

# CAMBIO DEL PAISAJE EN LA SUBCUENCA RÍO ANÚS (1996-2016), ESTADOS TRUJILLO Y PORTUGUESA, VENEZUELA\*

## Change of the landscape in the river Anús basin (1996-2016), Trujillo and Portuguesa states, Venezuela

Jhon Antonio Méndez Ortiz<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se describió la dinámica de cambio del paisaje durante los últimos 20 años para la subcuenca del río Anús ubicada entre los estados Trujillo y Portuguesa en Venezuela. La interpretación visual de imágenes satelitales, permitió definir patrones de uso de la tierra y además, comparaciones temporales de posibles cambios ocurridos en el tiempo. Con la clasificación no supervisada de imágenes Landsat en ArcGIS 10.2, se definieron seis (06) categorías de cobertura y uso del suelo entre los años 1996 y 2016, estas son: vegetación sin intervención aparente, vegetación con intervención moderada, vegetación paramera, ríos, producción agrícola con moderada cobertura vegetal y producción agrícola con poca cobertura vegetal. La cobertura de bosques primarios disminuyó 4,89 % del área total (47.705 ha) en un periodo de 20 años, no obstante, 1.567,55 ha (3,28 %) de cultivos migratorios fueron abandonadas y se transformaron en vegetación secundaria, sin embargo, el área alterada aún es mayor (53,0 %). Con el análisis de cambio aplicado con *Image Analysis (Difference)*, se detectó deforestación para la Subcuenca (8,61 %), evidentemente en los poblados cercanos al Parque Nacional Guaramacal (PNG). Contrariamente, se encuentra 11,96 % de recuperación de áreas, las más notables se ubican en la zona de "recuperación integral" del PNG. Por su parte, las áreas conservadas se mantuvieron en 33,82 % sin cambios, mientras que las áreas intervenidas sin cambios fue de 44,87 %. En consecuencia, la deforestación se sostiene en la zona para la expansión agrícola, pero también la recuperación natural se evidencia en múltiples áreas. Es necesario proponer zonas funcionales de conservación y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

**Palabras clave:** cobertura boscosa, teledetección, análisis multitemporal, río Anús.

### ABSTRACT

The dynamics of landscape change during the last 20 years was described for the Anús river sub-basin located between the states of Trujillo and Portuguesa in Venezuela. The visual interpretation of satellite images allowed defining land use patterns and temporal comparisons of possible changes that occurred over time. With the unsupervised classification of Landsat ArcGIS 10.2 images, six (06) categories of coverage and land use were defined between the years 1996 and 2016. Vegetation without apparent intervention, vegetation with moderate intervention, paramo vegetation, rivers, agricultural production with moderate vegetal cover and agricultural production with little vegetal cover. The primary forest cover decreased 4.89 % of the total area (47,705 ha) in a period of 20 years, contrariwise, 1,567.55 ha (3.28 %) of migratory crops were abandoned and transformed into secondary vegetation, nevertheless, the disturbed area is still greater (53.0 %). With the analysis of change applied with *Image Analysis (Difference)*, deforestation was detected for the Sub-basin (8.61 %), evidently in the towns near the Guaramacal National Park (PNG). On the contrary, there is 11.96 % recovery of areas, the most notable of which are located in the "integral recovery" area of the PNG. On the other hand, the preserved areas remained

(\*)Recibido: 7-11-2018

Aceptado: 9-5-2019

<sup>1</sup>Centro Cartográfico. Biocentro. Universidad Ezequiel Zamora, UNELLEZ. Guanare 3350 Po. Venezuela. E-mail: Jhonmendez5466@gmail.com

unchanged at 33.82 %, while the intervened areas without changes was 44.87 %. Consequently, deforestation is sustained in the area for agricultural expansion, but also the natural recovery is evident in multiple areas. It is necessary to propose functional areas for the conservation and sustainable use of natural resources.

