado en hectáreas
A2 es superficie con bosque al final del periodo expresado en hectáreas
n es el período de tiempo en número de años entre A1 y A2.

RESULTADOS

Superficie deforestada en el Refugio de Vida Silvestre de Pacocha entre 1990 y 2000

El área que ocupaban los bosques en lo que actualmente es el Refugio de Vida Silvestre de Pacocha no se tenía cuantificada para el año 2000, pues ésta no se había constituido como tal; sin embargo, al hacer el análisis

de los datos obtenidos con la aplicación de tecnologías de Sistemas de Información Geográfica se encontró para el periodo 1990-2000 un total de 101,82 hectáreas deforestadas que pasaron a diferentes usos, de tal modo, los cambios se dieron principalmente de bosques deciduos y semideciduos a áreas sin cobertura vegetal, y en menor medida a mosaicos agropecuarios y áreas pobladas en las cifras que se aprecian en la siguiente tabla. Igualmente, la localización de las áreas deforestadas se ilustra en la figura 4.

Cuadro 1. Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche entre 1990 y 2000.

| (*) Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche, periodo 1990-2000 | | |
|--|-----------------------------|-------------------|
| Tipo de cobertura: | Cambio a: | Hectáreas: |
| Bosques | Áreas pobladas | 19 |
| Bosques | Áreas sin cobertura vegetal | 59,6 |
| Bosques | Mosaico agropecuario | 23,22 |
| Totales | | 101,82 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de las capas digitalizadas por el MAE (2012).
(*) Los datos se refieren al área sobre la cual se constituiría en el año 2008 el Refugio de Vida Silvestre.

