



ANÁLISIS MULTITEMPORAL (1970-2017) DEL USO DEL SUELO EN CINCO COMUNIDADES UBICADAS A LO LARGO DE LA CARRETERA BOYD ROOSEVELT, PANAMÁ

¹Francisco Farnum & ²Vielka Murillo G.

^{1,2}Universidad de Panamá, Centro Regional Universitario de Colón, Departamento de Botánica,

emails: frank0523@hotmail.com,  [\[https://orcid.org/0000-0002-5879-2296\]](https://orcid.org/0000-0002-5879-2296), vielkam@gmail.com

RESUMEN

Se realizó un estudio de análisis multitemporal de cambios de vegetación y uso del suelo en cinco comunidades a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt. Estas comunidades forman parte de la vegetación próxima a la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá (CHCP), estas presentan fragmentos de bosques con una alta diversidad. Se caracterizó y cuantificó la vegetación tomando como insumos la información cartográfica de 1970, 2000 y 2017 suministrados por el Ministerio de Ambiente de Panamá y fotografías de Google Earth. A partir de esos datos se interpretó digitalmente usando el programa ArcGIS. Los resultados enfocan que la mayor parte de la vegetación registrada en los sitios de estudio corresponde a bosques intervenidos (42%), esto sugiere una tendencia a la pérdida progresiva de los bosques maduros de las áreas. El análisis mostró que en el período 2010-2017 se observó una mayor pérdida de vegetación y un incremento de infraestructuras urbanas. También evidenció que las áreas más deforestadas están mayormente en las zonas próximas a las cabeceras de provincias; este efecto tiende a ser progresivo hacia los bosques adyacentes a la CHCP, lo cual es una amenaza para la capacidad ecológica de estos bosques y a sus facultades de sostenibilidad.

PALABRAS CLAVES

Análisis multitemporal, Análisis de coberturas, Imágenes satelitales, Cuenca del Canal de Panamá.

MULTITEMPORAL ANALYSIS (1970-2017) OF LAND USE IN FIVE COMMUNITIES LOCATED ALONG THE BOYD ROOSEVELT HIGHWAY, PANAMA

ABSTRACT

A multitemporal analysis study of changes in vegetation and land use was carried out in five communities located along the Boyd Roosevelt Highway. These communities are part of the vegetation near the watershed of the Panama Canal, which present within their limit's fragments of forests with a high specific diversity. The vegetation was characterized and quantified taking as input the cartographic information of the periods of 1970, 2000 and 2017 provided by the Ministry of Environment of Panama and photographs of Google Earth. From these data, digital interpretation was performed using the ArcGIS program. The results show that most of the vegetation registered in the study sites corresponds to intervened forests (42%), this suggests a tendency to the progressive loss of the mature forests of the areas. The multitemporal analysis showed that in the 2010-2017 period there was a greater loss of vegetation cover and an increase in urban infrastructures. It also showed that the most deforested areas are mostly in the areas near the provincial capitals; this effect tends to be progressive towards the forests adjacent to the Panama Canal Watershed, which is a threat to the ecological capacity of these forests and therefore to their sustainability faculties.

KEYWORDS

Multi-temporal Analysis, Coverage Analysis, Satellite Imagery, Panama Canal Watershed.

INTRODUCCION

Con el progreso, el crecimiento demográfico y las actividades humanas se han aumentado las presiones sobre los servicios que se originan de los recursos naturales (suelo, agua, alimentos, energías y otras necesidades). En su mayoría, los cambios ocurridos en los ecosistemas terrestres van acompañados de la degradación del suelo y estos procesos implican conversión en el uso de las coberturas vegetales; por tanto, traen graves consecuencias a los ecosistemas (Lambin, 1997; Guerrero y Moreno, 2015). Estrechamente relacionado a los cambios de uso de suelo, están los cambios en los climas regionales producidos por las actividades antrópicas que han transformado el ciclo hidrológico, los balances hídricos y la energía superficial; como

consecuencia, el impacto más significativo de estos cambios han sido las afectaciones a la biodiversidad (Velázquez, et al, 2010).

