

**DINÁMICA DEL USO DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO LOS PALACIOS EN EL PERÍODO 2000-2011.** Elieser Mármol Fundora<sup>1</sup>, Armando Jesús de la Colina Rodríguez<sup>2</sup> y Reinaldo Estrada Estrada<sup>3</sup>. (Cuba)

El análisis del uso de la tierra es un elemento indispensable para el ordenamiento, gestión y planificación de un territorio, sin embargo su obtención se hace difícil producto de su dinamismo y la necesidad de un amplio trabajo de campo. Una técnica de las que actualmente se están auxiliando los especialistas para una actualización frecuente y un menor costo en la obtención del uso de la tierra es la teledetección. Es por ello que el presente trabajo tiene como objetivo general detectar los principales cambios ocurridos en el uso de la tierra del municipio Los Palacios en el período 2000-2011 a partir del procesamiento digital de imágenes. En la investigación se aplicó el procesamiento a cuatro imágenes de la plataforma Landsat que permitieron la identificación de las coberturas de la tierra presentes en territorio y a partir de estas y junto a otros materiales complementarios se pudo inferir los usos de la tierra. Se elaboran dos mapas de cobertura de la tierra y dos mapas de uso de la tierra para inicio y fin del período. Los cambios fueron detectados a partir del corte entre los mapas de uso de la tierra. De este trabajo se pudo determinar que los principales cambios detectados se concentran en el incremento de las superficies no cultivadas, el arroz y el decrecimiento de los mosaicos de cultivos.

Palabras claves: Uso de la tierra, teledetección, Los Palacios

---

<sup>1</sup>Reserva científica, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. [elieserm@geotech.cu](mailto:elieserm@geotech.cu)

<sup>2</sup>Investigador Titular, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. [aicr@geotech.cu](mailto:aicr@geotech.cu)

<sup>3</sup>Investigador Auxiliar, Fundación Antonio Núñez Jiménez para la Naturaleza y el Hombre, La Habana. Cuba. [rey2005a@gmail.com](mailto:rey2005a@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

En el trabajo de investigación realizado por Ángel Massiris en el período 2010-2011 se plantea que “el ordenamiento territorial es una política de Estado e instrumento de planificación ampliamente utilizado en los países latinoamericanos para regular u orientar el uso y ocupación del territorio.” (Massiris, 2012, p.118). Este autor también expresa que el ordenamiento territorial tiene un valor estratégico para el desarrollo territorial sostenible, en la medida en que pueda planificar la utilización del territorio de manera que se reduzcan, controlen, eviten o reviertan los problemas y conflictos existentes por usos incompatibles. Estos planteamientos ilustran el papel que juega el uso del territorio, que en lo adelante será denominado por los autores de este trabajo como uso de la tierra, para el desarrollo de los modelos de ordenamiento.

Sobre el uso de la tierra influyen múltiples factores: naturales, económicos, sociales, tecnológicos, políticos, etc. Esta gran variedad de factores hacen del tema uso de la tierra un elemento de conformación multifactorial, complejo y dinámico. Debido a esta situación y a la importancia que tiene el estudio del uso de la tierra y su dinámica; una de las herramientas de las cuales se están auxiliando los especialistas para una actualización frecuente y un menor costo del uso de la tierra es el empleo de la Teledetección.

Por otro lado, la presente investigación se inserta en uno de los principales resultados concebidos como parte del proyecto: “Bases Ambientales para la Sostenibilidad Alimentaria Local” (BASAL) que tiene identificadas como áreas de intervención a tres municipios: Los Palacios (Pinar del Río), Güira de Melena (Artemisa) y Jimaguayú (Camagüey). Los resultados que se obtienen contribuyen a sentar las bases para la validación de la propuesta de guía metodológica realizada por el grupo de trabajo de la tarea 3.1.1: “Elaboración del mapa de uso actual de la tierra y valoración de la dinámica espacio temporal del uso de la tierra” del proyecto BASAL. (de la Colina, A. J. et al. 2012).

Estas premisas permitieron delinear como objetivo general de la presente investigación: **Detectar los principales cambios ocurridos en el uso de la tierra del municipio Los Palacios en el período 2000 - 2011 a partir del procesamiento digital de imágenes.** Los objetivos específicos planteados son:

- **Elaborar los mapas de cobertura de la tierra para los años 2000 y 2011.**
- **Confeccionar los mapas del uso de la tierra para los años de inicio y fin del período de estudio.**
- **Identificar los principales cambios en el uso de la tierra en el período de estudio.**

Dentro de los principales materiales utilizados se encuentran cuatro imágenes procedentes de la plataforma satelital Landsat, dos del TM 5 y dos del ETM 7; y Guía metodológica para la elaboración del mapa actual y dinámica espacio temporal del uso de la tierra. (de la Colina, et al. 2012). En esta investigación se han utilizado principalmente los métodos histórico y dialéctico, que han permitido el análisis del comportamiento de la cobertura y el uso de la tierra en el período de estudio.

Entre los antecedentes de estudios recientes relacionados con el tema objeto de estudio en el Instituto de Geografía Tropical (IGT) se pueden mencionar: “Detección de Cambios en la Cobertura Vegetal de 1959 al 2009 en la Ciénaga de Zapata” (Labrada, et al. 2011), “Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985-2005 a partir del procesamiento de imágenes de satélite” (Fernández, 2007), “Metodología de la cartografía digital de los ecosistemas costeros de Cuba, para la planificación y gestión de las áreas protegidas y de la cobertura de los suelos en áreas priorizadas” (Tamarit, et al. 2006), “El paisaje cultural del valle de Viñales, análisis de sus cambios durante el período 1971-2005” (Abraham, 2010), “Preparación de los mapas temáticos para la evaluación de la degradación de la Tierra en Cuba a escala nacional. Proyecto LADA” (Reyes, R.E. et al. 2010), “Procedimiento para el Procesamiento Digital de Imágenes” (Martín & Tamarit, 2011) y Guía metodológica para la elaboración del mapa actual y dinámica espacio temporal del uso de la tierra (de la Colina, et al. 2012).

Es necesario aclarar que los resultados que aquí se presentan constituyen una aproximación a la problemática del territorio y contribuyen a sentar las bases para la validación de la propuesta de guía metodológica realizada por el grupo de trabajo que se aplicara en los tres municipios identificados como áreas de intervención en el proyecto BASAL. En tal sentido coincidimos con la afirmación realizada por Myers (1991): “será mejor haber estado aproximadamente correcto, que precisamente equivocado”.

## 1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS-METODOLÓGICOS

<sup>1</sup>Reserva científica, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. [elieserm@geotech.cu](mailto:elieserm@geotech.cu)

<sup>2</sup>Investigador Titular, Instituto de Geografía Tropical, CITMA, La Habana. Cuba. [ajcr@geotech.cu](mailto:ajcr@geotech.cu)

<sup>3</sup>Investigador Auxiliar, Fundación Antonio Núñez Jiménez para la Naturaleza y el Hombre, La Habana. Cuba. [rey2005a@gmail.com](mailto:rey2005a@gmail.com)

## 1.1 Base teórico-conceptual de la cartografía de la cobertura de la tierra y el uso de la tierra.

Los conceptos de cobertura de la tierra y uso de la tierra son muchas veces usados indistintamente pero en realidad no existe tal similitud pues ambos son conceptos diferentes. Junto a estos términos aparecen otros muy relacionados que también puede acarrear confusión como son el caso de cobertura del suelo, cobertura vegetal, uso del suelo y ocupación de suelo.