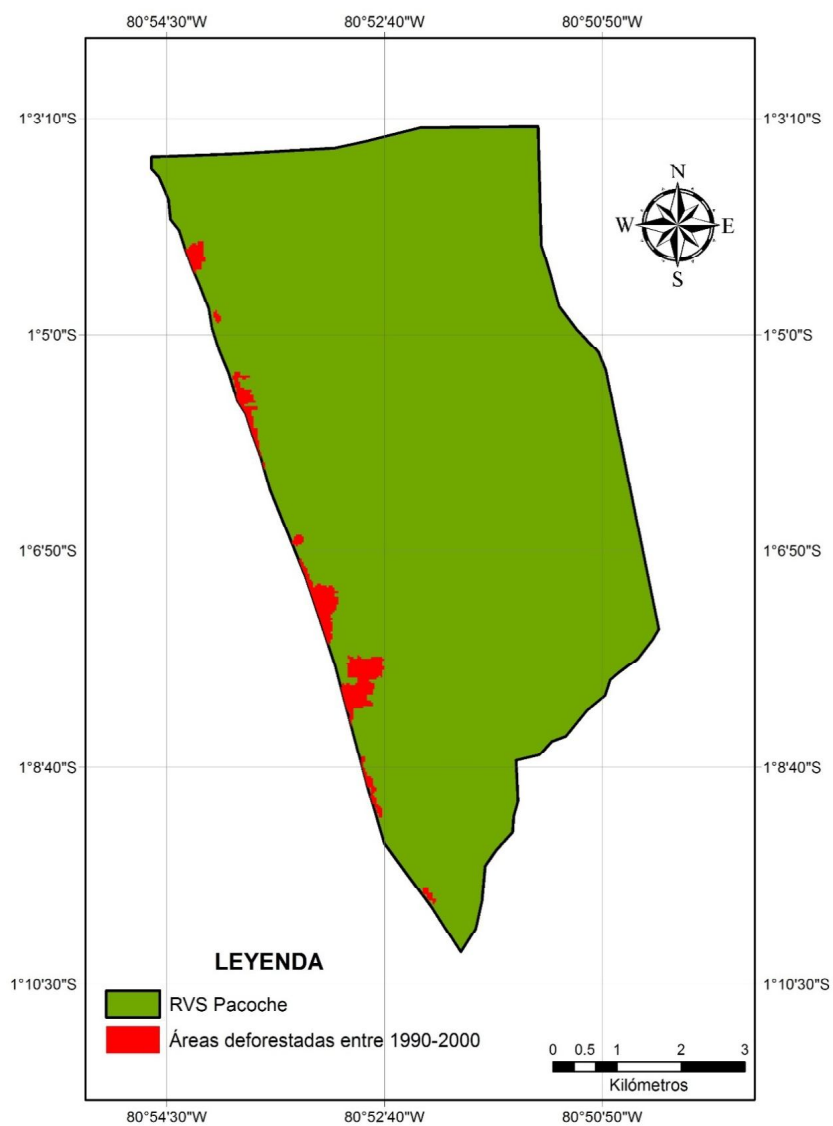


Figura 4. Localización de áreas deforestadas en el periodo 1990-2000 en el Refugio de Vida Silvestre Pacocha.

Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2012).

Un detalle importante a considerar al momento de hacer el análisis, tiene que ver con el hecho de que la deforestación en este período, se desarrolló fundamentalmente en el piso bajo del Refugio de Vida estudiado, siguiendo un alineamiento en sentido longitudinal, que posiblemente guarda relación con la cercanía a la localidad de San Lorenzo, a partir de la cual, los espacios dedicados al uso poblacional, aunque de forma lenta, registraron crecimiento.

Superficie deforestada en el Refugio de Vida Silvestre de Pacoche entre 2000 y 2008

Durante este periodo el proceso de deforestación en el área estudiada continuó más o menos al mismo ritmo del primero. Cuando se observaron los datos de las tablas de atributos de las capas digitalizadas, se evidenció que los cambios, producto de la deforestación del bosque deceduo y semidecduo se dieron hacia los mismos tipos de cobertura ocurridos entre 1990-2000. Sin embargo, los valores indican ciertas diferencias respecto a ese periodo, pues esta vez, los mayores cambios se produjeron de bosques a áreas pobladas y a mosaicos agropecuarios en 61,10 y 54,98 hectáreas respectivamente, y en menor medida hacia áreas sin cobertura vegetal con 23,84 hectáreas (ver cuadro 2).

Cuadro 2. Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche entre 2000 y 2008.

Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche, periodo 2000-2008

| Tipo de cobertura: | Cambio a: | Hectáreas: |
|---------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Bosques | Áreas pobladas | 61,10 |
| Bosques | Áreas sin cobertura vegetal | 23,84 |
| Bosques | Mosaico agropecuario | 54,98 |
| Total | | 139,92 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de las capas digitalizadas por el MAE (2012).

El notable incremento de áreas destinadas al asiento de población en este segundo periodo respecto al primero, sugiere la posibilidad de mayores perturbaciones a nivel de los ecosistemas, a lo que habría que agregar el incremento de áreas deforestadas para la construcción de viviendas y otras estructuras, como también a la demanda de madera como materia prima para construcción y otros usos.

Al comparar valores se tiene que en el período 1990-2000 las áreas pobladas ocupaban el 0,37% y en el periodo 2000-2008 ocupaban 1,19% del territorio total del Refugio de Vida Silvestre. El aumento en las áreas pobladas cobra relevancia, pues el incremento de estos espacios genera mayor presión en los ecosistemas, que terminan siendo vulnerables ante distintas acciones que el hombre realiza, entre ellas la deforestación, con el fin de satisfacer parte de sus necesidades. De igual forma, contribuye en la heterogeneidad del paisaje al implantar procesos determinantes en los cambios de usos del suelo, tal como apunta Valecillo-Rodríguez (2009), cuando señala que como resultado se obtiene un paisaje en el que suceden en términos temporales y espaciales, distintos procesos (ver figura 5).