**Key words:** forest cover, remote sensing, multi-time analysis, Anús river.

## INTRODUCCIÓN

El hombre y su cultura son considerados como agentes dinamizadores y transformadores de los ecosistemas naturales, creando una amplia diversidad de paisajes culturales y un mosaico de ecosistemas que va desde los poco o muy poco transformados, hasta los ecosistemas urbanos con altos niveles de complejidad social (Andrade *et al.* 2011). Uno de los factores más importantes del cambio global que afecta a los sistemas ecológicos es el cambio en la cobertura del suelo (Vitousek 1998). A nivel mundial, los paisajes naturales se han ido transformando rápidamente en paisajes urbanos o agrícolas (Foley *et al.* 2005, Feranec *et al.* 2010, López y Sierra 2010).

Para Ortega *et al.* (1987) los bosques húmedos y las montañas de Guaramacal – donde se encuentra parte de la cuenca de río Anús – no están exceptas de la alarma de destrucción antrópica. Paredes (1997) afirma que la deforestación ha generado múltiples hábitats forestales fragmentados en el piedemonte andino y llanos altos occidentales de Venezuela. En efecto, la subcuenca del río Anús no escapa de dicha problemática.

Por lo tanto, esta investigación tiene como alcance, describir la dinámica de cambio de la subcuenca río Anús. De acuerdo con Angelsen y Kaimowitz (1999), Geist y Lambin (2002), Lambin *et al.* (2003), Antrop (2005) y Olander *et al.* (2008) se tienen que desarrollar alternativas de conservación para los ecosistemas. De hecho, son necesarias para río Anús, uno de los tributarios más importantes del río Guanare, constituye una fuente de abastecimiento de agua para diversos usos. Las nacientes de sus afluentes en su mayoría, se ubican en el Parque Nacional Guaramacal, uno de los parques nacionales mejor conservados en Venezuela, con vegetación representada

predominantemente por bosques húmedos montanos (Cuello y Cleef 2011).

## ÁREA DE ESTUDIO

La subcuenca río Anús está situada al Oeste del estado Portuguesa, entre las coordenadas UTM 369126 E / 1032929 N y 407066 E / 1005283 N (Figura 1). Según Barbera y Qüenza (1999b) ocupa una superficie de 46.268 ha. Su altitud oscila entre 200 y 3.000 msnm. El área está influenciada por el Parque Nacional General Cruz Carrillo en Guaramacal y la Zona Protectora de las cuencas hidrográficas ríos Guanare, Boconó, Tucupido, Masparro y La Yuca.

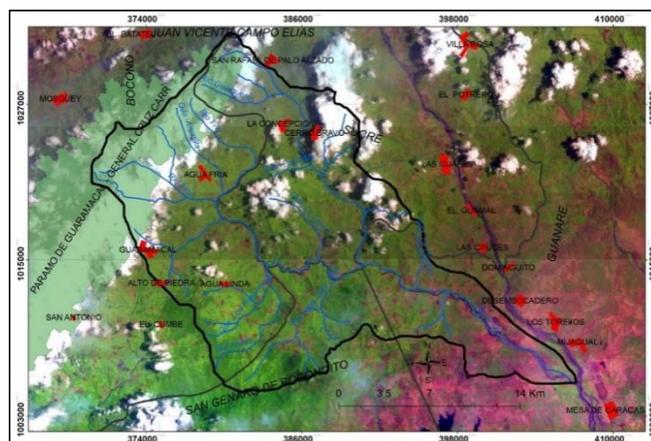


Figura 1. Ubicación relativa del área de estudio.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el análisis de la cobertura y uso del suelo como base primordial en esta investigación, se utilizaron imágenes Landsat TM con resolución espacial de 30 m (053; 054) dispuestas en el servidor Land Viewer de Earth Observing System. Seis (06) subclases fueron detectadas: vegetación sin intervención aparente, vegetación con intervención moderada, vegetación paramera, ríos, producción con moderada intervención, producción con fuerte intervención. Se utilizó la clasificación no supervisada de imágenes

satelitales con el software ArcGIS 10.2, como técnica que proporciona una definición de clases a través de los valores de firma espectral sin requerimiento de puntos de control establecidos por el operador (Olaya 2012). Estos valores se emplearon para asignar una interpretación a cada clase. En este proceso, se procuró utilizar las bandas de infrarrojo cercano NIR (4), banda roja (3) y banda verde (2), con mayor contraste y corrección atmosférica.

