
Transformaciones espaciales

de la cobertura de la tierra de Venezuela:
análisis desde los mapas de vegetación
1988-2010

Spatial transformations of the Venezuela land cover:
analysis from vegetation maps 1988-2010

Ottoniel Morales¹

Anderson Albarrán²

Jonalvi Gutiérrez³

¹ Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales

² Universidad de los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía, Mérida, Venezuela

³ Alcaldía Municipio Alberto Adriani, Dirección Municipal de Catastro, El Vigía, estado Mérida, Venezuela
geos.otto91@gmail.com; andersontorres@ula.ve; jonalviguti@gmail.com

Resumen

Se realizó un análisis multitemporal de la cobertura de la tierra para Venezuela en el período 1988-2010, empleando análisis espacial, específicamente superposición de mapas utilizando sistemas de información geográfica (SIG), lo que permitió generar matrices de cambio y obtener el mapa de áreas de cambios y permanencias. El período analizado comprendió 22 años, con base en la interpretación de mapas de vegetación elaborados por Huber y Alarcón en 1988 y Huber y Oliveira-Miranda en 2010. En general, se observó un aumento de las áreas intervenidas, pasando de 11,76% del total del territorio nacional para 1988, a ocupar 23,38% en el año 2010. Esta expansión se asocia con diferentes actividades antropogénicas (expansión urbana y suburbana, de la frontera agrícola, deforestación, minería, entre otros), en detrimento de la vegetación natural del país. Los bosques resultaron los más afectados, pues de ocupar para 1988 un 58,25% del territorio nacional, pasaron a un 45,87% para el 2010.

PALABRAS CLAVE: bosques; análisis multitemporal; cobertura de la tierra; actividades antropogénicas.

Abstract

A multitemporal analysis for land cover was done for Venezuela in the 1988-2010 period, using a spatial analysis, specifically, map overlay by using Geographic Information System (GIS). This allowed us generate change matrices and obtain the map of change and permanency areas. The analysis period comprehended 22 years, based on interpretation of the vegetation maps produced by Huber y Alarcón (1988) and Huber y Oliveira-Miranda (2010). In general, an increase in the intervened areas was observed, going from 11.76% for the total national territory in 1988, to occupy 23.38% in 2010. This expansion is associated with different anthropogenic activities (urban and suburban expansion, the agricultural frontier, deforestation, mining, and others), in detriment to natural vegetation of the country. Forests were the most affected, occupying a 58.25% of the national territory in 1988 to 45.87% in 2010.

KEY WORDS: forests; multitemporal analysis; land cover; anthropogenic activities.

1. Introducción

La expresión cartográfica de la cobertura terrestre constituye una de las aplicaciones básicas de la teledetección espacial desarrollada con fines de inventarios y diagnósticos espaciales, ordenación territorial y detección de cambios, conformando una significativa fuente de datos geográficos sobre los aspectos formales del uso de la tierra (Aldana y Bosque, 2008). En este sentido, el término cobertura de la tierra se define como la cantidad y tipo de coberturas vegetales, cuerpos de agua, materiales terrestres y las infraestructuras humanas existentes sobre la superficie terrestre, es decir, todo lo 'observable' sobre esa superficie.

El creciente énfasis en las aplicaciones medioambientales de la teledetección junto con las herramientas de cartografía automatizada, ha destacado la relevancia de la dimensión temporal, ya que para evaluar y analizar una gran variedad de fenómenos es fundamental el seguimiento de su dinámica (Chuvieco, 1998). De acuerdo a lo mencionado, los estudios multitemporales contribuyen a la toma de decisiones, aspecto cada vez más trascendental con la nueva generación de satélites y el desarrollo de los SIG, que ofrecen imágenes de mayor resolución espacial y precisión y un mejor procesamiento de los datos obtenidos, lo que facilita el estudio de las deforestaciones, reforestaciones, erosión, cambios en la vegetación, variaciones climáticas, modificaciones en el territorio urbano o cualquier otro fenómeno que implique dinámica temporal.

En los últimos años, la población venezolana ha crecido de manera importante, trayendo consecuencias de diferente índole, como por ejemplo, expansión de la frontera agrícola, de áreas urbanas y suburbanas, aumento de la deforestación hasta el punto que Venezuela se sitúa en los primeros puestos a escala mundial en cuanto a tasas de deforestación, lo que aunado a los cambios de uso de la tierra se configuran como las principales

causas de degradación y pérdida de la vegetación natural del país (Centeno, 2016).

Con el objeto de detectar los cambios de la cobertura de la tierra en el territorio venezolano, período 1988-2010, se aplicó una evaluación multitemporal, utilizando cartografía de la vegetación a escala nacional como insumos base para comparar superficies por categoría, aplicar métodos de tabulación cruzada a través de herramientas SIG, obtener matrices de cambio e identificar las áreas de cambio y permanencia.

