

LEVANTAMIENTO DE LA COBERTURA Y USO DE LA TIERRA EN EL MUNICIPIO DE ELDORADO – MISIONES – UTILIZANDO PRODUCTOS DE LOS SENSORES REMOTOS

LAND USE AND COVER SURVEY IN ELDORADO, MISIONES, USING REMOTE SENSING PRODUCTS

José Aníbal Palavecino¹
Domingo César Maiocco¹
Juan Carlos Kozarik¹
Oscar Arturo Gauto¹
Juan Carlos Benitez¹

Fecha recepción: Enero 2001
Fecha aceptación: Noviembre 2003

1 - Universidad Nacional de Misiones – Facultad de Ciencias Forestales – Bertoni 124 - (3382) Eldorado - Misiones. R.A. - E-mail: pala@ceel.com.ar

SUMMARY

This work pursues as an aim, compilation to a semidetained level of the different cultures which have been established in Eldorado, Misiones, Argentina in order to organize a data bank for information about resources which are under their administration. To do the mentioned work we have used remote sensing products as satellite images LANDSAT TM5 and its combinations 543 and 453 RGB, aerial pancromatic photographs, black and white, and thopographical and thematical maps, with the corresponding control and verification.

Methodology consists on the application of Teledetection techniques on different perceptual levels due to the variety of products used for this activity. The obtained results are digitalized and identified on Vegetation map, Hydrical nets and Land use and Land cover on scale 1: 50000 joined with graphics schemme so as the town can initiate a redefining and organizing process on more convenient soil uses.

Key words: land use – remote sensing - cartography

RESUMEN

El presente trabajo, plantea como objetivo, realizar un levantamiento a nivel de semi-detalle de las distintas culturas establecidas en el Municipio de Eldorado, Provincia de Misiones, Argentina con intención de organizar un banco de datos que permita disponer de información sobre los recursos que se encuentran bajo su órbita administrativa. Para llevar a cabo el mencionado levantamiento, se utilizaron productos de los sensores remotos como lo son imágenes satelitales LANDSAT TM5 en sus combinaciones 543 y 453 RGB, fotografías aéreas pancromáticas blanco y negro; Cartas Topográficas y Temáticas y el control a campo de las categorías identificadas.

La metodología consistió en aplicar las técnicas de Teledetección a distintos niveles de percepción de acuerdo con los distintos productos utilizados. Los resultados obtenidos se digitalizaron e identificaron en Cartas de Vegetación,

Red Hídrica y Uso y Cobertura del Suelo a escala 1:50000 acompañados de gráficos y tablas a modo que el Municipio inicie el proceso de redefinición y ordenamiento del uso de la tierra más conveniente.

Palabras clave: uso de la tierra – sensores remotos – cartografía.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, las técnicas de Percepción Remota han comprobado su eficacia como herramienta en la valoración de los Recursos Naturales. Desde 1972, con el lanzamiento del primer satélite de la serie LANDSAT, hasta la actualidad, con imágenes del satélite IKONOS 2, el conocimiento e interpretación de los fenómenos sobre la superficie terrestre permitió organizar y administrar las distintas actividades que se desarrollan en el globo.

El conocimiento del uso y cobertura de la tierra, es uno de los primeros planos de información que conforman un Sistema Geográfico de Información, ya que responden a las clásicas preguntas de qué, cuánto y dónde se localizan los recursos en una determinada estructura político administrativa.

En 1930, la Unión Geográfica Internacional realizó una de las primeras clasificaciones del uso de la tierra para levantamientos a escala 1:1000000. Esta clasificación con el advenimiento de la información obtenida de los distintos sensores remotos, sufrió modificaciones adaptándose a diferentes niveles de acuerdo al tipo de sensor utilizado y escala de publicación de las Cartas resultantes.

En la actualidad, y con el objetivo de unificar criterios, se utiliza la propuesta por el Servicio Geológico de los Estados Unidos (ANDERSON, 1976) donde se propone una clasificación, con subdivisiones o niveles de acuerdo a los diferentes datos obtenidos de los sensores remotos y condiciones locales de la zona en estudio.

