

CARACTERIZACIÓN DE CAMBIOS EN COBERTURA BOSCOSA EN EL ESTADO COJEDES ENTRE 1990 Y 2008*

Characterizations of changes in forest cover at the Cojedes State between 1990 and 2008

Iraida Vivas¹, Luís Rumbo¹, Franklin Paredes¹ y Freddy La Cruz¹

RESUMEN

El deterioro de los recursos naturales es un tema de especial importancia dentro del marco del desarrollo sostenible de Venezuela. En el estado Cojedes es visualmente evidente la pérdida de la cobertura boscosa; sin embargo, este proceso es escasamente conocido bajo un enfoque cuantitativo. Se analizaron los cambios en la cobertura boscosa del estado Cojedes aplicando técnicas de geoprocésamiento en imágenes LANDSAT TM y ETM+ y SPOT 5 en el período 1990-2008. Los resultados más relevantes para el área de estudio fueron: 1) La cobertura boscosa durante los años 1990; 2000 y 2008 fue de 266085, 164189 y 149326 ha, respectivamente, se evidenció una disminución alrededor de 43% con relación a la cobertura boscosa del año 1990. 2) El cambio superficial y espacial en la cobertura boscosa más acentuado ocurrió entre 1990 y 2000. En general, los cambios de mayor significancia ocurrieron en las planicies aluviales entre los ríos Cojedes - San Carlos, San Carlos - Tinaco y El Pao - Chirgua. 3) Los protocolos empleados en los actos administrativos de afectación del recurso bosque durante el período 1990-2008 fueron ineficientes en cuanto a detección de áreas deforestadas, pues solo se reflejó 13% de la pérdida de cobertura boscosa del estado Cojedes estimada por teledetección. En gran medida, los ilícitos ocurren en zonas de difícil acceso, lo cual imposibilita la detección oportuna de la afectación.

Palabras clave: cobertura boscosa, teledetección, estado Cojedes, Venezuela.

ABSTRACT

The natural resources deterioration is an issue of particular importance within the framework of sustainable development in Venezuela. In Cojedes state is clearly evident the loss of forest cover; however, this process is hardly known as a quantitative approach. Changes in forest coverage in Cojedes State were analyzed applying geoprocessing techniques using LANDSAT TM and ETM + and SPOT 5 during a period of 1990-2008. The most relevant results to the area of study were: 1) The forest cover during the years 1990; 2000 and 2008 was 266085, 164189 and 149326 ha, respectively, a decreasing around 43% was demonstrated in relation to forest cover 1990. 2) The surface and space change in forest cover more pronounced occurred between 1990 and 2000. Overall, the most significant changes occurred in the floodplain between the rivers Cojedes - San Carlos, San Carlos - Tinaco and The Pao - Chirgua. 3) The protocols used in administrative acts of forest resources involvement during 1990-2008 were inefficient in detection of deforested areas, since only 13% of the loss of forest cover estimated by remote sensing Cojedes state was reflected. Largely illicit actions occur in inaccessible areas, making it impossible for the timely detection of involvement.

Key words: forest cover, remote sensing, Cojedes State, Venezuela.

(*)Recibido: 23-02-2015

Aceptado: 23-06-2015

¹ Programa de Ingeniería, Arquitectura y Tecnología, Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ, San Carlos 2201, Venezuela. yayavivas@gmail.com; luisrumbo@gmail.com; franklinparedes75@gmail.com; freddyjodelacruz@hotmail.com.

INTRODUCCIÓN

El deterioro de los recursos naturales es un tema de especial importancia dentro del marco del desarrollo sostenible de nuestro país. En este contexto, la pérdida de masas boscosas es manifestación de este deterioro originado mayormente por la acción del hombre sobre el territorio, ya sea mediante la ampliación de la frontera agrícola, explotación indebida de las especies maderables contenidas en los bosques, invasión de tierras destinadas a la explotación forestal permanente, la práctica de una actividad minera sin control ni supervisión, generación de incendios de vegetación y el establecimiento de infraestructura urbana no planificada. La deforestación implícita en estos hechos, ha generado pérdida de propiedades productivas de los suelos, disminución de los caudales en los ríos y quebradas, pérdida de la diversidad biológica y alteración de las condiciones naturales de los ecosistemas, que trae como consecuencia incremento en el riesgo de desastres y disminución de las posibilidades de mejoramiento de la calidad de vida de la población (Dugarte y Rojas, citados por Pozzobón *et al.* 2004).

