

## VARIACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN LA MICROCUENCA EL LLANITO, SANTANDER, COLOMBIA\*

*César A. Castellanos-M.<sup>1</sup>, Nydia Chamarraviz,<sup>2</sup> Eduardo Castañeda<sup>3</sup>, Fabián Galvis<sup>4</sup> y Elizabeth Cepeda<sup>5</sup>*

### Resumen

Se presenta el análisis detallado de la variación de la cobertura vegetal y el espejo de agua ciénaga El Llanito en el área de la microcuenca El Llanito localizada en el municipio de Barrancabermeja (Santander). Con el apoyo de sensores ópticos tradicionales y verificación en campo, se realizó un estudio comparativo de la vegetación y uso del suelo entre las décadas 1960 y 1990. Basados en la metodología IGAC de 2000, se identificaron ocho tipos de coberturas vegetales, cinco coberturas para usos de suelos y cuatro coberturas hídricas. Cada cobertura se transfirió a mapas temáticos georreferenciados escala 1:25000 y se organizó un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se obtuvieron los siguientes indicadores de impacto: deforestación de 4.635,26 ha de bosque natural, aumento de 663,83 ha de bosque secundario, incremento de 1.639,09 ha de pastos mejorados y ampliación del espejo de agua ciénaga El Llanito en 318,05 has. Los resultados indican que el ecosistema original se ha fraccionado debido a procesos de tala selectiva, colonización e incremento de la actividad ganadera.

**Palabras clave:** cobertura vegetal, El Llanito, SIG, Santander.

## SPATIAL AND TEMPORAL VARIATIONS OF THE VEGETAL COATING IN THE MICROBASIN EL LLANITO, SANTANDER, COLOMBIA

### Abstract

A detailed analysis of the variations in vegetation coating and the mirror still water swamp El Llanito in the area of the micro-basin El Llanito located in the municipality of Barrancabermeja (Santander) is presented. A comparative study of vegetation and land use supported on traditional optical sensors and field verification was carried out between the 1960s and 1990s. Based on IGAC (2000), methodology, eight types of vegetation coating, five types of uses of soil, and four types of water coating were identified. Each type of coating was geo-referenced and transferred to 1:25000 scale thematic maps, and then organized into a Geographic Information System (GIS). The following impact indicators were obtained: deforestation of 4635.26 natural forest hectares, increase of 663.83 hectares of secondary forest, increase of 1639.09 hectares of improved pastures, and 318.05 hectares extension of the mirror still water swamp El Llanito. The results indicate that the original ecosystem has been split due to processes of selective logging, colonization, and increased livestock holdings.

**Key words:** vegetation coverage, El Llanito, GIS, Santander.

\* FR: 26-VI-2011. FA: 14-X-2011.

<sup>1,2</sup> Biólogo, Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, A.A. 678. E-mail: cesarcas1a@gmail.com

<sup>3</sup> Ing. Agrícola, Palmas Bucarelia, Calle 20 No. 29-71, Bucaramanga, Santander. E-mail: corbiomas@yahoo.com

<sup>4</sup> Biólogo, Universidad Francisco de Paula Santander, Grupo de Investigación Majumba, Cúcuta. E-mail: fgs999@hotmail.com

<sup>5</sup> Ing. Sistemas, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Carrera 23 No. 37-63, Bucaramanga, Santander. E-mail: corbiomas@yahoo.com

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de la cobertura boscosa en Colombia ha sido dramática. Se estima que anualmente se deforestan entre 92.000 y 221.000 ha (IDEAM, 2002), lo que ha ocasionado una intervención o modificado superior a 45 millones de ha de bosque nativo. Las principales causas de destrucción del bosque son: expansión de la frontera agrícola, extracción de maderas y ganadería extensiva. Entre los departamentos que más ejercen presión sobre los recursos forestales están: Cauca, Nariño, Risaralda, Caldas, Cesar, Bolívar y Santander. Se estima que solo en el departamento de Santander el bosque primario cubre apenas 293.000 ha, en tanto que los pastos naturales y/o cultivados ocupan más de 1'800.000 ha. Estas cifras indican que casi el 60% de todo el territorio departamental está destinado a la actividad ganadera, principalmente en la cuenca media del río Suárez y la planicie del Magdalena Medio santandereano (IGAC, 2003).

