

CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO DE LAS TIERRAS DEL INGENIO LAS PALMAS, PROVINCIA DE CHACO, EN LOS AÑOS 1987 Y 2001

Febe Rozkiewicz* – Amalia Zilio*

Resumen

En el departamento Bermejo, provincia de Chaco, a fines del siglo XIX se origina uno de los ingenios azucareros más importantes del país: Las Palmas del Chaco Austral S.A. En la década de los noventa es víctima de las políticas de privatización imperantes del momento. Como consecuencia, se produce su cierre y posterior desaparición, lo que supuso la eliminación de la principal fuente de trabajo de la localidad.

Las tendencias actuales y novedosas en teledetección, cartografía digital y Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una forma útil e importante de ofrecer conocimientos actualizados para el diagnóstico, monitoreo y su aplicación en la gestión e investigación de recursos presentes en los distintos lugares de nuestro país. En el presente trabajo se pretende analizar los cambios producidos en el uso de suelo en las tierras del ex Ingenio a partir del cierre del mismo, mediante el uso de imágenes satelitales de los años 1987 y 2001, y de sistemas de información geográfica (SIG). El análisis multiespectral y multitemporal de las mismas permitirá discriminar los tipos de cobertura del suelo sobre la base de su respuesta espectral.

Palabras clave: Uso del suelo, Teledetección, SIG

*Departamento de Geografía. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata.

CHANGES IN SOIL USE IN THE LANDS OF THE SUGAR REFINERY OF LAS PALMAS, PROVINCE OF CHACO, DURING THE YEARS 1987 AND 2001

Abstract

One of the most important sugar refineries of Argentina was established at the end of the 19th Century, in the Bermejo region, province of Chaco: Las Palmas del Chaco Austral S.A. During the 1990s it fell victim to the mayor privatization policies of the time, as a consequence of which it closed down and ultimately vanished, eliminating the main source of labor in the city.

Current innovative trends in teledetection, digital cartography and Geographic Information Systems (GIS) are useful and important ways to offer up-to-date knowledge in order to carry out diagnoses, monitoring and applications on the management and researching of current resources in various places of our country.

In this paper, we attempt to analyze the changes in the use of the soil on the land of the former sugar refinery since its closure, by means of satellite imaging from 1987 and 2001, and of geographic information systems (GIS). A multi-spectral and multi-temporal analysis of the images will allow to distinguish the kinds of soil coverage based on their spectral response.

Key words: Soil use, Teledetection, GIS

Introducción

El ingenio azucarero fue fundado en 1882 y contiguo al mismo se creó el pueblo Las Palmas, en la provincia de Chaco. Los hermanos irlandeses Ricardo y Carlos Hardi iniciaron este emprendimiento agroindustrial, enclavado en el departamento Bermejo, a 67 kilómetros de Resistencia, con la que se conecta mediante la ruta nacional 11 y una complementaria de acceso que se inicia en el paraje Lapachito.

Figura 1: Ubicación del ingenio Las Palmas



Fuente: Google Earth

El proceso de quiebra del Ingenio –que comenzó en 1971 y finalizó con el remate de las propiedades, en 1993 tras la implementación de políticas neoliberales que derivaron en la privatización de este complejo– supuso la eliminación de la principal fuente de trabajo de la localidad. Esto generó una marcada crisis socioeconómica, para lo que se propusieron numerosos planes de reconversión en la zona, como la industria del cultivo de mandioca, la ampliación de la superficie de cultivo de arroz y la expansión de la frontera ganadera para cría desde la región pampeana, entre otros. Sin embargo, ninguno de estos emprendimientos ha logrado sacar a Las Palmas de su precaria situación.

Hoy, la población de la región, víctima de dicha crisis, busca subsistir ocupando las tierras que en un pasado pertenecieron al Ingenio y que actualmente están administradas por el Organismo Nacional de Administración de Bienes del Estado (ONABE).

Los cambios producidos a partir del cierre del ingenio Las Palmas se reflejan en el territorio. En el presente trabajo, se pretende exponer los resultados obtenidos del análisis del cambio en el uso de suelo en las tierras del Ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A. a partir de imágenes satelitales.

Dichos cambios se identificarán mediante la aplicación de la Teledetección (“Remote Sensing”), la cual podría describirse como una herramienta que incluye el principio físico de la percepción remota. Está restringida a los métodos que emplean energía electromagnética en forma de luz, calor y ondas de radio, para detectar y medir características de los objetos. Esta definición excluye la electricidad, el magnetismo y la gravedad, que están relacionados con campos de fuerzas más que con radiación electromagnética, y son tratados por la Geofísica (Chuvieco; 1990). Dicha herramienta comprende el análisis de la superficie terrestre utilizando técnicas de interpretación visual o digital.