En el estado Cojedes era conocido, aunque de forma cualitativa, la ocurrencia de un proceso de pérdida de la cobertura boscosa; sin embargo, no se tenían detalles sobre este fenómeno, para años posteriores a 1990. Esta situación particular creó la necesidad de desarrollar esta investigación. La manera clásica de saber el área deforestada consiste en contabilizar las que cuentan con permisos para realizar deforestación baja, media o alta; aunque este proceder no asegura el registro de todos los sitios donde se lleva a cabo la deforestación. Una alternativa rápida y de bajo costo consiste en el uso de la teledetección, la cual cubre grandes superficies con diferentes niveles de resolución según el sensor que se emplee. Aunque esta técnica ha sido ampliamente usada en otras partes del país, en esta investigación se exploró su bondad como herramienta para detectar los cambios de cobertura boscosa en el ámbito espacial y temporal del estado Cojedes.

ÁREA DE ESTUDIO

La investigación abarcó la superficie total del estado Cojedes, centro-occidente del país, ocupa

14800 km² y limita al norte con los estados Lara, Yaracuy y Carabobo, al este con el estado Guárico, al sur con el estado Barinas y al oeste con el estado Portuguesa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopilaron y catalogaron documentos y recursos cartográficos de acceso libre, fundamentalmente mapas de vegetación de la unidad de estudio con énfasis en aquellos que brindaron información confiable sobre cobertura boscosa. También se revisaron los catálogos de imágenes de satélite disponibles en LPAIS y website GLCF, se tomó como criterio de selección, la época de captura (período seco) y el cubrimiento total del estado Cojedes; los años 1990; 2000 y 2008 cumplieron estos criterios y por tanto, fueron seleccionados para el análisis. No fue posible considerar el criterio del porcentaje de nubes para todo el bloque de imágenes que cubren el espacio físico del estado Cojedes, lo cual influyó en la calidad de la clasificación.

Se aplicaron diversas técnicas de pre-procesamiento contenidos en las rutinas del software comercial ERDAS 9.1™. En principio, se generaron imágenes multispectrales agrupando todas las bandas disponibles para el producto LANDSAT en formato Generic Binary (004-053 y 004-054 de 1990; 005-054 de 2000). Luego, las imágenes fueron georreferenciadas geoméricamente empleando puntos de control extraídos de un grupo de imágenes LANDSAT previamente georreferenciadas por el personal de la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes. Las escenas SPOT 5 utilizadas en este estudio, fueron provistas por Laboratorio de Procesamiento Avanzado de Imágenes de Satélites (LPAIS), adscrito al Centro de Procesamiento Digital de Imágenes de la Fundación Instituto de Ingeniería para la Investigación y Desarrollo Tecnológico (<http://www.fii.gob.ve>). Todas las escenas SPOT 5 que distribuye LAPIS están georreferenciadas. En ambos casos, se adoptó el datum WGS84 como sistema de referencia. Cada imagen, LANDSAT o SPOT 5, cubre solo una porción del territorio cojedeño; en consecuencia, se construyó un mosaico para cada año y tipo de imagen. Un mosaico agrupa imágenes que tienen en

común, la fecha en que se captó la escena, y cada mosaico cubre la totalidad del estado. En este punto, se realizó un realce a las imágenes resultantes para mejorar su visualización.

