



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ARTÍCULO CIENTÍFICO

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHUCHUVÍ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

Autores: Cifuentes Flores Juan Sebastián, Valenzuela García Jorge Luis.

Director del Trabajo de Titulación: Ing. Óscar Armando Rosales Enríquez, MSc.

Comité Lector:

Ing. Mónica León, MSc.

Ing. Gladys Yaguana, MSc.

Ing. Paúl Arias, MSc.

Año de investigación: 2019

Lugar de investigación: La fase de campo se realizó en la Comunidad El Guadual, parroquia Alto Tambo, Cantón San Lorenzo, provincia Esmeraldas.

Beneficiarios: Comunidad El Guadual y propietario del bosque protector “Las Siete Cascadas”.

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Cifuentes Flores

NOMBRES: Juan Sebastián

C. CIUDADANÍA: 1002844312

EDAD: 24 años

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Soltero

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062608389

TELÉFONO CELULAR: 0988060243

CORREO ELECTRÓNICO: jsebas_953@hotmail.com

DIRECCIÓN: El Alpargate, Río Tahuando y Río Yasuní

Provincia: Imbabura

Ciudad: Ibarra

Parroquia: El Sagrario

AÑO: 2019

HOJA DE VIDA DEL INVESTIGADOR



APELLIDOS: Valenzuela García

NOMBRES: Jorge Luis

C. CIUDADANÍA: 1003872221

EDAD: 26 años

NACIONALIDAD: Ecuatoriana

ESTADO CIVIL: Casado

TELÉFONO CONVENCIONAL: 062915225

TELÉFONO CELULAR: 0981831095

CORREO ELECTRÓNICO: luisvalen93@hotmail.com

DIRECCIÓN: Pedro Moncayo e Imbabura

Provincia: Imbabura

Ciudad: Cotacachi

Parroquia: San Francisco

AÑO: 2019

REGISTRO BIBLIOGRÁFICO

CIFUENTES FLORES JUAN SEBASTIÁN

VALENZUELA GARCÍA JORGE LUIS

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHUCHUVÍ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

TRABAJO DE TITULACIÓN

Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, EC, mayo 2019.

DIRECTOR: Ing. Óscar Armando Rosales Enríquez, MSc.

En el presente trabajo se analizó los cambios de cobertura vegetal y uso del suelo en la microcuenca del río Chuchuví, en el período 1987-2017. De acuerdo con los resultados obtenidos, los habitantes de la comunidad El Guadual y el propietario del bosque protector “Las Siete Cascadas” podrán a través de la información obtenida controlar los procesos de conversión en las coberturas y usos del suelo del área de estudio y a su vez será útil para instituciones gubernamentales y comunidad, en la generación de políticas públicas, en la planificación del territorio y en el manejo sostenible de los recursos.

Ibarra, 31 de mayo del 2019



Juan Sebastián Cifuentes Flores

AUTORES



Jorge Luis Valenzuela García

DIRECTOR



Ing. Óscar Armando Rosales Enríquez, MSc.

“ANÁLISIS MULTITEMPORAL DEL CAMBIO DE COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO CHUCHUVÍ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”

Juan Cifuentes_1^a, Jorge Valenzuela_2^b, Óscar Rosales_3^c

^aEscuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte, Ecuador

^bEscuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte, Ecuador

^cEscuela de Ingeniería en Recursos Naturales Renovables, Universidad Técnica del Norte, Ecuador

jsebas_953@hotmail.com, luisvalen93@hotmail.com, oscar_id2003@yahoo.es

Resumen

Los estudios relacionados con los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo permiten analizar las tendencias espacio-temporales de procesos negativos que afectan a las cuencas hidrográficas. En el presente estudio se analizó las variaciones en el cambio de cobertura vegetal y uso del suelo en la microcuenca del río Chuchuví en el período 1987-2017. Para identificar las variaciones se aplicaron técnicas de Teledetección a las imágenes de los satélites Landsat y Sentinel de los años 1987, 2000 y 2017, utilizando el método de clasificación supervisada en donde se establecieron cuatro categorías de cobertura y uso del suelo tales como: bosque, pastizal, cultivos e infraestructura que fueron detectados y cuantificados en el software ArcGIS 10.4. Se elaboró una matriz de transición y con base en esta se determinaron las tasas de cambio anual para las categorías clasificadas. Además, se analizó el cambio multitemporal de las cuencas visuales norte y sur de la microcuenca para identificar las superficies visibles desde los puntos de interés. Los resultados obtenidos muestran el aumento del bosque, cultivos e infraestructura para el año 2017; en 273,06 hectáreas (19,8%), 11,96 hectáreas (0,8%) y 7,53 hectáreas (0,5%), mientras que los pastizales