Desde este punto de vista, para una correcta Ordenación Territorial, es necesario que los organismos nacionales y/o hasta municipales cuenten con información cuali y cuantitativa de los recursos que se encuentran bajo su órbita a modo que les permita planificar y tomar decisiones en la organización y manejo de los mismos.

La Región Fitogeográfica conocida como Selva Paranaense en la Provincia de Misiones, Argentina, presenta un espectro de actividades muy variado que cubren el suelo desde pequeños cultivos de subsistencia, a grandes superficies agrícolas y forestales. La organización política - administrativa se concentra en 75 municipios, siendo el Municipio de Eldorado, uno de los más importantes por las distintas actividades industriales, culturales y educacionales del norte misionero.

Los objetivos del presente trabajo fueron:

- Elaborar cartografía al semidetalle en escala 1:50000, del uso y cobertura de la tierra del Municipio de Eldorado, Misiones utilizando imágenes LANDSAT TM5
- Comparar la información suministrada por las imágenes del satélite LANDSAT con la observada en las fotografías aéreas B&N escala 1:20000
- Contribuir con el Municipio de Eldorado en la organización de un banco de datos de los recursos que se encuentran en el ejido municipal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Area de estudio:

El Municipio de Eldorado, se ubica en el Departamento del mismo nombre, Provincia de Misiones entre los 26° 20' 30" y 26° 30' 44" de Latitud Sud y 54° 30' 15" y 54° 57' 15" de Longitud Oeste. (Fig. 1)

El territorio tiene como límites naturales los Arroyos Piray Mini, al Norte y Piray Guazú al Sud; hacia el Oeste el Río Paraná y una línea convencional hacia el Este, lo separa del vecino Municipio de 9 de Julio.

La vegetación natural corresponde a un ecosistema multiestratificado, semicaducifolio conformado por varios estratos de variada riqueza florística, estimándose aproximadamente más de 100 especies arbóreas y arbustivas por hectárea. La colonización del Municipio desde su origen, modificó en gran medida el paisaje natural de otrora dando lugar al establecimiento de diferentes cultivos comerciales traducido en un mosaico de diversas culturas. (MARGALOT,1980).

El clima es subtropical sin estación seca, con una temperatura media anual de 21°C y precipitación media de 1723mm. La Unidad Geomorfológica predominante corresponde a un Pediplano parcialmente disectado, caracterizado por presentar un relieve ondulado, lomas bien definidas e inclusiones de sectores escarpados con pendientes cortas hacia los cursos de agua.

Los suelos predominantes son rojos, profundos y arcillosos correspondiente a los Ordenes de Alfisoles y Ultisoles, el resto, en relieves escarpados e inclinados, aparecen suelos someros y pedregosos de los Ordenes Entisoles e Inceptisoles. (ATLAS DE SUELOS DE LA REP. ARGENTINA, 1985).

Esta característica sumadas a las anteriores imprimen en el relieve una densa red de cursos de agua que desembocan en el Río Paraná.

Para llevar a cabo el presente trabajo se utilizaron los siguientes documentos cartográficos y fotográficos:

- Hoja Topográfica y Temática 2754-8-1-2, Año 1962 de la Compañía C.A.R.T.A. escala 1:50000 de la Provincia de Misiones.
- Carta Topográfica 2754-8 Eldorado, Año 1993 del Instituto Geográfico Militar, escala 1:100000.
- Producto Fotográfico LANDSAT TM5 bandas 543 RGB, path 224 / row 78, escala 1:50000 nivel de corrección 5 del Instituto Nacional de



Pesquisas Espaciales de Brasil. Año 1996

- Producto Fotográfico LANDSAT TM5 bandas 453 RGB, path 224 / row 78, escala 1: 50000 del Ministerio de Ecología y Recursos Naturales de la Provincia de Misiones. Año 1996.
- Fotografías aéreas pancromáticas B&N, formato 23x23cm, escala 1:20000, Año 1997 de la Empresa Alto Paraná S.A.
- Carta Municipal de Eldorado, Red de calles y caminos, escala 1:30000, Año 1998.