Las escenas-mosaico multiespectrales de 1990 y 2000 tenían una resolución espacial de 28,5 m x 28,5 m (producto LANDSAT). Para el año 1990 se emplearon siete bandas, mientras que para el año 2000, solo seis bandas; las bandas térmica y pancromática fueron omitidas en ambos casos. La escena de 2008 se derivó del producto SPOT 5. Su obtención requirió agrupar las cuatro bandas disponibles, que generó una escena multiespectral con resolución espacial de 13,5 m x 13,5 m.

Se visualizaron todas las combinaciones de bandas posibles para cada producto y se seleccionó la combinación que proveyó el mejor contraste entre las áreas boscosas y no boscosas (Chuvienco 1996). Luego, a cada escena-mosaico se le aplicó una clasificación no supervisada, usando el algoritmo ISODATA y predefiniendo 40 clases. Posteriormente, se agruparon las clases en dos categorías: Cobertura boscosa y Otras coberturas. Para esta agrupación se consideraron los criterios de interpretación simple, como forma, disposición y asociación espacial, con base en la propia experiencia de los investigadores en el conocimiento del estado Cojedes. Además para la agrupación de 1990, se utilizó como patrón de referencia parcial, una capa raster georreferenciada del Atlas de Vegetación del estado Cojedes de ese año, provisto por la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes; este producto muestra las asociaciones de cubiertas vegetales. La escena de 2008, requirió el uso del servidor Google Earth Pro para mejorar la calidad de la clasificación en ciertos sectores del estado, y así discriminar adecuadamente la cobertura boscosa y otras coberturas. Los productos cartográficos así generados, permitieron describir la condición de las coberturas boscosas de los años 1990; 2000 y 2008.

Para describir espacial y temporalmente los cambios de la cobertura boscosa del año 2000 con relación a la condición observada en 1990 se usó la herramienta detección de cambio del software comercial ERDAS 9.1™. En general, el producto

resultante fue un mapa en el que se muestra la diferencia porcentual de la señal espectral de cada pixel para el año 2000 con relación al año 1990, asumido como patrón (Chuvienco 1996). Con respecto al cambio en cobertura boscosa para el período 2000-2008, debido a diferencias en la resolución espacial no se pudo aplicar la misma herramienta. Por tanto, el análisis se efectuó por zonas del estado, tomando como referencia la cartografía generada para los años 2000 y 2008, y considerando la superficie ocupada por la cobertura boscosa (estimada a partir del área unitaria en m²/pixel para cada año) y su disposición espacial. Además, de acuerdo con Hernández y Pozzobón (2002), se estimaron las tasas medias anuales de deforestación en %/año y en ha/año, para los períodos 1990-2008, 1990-2000 y 2000-2008.

En función de las estimaciones en superficie se obtuvo el área porcentual de conversión de la categoría bosques a otras coberturas. El valor así obtenido se contrastó con el incremento porcentual de superficie boscosa afectada y registrada en la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes, mediante los actos administrativos autorizados relativos a la actividad de deforestación entre 1990 y 2008.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Cobertura boscosa durante 1990; 2000 y 2008

El procesamiento de las escena-mosaico LANDSAT (1990 y 2000) y SPOT (2008) brindó buenos resultados en la identificación de la cobertura boscosa; sin embargo, dado que la superficie de estudio (14800 km²) cuenta con una amplia variedad de coberturas y debido a la ocurrencia de nubes y sombras (especialmente en 2008), debe considerarse la información presentada en este documento como una aproximación de la cobertura boscosa real.

La cobertura boscosa la integran aquellas categorías de cubierta manejadas por la FAO (2010), en las cuales predominan formas de vida arbórea, denominadas tierras boscosas y otras tierras boscosas, con el criterio de inexistencia del uso agrícola. A propósito del estado Cojedes y según el enfoque de la FAO (2010), la cobertura boscosa la

integran los bosques de montañas y colinas, de galería y de planicie aluvial. Cabe destacar que en principio, amplias franjas de terreno situadas en el área montañosa al noreste del estado Cojedes, fueron clasificadas (asociadas) erróneamente como cuerpos de aguas y tierras húmedas, por lo que se empleó un gran número de clases durante el proceso de clasificación para conseguir una mejor diferenciación y minimizar estos errores; finalmente se emplearon 40 clases. En todo caso, este aspecto evidenció la necesidad de evaluar, en futuras investigaciones, técnicas de clasificación de mayor robustez.