La cobertura de la tierra y el uso del suelo son conceptos relacionados, pero conceptual y ecológicamente diferentes. Mientras la cobertura de la tierra se refiere a la cubierta biofísica que se observa sobre la superficie, expresada en términos de vegetación, elementos antrópicos existentes, afloramientos rocosos y cuerpos de agua (Di Gregorio y Jansen, 2000), el uso del suelo se refiere a la utilidad que presta un tipo de cobertura al ser humano, a las actividades que las personas ejecutan sobre una superficie para producir, modificarla o mantenerla (FAO, 1997). Así, el uso se relaciona con las actividades antrópicas o funciones económicas de una porción específica de la tierra como el uso urbano o industrial, de reserva natural, entre otras. (Di Gregorio y Jansen, 2000).

Se considera que los patrones de cambio en los usos o coberturas de suelo de una región, son el resultado de la interacción de factores biofísicos y socioeconómicos con el hombre a largo del tiempo y el espacio (Di Somma y Ferrari, 2010; Singh & Khanduri, 2011); y por lo tanto estos cambios de usos de suelo, sus coberturas y sus efectos en el paisaje se pueden revisar mediante la teledetección o sensores remotos, lo que son herramientas que permiten realizar monitoreos temporales mediante el uso de imágenes satelitales o fotos aéreas (Molina, 2005; Schowengerdt, 2007; Flórez-Yepes *et al.*, 2017).

A pesar de que hay diversas estrategias para verificar las variaciones del uso de suelo, el análisis multitemporal es una de las herramientas mejor calificadas para medir a largo plazo este proceso (Chuvieco, 2008). El análisis multitemporal es un proceso cronológico de análisis digital de dos o más imágenes satelitales de un misma área y que al ser contrastadas permite identificar cambios acerca del uso de los suelos, su dinámica y de este modo, determinar las ganancias o pérdida de cobertura del suelo en un tiempo dado.

No obstante, estos estudios son novedosos para Panamá, mundialmente han sido muy usados; por ejemplo, en Nicaragua se usan luego que han

ocurrido huracanes. (Ruiz *et al.*, 2013); en Colombia se han realizado muchos estudios de uso de suelo en la región de la Amazonía colombiana, en regiones relacionadas con trabajos de minería (Flórez-Yepes *et al.*, 2017) e incluso se han desarrollado estudios multitemporales de usos de suelo proyectados hasta el año 2020 (Guerrero y Moreno, 2015); así mismo en Honduras, Ecuador, Venezuela y México también se han aplicado (Escalante, 2007; Muñoz, Rodríguez y Romero, 2011; Flórez-Yepes *et al.*, 2017). En el continente europeo, es relevante resaltar los estudios multitemporales del uso de suelo en Roma, Italia que señalan Di Somma y Ferrari (2010) en su trabajo: El uso del suelo y el análisis multitemporal – Modificaciones del tejido urbano- en la Provincia de Roma (Italia) 1990-2000.

Los suelos pueden verse afectados por procesos naturales que inciden en sus propiedades físicas, químicas y biológicas, la realidad es que en un 80 por ciento los efectos negativos que han sufrido son responsabilidad del hombre, debido a prácticas no sustentables que afectan su conservación (Lantschner y Rusch, 2007; Tuiller, 2007; CVC, 2010). Por tanto, la sociedad entera debe participar de la responsabilidad de su cuidado; así, este estudio aportará información valiosa de la dinámica de los usos de los suelos, lo que constituye un insumo para estimar otros tipos de procesos originados por las actividades humanas o naturales como son la pérdida de biodiversidad, degradación y deforestación, además este es un diagnóstico que será de utilidad para una mejor toma de decisiones en pro del desarrollo y bienestar de la zona y sus habitantes.

Con toda la amenaza que conlleva el cambio de los usos del suelo, se hace necesario considerar las siguientes preguntas:

¿Cómo ha cambiado el uso de los suelos en los últimos 47 años en las 5 comunidades que se estudian?

¿En cuál de estas comunidades el cambio del uso del suelo ha sido más notable?

Por ello, el objetivo de esta investigación fue analizar el cambio de uso del suelo, en el periodo de 1970- 2017, en cinco comunidades ubicadas a lo largo de la carretera Boyd Roosevelt, Panamá; haciendo uso de herramientas de teledetección para el análisis de imágenes satelitales.

