

# Metodología para determinar cambios espaciales y temporales en La Ciénaga de Los Olivitos, Estado Zulia, Venezuela. Uso actual y cobertura vegetal. 1946 y 1976

Methodology to determine changes in space and time at Ciénaga de Los Olivitos, Zulia State, Venezuela. Land use and vegetation type classes. Years 1946 and 1976

Yoleida HERNÁNDEZ<sup>1</sup>, Néstor NOGUERA<sup>2</sup>, Miguel PIETRANGELI<sup>3</sup>, Luis JIMÉNEZ<sup>2</sup> y Miguel LARREAL<sup>2</sup> ✉

<sup>1</sup>Ministerio del Ambiente, estado Zulia, Venezuela, <sup>2</sup>Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela y <sup>3</sup>Facultad Experimental de Ciencias, Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela.

E-mails: elcortijo@cantv.net y miguellarreal@cantv.net ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 03/07/2009

Primera revisión recibida: 21/09/2009

Fin de primer arbitraje: 10/08/2009

Aceptado: 17/10/2009

## RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo desarrollar una metodología de trabajo para determinar los cambios espaciales y temporales ocurridos en áreas geográficas, en este caso, en la Ciénaga de los Olivitos y su área de influencia, mediante la combinación de técnicas de teledetección y Sistemas de Información Geográficos (S.I.G.). El área de estudio fue seleccionada por ser un humedal costero de mayor extensión dentro del estado Zulia, y es un ecosistema susceptible a sufrir cambios, producto de las acciones naturales y antrópicas. La metodología implementada consistió en determinar diferentes categorías de uso de la tierra y clases de cobertura vegetal, mediante la fotointerpretación de fotografías aéreas misiones Aéreas 4 y 4 A (1946) y 0201127 (1976); y operaciones en el S.I.G., utilizando los Softwares Microstation 95 Y Arcview 3.2., para realizar la digitalización y efectuar los análisis espaciales. Mediante la fotointerpretación se determinaron catorce (14) unidades cartográficas (3 de Uso de la tierra y 11 de Clases de cobertura vegetal) para cada año (1946 y 1976); y a través del S.I.G. se elaboraron mapas por cada año en referencia. Se concluye que el uso alterno de técnicas de teledetección en combinación con las de S.I.G. constituye una metodología adecuada e ilustrativa para elaborar mapas y determinar cambios espaciales y temporales, en La Ciénaga de Los Olivitos en el tiempo de evaluación de 30 años (1946 y 1976).

**Palabras clave:** Teledetección, S.I.G., cambios espaciales y temporales, Ciénaga de Olivitos, Venezuela.

## ABSTRACT

The study had as purpose to develop a methodology of work to determine space and temporary changes that occur in geographical areas, in this case, in the Ciénaga de Los Olivitos and its influence area, through the combination of techniques of teledetection and Geographical Information Systems (G.I.S.). The study area was selected for being the most extensive coastal wetland throughout the Zulia State, having a declaration of Fauna Wildlife Refuge and Fishing Reserve and for being an ecosystem susceptible to changes due to natural and human actions. The implemented methodology consisted in determine different kind of land use and vegetal cover classes types, through a photointerpretation of aerial photographs correspondent to the aerial missions 4 and 4A (1946) and 0201127 (1976); and operations in the G.I.S., using the MICROSTATION 95 and ARCVIEW 3.2 softwares, with the purpose of accomplishing the digitalization and bring about the space analysis. Through photointerpretation, fourteen (14) cartographic entities were determined, (3 of land uses and 11 of vegetal cover classes) for each year (1946 and 1976), and by means of the G.I.S., maps for each year in reference were elaborated. It was determined that the alternate use of techniques of teledetection in combination with the G.I.S. ones, constitute an adequate and illustrative methodology for the elaboration of maps and the determination of space and temporary changes, being a clear example our study in Ciénaga de Los Olivitos through the period of observation of 30 years (1946 y 1976).

**Key words:** Teledetection, G.I.S, space and temporary changes, Ciénaga de Olivitos, Venezuela.

## INTRODUCCIÓN

Los humedales comprenden diversos ambientes tanto naturales como artificiales que se

caracterizan por estar temporalmente o permanentemente inundados por agua dulce, estuarinas (salobres) o salinas e incluyen las regiones marinas que no excedan los seis metros de

profundidad con respecto al nivel medio de las mareas bajas (Grupo Ecológico Manglar, 2001 y Green., *et al.*, 1998).