En el análisis de la escena-mosaico de 1990 se mostró que la cobertura boscosa cubrió casi 18% de la superficie del estado Cojedes. Esta cobertura se concentró mayormente en el municipio Ricaurte y norte de los municipios Anzoátegui y San Carlos, así como en ciertas localidades aisladas al sur de estos mismos municipios. Destaca igualmente el bosque de galería del río Cojedes aguas abajo de la población de Lagunita, los sectores de La Guanota, La Yagua, Las Garzas, Guamita, Las Cruces, El Milagro, en el sur del municipio Pao, y sureste de la población de El Baúl en el municipio Girardot. En el diagnóstico físico natural incluido en el Plan de Ordenación Territorial del estado Cojedes (MPPA 2011) se estableció que para el año 1988 las tierras con cobertura boscosa ocupaban unas 231626 ha, que representaban alrededor de 16% de su superficie. Este porcentaje no difiere en gran medida del estimado para 1990 (266085 ha). En este orden de ideas, es conveniente referir que Zambrano *et al.* (2013) estimaron que para 1990, la cobertura de bosques secos en el estado Cojedes abarcaba 22%.

En el año 2000, la proporción de cobertura boscosa representó 11% de total identificado; unas 164189 ha (Tabla 1), concentradas en el norte de los municipios Anzoátegui y San Carlos. Es necesario acotar que en el 2000 se observó una cobertura boscosa en el sureste de la población de El Baúl, que aumentó su extensión superficial en relación con lo observado en el año 1990. Probablemente, esta situación guardó correspondencia con el desarrollo de actividades vinculadas al sector eco-turístico e investigación científica, relativa a la conservación de la diversidad biológica, que favorecieron la regeneración natural.

Tabla 1. Superficie estimada de bosques y otras coberturas para el estado Cojedes. Año 2000

Tipo de Cobertura	Superficie (ha)	Porcentaje del estado Cojedes
Cobertura boscosa	164189	11,09
Otras coberturas	1315811	88,91
Total	1480000	100,00

Nota: basado en un mosaico derivado de cuatro imágenes LANDSAT ETM+

Esta hipótesis se sustenta parcialmente en lo expresado por Carrizo (2003), que refirió la existencia en esta área de un bosque primario tropófilo húmedo en combinación con sabana inundable y bosques de galería, con importancia en términos de diversidad biológica. La disminución en proporción de la cobertura boscosa del estado Cojedes en el año 2000, con respecto a 1990, puede en parte ser explicada por el incremento de 122500 ha para la actividad agrícola entre 1985 y 1995 (MPPA 2011), lo cual sugiere que esta expansión agrícola es quizás el factor más importante relacionado con la dinámica de las coberturas boscosas.

Durante el año 2008, la cobertura boscosa ocupó alrededor del 10% del espacio físico del estado Cojedes; unas 149326 ha (Tabla 2). Aunque la calidad de la escena-mosaico es menor a las escenas de 1990 y 2000 (nubes alternadas en el norte de los municipios Anzoátegui y San Carlos, y en la parte más septentrional de este último), fue posible identificar las zonas más intervenidas en el norte del municipio Pao y altiplanicie donde se ubica la ciudad de Tinaquillo. La superficie ocupada por las coberturas boscosas en estas áreas fue escasa en comparación con los años precedentes; pese a lo anterior, se advierte una posible subvaloración de la cobertura boscosa para 2008 como consecuencia de las nubes. Las coberturas boscosas están en gran medida en el norte de los municipios Anzoátegui y San Carlos, incluso ganando espacio con respecto al año 2000 en la carretera San Carlos – Apartaderos. Se conjetura que esto fue consecuencia de la mejor resolución que proveen las imágenes SPOT 5 usadas como insumo para crear el mosaico. Se identificaron nuevas áreas boscosas asociadas a plantaciones forestales, localizadas en el suroeste de la ciudad de San Carlos; en el municipio Pao, a la altura de la

Tabla 2. Superficie estimada de bosques y otras coberturas para el estado Cojedes. Año 2008.

