

DIAGNÓSTICO DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA COBERTURA DE LA TIERRA EN LA REGIÓN DEL VALLE DEL PARAÍBA - SP.

MARVEL MELERO LEÓN¹
DALTON DE MORISSON VALERIANO²
JOSÉ SIMEÃO DE MEDEIROS³

¹CNAP - Centro Nacional de Áreas Protegidas.
Calle 41 A # 4114 - Playa - Ciudad Habana, Cuba.
marvel@ltid.inpe.br

²Pesquisador INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil.
dalton@ltid.inpe.br

³Pesquisador INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Caixa Postal 515 - 12201-970 - São José dos Campos - SP, Brasil.
simeao@dpi.inpe.br

Abstract: This work presents the analysis of the integrity of the land cover of the Conservation Unit System in the Paraíba Valley Region of the State of São Paulo, Brazil conducted with the application of remote sensing and geographic information analysis techniques. TM Landsat data were georeferenced, corrected for atmospheric effects, processed to reduce topographic effects and classified into a thematic map of the land cover of the study site. A digital map of the conservation units was intersected with the land cover map and area calculation was made for land cover found in each category of conservation unit. Results show that, except for State Parks National Parks and State Ecological Station, the level of integrity of the Conservation Unit System in the studied area is very low with many conservation units with less than 50% of natural vegetation.

Keywords: remote sensing, geographical information system, landscape, ecosystems, natural area protection, mapping, gap analysis.

1. Introducción

El uso racional de los recursos naturales y su relación con la protección y la conservación de la naturaleza, constituye uno de los problemas más importantes de los que depende el futuro de la humanidad. Dicho problema se agudiza cada día con la intensa interacción entre el hombre y la naturaleza. Una de las formas de preservar el patrimonio natural y contribuir al equilibrio ecológico, es el establecimiento de redes de áreas naturales protegidas.

En este sentido, la conservación de los remanentes más significativos de la Mata Atlántica en el Brasil constituye una seria preocupación de los gobiernos a diferentes niveles. Como resultado, hace décadas se viene implantando un sistema de protección para ese bioma, a través del establecimiento de Unidades de Conservación. Ahora bien, si por una parte la creación de dichas áreas ha sido un importante logro, por otro, los esfuerzos todavía no son suficientes.

Para conservar la mayor biodiversidad manteniendo ejemplos de todos los tipos de comunidades naturales y para dar una idea del estado de distribución y el manejo de los componentes selectos de biodiversidad, se propone la realización de un diagnóstico de los valores naturales mediante un Análisis de Vacíos (*Gap Analysis*).

El Gap analysis o Análisis de Vacíos, es un programa desarrollado por "Biological Resource Division (US, Geological Survey)", en los EUA, con la idea de identificar lagunas de representación de la biodiversidad en áreas para la conservación (Scott *et al*

1993; Kiester *et al* 1996). El propósito es identificar aquellas "omisiones" (gaps) para evaluar efectos recientes y progresivos de perturbación humana al medio ambiente y que amenazan la biodiversidad, y en cierta medida contribuir a la prevención y prevención de la pérdida parcial o total de los ecosistemas, visto en el contexto de una región geográfica.

La metodología de trabajo para un GAP puede generalizarse en 4 fases fundamentales (Scott *et al* 1993):

- (1) Cartografía de los elementos de biodiversidad que se pretenden conservar;
- (2) Cartografía de las áreas protegidas;
- (3) Identificación de las lagunas de representación de la biodiversidad en las áreas protegidas;
- (4) Identificación de las áreas adicionales para conservación y estudio de las diferentes alternativas.

En este trabajo se abordan las tres primeras etapas antes mencionadas, resta entonces, en posteriores trabajos, completar la última fase o etapa, para finalmente llegar al GAP analysis del Valle del Paraíba.

Para vencer dichas etapas se emplean técnicas de Teledetección y de Sistemas de Información geográfica, como herramientas fundamentales en la efectividad, calidad y rapidez en la obtención de los resultados.

2. Area de Estudio

El Valle del Paraíba, con una superficie total de 17.185 km², abarca parte del noreste del estado de São Paulo, incluyendo 41 municipios y no considerando el municipio de Ilha Bela para este estudio. La Región se localiza entre la Sierra de la Mantiqueira y la Sierra del Mar y es atravesado por las aguas del Rio Paraíba del Sur, formado por la unión de los rios Paraitinga y Paraibuna y su amplia red de afluentes.