2. Materiales y métodos

Los mapas de vegetación utilizados para este trabajo fueron elaborados por Huber y Alarcón (1988), editado por el Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET), escala 1:2.000.000 (Rodríguez *et al.*, 1998), y por Huber y Oliveira-Miranda (2010), escala 1:2.000.000, disponible en el Libro Rojo de los Ecosistemas Venezolanos (Rodríguez *et al.*, 2010).

2.1 Elaboración de mapas de cobertura de la tierra

Las leyendas utilizadas fueron las originales de los mapas de vegetación, aun cuando se tomaron de manera preliminar, pues al analizarlas se observaron diferencias entre ellas con respecto al número de categorías y, en algunos casos, con el tipo de vegetación representada. El mapa de 1988 muestra 14 categorías, mientras que el de 2010 presenta 25, por lo que al momento de realizar el cruce se evidenciaron inconsistencias con respecto a las coberturas vegetales que representan. Esto hizo necesario un proceso de generalización de las categorías originales para que ambos mapas tuviesen el mismo número de categorías que permitieran la comparación entre ellos como se observa en los CUADROS 1 y 2. De igual manera, este proceso de generalización generó la pérdida de detalle en la información contenida en los mapas originales,

CUADRO 1 Leyenda del mapa original de 1988 y unión de categorías para el mismo año
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DERIVADA DEL MAPA DE VEGETACIÓN DE HUBER Y ALARCÓN (1988)

Leyenda original, grandes biomas vegetales (Huber y Alarcón, 1988)	Grandes tipos de cobertura de la tierra
Áreas urbanas. Áreas industriales. Agricultura. Plantaciones forestales. Zonas de minería. Zonas agropecuarias	Áreas intervenidas
Bosques deciduos. Bosques semideciduos. Bosques ribereños. Bosques nublados. Bosques siempreverdes	Bosques
Manglares. Vegetación Litoral (Codificación 1-2-4)	Manglares
Arbustales y Matorrales. Vegetación tepuyana	Matorrales
Cardonales o Espinares Vegetación litoral (Codificación 1-2, 2-3, 1-2-3-4)	Matorrales espinosos
Sabanas y Herbazales Vegetación litoral (Herbazales litorales halófilos)	Sabanas y Herbazales
Vegetación de páramo	Vegetación de páramo
Cuerpos de agua (Embalses, ríos, lagos)	Cuerpos de agua

CUADRO 2 Leyenda del mapa original de 2010 y unión de categorías para el mismo año
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON INFORMACIÓN DERIVADA DEL MAPA DE VEGETACIÓN DE HUBER Y OLIVEIRA-MIRANDA. (2010)

Leyenda original, grandes biomas vegetales (Huber y Oliveira-Miranda, 2010)		Grandes tipos de cobertura de la tierra
Grandes tipos de formaciones vegetales	Sub tipos	
Bosques deciduos. Bosque semideciduos Bosques ribereños	No poseen subtipos	Bosques
Bosques siempreverdes	Bosques de palmas. Bosques de pantano Bosques nublados. Bosques siempreverdes persé	
		Bosques de manglares
Arbustales espinosos	No posee subtipos	Matorrales espinosos
Arbustales ribereños	No posee subtipos	Matorrales
Vegetación saxícola	No posee subtipos	
Arbustales siempreverdes	Arbustales siempreverdes persé Arbustales tepuyanos y herbazales tepuyanos	
	Arbustales parameros	Vegetación de páramo
Herbazales	Herbazales parameros	Sabanas y herbazales
	Sabanas abiertas. Sabanas arbustivas y/o arboladas Herbazales de pantano Herbazales arbustivos sobre arena blanca Herbazales litorales	
Otras categorías	Sub tipos	
Cuerpos de agua (Embalses, ríos, lagos)	No poseen subtipos	Cuerpos de agua
Áreas urbanas. Áreas industriales Agricultura. Plantaciones forestales Zonas de minería. Zonas agropecuarias	No poseen subtipos	Áreas intervenidas

pero de este proceso se derivó la leyenda final que es presentada como resultado en los mapas de cobertura finales.

Para llevar a cabo el proceso de generalización de categorías, el mapa del año 2010 se vectorizó a partir de la publicación de Huber y Oliveira-Miranda (2010), mientras que el 1988 fue descargado en formato vectorial a través de la página web: <http://ecosig.ivic.ve>. Posteriormente, se realizó la unificación de categorías utilizando las herramientas de cartografía automatizada. De esta manera, se llevó a cabo la salida de ambos mapas en un mismo número de categorías, que hizo posible su comparación.

2.2 Generación de matrices de cambio. Tabulación cruzada

Para observar la dinámica espacial de las coberturas de la tierra definidas para el territorio venezolano en los mapas de cobertura elaborados, se procedió a realizar la superposición de los mapas (1988 y 2010) en formato vectorial, lo cual permite comparar las categorías contenidas en ambos mapas de cobertura de la tierra. Se generó un resultado gráfico y una tabla de atributos. A partir de la tabla de atributos se construyó una matriz, la cual señala las áreas que se han mantenido estables entre los años considerados (representadas por la diagonal de la matriz), mientras las demás celdas muestran los posibles cambios ocurridos y su dirección. De esta forma, las categorías de ambos mapas fueron previamente codificados de la siguiente manera: 1: Áreas intervenidas; 2: Bosques; 3: Manglares; 4: Matorrales; 5: Matorrales espinosos; 6: Sabanas y herbazales; 7: Vegetación de páramo y, 8: Cuerpos de agua. Esta codificación permitió construir una matriz simétrica.