Existen diversos métodos para estimar las áreas de coberturas vegetales y usos del suelo. Cuando la zona de estudio tiene grandes extensiones de terreno como los Andes de Colombia o la Amazonía Suramericana, la metodología más apropiada es la que utiliza equipos de teledetección y percepción remota (IGAC, 1979). Estos equipos han demostrado su eficacia en la evaluación, comprensión, predicción y manejo los recursos naturales (CHINEA, 2002); particularmente para establecer el grado de deforestación espacio-temporal en las selvas tropicales. De igual forma, los sensores remotos son la base para la elaboración de planchas cartográficas con las cuales se delimita la distribución de la vegetación y los usos de suelo por actividad antrópica; de esta forma se procesa valiosa información sobre el paisaje, la biodiversidad y la estructura y función de los ecosistemas (HELMER *et al.*, 2002; JENSEN, 1996). Al integrar los datos geográficos y las bases de datos análogos en un sistema físico o "hardware" (computador, escáner, impresora; procesadores), un sistema operativo "software" y el personal humano capaz de realizar procesos y análisis, se obtiene un sistema de información geográfica SIG (CHINEA, 2002). El SIG es una poderosa herramienta capaz de almacenar, extraer, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real y aplicar la información en procesos de gestión y planificación de recursos naturales (CASTELLANOS-M., 2005).

La microcuenca El Llanito (Figura 1) está ubicada en el municipio de Barrancabermeja al noroccidente del departamento de Santander y posee una extensión de 19.036,81 ha. Limita al norte con el río Sogamoso, al sur con la ciénaga de San Silvestre, al occidente con el río Magdalena y al oriente con el río Sogamoso; sus coordenadas geográficas son: 04°46'52" latitud N - 71°34'20" longitud W y 5°00'12" latitud N - 71°27'21" longitud W. El principal cuerpo de agua lo forma la ciénaga El Llanito con un área de 917,17 ha, ubicada hacia el margen derecho de la microcuenca, a pocos kilómetros del río Magdalena. Otros cuerpos de agua que por su extensión y caudal se destacan son: quebrada El Llanito, caño Jeringas, quebrada Aguas Claras y quebrada Tabla Roja. En toda el área de la microcuenca existe un solo centro poblado, El Llanito, que está distante a 9,27 km de Barrancabermeja y se llega a él por carretera sin pavimentar. De acuerdo a la clasificación ecológica de HOLDRIDGE (1977) la microcuenca posee un ecosistema de Bosque Húmedo Tropical (bh-T).

Este trabajo presenta el análisis multitemporal de la cobertura vegetal de una zona del municipio de Barrancabermeja, apoyado en sensores remotos y el diseño e implementación de un Sistema de Información Geográfica para la microcuenca El Llanito.



**Figura 1.** Localización de la microcuenca El Llanito. Barrancabermeja (Santander).

## MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis y procesamiento de la información se realizó en el laboratorio SIG de las Unidades Tecnológicas de Santander (UTS), Bucaramanga. El área que conforma la microcuenca El Llanito se delimitó usando la base cartográfica del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) 108-III-B, D y 108-IV-A, C escala 1:25000. Las fotografías aéreas se adquirieron de los índices de vuelo IGAC (Tabla 1). Con la ayuda de un instrumento fotogramétrico se desarrolló la interpretación de las aerofotografías. Se delinearón y clasificaron cada uno de los tipos de cobertura basados en los criterios de fotointerpretación clásica (tono, textura, patrón, forma y tamaño) en tiempo y escala de acuerdo con las características pictórico-morfológicas de la imagen.

