

DETECCIÓN DE CAMBIOS DEL PAISAJE A TRAVÉS DEL ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE IMÁGENES SATELITALES EN LA ISLA DE APURITO ESTADO APURE, VENEZUELA

Nayibe Enix Pérez Aguilera^{1,2}

¹ Universidad Nacional Experimental de los Llanos "Ezequiel Zamora" (UNELLEZ). Vicerrectorado de Planificación Regional. Programa de Ciencias del Agro & Mar. Estado Apure, San Fernando de Apure. Telf: 0247 310995.

² Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). Centro de Ecología. San Antonio de los Altos, Carretera Panamericana. Km 11, Altos de Pipe, Estado Miranda, Venezuela. e-mail: nayibe560@yahoo.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo consistió en realizar un análisis multitemporal y detectar cambios producidos en el paisaje en la Isla de Apurito-Estado Apure, entre el período comprendido 1988 al 2001, a través de la utilización imágenes satelitales (Landsat). Los resultados obtenidos muestran una considerable disminución de la superficie ocupada por bosque (18,51%) y sabana (25%) y un aumento en la cobertura de los centros poblados-actividad agrícola (133,61%) y el bajío (88,19%), evidenciándose el avance de la frontera agrícola-ganadera en la zona de estudio.

Palabras claves: cambios, análisis, multitemporal, Landsat, Isla Apurito, Venezuela.

ABSTRACT

The aim of this study was to conduct a multi-temporal analysis and detect changes in the landscape on the Apurito island-Apure State, between the period 1988 to 2001, through the use of satellite imagery (Landsat). The results show a considerable decrease in the area covered by forest (18.51%) and savanna (25%) and increased coverage of population centers, agricultural activity (133.61%) and shallow (88; 19%), revealing the progress of the agricultural frontier and livestock in the study area.

Key words: change, analysis, multitemporal, landsat, Apurito Island, Venezuela.

INTRODUCCIÓN

La Isla de Apuritos ubicada entre los ríos Apure y Apuritos se caracteriza por presentar el paisaje típico de los Llanos Occidentales de Venezuela, con suelos de origen aluvial reciente, de una alta fertilidad natural la cual está comprendida entre 7 a 12 ton/ha/año (Pérez 1980, M.A.R.N.R. 1986).

Esta fertilidad natural de las tierras es producto de la dinámica ambiental de la zona (inundaciones periódicas), la cual origina un conjunto de condiciones físico-ambientales, que permite el desarrollo de actividades agrícolas, pecuarias, forestales y pesqueras, las cuales en su conjunto, constituyen parte fundamental del sustento de las comunidades rurales que en ésta localidad habitan (Pérez 1980).

Durante las inundaciones periódicas, el río Apure fertiliza la tierra, la cual es utilizada para la siembra de una gran variedad de cultivos (tomate, maíz, topocho, yuca, ayama) (Pérez, 1992). Durante la temporada seca practican la ganadería extensiva, la explotación forestal y la pesca en aquellos espacios acuáticos (lagunas, caños y esteros) que presenta una reducida lámina de agua (Pérez, 1992).

En los últimos años los pobladores presenta interés en incrementar la productividad agropecuaria, reduciendo el área de inundación a través de la construcción de diques. Esta acción puede ser contraproducente ya que la productividad natural de estas tierras puede verse disminuida, afectando los cultivos, la vegetación forestal e incluso la producción pesquera que puede verse disminuida, al interrumpir la inundación en el área.

El objetivo de este trabajo consistió en realizar un análisis multitemporal y detectar cambios producidos en el paisaje, entre el período comprendido 1988 al 2001, en la Isla de Apuritos Estado Apure a través de herramientas de teledetección y sistemas de información geográfica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

La Isla de Apuritos se encuentra localizada en las coordenadas 7° 44' - 7° 55' de Latitud Norte y 67° 26' - 67° 13' de Longitud Oeste, en la Parroquia El Recreo del Estado Apure. Esta área está delimitada por los ríos Apurito y Apure (Figura 1).