Este estudio implica conocer el cambio de uso de suelo en cinco comunidades paralelas a la carretera Boyd Roosevelt y que tienen una gran influencia en la cuenca del Canal de Panamá. El estudio resulta valioso, ya que a juicio de Farnum y Murillo (2015) los fragmentos boscosos paralelos a la vía Boyd Roosevelt están siendo modificados vertiginosamente por la acción del ser humano; esto lleva a inferir que el uso actual del suelo no corresponde al uso potencial del mismo; por tanto, las exigencias de la cobertura vegetal establecida son diferentes a la capacidad natural ofrecida por el suelo. Esta situación ocasiona que en los fragmentos la capacidad de uso de suelo se vea afectada o disminuida por procesos naturales como la erosión, las capacidades de infiltración de agua, factores naturales como la pendiente, el origen y la composición del suelo, clima, entre otros. (Zoltan Fauverte, 2010).

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación es de tipo cuantitativo con un enfoque descriptivo con diseño no experimental-transversal en el que se plantea un análisis multitemporal del área que contiene diferentes coberturas vegetales correspondientes a las comunidades: (**Sector 1 Colón-Quebrada Bonita hasta Salamanca**), (**Sector 2 Colón-Coco Solo hasta Zona Libre**), (**Sector 3 Panamá-Cerro Jacobo hasta Agua Buena**), (**Sector 4 Colón-Cativá hasta Nueva Italia**), (**Sector 5 Panamá-Las Vegas hasta Chilibre Centro**), ubicadas a lo largo de la carretera Boyd-Roosevelt en donde se ha observado un aumento en el número de desarrollos urbanísticos en los últimos diez años (Farnum y Murillo, 2015); adicional a esto, dichos sitios albergan fragmentos de bosques próximos a la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá (Figura 1).

Para la evaluación de los cambios en las coberturas, se utilizaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como principal herramienta en donde se tomaron en cuenta tanto los aspectos externos

al área; así como los factores internos que hacen parte del ecosistema local y los espacios de aprovechamiento productivo.



Fig. 1 Ubicación de las comunidades a estudiar. Fuente: Adaptado de Google Maps (2016). Sitio 1: Quebrada Bonita hasta Salamanca-Colón; Sitio 2: Coco Solo hasta Zona Libre-Colón; Sitio 3: Cerro Jacobo hasta Agua Buena-Panamá; Sitio 4: Cativá hasta Nueva Italia-Colón; Sitio 5: Las Vegas hasta Chilibre Centro-Panamá.

Se utilizaron fotografías aéreas e imágenes de Google Earth de 1970, 2000 y 2017, debidamente georreferenciadas; con el fin de determinar cómo ha sido el cambio de las coberturas vegetales y establecer cuál ha sido la influencia de la urbanización en estas zonas. Para la sistematización y análisis de la información se utilizó el software ArcGIS y se hizo digitalización y análisis a una escala de 1:25000; el procedimiento se describe a continuación:

Primero se georreferenciaron fotografías aéreas de los años 1970 y a partir de ellas se identificaron y delimitaron los fragmentos existentes con coberturas vegetales y cuantificando el total de áreas representadas.

A partir del mapa de cobertura vegetal de los años 2000 y 2017, a escala 1:25.000 (IGNTG, 2018) se extrajeron las coberturas vegetales del área de estudio y se cuantificaron las áreas.

Para hacer las comparaciones entre los tres períodos (1970, 2000 y 2017), se estandarizaron los nombres de las coberturas vegetales determinadas.

Desde las imágenes de Google Earth, se extrajo el área de estudio y con base en la cobertura vegetal descrita, se redelimitaron los polígonos con el fin de cuantificar las áreas y establecer los cambios con respecto a las coberturas de los años anteriores.

El cálculo de la superficie vegetal se obtuvo a partir de la clasificación supervisada de las imágenes, estableciendo las categorías según el tipo de uso de suelo para las diferentes fechas (1970, 2010 y 2017). Esta clasificación se realizó con el criterio de mínima distancia, por el cual el píxel se asigna a la clase más cercana (Chuvieco, 2008).