presentaron una disminución de 292,55 hectáreas (-21,3%); con tasas de variación anual de 0,72%, 2,69%, 1,04% y -5,18% respectivamente. Considerando que la microcuenca está cubierta en mayor parte por bosque y en menor superficie por cultivos, pastizales e infraestructura, se ha propuesto desarrollar actividades de ecoturismo, incorporar el bosque de la microcuenca al Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador, además de implementar prácticas agroecológicas y sistemas de agroforestería para la conservación del área de estudio.

Palabras clave: Teledetección, imagen satelital, clasificación supervisada, matriz de transición, tasa de variación, cuenca visual.

Abstract

The studies related to the vegetal coverage changes and the land use change let us to analyze the space-temporary tendencies of negative processes which affect the basins. The present research analyzed the vegetal coverage variations and the land use change in the Basin of Chuchuví River during 1987-2017. In order to identify the variations, it was used several techniques as: remote sensing of images of Landsat and Sentinel satellites in the years 1987, 2000, and 2017. It was

carried out by using the supervised classification method where there were identified four categories of coverage and use of the soil such as: forest, pasture, crops and infrastructure which were detected and quantified in the software ArcGIS 10.4. Also, it was created a transition matrix in order to determine the annual changing rates. Moreover, it was analyzed the temporal change of the basins from north to south so that we can identify the visible surfaces from interest points. The results show the growth of forest, crops and infrastructure for 2017, in at least 273.06 acres (19.8%), 11.96 acres (0.8%), and 7.53 acres (0.5%). However, pasturelands decrease in 292.55 acres (-21.3%); with an annual average variations of 0.72%, 2.69%, 1.04% y -5.18%. Given that, basins are mainly covered by forest, crops, pasture and infrastructure. So, it was proposed to develop ecotourism activities, legalize the forest, and to implement ecological practices and programs in order to conserve the area of study.

Keywords: Remote sensing, satellite images, supervised classification, transition matrix, variation rates, visual basin.

Introducción

Los bosques albergan más del 75% de la biodiversidad terrestre mundial, además desempeñan una función sustancial en ciclo del agua, la conservación de los suelos, la fijación de carbono y la protección de hábitats. Sin embargo, la superficie de bosque en el mundo ha experimentado pérdidas de 129 millones de hectáreas (3,1%) en los últimos 30 años, considerando que el avance de la frontera agrícola ha sido la causa principal del 80% de la deforestación (FAO, 2016). Los ecosistemas terrestres que albergan bosques húmedo tropicales conforman alrededor del 7% de la superficie terrestre, se caracterizan por

presentar una notable diversidad biológica en especies y endemismos; así como por los beneficios ecosistémicos de suministro, cultura y regulación que brindan a las poblaciones humanas aledañas a estos ecosistemas (Tucker & Townshend, 2000). Durante décadas, la deforestación se ha convertido en el principal problema para la mayor parte de los bosques tropicales del Ecuador. Las prácticas agrícolas, ganaderas extensivas y la extracción industrial de madera constituyen las principales amenazas para los bosques húmedos del Chocó (Sierra, 1996). Siendo la provincia de Esmeraldas una de las más deforestadas en el período 2008-2014 con 5.476 hectáreas/año (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2015). Se presume que las actividades de los habitantes de la microcuenca generan cambios en la cobertura vegetal y uso del suelo del área de estudio, debido a la tala ilegal de especies arbóreas, invasión y apropiación ilegal de tierras, actividades agrícolas y problemas de fertilidad del suelo a largo y corto plazo a causa de un manejo inadecuado del recurso (PDOT, Alto Tambo, 2015).