Seguidamente, a las capas ráster generadas se aplicó un filtro con el fin de disminuir la cantidad de polígonos y así facilitar los cálculos computarizados. Con ayuda de *Calculate Geometry* de ArcGIS, se generaron los valores de superficie por clase. A través de la herramienta *Difference* de la aplicación *Image Analysis* del referido software, se determinaron los cambios ocurridos entre los periodos 1996 y 2016. Seguidamente, se elaboró el mapa de dinámica de cambio. Se indicaron las áreas de bosque que fueron perdidas (deforestación), las que fueron regeneradas (recuperación) y las áreas que permanecieron con cobertura boscosa natural (sin cambio).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Cobertura y uso del suelo de la subcuenca del río Anús.

La subcuenca Anús presenta cierta degradación por la deforestación e implantación de sistemas de cultivos que van desde cafetales bajo sombra y pequeños cultivos para la subsistencia, hasta actividades económicas recién establecidas. Tal es el caso de los cafetales y ganadería bovina. No obstante, además de la existencia del Parque Nacional General Cruz Carrillo en Guaramacal y la mayor parte de sus bosques montanos con un mínimo de intervención (Cuello y Cleef 2011), Pérez y Méndez-Ortiz (2017), refirieron la existencia de una masa boscosa al oeste de la Subcuenca río Anús, conectada con el bosque remanente al norte del embalse Boconó-Tucupido. Las imágenes satelitales muestran claramente las áreas bajo uso de cultivos y pastizales que bordean en su mayoría el curso principal de la subcuenca del río Anús (Figura 2).

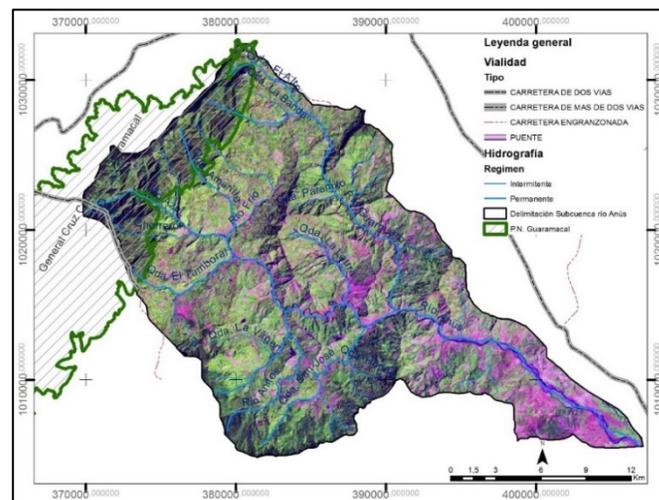


Figura 2. Vista de la subcuenca río Anús con la imagen LANDSAT 8-006054 del año 2016.

La disminución del porcentaje de cobertura de “vegetación sin intervención aparente” en el paisaje del área de estudio es evidente entre los años 1996 (19,40 %), y 2016 (15,51 %), mientras el uso del suelo agropecuario presenta un leve aumento para la subclase “producción con moderada intervención”, pasó de 37,70 % en 1996 a 37,97 % en 2016 (Tabla 1).

Tabla 1. Vegetación y coberturas de uso de la tierra en la subcuenca río Anús (1996-2016).

Subclase	1996		2016	
	Área (ha)	%	Área (ha)	%
VSI	9253,57	19,40	6922,58	14,51
VCI	10636,53	22,30	14453,04	30,30
VP	310,38	0,65	519,15	1,09
R	513,44	1,08	258,85	0,54
PMI	17985,84	37,70	18113,37	37,97
PFI	9005,56	18,88	7438,01	15,59
<b>TOTAL</b>	<b>47705,00</b>		<b>47705,00</b>	

VSI: Vegetación sin intervención aparente; VCI: Vegetación con intervención moderada; VP: Vegetación paramera; R: Ríos; PMI: Producción con moderada intervención; PFI: Producción con fuerte intervención.

Por su parte, la subclase “producción con fuerte intervención” disminuyó en 3,29 % entre el

periodo de 1996 (18,88 %) y 2016 (15,59 %). Un caso particular es la subclase “vegetación con intervención moderada”, que se conoce como bosque secundario, el cual tuvo un aumento drástico en 20 años. Así, en 1996 constituía 22,30 % del paisaje y en 2016 abarcó 30,30 % de la superficie total del área de estudio (Figura 3).