Para medir el grado de conversión ambiental antropogénica es necesario el estudio de la dinámica espaciotemporal de la cubierta vegetal o el análisis del cambio de uso/cobertura del suelo. Se entiende como cobertura del suelo a la caracterización de los diferentes tipos de superficie como el agua, el suelo o la vegetación; y como uso del suelo, a cualquier tipo de utilización humana de un terreno.

El patrón de usos del suelo responde a causas socioeconómicas y ecológicas y tiene importantes consecuencias sobre el paisaje regional, pues modifica los procesos ecológicos (Treweek; 1999) y los patrones de biodiversidad (Matteucci *et al.*; 1999). Más aún, el patrón de uso del suelo es una característica dinámica del territorio, que varía en función del tiempo y del espacio, por lo que su caracterización y análisis representa un desafío en sí mismo.

Los sensores remotos, especialmente las imágenes satelitales, y el SIG constituyen una importante fuente de información para mapear y caracterizar el uso del suelo.

Adoptamos para este trabajo la definición de Sistema de Información Geográfica (SIG) propuesta por el *National Center For Geographic Information and Analisis* de los Estados Unidos de América: “*Un SIG es un sistema de información compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación*” (Comas y Ruiz; 1993).

En lo que respecta a nuestra área de estudio, Cabrera la regionaliza dentro de la región biogeográfica Dominio Chaqueño, Provincia Chaqueña, subregión del Chaco Húmedo o Chaco Oriental (1973).

El Dominio Chaqueño se presenta con inviernos suaves y veranos cálidos. La temperatura media anual oscila entre 20° y 23-25°C, y la precipitación

media anual oscila entre 500 mm al oeste y 1.200 mm al este. Dicha área se localiza en la unidad geomorfológica llanura aluvial de los ríos Paraguay y Paraná, la cual presenta esteros y bañados donde el agua es el principal factor que controla el medio y la vida vegetal y animal¹.

Ambos ríos han ejercido fuerte influencia en la geomorfología del área y en sus características bióticas, traducida en una biodiversidad con adaptaciones especiales debido al régimen anual y perianual de inundaciones.

La llanura aluvial del río Paraguay constituye una llanura aluvial de faja, con cauce meandroso de alta inestabilidad morfodinámica, desarrollado sobre sedimento arenoso y areno limoso. Los elementos geomorfológicos principales son albardones con diferente grado de desarrollo y lagunas formadas en cauces de meandros segados.

Posee una estructura de vegetación muy variada (bosques de ribera, ríos y lagunas con extensas comunidades higrófilas). Existen extensas áreas de humedales de variado origen, tanto desde el punto de vista físico como biológico. Son característicos también los bosques fluviales y las áreas deprimidas con amplio dominio de vegetación herbácea flotante libre, llamada localmente “embalsados” y “camalotales”. La vegetación que cubre las planicies de inundación se ordena en una serie de niveles. Van desde las plantas acuáticas enraizadas de las aguas bajas, hasta otras más tolerantes a la desecación, como *Echinocloa spp.*, *Paspalum repens*, *Ludwigia peploides*, etc., y a especies más características de áreas más elevadas, como la Paja brava (*Panicum prionitis*). En extensos sectores, estos pajonales quedan incluidos dentro de palmares de *Copernicia alba*, muy representativos de la planicie distal (Orfeo; 1995). La vegetación pionera se establece sobre bancos de arena formando “sauzales” (*Salix humboldtiana*), “timbosales” (*Albizia polyantha*) y alisales (*Tessaria integrifolia*), cuyo aporte se hace sentir desde el río Paraguay.

El “Bosque en galería” ya formado está representado (principalmente en la zona de confluencia Paraguay-Paraná) por especies como el Ibirá-pitá (*Peltophorum vogelianum*), Lapacho negro (*Tabebuia ipe*), Timbó colorado (*Enterolobium contortosiliquum*), Laurel (*Nectandra falcifolia*), Sauce criollo (*Salix humboldtiana*), Espina corona (*Gleditsia amorphoides*), Ibirá puitá-í (*Ruprechtia laxiflora*) y otros. La vegetación acuática está integrada por más de cincuenta especies, y son las plantas flotantes libres: *Salvinia spp.*, *Pistia stratioides* y *Eichornia spp.* las de mayor frecuencia y cobertura (Schulz; 1961).

Por otro lado, en estas áreas la actividad económica dominante está dada por la ganadería extensiva sobre pasturas naturales y, en menor medida, por la agricultura. No se puede determinar exactamente qué tipos de cultivo pero, según el Censo Nacional Agropecuario del año 2002, el suelo presenta condiciones para el crecimiento de oleaginosas, cultivos industriales y cereales para grano, entre otros.

