
DINÁMICA DE LA DEFORESTACIÓN EN VENEZUELA: ANÁLISIS DE LOS CAMBIOS A PARTIR DE MAPAS HISTÓRICOS

CARLOS PACHECO ANGULO, INMACULADA AGUADO SUÁREZ
y DANILO MOLLICONE

RESUMEN

En este trabajo se evalúa la dinámica de los bosques de Venezuela, mediante técnicas de detección de cambios aplicadas a una serie de mapas históricos. El análisis permite identificar la superficie boscosa, las ganancias, pérdidas, cambios netos, tasas anuales de deforestación y porcentajes de pérdida del bosque en diferentes periodos entre 1920 y 2008. El estudio muestra que el mayor avance del bosque se produjo entre 1920-1960 con una ganancia de 8.699.600ha, mientras que las mayores pérdidas y cambios netos se presentaron entre 1960-1982, con -15.168.200ha y -10.877.800ha, respectivamente. Asimismo, para todo el periodo evaluado (1920-2008), se perdieron el -26,43% (-17.935.800ha) de los bosques venezolanos, con una

tasa promedio anual de -0,30%, siendo las zonas más afectadas la región Noroccidental, específicamente los Llanos occidentales y el sur del Lago de Maracaibo. El periodo entre 1982 y 1995 ha sido el más crítico para todo el país, por presentar la tasa promedio anual de pérdida más alta del periodo con -0,93% (-528.522ha). A pesar de que en la última década ha habido una recuperación del bosque de 3,27% (1.631.600ha), debido principalmente al proceso de expansión natural, la deforestación continúa, de manera alarmante, con pérdidas de -288.000ha/año. Los resultados han sido validados con estudios locales de deforestación.

La región de la Amazonía posee la mayor extensión de bosques primarios originarios, goza de la quinta parte de las disponibilidades mundiales de agua dulce y conserva el mayor río del planeta con más de 1000 afluentes y 2400 especies de peces (Santamarta, 1999). Estos bosques amazónicos fueron delimitados geográficamente en una propuesta realizada por el *Joint Research Center* a la Comisión Europea (JRC, 2005). El estudio determinó que dichos bosques poseen una superficie de 812.131.300ha.

Asimismo, según lo declarado por cada país integrante del Tratado de Cooperación Amazónico (TCA), Bolivia posee el 7,9%, Brasil 67,8%, Colombia 5,5%, Ecuador 1,7%, Guyana 2,8%, Perú 10,0%, Suriname 1,9% y Venezuela 2,4% (Gutiérrez *et al* 2004).

La Amazonía venezolana se sitúa en el estado Amazonas con 18.014.500ha. Sin embargo, en el estudio del JRC (2005) se incluyó dentro de la Amazonía venezolana al estado Bolívar, lo que significa un aumento del área a 43.595.000ha; es decir 5,6% de toda la

Amazonía. Los bosques amazónicos de los estados Amazonas y Bolívar, ubicados al sur del río Orinoco, junto con los bosques del norte del río Orinoco, ocupan según las estadísticas FRA 2010 (FAO, 2010) el 50,49% (46.275.000ha) de la superficie total de Venezuela (91.644.500ha). Estas cifras sitúan a Venezuela entre los 45 países del mundo que poseen una superficie forestal superior al 50% de su territorio y entre los 15 países con mayor área de bosques primarios y quinto con mayor bosque de Suramérica.

PALABRAS CLAVE / Deforestación / Detección de Cambios / Dinámica / Mapas Históricos / Venezuela /

Recibido: 28/11/2010. Modificado: 19/07/2011. Aceptado: 21/07/2011.

Carlos Pacheco Angulo. M.Sc. en Manejo de Cuencas Hidrográficas, Universidad de Los Andes (ULA), Venezuela y Tecnologías de la Información Geográfica, Universidad de Alcalá de Henares (UAH), España. Doctorando, UAH, España. Profesor, ULA, Mérida, Venezuela. Dirección: Escuela Técnica Superior Forestal, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Avenida principal Chorros de Milla. Complejo Forestal. Edificio A (CP 5101), Mérida, Venezuela. e-mail: carlosa@ula.ve

Inmaculada Aguado Suárez. Doctora en Cartografía, SIG y Teledetección, UAH, España. Profesora, UAH, España. e-mail: inmaculada.aguado@uah.es.

Daniilo Mollicone. Doctor en Ecología Forestal, Università di Padova, Italia. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa UN-REDD. Roma, Italia. e-mail: danilo.mollicone@fao.org

No obstante, históricamente Venezuela ha poseído mayor superficie de bosque que la señalada en la actualidad, puesto que las únicas áreas desprovistas de vegetación boscosa se ubicaban en los Andes y en los Llanos Centrales (Munder, 2003). La situación actual de los bosques venezolanos es producto de cambios en el uso y ocupación del suelo que desde épocas precolombinas ocasionaron grandes pérdidas de la cobertura vegetal (Pacheco *et al.*, 2011).

Para estudiar y comprender estos impactos, existen diversas metodologías. Por un lado, está el método basado en el estudio de casos a nivel local, que explica el modelo causal de la deforestación tropical (Mather y Needle, 2000). Los estudios de casos a nivel local identifican las causas de las pérdidas de la cobertura vegetal a través de análisis estadísticos, como el exploratorio de datos, regresión, estadísticas bayesianas y redes neuronales artificiales (Lesschen *et al.*, 2005), o a través del análisis de la li-

teratura (Lambin *et al.*, 2003; Pacheco *et al.*, 2011). Otro método para abordar la dinámica de la cobertura vegetal consiste en aplicar un análisis de detección de cambios, en la cobertura a partir de mapas históricos (Petit y Lambin, 2001, 2002). Petit y Lambin (2002) realizaron la reconstrucción histórica de los cambios en la cubierta terrestre en la población de Liernex Ardennes (Bélgica) en los últimos 225 años, a partir de una serie temporal de datos heterogéneos; utilizaron un método de integración de datos que consistió, por un lado, en la generalización de la leyenda de los mapas y, por otro, en la agregación espacial de cada mapa, llevando a una resolución espacial de 400m. Esta metodología permitió cuantificar, la tasa anual de deforestación en 1,40%.

Como objetivo principal de este estudio se ha establecido realizar un análisis de la dinámica de los cambios del bosque en Venezuela. Se aplica un análisis de detección de cambios en la cobertura vegetal entre 1920 y 2008. La

validación de los resultados se basa en la utilización de estudios de deforestación locales, con el fin de contrastar la magnitud de los procesos de cambio.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La Republica Bolivariana de Venezuela está situada en la parte septentrional de Suramérica, entre 00°38'53"-12°12'00"N y 59°47'50"-73°22'38"O, y cuenta con una superficie de 91.644.500ha (Figura 1). Posee un clima tropical lluvioso en la mayor parte del país, con una temporada seca marcada por la presencia de la alta presión del Atlántico y una temporada de lluvias afectada por la Zona de Convergencia Intertropical. La precipitación varía desde valores inferiores a 40mm anuales, en las zonas áridas y semiáridas de las regiones centrales y costeras, hasta valores superiores a 4000mm en el sur, en las zonas tropica-

