

DETERMINACIÓN DEL USO DE LA TIERRA BAJO UN ENFOQUE DE COBERTURA CON IMAGEN ETM+ DE LANDSAT. CUENCA ALTA DEL RÍO GRITA 2006, ESTADO TÁCHIRA – VENEZUELA¹

Carlos E. Pacheco A.², Ramón A. Osorio M.², Ana I. Méndez C.³, Ernesto Flores R.⁴ y Juan Y. López².

RESUMEN

La determinación del uso de la tierra, en la cuenca alta del río Grita, es uno de los objetivos específicos previstos en el Proyecto denominado “Gestión Ambiental de la Cuenca Alta del Río Grita”, adelantado por la Dirección Estadual Ambiental Táchira. El propósito es evaluar la influencia actual de la población sobre la tierra, debido a que en los últimos años se ha observado el avance agrícola, pecuario y urbano en la zona, conduciendo a generar conflictos de usos por el recurso hídrico.

El uso de la tierra bajo el enfoque de cobertura, empleando criterios de la Unión Geográfica Internacional, imágenes de sensores remotos, sistemas de procesamiento digital de imágenes, sistemas de información geográfica y sistema de geoposicionamiento global, permitió generar resultados tanto cuantitativos como cualitativos esenciales para conocer los actores sociales en la toma de decisiones: la cuenca alta tiene una aptitud agrícola representada por la horticultura y una predominancia de vegetación arbórea - arbustiva alta superior a 15 m. de altura con 11.219,74 ha., seguida de la combinación de usos entre afloramientos rocosos, vegetación de páramo y cuerpos de aguas naturales con 4.252,24 ha. Estos resultados abarcan las microcuencas: Venegara, Guanare, Aguadías, Caricuena, Páramo El Rosal, Quebrada San José y El Valle, en las cuales se describieron sus usos de coberturas.

Palabras Claves: Proyecto de gestión ambiental, cuenca alta del Río Grita, uso de la tierra, enfoque formal, unión geográfica internacional.

¹ Este trabajo forma parte de un Proyecto que actualmente ejecuta la Coordinación Gestión del Agua. Dirección Estadual Ambiental del Estado Táchira. Ministerio del Ambiente.

² Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes.

³ Dirección Estadual Ambiental Táchira. Ministerio del Ambiente.

⁴ Instituto de Fotogrametría. Facultad de Ingeniería. Universidad de Los Andes email: carlosa@ula.ve.

**LAND USE DETERMINATION UNDER COVER APPROACH
WITH ETM IMAGERY, THE GRITA RIVER UPPER WATERSHED
2006, TACHIRA STATE-VENEZUELA**

**Carlos E. Pacheco A.², Ramón A. Osorio M.², Ana I. Méndez C.³,
Ernesto Flores R.⁴, Juan Y. López².**

SUMMARY

The determination of land use at the River Grita upper watershed is a specific objective within the general context of the project called “ Environmental stewardship at the river Grita upper watershed, conducted by the Environmental state Direction Táchira-MINAMB. The purpose is to evaluate current influence of population on land. This is because of that during last years, agricultural, pecuarian and urban advance in the area, led to generating use conflicts for water resource.

Land use by cover approach, using International Geographic Union criteria, remote sensing imagery, imagery digital processing system, geographic information systems and global positioning system brought about to generate results both quantitative and qualitative, essential for knowing social actors in decision making; the upper watershed has an agricultural use represented by horticulture and a predominance of high tree and bush vegetation, more than 15 m height with 11,219.74 ha, followed by the combination of uses within rock elevations, paramo vegetation and natural water bodies with 4,252.24 ha. These results comprise the microwatersheds: Venegara, Guanare, Aguadías, Caricuena, El Rosal Paramo, San José creek and El Valle River, in which uses by cover were described.

Keywords: Environmental stewardship project, River Grita upper watershed, land use, formal approach, international geographical union.

INTRODUCCIÓN

En los proyectos de gestión ambiental, es necesario el inventario de los atributos tanto físico-naturales como socioeconómicos del área en consideración, información básica que conduce a diagnosticar las principales potencialidades, restricciones y oportunidades presentes en una unidad espacial.

Es así, como en el marco del inventario especialmente socioeconómico es de gran importancia conocer o determinar como el hombre ha venido influenciando la tierra; el cual es el responsable de adoptar diversos usos definidos como *usos de la tierra*. El uso de la tierra puede ser determinado bajo dos enfoques principales: el funcional, que conlleva a la tipificación del uso como, un sistema de producción, en función de un conjunto de factores internos y externos que dan como resultados los tipos de utilización de la tierra, en base a los criterios diagnósticos establecidos por la FAO en 1976; y el formal o de cobertura que registra fundamentalmente la apariencia externa del uso de la tierra, su distribución espacial y temporal (Flores, 1981).

El enfoque empleado para la determinación de los usos de la tierra en la cuenca alta del río Grita fue el formal o de cobertura, mediante la leyenda diseñada por la Unión Geográfica Internacional (UGI), la cual es capaz de adaptarse a cualquier área; es por ello que, al usar ésta se adoptaron 12 categorías enmarcadas en nueve principales. La importancia de seguir esta metodología radica fundamentalmente en que es sumamente amplia; abarca cualidades, como el uso urbano y los diversos usos agrícolas; entre otros.