Sin embargo es válido puntualizar que la emergencia de estos conceptos se corresponde con el desarrollo que ha tenido el Sistema de Observación Terrestre (EOS) a través de los sensores remotos y su utilización en los estudios y el monitoreo de los cambios en la cobertura de la tierra y su interacción con el Cambio Climático y los Cambios Globales y Regionales Medioambientales. (Turner et al., 1993); (de la Colina, 1999) y (de la Colina & Ayón, 2012).

Para esta investigación, los términos seleccionados son cobertura de la tierra y uso de la tierra, el primero es la categoría que más se corresponde al alcance y los objetivos de la presente investigación, mientras que el segundo es el legalmente establecido en Cuba y utilizado en las principales fuentes oficiales de obtención de la información como son la ONHG, ONE y ONEI.

La diferencia esencial entre los conceptos de cobertura de la tierra y uso de la tierra radica en que el primero es básicamente referido al material que cubre físicamente la superficie terrestre mientras que el segundo se corresponde directamente a la utilización (o uso) que tiene esa superficie. De los conceptos analizados, según la temática tratada en esta investigación y los puntos de vista de los autores los conceptos de cobertura de la tierra y uso de la tierra seleccionados son:

- Cobertura de la Tierra es “el conjunto de componentes bióticos y abióticos sobre la superficie de la tierra” (Prakasam, 2010, p.1).
- Uso de la tierra es el “término ampliamente incluyente que refleja las consecuencias terrenales de la interacción hombre-tierra” (McConnell & Moran citados Kerr, & Cihlar, s.f p.3).

La American Museum of Natural History en su informe “Remote sensing & Geographic Systems Facility” del 2004 plantea que algunos mapas incluyen una mezcla de la cobertura y uso de la tierra. Una forma de hacer esto es para representar la cobertura de la tierra con diferentes colores, utilizando diferentes patrones o símbolos superpuestos en el mapa para representar el uso de la tierra. Aunque no hay nada errado en este enfoque, a veces puede dar lugar a confusión, es por ello que a los efectos de esta investigación y para evitar posibles problemas de interpretación de los mapas se trabajarán ambos temas de manera independiente.

La cartografía del uso de la tierra, según Kerr y Cihlar (sf) a pesar de que todavía se utilizan métodos tradicionales, se ha perfeccionado por la aparición de otras fuentes de obtención de datos; un ejemplo de ello es la teledetección que reduce el costo, el esfuerzo y la subjetividad de la cartografía puramente basadas en la declaración de uso de la tierra que se compila de los diferentes tenedores de tierras.

La teledetección aumenta la capacidad de la persona que esté realizando el trabajo en la medición de los cambios temporales en el uso de la tierra. No obstante a pesar de la utilidad de la teledetección para la cartografía sus métodos son apropiados para inferir el uso de la tierra a partir de la cobertura de la tierra, no para medirlos directamente. Kerr y Cihlar (sf) junto a otros como George y Petri (2006), recomiendan que en la confección de los mapas de cobertura y uso de la tierra, se debe utilizar siempre que sea posible los mapas existentes relacionados con la temática.

## 1.2 La teledetección como técnica para la determinación de los cambios en el uso de la tierra.

La Teledetección o Sensoramiento Remoto (proveniente de la traducción al español del término del inglés remote sensing) según Chuvieco (1996) es la técnica que permite obtener información a partir del procesamiento de la imagen captadas por sensores situados a distancia de objetos sin que exista contacto directo con ello con el fin de una aplicación específica.

La elección de esta técnica es debido a que autores como Chuvieco (1996), Seco (2002), Colina et al. (2012) y Martín y Tamarit (2011) plantean que el uso de la teledetección tiene dentro de sus principales ventajas que:

1. Posibilita tener una visión panorámica del área de estudio.
2. Facilita el procesamiento al tener una imagen en formato digital.
3. Reduce el tiempo y el costo de la investigación, principalmente de la etapa de campo.
4. Amplia cobertura temporal y espacial de los territorios, incluida áreas de difícil acceso.
5. Permite el procesamiento de información proveniente del espectro no visible de la luz.
6. Facilita las mediciones de objetos de la superficie terrestre.
7. Aumenta la precisión y la calidad de las investigaciones.

Es importante destacar que para el objetivo de esta investigación son de gran importancia las ventajas cuatro y cinco, porque la amplia cobertura temporal permite la detección de los cambios y al trabajar con bandas como la

infrarroja, que no pertenecen al espectro visible de la luz, facilita la discriminación de las diferentes clases, principalmente las vegetales.

Como bien se plantea en el concepto, el objetivo fundamental del uso de la teledetección es la obtención de información de los territorios a partir de la interpretación de las imágenes satelitales. Dicha interpretación puede ser visual o digital, aunque por lo general ambas se aplican en los procesamientos pues una complementa la otra.

En el caso del procesamiento/tratamiento digital de imágenes, Bosque (1994) plantea que es un conjunto de operaciones que apoyadas en un ordenador y un software específico, que están destinadas a la realización de filtrajes, clasificaciones y extracción y modificación de las características de la información contenida en una imagen digital.

La clasificación es el proceso culminante del procesamiento digital de imágenes, la cual puede supervisada o no supervisada. El proceso de clasificación es puramente estadístico donde se agrupan los píxeles a partir del valor de sus niveles digitales (respuesta de cada objeto o cobertura en las diferentes bandas del espectro electromagnético de la luz). Con las agrupaciones resultantes se elabora el mapa de cobertura y es mediante la inferencia del mapa anterior y los conocimientos del territorio (a partir de materiales complementarios y/o el trabajo de campo) que se infieren los usos de la tierra.

### 1.3 Metodología

En la primera etapa se realiza la definición de los objetivos de la presente investigación haciéndolos coincidir con los objetivos de la tarea 3.1.1 del proyecto BASAL al cual tributarán los resultados de este trabajo. Se eligieron las imágenes provenientes de la plataforma satelital Landsat debido a la amplia cobertura temporal y espacial que posee esta plataforma, la experiencia de los autores en el trabajo con estas; así como que las imágenes se encuentran disponibles de manera gratuita en el sitio web: <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer>.

De estas imágenes se seleccionaron las que poseían el Paht 16 y el Row 44 y 45 debido a que son las imágenes que contienen el municipio de Los Palacios y dentro de ellas aquellas obtenidas en iguales épocas del año, que tuvieran menor % de ruido y cobertura nubosa en el área de trabajo. Todo ello se realizó con el objetivo de tener imágenes más claras y nítidas, haciéndola más precisa y disminuyendo la cantidad de errores en los siguientes procesamientos.

Se trabajo con imágenes del Landsat 5 para el año 2011 porque la plataforma Landsat 7 comenzó a dejar líneas sin información a partir del año 2003. La selección de las imágenes determinó el periodo 2000-2011 como período de análisis. Después de la selección de las imágenes se realizaron los mosaicos de los dos años y se recortó el área para ganar en la eficiencia de los posteriores procesamientos. El límite por el cual se realizó el corte fue establecido por los autores de manera tal que sobrepasara el límite municipal de Los Palacios para evitar errores en los bordes causados por el corte.

Seguidamente se procedió la corrección radiométrica de las nuevas imágenes de trabajo a partir del cuerpo oscuro, la cual se realizó manualmente de manera personalizada a cada banda. Además se efectuó la corrección por sombra topográfica para la eliminación de las sombras ocasionadas por el relieve. También se ejecutó una ortorectificación a partir del modelo digital del terreno, elaborado a partir de las curvas de nivel y los puntos de cota máxima digitalizados por los compañeros del departamento de geomática del IGT para la realización de la corrección geométrica.