Figura 2: Imagen satelital de Las Palmas y Leonesa, departamento Bermejo, provincia de Chaco



Fuente: Google Earth

Metodología

Para detectar y analizar los cambios en el uso/cobertura del suelo de las tierras del Ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A., se realizaron comparaciones de la distribución de tipos de cobertura del suelo mediante el análisis multiespectral y multitemporal de imágenes satelitales de 1987 y 2001 de los

municipios de Las Palmas y La Leonesa, en la provincia de Chaco, a partir de sistemas de información geográfica (SIG). También se generaron mapas de uso/cobertura de suelo y se compararon las bases de datos geospaciales asociadas a los mapas temáticos de uso/cobertura de suelo.

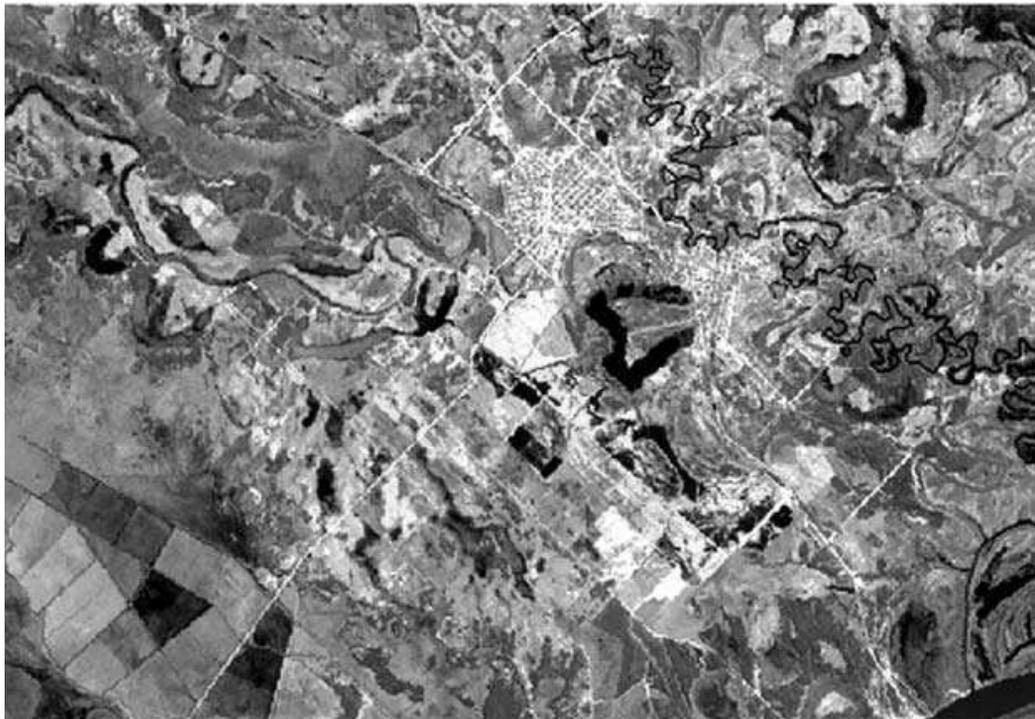
Para alcanzar los objetivos planteados se utilizaron imágenes del satélite Landsat 7 (EMT+)² del año 1987 y 2001, para una superficie de aproximadamente 23.700 ha en el municipio de Las Palmas y sus alrededores. Recortamos en ellas nuestra área de estudio, entre las coordenadas geográficas de 27° 0'35,70" a 27°7'13,68" de latitud Sur y de 58°47'46,32" a 58°36'45.55" longitud Oeste, a partir del programa ERDAS Image 8.4³.

Figura 3: Recorte del área de estudio de la imagen Landsat 7 (EMT+)/ WGS84⁴ del año 1987



RGB: 4,5,3. Path 226, Row 079
Fuente: Universidad de Maryland

Figura 4: Recorte del área de estudio de la imagen Landsat 7 (EMT+) / WGS84 del año 2001



RGB 4,5,3. Path 226, Row 079
Fuente: Universidad de Maryland

El análisis multiespectral y multitemporal de imágenes satelitales permite discriminar tipos de cobertura del suelo sobre la base de su respuesta espectral. La identificación de las distintas coberturas de suelo se basa en la diferente respuesta espectral que tienen los diversos componentes que se pueden encontrar en la superficie del suelo. Cada tipo de superficie interacciona con la radiación electromagnética de manera diferente, absorbiendo unas longitudes de onda muy concretas y reflejando otras diferentes en unas proporciones determinadas. Esta característica hace posible que se puedan identificar los distintos objetos: suelo, vegetación, agua, etc. A este comportamiento concreto de cada objeto se lo llama “firma espectral” del mismo o “patterns”.