El clima es tropical lluvioso de sabana, con dos estaciones bien marcadas: lluvia y seca. La temperatura promedio es cercano a los 26 °C, con precipitaciones fluctúan entre los 1.200 y los 2.000 mm anuales (M.A.R.N.R. 1986, Machado-Allison, 2005). El relieve es plano, con extensas llanuras, fisiográficamente con zonas de médanos, planicies deltaicas y unidades tales como: bajíos, bancos y esteros, las cuales son proclives a las inundaciones durante el período de lluvias (M.A.R.N.R. 1986). La vegetación es eminentemente tropófila, pues se adapta alternativamente a la inclemente sequía o la inundación (González y Santiago 2000).

MÉTODOS

Para realizar el análisis multitemporal y detectar los cambios ocurridos en el paisaje en la Isla de Apurito Estado Apure entre 1988 y 2001, se utilizó el software IDRISI-KILIMANJARO (Eastman, 2003). En primer lugar, se georeferenció las imágenes Landsat con una carta UTM y se llevó a cabo una restauración geométrica de dichas imágenes (re-muestreo), luego se escogió las coordenadas específicas (ventana) para generar la sub-imagen del área de estudio. Se realizó una imagen compuesta a color de 24 bits a partir de las bandas infrarrojo cercano (TM-banda 4), infrarrojo onda corta(TM-banda5) y rojo visible (TM-banda 3) para cada sub-imagen de 1988 y 2001.