Tipo de Cobertura	Superficie (ha)	Porcentaje del estado Cojedes
Cobertura boscosa	149326	10,09
Otras coberturas	1330674	89,91
Total	1480000	100,00

Nota: basado en un mosaico derivado de once imágenes SPOT 5.

población de Caño Benito; con bastante indefinición a la altura de la población de La Ceiba, en el municipio San Carlos, en ambas márgenes de la carretera San Carlos-Apartaderos.

Cambio superficial y espacial en la cobertura boscosa para el período 1990-2008

En la Tabla 3 se muestra la proporción estimada de disminución de la cobertura boscosa en el período 1990-2008 para el estado Cojedes. Zambrano *et al.* (2013) reportaron para el período 1990-2010 una pérdida del bosque seco en el estado Cojedes de 37%. Este porcentaje difiere al estimado en alrededor de 6%, relativamente pequeño si se toma en cuenta que la calidad de la escena-mosaico del año 2008 no era adecuada (abundantes nubes) y el tratamiento preliminar aplicado a la escena fue poco elaborado (realces). La tasa media anual de deforestación (disminución del área bajo cobertura boscosa) se estimó igual a 2,4%/año equivalente a 6486,6 ha/año (Tabla 4); no obstante, este resultado es una primera aproximación. Este valor es considerado alto si se contrasta con las categorías propuestas por Hernández y Pozzobón (2002).

Para los años 1990 y 2008 se visualizó la disminución de cobertura boscosa en los municipios Pao y Girardot, especialmente los bosques de galería de los ríos Pao, Portuguesa y Caño Igües, así como del sector de bosque tropófilo primario en asociación con sabana inundable y galería, referido

Tabla 3. Variación cobertura boscosa para el estado Cojedes. Período 1990-2008.

Años	Superficie cobertura boscosa (ha)	Diferencia durante el periodo (ha)	Disminución porcentual
1990	266085		
2008	149326	-116759	43%

por Carrizo (2003). Igualmente es apreciable en el municipio Ricaurte y algunas áreas de pequeño tamaño en el sur de los municipios Anzoátegui y San Carlos. Esta tendencia de la pérdida de cobertura boscosa no ha sido homogénea a lo largo de los 18 años evaluados. Entre 1990 y 2000 se estimó una pérdida de cerca de 38%, mientras que entre el año 2000 y el 2008 se redujo aproximadamente a 9% (Tabla 5).

Pacheco *et al.* (2011a) reportaron para la región centro-norte de Venezuela, a la cual pertenece el estado Cojedes, una diferencia marcada entre los períodos 1995-2001 y 2001-2008, con respecto a la cobertura de los bosques, caracterizada por ganancia y pérdida, respectivamente. A partir de las mediciones reportadas por estos autores (Tabla 6; obtenidas de información cartográfica con cobertura nacional), se estimó una tasa media anual de pérdida de cobertura boscosa entre 1995 y 2001 del orden de 1,9 %/año. Sin embargo para el período entre 1982-1995 la pérdida de bosques se elevó hasta 20,7 %, tal hallazgo indica que durante este período ocurrieron las mayores pérdidas en cobertura boscosa en el ámbito nacional. A juzgar por estos resultados, se infiere que la tasa media anual para el período 1995-2001 podría ser mayor a la estimada para la región centro-norte del país y acercarse a la obtenida para el estado Cojedes durante 1990-2000.

Tabla 4. Tasa media anual de pérdida cobertura boscosa para el estado Cojedes. Período 1990-2008.

Años	Superficie cobertura boscosa (ha)	Pérdida aproximada de cobertura boscosa (ha/%)	Tasa media anual estimada de pérdida cobertura boscosa
1990	266085	116759	43%
2008	149326	ha	2,4%/
			6486,7 ha/Año

Tabla 5. Variación de Tasa media anual de pérdida cobertura boscosa para el estado Cojedes en los períodos 1990-2000 y 2000-2008.