Con la aplicación de la leyenda UGI se utilizó la interpretación de imágenes del sensor ETM+ del satélite LANDSAT, el cual constituye una herramienta indispensable en estudios ambientales (Vargas, 1995); Técnicas de Procesamiento Digital de Imágenes, efectivas para la recolección, procesamiento y despliegue de la información de carácter ambiental (Gutiérrez, 1999); Sistemas de Información Geográfica, la mejor herramienta para la combinación de información espacial, análisis, actualización y producción de nuevos mapas e información de una manera más efectiva y económica (FAO, 1999); y Sistemas de Geoposicionamiento Global, para la ubicación de coordenadas con precisión durante el trabajo detallado de campo (Terrasystem Mapper, 2005; y Leica, 2005). Todas estas herramientas condujeron finalmente a la confiabilidad del producto obtenido.

MATERIALES Y MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDIO

La cuenca alta del río Grita está ubicada en la Cordillera de los Andes Venezolanos, al Oeste de Venezuela y al Noroeste del Estado Táchira, entre la latitud 7° 55' 26'' y 8° 12' 42'' Norte y la longitud 72° 06' 57'' y 71° 54' 52'' Oeste; con un área de 33.984,37 ha. Pertenece político y administrativamente a los municipios José María Vargas, capital El Cobre y Jáuregui, capital La Grita. (Figura 1).

Hidrográficamente, la cuenca alta del río Grita está conformada por las siguientes microcuencas: Venegara, Guanare, Aguadías, Caricuena, Páramo El Rosal, Quebrada San José y Río El Valle. Estas microcuencas morfológicamente forman un abanico, lo cual permite la interrelación, tanto de sus elementos físicos-naturales, socio-económico y político-administrativo, lo que la caracteriza como una cuenca muy particular.

Topográficamente, se encuentra enmarcada en un área de alta montaña tropical, con pendientes escarpadas y con una elevación máxima de 3.800 y una mínima 1.100 m.s.n.m.; lo cual la hace poseedora de una amplia red de drenajes primarios y secundarios, que drenan sus aguas a la hoya hidrográfica del Lago del Maracaibo.

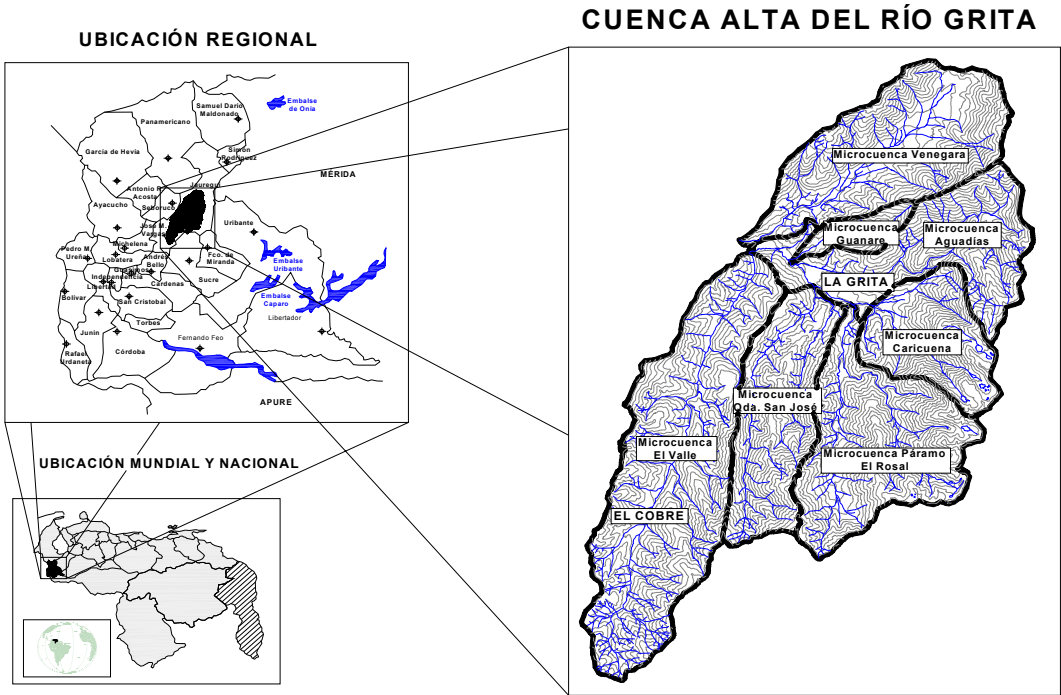


Figura 1. Ubicación Relativa del Área de Estudio.

METODOLOGÍA

El proceso metodológico utilizado en esta investigación se esquematiza en la figura 2 y se detalla a continuación:

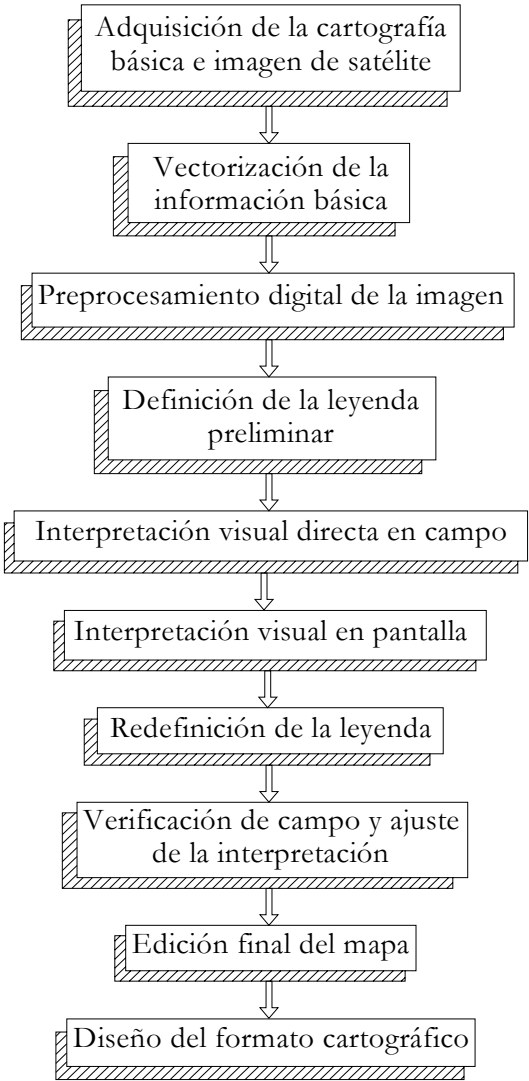


Figura 2. **Flujograma Metodológico**

Adquisición de la Cartografía Básica e Imagen de Satélite: en esta fase se adquirieron las hojas cartográficas a escala 1:25.000, del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (IGVSB), en formato digital (escaneadas), las cuales fueron cedidas por el Ministerio del Ambiente (MINAMB) Táchira. Simultáneamente se obtuvo gratuitamente una imagen de satélite del sensor ETM Plus del satélite LANDSAT, año 2001, a través de la página www Landsat.org.

Vectorización de la Información Básica: con el fin de obtener la cartografía básica en formato vectorial se conformó un mosaico digital con las hojas cartográficas a escala 1:25.000, mediante la georreferenciación de las mismas, vectorizándose el límite del área de estudio, red de drenaje, vialidad, curvas de nivel y toponimia; de igual manera, se delimitaron las microcuencas que conforman la cuenca alta del Río Grita.

Pre-procesamiento Digital de la Imagen de Satélite: se realizó un mejoramiento de contraste utilizando las bandas 1, 2 y 4 mediante el método de normalización. Se establecieron nuevos rangos en el histograma original de cada banda, con la finalidad de mejorar la apariencia y calidad visual de las mismas, aumentando la variedad de colores y contraste de tonos; posteriormente, se corrigió geométricamente la imagen mediante un registro de la misma, tomando como referencia el mosaico obtenido de las hojas de cartografía. Para esto, se utilizaron puntos de intersección de drenajes fácilmente identificables tanto en el mosaico como en las imágenes de satélite. De esta manera, el sistema relaciona las coordenadas UTM (Norte y Este) que tiene cada punto en el mosaico de referencia con las coordenadas X (línea), Y (columna) de los mismos puntos de la imagen en la pantalla del monitor. Finalmente, se realizó una composición a falso color: asignándole el color rojo a la banda 4 correspondiente al infrarrojo, el verde a la banda 2 y el azul a la banda 1.

Definición de la Leyenda Preliminar: para determinar el uso de la tierra de la cuenca alta del río Grita, se revisó y adaptó la leyenda de la Unión Geográfica Internacional, con el fin de seleccionar y establecer una leyenda preliminar de los posibles tipos de usos de la tierra presentes en el área de estudio, la cual sirvió de guía para hacer la interpretación de la imagen de satélite; adaptándose las siguientes categorías:

1.- Uso urbano y relacionado: esta categoría se dividió en:

1a.- Uso urbano:

1.a1.- Área Urbanizada: urbanizaciones, zonas residenciales, comerciales e industriales (dentro de las poligonales urbanas).

1.a.2.- Poblamiento concentrado o lineal: casas unifamiliares, incipientes, fuera de la poligonal urbana.

1.b. Uso Recreacional / Turístico: en esta subcategoría se consideraron los usos que se encuentran simultáneamente en un mismo espacio tanto residencial, turístico como recreacional.

2.- Horticultura/Fruticultura/Floricultura: se refiere a aquellas áreas destinadas a cultivos de ciclo corto, bajo un uso intensivo y una alta rentabilidad. Estas zonas se consideraron siempre en explotación bajo riego.

2.a. Horticultura: localización en fondo de valle como terrazas y conos de deyección y en pendientes de moderadas a altas, uso restringido de maquinaria agrícola, tamaño de las parcelas, apariencia externa criterios estos en su definición.

2b.- Fruticultura: exóticos, pequeños frutos (fresas, mora - fresa), y arbustivos (manzanas, melocotón, higos).

2c.- Floricultura: bajo invernadero (rosas) y a plena exposición (crisantemos, pompón, gladiolas, astromelias, rosas; entre otras).

3.- Cultivos Permanentes y Semipermanentes: esta categoría considera la presencia de cultivos:

3a.- Cultivos arbustos/arbóreos: frutales (cítricos, cambur, aguacate, guayaba).

3b.- Cultivos agricultura mixta: (café bajo sombra, cítricos, guama).

4.- Cultivos Anuales: se agruparon aquellos cultivos de ciclo más largo que los hortícolas, tanto en secano como bajo riego.

4a.- Caña de azúcar

4b.- Apio

4c.- Otros (Caraotas, Habas).

5.- Pastos Cultivados y Mejorados: comprendió los pastos sembrados y manejados por el hombre. En este uso se incluyó la ganadería sustentada en la utilización de variedades altamente nutritivas de pasto y el uso de práctica de manejo como rotación de potreros, fertilización.

6.- Pastos Naturales y/o no Mejorados: se consideraron los pastizales formados a través de procesos de sucesión vegetal.

7.- Vegetación Natural y/o Plantada: esta se dividió en:

7.a. *Vegetación Arbórea-Arbustiva:* esta subcategoría se dividió con base en la altura de las plantas, incluyendo aquí los diferentes tipos de bosques y de matorrales:

7.a.1. *Vegetación Arbórea-Arbustiva Alta:* se incluyeron las áreas con formaciones vegetales arbóreas y arbustivas con alturas mayores a 15 metros.

7.a.2. *Vegetación Arbórea-Arbustiva Media:* se consideraron áreas con formaciones vegetales arbóreas y arbustivas entre, 15 y 8 metros de altura.