De esta manera, se realizó un primer cruce de los mapas de cobertura de la tierra para Venezuela, correspondientes a los años 1988 y 2010; sin embargo, al analizar los resultados se observaron

inconsistencias y cambios no lógicos entre las categorías consideradas, principalmente porque ambos mapas de vegetación originales presentaron una categorización de coberturas vegetales y métodos de levantamiento distintos y, a pesar de haber realizado la unificación y homogenización de las categorías, algunas mostraron cambios no acordes a la distribución espacial real de la vegetación del país. Esto hizo necesario editar algunas categorías en sus respectivas capas vectoriales. Las correcciones de las capas antes señaladas se realizaron a partir de la edición de la tabla de atributos de cada una de ellas para que de esta manera se pudieran corregir las inconsistencias señaladas.

2.3 Elaboración del mapa de cambio y permanencias

Para generar la cartografía que permitió ver la distribución de las áreas de cambio y permanencias para Venezuela (1988-2010), se realizó una recodificación de las categorías expresadas en la matriz siendo el producto de la superposición entre los mapas de cobertura para las dos fechas establecidas. Así, a las categorías que permanecieron estables (expresadas en la diagonal de la matriz) se le asignó el código 0, y las coberturas que experimentaron cambios (expresadas por el resto de las celdas) se le asignó el código 1. Con la tabla de atributos recodificada se realizó la salida cartográfica que muestra la distribución espacial de las coberturas que cambiaron y las que permanecieron sin cambios

3. Resultados

3.1 Mapas de cobertura

Para la elaboración del mapa de cobertura para el año 1988, se tomaron en cuenta los grandes paisajes vegetales presentados por Huber y Alarcón (1988). Para el mapa de cobertura del año 2010 se siguió el mismo procedimiento, de esta manera

se produjeron dos mapas de cobertura de la tierra para el territorio venezolano. Estos productos cartográficos se muestran en las FIGURAS 1 y 2.

En las FIGURAS 3 y 4, se muestra el porcentaje que ocupa cada una de las categorías definidas para los años de 1988 y 2010 respectivamente.

