

Determinación de cambios en la cobertura vegetal del cerro El Morro, parroquia Mucurubá, Mérida-Venezuela

Determination of changes in vegetation cover of Cerro El Morro, parish Mucurubá, Merida - Venezuela

Edwin Buitrago*, Anairamiz Aranguren[†] y Jesús Marquina*

Recibido: 06/01/2012 / Aceptado: 13/04/2012

Resumen

Los paisajes de los Andes Venezolanos están sometidos a cambios en la cobertura vegetal relacionados, tanto a la dinámica natural, como a la resultante de las actividades humanas, por lo que analizar estas transformaciones a través de un estudio multitemporal es pertinente desde el punto de vista geográfico y ecológico. Este trabajo permitió conocer el comportamiento de la vegetación en un período histórico, analizando para ello la información de fotografías aéreas de 1952 y 1996 e imágenes de satélite del 2008 mediante programas especializados (Ilwis y Erdas), elaborándose mapas de cobertura vegetal y su posterior verificación de campo a través de entrevistas dirigidas a informantes claves. Los resultados muestran la disminución de la cobertura de la tierra (bosque ripario y páramo), un aumento del bosque siempreverde seco, del bosque prepáramero, y en la superficie dedicada a cultivos y pastizales naturales. Otros cambios ocurridos son el aumento de las vías de penetración agrícola y de nuevas viviendas lo que ha modificado el paisaje de la zona afectando a un sector del Parque Nacional Sierra Nevada.

Palabras claves: Sensores Remotos, Sistemas de Información Geográfica, cambios de la cobertura vegetal.

Abstract

The landscapes of the Venezuelan Andes are submitted to changes in the vegetable coverage and transformation of the natural related ecosystems, so much to the natural dynamics, as to the resultant of human activities, therefore to analyze these transformations, using a multitemporary study is pertinent from a geographic and ecological point of view. This work allowed us to know the behavior of the vegetation in a historical period, for this there were analyzed the information of 1952 and 1996 aerial photography's and satellite images from 2008, processed by specialized programs (Ilwis and Erdas), that allowed

*Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela
Correo E.: j.marquina@ula.ve

[†]Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE). Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.

the elaboration of vegetable coverage maps and it's later verification on field, through interviews directed to key informants. The results show the decrease of the coverage of natural ecosystems (forestsri parian, and páramo), the increase of the evergreen dry forest, the preparamo forest and in the surface dedicated to natural crops and pastures. Other changes are the increase of new routes of agricultural penetration and housings that modified the landscape of the zone affecting a sector of the National Park Sierra Nevada.

Key Words: Remote Sensing, Geographic Information System, Cover Forest and Forest Change.

Introducción

Los estudios multitemporales permiten evaluar las transformaciones de la cobertura terrestre a través del tiempo, analizado en diferentes períodos de tiempo las modificaciones constantes que el hombre realiza sobre un determinado territorio.

Actualmente la aplicación de técnicas en teledetección espacial permiten hacer un seguimiento de los cambios en las diferentes coberturas terrestres (Aldana y Bosque S., 2008) y con el apoyo de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) se pueden hacer cálculos precisos de dichos cambios de cobertura.

Ejemplo de estudios multitemporales tenemos el elaborado por Osorio (2002), quien realizó un estudio multitemporal de las deforestaciones en la Reserva Forestal Ticoporo, Estado Barinas en base al análisis de Imágenes de percepción remota (HRV de SPOT y TM de LANDSAT y fotografías aéreas). Los resultados mostraron que durante 38 años, en la Reserva Forestal Ticoporo el proceso de deforestación y reducción de los bosques primarios ha sido grave, lo cual ha afectado negativamente, no solo las especies vegetales sino también a la fauna. Por su parte, López (2002) en su estudio en la Reserva Forestal Caparo utilizando una imagen multiespectral HRV de Spot con dos técnicas metodológicas diferentes, concluye que se pueden separar coberturas de bosque denso, bosque ralo de bajo, bosque ribereño, esteros con uso pecuario, estero sin uso pecuario, matorral, nubes, plantaciones, playa de inundación, sabana con uso pecuario y uso agropecuario en bosque.

Acosta (2006), realizó un análisis multitemporal sobre el uso de la tierra en la vertiente derecha de la cuenca alta del río Albarregas. Teniendo como propósito determinar la variación de la tasa de deforestación en las subcuencas del río a través de fotografías aéreas de 1987 e imágenes de satélite Aster-Terra del 2003 y TME+ Landsat de 1993. Los resultados obtenidos arrojaron que con el aumento de la población incremento notablemente la deforestación del área de estudio.

Siguiendo la misma metodología Ramírez (2007), realizó un análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura natural del Ramal de Calderas y sus alrededores Cordillera de Mérida, Venezuela. Este estudio determinó los usos y cobertura vegetal existentes en el área para los períodos que comprende 1986 y 2006. También, Rodríguez (2005) estudio la cuenca del río Capaz ubicado en el estado Mérida utilizando fotografías aéreas correspondientes a los años 1952 - 1972-1973 y 1997-1998 para caracterizar la cuenca, analizando el patrón de distribución de las unidades de paisaje para estos momentos.