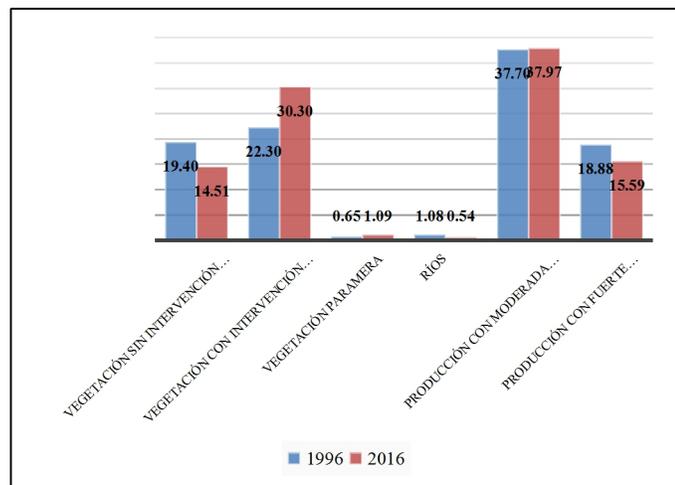


Figura 3. Representación de las subclases de vegetación y uso de la tierra en porcentajes (%).

Lo anteriormente expuesto hace pensar que, la superficie que perdió bosque natural conservado en el lapso 1996-2016, fue por intervención antrópica y pasó a formar parte de bosque secundario (subclase “vegetación con intervención moderada”), mientras que la superficie que disminuyó de la subclase “producción con fuerte intervención” pudo haberse recuperado por sucesión secundaria. Esto se comprueba con el análisis de cambio de paisaje.

### Dinámica de cambio del paisaje.

Con base a lo anteriormente descrito, se perdieron 2.332,77 ha (4,89 %) de bosque primario en un periodo de 20 años, y se calcula que 1.567,55 ha de cultivos migratorios fueron abandonadas y se transformaron en vegetación secundaria. Esta última es la que domina entre las subclases naturales. Sin embargo, el área alterada aún es mayor (53 %).

Es conveniente mencionar, que para la subcuenca río Anús, se mantiene la deforestación como práctica antrópica para el establecimiento de

áreas de agroproducción, tal como lo han mencionado Araujo *et al.* (1996), Barbera (1999), Cuello (1999), Araujo (2001), Barbera (2001) y Niño (2010). Según se han procesado las capas ráster de cobertura y uso del suelo para el periodo 1996-2016 en el análisis de cambio (Figura 4), resultaron 4.107,40 ha (8,61 %) deforestadas en toda la Subcuenca. Caso contrario es reflejado por Vivas *et al.* (2015), quienes obtuvieron una disminución porcentual de 43% para la cobertura boscosa del estado Cojedes en un periodo de 18 años (1990-2008). Por su parte, Pacheco y Vilanova (2015) manifiestan que la deforestación provocó una disminución alrededor de 30% de la cobertura forestal en los últimos 60 años (1990-2010) en 27 municipios de los Llanos Occidentales de Venezuela.

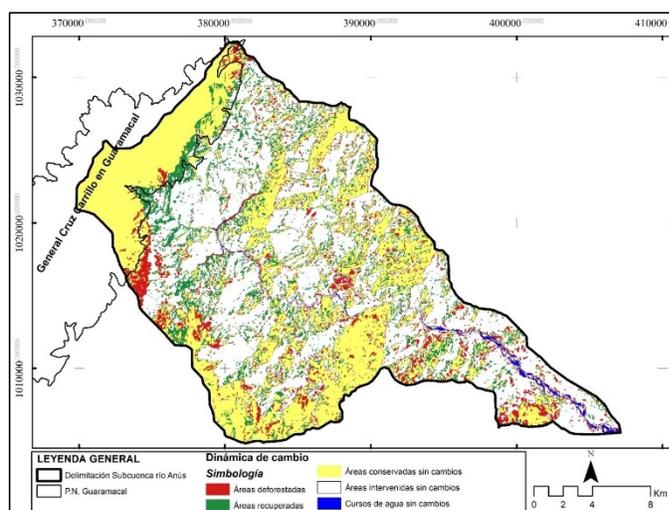


Figura 4. Mapa de dinámica de cambios de cobertura vegetal de la Subcuenca río Anús (1996-2016).