Luego se procedió al mejoramiento del contraste mediante los filtros lineales y la obtención de las imágenes de falso color para una mejor diferenciación visual entre las diferentes coberturas de la tierra. Para ello, la mejor combinación fue la producida por las bandas 4, 5 y 3 que resaltaban las diferencias entre las diferentes coberturas, principalmente las vegetales y permitían una clara delimitación de los cuerpos de agua.

Posteriormente se realizó el NDVI, el Tassele Cap y una clasificación no supervisada por los métodos de Iso Data y K-means que le permitieron a los autores familiarizarse con las diferencias entre las coberturas representadas en la imagen para la posterior selección de las regiones de interés.

Para la selección de las regiones de interés los autores se apoyaron en el 2D Satter Plots teniendo en cuenta que las regiones de interés escogidas fueran representativas de las clases presentes en las dos imágenes a procesar. Debido a que no se pudo ejecutar recorridos de campo, la asignación de los nombres de las clases de cobertura se realizó a partir de los mapas topográficos y temáticos del territorio (principalmente el de Estrada, 2012), y otras fuentes documentales.

Posteriormente se ejecutó la clasificación supervisada por diferentes métodos: Minimum Distance, Mahalanobis Distance y Maximum Likelihood, siendo esta última la de mejores resultados. Seguidamente se les realizó, a las clasificaciones, un Majority Analysis con una matriz de 3x3 y el Sieve Classes, ambos para la generalización de las clases y la eliminación de píxeles incoherentes. A partir de este proceso se volvió a aplicar un Majority Analysis pero en esta ocasión sólo a los píxeles que no poseían clasificación, creados por el Sieve Classes para que fueran absorbidos por las clases vecinas.

Al ser concluidos los procesos de clasificación y de post-clasificación se realizó la conversión de la información de formato raster a vector para ser llevado a un Sistema de Información Geográfica (SIG) y su posterior procesamiento. En el SIG nuevamente se realizó otra eliminación de los polígonos, en este caso las coberturas

menores de 3600 m<sup>2</sup> (cuatro píxeles), como un nuevo proceso de reducción del ruido y objetos de pequeño tamaño.

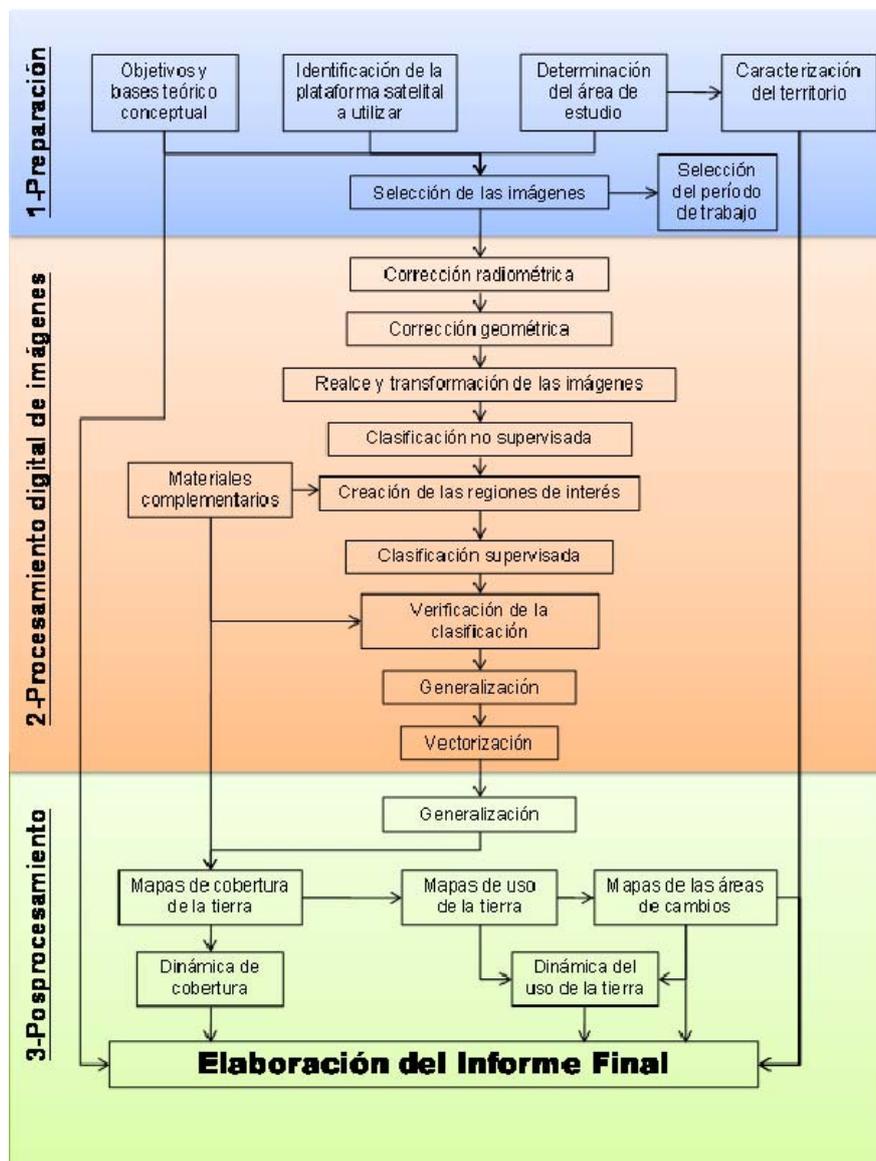
Seguidamente se efectuó el corte de las capas vectoriales por el límite municipal creado por los compañeros del departamento de geomática. Después se realizó a la eliminación manual de los errores en la clasificación surgidos a partir de la influencia de las nubes y otros errores sobresalientes detectados. Posteriormente se procedió a la determinación de la precisión de la clasificación obtenida para lo cual se utilizó la matriz de error o confusión. Todos estos procesos permitieron la obtención de los mapas de cobertura de la tierra para cada año, es decir un mapa para el año de inicio del período de estudio, 2000, y otro mapa para 2011, fin del período.

Para los mapas de uso de la tierra se partió de los respectivos mapas de cobertura y a partir de estos, junto con los materiales complementarios se elaboraron los mapas de uso de la tierra para los años 2000 y 2011. Luego, las capas que componían los mapas de uso fueron cortadas entre sí, proceso que permitió detectar los cambios ocurridos durante el período en el territorio y a partir de estos se elaboró el mapa de cambios de uso de la tierra en el período 2000-2011.

También se determinó el balance general de los cambios en el área de estudio para lo que fue necesario el procesamiento que permitió la confección de tablas y gráficos que ayudaron a una mejor comprensión del comportamiento de dichos cambios.

Todos estos elementos y procedimientos explicados anteriormente se encuentran resumidos en el esquema metodológico, ver figura 1.

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: Elaborado por los autores.

## 1.4 Materiales y métodos

Se consultaron para la base teórico-metodológica como fuentes principales: los procedimientos metodológico establecidos por el departamento de geomática para el procesamiento digital de las imágenes; la Guía metodológica para la elaboración del mapa actual y dinámica espacio temporal del uso de la tierra; los documentos “A contribution to the encyclopedia of social measurement” y otro elaborado por el American Museum of Natural History; los libros “Prácticas con PC Arc/Info e Idrisi” y “Fundamentos de la teledetección espacial”; la tesis de maestría “Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985 – 2005 a partir del procesamiento de imágenes de satélite” y las notas de clases del Diplomado en Geomática impartido por el IGT.