TABLA I
HOMOGENIZACIÓN DE LA LEYENDA Y SISTEMAS CARTOGRÁFICOS DE LOS MAPAS UTILIZADOS EN LA COMPARACIÓN

Año	Leyenda		Proyección original	Esferoide original	Formato original
	Bosque	No bosque			
1920	Selva xerofítica, veranera, pluvial y templada	Sabana y páramo			Analógico (en papel)
1960	Selva (higrófila: inundada y siempreverde), bosque (higrófilo mesófilo, decíduo mesófilo, decíduo semi-seco, seco, de galería); y manglar	Estepas, praderas, páramo y otras			Analógico (en papel)
1982	Bosque (diferenciado por piso altitudinal, caducifolia, altura, densidad, fisiografía, intervención e inundación), bosque de galería (diferenciado por piso altitudinal y fisiografía), manglar	Matorral, espinar y sabanas y otras	Universal Transversal Mercator	La Canoa	Digital (vectorial)
1995	Bosque (diferenciado por piso altitudinal, caducifolia, altura, densidad, fisiografía, intervención e inundación), bosque de galería (diferenciado por piso altitudinal y fisiografía), manglar	Arbustales, herbazal, páramo y otras	Lambert ConformalConic	WGS84	Digital (vectorial)
2001	Árboles siempreverde (>15% de cobertura y 3m de alto), arboles deciduos cerrado, arboles regularmente inundado de agua dulce y arboles regularmente inundado de agua salada	Arbustos de hoja caduca, herbazales, herbazales o arbustos escasos, arbustos y / o herbácea regularmente inundado, cultivos y áreas manejadas, mosaico cultivo / árbol / vegetación natural y otras, mosaico de cultivo / arbusto o hierbas, áreas desnudas	Geográfica (Lat/Lon)	WGS84	Digital (raster)
2008	Bosque de hoja perenne y/o semi-deciduos (>15%, >5m), bosque caducifolios (>40%, >5m), bosque regularmente inundados con agua dulce, bosque semideciduos y/o siempre verde (>40%) regularmente inundados con agua salina	Secano, cultivo (50-70%) / pastizal, matorral; pastizal, matorral / cultivo (20-50%); matorral (50-70%) / pastizales (20-50%), pastizales (50-70%) / matorral (20-50%), arbustales (>15%) (<5 m), pastizales (>15%), vegetación escasa (>15%), vegetación cerrada (>15%), vegetación inundadas con agua dulce y con agua salina	Plate-Carrée	WGS84	Digital (raster)

Homogenización de la leyenda y sistemas cartográficos de los mapas utilizados en la comparación.

les. Las temperaturas medias diarias oscilan desde 28°C en zonas bajas continentales, hasta valores por debajo de 0°C en los páramos andinos. El país se divide en nueve regiones naturales: Los Andes, Depresión del Lago de Maracaibo, Región Insular, Cordillera de la Costa, Sistema de Colinas Lara-Falcón, Región Costera, Delta del Orinoco, Los Llanos y Guayana. La población, según el censo de 2001, es de 23.054.210 habitantes (MINAMB, 2005).

Datos

La serie temporal de mapas utilizada (Tabla I) está compuesta por seis documentos cartográficos. El primero es el *Mapa Ecológico de Venezuela* (Pittier, 1920), a escala 1:2M (millones). Bajo consideraciones técnicas más precisas en los criterios de clasificación y tomando como base el mapa físico y político del país de 1896, éste fue el primer documento realizado para clasificar la vegetación existente en Venezuela (Duno de Stefano *et al.*, 2006). El segundo mapa es el *Mapa de Vegetación de Venezuela* (Hueck, 1960) a escala 1:2M, realizado en base a fotografías aéreas y al mapa físico y político del país de 1928, y utilizando como sistema de clasificación el planteado por Holdridge (1947). El tercer documento utilizado es el *Mapa de Vegetación Actual de Venezuela* a escala 1:250.000, publicado por el antiguo Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales y Renovables (MARNR, 1982), cuya cartografía fue obtenida a partir de datos de sensores remotos (fotografías aéreas, imágenes de satélite –óptico y radar– obtenidas en 1977). El cuarto mapa incluido en el estudio es el *Mapa de Vegetación de Venezuela*, a escala 1:250.000 (MARNR, 1995), elaborado a partir de imágenes Landsat TM de 1988.

Después de esta última fecha no se han editado más documentos cartográficos de vegetación en el país. Sin embargo, son de ayuda documentos cartográficos más recientes, que contienen información sobre la cobertura vegetal de Venezuela, generados a escala continental y global con el objetivo de servir de información básica a los modelos de circulación global, y que permiten conocer el estado actual de la biosfera y avanzar escenarios de futuros climas (Mayaux *et*



Figura 1. Regiones identificadas en Venezuela para el análisis de la dinámica de la deforestación. Elaboración propia.

al., 2008). Se utilizaron dos de estos documentos. Uno de ellos es el *Mapa de Cobertura Global de la Tierra* (GLC2000), publicado con la colaboración de 30 instituciones internacionales y coordinado por el JRC, en 2001 (Bartholomé y Belward, 2005). Este mapa fue realizado a escala <1:5M con imágenes SPOT-VEGETATION de 1km² de resolución, con fechas que abarcan entre noviembre 1999 y diciembre 2000. Finalmente, se utilizó el *Mapa Global de Cobertura del Suelo* (GlobCover), publicado por la *European Space Agency* (Bicheron *et al.*, 2008), utilizando imágenes MERIS de 300m resolución. Las imágenes se obtuvieron entre diciembre 2004 y junio 2006 y la escala es <1:5M.

Métodos

La reconstrucción histórica de los cambios de cobertura del suelo requiere, a menudo, de la comparación de mapas de diferentes fuentes (Petit y Lambin, 2002). Este proceso de comparación de mapas es denominado por algunos como *wall-to-wall* (Achard *et al.*, 2002). Consiste en utilizar mapas de vegetación que comprendan toda el área de estudio para determinar la pérdida o ganancia del bosque en su conjunto. Bajo esta premisa, se analizaron los procesos de cambio de la cobertura de los bosques a través de una serie temporal de seis mapas. La combinación de estas fuentes heterogéneas requirió una homogenización previa en el contenido temático de los mapas y posterior generalización. Una vez efectuada la homogenización y generalización se aplicó un análisis de detección de cambios, lo que

permitió cuantificar la cobertura vegetal y los cambios experimentados entre fechas.

Homogenización de los datos

Esta se llevó a cabo en dos etapas: 1) Generalización temática, donde las categorías de cada mapa se agruparon en dos nuevas categorías, bosque y no bosque (Tabla I); y 2) Homogenización de formato y de proyección cartográfica, mediante la transformación a un formato digital único, ya que los mapas se encontraban en diferentes formatos (analógico y digital) y en diferentes referencias cartográficas (proyecciones y esferoide).

Respecto a la generalización temática, las categorías iniciales se agruparon en dos clases: bosque y no bosque. Se consideraron en cada mapa los sistemas de clasificación utilizados para discriminar las coberturas vegetales; que fueron evolucionando desde seis categorías con el mapa de Pittier de 1920, hasta 23 categorías con el mapa GlobCover de 2008. Esta evolución queda evidenciada en los criterios utilizados para diferenciar los bosques, donde se consideró el clima, nivel de inundación, topografía, caducifolia, localización geográfica, altura de los árboles y densidad de cobertura sobre el suelo. De esta manera, se diferenciaron (Tabla I) cuatro unidades básicas de selvas en el mapa de Pittier (1920), 11 de selva y bosques y 1 de manglar en Hueck (1960), 2 de bosque y 1 manglar en MARNR (1982 y 1995), 4 de árboles y 1 de manglar en GLC2000 (2001) y 4 de bosque y 1 de manglar en Globcover (2008).