3. Objetivos

El objetivo central de este trabajo es entonces: Diagnosticar el estado de conservación de los habitats para el mantenimiento de la biodiversidad en el Valle del Paraíba y para dar respuesta a ello, los objetivos específicos son:

- Medir el área de habitat natural disponible por municipio en la Región del Valle del Paraíba.
- Evaluar la representatividad de los ecosistemas, teniendo en cuenta el sistema de Unidades de Conservación de la Región del Valle del Paraíba (Cone Leste).
- Evaluar el grado de conservación de los ecosistemas en el Sistema de Unidades de Conservación en el Valle del Paraíba.

4. Metodología

La Metodología consta de tres etapas, una primera que comprende la elaboración del banco de datos, una segunda que aborda el trabajo con las imágenes de satélites y la

tercera que incluye el análisis de vacíos de las unidades de conservación, en lo que se refiere a integridad de la cobertura vegetal de esas unidades.

4.1: Elaboración del banco de datos

Como primer paso, la importación de las bases e imágenes del proyecto para un ambiente SPRING conforme el flujograma presentado en la **Figura 1** en los anexos. Fueron importados: La Base Municipal confeccionada por el IBGE (CD del Spring), la imagen Landsat correspondiente al área de estudio, ortorectificada y obtenida de la EarthSat. (<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>) y las Imágenes Landsat con orbitas y puntos: 218/76; 219/76, con fecha de 16 y 15 de agosto del 2001. Seguidamente la recopilación, vectorización e importación de los mapas temáticos de Litología, Geomorfología, Suelos, Cuencas Hidrográficas y Mapa de Unidades de Conservación del proyecto MAVALE (INPE/ CODIVAP, 1992). La **Figura 2**, en los anexos, muestra un mapa de las unidades de conservación, con la adecuada homogenización para la escala de trabajo, definida como de 1:100 000.

4.2 Clasificación digital de la cobertura de la tierra.

Esta etapa consiste en la identificación y diferenciación de los diversos tipos de cubierta vegetal (Floresta natural, Área reforestada) y otros rasgos o patrones del paisaje (No floresta, cuerpos de agua y ríos, , etc). El análisis, se basa en la clasificación de una imagen de satélite Landsat con las bandas TM3, TM4, y TM5 a través de la combinación de los procedimientos de segmentación de imagen, clasificación por campo no supervisada y mapeamiento y edición de clases con el empleo del programa Spring. Estos procedimientos fueron precedidos de la georeferenciación de la información base, así como de las correcciones para atenuar el efecto de la atmósfera y del relieve.

Para el registro de las imágenes Landsat fueron reconocidos un total de 6 puntos de control en cada imagen y se tomó como referencia la imagen Landsat ortorectificada obtenida de la EarthSat (bandas TM2, TM4 y TM7). Posteriormente se construye un mosaico mediante el empleo del programa Reegemy, versión 0.2.22 RC2 (Image registration mosaicing) (<http://regima.dpi.inpe.br/>) y se recorta la imagen, retirando la parte de tierra y mar que quedan fuera del área de estudio. La resolución fue degradada para 50 metros, con el fin de reducir el tiempo computacional de las etapas posteriores.

Luego se realizaron las correcciones de los efectos de la atmósfera mediante la substracción de los niveles de grises de los objetos oscuros (sombra del relieve) a través de las operaciones de análisis de histogramas y aritméticas y conjuntamente se realizó la corrección para atenuar los efectos de la topografía, a través de las operaciones aritméticas (razón entre bandas).

Finalmente se procedió a la segmentación y clasificación no supervisada de las imágenes, mapeamiento y edición matricial de las clases, resultando el Mapa de Cobertura de la Tierra (**Figura 3** en los anexos). La segmentación fue realizada a través de la técnica de crecimiento por regiones y los límites de los números digitales de similitud y tamaño del área fueron probados a través de sistema prueba-error hasta obtener la imagen segmentada que mejor representa los objetos de interés. Para obtener el resultado temático fue hecha la clasificación a partir de la imagen segmentada y de igual forma que en la segmentación, fue definido por prueba-error, un límite de aceptación del 95 % a través del clasificador Issogeg. Una vez clasificada la imagen en

clases espectrales fué hecho el mapeamiento para clases informativas. El resultado fué revisado y los errores de la clasificación fueron editados matricialmente.