Para el análisis de los cambios del uso de la tierra, la base fueron cuatro imágenes de la plataforma satelital Landsat dos del TM 5 y dos del ETM 7. Dichas imágenes fueron obtenidas en el sitio web: <http://edcsns17.cr.usgs.gov/EarthExplorer>. Las imágenes elegidas para el desarrollo de esta investigación fueron:

Año 2000	Año 2011
<ul style="list-style-type: none"><li>LE710160442000011EDC00</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>LT50160442011049EDC00</li></ul>
<ul style="list-style-type: none"><li>LE710160452000011EDC00</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>LT50160452011065CHM01</li></ul>

Además se tomaron como fuentes de consulta para la asignación de las clases los mapas topográficos, el mapa de Cobertura vegetal natural y seminatural de Estrada (2012) y otros mapas temáticos complementarios. En el caso de las definiciones de las clases fueron tomadas de Nomenclador único de usos de la tierra y de la Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba de Capote y Berazaín (1984).

En esta investigación se han utilizado principalmente los métodos histórico y dialéctico, que han permitido el análisis del comportamiento de la cobertura y el uso de la tierra en el período de estudio. Para complementar esta investigación, se emplearon además, los métodos: analítico, sintético, inductivo, deductivo, comparativo y cartográfico.

## 2-CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA DEL MUNICIPIO LOS PALACIOS

### 2.1 Características generales del municipio.

El municipio Los Palacios se encuentra ubicado en la porción suroeste de la provincia de Pinar del Río. Posee una extensión superficial de 785.6 km<sup>2</sup> y limita al norte con el municipio La Palma y San Cristóbal, por el oeste Consolación del Sur y La Palma, por el este San Cristóbal y por el sur con el Mar Caribe (ver figura 1). Se compone de ocho consejos populares y según ONEI, 2011 poseía una población total de 38 618 habitantes en el año 2009.

El territorio presenta una gran diversidad en las rocas ya que existen formaciones geológicas que datan desde el período Jurásico hasta el Cuaternario. Además presenta una marcada diferenciación del relieve debido a la presencia de la falla pinar, marcando dos grandes unidades: al norte la zona montañosa y al sur una extensa llanura que va desde una llanura alta colinosa hasta una plana parcialmente pantanosa.

Por su parte el clima, al igual que n el resto del país es tropical estacionalmente húmedo, que para este municipio presenta una temperatura media anual de 24°C y una precipitación media anual de 1 448.7mm. En el territorio están presentes tres cuencas hidrográficas que tributan a los ríos: Los Palacios, San Diego y Bacunagua, los cuales se encuentran represados para un mejor aprovechamiento de las aguas superficiales.

Los suelos predominantes son: el Gley Ferralítico, el Aluvial y el Ferralítico Amarillo Rojizo Lixiviado. Por su parte la flora y la fauna han sido muy afectados por las actividades humanas del territorio, teniendo un mayor grado de naturalidad en las regiones montañosas y parte de la zona costera.

El Programa de Desarrollo Agropecuario Integral del municipio Los Palacios plantea que el municipio es eminentemente agrícola, dado principalmente por la importancia del cultivo del arroz para el territorio, aunque además se siembran cultivos varios, tabaco, caña de azúcar y frutales. No obstante también desarrolla la actividad forestal sobre todo en la zona norte del municipio y la actividad pecuaria.

Según Álvarez (2012) existen dos grandes empresas productoras de alimento: la empresa agroindustrial Cubaquivir, y el complejo agroindustrial arrocero Los Palacios (22 mil hectáreas de tierra). Estas se encuentran ubicadas en el centro y sur del municipio, las cuales atienden técnicamente y dan servicios a las estructuras productivas compuestas por cinco Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), 13 Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y dos Cooperativas de Producción Agropecuarias (CPA). Además encontramos en el territorio una Granja Urbana atiende todas las producciones de la Agricultura Urbana y Sub-Urbana y la UEB Silvícola que se encuentra en el extremo norte del municipio.

### 2.2 Las coberturas de la tierra y su dinámica

A partir del procesamiento digital de las imágenes seleccionadas (este proceso se encuentra descrito en el epígrafe metodológico) pudieron ser identificadas en el municipio 14 coberturas para los dos años de estudio las cuales se encuentran representadas en las figuras 2 y 3.

Figura 2. Cobertura de la tierra de Los Palacios, 2000.

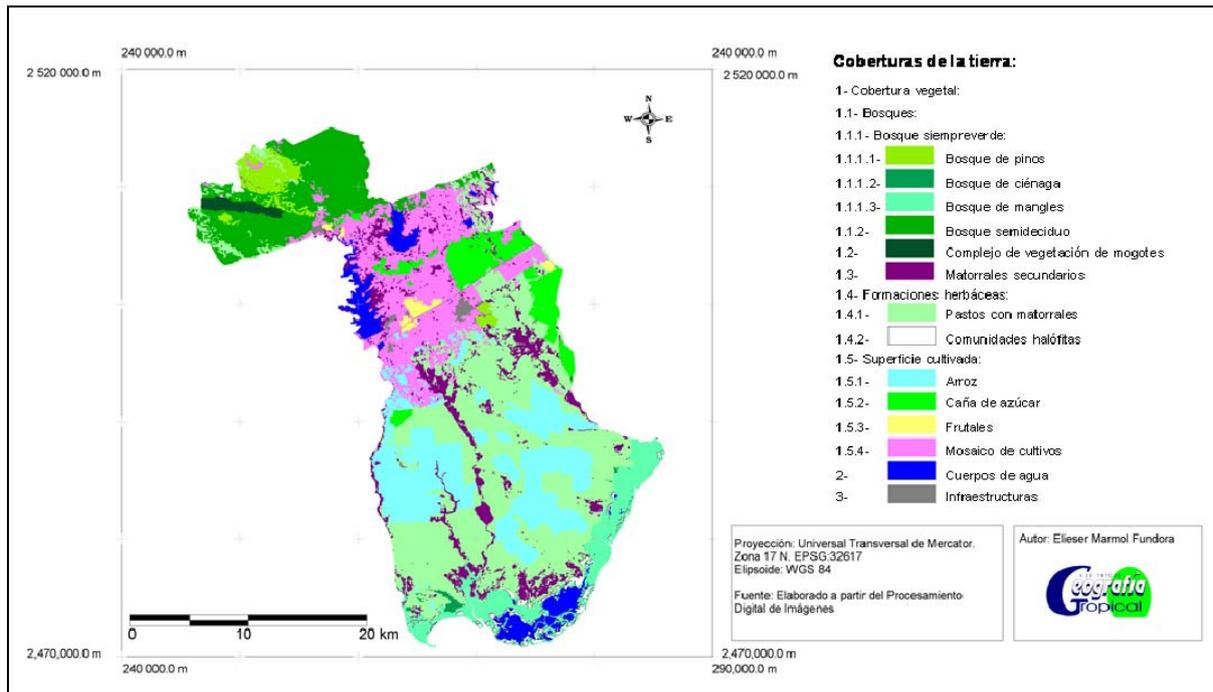
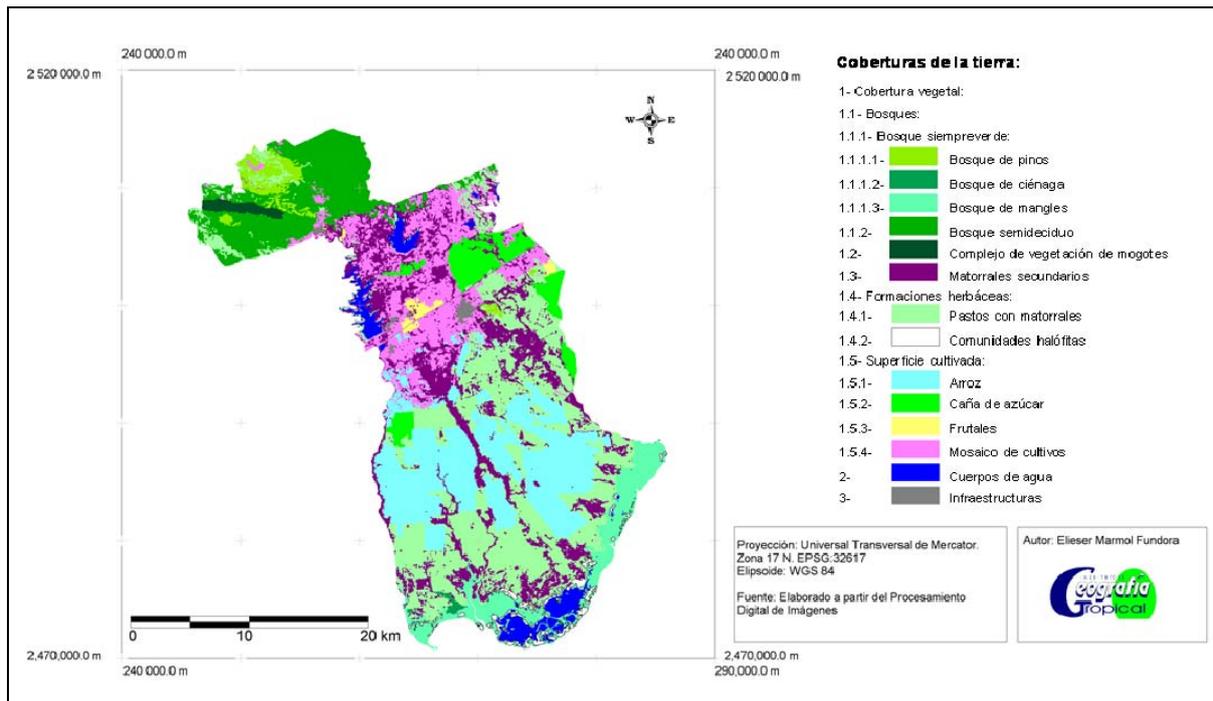