Por su parte, la homogenización de formatos cartográficos se llevó a cabo siguiendo los siguientes criterios: se estableció como sistema de referencia cartográfica la proyección Lambert *Conformal Conic* y como esferoide el WGS84; como límite político-administrativo se tomó el oficial para Venezuela, establecido por el Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar (IGVSB); asimismo, se adoptó una resolución espacial manejable para todo el país de 300m. Con estos parámetros se realizó la transformación del formato de los mapas. Primero, se digitalizaron aquellos mapas en formato analógico, a través del método manual en pantalla. Luego se transformaron a formato *raster*

las capas vectoriales generadas, junto con los mapas que ya se encontraban en el formato vectorial. Finalmente, de los mapas que se encontraban en formato *raster*, a escala global, se extrajo la superficie de Venezuela, y se re proyectaron con los parámetros mencionados.

Detección de cambios en la cobertura vegetal

Una vez homogeneizados los datos, se identificaron las áreas de bosque en Venezuela, entre 1920 y la actualidad, y se aplicó un análisis de detección de cambios en la cobertura vegetal, por medio de una tabulación cruzada, que se efectuó mediante dos enfoques propuestos por Petit y Lambin (2002): el primero compara cada par de mapas de la serie temporal y el segundo toma como referencia el mapa de la primera fecha (1920), y a partir de éste se realiza la detección de cambios con los demás mapas de la serie. Este doble enfoque permitió obtener una matriz de confusión por cada detección de cambios, y a partir de éstas se derivaron las pérdidas, ganancias y cambios netos, mediante las ecuaciones planteadas por Pontius *et al.* (2004):

- Pérdida = Superficie inicial de bosque - Persistencia de bosque (1)
 Ganancia = Superficie inicial de no bosque - Persistencia de no bosque (2)
 Cambios netos = Pérdida - Ganancia (3)

De igual manera, se calcularon las tasas de deforestación a través de la ecuación planteada por Sader y Armond (1988):

$$\text{Porcentaje por año} = ((B1-B2) \times 100) / (B1 \times N)$$

donde B1: área de bosque en la fecha inicial, B2: área de bosque en la fecha final, y N: número de años del período.

Por último, se analizaron los lugares donde ocurrieron dichos procesos. Para facilitar este análisis se utilizaron cuatro regiones geográficas: Noroccidental, Centro-Norte, Nororiental y Sur (Figura 1) que fueron derivadas de los límites de las Regiones Naturales del país, comentadas en el apartado del área de estudio (IGVSB, 1999).

Validación

Con el propósito de contrastar los cambios identificados en la cobertura forestal en Venezuela a través de la detección de cambios, y conocer la magnitud de estos cambios mediante sus respectivas tasas, se consultaron estudios locales

sobre deforestación (Tabla II). Estos estudios han sido realizados en su mayoría por universidades e instituciones gubernamentales. Se han concentrado en la subregión Noroccidental y la región Sur del río Orinoco, donde se han producido la mayoría de los procesos de pérdida de los bosques del país. Los análisis están basados en datos procedentes de distintos sensores remotos y en distintos periodos de tiempo, apoyados en rigurosos chequeos de campo, tanto para la interpretación como para la validación, lo que hace que sean una fuente confiable de referencia para contrastar los cambios identificados en el presente trabajo.

Resultados

Evolución de las superficies de vegetación boscosa

La elaboración de la serie temporal cartográfica sobre la vegetación boscosa de Venezuela entre 1920 y 2008 permite observar la distribución espacial de los bosques en este país (Figura 2a) y la evolución de su superficie (Figura 2b) a lo largo de los últimos 88 años. Los datos cartográficos muestran que en 1920 Venezuela poseía una superficie boscosa de 67.854.900ha; es decir, 74,04% de

la superficie del país estaba ocupada por bosques, de los que 66,09% se ubicaban en la región sur y 33,91% al norte del río Orinoco; de este último porcentaje 19,97% pertenece a la región Noroccidental, 5,97% a la región Centro-Norte y 7,98% a la región Nororiental. Esta superficie descendió en 2008 a 49.919.100ha (54,47% de la superficie del país). En la actualidad, 73,36% de los bosques se localizan en la región Sur, 16,03% en la Noroccidental, 4,02% en la Centro-Norte y 6,59% en la Nororiental.

Detección de cambios en la cobertura vegetal

El análisis de detección de cambios realizado para cada par de mapas secuencialmente, considerando la primera fecha como referencia, generó las pérdidas, ganancias y cambios netos. En la Figura 3 se aprecia que las mayores ganancias entre periodos secuenciales ocurren entre 1920-1960 (8.699.600ha), seguido por el periodo 2001-2008 (5.808.500ha). El menor avance del bosque se produce entre 1982-1995 (1.722.800ha). Con respecto al periodo de mayores pérdidas y cambios netos, encontramos el periodo 1960-1982, con -15.168.200ha y -10.877.800ha, respectivamente,

seguido del periodo 1982-1995 con -8.593.600ha de pérdidas y -6.870.800ha de cambios netos. Asimismo, cabe destacar que el único periodo que presentó un cambio neto positivo se registró entre 2001-2008, con 1.631.600ha.

Por otro lado, considerando la primera fecha como referencia, encontramos que el periodo con mayores ganancias fue 1920-1960 (8.699.600ha), seguido de 2001-2008 (7.509.800ha), mientras que las mínimas ganancias se localizaron en el periodo 1920-1982 (2.320.500ha). Con referencia a las pérdidas y los cambios netos, tenemos que éstas fueron aumentando secuencialmente, desde -9.140.100ha de pérdidas y -440.500ha de cambios netos para 1920-1960, hasta -25.445.600ha de pérdidas y -17.935.800ha de cambios netos para el periodo 1920-2008.

Por su parte, las tasas anuales de deforestación en Venezuela (Figura 4) muestran que el periodo 1982-1995 fue el de mayor tasa de deforestación (-0,93%), seguido de 1960-1982 (-0,73%). Las tasas fueron menores en 1995-2001 (-0,46%). El periodo inicial, 1920-1960, presenta la tasa de deforestación más baja de la serie (-0,02%). Finalmente, el último periodo analizado, 2001-2008, presentó una tasa positiva de 0,68%, lo que permite cierto optimismo respecto a la recuperación de los bosques en el país.

La detección de cambios realizada tomando como referencia el año 1920 se expresa porcentualmente en la Figura 5, donde se observa que las pérdidas van incrementándose desde -0,65% para el periodo 1920-1960 hasta su máximo de -28,84% en el periodo 1920-2001. Después de este último periodo, descendió el valor en -2,41% para el periodo siguiente entre 1920-2008. Si se toma la distribución de los cambios por regiones, se observa que la zona situada al Norte del río Orinoco ha sido la de mayor dinamismo en los cambios, empezando por una ganancia del bosque entre 1920 y 1960, donde se destaca la región Centro-Norte con un 57,80%, seguida de la Noroccidental con 5,13% y la Nororiental con 2,68%. Por su parte, el periodo con mayor porcentaje de pérdida se sitúa entre 1920 y 2001, con -61,86% en la región Centro-Norte, -61,62% en la Noroccidental y -49,53% en la Nororiental. En el periodo 1920-2008 ocurrieron nuevamente pérdidas, aunque en menor porcentaje: -50,42, -40,94 y -39,26% en las regiones Centro-Norte, Noroccidental y Nororiental, respectivamente. Las oscilaciones recientes muestran una recuperación del bosque, destacando la región Noroccidental con 20,68%.