La metodología tiene como particularidad el uso intensivo de la interpretación visual complementada con trabajo de campo. (FORERO, 1981; MARLENKO, 1980; SERAFINI, 1996). Consistió en llevar a cabo las fases o etapas que surgen de la aplicación de las técnicas de Teledetección, las cuales se sintetizan de la siguiente manera:

- **Fase preparatoria:** Recopilación y evaluación del material fotográfico y cartográfico del área. Revisión de documentación relacionada con la fisiografía y actividades del uso de la tierra en el Municipio.
- **Fase de Interpretación:** Análisis e interpretación de los elementos en las imágenes. Identificación de patrones empleando los clásicos criterios de tono, textura, forma y tamaño. Confección de una leyenda preliminar.
- **Fase de campo:** Control y corrección de la interpretación, identificación de áreas dudosas. Ajuste de límites y definición de la leyenda final.

- **Fase de compilación del mapa e informe:** Transferencia de la información de las categorías definidas sobre la imagen LANDSAT TM5, 543 RGB. Digitalización en mesa digitalizadora. Procesamiento con el software AUTOCAD Map y salida gráfica en plotter. Confección de informe y procesamiento numérico cartográfico de los resultados.

RESULTADOS

El resultado de la clasificación se visualiza en tres Cartas a escala 1: 50000 :

- Carta de Red Hidrográfica y Caminos
 - Carta de Vegetación
 - Carta de Uso y Cobertura del Suelo (Fig. 2)
- Descripción de las categorías resultantes:

1.- Bosque natural alto en diversos estados de degradación:

Es la categoría más representativa dentro del Municipio y corresponde a la vegetación natural con especies arbóreas de alto y mediano porte. Se presentan en situaciones sin intervención, localizadas en los márgenes de algunos cursos de agua, en áreas de fuerte pendiente e inaccesibilidad y en otras como resultantes de diversos grados de intervención.

En las imágenes LANDSAT, la textura varía de gruesa a media, con formas muy irregulares y en algunos sectores con sombras asociadas a la variación de exposición de las vertientes.

En las fotografías se presenta con formato irregular, tonalidad gris oscura y textura rugosa, definida por la diferencia en altura de las copas de los árboles.

2.- Bosque natural bajo asociado a diversas actividades agrícola – forestales:

Esta categoría representa a la vegetación natural baja resultante de la tala del bosque y posterior abandono de los cultivos. En estas situaciones surgen especies colonizadoras como el Fumo bravo (*Solanum verbasafolium*), Chilca (*Baccharis lanceolata*), Palo pólvora (*Trema micrantha*) y otras.

En esta categoría se incluyen los cultivos perennes abandonados y forestaciones en sus primeros estadios, que asociados con la vegetación natural baja imprimen una fisonomía de bosque secundario.

En las imágenes satelitales se presentan con diversas tonalidades, textura media y forma irregular, ocupando gran parte de la periferia de la ciudad de Eldorado.

En las fotografías se presenta con formato irregular, tonalidad gris media y textura media con escasa visibilidad de copas arbóreas.

3.- Plantación de Coníferas:

Por lo general, en terrenos de relieve plano, estas unidades se distinguen perfectamente en la imagen LANDSAT TM 453 por los tonos rojos intensos, textura lisa y en general por límites regulares. En regiones con relieve medianamente accidentado, presentan tonalidad rojo oscuro menos intenso y formato irregular con sectores sombreados en función de la variación topográfica y exposición de las laderas.

En áreas de reforestaciones recientes, aparecen tonos claros azulados, distinguiéndose de otras áreas de suelo expuesto y vegetación natural baja por sus grandes dimensiones. Por lo general, se encuentran ubicadas en las cercanías de caminos para facilitar el transporte de la madera.

En las fotografías aéreas, estas áreas se caracterizan por presentar tonos grises intensos, textura lisa, generalmente con límites regulares y la presencia de vías de saca. Las reforestaciones recientes presentan tonos grises claros, textura lisa y generalmente lindantes con otras extensiones de coníferas altas u otras actividades de mayor superficie.

En el Municipio de Eldorado las coníferas

cultivadas corresponden a *Araucaria angustifolia* y *Pinus* sp. En las imágenes LANDSAT resulta dificultoso su diferenciación desde el punto de vista del análisis visual, mientras que en el caso de las fotografías aéreas, la diferenciación es más apreciable por la tonalidad gris oscura y textura media a gruesa de las Araucarias.