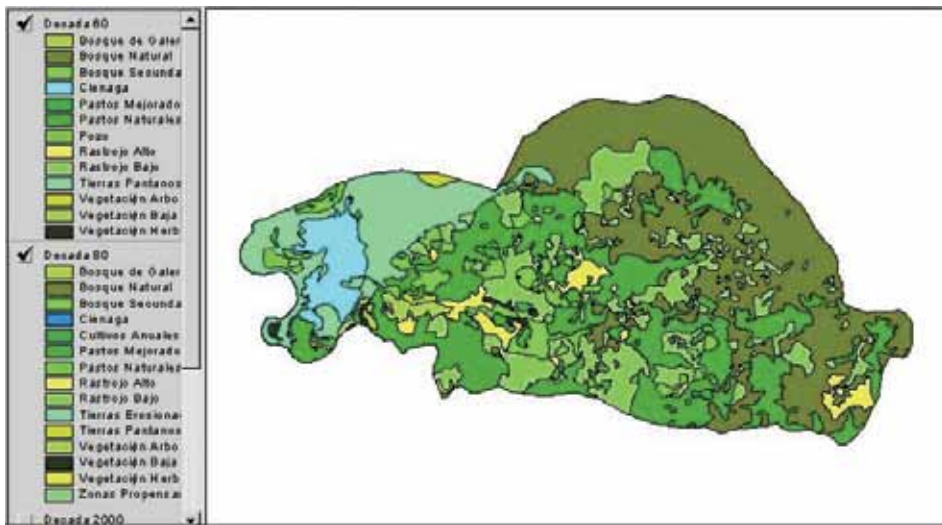
**Tabla 1.** Índices de vuelo IGAC para la microcuenca El Llanito.

Fecha	1963	1964	1989	1991	1998
Escala	1:20.000	1:20.000	1:30.500	1:40.000	1:40.000
Vuelo	C-1088	C-1103	C-2377	C-2454	C-2644
Cantidad	26	11	16	4	6

Para comprobar la veracidad y exactitud de las unidades fotointerpretadas se realizaron visitas de campo. La información revisada y corregida se transfirió a mapas temáticos análogos escala 1:25.000 utilizando un reproductor de vistas aéreas. La información cartográfica se transfirió y gerreferenció en formato DWG usando tablas digitalizadoras. La cartografía digital con extensión DWG, se exportó al software SIG Arc/Info en formato DXF. A partir de este formato se realizó la corrección de errores y operaciones cartográficas para generar las coberturas Arc/Info. Soportado en el software ArcView GIS 3.2a. Se crearon los formatos SHP a partir de las coberturas Arc/Info, en este formato se realizaron las diferentes operaciones con las coberturas vegetales y se desplegó la información para consulta de los usuarios.

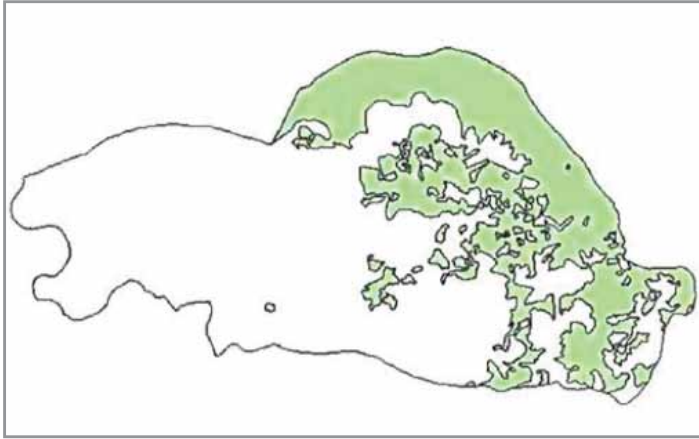
## RESULTADOS

La microcuenca El Llanito exhibe tres grandes grupos de coberturas (Figura 2): coberturas vegetales (bosque naturales, bosque secundario, bosque de galería, rastrojo alto, rastrojo bajo, tierras inundables con vegetación herbácea, tierras inundables con vegetación arbustiva, tierras inundables con vegetación arbórea), cobertura de usos del suelo (pastos naturales, pastos cultivados, cultivos, vías, centro poblado) y coberturas hídricas (ciénaga, jagüey pozo y pantano, ríos y quebradas).