Metodología

La microcuenca hidrográfica del río Chuchuví está ubicada en la provincia Esmeraldas, cantón San Lorenzo, parroquia de Alto Tambo, en la comunidad El Guadual. El área de estudio limita al Norte con el río Mira y la provincia Carchi, al Sur con la Reserva Ecológica Cotacachi-Cayapas (RECC), al Este con la parroquia de Lita, provincia Imbabura y al Oeste con la parroquia de Alto Tambo (Figura 1).

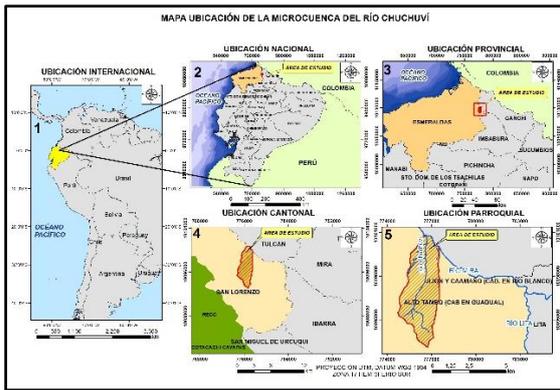


Figura 1.- Ubicación del área de estudio

La microcuenca se encuentra altitudinalmente entre los 380 y 1400 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación y temperatura en la microcuenca oscilan entre los 3500 y 4500 mm y los 18 °C y 24 °C respectivamente.

Materiales y Equipos

Los materiales y equipos utilizados en esta investigación fueron: Software ArcGIS (versión 10.4), Imágenes satelitales: LANDSAT sensores TM y ETM del año 1987 y 2000; y SENTINEL 2A del año 2017, Navegador GPS Garmin 76 CSx.

Métodos

a) Determinación de la tasa de variación de la cobertura vegetal y uso del suelo en el período 1987-2017

Se realizó el recorrido de campo para el reconocimiento de la microcuenca del río Chuchuví, en donde se delimitó el área de estudio. Se utilizó el método de clasificación supervisada propuesto por Chuvieco, (2010), la misma que se validó con matriz de contingencia para determinar el grado de concordancia de las categorías obtenidas en la clasificación supervisada y los datos levantados en campo (Li et al, 2009). Además según Pontius et al. (2004) se aplicó la matriz de cambios para interpretar lo que cambió y se mantuvo

del área de estudio. Finalmente, para la obtención de la tasa de variación se utilizó la ecuación propuesta por FAO (1996):

$$TDA = \left(\left[\frac{S_2}{S_1} \right]^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \times 100$$

Dónde:

TDA: tasa de cambio anual en (%);

S_1 = superficie en la fecha 1, (inicial) en (ha)

S_2 = superficie en la fecha 2, (final) en (ha)

n = número de años transcurridos entre la fecha inicial y final

b) Determinación del cambio multitemporal de las cuencas visuales en los últimos 30 años

Se realizó un recorrido hacia la parte alta, media y baja de la microcuenca, en el cual se establecieron cinco puntos de observación, dos puntos con observación hacia el norte y tres puntos con visualización hacia el sur respectivamente. Después se hizo el análisis de la cuenca visual norte y sur en donde se dibujó una recta imaginaria desde el punto de observación hasta otro punto destino, lo que se denomina azimuth. Posteriormente mediante el software Arc.GIS 10.4, se dibujó los puntos de observación, y los ángulos de los azimuths norte y sur. Finalmente se obtuvieron las partes visibles y no visibles de la microcuenca (Tévar, 1996).

c) Establecimiento de estrategias de conservación y uso sostenible para el suelo y la cobertura vegetal de la microcuenca

Se realizó la investigación cualitativa mediante la técnica de la entrevista, en la que se construyó el cuestionario con un desglose de 10 preguntas abiertas y cerradas dirigidas a 16 representantes de cada familia de la Comunidad el Guadual (Díaz, García, Hernández y Ruiz, 2013). A continuación se generó el FODA a través de la información obtenida en las

entrevistas en campo, tasa de variación y análisis de cuencas visuales con las que se establecieron las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la microcuenca y finalmente se plantearon las estrategias con base al cruce de variables de la matriz FODA, priorizando las de mayor relevancia para el estudio (Posso, 2011).