4.- Plantación de Latifoliadas:

En décadas pasadas, esta categoría incluía plantaciones de *Eucaliptus* sp, Kiri (*Pawlonia tomentosa*), Toona ciliata y Paraíso (*Melia azedarach*). Las fluctuaciones económicas de la oferta y la demanda de estas maderas trajo aparejado que muchas de estas plantaciones no continuaran con los tratamientos silviculturales correspondientes, permitiendo por lo tanto el desarrollo de la vegetación natural. Actualmente, muchas de ellas quedaron incluidas dentro de la categoría de bosque natural alto en diversos estados de degradación.

Para el área en estudio la plantación homogénea más representativa corresponde al género *Eucaliptus*, distinguiéndose en las imágenes LANDSAT por las formas regulares y su extensión. Debido a las características foliares de hojas anchas, en algunas situaciones presentan tonalidades similares al bosque natural alto. En las fotografías se presentan tonos grises oscuros a claros con textura media a fina y formato regular.

5.- Cultivos perennes:

Representan a los cultivos de yerba (*Ilex paraguariensis*) y *Citrus* sp. siendo el primero, el cultivo más representativo del Municipio. Su localización requirió una fuerte complementación con las fotografías aéreas y trabajo de campo, con difícil detección en las imágenes satelitales posiblemente debido a la respuesta espectral del entorno. En las fotografías se observan formas regulares, espaciamiento característico y en aquellos cultivos bien manejados se distinguen copas pequeñas e irregulares.

6.- Cultivos agroforestales:

Debido a la implementación de estos nuevos modelos de utilización de la tierra, donde los pequeños propietarios complementan la actividad forestal con la agropecuaria, se registraron en fotografías y en campo, su incipiente desarrollo con el objetivo de monitorear en el futuro esta nueva modalidad. En las imágenes LANDSAT presentan variedad de formas y tonalidades debido a una combinación

de la respuesta espectral de los distintos cultivos, incluyendo al suelo.

En la fotografías aéreas, los modelos estereoscópicos permiten una mejor identificación, observándose variedad de tonos grises medios a oscuros y texturas finas a jaspeadas, según el tipo de combinación de cultivos.

7.- Pasturas:

Si bien la actividad ganadera no es una característica del Municipio, existen áreas de destacada extensión y un resto uniformemente distribuido. La cobertura es graminoide y herbácea asociada con estructuras arbóreas aisladas, bosques en galería, o en bosquetes aislados. En las imágenes LANDSAT se presentan con tonos blancos amarillentos claros, textura fina y formas irregulares. En las fotografías aéreas presentan tonalidades grises muy claras y textura fina.

8.- Agricultura temporaria:

Esta actividad la practican pequeños colonos con el cultivo de especies tradicionales de la zona, como ser maíz, mandioca y productos de huerta. No son representativos en superficie ya que forman parte de viviendas familiares en la periferia del Municipio y es una forma clásica de agricultura de subsistencia. En las imágenes LANDSAT están asociadas con la respuesta espectral del suelo y en las fotografías aéreas presentan tonalidades grises claras, textura fina y en algunos casos se destaca el parcelamiento.

9.- Area urbana:

Se identificaron tres unidades correspondientes a la ciudad de Eldorado, y a los Barrios Roulet y Puerto Pinares. La delimitación de estas unidades requirió el apoyo de las fotografías aéreas, especialmente en las periferias, donde los límites llegan a ser confusos debido a la intrusión de otras categorías. En las imágenes LANDSAT se presentan como manchas discontinuas de distintas tonalidades debido a la respuesta espectral de los diversos componentes que conforma el área urbana. Un mejor análisis se logra con las fotografías aéreas, donde se puede identificar la trama de calles, caminos, plazas, inclusive edificaciones.

10.- Infraestructura

En esta categoría se identificaron, a modo de referencia, algunas forestoindustrias sobre las Rutas Nac. 12 y Prov. 17, canteras, viveros, autódromo y aeropuerto. Estos dos últimos perfectamente distinguibles en las imágenes LANDSAT, mientras que las anteriores tienen mayor definición en las fotografías aéreas.