Los humedales figuran entre los ecosistemas más productivos de la tierra, cuyas características se pueden agrupar en componentes, funciones y propiedades (De la Ville *et al.*, 2001; Nozica *et al.*, 1998). Los componentes del sistema son los rasgos bióticos y no bióticos y abarcan el suelo, el agua, las plantas y los animales. Las interacciones de estos componentes se expresan en funciones, con inclusión del ciclo de nutrientes y el intercambio de aguas superficiales y subterráneas y entre la superficie y la atmósfera (Palmintieri *et al.*, 1999; Colomer *et al.*, 2002). Además, el sistema tiene propiedades, como la diversidad de especies (Berlanga *et al.* 2000; Bocco *et al.* 1999).

Los sistemas de humedales costeros constituyen unidades ambientales donde concurren múltiples intereses económicos, dado la variedad de recursos que en ellos se ubican (Berlanga *et al.* 2000). Estos sistemas están siendo destruidos, entre otros factores por operaciones de dragado y relleno, construcción de presas, desarrollos urbanísticos, turísticos e industriales, actividad agrícola y ganadera, aporte de sedimentos por la erosión, aporte de materia orgánica, subsidencia, sequías, elevación del nivel del mar, eutricación y por contaminantes tóxicos (Barbier *et al.* 1997; Mendoza *et al.* 2001). Al respecto, Klemes *et al.* (1993) citado por Berlanga *et al.* (2000) señalan que durante los dos últimos siglos algunas regiones de los Estados Unidos han perdido más del 50% de estos ambientes para dedicar las tierras a la producción agropecuaria. En Venezuela, los humedales se distribuyen a lo largo de la costa en

forma discontinua, debido a la historia geológica y a la geomorfología actual, ocupando una superficie de 3.065.555 Ha, de los cuales los estados que poseen mayor extensión son Delta Amacuro (3000000 ha) y Zulia (568,300 Ha) que representan el 77,6% y 14,7%, respectivamente (Galue *et al.*, 1982; Gea, 1997). En el Estado Zulia, se localizan siete humedales costeros que cubren una extensión de 568.300 Ha, ubicados en cuatro regiones naturales diferentes: los llanos costeros de La Guajira, la altiplanicie de Maracaibo – Machiques y en las llanuras costeras nororientales. En esta llanura costera nororiental, se ubica la Ciénaga de Los Olivitos (Biota, 1992; Anzola, 1998).

Con el fin de generar información que permita cuantificar las modificaciones que ha sufrido el sistema de humedales La Ciénaga de Los Olivitos, por causa de diversos factores, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo desarrollar una metodología para determinar los cambios espaciales y temporales en La Ciénaga de los Olivitos y su área de influencia, mediante la combinación de técnicas de teledetección (fotografías aéreas) y Sistema de Información Geográficas (S.I.G.), y se inferirán sobre sus posibles causas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Características generales del área de estudio

Se circunscribe en La Ciénaga de Los Olivitos que abarca una superficie de 26000 ha localizada en el extremo nororiental del lago de Maracaibo, en jurisdicción del municipio Miranda del Estado Zulia (Figura 1) (MARNR, 1986; 2001).

### UBICACION RELATIVA NACIONAL



### UBICACION RELATIVA LOCAL

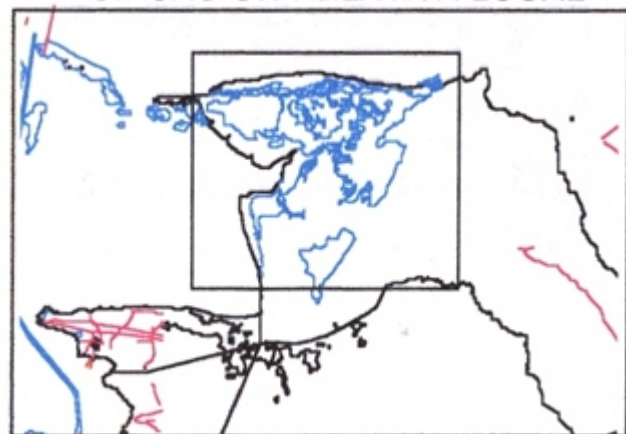


Figura 1. Ubicación relativa del área bajo estudio.

Desde el punto de vista geomorfológico el área presenta dos tipos de paisajes: la altiplanicie y la planicie (COPLANARH, 1975).

En relación a la geología, el paisaje de altiplanicie está constituido por materiales de la Formación el Milagro, de edad comienzo del cuaternario (Pleistoceno) (COPLANARH, 1975).