Los procesos de deforestación en la subcuenca del río Anús son evidentes en las cercanías del Parque Nacional Guaramacal, justamente en el área de influencia del poblado de Guaramacal. También en las zonas protectoras de las quebradas El Tamboral, La Fila (municipio Boconó) y alrededor del poblado de San Rafael de Palo Alzado en las proximidades de la quebrada El Alto (municipio Sucre) y los sectores El Paramito y Buena Vista. Entre otras zonas deforestadas destacan las adyacentes al caserío Agua Linda en las nacientes de la quebrada La Virgen (municipio Boconó), en la desembocadura de la quebrada La Laura y en la parte baja de la Subcuenca río Anús, específicamente en las cercanías de los sectores

Piedra El Indio, Las Playas, Las Mermejas y Anús (municipio Guanare).

En relación a lo anterior, la Figura 5 refleja que la recuperación natural en la subcuenca del río Anús, fue en mayor porcentaje para las áreas deforestadas (11,96 %). Las más notables se ubican en los linderos del Parque Guaramacal en su zona de “recuperación integral”, precisamente en las zonas protectoras de río Azul y de las quebradas La Filita y Amarilla. Se infiere que estas áreas recuperadas o restauradas se deben a la sucesión secundaria desarrollada sobre sitios que fueron abandonados después que su vegetación natural fue completamente destruida para el establecimiento de zonas de producción. Tal es el caso de los cultivos migratorios que son una práctica propia de la zona y comprenden un periodo de descanso donde podrían restaurarse (Barbera 1999) por sucesiones secundarias, ya que éstas se inician más comúnmente en tierras que son cultivadas durante un tiempo y luego son abandonadas (Sánchez 1982, Finegan 1993).

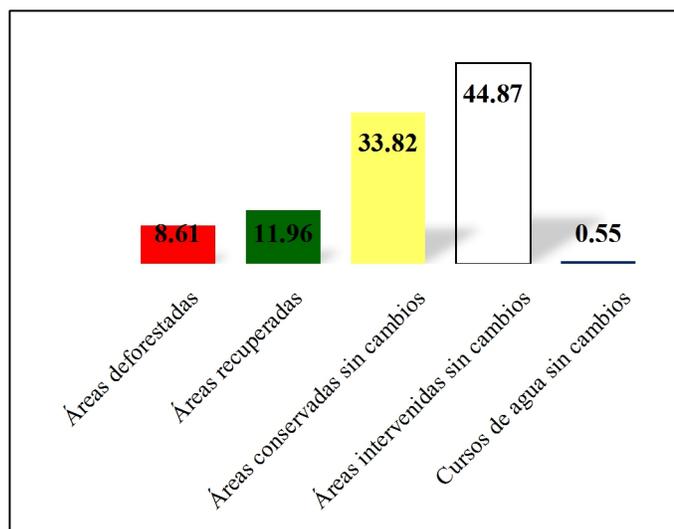


Figura 5. Porcentajes (%) de cambios de cobertura de la subcuenca río Anús (1996-2016).

Las zonas recuperadas en la Subcuenca pueden comprender cafetales bajo sombra, que desde el punto de vista de la conservación del suelo y de la biodiversidad, es un cultivo de bajo impacto debido a la presencia de cobertura boscosa (Barbera 1999). En efecto, el proceso de clasificación de imágenes satelitales pudo haber involucrado los cafetales bajo sombra dentro de las subclases naturales simbolizadas. Por ejemplo

“vegetación con intervención moderada”. Entonces, en el proceso de diferencia de imágenes se incorporó cafetales como áreas recuperadas respecto a zonas que habían sido deforestadas hasta el año 1996.