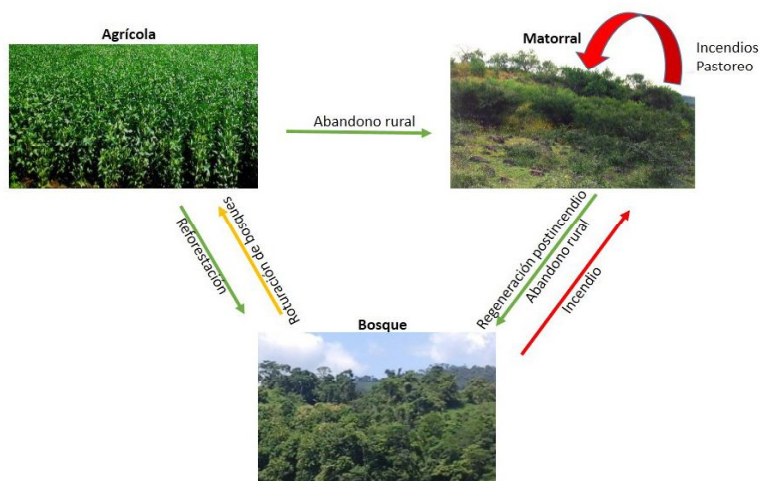


Figura 5. Procesos determinantes de cambios en los usos del suelo a escala de paisaje.

Fuente: Valecillo-Rodríguez, (2009).

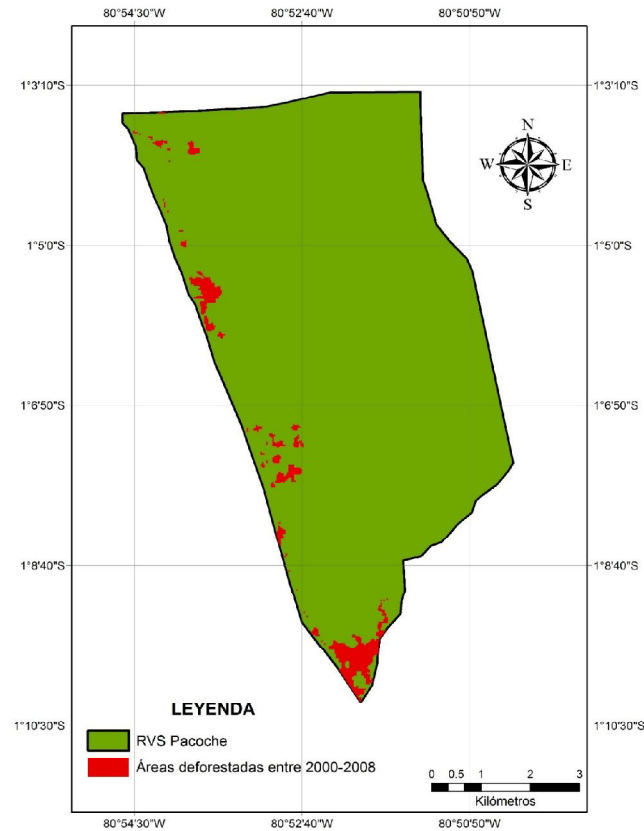


Figura 6. Localización de áreas deforestadas en el periodo 2000-2008 en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche.
Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2012).

Superficie deforestada en el Refugio de Vida Silvestre de Pacoche entre 2008 y 2014

Para este tercer periodo, los datos indican que hubo un aumento en la cantidad de superficie deforestada respecto a los otros dos periodos (figura 7). En total 197,1 hectáreas de bosques deciduos y semideciduos al ser deforestados dieron paso a la implantación de otros tipos de cobertura. Esta vez, la mayor parte de los cambios se dieron hacia mosaicos agropecuarios con 192,6 hectáreas, cifra notablemente más elevada en

comparación a los periodos 1990-2000 y 2000-2008 que respectivamente fue de 101,82 y 139,92. Otro tipo de cobertura que también surgió en este periodo a raíz de la deforestación fue el de áreas pobladas, no obstante, de poca relevancia, pues apenas alcanzó 4,5 hectáreas (tabla 3), cifra bastante inferior respecto a los periodos 1990-2000 y 2000-2008 que fue de 19 y 61,10 hectáreas respectivamente.