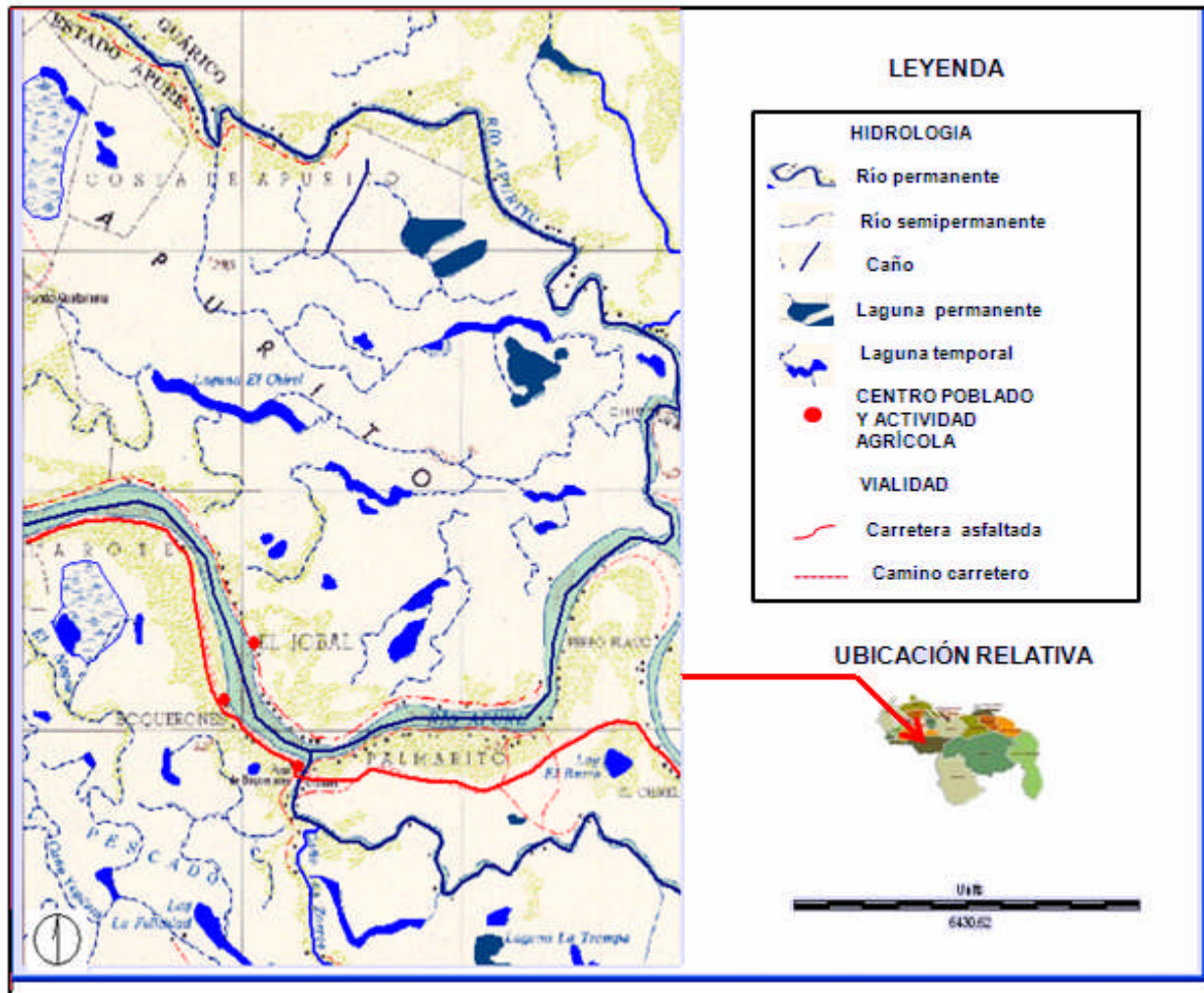


Figura 1. Ubicación relativa de la Isla de Apurito, San Fernando, Estado Apure, Venezuela.

Se realizó una clasificación no supervisada (agrupamiento-fino) de las subimágenes, con el fin de crear una imagen nueva de grupos similares a partir de una imagen compuesta de 8 bits, donde se detalla las clases espectrales, cada subimagen fue clasificada por separado, con la misma leyenda temática para las dos fechas, para poder compararla posteriormente.

Los cambios cualitativos se detectaron utilizando las imágenes clasificadas (agrupamiento-fino) y a través de una tabulación cruzada se generó la imagen con los cambios y el índice de Kappa.

Los cambios cuantitativos, se ajustaron a cada una de las bandas: azul visible (TM-banda1), verde visible (TM-banda2), rojo visible (TM-banda 3), infrarrojo cercano (TM-banda 4),

infrarrojo onda corta (TM-banda 5) e infrarrojo onda corta (TM-banda 7) de la subimagen antigua con respecto a la reciente, utilizando una regresión lineal y la máscara de no cambio y se utilizó el programa Fragstats.

RESULTADOS

1.- Detección de cambios en el área de estudio.

Se observó cambios en las imágenes satelitales entre los años 1988 y 2001 (Figura 2a y 2b), lográndose identificar mejor las áreas de cambio con las bandas 4 y 5 (Figura 3).