Resultados y discusión

Tasa de variación de las categorías de cobertura vegetal y uso del suelo en el período 1987-2017

En cuanto a los resultados se encontró que los cambios en las categorías de vegetación y uso del suelo en la microcuenca presentan al bosque como la clase de mayor aumento en superficie con un 19,8%; mientras que el pastizal disminuyó en superficie significativamente en 21,3% durante el periodo de estudio debido a la regeneración natural del bosque y la disminución de actividades pecuarias. Con base a la tasa de variación se registró que la categoría pastizal fue la que más cambió ya que disminuyó en 5,18% su superficie cada año; mientras que la categoría cultivos presenta un incremento superior al de las demás clases de cobertura vegetal y uso del suelo al registrar una tasa de cambio anual de 2,69%, lo cual se da como consecuencia de la posesión ilegal de tierras y crecimiento de la población la cual se ocupa en actividades agrícolas (Tabla 1) (Figura 2 y 3).

Categorías	Superficie año inicial 1987 (ha)	Superficie año final 2017 (ha)	Tasa de Variación (TDA%)
Bosque	994,23	1267,29	0,72
Pastizal	352,22	59,67	-5,18
Cultivos	8,40	20,36	2,69
Infraestructura	18,36	25,89	1,04
Total	1.373,21	1.373,21	-

Tabla 1.- Tasa de variación de las categorías de cobertura vegetal y uso del suelo.

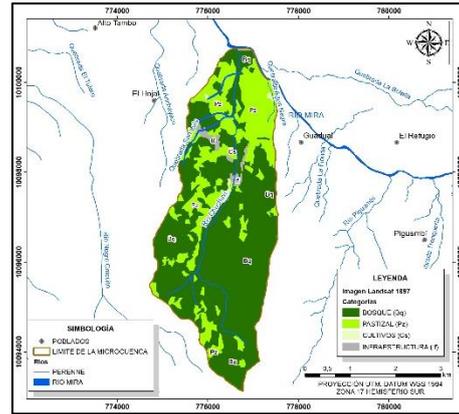


Figura 2.- Cobertura vegetal y uso del suelo año 1987

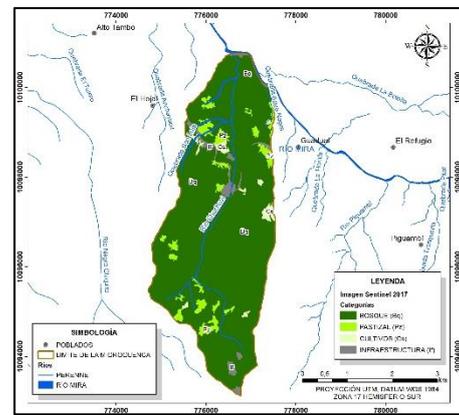


Figura 3.- Cobertura vegetal y uso del suelo año 2017

Cambio multitemporal de las cuencas visuales durante los últimos 30 años

En el análisis multitemporal de cuencas visuales se observaron las superficies de las clases de cobertura vegetal y uso del suelo presentes en la microcuenca, desde cinco puntos de observación, los cuales permitieron visualizar el paisaje hacia la cuenca Norte que para el año 1987 se visualiza en su mayoría a la categoría pastizal (Figura 4 y 5).