Figura 3. Cobertura de la tierra de Los Palacios, 2011.



En las figuras 2 y 3 se observa la presencia de cierta regionalización en el territorio donde las coberturas con mayor grado de naturalidad (Bosque siempreverde, Bosque semideciduo, Complejo de vegetación de mogotes y Comunidades halófitas) se concentran en los extremos norte y sur del territorio como resultado de condiciones inapropiadas para el desarrollo agrícola, al norte principalmente por el relieve y al sur, por los problemas de drenaje en sinergia con la salinidad. Por otro lado, se identifica la presencia de los matorrales secundarios en las cercanías a las corrientes fluviales y en áreas que por un largo período han dejado de ser empleadas en actividades agropecuarias, independientemente de las causas que provocaron esta situación.

A partir de las herramientas que nos permiten los SIG se pudo determinar el área de las coberturas y de esta manera conocer la magnitud de los cambios que han experimentado, las cuales se encuentran resumida en la tabla 1.

La tabla se muestra como en el período 2000-2011 solo tres coberturas experimentaron un crecimiento de sus superficies: el arroz, los matorrales secundarios y las comunidades halófitas, siendo el crecimiento de las dos primeras los más significativos. Mientras que el aumento de los matorrales secundarios se produce como el crecimiento natural de esta cobertura debido a que no ha sido alterada por el hombre. El crecimiento de las comunidades halófitas podría estar influenciado por la diferencia de marea que existe en los momentos de la captura de las imágenes de satélite.

De los decrecimientos los más significativos fueron los experimentados por los pastos con matorrales y las coberturas agrupadas en la categoría de mosaico de cultivos. Por su parte, las coberturas con mayor grado de naturalidad describieron una ligera disminución siendo más representativa en los manglares y en los bosques de pinos. La reducción de bosques de mangles pudiera estar ocasionada por la acción directa del hombre o de manera indirecta por algunas prácticas agropecuarias no amigables al entorno, tema que sería necesario profundizar en otra investigación.

Tabla 1. Dinámica de la cobertura de la tierra en Los Palacios en el período 200-2011

Coberturas de la tierra	Área (ha)		Balance 00-11
	2000	2011	
Arroz	12024.12	13828.79	1804.67
Bosque semideciduo	8216.68	8145.14	-71.54
Bosque de ciénaga	216.76	184.83	-31.93
Caña de azúcar	4032.32	3367.20	-665.13
Complejo de vegetación de mogotes	621.53	621.53	0.00
Cuerpos de agua	3104.86	2494.26	-610.59
Frutales	558.56	525.36	-33.20
Infraestructuras	534.45	534.45	0.00
Bosque de mangles	4829.39	4608.88	-220.51
Matorrales secundarios	5722.10	12033.40	6311.30
Mosaico de cultivos	11115.27	9076.80	-2038.47
Pastos con matorrales	24491.84	20317.13	-4174.70
Bosque de pinos	1854.88	1568.94	-285.93
Comunidades halófitas	1023.82	1039.86	16.04
<b>Superficie total</b>	<b>78346.58</b>	<b>78346.58</b>	<b>0.00</b>

Fuente: Elaborado por los autores a partir del procesamiento digital de imágenes.

### 2.3 El uso de la tierra y su dinámica

De las categorías de cobertura de la tierra identificadas y cartografiadas en el epígrafe anterior, se infirió un grupo de usos de la tierra del municipio para los años 2000 y 2011 descritos seguidamente, los cuales se encuentran cartografiados en las figuras 4 y 5.

Usos inferidos:

1-Usos agrícolas: Superficies que están aptas para el desarrollo agrícola.

1.1-Superficie cultivada: Superficie que presentan atención cultural sistemática o algún mejoramiento por el hombre

1.1.1-Arroz: Parcelas sembradas o en preparación cultural para este cultivo.

1.1.2-Cañas de azúcar: Parcelas ocupadas de forma permanente por plantaciones de de este cultivo, incluyéndose las parcelas en preparación cultural actual para dicha plantación.

1.1.3-Frutales: Parcelas dedicadas o en preparación cultural para la siembra o plantación de especies frutales. En esta categoría se incluyen los cítricos.

1.1.4-Mosaico de cultivos: Agrupa a las superficies dedicadas a diferentes cultivos que por el área que ocupan no pueden ser cartografiadas a la escala de trabajo.

1.2-Superficie no cultivada: Superficie que no presentan atención cultural sistemática o algún mejoramiento por el hombre.

2-Usos no agrícolas: Superficies que no están aptas para el desarrollo agrícola.

2.1-Forestal: Superficie cubierta por bosques naturales, plantaciones y de los diferentes tipos de mangle.

2.1.1-De conservación: Superficie forestal cuyo fin es la conservación de esta área.

2.1.2-De producción: Superficie forestal cuyo fin es la producción de madera.