El análisis comparado mediante la observación por parte del usuario de las dos imágenes tomadas en distintas fechas (1987 y 2001) de nuestra área de estudio permite la detección de los cambios en la cobertura del suelo; es decir, observar y comparar la cobertura del suelo y la estimación de las superficies destinadas a la actividad agropecuaria en el aglomerado Las Palmas - La Leonesa y alrededores. El satélite Landsat7 capta estas imágenes en siete

bandas del espectro electromagnético. Este tipo de satélite posee muy buena resolución espectral, ya que permite realizar una serie de combinaciones entre bandas⁵ para obtener imágenes en falso color compuesto⁶.

Los sensores para detectar la radiación terrestre se agrupan en tres rangos espectrales específicos:

1. espectro visible y banda en el infrarrojo cercano: bandas 1, 2, 3, 4 y 8 (pancromática) entre los rangos 0,4 y 1,0 μm .
2. infrarrojo medio: bandas 5 y 7 con un rango espectral comprendido entre 1,0 y 3,0 μm .
3. infrarrojo termal: banda 6, con un rango espectral entre 10,4 y 12,0 μm .

Las bandas de las imágenes seleccionadas fueron combinadas de la siguiente manera: en rojo, la banda 4; en verde, la banda 5 y en azul, la banda 3; en consecuencia, las imágenes no presentan un color real.

Por otro lado, el uso de las bandas de los infrarrojos cercano y medio posibilita ampliar la visión del ojo humano en determinados tipos de cobertura:

Banda 4: (0,76 a 0,90 micrones –infrarrojo cercano–) es útil para determinar el contenido de biomasa, para la delimitación de cuerpos de agua y para la clasificación de las rocas.

Banda 5: (1,55 a 1,75 micrones –infrarrojo medio–) indicativa del contenido de humedad de la vegetación y del suelo. También sirve para discriminar entre nieve y nubes.

Banda 3: (0,63 a 0,69 micrones –rojo–) es una banda de absorción de clorofila, muy útil para la clasificación de la cubierta vegetal. También sirve en la diferenciación de las distintas rocas y para detectar limonita.

De esta manera podemos extraer mejores conclusiones para su interpretación.

En el análisis del color se han utilizado los siguientes modelos de interpretación:

- Rojo - magenta: vegetación vigorosa, considerada como nativa.
- Rosa: vegetación poco densa, suelo desnudo.
- Blanco: caminos y suelo desnudo.
- Azul oscuro a negro: agua, ríos, canales, lagos, etc.
- Gris - azul metálico: roca desnuda, ciudades.
- Marrón: vegetación arbustiva, en función de la densidad.
- Café claro - dorado: praderas y matorrales claros.

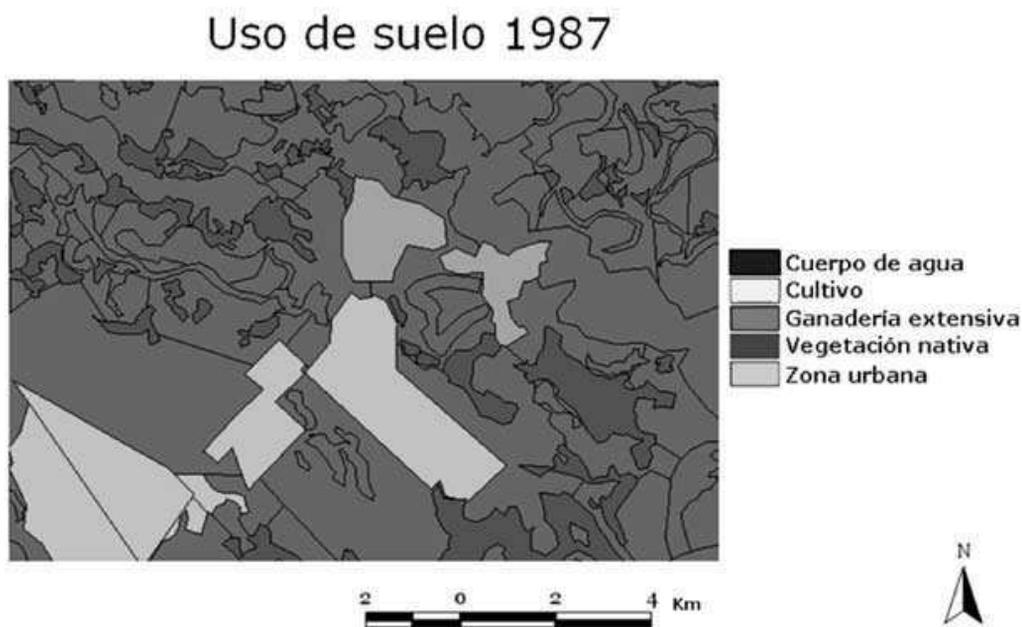
Empleando dichas imágenes georreferenciadas previamente por la Nasa y proyectadas en UTM⁷ / WGS84, se digitalizaron los polígonos de uso / cobertura de suelo, mediante el SIG ArcView 3.3, asignándoles un código de identificación a cada categoría en la base de datos respectiva. Las categorías definidas fueron: uso urbano, cultivo, vegetación nativa, ganadería extensiva y cuerpos de agua.