Finalmente, se categorizaron los cambios en las coberturas vegetales según las actividades de uso de suelo de las zonas, especialmente la ganadería y la agricultura y los datos se representaron gráficamente. (FAO y GTIS, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evolución de la zona

En la Figura 2 se observa el cambio de la cobertura vegetal a lo largo de toda la carretera transístmica durante los años 1970, 2000 y 2017. Las coberturas vegetales han tenido una evolución de conservación desfavorable; como se observa en los mapas, la cobertura vegetal relacionada con los bosques tiene una tendencia marcada a disminuir; mientras que las áreas urbanizadas han aumentado progresivamente, sobre todo en los centros más cercanos a las capitales de Panamá y Colón; lo anterior se debe principalmente al aumento de las poblaciones humanas, su necesidad imperiosa de demandas sobre los recursos naturales, la ampliación de la frontera agrícola-pecuaria y la

proliferación de centros comerciales en los principales puntos de actividad urbana a lo largo de la Carretera Boyd-Rosevelt. Tal es el caso de los sectores 2 y 4 de Colón en donde se han dado grandes conversiones de área vegetal (manglares) a sitios urbanizados convertidos a depósitos de la Zona Libre de Colón y otras infraestructuras comerciales; y los sectores 5 y 3 de Panamá que han sido transformados en edificios que albergan negocios de servicios múltiples para atender las necesidades del crecimiento demográfico de dichas áreas. El sector 1 ha sido afectado mayormente por el aumento de actividades agropecuarias extensivas que no se realizaban anteriormente en estos sitios.



Fig. 2 Mapas comparativos de los cambios en la cobertura vegetal en los sitios de estudio a través de los años 1970, 2000 y 2017. Fuente: Google Earth (2018)

Estandarización de conceptos según tipo de cobertura vegetal. Para efectos de estandarizar la cobertura vegetal asociada a los sitios de estudio, se utilizaron las referencias de estudios previos realizados en el país donde se conceptualizaron diferentes tipos de vegetación

siguiendo los parámetros para la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales sugeridos por la Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura Y la Alimentación. (FAO, 2015) y el Informe Nacional para Panamá realizado en 2010. (FAO, 2010). Ver Tabla 1.

Tabla 1 Clasificación y definiciones de coberturas vegetales según ANAM/OIMT

Clase nacional	Definición
Bosque natural	Es toda formación boscosa con una estructura cerrada, constituida por especies leñosas y no leñosas, arbóreas, arbustivas, herbáceas y otras, formando un conjunto de especies diversas que conviven en un determinado espacio. Se incluyen como bosques naturales los bosques maduros o primarios, secundarios, intervenidos y los manejados.
Bosque maduro	Son formaciones cerradas constituidas predominantemente de especies propias de la fase final de la sucesión ecológica, poseen estratos verticales diferenciados con un dosel superior continuo, debajo del cual aparece un sotobosque igualmente diferenciado. En condiciones normales la cubierta de árboles y del sotobosque es mayor al 80%. Bajo esta definición se incluyen también los bosques clasificados por algunos investigadores como bosques primarios, que comprenden aquellos donde los procesos de intervención, alteración y fragmentación no han tenido influencia antropogénica visible.
Bosques secundario maduro	Son formaciones naturales cerradas. La vegetación se encuentra en estado de sucesión secundaria, producto de la remoción completa o parcial de la vegetación primaria, debido a causas antropogénicas o naturales. Estos bosques genéricamente comprenden diferentes etapas de sucesión vegetal que van desde formaciones tempranas, hasta bosques secundarios tardíos.
Bosque intervenido y/o secundario	Estos bosques pueden ser homogéneos y mixtos. Más del 60 % de su cobertura ha sido alterada o intervenida por la acción humana u otras causas.
Manglares	Son formaciones naturales cerradas. Conformadas por diferentes especies arbóreas que se desarrollan en zonas costeras y reciben la influencia del agua salada por periodos cortos, producto del flujo y reflujo de las mareas. Estos ecosistemas reciben la denominación de “Humedales”.