Por su parte, la región Sur revela en la mayoría de los periodos una tendencia regular de pérdida de bosques. No obstante, entre 1920 y 1982 el

ESTUDIOS SOBRE DEFORESTACIÓN REALIZADOS EN VENEZUELA UTILIZADOS EN LA VALIDACIÓN

Región	Subregión	Zona	Ubicación	Autor	Año de estudio	Periodo analizado	Pérdida(-ha) ganancia(+ha)	Pérdida (ha/año)	Tasa (% anual)	
Norte	Noroccidental	Toda la Subregión		Catalán	1992	1975-1988	-2.940.326	-216.188	-2,72	
		Llanos Occidentales	Todos los Llanos occidentales				-1.801.598	-128.726	-3,29	
		Sur del Lago de Maracaibo	R.F. Ticoporo		Veillón	1977	1950-1975	-1.289.000	-50.000	-
					Matute	1984	1963-1979	-	-80.000	-
			R.F. Caparo		Chuvieco <i>et.al.</i>	2002	1972-1997	-80.000	-3.200	-
					Pozzobon y Osorio	2002	1963-2001	-135.225	-3.424	-2
			Cuenca río Zulia		Pozzobon	1985	1972-1978	-5.691	-948,50	-2,35
					Maldonado	2009	1987-2007	-95.961	-4.798	-3,2
			Toda la zona		Catalán	1992	1975-1988	-994.582	-82.882	-7,43
			Cuenca río Torondoy				1988-2003	-3.588	-239,2	-1,1
	Cuenca río Tucaní			Pozzobon <i>et.al.</i>	2004	1986-2003	-1.606	-94,5	-0,5	
	Cuenca río Frío					1986-2003	-794	-46,7	-0,4	
	P.N. Sierra La Culata		Aldana y Bosque	2008	1988-2003	-13.623	-908,2	-		
	Andina	Toda la zona					-501.344	-38.564,92	-2,21	
		Mérida		Catalán	1992	1975-1988	122.808	-9.446,77	-1,65	
		Trujillo	137.428				-10.571,38	-2,66		
		Táchira	241.108				-18.546,77	-2,33		
		Cuenca del río Santo Domingo	Lozano				2006	1979-2005	+404	-
		Cuenca del río Mucujún		Gutiérrez	1999	1988-1996	+877	-	-	
		Cuenca Nuestra Señora Albarregas Burbusay y Miquía		Hernández y Pozzobon	2002	1952-1972	-4.131	-207	-3,6	
		1952-1984	-16,6			-0,6	-0,1			
					1966-1997	-558,4	-18	-3,3 y -0,3		
Falcón		Cuenca San Pedro	Hernández y Pozzobon	2002	1966-1977	-961,7	-32	-2,1		
Amazonas	Todo el estado Amazonas	Meneses	1992	1985-1990	-43.480	-8.696	-			
Sur	Guayana	Bolívar	Bajo Caura	Bevilacqua <i>et al.</i>	2007	1975-2005	-23.700	-790	-2,7	
						1975-1993	-5.700	-320	-	
						1993-2005	18.000	-1.500	-	

valor disminuyó 0,75% con respecto al período anterior 1920-1960, lo que se interpretaría como una recuperación del bosque.

La dinámica espacial de los cambios puede observarse en el mapa de la Figura 6, donde se muestran las ganancias, pérdidas y cambios netos en las masas forestales para el período completo del estudio (1920-2008). Se observa que en los últimos 88 años la región sur de Venezuela permanece bastante estable, con algunos espacios afectados por un cambio neto de masas boscosas de -18,34%. Por el contrario, las zonas situadas al norte del río Orinoco muestran un alto grado de cambio de procesos de pérdidas y ganancias de vegetación, del -68,86 y 26,65% respectivamente, siendo su cambio neto de -42,21%.

Discusión

Dinámica de la deforestación

Los productos cartográficos utilizados fueron originados con diferentes objetivos. Esto significa que las escalas, los contenidos temáticos, los criterios metodológicos y las bases cartográficas empleadas fueron distintas, así como la precisión cartográfica final de cada uno de ellos. Todos estos productos cartográficos fueron validados durante su creación mediante chequeo de campo (1920, 1960, 1982 y 1995) e imágenes de alta resolución (2001 y 2008). Sin embargo, se puede decir que el mapa de 1920 es el menos fiable, ya que sus bases cartográficas (mapas físicos y políticos de la época) se originaron con métodos antiguos

de levantamiento topográfico, donde la referencia eran coordenadas astronómicas. En los mapas de 2001 y 2008, a pesar de utilizar técnicas avanzadas, la baja y media resolución espacial de su base cartográfica hacen que los procesos de generalización cartográfica se acentúen, dándole menor fiabilidad a nivel nacional. En este orden de fiabilidad puede considerarse el mapa de 1960, ya que se realizó en base a fotografías aéreas y a escala 1:2M para todo el país. Por su parte, los mapas de 1982 y 1995 son los de mayor fiabilidad, puesto que la base cartográfica utilizada fue de alta resolución y su interpretación fue llevada a cabo con personal técnico especializado de las distintas oficinas regionales del MARNR. A pesar de estas imprecisiones, los resultados presentados son una información valiosa para conocer

de manera aproximada la dinámica de los bosques y el estado actual del complejo paisaje del país.

Desde un punto de vista espacial, las mayores pérdidas de bosque se concentraron en la región Norocciden-

tal, específicamente la zona de los Llanos occidentales y la zona sur del Lago de Maracaibo. Temporalmente, las mayores ganancias se observaron entre 1920-1960 (8.699.600ha). Esta recuperación del bosque se debe al abandono de las tierras agrícolas, por el éxodo desde el medio rural hacia las áreas petroleras y urbanas, proceso provocado por el boom petrolero (Pacheco *et al.*, 2011). Por otro lado, las mayores pérdidas fueron de -15.168.200ha y los mayores cambios netos fueron de -10.877.800ha, los cuales se dieron entre 1960-1982, cuando el Estado implementó acciones políticas que transformaron el territorio, mediante la modernización de la agricultura, inversiones en los sistemas de riego, vialidad, saneamiento ambiental, vivienda, salud y educación (Rojas, 2008).

Durante todo el periodo analizado (1920-2008), se perdieron -17.935.800ha (26,43%) de bosques del país, con una tasa promedio anual de -0,30%. Los mayores promedios de tasas anuales de deforestación se concentraron entre los años 1982-1995, con -0,93% (-528.522ha), resultado éste corroborado tanto por los estudios locales de deforestación como por las evaluaciones de la FAO para los periodos 1980-1990 (FAO, 1995) y 1990-1995 (FAO, 1997). Este último estudio aporta una tasa promedio anual de deforestación de -1,2%, superior a la alcanzada en otros ambientes tropicales. Por ejemplo, la tasa promedio anual de deforestación de Brasil y Perú para este periodo fue de -0,5% y -0,3%, respectivamente. En la última década ha habido una recuperación del bosque de 1.631.600ha (3,27%), debido principalmente al proceso de expansión natural; sin embargo, la deforestación continúa de manera alarmante, con pérdidas de -288.000ha/año (FAO, 2010).