Una vez generados los mapas de uso/cobertura del suelo sobre ambas imágenes, se procede a la carga de la base de datos correspondiente a cada uno de ellos con las unidades determinadas y se calcula de forma automática su superficie.

A partir de la base de datos de los mapas temáticos obtenidos, se realizan en el programa Microsoft Excel gráficos de barras que permitan visualizar los cambios de la cobertura de suelo en nuestra área de estudio.

Resultados

Figura 5: Uso del suelo en el municipio de Las Palmas y sus alrededores en el año 1987

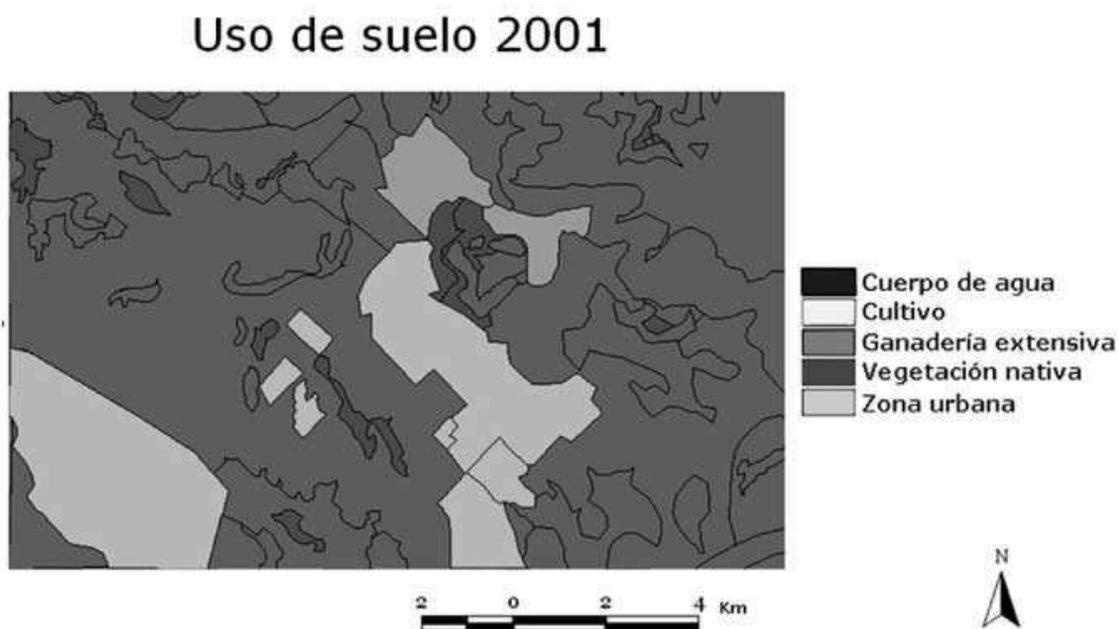


Fuente: Elaboración propia sobre la base de la imagen Landsat 7 (EMT+)/ WGS84 del año 1987

Lectura del mapa

En este mapa temático se observan las superficies y la distribución espacial de los distintos usos/coberturas del suelo en el municipio de Las Palmas y sus alrededores antes del cierre del ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A., de acuerdo con la interpretación de la imagen satelital Landsat 7 (EMT+)/ WGS84 del año 1987. El mapa tiene un nivel de lectura de conjunto, lo que permite en pocos segundos tener una interpretación global de todas las clases.