Por otra parte, Flores (2008) basándose en el tratamiento digital de imágenes de satélite Landsat TM 5 analizó la expansión urbana del área Tabay-Mérida-Ejido, usando algunos índices de vegetación. Esto le permitió conocer los cambios del uso de la tierra desde 1988 hasta 2001 como son la expansión urbana ocurrida hacia los sectores El Arenal, la urbanización Carabobo y el norte de la ciudad de Ejido. Otro estudio multitemporal de la cobertura de la tierra, usando imágenes satelitales Landsat TM y ETM+, fue el que realizó Molina (2009), el cual hace referencia a los cambios producidos en la microcuenca El Guayabal del Municipio Antonio Pinto Salinas del estado Mérida en los períodos comprendidos entre 1996 y 2005. El resultado mostro el cambio de la cobertura vegetal y las transformaciones ocurridas en la quebrada durante el período analizado.

Otro trabajo realizado sobre cambios en cobertura terrestre fue el elaborado por Aldana y Bosques (2008, 2010) en el Parque Nacional Sierra de La Culata estado Mérida donde se definen tipos de cobertura y se sigue en los años 1998 y 2003, cartografiando el predominio de bosques y páramos en el Parque Nacional.

Los estudios anteriores muestran como han sido las transformaciones de las coberturas terrestres a través del tiempo, donde la cobertura vegetal natural ha disminuido de una manera muy acelerada, convirtiéndose estas en áreas agrícolas y ganaderas, o en otros casos para el desarrollo de asentamientos humanos.

Por su parte, es importante resaltar que los cambios en la cobertura vegetal en el municipio Rangel han generado algunos conflictos ambientales como la contaminación de aguas superficiales por el uso indiscriminado de insecticidas y plaguicidas, uso excesivo de abono orgánico (foto 1) y enmiendas orgánicas (Machado, 2006), disposición inadecuada de basura en las vertientes, márgenes del río y taludes, así como la utilización de métodos de quema de los desechos sólidos (Sandia *et al.*, 2000), transformando el área de estudio.



Foto 1. Uso excesivo del gallinazo en la zona

Fuente: Buitrago, 2012.

a) Camiones trasladando gallinazo hacia las áreas de cultivo b). Agricultores expandiendo el “gallinazo” en un terreno agrícola.

La expansión de la frontera agrícola es un caso particular de los frecuentes cambios producidos por el hombre en el uso del suelo, o en el tipo de aprovechamiento que realizan de los ecosistemas terrestres.

Hoy, tal cambio es parte importante del llamado cambio global, junto con las alteraciones climáticas y las modificaciones en la composición atmosférica. Por lo tanto, sus consecuencias exceden el ámbito local o regional (Aranguren y Machado, 1999; Monasterio, 1980).

La expansión agrícola influye sobre el clima, al mismo tiempo, ante una demanda creciente de alimentos y fibras, el aumento de la superficie agrícola aparece como un proceso ineludible. Sus consecuencias sociales y ambientales, por otra parte, subrayan la importancia de planificar con cuidado la expansión del área cultivada.

Dentro de todo el conjunto de antecedentes en este trabajo se planteó determinar los cambios ocurridos en la cobertura en el cerro El Morro desde 1952 hasta el 2008, teniendo como objetivos específicos: analizar los cambios de la cobertura empleando diferentes sensores remotos y un sistema de información geográfica. Y relacionar estos cambios de la cobertura vegetal con la historia reciente de esta localidad.

Área de estudio

La población de Mucurubá se asentó en un abanico aluvial de ricos suelos, muy aptos para la agricultura, originada por los sedimentos provenientes de las laderas de la Sierra de la Culata, que quedaron dispuestos entre el pequeño valle ultramontano y la margen derecha del cauce del río Chama; localizándose entre los parques Sierra Nevada y Sierra de la Culata, a 36 Km de la ciudad de Mérida, y a 15 Km de Mucuchíes, capital del municipio Rangel; del cual forma parte. Mucurubá se ubica geográficamente en los Andes Venezolanos, al Noreste del estado Mérida. Esta población ha sido objeto de diferentes trabajos entre los que se pueden mencionar Aldana y Villegas (1983), Araque (2006), Carnevali (1944), García (1985), Infante (1985), Sánchez y Rangel (1985), Velázquez (1999).

El Cerro El Morro, ubicado en la Parroquia Mucurubá, se encuentra frente al poblado del mismo nombre, en la margen izquierda del Río Chama, se alza una mole montañosa de forma redondeada abarcando altitudes que van desde los 2400 hasta los 3800 msnm, conocida por la mayoría de sus habitantes como Cerro el Morro (figura 1), cubre 911,68 hectáreas. Este cerro forma una barrera natural que cierra el valle y obliga al Río Chama a cambiar su rumbo. Esta estructura es muy particular, y se diferencia del paisaje de la zona ya que se levanta, como un monumento de aproximadamente unos 200 metros de alto, frente al pueblo.