4.3 Análisis de vacíos

Esta etapa consiste en la Intersección entre el Mapa Areas de Protección Ambiental con el Mapa de Cobertura de la Tierra, a través de la tabulación cruzada, para finalmente obtener el mapa resultante de dicha intersección (**Figura 3**) y la tabla que describe el porcentaje de cada clase de cobertura de la tierra, contenido en las diferentes categorías de manejo de las áreas de protección ambiental.

5. Resultados y discusión.

Los resultados cuantitativos de la intersección entre el Mapa Areas de Protección Ambiental con el Mapa de Cobertura de la Tierra, son representados en la **Tabla 1**.

Tabla 1. Intersección del Mapa de Áreas Protegidas con el Mapa de Cobertura de la Tierra.

Áreas Protegidas	Superficie (Km ²)	Água (%)	No Floresta (%)	Floresta Natural (%)	Área Reforestada (%)
APA Federal	3236.512	5,87	59,28	32,41	2,42
APA Estadual	763.392	0,13	65,44	27,20	7,21
APA Municipal	123.962	0,00	56,86	43,13	0,00
Estación Ecológica Estadual	10.407	0,00	0,00	83,88	16,11
Parque Estadual	1521.507	0,10	6,32	87,90	5,65
Parque Nacional	420.402	0,36	12,94	85,85	0,83
Area Natural Tombada	334.205	0,89	13,23	75,67	10,19

Aunque las Areas de Protección Ambiental (APAs) Federal, abarcan la mayor superficie dentro del área de estudio, en esta categoría no se representan adecuadamente los paisajes de importancia para la conservación, pues apenas alcanza el 32,41% la floresta natural y un 2,42% las áreas reforestadas.

El Parque Estadual por el contrario abarca una superficie menor, de 1521.507 km² pero es, dentro de las categorías de manejo, la que mejor representa la floresta natural con un 87,90% y en un 5,65% las áreas reforestadas con pinos y eucaliptos. Esta área se corresponde con el Parque Estadual de la Sierra do Mar y Campos de Jordao en la Serra da Mantiqueira.

Le siguen en orden de importancia según el porcentaje de superficie que abarcan, el Parque Nacional y la Estación Ecológica Estadual con el 85,85 % y 83,88 % cubierto por floresta natural, respectivamente. En el caso del Parque casi un 13 % del área es ocupada por área no forestada, por otra parte en el caso específico de la Estación Ecológica, es importante señalar que aunque el área cubierta es apenas de 10.407 km² cuando se suma, la superficie de floresta (83,88 %) con las áreas reforestadas (16,11) llega a ocupar un 99,9 % de la superficie total con cobertura forestal.

Con relación al Área natural tombada a pesar de no ser una categoría estricta, se debe considerar que además de poseer una superficie de floresta natural y área forestada bastante significativa, esta categoría en la mayoría de los casos se encuentra en áreas contiguas o limitando con la de Parque Estadual, como se muestra en la **Figura 2** lo

que permite la unidad y contigüidad de los paisajes como uno de los elementos fundamentales para la conservación de la biodiversidad en la región.

6. Bibliografía

Chuvieco, E. *Fundamentos de Teledetección espacial*. Alcalá, Madrid. Ediciones RIAL, AS, 1990, 568 p.

Crosta, A.P. *Processamento digital de imagem de Sensoriamento Remoto*. Campinas-SP. IG/ UNICAMP 1993, 170p.

Dean, W. *A Ferro e a Fogo - A história e a devastação da mata atlântica brasileira*. São Paulo. Companhia das Letras, 1996. 484 p.

Fundação SOS Mata Atlântica; Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; Instituto Socioambiental. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da mata atlântica no período de 1990-1995*. São Paulo, 1998. 55p.

Kiester, A.R., J.M. Scott, B. Csuti, R.F. Noss, B. Butterfield, K. Sahr, and D. White.. Conservation Prioritization Using GAP Data. *Conservation Biology*, 1996. 10: 1332-1342.

INPE/ CODIVAP. Projeto MAVALE: *Macrozonamento da região do Vale do Paraíba e Litoral norte do estado de São Paulo*. INPE/ CODIVAP São José dos Campos, 1992. 176p.

Scott, J.M., Davis, F., Csuti, B., Noss, R. Butterfield, B., Groves, C., Handerson, H., Caicoo, S., D'Erchia, F., Edwards, T.C., Ulliman, J. & Wright, R.G. *Gap analysis: a geographical approach to protection of biological diversity*. *Wildlife Monographs*. 1993. 123p.