Dentro del paisaje de altiplanicie por prevalecer condiciones climáticas áridas y semiáridas los suelos representativos corresponden al orden Aridisoles, con predominio del gran grupo Paleargids y Haplargids, La planicie se subdivide en llanura deltaica y llanura litoral, dentro de la llanura deltaica, los suelos predominantes corresponden al Orden Vertisoles, predominando el gran grupo Haplotorrrets. En relación a la llanura litoral, el márgen costero al norte corresponde al cordón litoral donde predominan suelos del Orden Entisoles, predominando los grandes grupos Torripsamments y Psammaquents. También se presentan campos de dunas activas, fijas o semifijas por vegetación herbácea donde predominan suelos del gran grupo Quartzsipsamments (COPLANARH, 1975).

El patrón hidrológico de La Ciénaga de Los Olivitos se mantiene fundamentalmente por diferentes situaciones: en primer término el aporte de agua que recibe de la bahía El Tablazo y el Golfo de Venezuela, a través de los caños Nuevo, Viejo, Muerto, Oribor y Perejil.

La ciénaga de Los Olivitos, ésta ubicada en un área bastante seca, correspondiente ala zona de vida Monte Espinoso Tropical, característico de la costa occidental de Venezuela.

- Precipitación; 482 mm (Quisiro) y 510 mm (Ancon de Iturre), Evaporación: 2.919 mm.
- Temperatura: 29,2 °C. Vientos: 7,2 km h<sup>-1</sup>, diciembre con menores valores de viento promedio de 5,0 km h<sup>-1</sup>.

La metodología a ser implementada a los fines de obtener información sobre los cambios espaciales y temporales que ha sufrido la Ciénaga de Los Olivitos y su área de influencia en un periodo de comparación (1946-1976), se realizó siguiendo los procedimientos representados en el diagrama de flujos (Figura 2) (Briceño, 2003; Jiménez Puertas, 2009; Nahed *et al.* 2003).

Se identificaron y revisaron estudios realizados en la Cienaga Los Olivitos y su área de influencia por parte de instituciones públicas y privadas.

Elaboración de un mapa base a escala 1:50.000, utilizando la s cartas de cartografía nacional N° 5948 IV Quisiro y la N° 5848 III Ancon de Iturre, sobre estas por separado se registró la información resultante de la fotointerpretación correspondiente a los años 1946-197.

Obtención de fotografías aéreas (blanco y negro) en el Instituto Geográfico Simón Bolívar de las misiones 4 y 4 A a escala 1:40.000, 43 fotos; y la misión 0201127 a escala 1:25.000, 78 fotos correspondientes a los años 1946-1976 respectivamente.

La fotointerpretación se realizó considerando los criterios que permitieron reconocer los elementos a identificar (tamaño, forma, tono, color, textura, patrón) en cada fotografía aérea.

En la interpretación se tomó en cuenta la leyenda de uso de la tierra escala 1:100.000 (MARNR, 1981) ajustado al área de estudio. Mediante el uso de estereoscopio de espejo y de bolsillo se realizó la fotointerpretación de los pares estereoscopios de las misiones antes citadas (C. N. I. G., 2003).

La información fotointerpretada fue obtenida de fotografías aéreas que están en diferentes escalas, por lo cual se procedió a convertir a escala 1:50:000 a través del uso del Pantógrafo óptico de tal manera de poder realizar las comparaciones respectivas usando el Sistema de Información Geográfica.

Para el procesamiento de la información se siguió los postulados por Bosque (1997), ESRI (2000), Chuvieco Salinero (2006), Richards y Xiuping Jia (2005). Para la digitalización de la información fotointerpretada contenida en los mapas para los años 1946-1976 a escala 1:50.000, se utilizó el programa Microstation 95, el análisis de la información espacial vektorial, fue referida a las variables temáticas (vegetación, hidrología, actividades ganaderas, centro poblados, tierras sin vegetación y tierras pantanosas).

Los parámetros de los mapas digitalizados a escala 1:50.000 y las coordenadas UTM de los

cuatros (4) vértices del área de estudio, fueron ajustados según las normas cartográficas establecidas de manera de coincidir con algunos elementos naturales o antropogénicos presentes en la cartografía

digitalizada del estado Zulia. Posteriormente se trazaron los elementos uso de la tierra y clase de cobertura y se guardó la información digitalizada en un archivo de diseño.