7.a.3. *Vegetación Arbórea-Arbustiva Baja:* se consideraron aquellas formaciones de vegetación natural leñosa y semi-leñosa, que en algunos casos cubre casi la totalidad del suelo, con alturas menores a 8 metros.

7.b. *Plantaciones Forestales:* se consideraron aquellas formaciones vegetales establecidas por el hombre mediante técnicas silviculturales, bien sea con fines productores o protectores.

7.c. *Vegetación de Páramo / Herbazal:* se refiere a la formación natural clímax predominantemente herbácea donde el suelo está tapizado por formas de vidas en rosetas, musgos, chrivitales y líquenes, más diseminados aparecen los frailejones, típicos de esta formación. Se presentan árboles pequeños formando bosquetes.

7.d. *Vegetación Xerofítica:* se consideraron aquellas colonias de vegetación xerofítica, dominadas por cactáceas columnares y arbustos ralos espinosos, de 1-4 m de alto.

8.- Cuerpos de Agua-Naturales / Artificiales: se incluyeron aquellos cuerpos de agua natural, lagunas y construcción de tanques para uso de riego.

9.- Tierras Económicamente no Productivas para Agricultura: se consideraron tierras no aptas para uso agrícola y pecuario debido a que presentan afloramientos rocosos y problemas de drenaje, por lo tanto esta categoría se dividió en:

9.a. *Afloramientos Rocosos:* se consideraron aquellas áreas con presencia frecuente de rocas localizadas a mayores de 3.000 sobre el nivel del mar, en donde afloran las rocas in situ. No se observa cobertura vegetal a excepción de unas gramíneas aislada.

9.b. *Áreas erosionadas*: son áreas de fuertes pendientes originadas por movimientos en masas y cárcavas.

Interpretación Visual Directa en Campo: fue necesario, para esta interpretación, transformar en formato analógico la imagen ya preprocesada y definir un límite o umbral que permitiera delinear la unidad mínima cartográfica; asumiendo en este estudio la recomendada por Pernía (1999): 1 cm² en la imagen analógica, lo que representó en el mapa final a escala 1:50.000 25 ha. Con la ayuda, experiencia y conocimientos profesionales de los funcionarios del MINAMB La Grita se interpretó los usos existentes en el área. Cabe indicar, que dadas las condiciones propias de accesibilidad, altas pendientes y alturas del área de estudio, fue necesario un total de 79 puntos de ubicación con un Sistema de Geoposicionamiento Global (GPS) de una amplia visibilidad panorámica (figura 3).

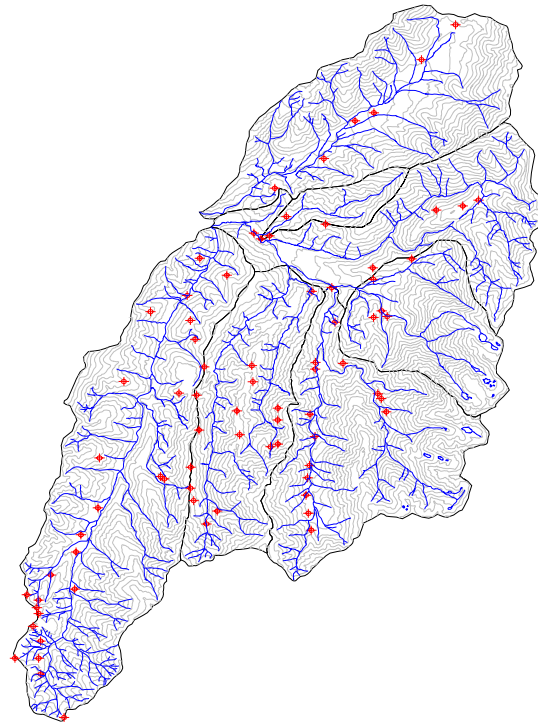


Figura 3. **Puntos de Observación Panorámica utilizados en la Interpretación Visual en Campo**

Interpretación Visual en Pantalla: con la finalidad de mejorar la delineación hecha en campo sobre la imagen analógica, se trazó en pantalla un sistema de procesamiento visual de la imagen, afinando de esta manera el trazado de los polígonos en la imagen impresa. En esta etapa fue de gran utilidad una imagen de alta resolución del área en particular, disponible en el programa Google Earth que sirvió de apoyo en la afinación de la interpretación, obteniéndose así, el vector definitivo de uso de la tierra de la cuenca, producto final como mapa preliminar.

Redefinición de la Leyenda: como resultado de la variedad de usos que presenta la cuenca alta del río Grita, la interpretación de la imagen arrojó 42 categorías de usos, por tanto, considerando que las variables visuales que un usuario pueda percibir en un mapa a color, estas fueron reducidas a 12 categorías finales, las cuales son plasmadas en el cuadro 1.

Cuadro 1. **Categorías de usos de la tierra definitivas**

CATEGORÍAS DE USOS DEFINITIVOS	CARACTERÍSTICAS
Usos no combinados	
1a1	Área urbanizada
2a	Horticultura
6	Pastos naturales no mejorados
7a1	Vegetación arbórea y/o arbustiva alta
7a2	Vegetación arbórea y/o arbustiva media
7a3	Vegetación arbórea y/o arbustiva baja
7c	Vegetación de páramo herbazal
7d	Vegetación xerofítica
Combinaciones de Usos	
2a/6	Horticultura con pastos naturales no mejorados
2a/6/1a2	Horticultura con pastos naturales no mejorados y poblamiento concentrado
6/2a	Pastos no mejorados con horticultura
9a/7c/8	Afloramiento rocoso con vegetación de páramo y cuerpos de aguas naturales

Verificación de Campo y Ajuste de la Interpretación: directamente en campo con el mapa preliminar, se hizo un recorrido por el área, constatando las unidades de uso de la tierra delineadas y definiendo algunas áreas las cuales se tenían dudas en su codificación, permitiendo agrupar o asociar unidades de usos.