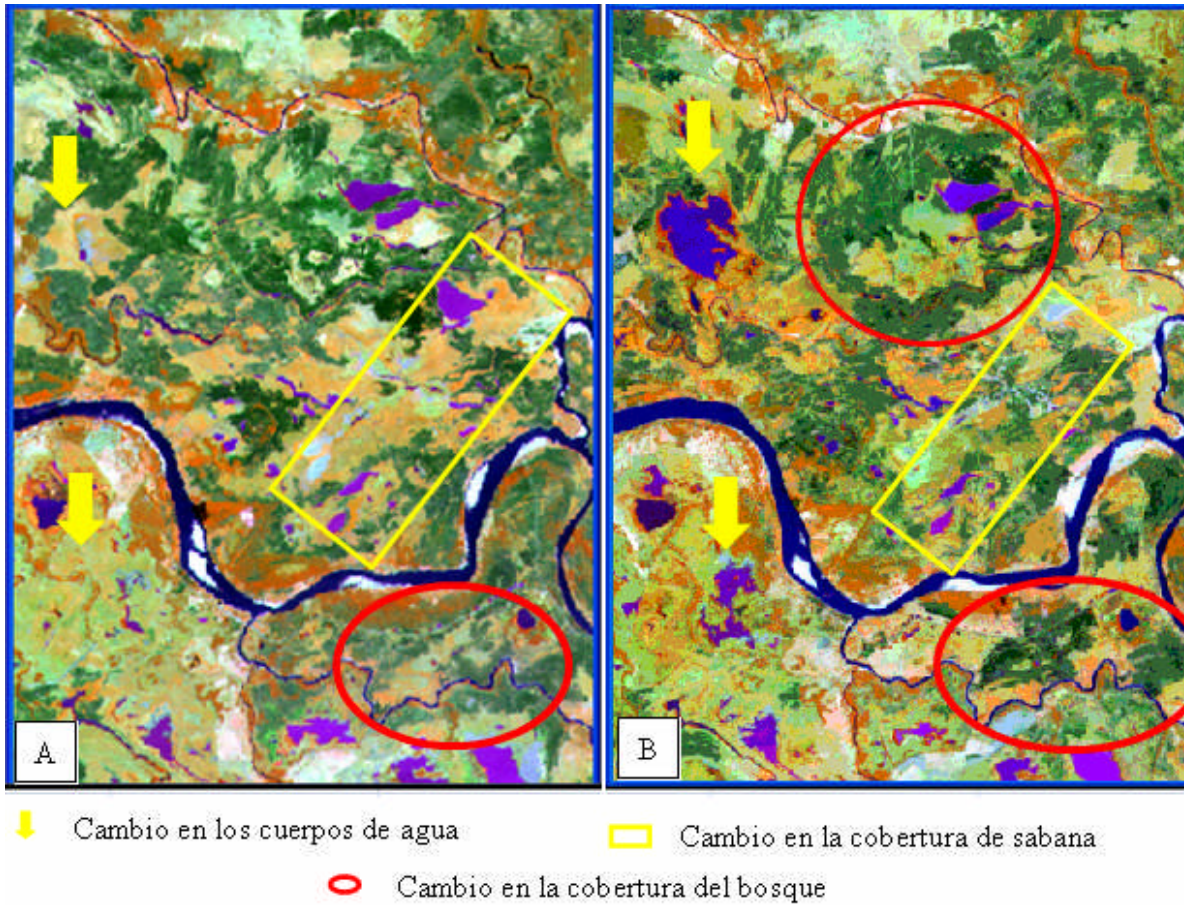


Figura 2. Composición con las bandas 453 para las Imágenes 1988(a) y 2001(b) identificando las zonas de cambio, de la Isla Apuritos, Estado Apure.