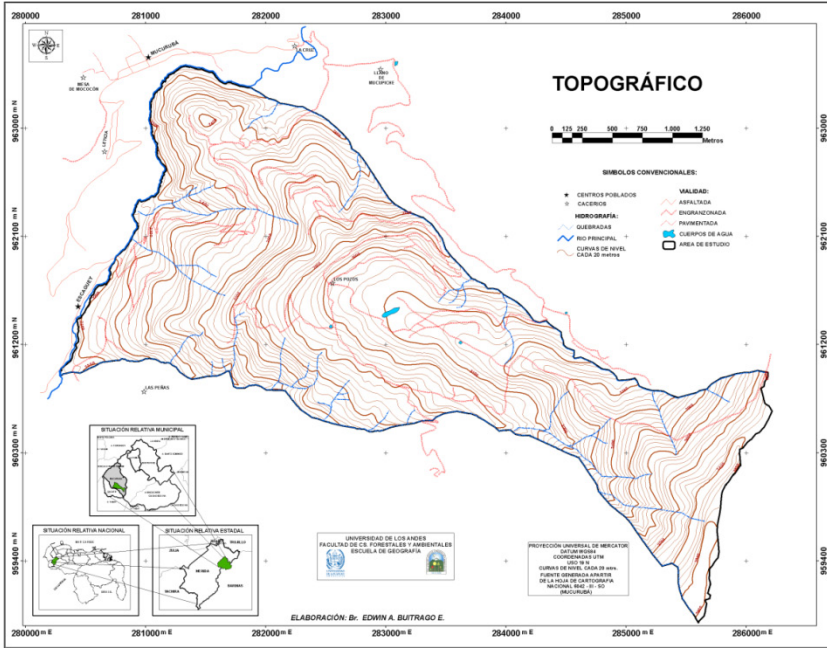


Figura 1. Localización del área de estudio
Fuente: Elaboración propia.

La colina al sur del cerro ha sido desplazada varios cientos de metros, en sentido rumbo deslizante hacia la derecha y la traza está marcada por una cuña y un corte en forma de silla (Rivero, 2001) dando un recodo con una pendiente pronunciada al cauce del río, lo cual puede ser visto claramente desde Escagüey (foto 2).



Foto 2. Cerro El Morro
Fuente: Buitrago, 2012.

Clima: en Mucurubá existió una estación meteorológica de tipo PC (Serial 3039) desde 1948 hasta 1972, y otra de tipo C3 (Serial 3029) que funcionaron desde 1950 a 1983. Estas estaciones registraron un promedio de precipitación anual de 824,9 mm, siendo diciembre, enero, febrero y marzo los meses más secos con precipitaciones mínimas de 50 mm, y abril, mayo y octubre los meses más lluviosos con precipitaciones máximas de 1.000 mm (figura 2). La clasificación climática de esta localidad está referida a la clasificación climática de Silva (2010).

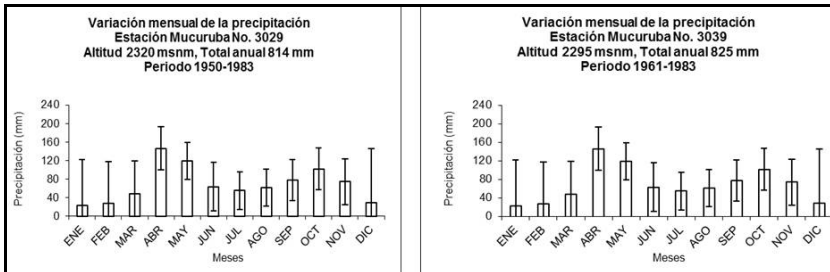


Figura 2. Variación de la precipitación mensual de las estaciones 3029 y 3039.

Fuente: Elaboración propia.

Topografía y pendiente: el sitio de estudio posee la topografía montañosa, es decir una topografía muy accidentada, con un gradiente altitudinal muy marcado que va desde los 2.400 a los 3.900 msnm. Las áreas con pendientes suaves (0-8) cubren un 7,2% del área, mientras que las pendientes entre 20 y 30%, cubren un 33% (Buitrago, 2010).

Geología y Geomorfología: la totalidad del área de estudio es Precámbrico tardío (Peis), a su vez es interceptada por una falla principal que pertenece al sistema de fallas de Boconó y dos fallas asumidas, al igual que rumbos y buzamientos.

Suelos: el 92,8 % de los suelos del área de estudio son franco-arenosos cubriendo 818,99 ha, y sólo un 7,2% posee un tipo de textura franco-arcillo-arenoso, cubriendo 92,88 ha (Castillo, 1975 y Buitrago, 2010). Con una pedregosidad de 3 a 15%, cubriendo un área de 495,89 ha. Seguido por la categoría de roca que cubre un área de 266,30 ha (Buitrago, 2010). En las asociaciones de suelos predominan los suelos con perfiles muy arenosos que cubren un área de 667,65 ha, seguido de

la categoría de suelos con perfiles con alto contenido de arcilla con un área de 92,88 ha, ambos formados a partir de material parental, residual de rocas metamórficas de la Formación Sierra Nevada (Castillo, 1975; García y Calderón, 1972).

Vegetación: la vegetación predominante en el área de estudio es principalmente bosque siempre verde seco y páramo andino en donde se desarrollan especies como *Clusia rosea* (tampaco), *Dodonaea viscosa* (zen negro), *Euphorbia latiziips* (lechero), *Hesperomeles glabrata* (Sp. Uña de gato), *Oreopanax moritzii* (mano de león), *Psidium guianensis* y *P. guajaba* (guayaba), *Cassia jahni*, *Pernetia prostata*, *Cymbianthus spp.* En el páramo se encuentran especies como *Espeletia schultzii* (Frailejón), *Stevia lucida* (chilca), *Baccharis nitida*, *Desmodium molliculum*, *Rumex acetossella*, etc. (Suárez, 1984).