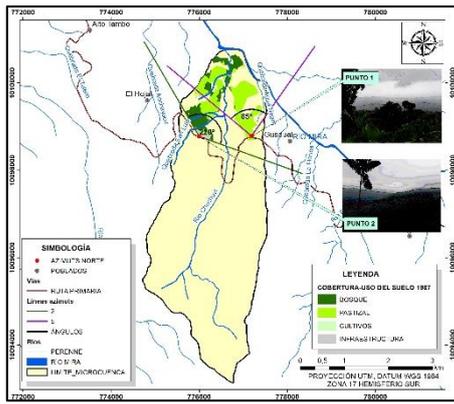


Figura 4.- Cuenca visual norte del año 1987

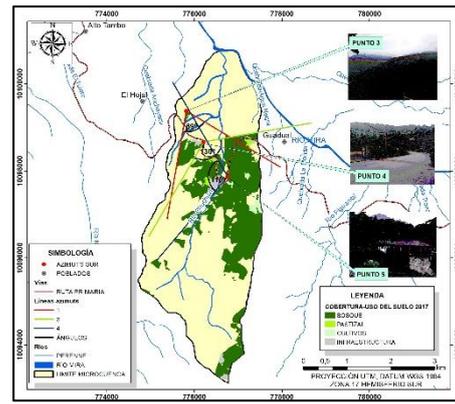


Figura 7.- Cuenca visual sur del año 2017

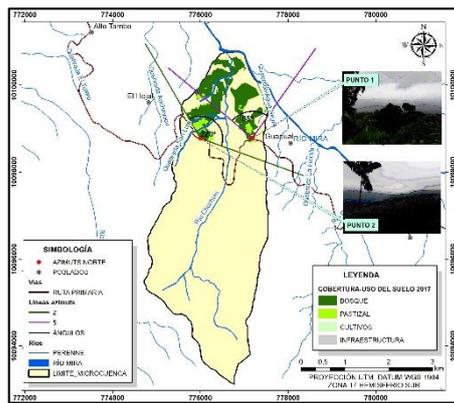


Figura 5.- Cuenca visual norte del año 2017

En lo que respecta a la cuenca visual Sur para el año 1987 la clase bosque fue la más visible y para el año 2017 de igual manera (Figura 6 y 7).

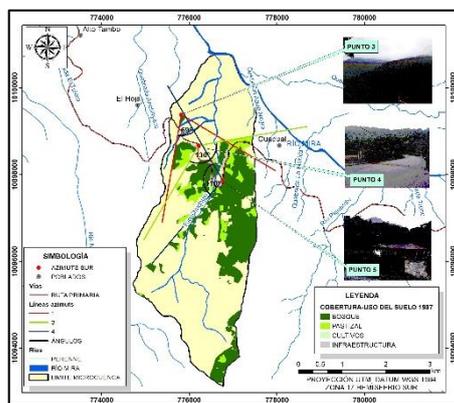


Figura 6.- Cuenca visual sur del año 1987

Estrategias de conservación y uso sostenible para el suelo y la cobertura vegetal de la microcuenca

Con base a la información obtenida de la entrevista, la gran parte de los entrevistados manifestaron habitar la microcuenca por más de 21 años y en menor proporción por más de 30 años, por lo que la información que brindaron es muy relevante, además su ocupación principal varía en mayor parte en cuanto a las actividades domésticas y agrícolas que realizan en la zona. También, los comuneros argumentaron en mayoría que el bosque del área de estudio no ha disminuido en superficie, afirmaron que se ha mantenido igual e incluso ha aumentado debido a la disminución de los pastizales y regeneración del bosque o restauración pasiva. Con respecto a la alteración del bosque y el uso del suelo del área de estudio aseguraron que entre las causas más principales están: la fumigación de los cultivos, la posesión ilegal de las tierras, tala ilegal y el aumento de la agricultura con la aplicación de monocultivos; además manifestaron que la fumigación y la minería (actividades mineras) podrían provocar problemas ambientales graves a la microcuenca. Además, la mayor parte de los entrevistados afirmaron conocer a cerca del ecoturismo, además señalaron que los beneficios que genera esta actividad turística es la economía y

la conservación del ambiente. Finalmente se plantearon las siguientes estrategias para la conservación y uso sostenible del suelo: ecoturismo, incorporación del bosque protector de la microcuenca al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, implementación prácticas agroecológicas y sistemas de agroforestería (Figura 8).