2.2-Superficie no apta para la agricultura y la silvicultura: Se consideran los terrenos que por sus condiciones y características no posibiliten su explotación agrícola y silvícola.

2.3-Cuerpos de agua: Superficie ocupadas por agua ya sean por causas naturales o antrópicas.

2.4-Infraestructuras: Superficies que permanecen ocupadas por los asentamientos humanos e infraestructuras de todo tipo.

Como se muestra en las figuras 4 y 5 se evidencia la influencia determinante del relieve en la ocupación y la asimilación del territorio, que junto a las condiciones del suelo e hidrológicas han provocado una marcada diferenciación en los usos de la tierra. En el territorio predomina la superficie no cultivada, esta categoría agrupa el uso pecuario, las tierras ociosas y algunas zonas que no presentan aptitud para el uso agrícola (debido a que la metodología utilizada en este trabajo no permite diferenciar estas categorías). El uso forestal de conservación se encuentra ubicado en las zonas donde se encuentran las coberturas con mayor grado de naturalidad, mientras que pequeñas áreas ubicadas en la zona centro-oeste se dedican a la producción de madera.

Por su parte el arroz se concentra en la zona más meridional de la llanura sur del municipio donde el relieve de conjunto con los problemas de drenaje del área propician las condiciones más óptimas para su desarrollo. En el caso de la caña de azúcar se concentra hacia el centro-este del municipio debido a la cercanía del central 30 de Noviembre, ubicado en el vecino municipio de San Cristóbal, donde es procesada. Los restantes cultivos se encuentran agrupados en la parte más alta de la llanura sur a ambos lados de la carretera central y en las zonas más cercanas a los principales núcleos urbanos.

Figura 4. Uso de la tierra de Los Palacios, 2000.

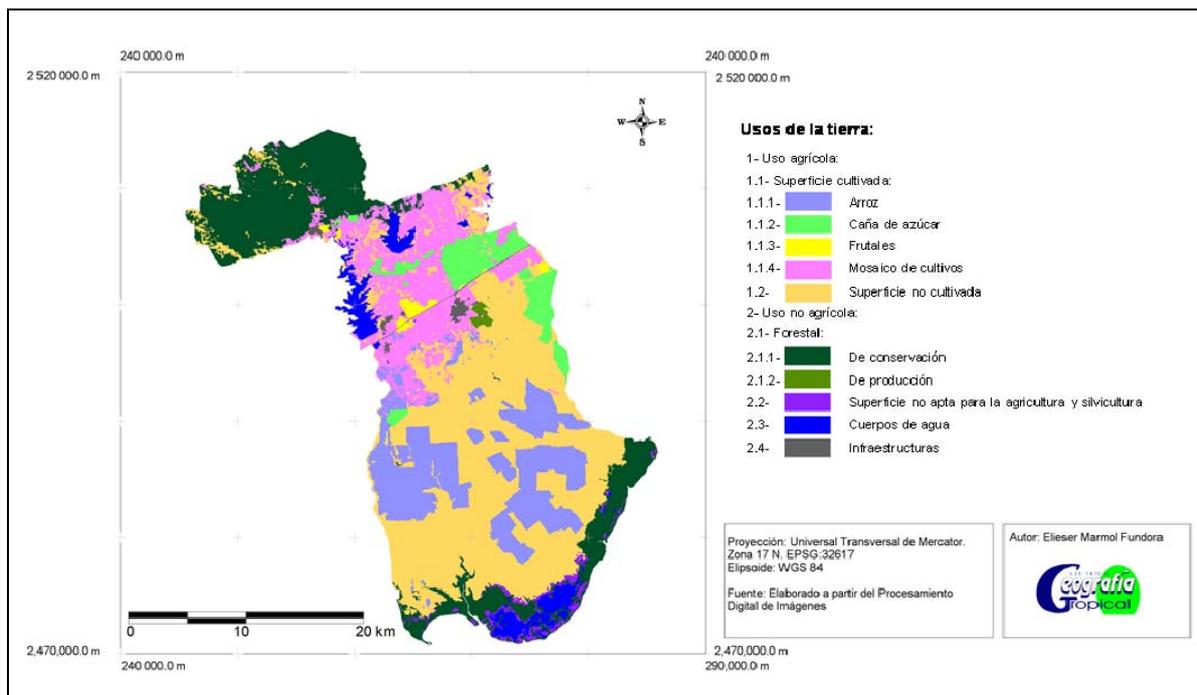
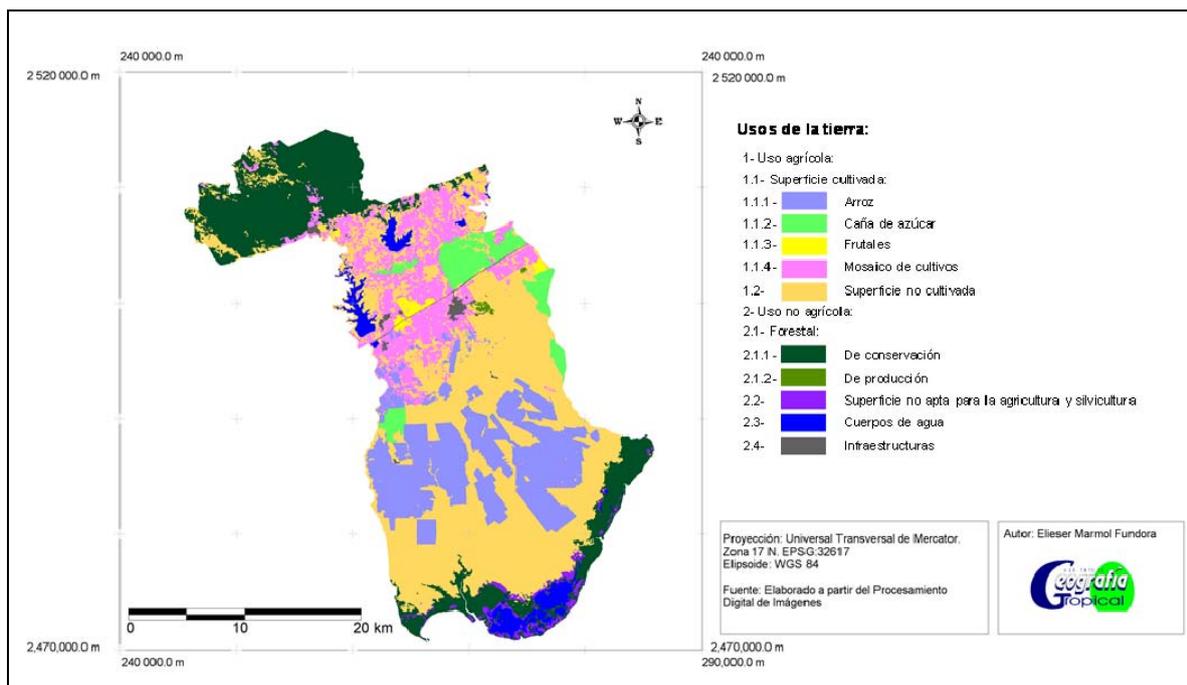
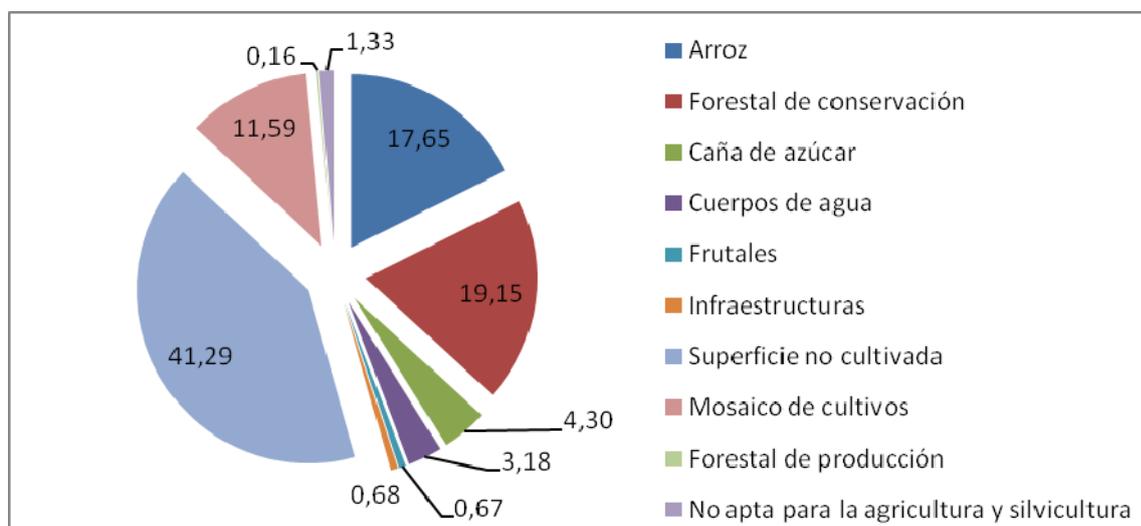