FIGURA 1 Cobertura de la tierra año 1988, con leyenda generalizada

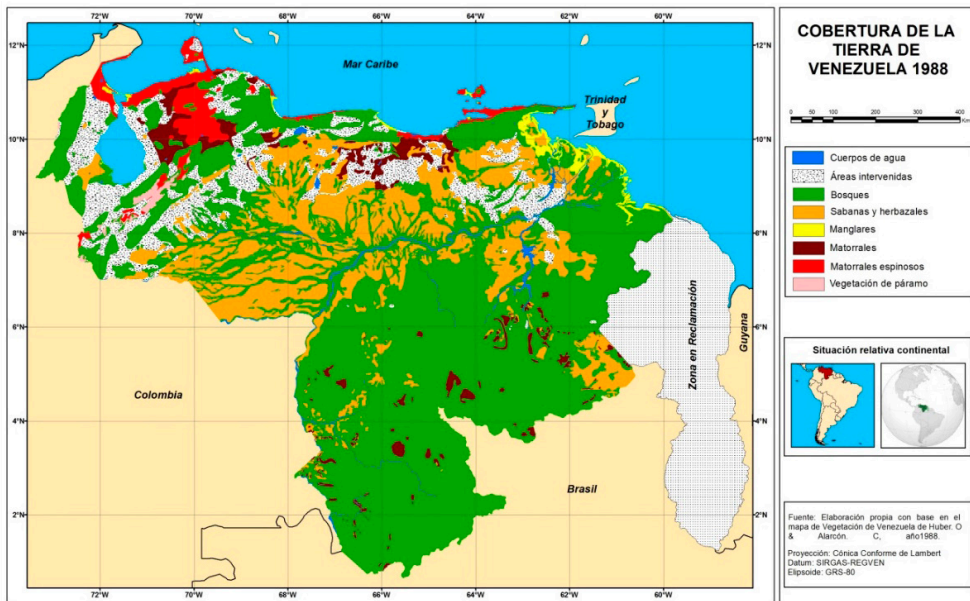


FIGURA 2 Cobertura de la tierra año 2010, con leyenda generalizada

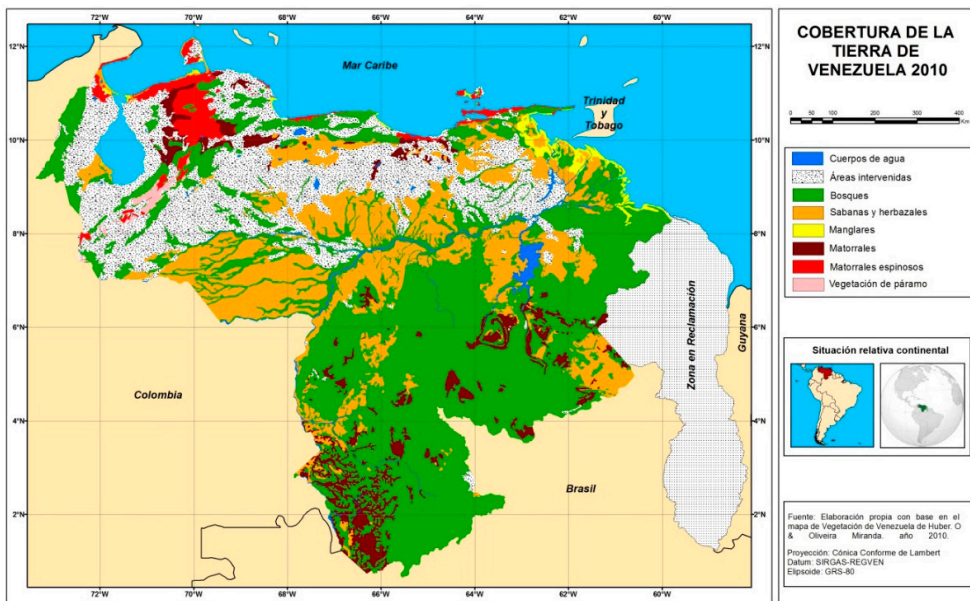
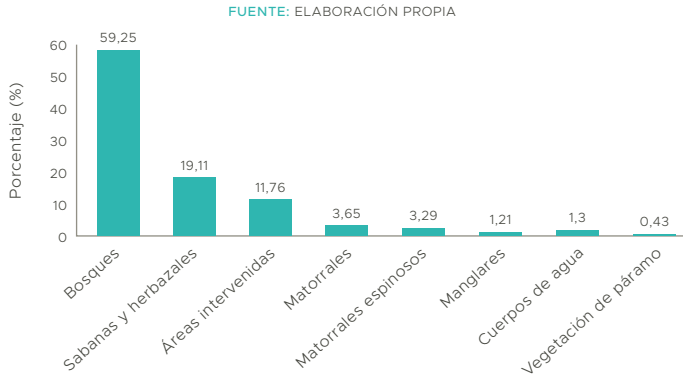
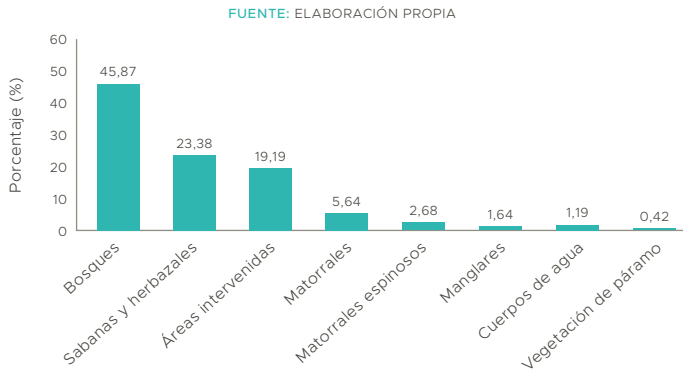


FIGURA 3 Superficie expresada en porcentaje (%) por tipo de cobertura de la tierra para Venezuela. Año 1988**FIGURA 4** Superficie expresada en porcentaje (%) por tipo de cobertura de la tierra para Venezuela. Año 2010

De acuerdo a lo observado, en ambas fechas la cobertura de bosque ocupó el mayor porcentaje de superficie: para 1988 representó el 59,25%, y en segundo lugar aparece la de sabanas y herbazales con 19,11%, por último, aparece la de áreas intervenidas con 11,76%; el resto de las categorías presentaron un porcentaje de superficie menor al 5%. Por su parte, para el año 2010, la cobertura de bosque ocupó el 45,87% de superficie, pero la de áreas intervenidas fue de 23,38% desplazando a la de sabanas y herbazales que pasó a ocupar el 19,19% de la superficie total; para las demás categorías los porcentajes de superficie ocupada no sobrepasa el 5% para el año 2010.

3.2 Comparación de superficies por categorías

En esta primera fase del análisis comparativo se realizó una sustracción entre pares de categorías de los años 1988-2010, la cual permitió observar de manera general cuales fueron las coberturas que mostraron incrementos o disminución en la superficie ocupada para el período de análisis. De esta manera, las categorías que presentaron incrementos en su superficie fueron: áreas intervenidas con 106.558,01 km², seguida por los matorrales con 18.180,45 km², luego por los cuerpos de agua con 3.136,67 km², y finalmente las sabanas y herbazales que se incrementaron en 722,03 km²,

como se muestra en el CUADRO 3. A su vez, las categorías que presentaron disminución en su superficie fueron: bosques con una reducción de 122.688,72 km², seguidamente los matorrales espinosos con 18.180,45 km², luego la vegetación de páramo con 98,88 km², y finalmente los manglares con una reducción de 209,36 km², como se muestra en el CUADRO 4.