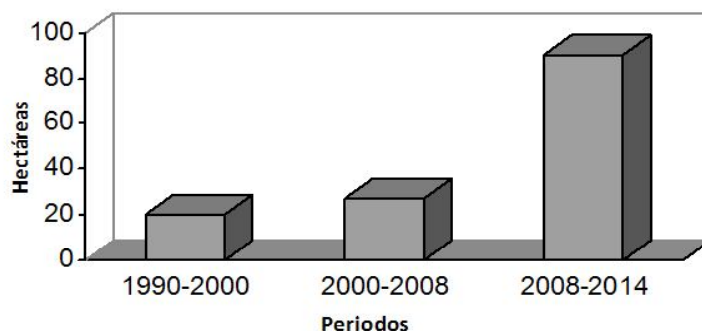


Figura 7. Superficie deforestada en cada uno de los periodos estudiados.

Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2015).

Cuadro 3. Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacocha entre 2008 y 2014.

| Área deforestada en el Refugio de Vida Silvestre Pacocha, periodo 2008-2014 | | |
|---|-----------------------------|------------|
| Tipo de cobertura: | Cambio a: | Hectáreas: |
| Bosques | Áreas pobladas | 4,5 |
| Bosques | Áreas sin cobertura vegetal | - |
| Bosques | Mosaico agropecuario | 192,6 |
| | Total | 197,1 |

Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos a partir de las capas digitalizadas por el MAE (2015).

En resumen, para los tres periodos, los valores acumulados que se obtienen indican que entre 1990 y 2014 se deforestaron 438,84 hectáreas de bosques que fueron reemplazados por los tres tipos de cobertura

antes mencionados. Como se aprecia en la figura 8, la mayor parte de los cambios se dieron hacia mosaicos agropecuarios, seguido de áreas pobladas y áreas sin cobertura vegetal.

Sobre la tasa de deforestación se encontró un valor de de 0,9%, resultando mayor que la tasa reportada para todo Ecuador que fue de 0,37% para el mismo periodo.

Por otra parte, debe señalarse que las áreas deforestadas durante este periodo se ubican en la parte más alta del Refugio de Vida Silvestre (figura 9) y seguramente guardan relación con el establecimiento de nuevas instalaciones habitacionales en distintos sectores de mayor altitud.

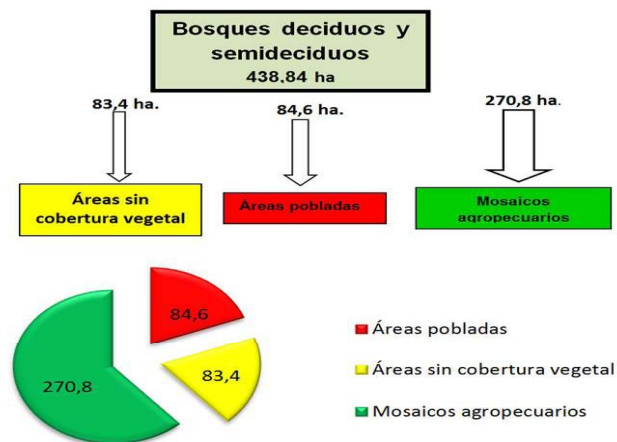


Figura 8. Total de áreas deforestadas y cambios a otros tipos de cobertura para los tres periodos estudiados en el Refugio de Vida Silvestre Pacoche.

Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2015).