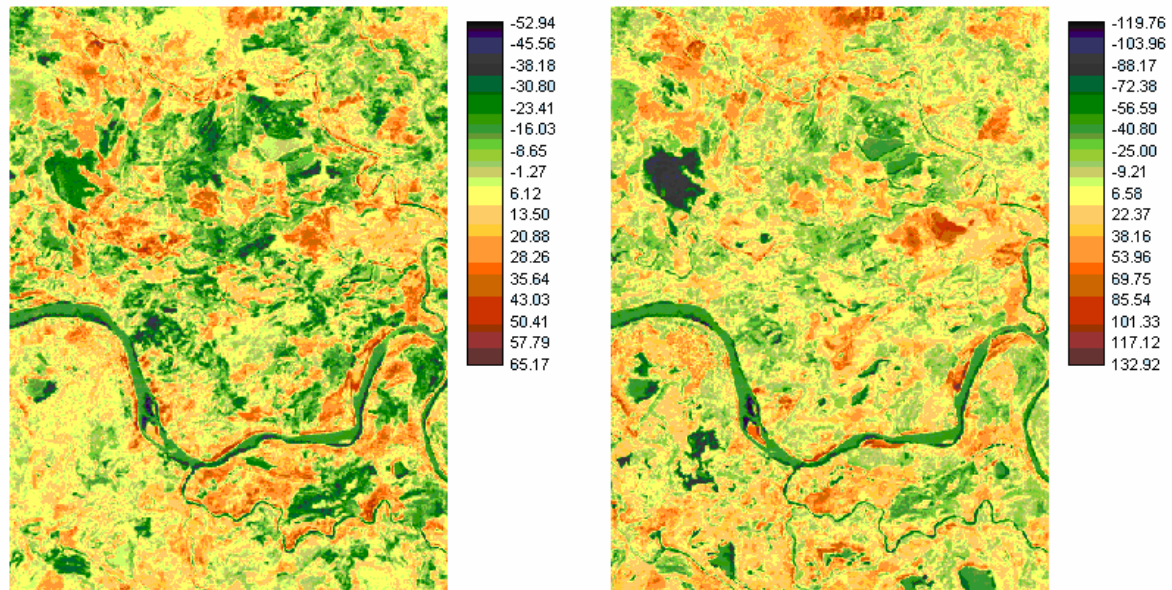


Figura 3. Detección de cambios cuantitativos en las imágenes 1988 y 2001 con las bandas 4 y 5.

Las clases consideradas para la clasificación no supervisada (agrupamiento-fino) para las dos imágenes de satélites (Figura 4) fueron:

Cuerpos de agua, la Isla de Apurito por constituir una planicie de inundación, es posible identificar diferentes unidades funcionales o hábitats:

1.- El canal principal: se refiere al cauce principal del río, este componente generalmente mantiene agua en su caudal pero no necesariamente con flujo durante toda la época del año.

2.- Cursos remanentes estacionalmente inundados por el canal principal del río (cursos viejos del río): se caracterizan por presentar aguas poco profundas y lentas, las cuales tienden a separarse del curso principal del río durante el período de aguas bajas. Consecuentemente estos hábitats son lénticos durante el período de aislamiento.

3.- Lagunas de la planicie inundable: éstas pueden o no estar estacionalmente conectadas al canal principal del río, y pueden ser permanentes o temporales. Las lagunas permanentes suelen ser poco profundas, máximo 4m (durante aguas bajas). En algunos casos existe conectividad entre las aguas superficiales de las lagunas y las aguas subterráneas, lo que les permite subsistir todo el año. Mientras que las lagunas temporales pueden llegar a secarse por evaporación, durante la temporada seca.

Centros poblados con actividad agropecuaria se encuentran ubicados cerca de los orillas de los ríos principales: Apurito y Apure. En estas zonas predomina la actividad agrícola, donde los principales productos que siembran son el frijol, el maíz y la yuca, los cuales no requiere de riego ni de fertilizante para su desarrollo. También practican la ganadería bovina y porcina.

Bosque se puede apreciar de dos tipos:

1.- Las Matas asociaciones arbóreas ubicadas en los banco, las cuales, se implantan de manera singular en medio de la sabana. Entre las especies arbóreas se encuentran el Aceite, Algarrobo, Bototo, Camoruco, Cañafístula, Caro, Chiga, Coco e' mono, Cují

blanco, Dividivi, Guarataro, Guásimo, Jabillo, Jobo, Lechero y Merecure.

2.- Bosque de Galería formaciones arbóreas ubicadas en las orillas de los ríos, entre las especies arbóreas que destacan están el Samán, el Guácimo y el Apamate.

Bajíos están constituidos por plantas arbustivas de bajo porte, entre los que destaca el menudito y el barote, las cuales tienen escaso valor comercial.

Sabana comunidad vegetal constituida principalmente por gramíneas, formado por numerosas especies como la Paja Carretera, Gamelote, Lamedora y Paja de Agua, entre otras.

Médano son terrazas eólicas del cuaternario, es decir acumulación de arena fina.

2.- Cambios espaciales en el área de estudio.

El valor del índice Kappa (0,1738) mostró que la proporción de los cambios ocurridos entre 1988 y 2001, en las clases consideradas en la Isla de Apuritos fue grande. Se detectaron cambios importantes (imagen vieja con respecto a la imagen nueva) en los cuerpos de agua (45%), centro poblados-actividad agrícola (133,61%) y el bajío (88,19%), donde se pudo apreciar que la cobertura de éstos hábitats aumentaron, mientras que el bosque y la sabana disminuyeron en un 18,51% y en un 25% respectivamente.

Se logró cuantificar los cambios ocurridos entre los años 1988 al 2001, de las diferentes clases considerada que se pueden observar en la Isla de Apurito (Figuras 5, 6 y 7).