Aranguren (2009), menciona que en el bosque estacionalmente seco que aún se encuentra conservado en el Cerro El Morro se encuentran seis especies: *Clusia rosea*, *Dodonaea viscosa*, *Eugenia triquetra*, *Ilex spp.*, *Euphorbia laurifolia*, *Rhanhum boldtiana* y una *Theaceae* (no identificada). La misma encontró que en una parcela de 0,1 ha (usando la metodología las especies se pueden ordenar de acuerdo a su abundancia de la siguiente manera: *Clusia rosea*, *Theaceae*, *Ilex sp.* *Eugenia triquetra*, *Euphorbia laurifolia* y *Dodonaea viscosa* (figura 3) por lo que el bosque da una impresión de ser un bosque ralo, con pocas especies, de bajo porte (menos de 6 metros) y que se encuentra en una fase de recuperación o sucesión ecológica.

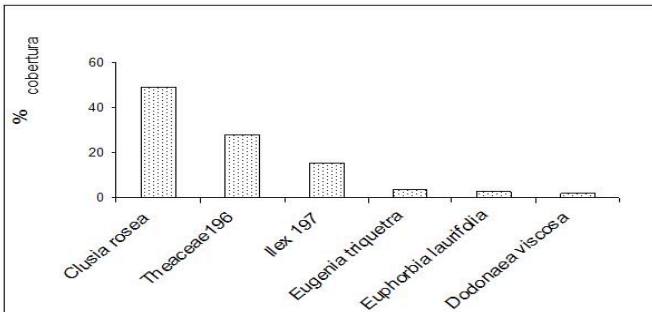


Figura 3. Abundancia relativa de las especies del bosque estacionalmente seco en Mucurubá.

Fuente: Elaboración propia.

Áreas bajo régimen de administración especial (ABRAE): área de estudio está contenida dentro del Parque Nacional Sierra Nevada (479,76 ha), sin embargo, gran parte de esta superficie está siendo cultivada, aunque este tipo de uso no es permitido según el Plan de Ordenamiento del mismo. Dicho parque fue declarado el 2 de mayo de 1952, con una extensión territorial de 190.000 ha. Superficie que fue modificada el 14 de agosto de 1985 añadiéndole otras 86.446 ha, quedando un área total de 276.446 ha.

Población: en el año 1952 solo existían 20 viviendas, en su mayoría con infraestructuras para la trilla del trigo, para el año 1996 aumentaron a 43 viviendas, y para el año 2008 se incrementó a 70 viviendas (Buitrago, 2010, Dirección General de Estadísticas y Censos Nacionales, 1960), debido a la dinámica socioeconómica de esta parroquia con la explotación agrícola (tabla 1).

Tabla 1. Población estimada para el Cerro El Morro

	Nº de viviendas	Población estimada*
1952	20	100
1996	41	205
2008	74	370

*Población estimada usando 5 habitantes por vivienda.

Fuente: Elaboración propia.

Materiales y Métodos

Se siguió el esquema metodológico que se muestra en la figura 4. El material cartográfico del área de estudio utilizado fueron, las hojas de la Dirección de Cartografía Nacional (Mucurubá 6042-III-SO del año 1974), fotografías aéreas (tabla 2) y la imagen de satélite Spot 5 con una resolución de 15 m.

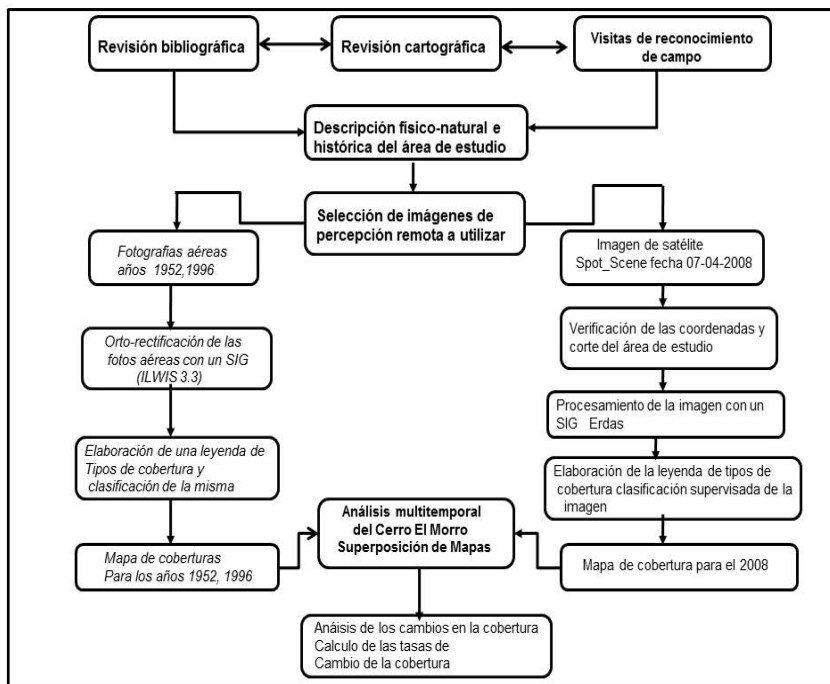


Figura 4. Esquema metodológico empleado en este estudio.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Metadata de los sensores remotos empleados

Fotografía aérea	05/1952	Escala: 140.000	Fotos 516-517	Misión A-34
Fotografía aérea	03/1996	Escala 1:25.000	Fotos 012-013	Misión 010485
Imagen de satélite Spot	01/03/2008		Scene 5 652- 333	

Fuente: Elaboración propia.