Figura 5. Uso de la tierra de Los Palacios, 2011.



La representatividad de los diferentes usos de la tierra inferidos para municipio Los Palacios en el año 2011 pueden ser corroborados al observar la figura 6. Se evidencia como la superficie no cultivada representa aproximadamente el 41% de la superficie total del país, seguido por el forestal de conservación con una representatividad del 19% y cerca del 18% y el 12% ocupado por superficies arroceras y mosaico de cultivos respectivamente. Los restantes no poseen un peso significativo en la estructura de uso de la tierra de Los Palacios pues no superan el cinco por ciento.

Figura 6. Estructura el uso de la tierra en el año 2011.



Fuente: Elaborado por los autores a partir del procesamiento digital de imágenes.

De una manera más precisa y resumida podemos ver la dinámica experimentada por los usos de la tierra en el período 2000-2011 en la tabla 2. Esta información es enriquecida con la figura 13 donde aparecen cartografiadas los usos correspondientes para cada año de las áreas donde se produjeron los principales cambios.

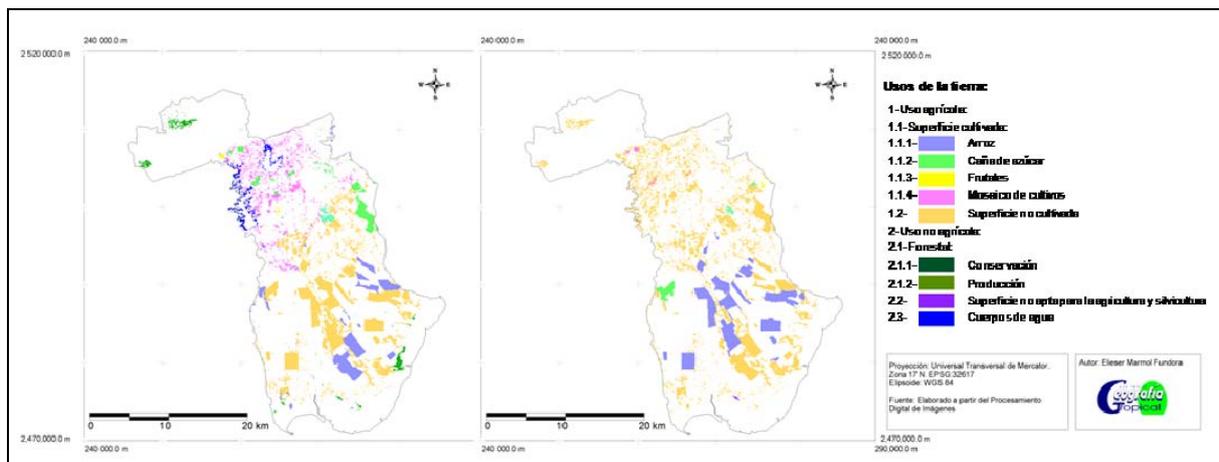
Tabla 2. Dinámica de los usos de la tierra en Los Palacios en el período 2000-2011.

Uso de la tierra	Área (ha)		Balance 00-11
	2000	2011	
Arroz	12024.12	13828.79	1804.67
Forestal de conservación	15500.92	15005.09	-495.83
Caña de azúcar	4032.32	3367.20	-665.13

Cuerpos de agua	3104.86	2494.26	-610.59
Frutales	558.56	525.36	-33.20
Infraestructuras	534.45	534.45	0.00
Superficie no cultivada	30213.94	32350.53	2136.59
Mosaico de cultivos	11115.27	9076.80	-2038.47
Forestal de producción	238.31	124.23	-114.08
No apta para la agricultura y silvicultura	1023.82	1039.86	16.04
<b>Superficie total</b>	<b>78346.58</b>	<b>78346.58</b>	<b>0.00</b>

Fuete: Elaborado por los autores a partir del procesamiento digital de imágenes.

Figura 7. Área de los cambios en el uso de la tierra



El análisis de la tabla 2 y de la figura 7 permite determinar que el significativo crecimiento de la superficie no cultivada tienen entre sus factores la reducción de las superficies ocupadas por los cuerpos de agua, la caña de azúcar y el arroz, principalmente. La reducción de los cuerpos de agua se produjo mayormente en los embalses lo que puede estar dado por un grupo de factores dentro de los que pudieran tener un mayor peso lo ocurrido de un menor acumulado de precipitaciones en un período anterior a la toma de la captura de la imagen del año 2011 o por un aumento en el uso del agua. Por su parte, la disminución de manera general de las superficies ocupadas por cañas de azúcar se produce como resultado del redimensionamiento de la agroindustria azucarera durante las dos etapas de la Tarea Álvaro Reynoso en los años 2002 y 2004.

El caso del aumento de las superficies arroceras es positivo y demuestra los esfuerzos que está realizando el país para el logro de la soberanía y seguridad alimentaria, en especial a este cultivo debido a que constituye uno de los principales alimentos en la dieta de la población cubana. No obstante de un balance positivo en de las superficies arroceras en el período se observa un intercambio con las superficies no cultivadas lo que pudiera estar asociado con una rotación de arroz con ganadería y/o el abandono de algunas parcelas arroceras, lo cual sería necesario precisar en el territorio.

Por otro lado, se produjo una reducción de las superficies forestales tanto las de conservación como las de producción, en el caso de esta última todo parece indicar que está asociado a que determinadas plantaciones fueron cortadas para su posterior procesamiento. En el caso de las reducciones experimentadas por el uso de conservación habría que investigar en el territorio el origen de sus causas.

La disminución de las superficies ocupadas por los mosaicos de cultivos quizás esté asociada al abandono de estas áreas de cultivos por la posible aparición de otras actividades económicas más atractivas para la población como las actividades pecuarias, el turismo, etc.