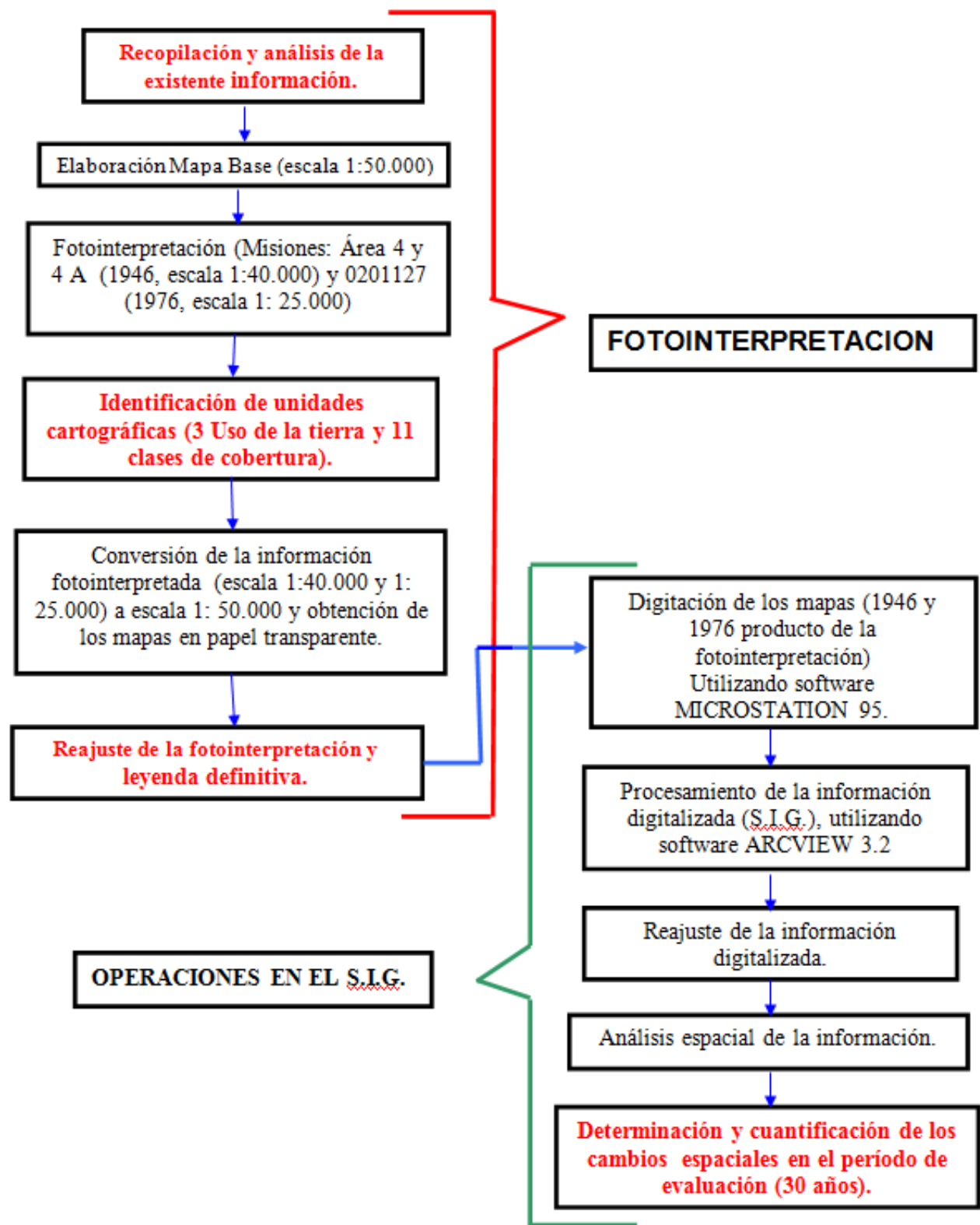


Figura 2. Diagrama de flujo de la metodología utilizada.

Todos los elementos digitalizados se convirtieron en polígonos cerrados, este programa permitió ingresar, editar y exportar la información vectorial Arcview 3.2 a fines de realizar los análisis espaciales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El procesamiento de la información generó los siguientes resultados: Un mapa de uso actual y cobertura vegetal de la ciénaga de Los Olivitos y su área de influencia para los años 1946 y 1976.