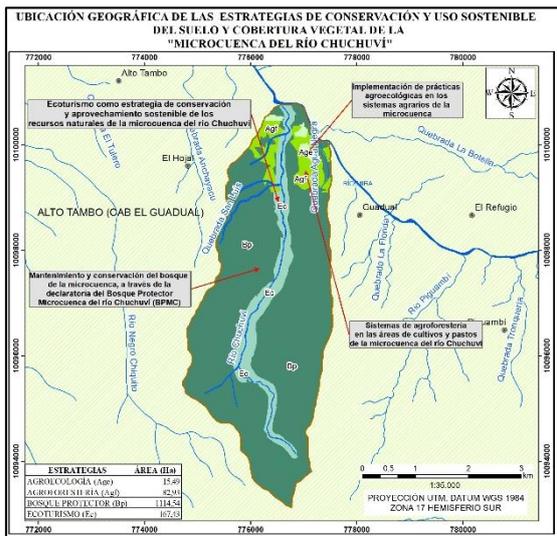


Figura 8.- Ubicación de las estrategias de conservación

Conclusiones

Los cambios en las categorías de cobertura vegetal y uso del suelo en la microcuenca presentan al bosque como la clase de mayor aumento en superficie con un 19,8%; mientras que el pastizal disminuyó en superficie significativamente en 21,3% durante el periodo de estudio. La dinámica de cambios registradas en la microcuenca en el periodo de análisis, muestra que la categoría más significativa fue el pastizal al perder un 24,86% de superficie a favor del bosque; mientras que la clase bosque fue la que más se mantuvo sin cambio al mantener un 64,4% de superficie durante el periodo de estudio.

Las tasas de variación más relevantes en el periodo 1987-2017, se registraron en la categoría pastizal, la cual disminuyó

en 5,18% su superficie cada año; mientras que la categoría cultivos presenta un incremento superior al de las demás clases de cobertura vegetal y uso del suelo al registrar una tasa de cambio anual de 2,69%.

En el análisis multitemporal hacia la cuenca Norte que para el año 1987 se visualiza en su mayoría a la categoría pastizal y en el año 2017 bosque; con respecto a la cuenca Sur, para el año 1987 la clase bosque fue la más visible y para el año 2017 de igual manera.

Las estrategias de conservación y uso sostenible del suelo son: ecoturismo, incorporación del bosque protector de la microcuenca al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, implementación prácticas agroecológicas y programas de agroforestería.

Recomendaciones

La Clasificación supervisada fue el método con mayor nivel de confiabilidad por lo que se recomienda emplear esta metodología para estudios similares de análisis multitemporal, con el fin de obtener resultados satisfactorios que sean lo más cercanos a la realidad. Continuar con la aplicación de estudios similares en áreas cercanas a la microcuenca del río Chuchuví, que pueden estar sometidas a procesos continuos de cambio por diferentes actividades antrópicas.

Utilizar la metodología de cuencas visuales en futuros estudios de análisis multitemporal, para conocer el paisaje que está al alcance visual del ser humano y como ha variado a lo largo del tiempo. Además de que pueden ser utilizadas como insumo en el planteamiento de estrategias de conservación como el ecoturismo en las que la visibilidad del ecosistema cumple un papel fundamental.

Realizar control y vigilancia comunitaria, respaldada legalmente por autoridades ambientales competentes y el Gobierno Provincial de Esmeraldas con el propósito de monitorear posibles amenazas que pueden afectar los recursos naturales de la microcuenca.

Referencias Bibliográficas

- Chuvieco, E. (2010). Teledetección Ambiental: *La Observación de la Tierra desde el Espacio*. España: Barcelona, Ariel.
- Díaz, L., García, U., Hernández, M. y Ruiz, M. (2013). La entrevista, recursos flexible y dinámico. En *Inv Ed Med*. 162-167.
- Li, M., Wu, Y., & Zhang, Q. (2009). SAR image segmentation based on mixture context and wavelet hidden-class-label Markov random field. *Computer and Mathematics with Applications*, 57(6), 961-969.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). (2015). Estadísticas de Patrimonio Natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental. Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1996). *Forest resources assessment 1990. Survey of tropical forest cover and study of change processes*. 130, 152 pp. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2016). *El Estado de los bosques del mundo 2016: Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra*. Roma: Autor.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2017). *Comisión Forestal para América Latina y el Caribe: El estado de los bosques y el sector forestal en la región*. In Press. Roma, Italia.
- PDOT. Alto Tambo (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquia Alto Tambo*. San Lorenzo: GAD parroquial Alto Tambo, Ecuador.
- Pontius, R., Shusas, E., & McEachern. (2004). Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 101, 251-268.
- Posso, M. (2011). Proyectos, tesis y Marco lógico. Quito, Ecuador: EDICIONES 13.
- Sierra, R. (1996). La deforestación en el noroccidente del Ecuador 1983-1993. *EcoCiencia*. Quito.
- Tévar, G. (1996). La cuenca visual en el análisis del paisaje. *Serie Geográfica*, 6(s/n), 99 – 113.
- Tucker, C., & Townshend, J. (2000). Strategies for monitoring tropical deforestation using satellite data. *International Journal of Remote Sensing*, 21(6-7), 1461–1471.