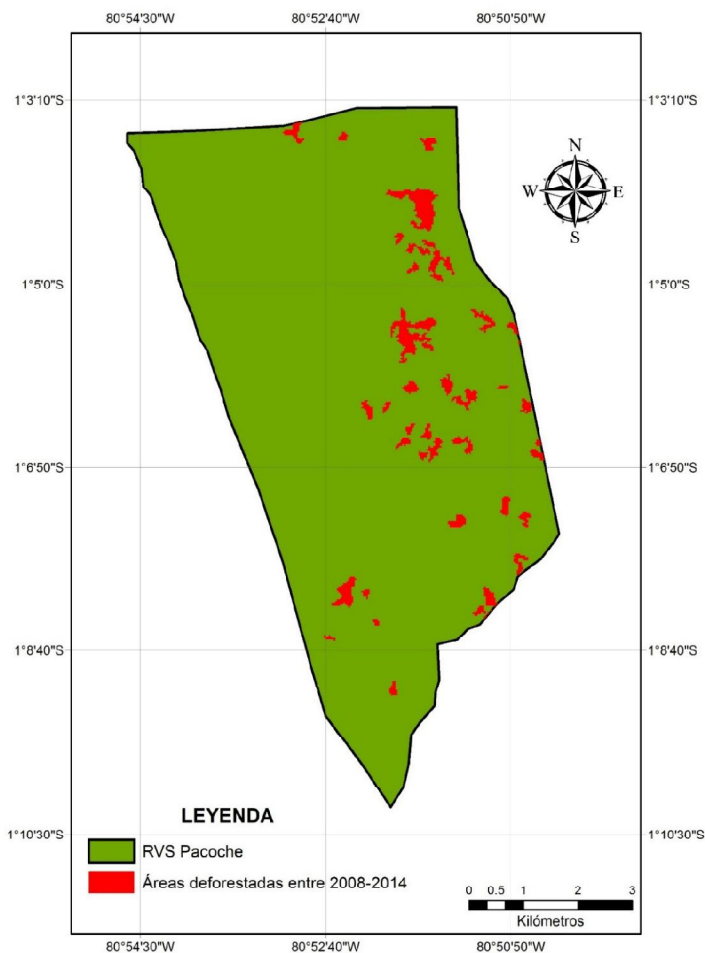


Figura 9. Localización de áreas deforestadas en el periodo 2000-2008 en el Refugio de Vida Silvestre Pacocha.

Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2015).

Los resultados obtenidos en términos de superficie indican importantes valores de pérdida de cobertura vegetal, hecho que concuerda con igual situación en otras áreas protegidas, como por ejemplo en la provincia de Esmeraldas (Montilla y Zurita, 2016), como también en buena parte de la geografía ecuatoriana.

Estos resultados guardan relación con el desarrollo de las actividades antropogénicas que imponen la dinámica del paisaje con presiones claras sobre la vegetación, lo cual coincide con resultados encontrados en otros lugares por Vitousek (1994), Márquez (2005), Meza y Díaz (2011) y Montilla (2012), quienes sostienen que la principal causa de la deforestación y degradación de los bosques está asociada a los efectos de actividades humanas.

Otro elemento importante a destacar es que las áreas deforestadas durante los tres períodos no se concentran en ningún sector en particular, por el contrario, se hallan dispersos en diferentes sectores del Refugio de Vida Silvestre (figura 10), lo cual es un indicador de agricultura itinerante o migratoria, práctica nociva desde el punto de vista ecológico, pero tradicionalmente utilizada en distintos ambientes boscosos, no solamente en Ecuador, sino también en distintos países de América Latina (Tudela, 1999), que responde a la necesidad que tiene el campesino de deforestar para ganar espacios para la siembra, especialmente cuando aquellos que ha venido aprovechando presentan suelos en los que la fertilidad se ha agotado por sobreexplotación o manejo no adecuado.