La leyenda definitiva de los mapas fue producto de la fotointerpretación de las fotografías aéreas de las misiones Área 4 y 4 A (1946) y 0201127 (1976), con la consideración de lo establecido en el documento “Leyenda de Uso de la Tierra Escala 1:100.000 (MARNR, 1981) ajustado al área de estudio, así como los estudios realizados en la Ciénaga de Los Olivitos y en su área de influencia inmediata (IMPARQUES, 2001). En el mapa del año 1946, se cartografiaron 14 unidades de uso actual de la tierra y clases de cobertura vegetal, abarcando una superficie de 63213,62 ha (Figura 3 y Cuadro 1). La clase de cobertura vegetal que ocupa mayor extensión, es la de espinar denso con 20759,93 ha equivalente al 32,84% del área total bajo estudio y la de menor extensión, recae sobre el manglar blanco

con 23,79 Ha equivalente al 0,04%. Dentro del área acuática de la Ciénaga de Los Olivitos, la clase de cobertura vegetal que ocupa mayor extensión es la zona pantanosa con 14045,49 ha, equivalente al 22,22% y el de menor extensión sigue siendo la del manglar blanco (Cuadro 1). El uso de la tierra referido a Ovinos y Caprinos, se encuentra fragmentado y representado por un mayor número de polígonos (95) y en menor fragmentación son manglar blanco, cárcavas y dunas, debido a que tienen un polígono.

De igual manera en el mapa del año 1976 se cartografiaron 14 unidades de uso de la tierra y clase de cobertura vegetal, abarcando una superficie de 62.125,77 ha (Figura 4 y Cuadro 1). La clase de cobertura que ocupa mayor extensión es la del Espinar Denso con 14827 ha, equivalente al 23,87% del área total bajo estudio y la de menor extensión, recae sobre la del manglar blanco con 35,59 ha equivalente al 0,06%. Dentro del área acuática de la Ciénaga de Los Olivitos, la clase de cobertura vegetal que ocupa mayor extensión es la zona pantanosa con 11007,34 ha, equivalente al 17,72% y la de menor extensión sigue siendo el manglar blanco con 35,59 ha. El uso actual de la tierra referido a Ovinos y Caprinos, se encuentra más fragmentado y las de menor fragmentación son: manglar blanco, cárcavas y dunas.

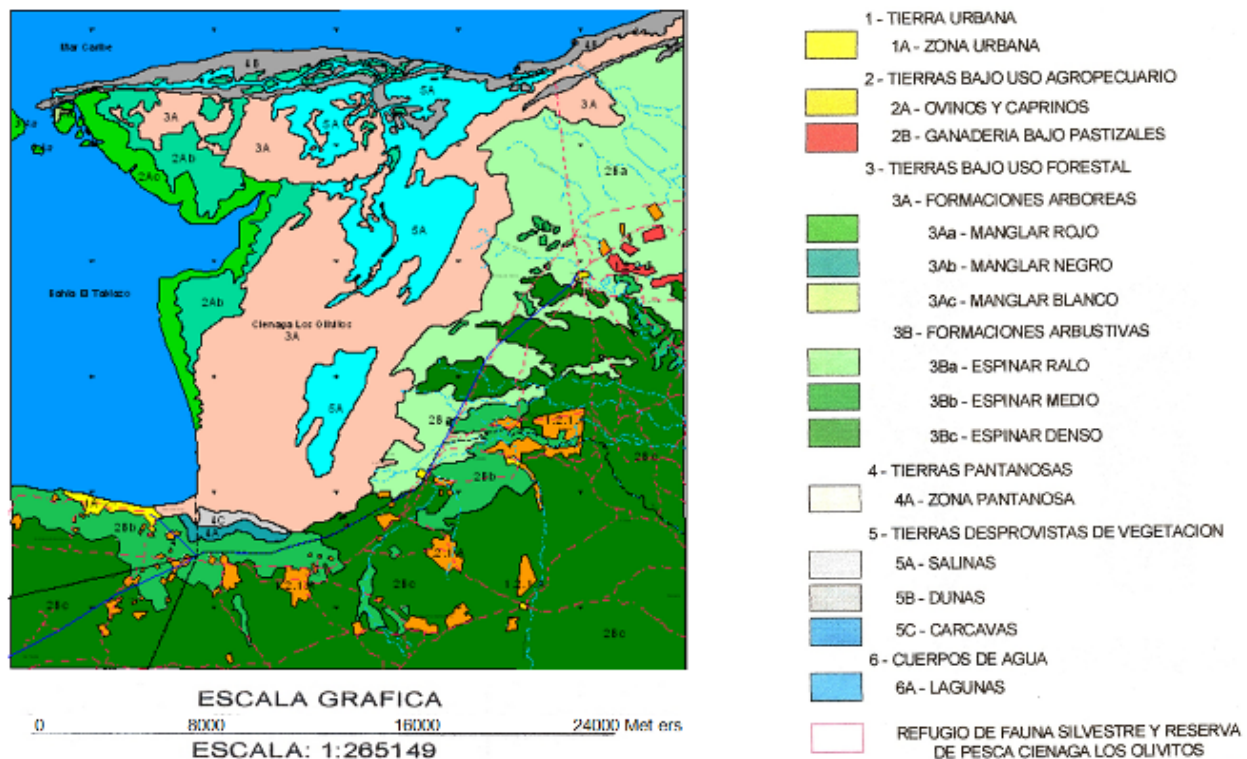


Figura 3. Mapa de uso actual de la tierra y cobertura vegetal del año 1946.