Edición Final del Mapa: esta etapa comprendió la edición o eliminación de líneas para conformar las unidades definitivas y proceder a llenar la base de datos (codificación definitiva del mapa).

Diseño del Formato Cartográfico: en el diseño y estructura del formato cartográfico final, se tomaron como base los archivos en formato vectorial de uso de la tierra, obtenido de la interpretación de la imagen y los vectores de drenajes, vialidad, curvas de nivel y toponimia obtenidos de la vectorización del mosaico georreferenciado a escala 1:25000. Se incluyó toda la información marginal necesaria de un mapa temático como: cuadrícula de coordenadas UTM, datum geodésico SIRGAS-REGVEN, título, leyenda, convenciones, escala numérica y gráfica, ubicación geográfica, entre otras.

MATERIALES Y EQUIPOS

Cartas cartográficas digitales a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Venezolano Simón Bolívar N°: 5739-I-NE 5740-I-SE, 5740-II-NE, 5740-II-SE, 5840-IV-SO, 5840-III-NO y 5840-III-SO; imagen satelital ETM+ de LANDSAT 2001, path 006 y row 054; e imagen de alta resolución del programa Google Earth.

Software básico: TNT-mips 6.5., AutoCad 2005, Raster Desing 2005, EXZsurf y Track Maker.

Hardware utilizado: PC Pentium Intel de 3.2 MHz con 1 Gb en RAM y 100 Gb en disco duro, monitor, escáner, plotter, impresora y otros.

Receptor GPS, marca Magullan, modelo 2000XL.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como lo muestra la figura 4 siguiente, la interpretación de los límites de la cuenca alta del Río Grita, así como el de sus microcuencas, arrojaron como resultado que la superficie total es de 33.984,37 ha., conformada de la siguiente

manera: la microcuenca El Valle tiene 9.408,49 ha. Lo que representa un 27,7% del área total, seguida de Venegara con 5.896,54 (17,4%), Páramo El Rosal con 5.804,30 ha. (17,1%), Aguadías con 4.767, 88 ha. (14%), Quebrada San José con 4.276,52 ha. (12,6%), Caricuena con 3.039% ha. (8,9%) y Guanare 791,51 ha. (2,3%).

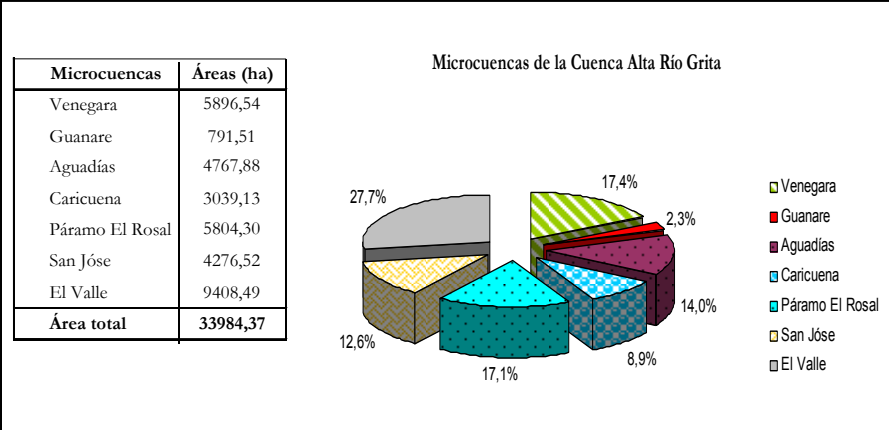


Figura 4. Superficies y Porcentajes de las Microcuencas que Conforman la Cuenca Alta de Río Grita

De igual forma, el mapa definitivo (Figura 5 y 6) arrojó, una serie de resultados planimétricos que se pueden congregan en 3 grandes grupos, el primero los que abarcan más del 10% de superficie del área en estudio, el segundo, entre 5 y 10% y el tercero, menores a 5% (Figura 5).

En el primer grupo, se encuentra la vegetación arbórea - arbustiva alta (7a1) superior a 15 m. de altura. Ocupa un 33 % del área, es decir, 11.219,74 ha., es la que predomina en la cuenca alta del Río Grita; seguida de la combinación de usos entre afloramientos rocosos, vegetación de páramo y cuerpos de aguas naturales (9/7c/8) con un 12,5% (4.252,24 ha.) y finalmente, con 3.449,08 ha. (10,1%) la combinación de usos entre potreros naturales no mejorados con horticultura (6/2a).

En el segundo grupo, se tiene un 9,1% (3.090,04 ha.) de usos combinados entre horticultura y pastos naturales no mejorados (2a/6); 8,6% (2.909,32 ha.) sólo pastos naturales no mejorados (6); 7,8% (2.659,42 ha.) de vegetación arbórea – arbustiva media entre 8 y 15 m. de altura (7a2); y 5,2% (1.756,69 ha.) de horticultura (2a).