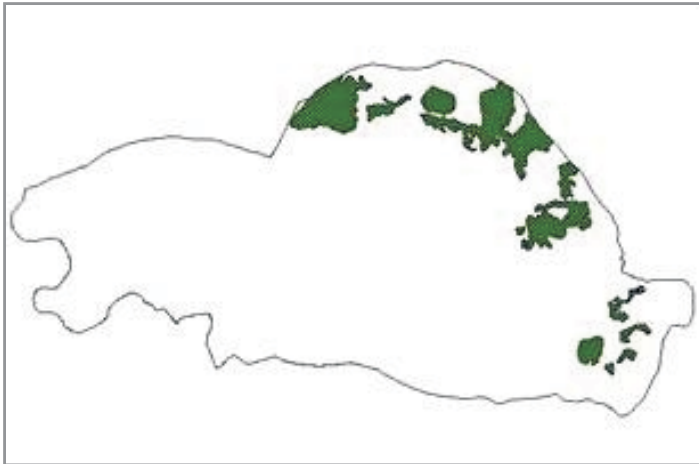
**Figura 2.** Coberturas vegetales y usos del suelo en la microcuenca El Llanito.

Las áreas con coberturas vegetales relativamente bien conservados corresponden a bosques primarios, aquí denominados bosques naturales; estos bosques se localizan hacia el sector nororiental de la microcuenca. En la década de 1960 los bosques naturales cubrían 6.034,82 ha (Figura 3), en tanto que para la década de 1990 quedaban solo 1.399,56 ha (Figura 4).



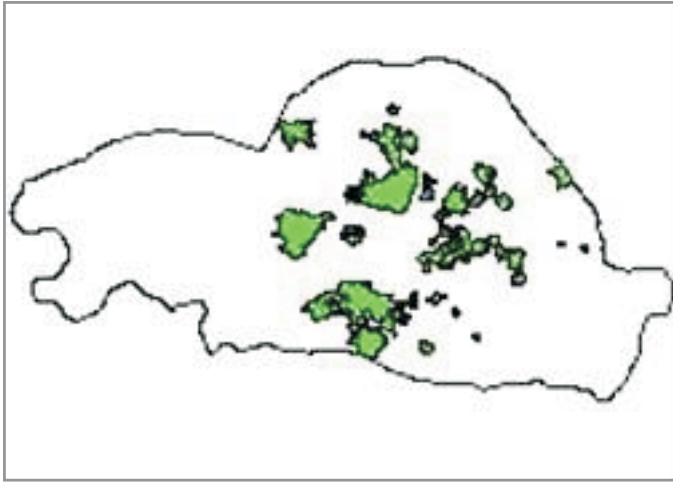
**Figura 3.** Bosque natural década 1960 en la microcuenca El Llanito.

En este periodo de tiempo se deforestaron y/o transformaron 4635,26 ha de bosque nativo. Los bosques secundarios están distribuidos heterogéneamente hacia el centro de la microcuenca. La extensión inicial de los bosques secundarios en la década 1960 era de 1.086,17 ha y para la década 1990 era de 1.744 ha (Fig. 5), lo que significa un aumento de 663,83 ha para este tipo de bosque.

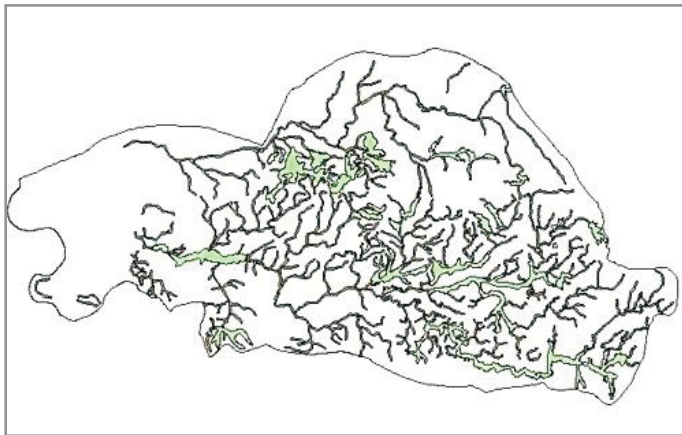


**Figura 4.** Bosque natural década 1990 en la microcuenca El Llanito.

La vegetación arbórea que crece cerca a los márgenes de los ríos y quebradas corresponde a bosque de galería. Este tipo de cobertura vegetal es muy escasa en la microcuenca y no se encontraron variaciones en los dos periodos de estudio. Los ríos y/o quebradas que mantienen en buen estado los bosques de galería se localizan hacia el sector suroriental de la microcuenca (Figura 6).