Cuadro 1. Comparación entre áreas ocupadas por uso de la tierra y clase de cobertura de La Ciénaga de los Olivitos y su área de influencia, año 1946-1976.

Uso de la tierra y clase de cobertura	Área (ha) 1946	Área (ha) 1976	Cambios (ha)
Zona urbana	267,10	280,68	13,58
Ovinos caprinos	2003,41	2120,19	116,78
Ganado vacuno	183,73	495,84	312,11
Manglar blanco	23,79	35,59	11,80
Manglar negro	2652,54	2069,79	-582,75
Manglar rojo	1835,98	1804,50	-31,48
Espinar ralo	9144,04	9689,36	524,32
Espinar medio	4131,98	9441,89	5309,91
Espinar denso	20759,93	14827,02	-5932,91
Zona pantanosa	14045,49	11007,35	-3038,14
Cárcavas	232,16	349,57	117,41
Dunas	2214,52	2261,71	47,19
Salinas	171,90	217,31	45,41
Cuerpo de agua	5345,41	7545,30	2199,89
Total	63011,98	62146,20	865,78

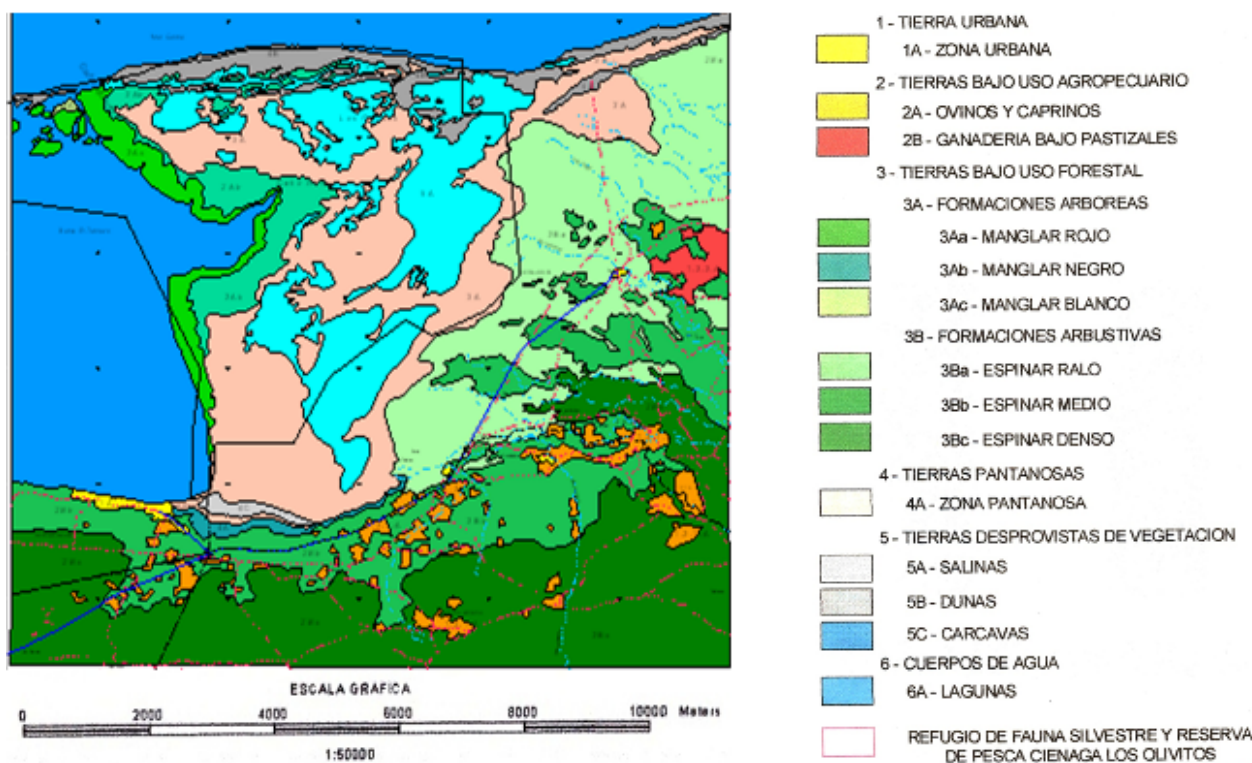


Figura 4. Mapa de uso actual de la tierra y cobertura vegetal del año 1976.