Figura 6: Uso del suelo en el municipio de Las Palmas y sus alrededores en el año 2001



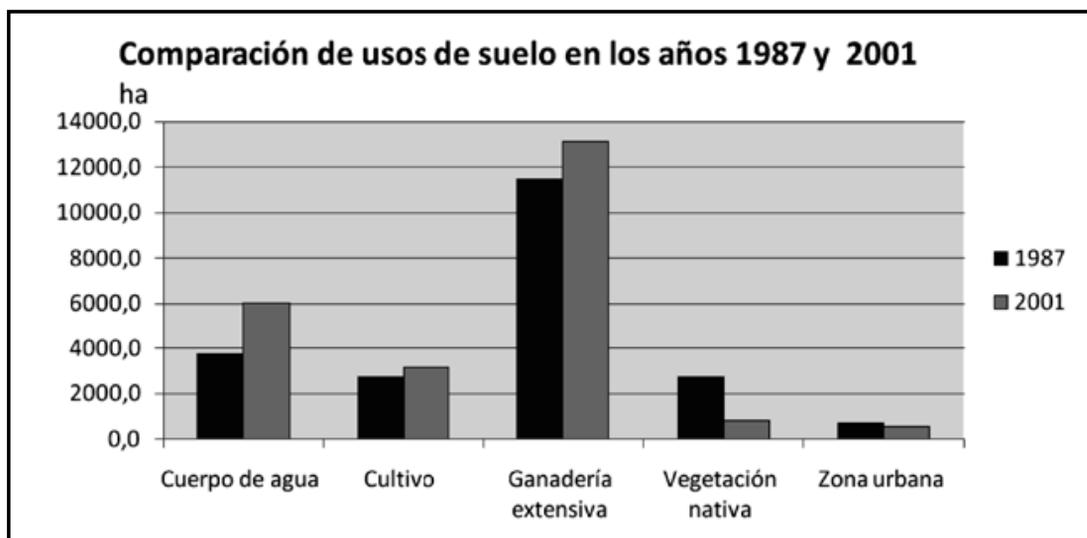
Fuente: Elaboración propia sobre la base de la imagen Landsat 7 (EMT+) / WGS84 del año 2001

Lectura del mapa

Este mapa temático se realizó a partir de otra imagen Landsat 7 (EMT+) / WGS84, tomada 14 años después que la anterior. Por lo tanto, en el mismo se observa la distribución espacial de los usos/coberturas del suelo en el municipio de Las Palmas y sus alrededores posterior al cierre del ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A.

En el gráfico que aparece a continuación, se realiza una comparación de usos de suelo de las tierras del Ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A. en los años 1987 y 2001. Estas columnas agrupadas permiten comparar los valores entre las distintas categorías de usos de suelo.

Figura 7:



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos extraídos de las figuras 5 y 6 sobre usos del suelo

En la figura 7, el porcentaje de cada columna significa la distribución en hectáreas de los distintos usos / coberturas de suelos en los años 1987 y 2001. Ello permite la observación de los cambios en el uso del suelo producidos en el municipio de Las Palmas y sus alrededores, previa y posteriormente al cierre del ingenio Las Palmas del Chaco Austral S.A. De esta manera, se aprecia un aumento en los cuerpos de agua de un 61.02%; y tan sólo un aumento del 15.39% para los cultivos, y un 14.29% para la ganadería. En cuanto a la vegetación nativa, la misma disminuyó un 69.30%; y la zona urbana, un 18.04%.

Conclusión

En conclusión, se puede apreciar a partir de la lectura de los mapas temáticos y de los gráficos de barras que no existe una marcada diferencia entre los datos de los años 1987 y 2001.

Las diferencias porcentuales más notorias son la disminución de un 69.30% de “vegetación nativa” y un aumento de 61.02% de “cuerpo de agua”. Pero vale aclarar que la vegetación palustre de los humedales del Chaco fue tomada como vegetación nativa; por lo tanto, en esta última unidad se encuentra oculta la categoría “cuerpos de agua”.

Otra de las razones que explican la disminución de la vegetación nativa es que ha sido muy modificada por la deforestación y el aprovechamiento ganadero. Esta última actividad aumentó un 14,29%.

Consideramos que el cierre del Ingenio Las Palmas repercutió en la disminución del cultivo de caña de azúcar. Sin embargo, la actividad agrícola aumentó un 15,39%, lo que se debe a un reemplazo por otro tipo de cultivo que, a partir del análisis multiespectral y multitemporal realizado sobre las imágenes, no se puede diferenciar.

Para un estudio más preciso del impacto del ingenio Las Palmas sería apropiado hacer una distinción de cultivos, especificando la caña de azúcar, lo cual demandaría contar con imágenes de distintas fechas, de distintas resoluciones, y con datos de campo, entre otros.