Se observó para los **cuerpos de agua** que en el 2001 aumentó el porcentaje de cobertura de los cuerpos de agua (5.7757-8.4279), El número de fragmentos se duplicó (322-999) de esa categoría, pero para el 2001 disminuyó el tamaño promedio de los fragmentos (3.4482-1.6218) y la extensión de los fragmentos (55.3884-33.821)

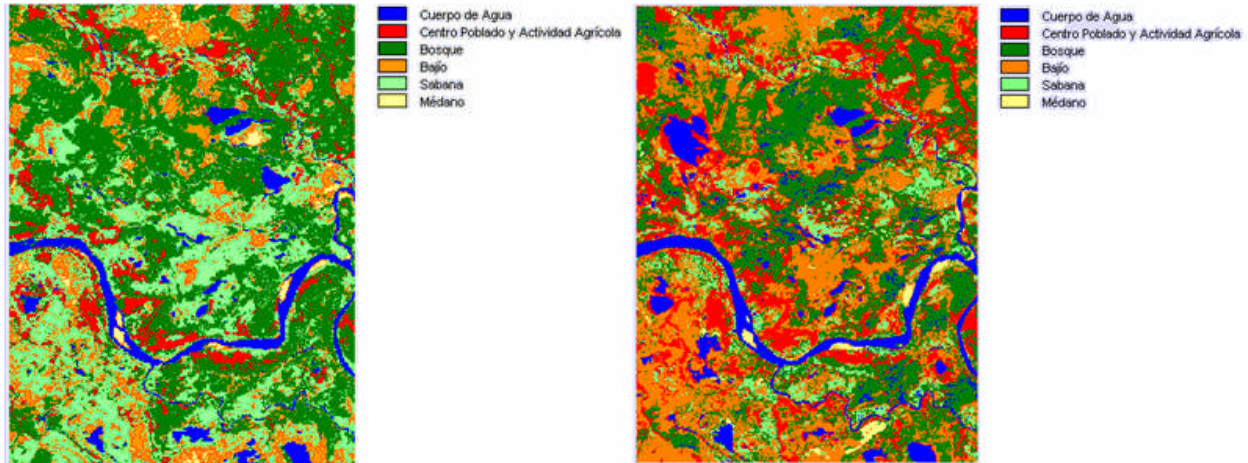


Figura 4. Imágenes clasificadas (Cluster –fine) para el año 1988 y 2001 de la Isla de Apurito, Estado Apure.

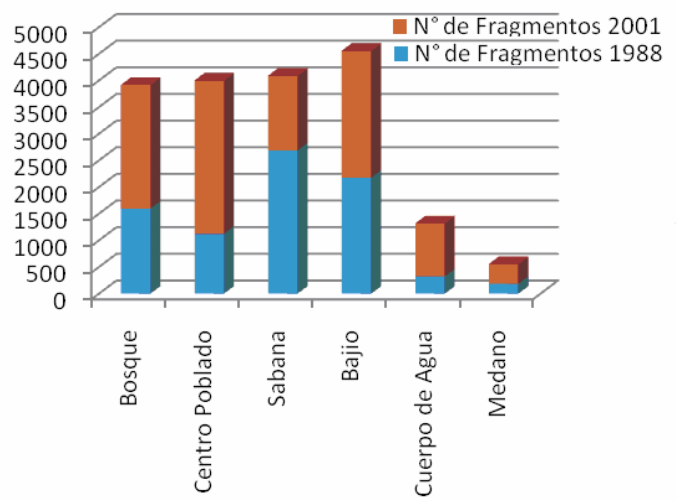
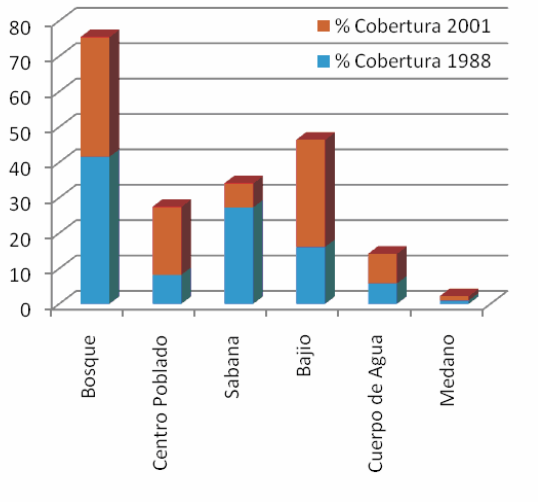