El cese de la actividad agraria en zonas de productividad moderada las hace tender a estados de recuperación ecológica, dándose un proceso de sucesión secundaria de la vegetación (Antrop 2000). Acevedo *et al.* (2005) aseguran que el abandono de la actividad agrícola tradicional, causa en numerosos casos la disminución de la diversidad biológica asociada al territorio y adaptada a los agrosistemas que habían sido establecidos por largos periodos. Se produce asimismo un incremento en el riesgo de incendios forestales, al existir una mayor cantidad de biomasa. Paralelamente, la progresiva «matorralización» de agrosistemas abandonados, favorece la reducción de la erosividad y la calidad de las aguas fluviales, al mismo tiempo provoca la expansión de hábitats para especies con requerimientos boscosos (Acevedo *et al.* 2005), favoreciendo por tanto la conectividad forestal en el territorio (Gurrutxaga y Lozano 2007).

Con el análisis de cambio aplicado se determinó que 33,82 % del área de estudio no sufrió cambios de intervención en su cobertura boscosa para el periodo 1996-2016, mientras que 44,87 % se mantuvo estable con área en producción agropecuaria y sin nuevos focos de deforestación. Al considerar un proceso de deforestación de 8,61 % para los 20 años estudiados, la tasa media anual de deforestación se estimó en 0,43 %/año equivalente a 205,37 ha/año. Este valor considera una tasa anual de deforestación “baja” si se contrasta con las categorías propuestas por Hernández y Pozzobón (2002). Cabe mencionar, que en la evaluación de la dinámica de los cambios en la cobertura forestal de 27 municipios de los Llanos Occidentales de Venezuela realizada por Pacheco y Vilanova (2015), cinco (05) municipios de la zona alta del estado Portuguesa les resultó una tasa anual de deforestación de media a baja.

## CONCLUSIONES

Las áreas conservadas (vegetación paramera, vegetación sin intervención y vegetación con intervención moderada) se mantuvieron en 33,82 % sin cambios, mientras que las áreas intervenidas sin cambios fue de 44,87 %, por su parte los cursos de agua en 0,55 % conservaron su cauce.

Como aspecto negativo para la conservación del paisaje, se mantiene la deforestación como parte de la expansión de la frontera agrícola, no obstante la recuperación o forestación se evidencia en múltiples áreas de la Subcuenca.

El 46,33 % del área de estudio está conservada con bosques nublados, siempreverdes, semidecuidos, deciduos y ribereños, algunos de ellos con leve o moderada intervención antrópica.

Los resultados indican que el PNG localizado dentro del área estudiada, está influenciado por las presiones de cambio en el uso de la tierra en sus adyacencias, esto amenaza la conservación del patrimonio natural que resguarda, por lo que debería procurarse un estado de alerta en cuanto al manejo, monitorio y conservación del área estudiada.

## REFERENCIAS

- Acevedo, P., Delibes, M., Escudero, M., Vicente, J., Marco, J. y Gortazar, C. 2005. Environmental constraints in the colonization sequence of roe deer (*Capreolus capreolus Linnaeus, 1758*) across the Iberian Mountains, Spain. *Journal of Biogeography* N° 329: 1671-1680.
- Andrade, Á., Arguedas, S. y Vides, R. 2011. Guía para la aplicación y monitoreo del Enfoque Ecosistémico, CEM-UICN, CI-Colombia, ELAP-UCI, FCBC, UNESCO-Programa MAB. 42 p.
- Angelsen, A. and Kaimowitz, D. 1999. Rethinking the causes of deforestation: Lessons from economic models. *The World Bank Research Observer* 14: 73-98.
- Antrop, M. 2000. Background concepts for integrated landscape analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* N° 77: 17-28.
- Antrop, M. 2005. Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning* 70: 21-34.
- Araujo, M., Álvarez, M. y Quintero, J. 1996. Conflictos de uso del suelo en la cuenca del río Boconó, estado Trujillo, Venezuela. *BioLlania* N° 12: 99-106.
- Araujo, M. 2001. Localización y asignación de usos de la tierra mediante análisis espacial de la subcuenca alta del río Boconó.: Trab. Ascenso Prof. Agregado. UNELLEZ. Guanare. 102 p.
- Barbera, O. 1999. El uso de la tierra en los alrededores del Parque Nacional Guaramacal. *In* Cuello, N., ed. Parque Nacional Guaramacal. UNELLEZ - Fundación Polar, Guanare. pp. 119-124.
- Barbera, O. y Qüenza, N. 1999. Aspectos hidrológicos del Parque Nacional Guaramacal. *In* Cuello, N., ed. Parque Nacional Guaramacal. UNELLEZ - Fundación Polar, Guanare. pp. 45-58.
- Barbera, O. 2001. El desarrollo rural como estrategia de gestión ambiental en la zona de montaña del estado Portuguesa. Trab. Esp. Grado. MSc. Planificación de los Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 152 p.
- Cuello, N. 1999. Observaciones sobre la vegetación del Parque Nacional Guaramacal. *In* Cuello, N., ed. Parque Nacional Guaramacal. UNELLEZ - Fundación Polar, Guanare. pp. 105-117.
- Cuello, N. y Cleef, A. 2011. Bosques de los Andes de Venezuela, caso el Ramal de Guaramacal. *BioLlania Edición Esp.* 10: 74-105.