Período	Pérdida cobertura boscosa (ha y %)	Tasa media anual estimada de pérdida cobertura boscosa
1990-2000	101 896 38%	3,8%/
2000-2008	14 863 9%	1,1%/
		10 189,6 ha/año
		1857,9 ha/año

Tabla 6. Variación de Tasa media anual estimada de pérdida cobertura boscosa para la región centro-norte de Venezuela. Período 1995-2001.

Años	Superficie cobertura boscosa (ha)	Superficie aproximada de pérdida cobertura boscosa (ha y %)	Tasa media anual estimada de pérdida cobertura boscosa
1995	1 741 000	196 000 11,3%	1,9%/año
2001	1 545 000		

Fuente: datos tomados de Pacheco (2011a). Estimaciones propias

Durante el período 1990-2000 se registró la mayor pérdida de cobertura boscosa en el estado entre 1990-2008. Este cambio sobresalió en las planicies aluviales, entre los ríos Cojedes - San Carlos, San Carlos - Tinaco y El Pao – Chirgua, que permite suponer la incorporación de nuevas tierras a la actividad agrícola, tanto animal como vegetal. Esta hipótesis fue inicialmente planteada por Pacheco *et al.* (2011b), quienes refirieron que las tres primeras causas de la deforestación en Venezuela, desde la época precolombina hasta la Venezuela contemporánea, son la expansión agrícola, la construcción de infraestructura y la explotación de madera.

Durante el período 2000-2008, la pérdida de cobertura boscosa tuvo una desaceleración de 9% y una tasa media anual de 1,1 %/año. Estos valores distan de lo planteado por Pacheco *et al.* (2011a), quienes reseñaron que durante el período 2001-2008 la región centro-norte de Venezuela presentó una ganancia en cobertura boscosa. Pese a esto, Zambrano *et al.* (2013) encontraron para el período 2000-2010 una merma del 8% en la cobertura de los bosques secos del estado Cojedes; lo cual puede validar la estimación realizada en este informe, y coincide en la detección de una tendencia negativa en la cobertura boscosa.

Contraste de los cambios detectados en la cobertura boscosa con las estadísticas estimadas de deforestación derivadas de los actos administrativos de afectación del recurso bosque durante el período 1990-2000

A los efectos de este ente gubernamental, durante el periodo 1990-2008 se afectaron 15471,20 ha, sin embargo el análisis satelital arrojó que la pérdida de superficie boscosa es 7,54 veces mayor,

lo cual indica que poco más de 13% de las afectaciones boscosas fueron debidamente registradas. El ajuste de estos datos a un modelo de regresión generó ecuaciones con valores de R² cercanos a cero, que no definen una tendencia de los datos y no permite pronosticar pérdida de la cobertura boscosa para los períodos 1990-2000 y 2000-2008 (Fig. 1 y 2).

Existe una acentuada brecha entre la pérdida de cobertura boscosas estimada (116759 ha) y la registrada (15471,20 ha), lo que permite sugerir que los protocolos utilizados durante el periodo 1990-2008 para detectar oportunamente las deforestaciones ilegales fueron ineficientes, razón por la cual es necesario establecer correctivos para minimizar la ocurrencia de deforestaciones.

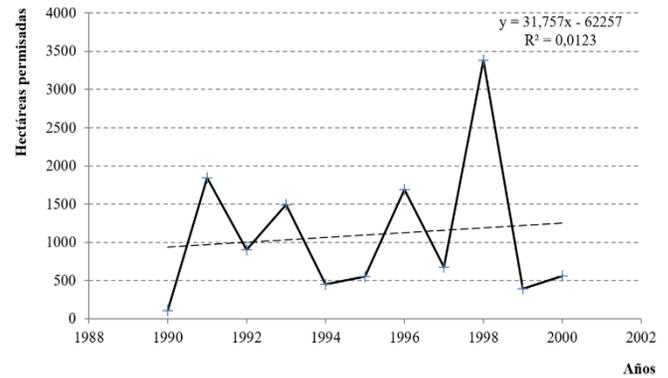


Fig. 1. Superficie deforestada según los actos administrativos de afectación del recurso bosque durante el periodo 1990-2000.