Figura 5. Relación en el porcentaje de cobertura(PC) y del Numero de fragmentos (NF) de los diferentes ambientes en los años 1988 y 2001 en la Isla de Apuritos, Estado Apure.

Mientras que la distancia mínima euclidiana entre los fragmentos disminuyó un poco (158.1620-122.0378).

Los centros poblados-actividad agrícola incrementaron su porcentaje de cobertura de 1988 al 2001 (8.235 - 19.2491), y duplicó el número de fragmentos (1125-2878), mientras que la distancia lineal mínima entre los fragmentos de ésta categoría disminuyó.

El **bosque** en el período 1988-2001, disminuyó su porcentaje de cobertura, aumentó

el número de fragmentos y disminuyó el tamaño promedio de los fragmentos.

En el **bajo** se observó que aumentó del porcentaje de cobertura de 1988 al 2001 (16.1166-30.3104), con un aumento en el tamaño promedio de los fragmentos (1.4238-2.4442) y la distancia mínima euclidiana entre los fragmentos disminuyó (91.447-75.1184).

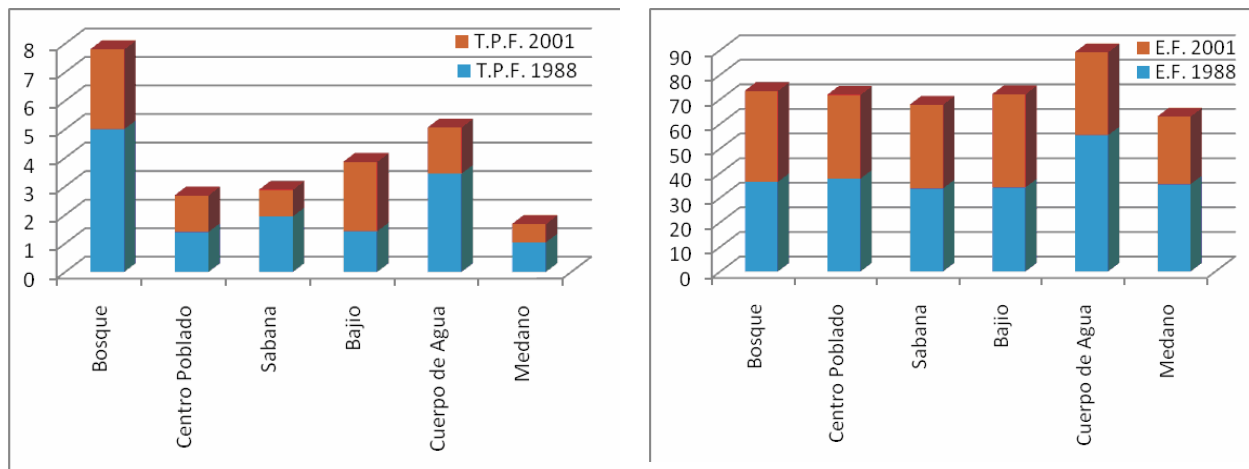


Figura 6. Relación en el tamaño promedio de los fragmentos (TPF) y de la extensión de los fragmentos (EF) de los diferentes ambientes en los años 1988 y 2001 en la Isla de Apurito, Estado Apure.