- Feranec, J., Jaffrain, G., Soukup, T. and Hazeu, G. 2010. Determining changes and flows in European landscapes 1990–2000 using CORINE land cover data. *Applied Geography* 30: 19–35.
- Finegan, B. 1993. Procesos dinámicos en bosques naturales tropicales para la producción sostenible. Curso de bases ecológicas para la producción sostenible. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 25 p.
- Foley, J., De Fries, R., Asner, G., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S. and Snyder, P. 2005. Global consequences of land use. *Science* 309: 570-574.
- Geist, H. and Lambin, E. 2002. Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation. *Bioscience* 52: 143–150.
- Gurrutxaga, M. y Lozano Valencia, P. J. 2007. Criterios para contemplar la conectividad del paisaje en la planificación territorial y sectorial. *Investigaciones Geográficas* N° 44: 75-88.
- Hernández, E. y Pozzobon, E. 2002. Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del Occidente de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana* 46 (1):35-42.
- Lambin, E., Geist, H. and Lepers, E. 2003. Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 205-241.
- López, S. and Sierra, R. 2010. Agricultural change in the Pastaza River Basin: A spatially explicit model of native Amazonian cultivation. *Applied Geography* 30: 355-369.
- Niño, S. M. 2010. Propuesta de ordenamiento ambiental del sistema de embalses Boconó-Tucupido y su área de influencia. Trab. Esp. Grado. MSc. Planificación de los Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ, Guanare. 151 p.
- Olander, L., Gibbs, H., Steininger, M., Swenson, J. and Murray, B. 2008. Reference scenarios for deforestation and forest degradation in support of REDD: a review of data and methods. *Environmental Research Letters* 3: 025011.
- Olaya, V. 2012. Sistemas de Información Geográfica. Creative Common Atribucion, OSGeo. Girona. 877 p.
- Ortega, F., Aymard, G. y Stergios, B. 1987. Aproximación al conocimiento de la flora de las montañas de Guaramacal, estado Trujillo, Venezuela. *BioLlania* N° 5: 1-60.
- Pacheco, C. y Vilanova, E. 2015. Dinámica de los cambios en la cobertura forestal en 27 municipios de los Llanos Occidentales de Venezuela (1990-2010). *In XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. INPE, Brasil. pp. 485-493.
- Paredes, A. 1997. Importancia de los Bosques ribereños en el Piedemonte andino y los Llanos altos occidentales de Venezuela. *BioLlania* N° 13: 47-66.
- Pérez, J. y Méndez-Ortiz, J. 2017. Áreas potenciales para la conservación de la biodiversidad en el paisaje agroproductivo de la subcuenca del río Anús, estados Trujillo y Portuguesa, Venezuela. *In VI Encuentro Binacional de Investigación en Economía Solidaria*. Universidad Cooperativa de Colombia, Arauca, Colombia. pp. 17-20.
- Sánchez, P. 1982. Suelos del trópico. IICA. San José, Costa Rica. 634 p.
- Vitousek, P. 1998. Beyond global warming: ecology and global change. *Ecology* 75: 1861-1876.
- Vivas, I., Rumbo, L., Paredes, F. y La Cruz, F. 2015. Caracterización de cambios en cobertura boscosa en el estado Cojedes entre 1990 y 2008. *Revista Unellez de Ciencia y Tecnología* 33: 46-52.