<http://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>

<http://www.gap.uidaho.edu/default.htm>

<http://www.nearctica.com/ecology/biodiver/gap.htm>

<http://www.valeverde.org.br/empresas/valeverde/vale.htm>

<http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./natural/snuc/index.html&conteudo=./natural/snuc/snuc3.html>

<http://www.ine.gob.mx/tema1p8.html#t134>

<http://www.valedoparaiba.com/terragente/estudos/est0022001.html>

7. Anexos

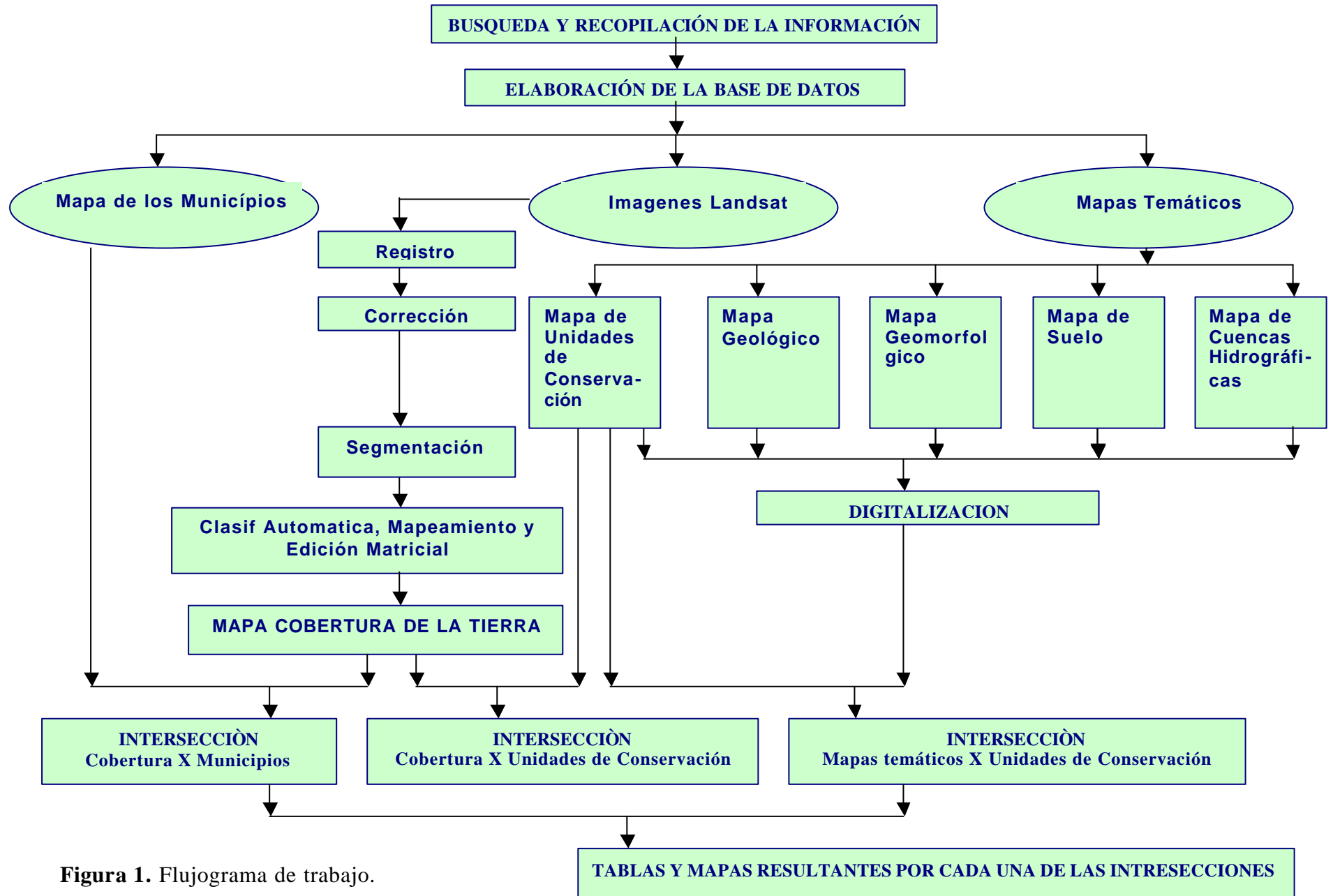


Figura 1. Flujograma de trabajo.

Áreas de Protección Ambiental en el Valle del Paraíba, SP, Brasil.