continuación de la tabla 1

Clase nacional	Definición
Plantaciones forestales	Formaciones boscosas constituidas por una o más especies nativas o exóticas, establecidas mediante plantación o siembra.
Rastrojos	Son formaciones naturales cerradas, cuyo estado de sucesión secundaria se encuentra en una etapa inicial de desarrollo. Se encuentran plantas de tipo herbáceas, bejucos, arbustos y las especies presentes no tienen gran valor comercial, pero ejercen funciones de mejoramiento de suelos y generan las condiciones ambientales necesarias para la colonización de especies propias de etapas más avanzadas. Las especies son de crecimiento rápido, con un dosel superior denso y homogéneo. Estos bosques se denominan también como bosques pioneros y de acuerdo con las normas legales son formaciones menores a cinco (5) años de edad.
Uso agropecuario	Todas aquellas áreas que son utilizadas para cultivos agrícolas anuales, semi permanentes o permanentes y pastoreo, al igual que áreas cubiertas de herbazales, rastrojos e incluso algunos remanentes boscosos dispersos.
Uso agropecuario de subsistencia	Son áreas utilizadas para actividades agrícolas y pecuarias de subsistencia, que incluyen áreas cubiertas de rastrojos y remanentes boscosos dispersos. Estas se ubican principalmente a orilla de los ríos, caminos de penetración y en los polos de colonización.
Cultivos permanentes	Tierra ocupada con plantas frutales e industriales permanentes. Excluye la superficie ocupada por plantaciones forestales.
Vegetación baja inundable	Es aquella vegetación dominada por especies herbáceas (heliconias, cortaderas, bejucos, etc.), y palmas, que puede incluir pequeñas áreas cubiertas de rastrojos y remanentes boscosos dispersos, la cual se encuentra en áreas planas cubiertas de agua dulce o salobre la mayor parte del año. En algunos lugares se les conoce con el nombre pantano, laguna o swampo.
Otros usos	Son aquellas áreas pobladas de tipo urbanas, semi-urbanas y rurales, industriales, mineras, salinas, camaroneras y suelos desnudos.

Nota: Adaptado de FAO (2010). FRA 2010 – Informe nacional, Panamá. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/al595S/al595S.pdf>.

A partir de estos criterios, se detectaron las siguientes distribuciones vegetales en los cinco sitios de estudios: (Ver Figura 3).

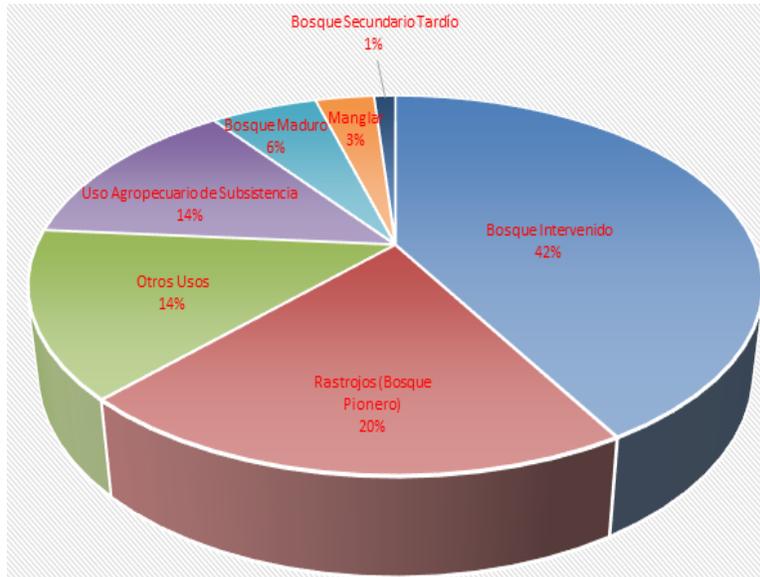


Fig. 3 Distribución de los tipos de cobertura vegetal en los sitios de estudio durante los períodos de 1970 a 2017

Como se puede apreciar la mayor parte de la vegetación registrada en los sitios de estudio corresponde a bosques intervenidos (42%), bosques pioneros (20%) bosques maduros (6%), manglares (3%) y bosques secundarios tardíos (1%). Este panorama demuestra una tendencia a la pérdida progresiva de los bosques maduros de las áreas, sobre todo por el uso no sostenible de las tierras y sus recursos, ya que los moradores tienden a usar los bosques y luego abandonarlos sin mayor cuidado. Esto se evidencia por el alto porcentaje de bosque pionero lo cual sugiere el desmonte del bosque original y luego abandonado sin uso productivo.

Análisis multitemporal de la cobertura vegetal por sitios de estudio.

Considerando las conceptualizaciones anteriores, se procedió a realizar el análisis multitemporal de los tipos de vegetación estandarizados y se obtuvieron los siguientes resultados. Ver Figura 4.