Para el procesamiento de las fotografías aéreas se utilizó el programa Ilwis 3.3, incluyendo el orto-rectificación de las fotos aéreas, y el software Erdas para el procesamiento digital de la imagen satelital. Para el caso de la orto-rectificación se estimó el error de apreciación estadísticamente válido para este proceso (Buitrago, 2011).

Para esta área de estudio se elaboró una nueva clasificación de cobertura de la tierra, adaptada a las condiciones características de la zona, conjugando la información de Marquina (2011), con las unidades ecológicas propuestas por Ataroff y Sarmiento (2003) y Aranguren (2009). En esta clasificación se proponen los siguientes tipos de cobertura:

- a. Área Agrícola: consiste en aquellas áreas que son aprovechadas en la agricultura para el consumo de alimentos.
- b. Bosque ripario: siguiendo la definición de MARNR (1982), es un tipo de bosque siempreverde, mono-estratificado que crece a orillas de los cursos de agua (como ríos, quebradas) y que es fácil de detectar con los sensores remotos por estar cercano a los cauces de agua.
- c. Bosque preparamero: se presenta en los niveles más bajos de los páramos entre 2.700 y 3.200 msnm. Este tipo de cobertura es de un bosque perennifolio siempreverde seco (Sarmiento *et al.*, 1971).
- d. Bosque siempreverde seco: se refiere a un tipo particular de bosque montano del estado Mérida, cuyas especies son siempreverdes, pero que posee una estacionalidad marcada en que la época de sequía determina un pulso ecológico importante (Ataroff y Sarmiento, 2003; Aranguren, 2009).
- e. Etapa sucesional: se desarrolla cuando los terrenos son abandonados y recuperan lentamente la vegetación natural que puede ser de bosque o de páramo. Representa los tipos de cobertura arbustiva y matorral, incluyendo a los rastrojos que pueden evidenciarse por ser diferentes a la cobertura natural de los terrenos.
- f. Paramo Andino: se delimitó como una formación natural predominantemente herbácea, donde el suelo está tapizado por formas de vida en rosetas y de cojín, musgos y líquenes.
- g. Pastizal: es un tipo de vegetación de tipo herbácea, de altura muy baja y mayormente utilizada para el consumo de los animales. En esta investigación se dividió los pastizales en dos tipos pastizal y pastizal ralo. Son áreas dedicadas a praderas y prados permanentes o naturales.

- h. Suelo desnudo: consiste en aquellas áreas que no pueden ser aprovechadas por la agricultura u otro uso. Estas áreas resaltan por su alto nivel de reflectancia en la banda del visible. Son superficies de tierras descubiertas de vegetación o muy poca, en su mayoría sin la capacidad de ser cultivadas debido a las fuertes pendientes.
- i. Sombra o sitios sin información: son áreas que contiene sombra debido a la posición del avión y la luz proveniente del sol.
- j. Cuerpos de agua: son áreas cubiertas por volúmenes de agua en este trabajo de investigación se pudo localizar una laguna artificial y dos tanques australianos con el fin de almacenamiento de agua para el sistema de riego de los cultivos.

La información del mapa de 1952 y 1999 se obtuvo a partir de la verificación y entrevistas con los habitantes de la localidad, y la verificación del mapa del 2008 se realizó con las correspondientes salidas de campo.

En base a este sistema de clasificación, se elaboró una tabla con los diferentes tipos de coberturas en cada uno de las fechas analizadas (1952, 1996, 2008).

Resultados

Para el año 1952 el páramo cubría 267,53 hectáreas (29,3 %) seguido de 221,48 ha de cultivos agrícolas (24,3 %), es decir, el área de estudio tenía tanto la vegetación natural del tipo páramo como de áreas de producción agrícola, en su mayoría plantaciones de trigo (figura 5). Los bosques siempreverde cubrían el 22% del área total, es decir, para 1952 los pobladores de la zona aunque cultivaban este cerro aun conservaban la vegetación de bosque natural. Por otra parte, las superficies cubiertas por pastizales, representaban 129,76 ha (14,2 %), lo cual, confirma que se requería la utilización de pastos para alimentar los animales empleados en el cultivo de trigo, ya sea para el transporte de las cosechas como para la trilla. La cobertura de etapa sucesional apenas cubrió 3,41 ha (0,4 %), es decir, que no se había abandonado terrenos y dejado que ocurriera una sucesión ecológica. Otros tipos de cobertura tenían áreas muy pequeñas como fueron bosque preparamero, bosque ripario y suelo desnudo. El pastizal ralo no se pudo diferenciar

digitalmente con la información de esta fotografía aérea. En cuanto a la ocupación del espacio se observa que la distribución de las viviendas en el cerro El Morro, fueron dispersas, con solo 20 viviendas en los alrededores de las áreas de cultivo, resaltando que para el año 1952 la densidad de población era baja; sin embargo, existía un gran potencial agrícola con el cultivo del trigo. Además se observó en la foto aérea caminos por donde eran trasladados los productos con el fin de ser comercializados.