Validación

Los estudios de deforestación en las diferentes zonas de Venezuela, corroboran los resultados obtenidos mediante el análisis de detección de cambios. Los trabajos consultados revelan que las mayores pérdidas de cobertura vegetal en el país se localizan en la zona situada al norte del río Orinoco (Bevilacqua *et al.*, 2002), específicamente en los Llanos Occidentales, en la región Noroccidental, alcanzando cifras de -1.289.000ha entre 1950 y 1975 (Veillón, 1977), y de -1.801.598ha entre 1975 y 1988 (Catalán, 1992), con promedios anuales de -50.000 y -128.726ha entre periodos. Después de estos periodos, no se han realizado estudios de deforestación, de manera conjunta, en esta subregión Noroccidental.

Otros estudios más locales (Chuvieco *et al.*, 2002, Maldonado, 2009) han reve-

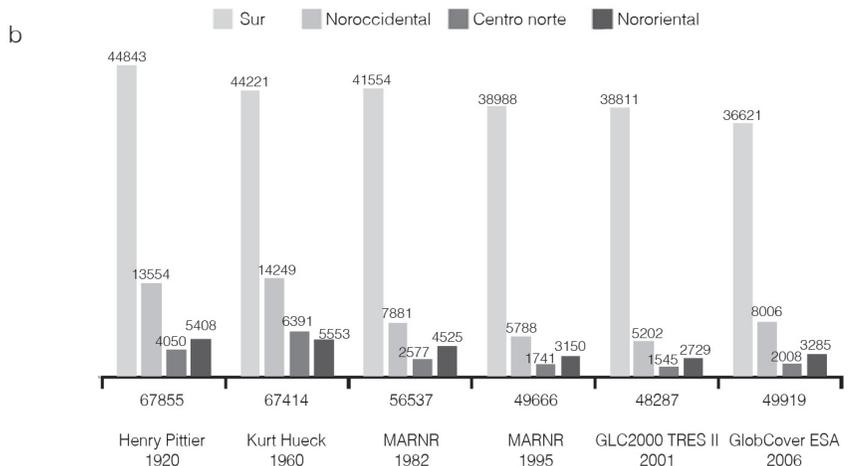
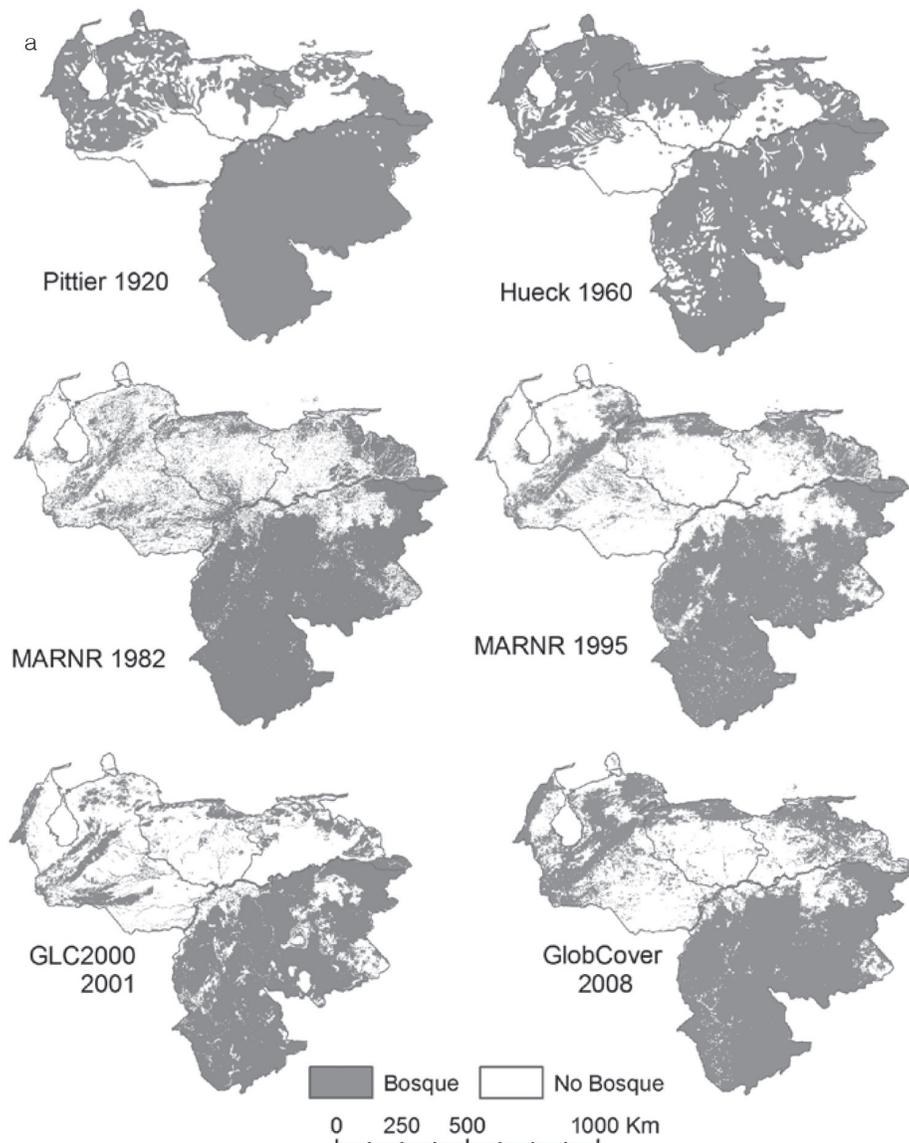


Figura 2. Cobertura de los bosques en Venezuela en la serie de tiempo analizada. Distribución espacial (a) y su superficie forestal en miles de ha, en las distintas regiones (b). Elaboración propia.

lado que los procesos han continuado, específicamente en las Reservas Forestales (RF), donde se concentran la mayoría de los bosques primarios de la región Noroccidental. Así lo demuestran los promedios de pérdida anuales de -3.200ha de bosque en la RF de Ticoporo hasta el 2002 y de -4.798ha en la RF de Caparo hasta 2009.

La segunda zona con mayores pérdidas de cobertura vegetal del país se localiza al Sur del Lago de Maracaibo, en la región Noroccidental del país. Según Catalán (1992), se registró una pérdida de -994.582ha entre 1975 y 1988, que representó el -89,2% del total de los bosques de la zona. A partir de entonces los estudios se han concentrado en las

cabeceras de las cuencas ubicadas en la zona del piedemonte andino. El estudio realizado por Pozzobon *et al.* (2004) señala pérdidas de -239,2ha/año en la cuenca del río Torondoy para el período 1988-2003, de -94,5ha/año en la cuenca del río Tucaní entre 1986 y 2003, y de -46,7ha/año en la cuenca del río Frío para el mismo período. Asimismo, esas cabeceras de cuenca fueron evaluadas por Aldana y Bosque (2008), en el Parque Nacional Sierra La Culata, que comparte sus límites entre esta subregión y la Andina; registró para 1988-2003 una pérdida de -908,2ha/año, con el mayor porcentaje en las cabeceras de cuenca, al sur del Lago Maracaibo.