### CONCLUSIONES

La aplicación de las técnicas de teledetección (fotointerpretación de fotografías aéreas) en combinación con técnicas de Sistema de Información Geográficas (S.I.G.) constituye una metodología adecuada e ilustrativa para elaborar mapas de uso actual de la tierra y clase de cobertura. Así como para determinar y cuantificar los cambios ocurridos.

Los cambios espaciales a los que ha estado sujeta La Ciénaga de los Olivitos en el tiempo de comparación (30 años), producto de los efectos naturales y antrópicos, confirma los postulados de varios investigadores, que este tipo de comunidades conocidas como humedales son sistemas dinámicos y cambian sin cesar, bien sea por las acciones de los efectos naturales o inducidos por el hombre, y pueden al mismo tiempo aparecer en otros sitios. La

identificación de los cambios en muchos casos es difícil, debido a la compleja dinámica fluvial, marina; patrones de uso de tierra.

Se pudieron conocer o diferenciar 14 unidades cartográficas, 3 clases de usos de la tierra y clases de cobertura vegetal, producto de la fotointerpretación de las fotografías aéreas de los años 1946 (Misión Área 4 y 4A) y 1976 (Misión 0201127), los cuales experimentaron cambios espaciales positivos y negativos, durante el lapso de 30 años.

En cuanto a la clase de cobertura, correspondiente a la formación arbórea, el manglar, su ubicación y distribución fue precisa coincidiendo con la cartografía de estudios ya realizados.

El uso de la tierra correspondiente a la zona urbana, ovinos-caprinos y ganado vacuno, experimentaron un incremento de su frontera, pero no en forma significativa.

El uso de las técnicas combinadas de teledetección (fotografías aéreas) y Sistemas de Información Geográficos, se pueden evidenciar cambios espaciales en el uso de la tierra y clase de cobertura en un espacio geográfico determinado.

#### LITERATURA CITADA

- Anzola, R. 1998. Estudio ecológico del paisaje con un sistema de información geográfico. Cuenca del Río Naguayá. Tesis de Maestría. Universidad Simón Bolívar. Caracas.
- Barbier B.; M. Acreman y D. Knowles. 1997. Valoración económica de los humedales: Guía para decisores y planificadores Convención Ramsar, Suiza.
- Berlanga, C. y A. Luna A. 2000. Variaciones en el paisaje del sistema de humedales Laguna Grande, Agua Grande, Teracapan y Sinaloa. México.
- Briceño, F. 2003. Cambios de cobertura de la tierra en el Valle del río Momboy, estado Trujillo. Universidad de los Andes-NURR, Trujillo. Grupo de investigación GEOCIENCIA. Geoenseñanza 8 (1): 91-100.
- Bocco, G. y M. Mendoza. 1999. Evaluación de los cambios de la cobertura vegetal y uso del suelo en Michoacán (1975 – 1995). Lineamientos para la ordenación ecológica de su territorio, Programa SIMORELOS- CUNA CYT. Instituto de Ecología, UNAM Campus Morelia. México.
- Bosque, I. 1997. Sistemas de información geográfica, 2ª edición, Madrid Rialp.
- Centro Nacional de Información Geográfica del Ministerio de Fomento (CNIG.). 2003. Iniciación a la fotogeología. España. [http://www.uam.es/personal\\_pdi/crencion/casads/fot-area/prac.9htm](http://www.uam.es/personal_pdi/crencion/casads/fot-area/prac.9htm).
- Microostation. Centrocd. <http://www.centrocad.com/software/microstation.htm>.
- Colomer de la Oliva, I.; F. Manzano y G. Manzano. 2002. Utilización de técnicas de análisis espacial integrado en un Sistema de Información Geográfica para la elección de especies en proyectos de reforestación, aplicando un proyecto de recuperación de una superficie forestal en la Sierra de Gador. XIV Congreso Internacional de Ingeniería Geográfica. España.
- Comisión del Plan Nacional de Aprovechamiento de los Recursos Hidráulicos (COPLANARH). 1975. Inventario Nacional de Tierras. Regiones: Costas Noroccidental y Centro Occidental y Central. Volumen 11. Caracas Venezuela.
- Consultores Ambientales BIOTA. 1992. Estudios de Impacto Ambiental Producta de Sal, C.A. (PRODUSAL). Los Olivitos. Maracaibo.
- De la Ville, N. y J. García. 2001. Uso de sensores remotos, GIS y modelos espaciales con apoyo al Plan de Ordenación territorial.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 3.934 de fecha 03-12-86. Refugio de Fauna Silvestre “Ciénaga de Los Olivitos”. Decreto N° 1.363 de fecha 20-11-86.
- Gaceta Oficial de la República de Venezuela N° 34.819 de fecha 14-10-91. Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca “Ciénaga de Los Olivitos”. Decreto N° 1656 de fecha 05-06-91.
- Galué, N. y E. Nucette. 1982. Diagnóstico de los Manglares Venezolanos. Región Zuliana. Serie de Informes Técnico Zona 5/IC/44. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.