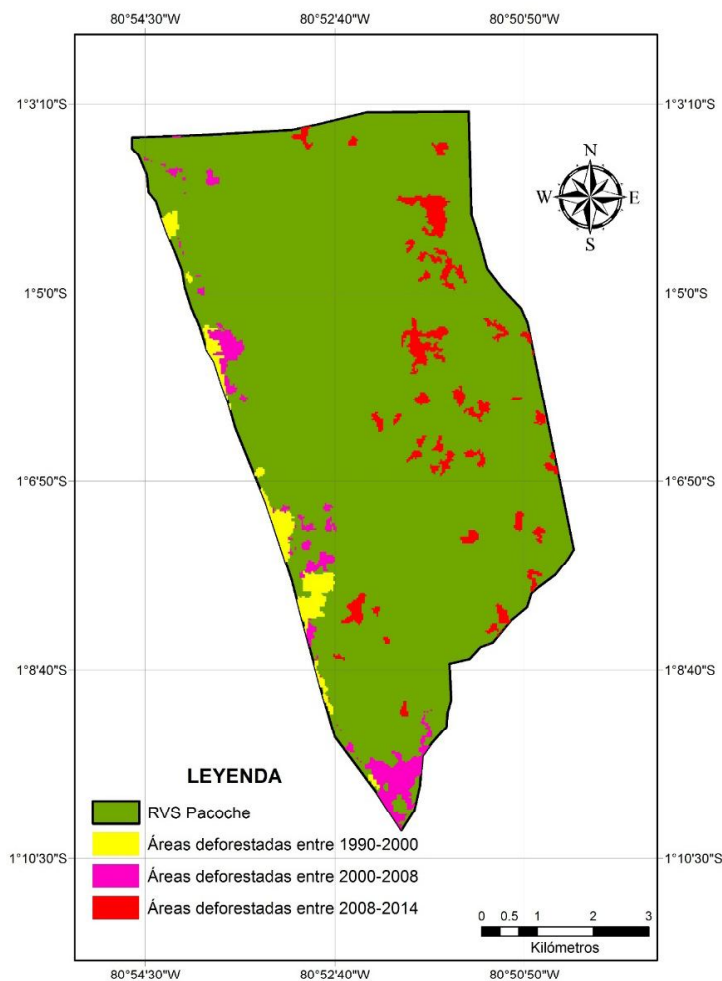


Figura 10. Localización de áreas deforestadas en los periodos 1990-2000, 2000-2008 y 2008-2014 en el Refugio de Vida Silvestre Pacocha.

Fuente: Elaboración propia a partir de capas digitalizadas por el MAE (2015).

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos confirman que la deforestación es una práctica empleada masivamente, tanto en bosques protegidos como no protegidos jurídicamente. En el caso de estudio la deforestación guarda

una estrecha relación con eventos antropogénicos expresados en actividades fundamentalmente de pastoreo y agricultura.

El pastoreo, aunque es a escala sumamente pequeña, se observa desordenado y en un sistema muy ineficiente de producción, con alambrados y cercas vulnerables, que permite al ganado de sectores propios y aledaños al Refugio, pastorear dentro del bosque, mientras que la agricultura se practica de forma tradicional, con el empleo de instrumentos rudimentarios que sugieren al menos, impactos menores a los ecosistemas. No obstante, para el desarrollo de ésta, primero llevan a cabo la deforestación de los bosques.

Como consecuencia de lo anterior, debe mantenerse un especial seguimiento de los procesos de erosión de suelos, pues como es sabido, conducen al desencadenamiento de situaciones adversas para los ecosistemas, entre ellos el empobrecimiento del suelo, la reducción de la infiltración del agua, el aumento de la escorrentía y potenciales problemas de inundación y acumulación de sedimentos con daños a estructuras físicas, entre ellas, puentes, carreteras y viviendas.

Es necesario, en futuras investigaciones, estudiar los posibles impactos y la influencia negativa que desde el punto de vista ecológico ambiental pudiera representar la construcción de la refinería del Pacífico, especialmente porque la misma se encuentra muy cerca del Refugio de Vida Silvestre estudiado.