Como se observa en los resultados presentados, las áreas intervenidas mostraron un incremento de 106.558.01 km², indicando que la superficie ocupada por la mencionada categoría se duplicó, pasando de 107.748,06 km² (1988) a 214.306,07 km² (2010). Pacheco *et al* (2011) señalan que el incremento de estas áreas refleja la dinámica y crecimiento de la sociedad venezolana en el período de estudio, asociado a diversos factores entre los cuales destacan: la expansión agrícola como principal factor (cultivos permanentes y cría de ganado a gran y pequeña escala); crecimiento poblacional (aumento de zonas urbanas

y construcción de infraestructuras); explotación de madera y explotación minera (metálica y no metálica a gran y pequeña escala).

Por otra parte, se observa que la categoría bosques pasó de ocupar 543.038,66 km² para el año 1988 a 420.349,94 km² para el 2010, lo que se traduce en una pérdida de 122.688,72 km². Pacheco *et al*. (2011) indican que para Venezuela en las últimas evaluaciones de la FAO, la deforestación en las dos últimas décadas ha sido de 288.000 ha/año, con una tasa de 0,57 %/año para el período 1990-2000; 0,59 %/año entre 2000-2005; y 0,61 %/año entre 2005-2010. Estos resultados colocaron a Venezuela en los primeros puestos a nivel mundial en cuanto a tasas de deforestación, con la consecuente pérdida y deterioro de los bosques y, en general de toda la vegetación natural del país. Sin embargo, Rosales y García (2015) señalan que existen diferencias en las estimaciones de las tasas de deforestación; datos estimados por el Ministerio del Poder Popular para el Ambiente en el 2012 apuntan a 110.000

CUADRO 3 Coberturas de la tierra para Venezuela que presentaron aumento en su superficie

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. *ÁREA % (1988 Y 2010); SUPERFICIE EN % QUE OCUPÓ CADA CATEGORÍA CON RESPECTO AL TERRITORIO NACIONAL

Categorías	2010		1988		Diferencia
	Área (km ²)	*Área (%)	Área (km ²)	*Área (%)	Área (km ²)
Áreas intervenidas	214.306,07	23,38	107.748,06	11,76	106.558,01
Matorrales	51.673,34	5,64	33.492,89	3,65	18.180,45
Cuerpos de agua	15.020,18	1,64	11.883,51	1,3	3.136,67
Sabanas y Herbazales	175.836,20	19,19	175.114,17	19,11	722,03

CUADRO 4 Coberturas de la tierra para Venezuela que presentaron disminución en su superficie

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. *ÁREA % (1988 Y 2010); SUPERFICIE EN % QUE OCUPÓ CADA CATEGORÍA CON RESPECTO AL TERRITORIO NACIONAL

Categorías	2010		1988		Diferencia
	Área (km ²)	*Área (%)	Área (km ²)	*Área (%)	Área (km ²)
Bosques	420.349,94	45,87	543.038,66	59,25	122.688,72
Matorrales espinosos	24.540,25	2,68	30.140,45	3,29	5.600,20
Vegetación de páramo	3.836,81	0,42	3.935,69	0,43	98,88
Manglares	10.882,21	1,19	11.091,57	1,21	209,36

ha/año, que corresponde a 0,23%/año, mientras otros trabajos indican valores cercanos a 380.000 ha/año, equivalente a 0,72%/año.

La región más afectada por la deforestación se encuentra al norte del río Orinoco, siendo los bosques de las áreas planas (llanos) los más afectados, pues prácticamente han desaparecido, esto incluye los bosques ribereños de los ríos principales (Vargas *et al.*, 2002; Rebolledo y Albarrán, 2013). Al sur del Orinoco las tasas de deforestación son relativamente bajas, pero no dejan de ser preocupantes sus efectos en las áreas bajo la acción minera ilegal; esta deforestación va acompañada de

una labor de destrucción de los suelos que agudiza aún más el problema. La tasa promedio nacional de deforestación proviene de calcular tasas altas y medias al norte del río Orinoco, y de tasas bajas en el sur que, en general, aún prevalecen en esa porción del territorio.

3.3 Análisis de la matriz de cambio para Venezuela: período 1988-2010

A continuación se muestra la matriz de cambio (CUADROS 5 y 6) obtenida a partir de la tabulación cruzada de los mapas de cobertura a nivel nacional. Las categorías definidas y señaladas en los

CUADRO 5 Matriz de cambio de la cobertura de la tierra para Venezuela (km²). Período 1988-2010

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

		2010								
	Categorías	ÁI	B	Mg	M	ME	SH	VP	CA	Total
1 9 8 8	ÁI	107.748,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	107.748,06
	B	50.805,85	420.349,94	0,00	28.803,69	0,00	41.741,42	0,00	1.337,76	543.038,66
	Mg	159,84	0,00	10.882,21	0,00	0,00	0,00	0,00	49,52	11.091,57
	M	10.535,38	0,00	0,00	22.869,65	0,00	0,00	0,00	87,86	33.492,89
	ME	4.082,25	0,00	0,00	0,00	24.540,25	1517,95	0,00	0,00	30.140,45
	SH	40.875,81	0,00	0,00	0,00	0,00	132.576,83	0,00	1.661,53	175.114,17
	VP	98,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3.836,81	0,00	3.935,69
	CA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	11.883,51	11.883,51
	Total	214.306,07	420.349,94	10.882,21	51.673,34	24.540,25	175.836,20	3.836,81	15.020,18	916.445,00