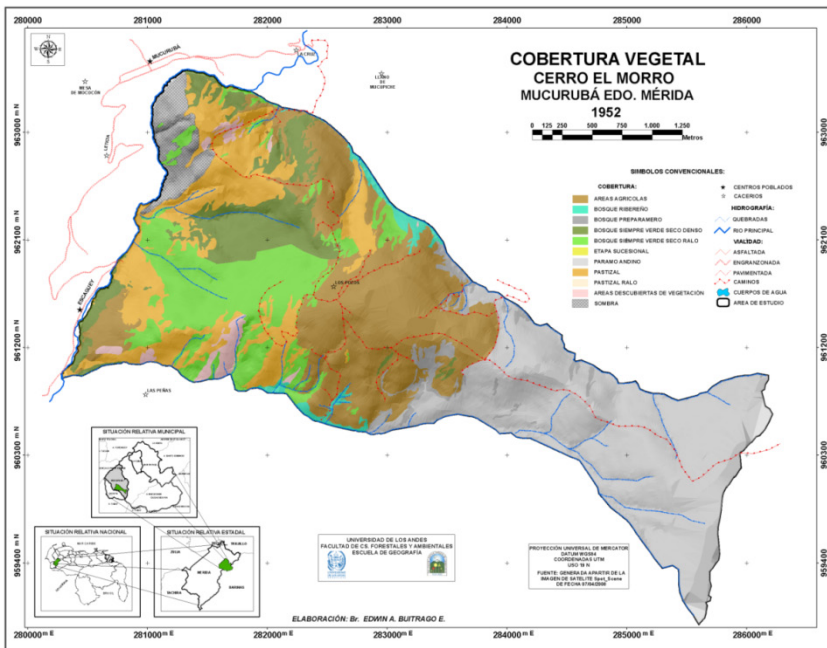


Figura 5. Cobertura 1952.

Fuente: Elaboración propia.

Para 1996, se observa que el páramo sigue siendo la cobertura dominante en zonas altas, mientras que la actividad agrícola se concentra principalmente entre los 2.700 y 3.100 msnm, específicamente en el sector conocido como Los Pozos (figura 6). Estos resultados muestran que en 1996 las categorías más importantes fueron las mismas que en 1952 (páramo 241,5 ha, pastizal 238,3 ha, bosques siempreverdes secos

234,16 y las áreas agrícolas 106,37 ha). La cobertura de las etapas sucesional así como el bosque preparamero, el pastizal ralo y el bosque ripario cubrían menos de 50 ha. Los resultados muestran un aumento significativo de la superficie del pastizal, producto del abandono de áreas agrícolas en donde comenzaron a crecer especies de pastos.

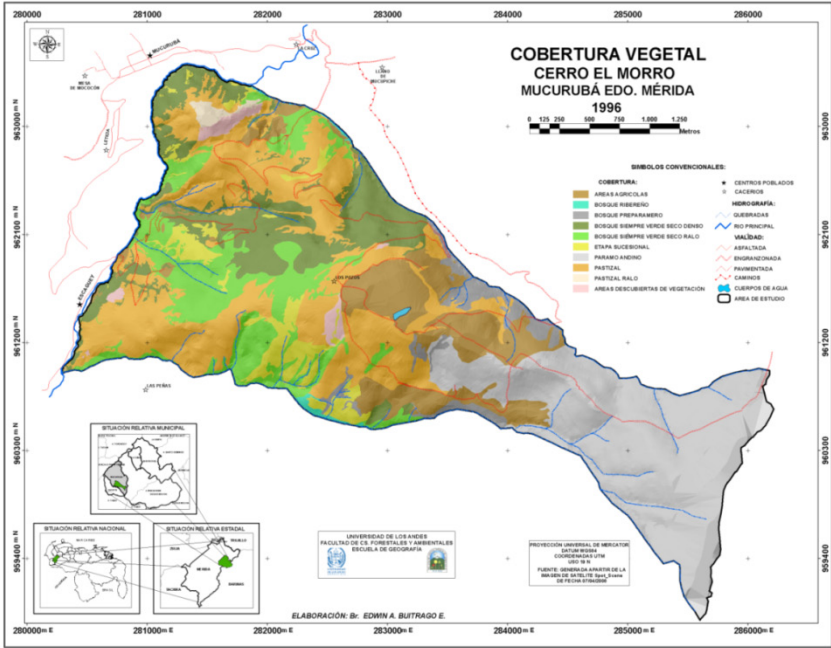


Figura 6. Cobertura vegetal en 1996.

Fuente: Elaboración propia.

La cobertura para año el 2008, muestra que las áreas agrícolas aumentó aceleradamente cubriendo unas 256,15 ha, representado un 28,1 % de la superficie total (figura 7), mientras que el páramo andino cubrió 236,23, con un 25,6%, los bosques siempreverde secos 211,86 (23,2%) y los pastizales 141,09 (15,47%). La importancia de los cultivos aumentó sensiblemente, incluso por encima de la superficie cultivada en 1952, esto ocurre porque se incorporan nuevas tierras agrícolas, por el proceso llamado “expansión de la frontera agrícola”, perdiendo superficie el páramo andino, el bosque siempreverde seco y el pastizal.