En cuanto a la zona urbana, se observó la menor disminución: 18,04%. Sin embargo, según los datos estadísticos la población de Las Palmas era de 5.434 habitantes (INDEC; 2001), lo que representa un crecimiento de apenas el 3,5% frente a los 5.253 habitantes (INDEC; 1991) del censo anterior, otra muestra más del estancamiento de dicha localidad. La población conjunta del aglomerado Las Palmas – La Leonesa es de aproximadamente 15.501 habitantes (INDEC; 2001).

Para obtener una información más fidedigna y completa, es conveniente que estos resultados sean cotejados y complementados con datos estadísticos, como por ejemplo los Censos Agropecuarios Nacionales de 1987 y del 2001 y el Registro de Bienes Inmuebles de la ONABE, además de llevar a cabo un trabajo de campo.

Los cambios en la cobertura del suelo del ex Ingenio Las Palmas pueden deberse a diversos factores, como políticos o económicos, que a causa de los objetivos planteados en este trabajo no fueron identificados y abordados. Caracterizar estos patrones de cambio en el uso/cobertura del suelo es útil a la hora de desarrollar planes que tengan una dimensión espacial concreta, como por ejemplo el ordenamiento de un territorio, la evaluación de pérdida o fragmentación de hábitat, o la planificación de áreas de conservación, entre otros.

A partir de este trabajo se pueden observar los numerosos aportes de las imágenes satelitales y los SIG a este tipo de estudios.

En los últimos años el auge y difusión de una serie de tecnologías de la información geográfica, principalmente la Teledetección y los SIG, han cambiado notablemente las posibilidades existentes para el estudio de los hechos territoriales. Aplicar estas tecnologías es una tarea dinámica y de descubrimiento en un doble sentido: en cuanto al uso de la herramienta y en cuanto al contenido temático en determinados campos del conocimiento. Por lo tanto, un desafío para los geógrafos será utilizar la tecnología principalmente como medio que, a través de la actividad científica, genere soluciones concretas a los problemas de la población.

En cuanto a los aportes de las imágenes satelitales, la disponibilidad creciente de datos provenientes de sensores remotos aumenta las posibilidades de desarrollo en la investigación aplicada sobre el territorio sin un conocimiento previo del área de estudio. No obstante, se ratifica la necesidad de la información recogida directamente en el terreno, que no es otra cosa que el trabajo de campo o reconocimiento de campo.

Otra ventaja que ofrecen las imágenes satelitales es que nos permiten incluir la dimensión temporal de la realidad geográfica y la dinámica espacio-temporal de los hechos geográficos.

Por su parte, el uso de SIG viene siendo cada vez más considerado a la hora de planificar y gestionar. El uso de mapas, particularmente si son computarizados, es un proceso útil para hacer más efectiva la toma de decisiones. Se estima que cerca del 80% de las necesidades de información de quienes toman decisiones y definen políticas en los gobiernos locales están relacionadas con una ubicación geográfica. En este contexto, en las Ciencias Sociales se va conociendo y reconociendo a los Sistemas de Información Geográfica como un elemento a tener en cuenta a la hora de tomar decisiones. El territorio se convierte en un elemento crucial para la formulación de políticas y acciones de Ordenación Territorial y Desarrollo Local.

Bibliografía

- BOSQUE SENDRA, Joaquín (2005) "Espacio Geográfico y Ciencias Sociales. Nuevas Propuestas para el Estudio del Territorio". En: *Investigaciones regionales*. Asociación Española de Ciencia Regional, Alcalá de Henares, N° 006, pp. 203-221. Documento de internet disponible en:<http://redalyc.uaemex.mx>.
- CHUVIECO, Emilio (1990) *Fundamentos de Teledetección Espacial*. Madrid, Rialp.