CUADRO 6 Matriz de cambio de la cobertura de la tierra para Venezuela (%). Período 1988-2010

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

		2010								
	Categorías	ÁI	B	Mg	M	ME	SH	VP	CA	Total
1 9 8 8	ÁI	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00
	B	9,36	77,41	0,00	5,30	0,00	7,69	0,00	0,25	100,00
	Mg	1,44	0,00	98,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,45	100,00
	M	31,46	0,00	0,00	68,28	0,00	0,00	0,00	0,26	100,00
	ME	13,54	0,00	0,00	0,00	81,42	5,04	0,00	0,00	100,00
	SH	23,34	0,00	0,00	0,00	0,00	75,71	0,00	0,95	100,00
	VP	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	97,49	0,00	100,00
	CA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00

cuadros son AI: Áreas intervenidas; B: Bosques; Mg: Manglares; M: Matorrales; ME: Matorrales espinosos; SH: Sabanas y herbazales; VP: Vegetación de páramo y, CA: Cuerpos de agua.

Del total de las áreas intervenidas se mantuvieron invariable en el período estudiado 107.748,06 km²; sin embargo, al observar los totales de cada año, se identificó un incremento del 98,90% para el 2010. Las categorías que cedieron superficie a favor de las áreas intervenidas fueron: bosques, sabanas y herbazales, matorrales, matorrales espinosos, manglares y vegetación de páramo. Esta situación de incremento en la superficie ocupada por la categoría está asociada a la fuerte intervención antropogénica que ha ocurrido en el país en los últimos años.

Los bosques mantuvieron una superficie de 420.349,94 km², correspondiente al 77,41% del total de superficie de esta categoría; por otra parte, para el año 2010, la superficie de los bosques experimentó cambios principalmente hacia: áreas intervenidas con 50.805,85 km², lo que es igual a un 9,36%; sabanas y herbazales con 41.741,42 km², representando un 7,69%; matorrales con 28.803,69 km², lo que representó un 5,30%; y cuerpos de agua con 1337,76 km², equivalente a un 0,25%.

Según los resultados obtenidos, la categoría bosques disminuyó y experimentó cambios a favor de las áreas intervenidas y sabanas herbazales. Esto significa que la cobertura boscosa original sea sustituida por otras coberturas destinadas principalmente a uso agropecuario y, en numerosos casos, los procesos antes mencionados conllevan a la llamada 'sabanización' de los bosques en distintas áreas del país (Huber *et al.*, 2010). Los cambios de bosques a cuerpos de agua se explican por la creación de nuevos embalses en el territorio nacional dentro del período de estudio.

3.4 Elaboración y análisis del mapa de cambio y permanencias para Venezuela: período 1988-2010

El mapa de cambios y permanencias para Venezuela (FIGURA 5), durante el período 1988-2010 mostró que 734.687,24 km² del total de superficie del país (80,17%) no experimentó cambios, mientras que los 181.757,76 km² restantes (19,83%) evidenciaron cambios en las coberturas (FIGURA 6).

En la FIGURA 7 se puede apreciar la extensión territorial en porcentaje de cada región natural del país, al igual que la superficie que ocuparon las áreas de cambios y permanencias expresados en porcentaje para cada región para el período 1988-2010. Destacan el delta del Orinoco y el escudo de Guayana como las regiones que mantuvieron mayor estabilidad durante el período de estudio; ambas regiones mantuvieron más de 85 % de su superficie sin experimentar cambios, resultados que validan la relativa poca intervención de la vegetación que se localiza al sur del río Orinoco; una situación similar se observó en el delta del río Orinoco. Ambas regiones presentan condiciones bio-físicas en las que prevalecen selvas de difícil acceso, llanuras que se mantienen permanentemente inundados, relieves abruptos para el caso del escudo de Guayana y suelos con poco valor agrícola. Además, importantes áreas se localizan dentro las figuras de protección como son las Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE). Estas condiciones han contribuido para la preservación de la vegetación en estas regiones.