Por su parte, la deforestación entre 1975 y 1988 de la subregión Andina, situada en la región Noroccidental, fue analizada por Catalán (1992). En este período se deforestaron -501.344ha, las que se concentraron, principalmente, en el estado Táchira, con -241.108ha. Después de esta fecha se han realizado, de manera muy puntual, estudios como el de Hernández y Pozzobon (2002), que reflejan como ha sido la dinámica de los bosques andinos. Estos estudios han registrado procesos de pérdida forestal que van desde -207 ha/año entre 1952-1972 hasta -0,6ha/año entre 1952-1984. De igual manera, se detectaron procesos de ganancia de masa forestal en la subregión Andina, que van desde 109,6ha/año entre 1988-1996 (Gutiérrez, 1999) hasta 15,5ha/año en 26 años (1979-2005; Lozano, 2006).

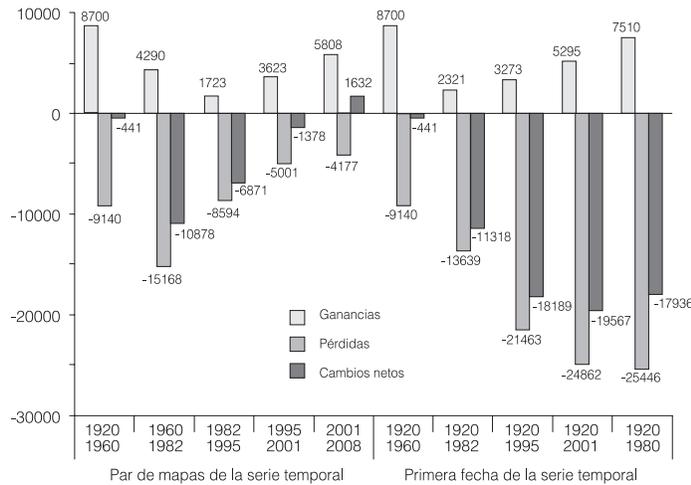


Figura 3. Pérdidas, ganancias y cambios netos, generados de las matrices de confusión, para cada par de mapas secuencialmente y tomando como referencia la primera fecha de la serie temporal. Datos expresados en miles de ha. Elaboración propia.

Otros espacios de la región Noroccidental, como la cuenca de San Pedro en el estado Falcón, registraron una pérdida forestal de -32ha/año entre 1966-1977 (Hernández y Pozzobon, 2002).

Con respecto a las áreas forestales de la región Sur, se han realizado pocos es-

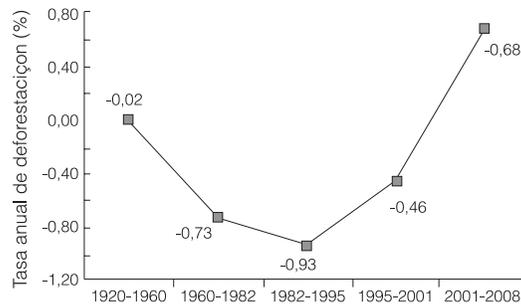


Figura 4. Tasa anual de deforestación, en porcentaje, para cada par de series de tiempo analizadas. Elaboración propia.

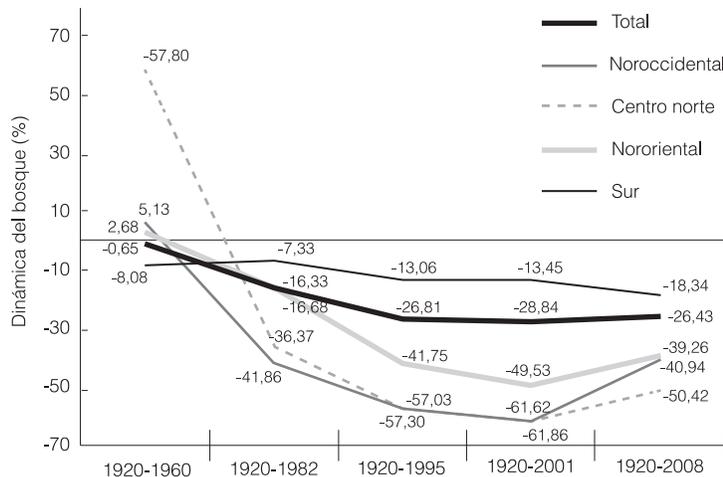


Figura 5. Dinámica porcentual acumulada de las pérdidas y ganancias de los bosques, en cada par de series de tiempo, tomando como referencia la primera fecha (1920). Datos para todo el país, y por regiones. Elaboración propia.

tudios de deforestación. En uno de ellos (Meneses, 1992) realizado en el estado Amazonas, para el período 1985-1990, se encontró una pérdida de -8.696ha/año. Asimismo, en la parte norte de la cuenca del Caura, Bevilacqua *et al.* (2007) obtuvieron pérdidas de -790ha/año para el período 1975-2005, concentradas mayormente entre 1993 y 2005 con -1.500ha/año.

Conclusiones

Los resultados generados son una aproximación al conocimiento de la historia de los bosques venezolanos. Este estudio preliminar se puede mejorar abordando análisis con diferentes resoluciones espaciales, para aumentar la precisión o incrementar

la serie temporal, incorporando mapas de otras fechas, tales como el *Mapa Ecológico de Venezuela* de Ewel y Madriz (1976) o el *Mapa de Vegetación de Venezuela* de Huber y Alarcón (1988). Asimismo, para conocer la precisión de los últimos cuatro mapas de la serie histórica, se pueden utilizar imágenes de satélite de alta resolución.

A partir de la elaboración de este estudio, se aprecia la necesidad urgente de evaluar en forma frecuente la deforestación en Venezuela, a través de sensores remotos. La utilidad del seguimiento de la deforestación a partir de imágenes de satélite queda corroborado por las prácticas desarrolladas en otros entornos tropicales, como en Brasil, que bajo un enfoque *wall-to-wall*, ha venido realizando anualmente, desde 1988, el análisis de toda la superficie del país con imágenes Landsat de 30m (INPE, 2005), o la India, que desde 1981 evalúa bianualmente la deforestación del país con imágenes Landsat 80 y 30m y con imágenes IRS P6- LISS III de 36,25m y 23,5m (FSI, 2009). Otros estudios de deforestación realizados a partir de imágenes satelitales han utilizado un análisis de muestreo, como los estudios de la FAO, que ofrecen estadísticas sobre tasas de deforestación (FAO, 1995, 1997, 2010), o el proyecto de Observación por Satélite de los Ecosistemas Ambientales Tropicales II (TREES II) del JRC, de la Comisión Europea, para determinar la tasa de deforestación de países tropicales (Achard *et al.*, 2002).

Estos resultados pueden ser considerados como un primer avance en los estudios de

cambio climático y del ciclo de carbono, pérdida de biodiversidad, sostenibilidad de la agricultura o de sumidero de agua potable, o para la modelización futura de los procesos de deforestación. En este sentido, disponer de información sobre los procesos de deforestación ayuda en la elaboración y publicación de inventarios sobre las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero y en la formulación de planes para reducir y controlar dichas emisiones. La conservación y el establecimiento de nuevos bosques en el país, servirán de sumidero de CO₂, como parte de los compromisos adquiridos por Venezuela ante el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambios Climáticos (IPCC) de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (UNFCCC).

AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece a la Universidad de Los Andes la beca para estudios de doctorado en la Universidad de Alcalá de Henares (UAH), España, y Departamento de Geografía, UAH, por el apoyo brindado durante la realización de dichos estudios.

REFERENCIAS

Achard F, Eva H, Stibig H, Mayaux P, Gallego J, Richards T, Malingreau J (2002) Determination of deforestation rates of the world's humid tropical forests. *Science* 297: 999-1002.

Aguilera M, Azócar A, González E (2003) *Biodiversidad en Venezuela*. Tomo II. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. pp. 862-883.

Aldana A, Bosque J (2008) Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra La Culata. Mérida - Venezuela. *Periodo 1988-2003*. *Geofocus* 8: 139-168.

Bartholomé E, Belward A (2005) GLC2000: A new approach to global land covers mapping from Earth observation data. *Int. J. Rem. Sens.* 26:1959-1977.

Bevilacqua M, Cárdenas L, Flores A, Hernández L, Lares E, Mansutti A, Miranda M, Ochoa J, Rodríguez M, Seling E (2002) *The State of Venezuela's Forest: with a Focus on the Guayana Region*. Global Forest Watch / Fundación Polar. Caracas-Venezuela. 132 pp.

Bevilacqua M, Medina D, Cárdenas L (2007) *Situación de los Bosques en la Guayana, Ven-*

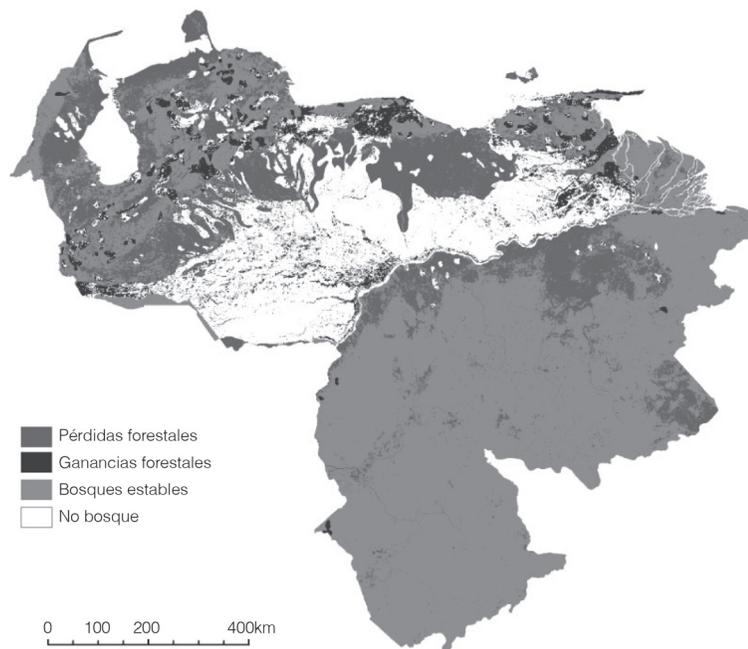


Figura 6. Pérdidas, ganancias y bosques estables en Venezuela, durante los periodos de 1920-2008.

zuela: *La Cuenca del Río Caura como Caso de Estudio*. Asociación Venezolana para la Conservación de Áreas Naturales (ACOA-NA). Caracas, Venezuela. 8 pp.

Bicheron P, Defourny P, Brockmann C, Schouten L, Vancutsem C, Huc M, Bontemps S, Leroy M, Achard F, Herold M, Ranera F, Arino O (2008) *GlobCover 2005 - Products description and validation report. Ver. 2.1*. European Space Agency-IONIA. <http://ionia1.esrin.esa.int/>

Catalán A (1992) *El Proceso de Deforestación en Venezuela entre 1975-1988*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Caracas, Venezuela. 11 pp.

Chuvieco E, Salas J, Meza E, Vargas F (2002) Empleo de la teledetección en análisis de la deforestación forestal tropical: el caso de la reserva forestal de Ticoporo (Venezuela). *Serie Geográfica* 10: 55-76.

Duno de Stefano R, Aymard G, Huber O (2006) *Catálogo Anotado e Ilustrado de la Flora Vascular de los Llanos de Venezuela*. FUNE-NA-Fundación Polar-FIBV. Caracas, Venezuela. XXX pp.

Ewel J, Madriz A, Tosi J. (1976) *Zonas de Vida de Venezuela. Memoria Explicativa sobre el Mapa Ecológico*. Ediciones del Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Caracas. Venezuela. 265 pp.

FAO (1995) *Forest Resources Assessment 1990 Tropical Forest Plantation Resources*. Forestry and Forest Division, Food and Agricultural Organization. UNESCO. Roma, Italia. www.fao.org/docrep/007/v8330e/v8330e00.htm#TOC

FAO (1997) *State of the World's Forests 1997*. Forestry and Forest Division, Food and Agricultural Organization. UNESCO. Roma, Italia. www.fao.org/docrep/w4345e/w4345e00.htm.

FAO (2010) *Global Forest Resources Assessment 2010*. www.fao.org/forestry/fra/fra2010/en/

FSI (2009) *State of Forest Report 2009*. Forest Survey of India. Dehra Dun, India. 226 pp.

Gutiérrez F, Acosta L, Salazar C (2004) *Perfiles Urbanos de la Amazonia Colombiana*. SINCHI. Bogotá, Colombia. 258 pp.

Gutiérrez J (1999) *Utilización de Técnicas de PDI y SIG en la Determinación de Cambios en la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra, Cuenca del Río Mucujún, Estado Mérida, Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 230 pp.

Hernández E, Pozzobon E (2002) Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Rev. For. Venez.* 46: 35-42.

Huber O, Alarcón C (1988) Mapa de vegetación de Venezuela 1:2.000.000. The Nature Conservancy, MARNR, Oscar Todtmann Editores. Caracas. Venezuela.

Hueck K (1960) *Mapa de Vegetación de Venezuela*. Bol. IFLA 7: 3-15. Mérida, Venezuela. 1:2.000.000. [Mapa reproducido en el Atlas agrícola de Venezuela (1960) a escala 1:4.000.000].

IGVSB (1999) *Mapas de Regiones Naturales de Venezuela*. Instituto Geográfico de Venezolano Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.

INPE (2005) *Monitoring of the Brazilian Amazonian: Projeto PRODES*. National Space Agency of Brazil. www.obt.inpe.br/prodes/.

JRC (2005) *A Proposal for Defining the Geographical Boundaries of Amazonia*. Eva H, Huber O, Editores. Joint Research Center. Ispra, Italy. 38 pp.

Lambin E, Geist H, Lepers E (2003) Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annu. Rev. Env. Resour.* 28: 205-241.

Lesschen J, Verburg P, Staal S (2005) *Statistical Methods for Analysing the Spatial Dimension of Changes in Land Use and Farming Systems*. LUCS Report Series 7. The International Livestock Research Institute, Nairobi, Kenya y LUCS Focus 3 Office. Wageningen University, Holanda. 80 pp.

Lozano E (2006) *Análisis de Cambio Multitemporal de Uso de la Tierra en la Cuenca Alta del Río Santo Domingo, Estado Mérida, Venezuela*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 147 pp.