**Figura 5.** Bosque secundario en la microcuenca El Llanito.



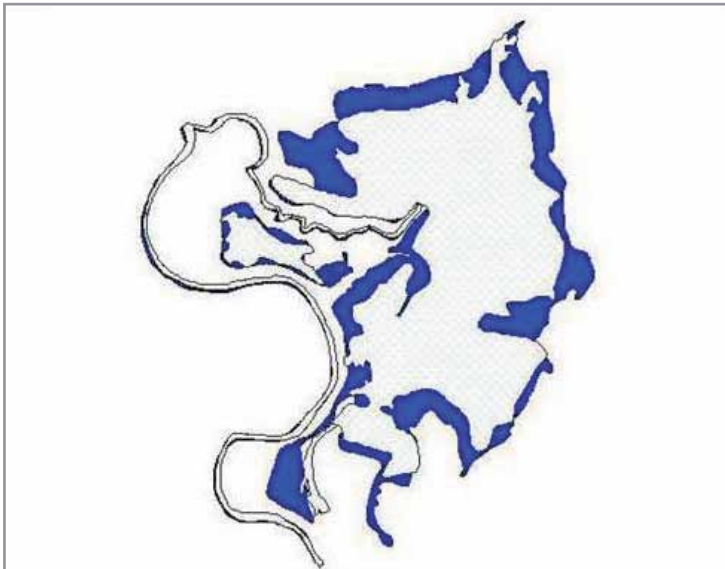
**Figura 6.** Bosque de galería en la microcuenca El Llanito.

Los pastos naturales se forman generalmente después de intervenir la vegetación original de un ecosistema. Los pastos naturales cubrían una extensión de 5.280,83 ha en la década de 1960; en la década de 1990 su extensión llegó a 7.136,40 ha (Figura 7) lo que equivale al 37,4% del total de área de la microcuenca El Llanito. Por su parte los pastos mejorados (pastos cultivados por el hombre) cubrían solo 18,74 ha en la década 1960, pero en la década 1990 se incrementa su extensión hasta 1.657,83 ha. Los tipos de coberturas restantes (rastreros, tierras inundables, etc.) no mostraron cambios notables en su distribución.



**Figura 7.** Pastos naturales década 1990 en la microcuenca El Llanito.

El espejo de agua formado por la ciénaga El Llanito presentó una superficie de 721,18 ha en la década 1960 y para la década 1990 su superficie cubría 1.039,23 ha (Figura 8); lo cual indica un aumento de 318,05 ha de tierra ocupadas por agua, se calcula que el incremento superficial entre estas dos décadas es de 44,1%.



**Figura 8.** Ciénaga El Llanito. Variación espacio-temporal.

## DISCUSIÓN

El impacto más severo sobre la cobertura vegetal original de la microcuenca El Llanito ocurrió en el bosque natural o bosque primario. Más del 69% de la cobertura original de este tipo de bosque fue intervenido entre las décadas 1960 a 1990, lo que indica que en promedio se deforestaron más de 110 ha/año de bosque nativo del ecosistemas húmedo tropical. Los remanentes del bosque original quedaron aislados entre sí, lo cual interrumpe el flujo genético de especies en esta zona. Con respecto a los bosques secundarios, el incremento en el número de hectáreas se explica en parte a la transformación del bosque natural y en parte por los procesos de recuperación de parches de rastrojo. El SIG identificó las áreas que para la última década de estudio mantenían aún bosques naturales. Se recomienda generar un estudio de actualización con sensores remoto y promover la conservación de aquellas zonas que mantengan coberturas boscosas en buen estado.