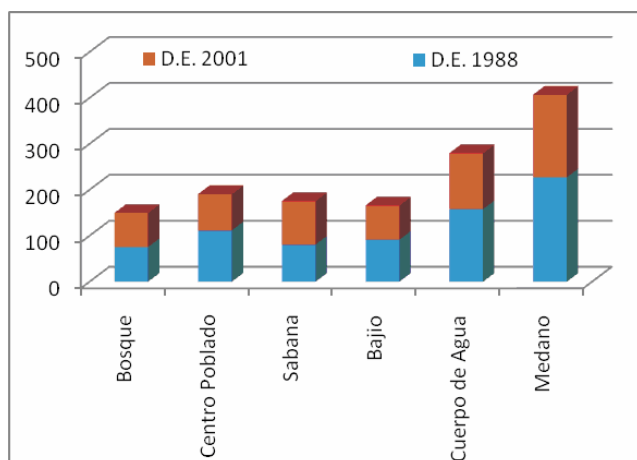


Figura 7. Relación de la distancia euclidiana entre los fragmentos de los diferentes ambientes en los años 1988 y 2001, en la Isla de Apurito, Estado Apure.

DISCUSIÓN

A través del análisis multitemporal de las imágenes satelitales entre los años 1988 y 2001 en la Isla de Apurito se detectó cambios importantes, especialmente en las clases: cuerpos de agua, centros poblados-actividad agrícola, el bosque y el bajío.

Se puede apreciar que los centros poblados actividad agrícola, se incrementó su cobertura, duplicándose el número de fragmentos y la distancia entre ellos es menor, esto nos está indicando que se ha incrementado cantidad de fundos y que éstos se encuentran

más cerca entre ellos. En consecuencia hay un incremento en la población, y por ende un incremento en la actividad agrícola. Esto también se ve reflejado en la disminución de la cobertura del bosque, donde hay una mayor cantidad de fragmentos y estos fragmentos son más pequeños.

El área de bosque en la Isla de Apurito ha sido explotado por los pobladores, a través del otorgamiento de permisos por parte del Ministerio del Ambiente, el cual otorgaba permisos para el aprovechamiento de los árboles maderables como: Samán (*Pithecellobium saman*), Masaguaro, (*Pseudosamanea guachapele*) o Cedro (*Cedrela sp.*).

La clase cuerpos de agua, ha tenido una dinámica particular, y debe estar relacionado con régimen climático de la zona, para el 1988 la precipitación fue escasa y afectó a los cuerpos de agua de la zona.

Las comunidades locales deben tomar medidas para el uso racional de sus recursos naturales que son la base fundamental de su sustento y de su calidad de vida. Entre las medidas están: evitar la colocación de diques que impida la entrada del agua a la sabana, establecer un plan de siembra para los árboles forestales, delimitar el área de siembra y de cría de animales, los cuales deben estar acorde con la capacidad de carga del sistema.

CONCLUSIÓN

Los hábitats donde se detectó el mayor cambio (1988 a 2001) fueron: los centros poblados-actividad agrícola (133,61%), el bajío (88,19%) y cuerpos de agua (45,84%), observándose un aumento de su cobertura. Mientras que el bosque y la sabana disminuyeron su cobertura en un 18,51% y en un 25% respectivamente.

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mi sincero agradecimiento al Prof. Rodrigo Fernando Lazo (EcoSig-Centro de Ecología del Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas), por el suministro de las imágenes de satélite y su acompañamiento en el desarrollo de éste trabajo, durante el curso de Sistema de Información Geográfica Avanzado.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Eastman, J. 2003. IDRISI KILIMANJARO, guía para SIG y procesamiento de imagen. Clark Labs. 312 p.
- González, R.; Santiago, C. 2000. Atlas geográfico, histórico del estado Apure. Editorial El Aragueño. 88 p.
- Machado-Allison, A. 2005. Los peces de los Llanos de Venezuela. Un ensayo sobre su historia natural. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R). 1986. Inventario Nacional de Tierras de los Llanos Occidentales. División de información e investigación del ambiente. Caracas.105 p.

Pérez, F. 1980. Manejo de pastizales en las sabanas inundables de Apure, Venezuela. Rangeland. 2(2):63.

Pérez, R. 1992. Balance hídrico superficial en las cuencas de la Región Llanos Occidentales de Venezuela. Balance hídrico de América del Sur, UNESCO-PHI. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (M.A.R.N.R.) Serie de informes técnicos DGSIASV/IT. 40 p.