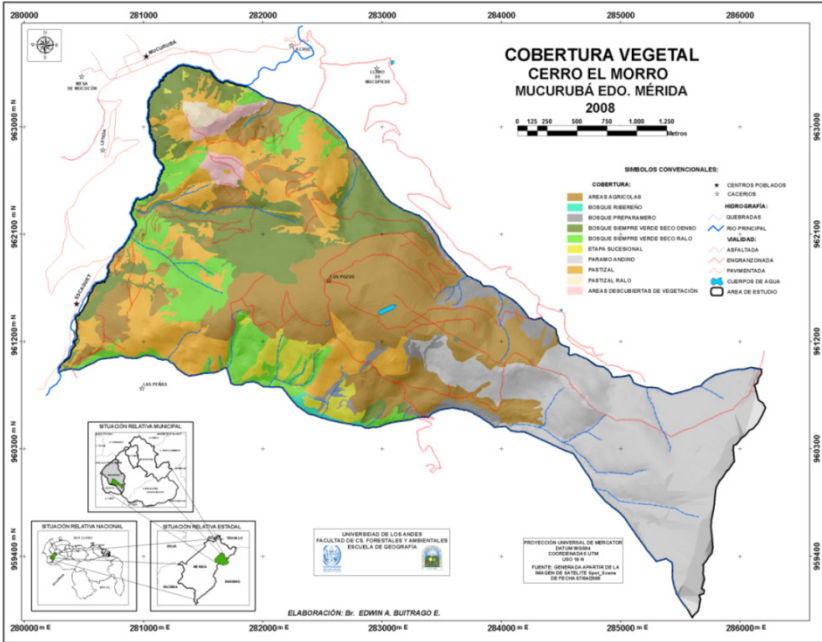


Figura 7. Cobertura vegetal en el 2008.

Fuente: Elaboración propia.

El mapa de cobertura del 2008 muestra las áreas cubiertas por los diferentes tipos de cobertura como: el bosque prepáramero, las etapas sucesionales, el suelo desnudo, el pastizal ralo y el bosque ripario, cuyas áreas son significativamente menores.

En la tabla 3 se observan las pérdidas y las ganancias para cada tipo de cobertura, para las fechas estudiadas, arrojando como resultado que la mayoría de las coberturas hayan disminuido sobre todo para el año 2008. Es importante destacar que la categoría páramo andino disminuyó significativamente entre 1952-1996, pero en menor proporción entre 1996-2008. El área agrícola disminuyó entre los años 1952-1996, representado por un abandono de la actividad agrícola, pero su incremento fue importante entre 1996-2008 producto de estímulos y transformaciones en los patrones agrícolas tradicionales.

Tabla 3. Superficies ocupadas por cada tipo de cobertura en hectáreas para los años 1952, 1996 y 2008 en el área de estudio.

COBERTURAS	1952	1996	2008
Áreas agrícolas	221,48	106,57	256,15
Bosque preparamero	21,63	28,86	28,5
Bosque ripario	19,57	3,47	3,32
Bosque siempre verde seco ralo	126,06	112,22	82,11
Bosque siempre verde seco denso	77,6	122,08	119,75
Etapa sucesional	3,91	42,02	24,53
Páramo andino	267,53	241,5	236,23
Pastizal	129,76	238,27	141,09
Pastizal ralo	0	5,15	5,12
Sombra	28,3	0	0
Suelo desnudo	15,16	10,86	14,2

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En el cerro El Morro se pueden observar cambios en cuanto a la cobertura natural y los diferentes usos que se le daban a la tierra ya que para el año 1952 cubría una gran superficie destinada a la agricultura de trigo, que al transcurrir del tiempo fue disminuyendo considerablemente, como se observa para el año 1996, cuando existe una disminución de ese cultivo y fueron abandonadas gran parte de esos terrenos. Sin embargo, las pocas áreas que quedaron cultivadas fueron utilizadas con otros rubros como la papa y la zanahoria.

Para el momento del estudio se observó un incremento considerable de la actividad agrícola vegetal, ya que se pudo determinar que sobrepasó las superficies que eran cultivadas en el año 1952, agregándose otro cultivo (ajo), trayendo como consecuencia el uso intensivo de fertilizantes químicos y orgánicos. Uno de los aspectos importantes fue el aumento de viviendas comparado en los tres períodos estudiados, lo que corresponde a un incremento de la población dedicada a actividades agrícolas. Además existe un número considerable de mano de obra foránea, como es en el sector de Los Pozos. En los últimos años se han implementado inversiones de capital muy significativo proveniente de agricultores de otras localidades del estado Mérida como Bailadores, a fin de producir y explotar los suelos de esta zona, dando como resultado la disminución de páramos, bosques riparios, pastizales

e incrementando las superficies cultivadas.

Evaluamos que los motivos que generan el avance de la frontera agraria fueron:

- a. El incremento de los precios o la demanda de ciertos productos, que puede incentivar la puesta en producción de nuevas tierras.
- b. La necesidad de expansión hacia nuevas tierras, por agotamiento de las que ya se encuentran en producción o bien porque lo que se produce en ellas no alcanza para cubrir las necesidades de los productores.
- c. Los cambios en las condiciones físicas de la zona, por ejemplo, la existencia de un ciclo climático húmedo que permite el desarrollo de cultivos en áreas donde antes no era posible cultivar con ciertos márgenes de rentabilidad.
- d. La aparición de nuevas tecnologías que permiten aprovechar tierras de difícil explotación.
- e. Inversiones provenientes del capital privado y probablemente políticas de Estado (créditos, programas, etc.).

En términos generales durante los últimos 56 años (1952-2008) en el cerro El Morro ha existido una dinámica de cambios en la cobertura vegetal, lo que ha traído como consecuencia un aumento en la superficie dedicada a cultivos y una disminución en la de páramos y bosques.

El tratamiento de la información de los sensores remotos permitió localizar y referenciar geográficamente zonas de cultivos, pastos, rastrojos, bosques, suelos desnudos que a su vez posibilitan estudios de la dinámica como la obtención de mapas de cobertura, a su vez permite con gran precisión y rapidez analizar y diagnosticar las zonas intervenidas por el hombre y así tomar decisiones que conlleven al mejor manejo de estos ecosistemas.