Maldonado H (2009) *Análisis de la Deforestación en la Reserva Forestal Caparo-Venezuela, Periodos 1987-1994, 1994-2007 y 1987-2007*. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 190 pp.

MARNR (1982) *Mapa de Vegetación Actual de Venezuela*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Caracas Venezuela.

MARNR (1995) *Mapa de Vegetación de Venezuela*. Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Caracas Venezuela.

Mather A, Needle C (2000) The relationships of population and forest trends. *Geogr. J.* 166: 22-13.

Matute D (1984) *Las Deforestaciones con Fines Agropecuarios*. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Serie Informes Técnicos DGSIIA/IT/188. Caracas, Venezuela.

- Mayaux P, Eva H, Brink A, Achard F, Belward A (2008) Remote sensing of land-cover and land-use dynamics. En *Earth Observation of Global Change. The Role of Satellite Remote Sensing in Monitoring Global Environment*. Springer. Londres, RU. 300 pp.
- Meneses C (1992) *Monitoreo del Bosque Lluvioso Tropical. Una Perspectiva Multitemporal*. Proyecto PANAMAZONIA, Caso Venezuela. MARNR. Caracas, Venezuela. 66 pp.
- MINAMB (2005) *Información Forestal*. Dirección General de Bosque. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Caracas Venezuela. www.minamb.gob.ve/.
- Munder S (2003) *Oil Wealth and the Fate of the Forest. A Comparative Study of Eight Tropical Countries*. Routledge, Taylor & Francis. Londres, RU. 131-169 pp.
- Pacheco C, Aguado I, Mollicone D (2011) Las causas de la deforestación en Venezuela: Un Estudio Retrospectivo. *Biollania 10*: 281-292 pp.
- Peñaloza R, González J, Guerra F, Gómez H (2008) La deforestación en la cuenca del río Zulia, Barinas, Venezuela. Análisis preliminar utilizando SIG. *Geoenseñanza 13*: 71-82.
- Petit C, Lambin E (2001) Integration of multi-source remote sensing data for land cover change detection. *Int. J. Geogr. Inf. Sci.* 15: 785-803.
- Petit C, Lambin E (2002) Impact of data integration technique on historical land-use/land-cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes. *Landscape Ecol.* 17: 117-132.
- Pittier H (1920) *Esbozo de Las Formaciones Vegetales de Venezuela con una Breve Reseña de Los Productos Naturales y Agrícolas (Complemento Explicativo del Mapa Ecológico de Venezuela 1920)*. Litografía del Comercio: Caracas. 44 pp.
- Pontius RG Jr, Shusas E, McEachern M (2004) Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. *Agric. Ecosyst. Env.* 101: 251-268.
- Pozzobon E (1985) *Estudio de las Deforestaciones en las Reservas Forestales de Caparo y Tico-poro sobre Imágenes LANDSAT, MSS*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela. 46 pp.
- Pozzobon E (1995) *Estudio de la dinámica de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Caparo mediante imágenes HRV SPOT*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 86 pp.
- Pozzobon E, Osorio A (2002) Evaluación de las deforestaciones en la reserva forestal de tico-poro, estado Barinas - Venezuela, en base al análisis multitemporal de imágenes de percepción remota. *Rev. Geogr. Venez.* 43: 215-235.
- Pozzobon E, Hernández E, Dugarte I (2004) Evaluación del proceso de deforestación en tres cuencas del piedemonte lacustrino de La Cordillera de Los Andes. *Rev. Forest. Venez.* 48: 14-22.
- Rojas J (2008) Venezuela. Cambios y desafíos territoriales desde la geodiversidad de la agricultura. Medio humano, establecimientos y actividades. En *Geo Venezuela*. Tomo 3 Fundación Polar. Caracas Venezuela. pp. 302-381.
- Sader S, Armond (1988) Deforestation rates and trends in Costa Rica, 1940 to 1983. *Biotropica*. 20: 11-19.
- Santamarta S (1999) La situación actual de bosques en el mundo. En *Historia de los Bosques*. Celeste. Madriz, España: pp. 481-506.
- Veillón J (1977) Las deforestaciones en los Llanos Occidentales de Venezuela desde 1950 a 1975. En *Conservación de los Bosques Húmedos de Venezuela*. Caracas Venezuela. Ed. 1979, pp. 97-110.

DEFORESTATION DYNAMICS IN VENEZUELA: ANALYSIS OF CHANGES USING HISTORICAL MAPS

Carlos Pacheco Angulo, Inmaculada Aguado Suárez and Danilo Mollicone

SUMMARY

This paper evaluates forest dynamics in Venezuela, using change detection techniques applied to a series of historical maps. The analysis allows the identification of forest area, loss, gain, net change, annual rates of deforestation and forest loss percentages in different time periods between 1920 and 2008. The study shows that the largest forest gain took place between 1920 and 1960, with an increase of 8,699,600ha, while the biggest losses and net changes occurred between 1960 and 1982, with -15,168,200ha and -10,877,800ha, respectively. Also, for all the period evaluated (1920-2008), -26.43% (-17,935,800ha) of the Venezuelan forests were lost, at an annual rate of -0.30%, be-

ing the most affected areas the Northwest region, in particular the Western Llanos and the south of the Maracaibo Lake. The period between 1982 and 1995 was the most critical for all the country, as it shows the highest mean annual rate of forest loss in the whole period with -0.93% (-528,522ha). Despite the fact that in the last decade there has been a forest recovery of 3.27% (1,631,600ha), mainly due to the natural expansion process, deforestation continues at an alarming rate, with losses of 288,000ha/year. The results have been validated with local studies on deforestation.

DINÂMICA DA DEFLORESTAÇÃO NA VENEZUELA: ANÁLISE DAS ALTERAÇÕES A PARTIR DE MAPAS HISTÓRICOS

Carlos Pacheco Angulo, Inmaculada Aguado Suárez e Danilo Mollicone

RESUMO

Neste trabalho avalia-se a dinâmica das florestas da Venezuela, mediante técnicas de detecção de alterações aplicadas a uma série de mapas históricos. A análise permite identificar a superfície florestal, ganhos, perdas, alterações líquidas, taxas anuais de deflorestação e percentagens de perda de floresta em diferentes períodos entre 1920 e 2008. O estudo mostra que o maior avanço da floresta se deu entre 1920-1960 com um ganho de 8.699.600ha, enquanto que as maiores perdas e alterações líquidas ocorreram entre 1960-1982, com -15.168.200ha e -10.877.800ha, respectivamente. Também, para todo o período avaliado (1920-2008), houve uma perda de -26,43%

(-17.935.800ha) das florestas Venezuelanas, com uma taxa média anual de -0.30%, sendo a região Noroeste, especificamente os Llanos ocidentais e o sul do Lago de Maracaibo, as zonas mais afetadas. O período entre 1982 e 1995 foi o mais crítico para todo o país, por apresentar a taxa de perda anual média mais alta, com -0.93% (-528,522 ha). A pesar de, na última década, ter havido uma recuperação do bosque de 3,27% (1.631.600ha), devido, essencialmente, ao processo de expansão natural, a deflorestação continua, de modo alarmante, com perdas de -288.000ha/ano. Os resultados foram validados com estudos locais de deflorestação.