Por otra parte, los sistemas de la Costa, de los Andes, Coriano, así como los Llanos y depresión del lago de Maracaibo (Cárdenas *et al.*, 2000) presentan mayor variabilidad espacial y en más del 15% de la superficie total de cada una de ellas se detectaron cambios en las coberturas originales. Todas estas regiones se localizan al norte del río Orinoco y han estado sometidas a una fuerte intervención antrópica, al extremo que en muchos lugares la

FIGURA 5 Áreas de cambio y permanencias de Venezuela, 1988-2010

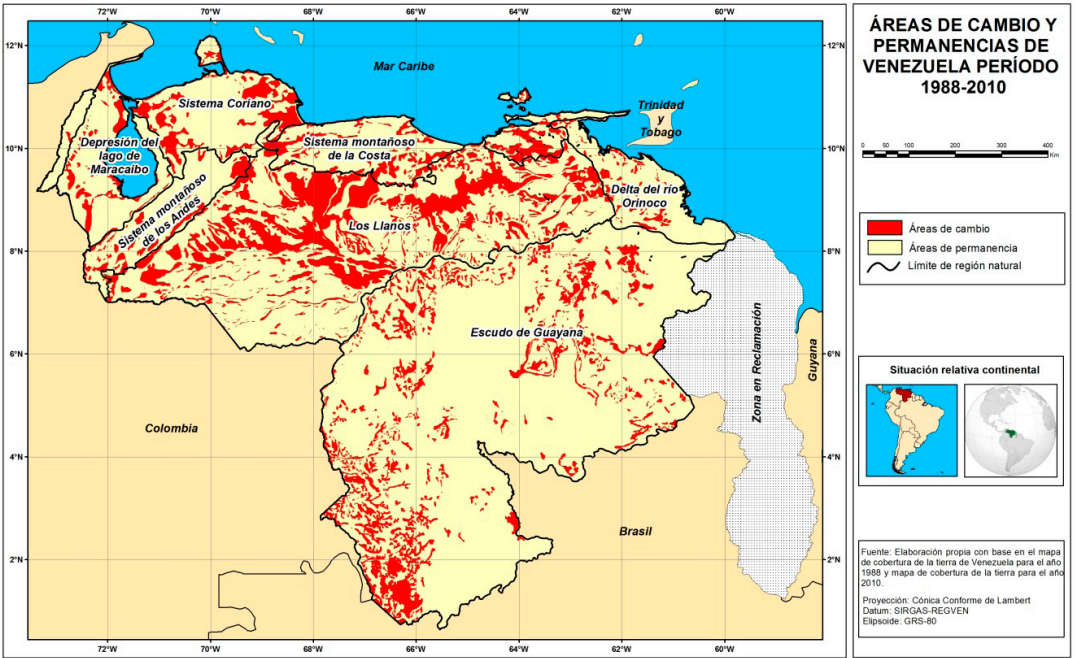


FIGURA 6 Área de cambio y permanencias expresadas en porcentaje (%) para Venezuela, 1988-2010

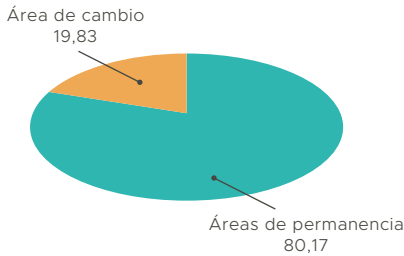
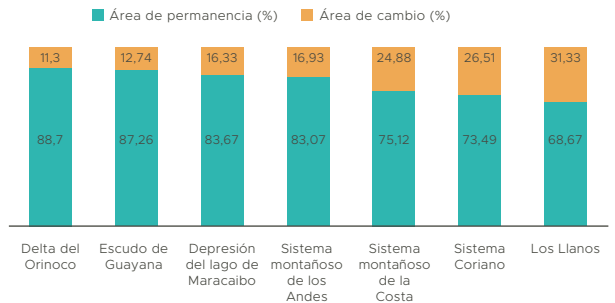


FIGURA 7 Áreas de cambio y permanencias expresadas en porcentaje (%) para cada región natural de Venezuela, 1988-2010



vegetación natural ha desaparecido por completo, siendo sustituida por la categoría de áreas intervenidas o por otros tipos de vegetación, siendo la región de los Llanos la más afectada, pues un poco más del 30% de su superficie experimentó cambios en el período estudiado.

4. Conclusiones

A escala nacional, la comparación de los mapas de cobertura de los dos años analizados (1988 y 2010), mostró que los bosques son la cobertura que más superficie perdió (122.688,72 km²); en contraposición las áreas intervenidas constituyen la cobertura que más incrementó su superficie con 106.558,01 km², indicando un alto grado de intervención antrópica durante el periodo analizado. Las causas que ocasionaron la reducción de la superficie de los bosques y, en general, de la vegetación natural del país fueron la expansión de la frontera agrícola, aumento de la población y expansión de áreas urbanas y suburbanas, explotación minera y forestal y deforestación.

La matriz de cambio obtenida a nivel nacional permitió observar la dinámica espacial de las categorías seleccionadas dentro del período de estudio (1988-2010), siendo las coberturas cuerpos de agua, manglares y vegetación de páramo las que mostraron menos cambios durante el período analizado. Por su parte, las coberturas que experimentaron mayores cambios fueron: áreas intervenidas, bosques, sabanas y herbazales, matorrales y matorrales espinosos. La direccio-

nalidad de los cambios observada en las matrices generadas indicó que todas las coberturas vegetales antes señaladas cedieron superficie a favor de las áreas intervenidas.