La presencia de pastos naturales y/o mejorados se utiliza en muchos casos como indicador de la actividad pecuaria de una región. El análisis de áreas con pastos naturales y cultivados en la década 1960 era del 27,8%, en tanto que para la década 1990 se reportaron 46,2% del área total de la microcuenca en pastos. Tanto los datos obtenidos con el procesamiento de imágenes como la verificación en campo, nos indican un cambio sustancial en la actividad económica de la zona basada principalmente en las actividades pecuarias.

De acuerdo con la información compilada en campo, se pudo establecer que los pobladores de la microcuenca tienen conocimientos básicos sobre la función de la vegetación en los procesos de mantenimiento de las fuentes hídricas. Por esta razón, varias riveras de ríos mantienen parches de vegetación. Sin embargo, estos bosques de galería están ausentes en la zona de mayor altitud (sector nororiental de la microcuenca), lugar donde se originan los ríos más largos y caudalosos de toda la zona de estudio.

El aumento en la extensión total del espejo de agua ciénaga El Llanito, no está relacionado directamente con el aumento en volumen de la cantidad de agua que acumula la ciénaga. Infortunadamente, en la zona está ocurriendo un proceso de pérdida efectiva de profundidad. La tala del bosque nativo y la intervención y transformación del bosque de galería, han generado el aumento en la carga de material sedimentado, el cual es depositado en el fondo de la ciénaga generando un desbordamiento lento de sus aguas. Si este proceso continúa sin ninguna regulación es altamente probable que la ciénaga El Llanito se colmate con sedimentos y se transforme en una zona pantanosa, lo que privaría de la actividad económica generada de la pesca, a cientos de familias que sobreviven de la explotación de este recurso.

## AGRADECIMIENTOS

A las Unidades tecnológicas de Santander por financiar en parte el desarrollo de este proyecto. A Martha M. García, quien orientó el proceso de fotointerpretación. Especial agradecimiento a la Asociación de Pescadores y Agricultores del Magdalena Medio -ASOPESAMM-, a la Asociación de Pescadores y Acuicultores del Llanito -APALL-, y a la Unidad Regional de Planificación Agropecuaria -URPA-, por la



colaboración prestada durante las visitas de campo y soporte de datos referentes a la microcuenca. Especial agradecimiento a Oscar Acevedo y un revisor anónimo por las sugerencias al manuscrito

## BIBLIOGRAFÍA

- CASTELLANOS-M., C., 2005.- Valoración, uso y restauración de ecosistemas de humedales y su impacto sobre el recurso ictiológico usando Sistemas de Información Geográfica y su aplicación en Ictiología. *Memorias VIII Simposio Colombiano de Ictiología*. Universidad de Tecnológica del Chocó. p. 259-264.
- CHINEA, J.D., 2002.- Teledetección de bosques tropicales (en) GUARIGUATA, M.R., KATTAN, G.H. (eds.) *Ecología de bosques neotropicales*. Editorial Tecnológica, Cartago, Costa Rica.
- HELMER, E.H., RAMOS, O., LÓPEZ, T., QUIÑONES, M. & DÍAZ, W., 2002.- Mapping the Forest Type and Land Cover of Puerto Rico, a Component of the Caribbean Biodiversity Hotspot. *Caribbean Journal of Science*, 38 (3-4): 165-183.
- HOLDRIDGE, L.R., 1977.- *Ecología basada en zonas de vida*. Trad. H. Jiménez Saa. IICA, San José, CR. 216p.
- INSTITUTO DE HIDROLOGÍA, METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES -IDEAM-, 2002.- *Informe presentado a la Contraloría General de la República para elaborar el informe al Congreso sobre el estado de los recursos naturales y el ambiente*. p. 12.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI -IGAC-, 1979.- PRORADAM: *Proyecto Radargramétrico del Amazonas*. República de Colombia, Bogotá. 590p.
- , 2000.- *Levantamiento de cobertura terrestre y uso de la tierra*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 25p.
- , 2003.- *Estudio general de suelos y zonificación de tierras*. Departamento de Santander. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). Versión electrónica.
- JENSEN, J.R., 1996.- *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. Prentice Hall, USA. 120p.