La superficie cubierta por las categorías descriptas, se representa en la siguiente tabla:

Tabla 1. Municipio de Eldorado, cobertura y uso de la tierra. Fuente: Imagen LANDSAT TM5 – 543 RGB Año 1996

Table 1. Eldorado County, cover and land use. Font: LANDSAT TM5 – 543RGB - 1996

Categorías	AREA (ha)	(%)
1.- Bosque natural alto en diversos estados de degradación	6346,83	30,21
2.- Bosque natural bajo asociado a diversas actividades agrícolas – forestales	4493,85	21,39
3.- Plantación de Coníferas	3921,81	18,67
4.- Plantación de Latifoliadas	458,18	2,18
5.- Cultivos Perennes	2260,99	10,76
6.- Cultivos agroforestales	483,86	2,30
7.- Pasturas	501,04	2,38
8.- Agricultura temporaria	64,89	0,31
9.- Areas urbanas	2321,16	11,05
10.- Infraestructura	158,55	0,75
MUNICIPIO DE ELDORADO – TOTAL	21011,16	

CONCLUSIONES

- La complementación de las fotografías aéreas con las imágenes satelitales resultan de gran utilidad para diferenciar categorías de uso y cobertura del suelo.
- Un levantamiento a nivel de detalle permitirá una mayor diferenciación de las categorías.
- En el Municipio de Eldorado, existe un alto porcentaje de cobertura forestal con escaso manejo pero adecuada protección hidrológica del suelo.
- La combinación 453 RGB de las imágenes LANDSAT, permite una mayor diferenciación de la estructura arbórea que la combinación 543 RGB.
- Las categorías 1 y 2 requieren un estudio más detallado a nivel de terreno desde el punto de vista silvicultural y su correspondiente definición en los productos de los sensores remotos.
- Por lo mencionado anteriormente, en el presente trabajo, dichas categorías se agrupan a nivel de consociación y/o asociación ocupando un poco más de la mitad de la superficie del Municipio.
- Las categorías 5 a 8 requirieron un fuerte apoyo de las fotografías aéreas y control en terreno para su respectivo análisis.
- Una clasificación supervisada mediante el análisis digital de las imágenes LANDSAT, complementada con fotografías aéreas convencionales, inclusive las de pequeño formato permitirán elaborar patrones y claves de interpretación.
- Si bien en la actualidad se encuentran en disponibilidad los productos IKONOS con 1 y 4m de resolución, éstas imágenes junto con la estereoscopia producida en pares de fotografías aéreas, permitirán una mayor identificación de pequeñas unidades de uso.

MARLENKO, N, 1980. Análisis Visual. Manual de Sensores Remotos. Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. Buenos Aires, Capítulo 11, pp 159 – 171

SERAFINI, M.C. 1996. Interpretación Visual de Imágenes Satelitarias. Teledetección y SIG aplicado a la evaluación del medio ambiente. Curso Nacional de Posgrado. Universidad Nacional de Luján, Buenos Aires, 11p.

AGRADECIMIENTOS

A Alto Paraná S.A., Ministerio de Ecología y Recursos Naturales Renovables de la Provincia de Misiones y Universidad Federal y Tuiuti de Paraná, Brasil por la colaboración prestada.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J.R. 1976. A Land use and land cover classification system for the use with remote sensing data. Geological survey professional. Circular N° 671. 28 p.
- ATLAS DE SUELOS DE LA REPUBLICA ARGENTINA. 1985. Proyecto PNUD ARG. 85/019-INTA. Tomo II. Prov. de Misiones. 153 pp.
- FORERO, M. C. 1981. Levantamiento de Cobertura terrestre y uso de la tierra. Centro Interamericano de Fotointerpretación. Serie 1 – Docencia, Bogotá, 57 p.
- MARGALOT, J. A. 1980. Geografía de Misiones. 230 p.

Figura 2. Municipio de Eldorado: Carta de Uso y Cobertura del Suelo - Año 1996
 Figure 2. Land use and land cover map: Eldorado Country - 1996