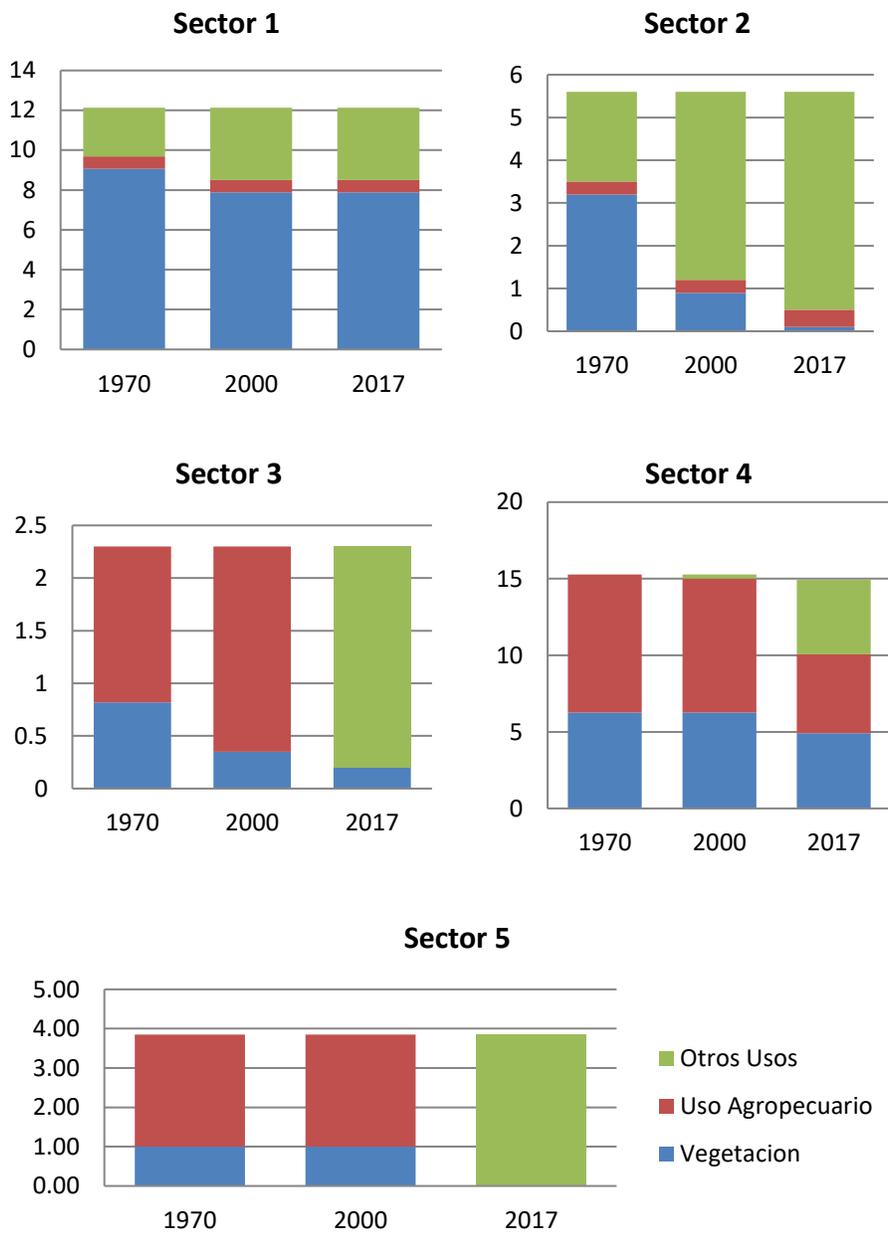


Fig. 4 Cambios de cobertura vegetal en los sitios de estudio en los años 1970 a 2017

En cuanto a la vegetación se observó que la tendencia es a la pérdida de la cobertura vegetal en todos los sitios de estudio; es importante señalar que en los Sitios 5 y 2 prácticamente se han acabado los bosques, lo cual representa una amenaza latente para los bosques protegidos de la Cuenca del Canal de Panamá. También se podría decir que los cambios más acentuados se han dado en los últimos 17 años, ya que la tasa de pérdida de bosques ha sido más del doble con respecto al período anterior (1970-2000).

La situación es más aguda cuando se analiza la evolución del uso agropecuario que se le da a las tierras de los sitios de estudio ya que en la mayoría de los sitios, esta actividad ha dejado de ser una fuente segura de ingresos; por lo tanto, ha desaparecido o se ha mantenido solo como una opción de alimentación de subsistencia. Igual que el rubro de vegetación, el uso agropecuario ha tenido la mayor afectación en los últimos 17 años, este hecho posiblemente asociado al abandono de los jóvenes a estas tareas por buscar otras opciones de trabajo relacionadas al sector económico de servicios.