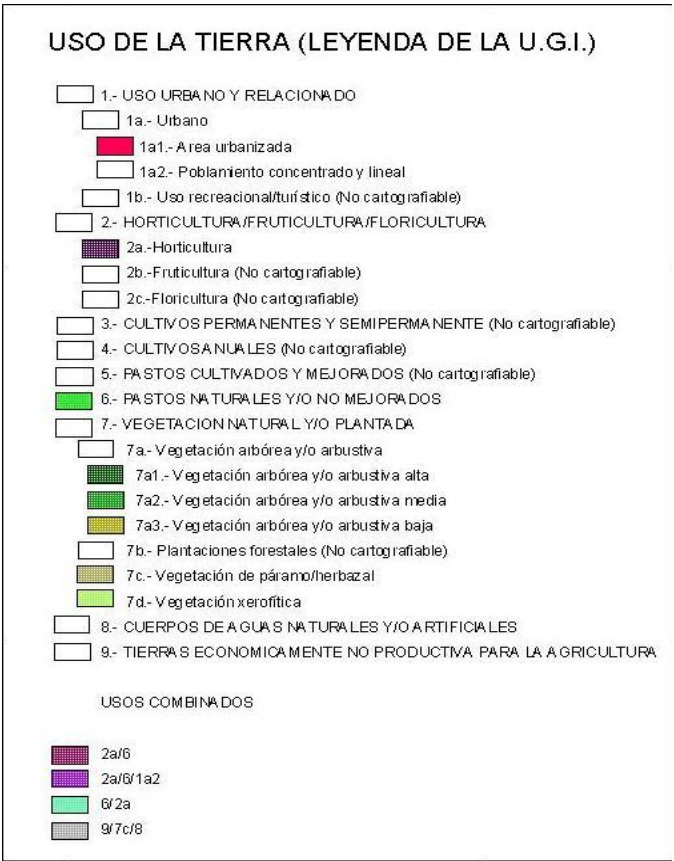


Figura 6. **Leyenda Aplicada en el Mapa de Uso Actual de la Tierra Cuenca Alta del Río Grita 2006**

Por último, en el tercer grupo se halló, con 1.503,22 ha. (4,4%), vegetación de páramo (7c); seguido de una combinación de usos como horticultura, pastos naturales no mejorados y poblamiento concentrado y lineal (2a/6/1a2) que representa un 3,8%, es decir, 1.288,67 ha. del área total; vegetación arbórea – arbustiva baja menor a 8 m. de altura (7a3) con un 3% (1.025,78 ha.); área urbanizada (1a1) con 480,75 ha. (1,4%) y vegetación xerofítica (7d) con 349,42 ha. (1%).

Hay que destacar que las áreas urbanizadas (1a1) se localizan únicamente en las microcuencas Aguadías (La Grita) y en la microcuenca río el Valle (El Cobre);

mientras que el poblamiento lineal concentrado (1a2) se encuentra ubicado en todas las microcuencas. Éste consiste en el uso rural asociado a parcelas agrícolas, generalmente distribuido a lo largo de las vías, generando un fraccionamiento para esta actividad, ya que se encuentran parcelas con muy poca superficie para cultivo.

La horticultura (2a) se ubica en todas las microcuencas; localizándose específicamente en vertiente con pendientes que van desde moderadas a altas. Con la interpretación en campo pudo observarse que predominantemente este uso se localiza en toda la cuenca alta del río Grita. Entre los cultivos se encuentra una gran variabilidad de ciclo corto: diversas variedades de papa, ajo, zanahoria, repollo, remolacha, lechuga, entre otros. Las parcelas destinadas a este tipo de uso se caracterizan por ser de escasa superficie las cuales escasamente superan una hectárea.

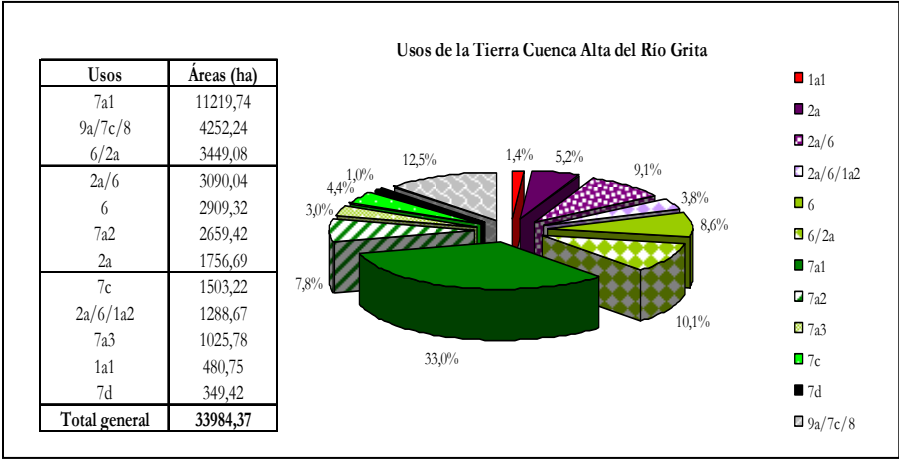


Figura 7. Superficies y Porcentajes de los Usos de la Tierra en la Cuenca Alta del Río Grita

La fruticultura (2b) y la floricultura (2c), no fueron posible cartografiarlas, sin embargo, el primero se encuentra representado en la microcuenca Páramo El Rosal en donde el cultivo de fresas se localiza en el sector La Nevera; asimismo, se observa de manera importante este uso en la parte media de la microcuenca Aguadías descendiendo del sector Las Porqueras, en la vertiente izquierda aguas abajo, combinado este uso con horticultura. De igual manera,

la floricultura se halla localizada en cada una de la microcuencas; se presenta a plena exposición y en superficies que no superan 1 ha. Es importante resaltar este uso en la microcuenca Río El Valle específicamente en el sector Los Mirtos, en donde se cultivan desde rosas, pompom, astromelias hasta cilantrillo; asimismo resalta esta actividad en la Microcuenca Venegara, a lo largo de fondo de valle y en las partes medias de las vertientes tanto derecha como izquierda.