Agradecimientos

La realización de este artículo fue posible, gracias a la colaboración prestada por la Facultad de Hotelería y Turismo y el Departamento Central de Investigación de la Universidad Laica "Eloy Alfaro de Manabí, por la posibilidad de contar con sus equipos y espacios para trabajar la parte cartográfica.

REFERENCIAS

- Chuvieco, E. (2007). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Madrid: Editorial Ariel. Barcelona, 320 pp
- Coppin, P. y Bauer, M. (1996). Digital change detection in forest ecosystems with remotely sensed Imagery. *Remote Sensing Reviews*, 13, 207-234
- Diouf, A. y Lambin, E. (2001). Monitoring land-cover changes in semi-arid regions: remote sensing data and field observations in the Ferlo, Senegal. *Journal of Arid Environments* 48 (2), 129-148
- INAMHI, (2015). *Anuario Meteorológico del Ecuador 2012*. Número 44. Quito, Ecuador
- INOCAR (2005). *Derrotero de la costa continental e insular del Ecuador*. Publicado por el Instituto Oceanográfico de La Armada. 4ta Edición, septiembre 2015
- Kawabata, A.; Ichii, K. y Yamaguchi, Y. (2001). Global monitoring of interannual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation. *International Journal of Remote Sensing*, 22 (7), 1377-1382
- Larrosa, J. (2000). Procesamiento digital de imágenes. Disponible en <http://jlarrosa.tripod.com.files/teledeteccion.pdf>. (18-06-2015)
- Lloyd, D. (1990). A phenological classification of terrestrial vegetation cover using shortwave vegetation index imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 11: 269-279
- MAE, (2009). *Plan de Manejo del Refugio de Vida Silvestre Marina Costera Pacocha 2009 -2014*. Manta, Ecuador
- MAE, (2012). *Mapa Histórico de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito, Ecuador
- MAE, (2012^a). *Línea Base de Deforestación del Ecuador Continental*. Quito-Ecuador
- MAE, (2015). Mapa interactivo Ambiental. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/>. (02-06-2015)
- Mapa de la República de Ecuador: Disponible en <http://www.luventicus.org/mapas/ecuador.html>
- Márquez, G. (2005). Transformación de ecosistemas y condiciones de vida en Colombia. Tesis de doctorado, 135 pp. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

- Meza, C. y Díaz, A. (2011). Evaluación de la deforestación y sus impactos ambientales: provincia de Padre Abad. *Investigaciones Sociales*, 15 (27), 121-131.
- Montilla, A. (2012). Impacto ecológico y social por la transformación del paisaje en la cuenca del río Carache (1966-2010). Tesis de doctorado 182 pp. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela
- Montilla, A. y Zurita, I. (2016). Evaluación multitemporal de la deforestación en áreas protegidas de la provincia de Esmeraldas, Ecuador. Trabajo no publicado. Departamento Central de Investigación, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. Ecuador
- Pozzobon, E. y Osorio, R. (2002). Evolución de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas – Venezuela, en base al análisis multitemporal de imágenes de percepción remota. *Geográfica Venezolana*, 43 (2), 215 - 235
- Soria, R., Ortiz S., Islas, F. y Volke H. (1998). *Sensores Remotos, Principios y Aplicaciones en la Evaluación de Recursos Naturales, Experiencias en México*. CONACYT. Chapingo, México
- Tudela, F. (1999). *Medio Ambiente y Desarrollo en América Latina y El Caribe: Una visión Evolutiva*. México
- Valecillo-Rodríguez, S. (2009). Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de especies: Modelización y aplicación a la conservación de las aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos. Tesis de doctorado, 126 pp. Universidad de Lleida, España
- Vitousek, P. (1994). Beyond global warming – ecology and global change. *Ecology*, 75: 186 -187