Por otro lado, los otros usos (áreas pobladas de tipo urbanas, semiurbanas y rurales, industriales, mineras, salinas, camaronerías y suelos desnudos) han ido incrementándose con respecto a los otros dos rubros estudiados, a tal punto que en algunos sitios es la única actividad relevante de los moradores. Para este rubro se observa la misma constante en la que el mayor rango de reconversión de uso de suelo se aprecia en el período de 2000-2017. Las evidencias sugieren que el crecimiento demográfico en los sitios está demandando el desarrollo de infraestructuras y otros servicios que obligan al uso de áreas que originalmente eran vegetación.

CONCLUSIONES

La evolución de los bosques de los sitios de estudio, revisada mediante el análisis multitemporal (1970-2000-2017), señala que los mayores impactos sobre la cobertura vegetal en los sitios de estudio se relacionan con cambios en el uso de suelo asociados al desarrollo de áreas pobladas de tipo urbanas, semiurbanas, comerciales e

industriales. También otro efecto notable es la proliferación de suelos desnudos o bosques pioneros (rastros) causados por el desmonte y abandono de tierras otrora productivas.

Paralelamente, estos cambios dejan el camino abierto para futuras acciones hacia los bosques próximos a sitios urbanizados para satisfacer otras demandas de servicios terciarios productos de la urbanización. Este efecto parece ser progresivo hacia los bosques adyacentes a la Cuenca del Canal de Panamá, lo cual mermará la capacidad ecológica de los mismos y por ende sus facultades de sostenibilidad.

El avance progresivo de la frontera urbana que se ha presentado en los sitios de estudio ha ocasionado la pérdida de los bosques originales, fragmentación y deterioro del paisaje; todo esto acompañado de alteraciones climáticas en los ecosistemas afectados.

En años recientes se han dado una serie de eventos naturales desastrosos como: aumento del caudal de ríos con daños a estructuras (casas, puentes, vados y otros), variaciones extremas del ciclo de lluvias, elevadas temperaturas locales y otras que bien podrían ser asociadas a las modificaciones que han hecho los moradores en sus entornos boscosos; es necesario estudiar estos eventos de manera sistémica para poder interpretar su dinámica y su relación con los diferentes ecosistemas locales que influyen sobre dichos eventos.

Se observaron en los sitios algunos intentos no planificados de plantaciones forestales con especies no nativas (Teca- *Tectona grandis* y Pino- *Pinus caribaea*) las cuales se han descuidado y no han servido más allá para recuperar parte de tierras desnudas producto del desmonte y abandono de tierras con vocación agropecuaria.

Las agencias locales del Ministerio de Ambiente de Panamá deben aplicar la metodología de análisis multitemporal para el estudio de ecosistemas y así determinar los cambios e impactos ambientales más significativos a través del tiempo, permitiendo conocer las interrelaciones existentes entre los diferentes elementos que lo

componen y su relación con la intervención antrópica, y que esto sirva para regular el otorgamiento de permisos de construcción o modificaciones en todas las áreas, aunque sean estas paralelas a la vía Boyd-Roosevelt u otras. Esto podría servir para realizar procesos de planificación del territorio, entendiendo la evolución de las problemáticas y buscando a través de procesos planificados la solución de las mismas.

REFERENCIAS

Chuvienco, E. (2008). *Teledetección Ambiental. La observación de la tierra desde el espacio* (3 ed.). (Planeta, Ed.) Barcelona, España

CVC, Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. (2010). *Guía rápida temática para el usuario SIG corporativo uso potencial y zonificación forestal*. Grupo sistema de información ambiental. Valle del Cauca.

Di Gregorio, A., y Jansen, L.J.M. (2000). *Land Cover Classification System (LCCS). Classification Concepts and User Manual*. Roma.

Di Somma, A. y Ferrari, V. (2010). *El uso del suelo y el análisis multitemporal –Modificaciones del tejido urbano en la Provincia de Roma (Italia) Ciudades e Territórios Metropolitanos*. Actas do XII Colóquio Ibérico de Geografia 6 a 9 de Outubro 2010, Porto: Faculdade de Letras (Universidade do Porto) ISBN 978-972-99436-5-2 (APG); 978-972-8932-92-3 (UP-FL).