Fuente: Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes.

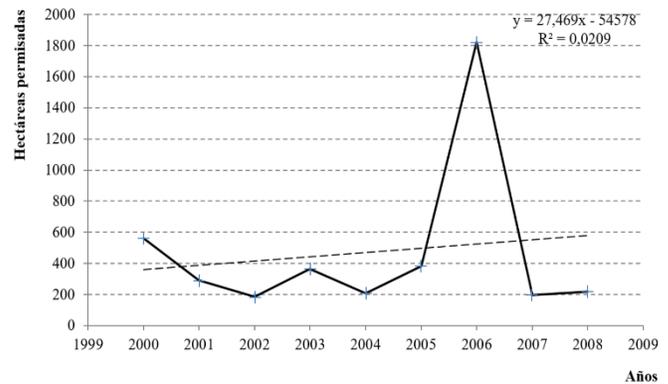


Fig. 2. Superficie deforestada según los actos administrativos de afectación del recurso bosque durante el periodo 2000-2008.

Fuente: Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes.

Una alternativa plausible sería el uso de imágenes secuenciales del satélite Miranda o Spot para detectar las deforestaciones ilegales, muchas de las cuales suceden en sitios remotos del estado, donde el acceso vial es inexistente o reducido. Esta situación favorece a los infractores, pues se valen de estas limitaciones para intervenir amplias áreas boscosas.

AGRADECIMIENTO

Los autores de esta investigación agradecen su colaboración a la Dirección Estatal del Poder Popular para el Ambiente Cojedes y al Instituto de Ingeniería- Centro de Procesamiento Digital de Imágenes- Laboratorio de Procesamiento Avanzado de Imágenes de Satélites.

REFERENCIAS

- Carrizo, A. 2003. Plan de ordenamiento y reglamento de uso para la conservación de un área privada. Caso: Hato Piñero, estado Cojedes. Tesis de Maestría, UNEFA, Caracas. 140 pp.
- Chuvieco, E. 1996. Fundamentos de Teledetección Espacial. 3era edición. Ediciones RIALP S.A., Madrid, España. Pp 23-24, 46-48, 63-64, 174-183, 209, 48-256, 370-385
- FAO 2010. Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Términos y definiciones. [documento en línea] En: <http://www.fao.org/docrep/014/am665s/am665s00.pdf> [consulta: enero de 2014]
- Hernández, E. y Pozzobon, E. 2002. Tasas de Deforestación en Cuatro Cuencas Montañosas del Occidente de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 46 (1):35-42.
- MPPA 2011. Plan de Ordenación del Territorio del Estado Cojedes. Diagnóstico Físico-Natural [Datos en CD]. Disponible en Dirección Estatal Cojedes.
- Pacheco, C., Angulo, I. y Mollicone, D. 2011a. Dinámica de la deforestación en Venezuela: Análisis de los cambios a partir de mapas históricos. *INTERCIENCIA* 36(8):578-586.
- Pacheco, C., Aguado, I. y Mollicone D. 2011b. Las causas de la deforestación en Venezuela: Un estudio retrospectivo. *Revista BioLlania Edición Esp.* 10: 281-292.
- Pozzobon, E., Hernández, E. y Dugarte, I. 2004. Evaluación del proceso de deforestación en tres cuencas del piedemonte lacustrino de la cordillera de Los Andes. *Revista Forestal Venezolana* 48(2):14-22.
- Zambrano, S., Márquez, R., Lazo, R. y Rodríguez, J. 2013. Identificación preliminar de áreas prioritarias para la conservación de bosques secos en el estado Cojedes (Venezuela), utilizando técnicas de sensoramiento remoto. Ediciones IVIC. X Congreso Venezolano de Ecología. Mérida, P. 235.