Cultivos arbustos/arbóreos (3a): este tipo de uso, cultivos de frutales no se observó de manera generalizada en las microcuencas, ello debido, en gran parte, a que los frutales generalmente requieren temperaturas altas y medias para cumplir con sus funciones fisiológicas y homeostáticas y disponibilidad de agua en ciertas épocas del año, condición que se dificulta en los ambientes de montaña precisamente por el régimen hidrotérmico que allí prevalece. Sin embargo, es de destacar que; fundamentalmente, en la microcuenca Río El Valle del Municipio José María Vargas; específicamente en el sector El Rincón de Santa Ana y Los Agrios, parte alta de Santa Ana, se han venido cultivando algunos frutales como: cítricos, lechosa, cambur, aguacate y guayaba, para lo cual se han empleado pequeñas parcelas sobre ninguna base de cierto nivel tecnológico; formando parte de ciertos huertos ubicados en los predios de estos sectores. Este uso no es cartografiable y a la vez es de muy escasa importancia económica en la cuenca alta del Río Grita. Asimismo, los cultivos de agricultura mixta (3b) no se detectaron de manera generalizada en las microcuencas; sin embargo, se hallan de manera muy localizada en la parte baja de la microcuenca de la Quebrada San José, en donde, de manera muy puntual, se observa café bajo sombra de guamo.

Los cultivos anuales (4): se localizan de manera muy puntual en toda la cuenca alta, en pequeñas superficies que no superan 0,3 ha., en vertientes con pendientes fuertes, permitiendo agrupar cultivos como cebollín, ajo, avena, papa negra, habas, vainita, caraota. De forma similar, la caña de azúcar (4a) se localiza en toda la cuenca alta; sin embargo, es de destacar que en la parte baja de las microcuencas Páramo El Rosal (sector Mogotes) y Quebrada San José (sector Tadea) se observa, tanto en la vertiente derecha como izquierda, parte baja de las mismas en superficies menores de 0,5 ha de (no cartografiables) y a la vez con una significación cultural e importancia económica reflejada actualmente por numerosos trapiches, los cuales se hayan asociados a un uso hortícola.

Los pastos cultivados y mejorados (5) no fueron posible cartografiarlos, ya que generalmente se encuentran muy localizados, en pequeñas fincas,

especialmente, en la microcuenca Venegara. Los pastos naturales o no mejorados (6) cartográficamente representan el segundo en importancia espacial en toda la cuenca alta del Río Grita. Se localiza principalmente en vertientes con pendientes fuertes, las cuales no han podido desarrollar perfiles pedogenéticos aptos para los cultivos, siendo destinadas las mismas para pastos naturales y pastoreo extensivo. Desde el punto de vista botánico, este uso corresponde con áreas en las cuales existe una cobertura herbácea, ricas en gramíneas y pequeños arbustos utilizados o no para el pastoreo.

La vegetación arbórea-arbustiva alta (7a1): cartográficamente es la predominante espacialmente en la cuenca alta del Río Grita, este tipo de vegetación corresponde a una formación vegetal natural que se encuentra ubicada entre los 1800 y 3500 msnm, parte media a alta de las vertientes tanto derecha como izquierda en cada una de las microcuencas y bordeando las divisorias se observa aún la combinación de vegetación tanto alta como media (7a2). Mientras que la vegetación arbórea-arbustiva baja (7a3) posee, aproximadamente, una altura menor a 8 metros; este uso se localiza, fundamentalmente, en las vertientes tanto derecha como izquierda y en las partes baja a media de las mismas en cada una de las microcuencas.

Las plantaciones forestales (7b) se identificaron en todas las microcuencas, principalmente, algunas especies exóticas tales como: Eucaliptus sp., Fresno (Fraxinus sp), ciprés (Cupressus lusitánica), y algún remanente de pinos, sin embargo, no fueron cartografiables.

La vegetación de páramo / herbazal (7c) se interpretó en toda la cuenca alta, observándose amplias manchas de esta vegetación en la parte alta de la microcuenca del Río El Valle y Páramo El Rosal en comparación con las restantes microcuencas. En este uso, se manifiesta una vegetación de chirivitales⁵ extremadamente rala y discontinua, y la especie más representativa en este tipo es el frailejón (Espeletia Schultzzi) y variedad de gramíneas, pastizales y arbustos.

La vegetación xerofítica (7d) se observó en la parte baja de las microcuencas: Venegara, Guanare, Aguadías y Río El Valle; la cual, según orden de dominancia espacial, ocupa un último lugar con respecto al uso de pastos naturales. Esta vegetación xerofítica forma pequeñas asociaciones dominadas por cactáceas columnares y arbustos, ralos, espinosos, de 1-4 m de alto, caracterizadas por: Ritterocereus griseus, Opuntia wentiana, O. Caribaea, Prossopis juliflora.

⁵ Vegetación achaparrada formando una alfombra que cubre en su totalidad al suelo.

Cuerpos de agua-naturales (8): la cuenca alta, al formar parte de la cadena montañosa de la región de Los Andes, es generadora de una gran variedad de cursos de agua en su mayoría de régimen permanente, los cuales abastecen el caudal del Río Grita en su cuenca media y baja. Con respecto a los cuerpos de agua artificiales, en su mayoría corresponden con la construcción de tanques australianos, los cuales son muy comunes en cada una de las microcuencas, debido a la alta demanda del recurso agua para el riego, los cuales subsanan, en gran parte, los déficit de aguas que se acentúan en los períodos secos prolongados y el crecimiento en las fronteras de producción agrícola.

Afloramientos rocosos (9a): se localizan en las vertientes altas, en cada una de las microcuencas que la conforman. La interpretación directamente en campo ubicó este uso principalmente en las partes altas de las vertientes, con pendientes superiores a 60%, en donde se localizan áreas de alta erosión y afloramientos rocosos; las cuales limitan las actividades agrícolas y pecuarias.