Escalante, Y. (2007). *Estudio de la transformación del paisaje en el centro poblado de La Mucuy, municipio Santos Marquina, estado Mérida: periodos (1952-1989)-(1989-1998)*. Tesis de pregrado en Geografía, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes, Venezuela.

FAO. (1997). *IPCC Special Report on Land Use, Land-Use Change And Forestry*.

FAO. (2010). *FRA 2010 – Informe nacional, Panamá*. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/013/al595S/al595S.pdf>

FAO. (2015). *FRA 2015 Términos y Definiciones, Documento de Trabajo de la Evaluación de los Recursos Forestales No. 180*. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-ap862s.pdf>

FAO y GTIS. (2015). *Estado Mundial del Recurso Suelo (EMRS) – Resumen Técnico*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura y Grupo Técnico Intergubernamental del Suelo, Roma, I.

Farnum C., F. y V. Murillo G. (2015). Biodiversidad y Aspectos Ecológicos de los Parches Boscoso al borde de la Carretera Boyd Roosevelt tramo Panamá-Colon. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios* 2 (2): 49-63.

Flórez-Yepes, G.Y., Rincón-Santamaría, A., Cardona P.S. and Alzate-Alvarez, A.M., (2017). Análisis multitemporal de las coberturas vegetales en el área de influencia de las minas de oro ubicadas en la parte alta del sector de Maltería en Manizales, Colombia. *DYNA* 84(201): 95-101.

Guerrero, D. y Moreno, R. (2015). *Estudio multitemporal del uso del suelo y la cobertura forestal en el municipio de Puerto Rico, Colombia (Meta) y su proyección para el año 2020*. Trabajo de graduación. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Ingeniería Forestal, Bogotá, Colombia.

IGNTG, Instituto Geográfico Nacional Tommy Guardia. (2018). *Productos de Cartografía Nacional*. Disponible en: <http://geoportal.anati.gob.pa/GeoPortal/> Fecha: 13 de marzo de 2018.

Lambin, E. F. (1997). *Modelling deforestation processes: a review tropical ecosystem environment observations by satellites, European Commission Joint Research Centre- Institute for Remote Sensing*

Applications European Space Agency, Luxembourg, TREE Series B., Research Report No. 1.

Lantschner, M. V. y Rusch, V. (2007). Impacto de diferentes disturbios antrópicos sobre las comunidades de aves de bosques y matorrales de *Nothofagus antarctica* en el N.O. patagónico, Asociación Argentina de Ecología. *Ecología Austral*, 17, 99-112. ISSN 1667-782X.

Molina, G. (2005). Propuesta metodológica para abordar estudios de dinámica de uso urbano utilizando clasificaciones digitales de imágenes de satélite; caso de estudio: la ciudad de Maracay. *Revista Geográfica Venezolana* 46 (2): 195-234.

Muñoz, D., Rodríguez, M., Romero, M. (2011). Análisis Multitemporal De Cambios De Uso Del Suelo Y Coberturas, En La Microcuenca Las Minas, Corregimiento De La Laguna, Municipio De Pasto, Departamento De Nariño. *Revista de Ciencias Agrícolas* Vol 28. Universidad de Nariño Facultad de ciencias agrícolas.

Ruiz, V, et al. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotenté Nicaragua, 1993 – 2011. *Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente*, 2013. ISSN 1697- 2473.

Schowengerdt, R. A. (2007). *Remote sensing: models and methods for image processing*. (3 ed.). (A. Predd, Ed.) San Diego, California, USA.

Singh, P. y Khanduri, K. (2011). Land use and Land cover change detection through Remote Sensing & GIS Technology: Case study, of Pathankot and Dhar Kalan Tehsils, Punjab. *International Journal of Geomatics and Geosciences*, 1(4): 839-846.

Tuiller, W. (2007). Climate Changes and the Ecologist. *Nature* 448:550-552.

Velázquez, A., Duran, E., Larrazábal, A., López, F., y Medina, C. (2010). *La cobertura vegetal y los cambios de uso del suelo*.

Recuperado el 10 de septiembre de 2016, de <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/601/cobertura.pdf>

Zoltan Fauverte, B. (2010). *Corredores ecológicos, conservación de recursos naturales y ordenación del territorio*. Tesis Magister Scientae, Universidad de Los Andes, Venezuela.

Recibido 11 de febrero de 2019, aceptado 13 de junio de 2019.