## CONCLUSIONES

1. Mediante el procesamiento digital de imágenes fueron identificadas para el municipio Los Palacios 14 tipos de coberturas de la tierra e inferidos 10 usos de la tierra, los cuales son: Arroz, Forestal de conservación, Caña de azúcar, Cuerpos de agua, Frutales, Infraestructuras, Superficie no cultivada, Mosaico de cultivos, Forestal de producción y No apta para la agricultura y silvicultura
2. Los principales cambios detectados en el uso de la tierra en los palacios fueron: un incremento de las superficies no cultivadas y las superficies arroceras y una reducción de las áreas ocupadas por los mosaicos de cultivos.

3. De los estudios del uso de la tierra se corroboró el alto grado de especialización que posee el municipio en el cultivo de Arroz, algo que se refuerza en el período 2000-2011 debido a que se incrementaron 1804.67 hectáreas.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abraham, A. N. (2010) *El paisaje cultural del valle de Viñales, análisis de sus cambios durante el período 1971 – 2005*. Tesis de Maestría no publicada. Facultad de Geografía (UH-MES). Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/162>).
2. Álvarez G.E. (2012). *Bases ambientales de la seguridad alimentaria local en el sur del municipio Los Palacios*. (Inédito)
3. American Museum of Natural History (2004) *Land Cover Change Methods*. Recuperado el 14 de enero de 2013, de [http://nile.riverawarenesskit.org/English/NRAK/EO/12\\_Land\\_cover\\_change\\_methods\\_AMNH.pdf](http://nile.riverawarenesskit.org/English/NRAK/EO/12_Land_cover_change_methods_AMNH.pdf)
4. Bosque, J. et al (1994). *Prácticas con PC Arc/Info e Idrisi*. Ediciones RIALP, S.A. Madrid.
5. Capote, R.P. & Berazaín, R. (1984). Clasificación de las formaciones vegetales de Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*. Vol. V. No.2, 27-75.
6. Chilito, W. (2006) *Levantamiento de la cobertura vegetal y uso del suelo requerido para la formulación del plan de ordenación y manejo de la subcuenca Sambingo-Hato Viejo, en el departamento del Cuaca, durante el período del PAT 2004-2006*. Recuperado el 21 de enero de 2013, de <http://www.crc.gov.co/files/ConocimientoAmbiental/POMCH/Rio%20Sambingo-Hatoviejo/Informe%20Final.pdf>
7. Chuvieco, E. (1996) *Fundamentos de teledetección espacial* (3ra Ed.) Madrid: Ediciones Rialp, S.A
8. de la Colina, A.J. (1999). *Los Cambios en la cobertura y el uso de la tierra: direcciones de investigación en el escenario del Caribe y Cuba*. Recuperado el 10 de diciembre de 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/35>).
9. de la Colina, A.J. et al. (2012) *Guía metodológica para la elaboración del mapa actual y dinámica espacio temporal del uso de la tierra*. (Inédito)
10. Ecured. *Los Palacios*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de [http://www.ecured.cu/index.php/Los\\_Palacios](http://www.ecured.cu/index.php/Los_Palacios).
11. Estrada, R. (2012) *Mapa de cobertura vegetal natural y seminatura*. Formato digital.
12. Fernández, D. (2007) *Análisis de los cambios de uso de la tierra en las cuencas hidrográficas Itabo y Guanabo durante el período 1985 – 2005 a partir del procesamiento de imágenes de satélite*. Tesis de Maestría no publicada. Facultad de Geografía (UH- MES) Recuperado el 10 de diciembre de 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/161>).
13. George, H y Petri, M (2006) *The rapid characterization and mapping of agricultural land-use: A methodological framework approach for the LADA project*. (Inédito)
14. Kerr J.T. y Cihlar J. (2002) *Land use mapping a contribution to the encyclopedia of social measurement Canada Centre for Remote Sensing Natural Resources Canada Ottawa, ON K1A 0Y7 Canada*. Recuperado el 14 de enero de 2013, de [http://geogratis.cgdi.gc.ca/eodata/download/part6/ess\\_pubs/219/219946/13252.pdf](http://geogratis.cgdi.gc.ca/eodata/download/part6/ess_pubs/219/219946/13252.pdf)
15. Labrada, M. et al. (2011) *Detección de Cambios en la Cobertura Vegetal de 1959 al 2009 en la Ciénaga de Zapata*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/bitstream/123456789/154/5/Deteccion.pdf>
16. *Land use/land cover codes*. (1995) Recuperado el 14 de enero de 2013, de [http://vcqi.vermont.gov/sites/vcqi/files/standards/partii\\_section\\_c.pdf](http://vcqi.vermont.gov/sites/vcqi/files/standards/partii_section_c.pdf)
17. LUC (1995) *Land Use and Land Cover Change Science Research Plan*. IGBP Report 35, HDP Report 7, Stockolm and Geneva.
18. Martínez, M.C. y Lacina, J. (1989). *Esqueleto de estabilidad ecológica y tipos del paisaje actual en el modelo regional de Los Palacios* (Inédito)
19. Marmol, E. (2011) *Dinámica del uso agrícola y la tenencia de la tierra en Cuba a partir de la década de los años noventa del siglo XX*. Tesis de Diploma. Facultad de Geografía (UH- MES). Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/163>).
20. Martín, G. y Tamarit, I (2011). *Fundamentos de la percepción remota y el procesamiento digital de imágenes de satélite*. Materiales del Diplomado en Geomática. (Inédito)
21. Martín, G. y Tamarit, I (2011) *Procedimiento para el Procesamiento Digital de Imágenes*. Instituto de Geografía Tropical (Inédito)

22. Massiris, A. (2012) *Gestión territorial y desarrollo: hacia una política de desarrollo territorial sostenible en América Latina*. Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Formato digital.
23. MINAG. Empresa de Proyectos e Ingeniería. UEB Pinar del Río. (2012) *Proyecto: Programa de Desarrollo Agropecuario Integral. Municipio Los Palacios*. (Inédito)
24. Myers N. (1991). Tropical Forest: Presents status and future Outlook. *Climate Change* (19).
25. ONEI (2012). Anuario Estadístico de los Palacios. 2011. Recuperado el 21 de enero de 2013, de <http://www.onei.cu/aed2011/21Pinar%20del%20Rio/Municipios/06%20Los%20Palacios/esp/Capitulos.htm>
26. ONHG (2007). *Nomenclador único de uso de la tierra*. (Inédito).
27. Prakasam.C (2010) *Land use and land cover change detection through remote sensing approach: A case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu*. Recuperado el 14 de enero de 2013, de: <http://www.ipublishing.co.in/jggsvol1no12010/EIJGGS1015.pdf>
28. Reyes, R.E. et al. (2010). *Preparación de los mapas temáticos para la evaluación de la degradación de la Tierra en Cuba a escala nacional. Proyecto LADA*. Recuperado el 10 de diciembre del 2012, de <http://dspace.geotech.cu/jspui/handle/123456789/30>.
29. Seco, R. (2002). *Teledetección Aeroespacial*. Editorial Félix Varela: La Habana.
30. Tamarit, I. et al. (2006). *Metodología de la cartografía digital de los ecosistemas costeros de Cuba, para la planificación y gestión de las áreas protegidas y de la cobertura de los suelos en áreas priorizadas*. Informe Científico Técnico, Instituto de Geografía Tropical, (Inédito).
31. Turner, B.L. Moss, R.H. & Skole,D.L. (1993). Relating Land Use and Global Land- Cover Change: A Proposal for an IGBP-HDP Core Project.A Report from the IGBP-HDP Working Group on Land-Use/Land-Cover Change. *IGBP Report (24) and HDP Report (5)*.