Áreas erosionadas (9b); esta subcategoría no se interpretó debido a que no era cartografiable a escala de la imagen de satélite empleada. Sin embargo, con observaciones realizadas en campo se pudo constatar que son áreas muy localizadas en fuertes pendientes; especialmente, en las microcuencas Río El Valle en el sector El Playón (Barranco La Mina) y en la Quebrada San José, sector El Palenque, vertiente derecha aguas abajo de la Quebrada Aguas Calientes; consideradas estas áreas como erosionadas en forma de cárcavas y movimientos de masa generalizados.

CONCLUSIONES

Se pudo observar directamente en campo y los resultados del mapa final lo confirman, que la cuenca alta del Río Grita tiene una aptitud agrícola, pues sumando todas las categorías donde aparece la horticultura, esta arroja una superficie de 4.554,40 ha. Como cobertura vegetal natural, la que representa mayor superficie es la vegetación arbórea - arbustiva alta (7a1), superior a 15 m. de altura, ocupando un 33% del área, es decir, 11.219,74 ha., seguida de la combinación de usos entre los afloramientos rocosos, vegetación de páramo y cuerpos de aguas naturales (9/7c/8) con un 12,5%, es decir 4.252,24 ha.

A pesar de la intensidad del uso agrícola y pecuario de forma extensiva, que en los últimos años se ha venido practicando, existen remanentes de vegetación arbórea arbustiva alta (7a1), especialmente, en las vertientes con fuertes pendientes donde los árboles alcanzan alturas superiores a los 15 m,

representando un bosque de buen desarrollo y alta densidad; y ocupando cartográficamente la de mayor predominio espacial con 11.219,74 ha, debido a su topografía.

El mapa de uso permite destacar que la horticultura se localiza en toda la cuenca alta del Río Grita, encontrándose cultivos de una amplia variabilidad de ciclo corto: variedades de papa, ajo, zanahoria, repollo, remolacha, lechuga, entre otros. Generalmente, este uso se caracteriza por ocupar pequeñas parcelas cuyas superficies no supera una hectárea.

La cuenca alta, por ser esta una zona montañosa, con vestigios de una acción glaciár, es generadora de agua tanto superficial como subterránea, destacándose las partes altas de las microcuencas Aguadías, Caricuena y Páramo El Rosal. Es importante también señalar que en estos cuerpos de agua se hallan las lagunas utilizadas con fines recreacionales y conservacionistas localizadas en el Parque Nacional El Batallón y La Negra, el cual posee unas 35 lagunas aproximadamente, en su mayoría de origen glaciár (cursos menores de carácter torrencial que descargan al Río Grita).

En cuanto a la interpretación directa en campo, modalidad implementada en este estudio, sobre la misma se puede concluir que la definición de los diferentes tipos de usos son cien por ciento veraces, ya que se compara directamente imagen- realidad, de esta manera, se ahorra o en su defecto se minimiza el posterior chequeo de campo. De igual manera, se puede decir que la eficacia de la interpretación directa en campo dependerá de las condiciones de accesibilidad del área, de las vistas panorámicas que tenga y del apoyo logístico disponible en cuanto a personal conocedor del lugar y vehículos disponibles.

Finalmente, se garantizó la identificación de las diferentes coberturas de usos mediante la composición a falso color, lo que comprobó la importancia de las imágenes satelitales ETM +, (a pesar de que la misma corresponde con el año 2001). Fue necesario a su vez el chequeo de campo apoyado con GPS para determinar con exactitud las condiciones actuales del uso de la tierra.

BIBLIOGRAFÍA

1. FAO. 1976. **Esquema para la Evaluación de Tierras**. Boletín de suelo N° 32.
2. FAO. 1996. **Sistemas de Información Geográfica para un Desarrollo Sostenible**. Dirección URL: <http://www.fao.org/sd/spdirect/gis/EIGIS0a0.htm> (05/10/2006).
3. FLORES, E. 1981. **Sistemas Paramétricos y no Paramétricos para la Clasificación y Evaluación de Tierras**. IGCRN. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida Venezuela.
4. GOOGLE EARTH. 2006. **Una Ventana Tridimensional al Planeta**. <http://earth.google.es/> (04/09/2006).
5. GUTIÉRREZ, J. 1999. **Evaluación de la Dinámica de la Cobertura Forestal Utilizando Imágenes de Satélite y Sistemas de Información Geográfica de la Cuenca del Río Mucujún**. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
6. LEICA. 2005. **Aumento de la Productividad en la Actualización de Mapas con Leica GPS**. URL: <http://www.instop.es/leica/reporter49sp.pdf> (15/10/2006).
7. PERNÍA, E. 1999. **Sensores Remotos. Manual de Ejercicios de Laboratorio**. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
8. TERRASYSTEM MAPPER. 2005. **Sistema de Geoposicionamiento en Tiempo Real**. Una solución para los ingenieros del siglo XXI. Dirección URL: <http://www.grafinta.com/frames/mapper.htm> (11/12/2005).
9. TRFIC, GOES AND ESIPFED. 2005. **Landsat.org**. Dirección URL: <http://www.landsat.org> (18/08/2006).
10. VARGAS, G. 1995. **Developpement de Metgodes de Cartographie des Mouvements de Masse et de Zonage de l'alea dans les Andes de la Colombia**. Université Pierre et Marie Curie (Paris VI). N° 95.8.329 pp.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por PDVSA-SUR
mediante el pago de pasivos ambientales al Servicio Ambiental
del Ministerio del Ambiente (SAMAR),
y ejecutado a través de la División Estatal Ambiental (DEA) Táchira.

Al Equipo Técnico responsable del proyecto: Coordinación del Agua y Área
Administrativa N° 8 La Grita, DEA - Táchira.

A la Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y
Ambientales, Laboratorio de Fotogrametría y Sensores Remotos.