Por su parte, el mapa de cambio y permanencias muestra claramente que las regiones naturales que se localizan al norte del río Orinoco mostraron mayor dinamismo; en cambio, las regiones del escudo de Guayana y el delta del río Orinoco fueron las que mostraron menos variaciones espaciales, en relación a sus características bio-físicas y, en parte, a las figuras legales de protección presentes en dichas regiones.

Considerando lo expuesto anteriormente, el comportamiento de los cambios en la cobertura de la tierra a nivel nacional es originado principalmente por actividades antropogénicas. En consecuencia, la vegetación natural del país para el período 1988-2010 mostró una evidente disminución. Finalmente, se puede señalar que Venezuela posee una diversidad bio-física de gran importancia, y especial significancia tienen las formaciones vegetales del país, así como las diferentes cuencas hidrográficas donde se localizan gran parte de esta diversidad vegetal. Esta investigación mostró como las actividades humanas han ocasionado la disminución, e incluso en ocasiones, la desaparición de la cobertura vegetal natural, siendo sustituida por vegetación secundaria o a espacios totalmente intervenidos; es de suma importancia que se implementen nuevas estrategias para la conservación y protección de las distintas formaciones vegetales señaladas en este trabajo.

5. Nota

- ¹ Para este artículo se consideraron las regiones naturales de Venezuela descritas por Cárdenas *et al.* (2000), las cuales son: delta del Orinoco, escudo de Guayana, depresión del lago de Maracaibo, sistema montañoso de los Andes, sistema montañoso de la Costa, sistema Coriano y los Llanos.

6. Referencias citadas

- ALDANA D., A. y J. BOSQUE SENDRA. 2008. "Cartografía de la cobertura uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de La Culata, estado Mérida-Venezuela". *Revista Geográfica Venezolana*, 49(2): 173-200.
- CARDENAS, A. L.; CARPIO, R. y F. ESCAMILLA. 2000. *Geografía de Venezuela*. Editora FEDUPEL. Caracas, Venezuela.
- CENTENO, J. C. 2016. "La deforestación en Venezuela". Disponible en: ecologicas21.blogspot.com/2016/03/la-deforestacion-en-venezuela-julio.html.
- CHUVIECO, E. 1998. "El factor temporal en teledetección: evolución fenomenológica y análisis de cambios". *Revista de Teledetección*, (10): 1-9.
- HUBER, O y C. ALARCON. 1988. *Mapa de Vegetación de Venezuela, 1:2.000.000*. MARNR-BIOMA. Caracas, Venezuela.
- HUBER, O. y M. OLIVEIRA-MIRANDA. 2010. "Ambientes terrestres". En: J. P. RODRIGUEZ; F. ROJAS-SUAREZ y D. GIRALDO (eds.). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. pp. 29-86. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela.
- HUBER, O.; OLIVEIRA-MIRANDA, M.; RODRÍGUEZ, J. P.; ROJAS-SUÁREZ, F.; OLIVEIRA-MIRANDA, R.; HERNÁNDEZ-MONTILLA, M y S. ZAMBRANO-MARTÍNEZ. 2010. "Riesgo de eliminación de los ecosistemas terrestres de Venezuela". En: J. P. RODRIGUEZ; F. ROJAS-SUAREZ y D. GIRALDO (eds.). *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. pp. 109-231. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela.
- PACHECO, C.; AGUADO, I. y D. MOLLICONE. 2011. "Las causas de deforestación en Venezuela. Un estudio retrospectivo". *BioLlania* (Edición Esp.), 10: 281-292.
- REBOLLEDO, W. y A. ALBARRÁN. 2013. "Cambios de la cobertura boscosa en Venezuela y su relación con cambios en el clima". *Acta Biológica Venezuelica*, 33(1-2): 125-144.
- RODRÍGUEZ, J. P.; ROJAS-SUÁREZ F y D. GIRALDO (eds.). 2010. *Libro Rojo de los Ecosistemas Terrestres de Venezuela*. Provita, Shell Venezuela, Lenovo (Venezuela). Caracas, Venezuela.
- RODRÍGUEZ, J. P.; LAZO, R.; SOLÓRZANO, L. y F. ROJAS. (eds.). 1998. "Venezuela digital: Mapa de vegetación". Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro Internacional de Ecología Tropical (CIET). UNESCO. Disponible en: <https://ecosig.ivic.ve>. [Consulta: noviembre, 2016].
- ROSALES, A. y P. GARCÍA. 2015. "Las cuencas hidrográficas y su gestión integral". En: A. GABALDÓN; A. ROSALES; E. BUROZ; J. CÓRDOVA; G. UZCÁTEGUI y L. ISKANDAR (eds.). *Agua en Venezuela: una riqueza escasa*. Tomo 2. pp. 869-909. Primera edición, Fundación Empresas Polar. Caracas, Venezuela.
- VARGAS, F.; CHUVIECO, E.; SALAS, J. y E. MEZA. 2002. "Empleo de la teledetección en el análisis de la deforestación tropical: El caso de la Reserva Forestal Ticoporo (Venezuela)". *Serie Geográfica*, 10: 55-76.