- Green, E. P.; P. J. Mumby, A. J. Edward, C. D. Clark and A. C. Ellis. 1998. The assessment of mangrove areas using high resolution multispectral airborne imagery. *Journal of Costa Research*. N° 14. Pág. 433-443.
- Grupo Ecológico Manglar. 2001. Diagnóstico socioambiental de la zona estuarina y del manglar del Municipio de San Blas, Nayarit. México.
- Grupo Expertos Ambientales (GEA). 1997. Plan de monitoreo y control de la Ciénaga de Los Olivitos en relación al proyecto salinero industrial por evaporación solar de Productora de Sal, C.A. (PRODUSAL). Informe Anual. Maracaibo.
- Environmental Systems Research Institute (ESRI). 2000. Sistema de Información Geográfico.
- ESRI. ARCVIEW. GIS. <http://www.idasnet.com/idasnet.esp/contenidos/productos/software/esri/arcview/ar>
- Chuvieco Salinero, E. 2006. Teledetección Ambiental, La observación de la tierra desde el espacio. Editorial Ariel, S.A. 2ª edición. Barcelona-España. 85-108 (586) pp.
- Instituto Nacional de Parques (INPARQUES). 2001. Implementación de un Sistema de Información Geográfica para la planificación, administración y manejo de los Parques Nacionales: Canaima, Península de Paria, El Guacharo, Turuepano y Sierra San Luis. Venezuela.
- Jiménez Puertas. M. 2009. Posibilidades y límites de fotografía aérea para el estudio del paisaje, los límites de la fotografía aérea y los límites de la arqueología del paisaje, (Debates sobre el paisaje). Universidad de Granada. Editorial de noticias y actividades de estudios y análisis de artículo en descarga de debates sobre el paisaje visto y vivido. Bibliografía de enlaces de contacto. Arqueología del Paisaje.
- Mendoza, M.; G. Bocco y E. López. 2001. Implicaciones hidrológicas del cambio de cobertura vegetal y suelo a nivel regional. El caso de la Cuenca cerrada del Lago de Cuitzeo. IV Reunión Nacional de Geomorfología A.C. Instituto Geográfico, UNAM. Michocan. México.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 1981. Leyendas para la elaboración de mapa de vegetación a escala 1:100.000. Caracas.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR). 1986. Conservación y manejo de los manglares costeros de Venezuela y Trinidad –Tobago. Serie Informes Técnicos DGSIIA/IT256. Caracas.
- Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. (MARNR). 2001. Plan de Ordenamiento y Reglamento de uso del Refugio de Fauna Silvestre y Reserva de Pesca Ciénaga de Los Olivitos. Sitios Ramsar de Venezuela. Caracas.
- Nahed. J.; S. Cortina y Q. López. 2003. Uso de recursos y posibilidades de mejora de la unidad espacial de la zona borreguera Tzotzil. Universidad Autónoma de Chapingo. Mexico-Textcoco. Arch. Lainoam. Prod. Anim 11 (1): 40-49.
- Nozica, G.; M. Henríquez y R. Paral. 1998. Sistemas de información geográfica: Una herramienta para el diagnóstico en la planificación regional. Universidad Nacional de San Juan. Argentina.
- Palminteri, S.; G. Powell, G. Ford y J. Casey. 1999. Aplicaciones de un SIG asequible para el usuario a la conservación de los humedales a nivel de sitio. Convención sobre los Humedales (RAMSAR).
- Richards. J. A. and Xiuping Jia. 2005. Remote sensing digital image analysis. Fourth Edition, Springer. pp. 1-23.