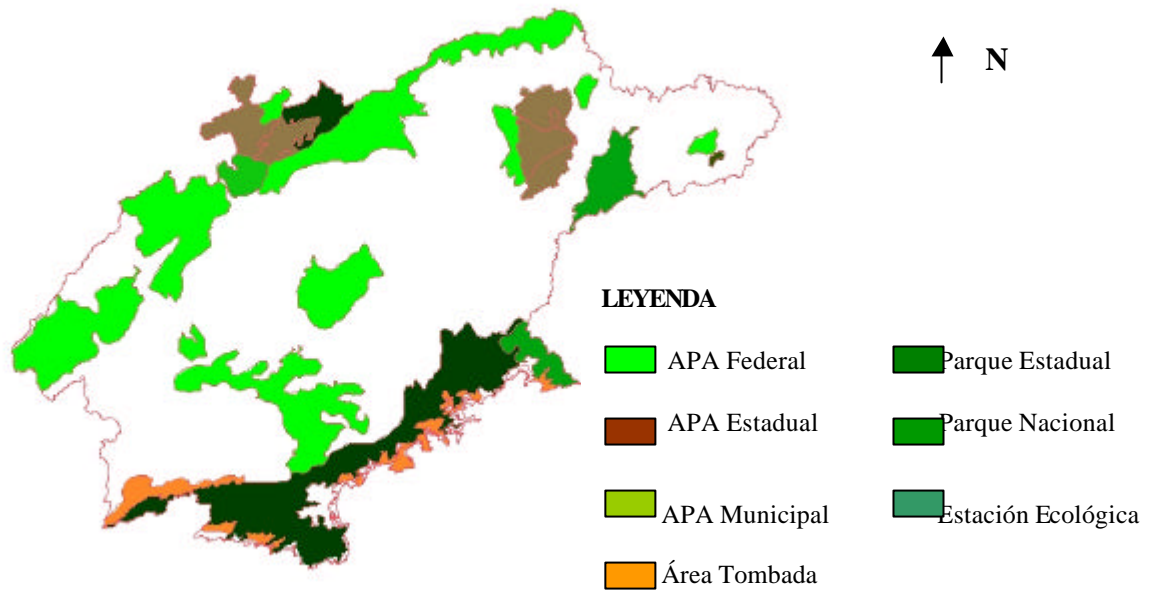


Figura 2. Mapa de las Áreas de protección ambiental.

Cobertura de la tierra en el Valle del Paraíba, SP, Brasil.

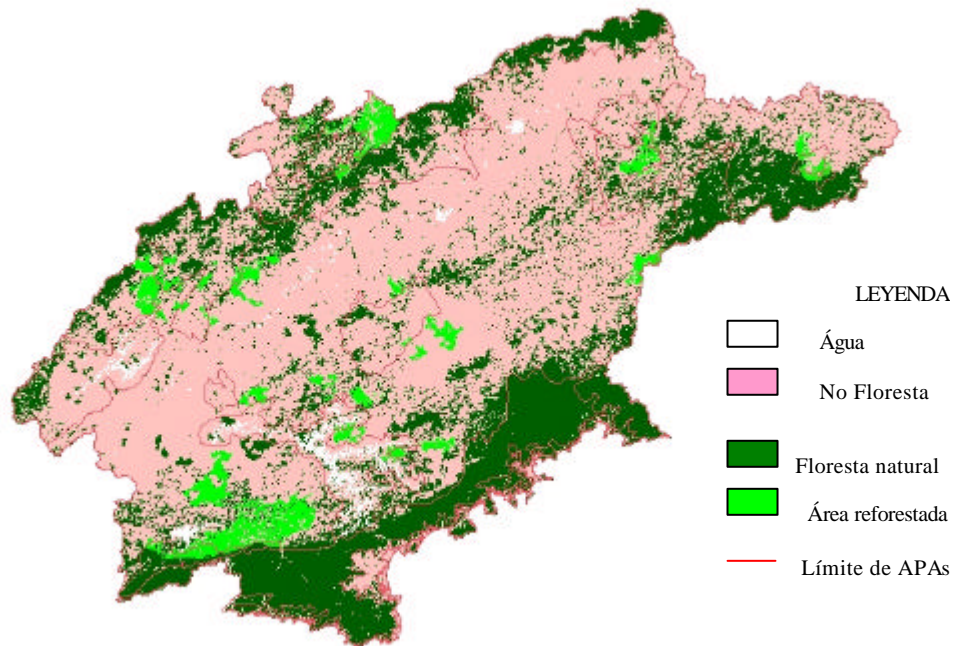


Figura 3. Mapa de Cobertura de la tierra.