- COMAS, David y RUIZ, Ernest (1993) *Fundamentos de Sistemas de Información Geográfica*. Barcelona, Ariel.
- Diario *Norte* “El Ministerio de la Producción aclara sobre tierras de Las Palmas”. Viernes 29 de enero de 2010. Disponible en <http://diarionorte.com>.
- Diario *Norte* “El sabor amargo de la pobreza pone a prueba a los pobladores de Las Palmas”. Domingo 23 de agosto de 2009. Disponible en <http://diarionorte.com>.
- FERNANDEZ COPPEL, Ignacio Alonso “Localizaciones Geograficas. Las Coordenadas geográficas y la Proyeccion UTM (Universal Transversal Mercator)”. Departamento de Ingenieria Agrícola y Forestal. Escuela Técnica Superior de Ingenieria Agraria. Palencia. Universidad de Valladolid. Documento de internet disponible en: www.cartesia.org.
- INDEC: Censo de Población y Vivienda 1991. Ministerio de Economía y Producción. Documento de internet disponible en: www.indec.mecon.gov.ar
- INDEC: Censo de Población y Vivienda 2001. Ministerio de Economía y Producción. Documento de internet disponible en: www.indec.mecon.gov.ar
- LILLESAND, Thomas M. y KIEFER, Ralph W. (1987) *Remote Sensing and Image Interpretation*. Segunda Edición. Nueva York, John Wiley and Sons.
- MATTEUCCI, Silvia; SOLBRIG, Otto T.; MORELLO, Jorge y HALFFTER, Gonzalo (Eds.) (1999) *Biodiversidad y uso de la tierra. Conceptos y ejemplo de Latinoamérica*. Buenos Aires. EUDEBA-UNESCO. Colección CEA, N° 24, 580 pp.
- SABINS, Floyd (1987) *Remote Sensing. Principles and Interpretation*. Segunda Edición, Nueva York, W. H. Freeman and Co.
- SCHULZ, Augusto (1961) “Nota sobre la vegetación acuática chaqueña. Esteros y Embalsados”. En: *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*. Buenos Aires, Vol. IX, pp. 141-150.
- TREWEEK, Jo (1999) *Ecological Impact Assessment*. Oxford, Blackwell Science, 351 pp.
- VIDAL, S. H. (1988) “La Armada y la Aerofotografía, 60 años de actividad ininterrumpida”. En *REVISTA MACH 1 (Circulo Informativo Profesional de la Aviación Naval Argentina)*. Buenos Aires, pp.16-18.
- YRIGOYEN, Marcelo Reinaldo (1956) *La aerofotografía y la fotointerpretación. Necesidad de su enseñanza en nuestras universidades*. En: *Revista Holmbergia*, N° 12-13 Buenos Aires, pp. 233-258.

Notas

¹ Las Palmas se encuentra enclavada en el Sitio Ramsar Humedales Chaco, de 508.000 hectáreas, designado por la Convención de Ramsar el 2 de febrero de 2004. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Categorías aprobadas en la Recomendación 4.7 y modificadas por la Resolución VIII.13 de la Conferencia de las Partes Contratantes. Disponible en: http://www.ramsar.org/ris/key_ris_index.htm.

² ETM+: Enhanced Thematic Mapper Plus. Datos provenientes del sensor EMT+ que se encuentra a bordo del satélite Landsat 7. Son imágenes multispectrales, de 30 metros de resolución, y una banda pancromática de 15 metros de resolución. Es el más moderno de los sensores del programa Landsat.

³ ERDAS Image 8.4: Sigla de Herat Resources Data Analysis System, programa de análisis de imágenes espaciales.

⁴ WGS 84: Sigla de World Geodetic System 1984. Sistema de coordenadas mundiales que data de 1984. En un mismo país se encuentran referencias a diferentes elipsoides, ya que los países reemplazan habitualmente sus elipsoides antiguos por definiciones más actuales. En el caso argentino, existen en este momento dos elipsoides de referencia. La cartografía oficial del IGM (Instituto Geográfico Militar) está basada en el DATUM CAMPO INCHAUSPE, que utiliza el elipsoide no geocéntrico internacional 1924; y las nuevas cartas, en POSGAR (Posiciones Geodésicas Argentinas), que utiliza el elipsoide geocéntrico WGS 84.

⁵ Intervalo de longitud de onda dentro del espectro electromagnético. Por extensión, se denomina banda a cada uno de los canales de adquisición de datos de un sistema sensor.

⁶ Proceso de formación de una imagen en color mediante la composición de tres bandas, a cada una de las cuales se les hace corresponder uno de los tonos (rojo, verde y azul) en una intensidad proporcional a la luminancia que muestre cada una. Y se denomina falso color porque se establece una relación de equivalencia entre la banda espectral y un tono primario asociado a ella que no corresponde a los intervalos espectrales naturales o al orden de los mismos.

⁷ UTM: Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (en inglés: *Universal Transverse Mercator*). Las proyecciones geodésicas son proyecciones en las que la esfericidad terrestre tiene repercusión importante sobre la representación de posiciones geográficas, sus superficies,

sus ángulos y sus distancias. El sistema UTM es un sistema de proyección geodésica ideado en 1569 por Gerhard Kremer, denominado Mercator al latinizar su apellido. Es un sistema en el cual se construye geoméricamente el mapa de modo que los meridianos y paralelos se transformen en una red regular, rectangular, de manera que se conserven los ángulos originales. El sistema de proyección UTM toma como base la proyección MERCATOR, y emplea un cilindro situado de forma tangente al elipsoide en el ecuador. Sin embargo, la posición del cilindro de proyección es transversal respecto del eje de la tierra.

Recepción: 20 de mayo de 2010. Aceptación: 21 de octubre de 2010.