Agradecimientos

La presente investigación fue posible gracias al apoyo económico del CDCHTA a través del proyecto N°. tipo F C-1693-10-01 y del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) a los cuales estamos muy agradecidos.

Referencias Bibliográficas

- ACOSTA, L. 2006. Análisis multitemporal de los cambios de cobertura vegetal y uso de la tierra en la vertiente derecha de la Cuenca alta del Río Albarregas, período 1987-2003. Tesis de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 60 pág.
- ALBARRÁN, H. y MOLINA, N. 2008. Estudio geográfico de la Parroquia Mucurubá Municipio Rangel del Estado Mérida: bases para su desarrollo agroindustrial y turístico. Trabajo especial de grado de la Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida. 135 pág.
- ALDANA, F. y VILLEGAS, R. 1983. Alternativas de ordenamiento del espacio rural: Municipios: Mucurubá, Mucuchíes y San Rafael, Estado. Trabajo especial de grado Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. 120 pág.
- ALDANA, A. y J. BOSQUE S. 2008. Cartografía de la Cobertura/Uso de la Tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata, Estado Mérida – Venezuela. **Revista Geografía Venezolana**. Volumen 49 (2): 173-200.
- ALDANA, A. y J. BOSQUE S. 2010. Escenarios de la modificación de uso. Parque Nacional Sierra de la Culata, Mérida-Venezuela. **Revista Forestal Latinoamericana** 25 (1): 25-48.
- ARANGUREN, A. y MACHADO, D. 1999. ¿Es factible que el proceso de descentralización permita que el poder municipal pase por encima de las leyes nacionales y atente contra el patrimonio nacional? 142-148 pág. **En Gobiernos Locales y Desarrollo Sostenible en Los Andes**. DSGL y CONDESAN. Lima-Perú.
- ARANGUREN, A. 2009. Caracterización de comunidades leñosas estacionalmente secas premontanas y montanas en el Estado Mérida. Tesis Doctorado en Ecología Tropical. Facultad de Ciencias. Postgrado en Ecología Tropical. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 166 pág.
- ARAQUE, F. 2006. Ordenación del espacio geográfico con fines turísticos: Parroquia Mucurubá, Municipio Rangel, estado Mérida.

- Trabajo especial de grado Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida. 72 pág.
- ATAROFF, M. y SARMIENTO, L. 2003. Unidades ecológicas de Los Andes de Venezuela. 9-25 pp. En La Marca, E. y P. Soriano (Eds.). **Reptiles de Los Andes de Venezuela**. Fundación Polar. CODEPRE-ULA. FUNDACITE Fundación Biogeos. Mérida, Venezuela.
- BUITRAGO, E. 2010. Informe: Análisis Histórico y físico-natural del cerro El Morro ubicado en la parroquia de Mucurubá. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológica de la Universidad de Los Andes. 45 pág.
- BUITRAGO, E. 2011. Estudio multitemporal de los cambios en la cobertura vegetal del Cerro El Morro ubicado en la parroquia de Mucurubá, Municipio Rangel del estado Mérida. Trabajo especial de grado Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Mérida. 141 pág.
- CARNEVALI, A. 1944. Aspectos económicos y sociales del cultivo de trigo en los Andes. Trabajo especial de grado Escuela de Derecho. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Jurídicas y Políticas. 44 pág.
- CASTILLO, J. 1953. **El cultivo del trigo en las cabeceras del río Chama, Estado Mérida**. Ministerio de Agricultura y Cría. Dirección Forestal. Dirección de Conservación de los Suelos. Mérida.
- CASTILLO, J. 1975. Clasificación de algunos suelos de Los Andes venezolanos según el método numérico y la 7a. aproximación. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Forestales. Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Universidad de Los Andes. Mérida. 90 pág. 2 mapas.
- DIRECCIÓN GENERAL DE ESTADÍSTICA Y CENSOS NACIONALES. 1960. Municipio Mucurubá, Distrito Rangel, Estado Mérida. Oficina Central del Censo. Mapas escala 1:50.000.
- FLORES, P. 2008. **Análisis de la expansión Urbana del área Tabay-Mérida-Ejido desde 1988 hasta 2001**. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de

Geografía Mérida. 132 pág.

GARCÍA, A. y CALDERÓN G. 1972. Informe del levantamiento de suelos a nivel de reconocimiento de la cuenca media alta del Río Chama, entre Tabay y 2 Km Arriba de Mucurubá. Seminario de geografía de suelos. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. Mimeografiado.

GARCÍA, B. 1985. Origen y formación del pueblo de Mucurubá. Trabajo especial de grado Escuela de Historia. Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación. Mérida. Universidad de Los Andes. 198 pág.

INFANTE, A. 1985. **Diagnóstico ecológico-silvicultura de las plantaciones en la “Estación Experimental Mococón”, Municipio Mucurubá, Distrito Rangel.** Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida. 118 pág.

LÓPEZ, J. 2002. **Estudio multitemporal en la Reserva Forestal de Caparo.** Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Ingeniería Forestal, Mérida. 110 pág.

MACHADO, D. 2006. Un enfoque agroecosistémico para el suministro de nitrógeno en el cultivo de papa en los Andes Venezolanos. Tesis de Doctorado. Postgrado en Ecología Tropical. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.

MARQUINA, J. 2011. **Teledetección espacial y tratamiento digital de imágenes satelitales. Material teórico – práctico.** En preparación. Universidad de los Andes. Escuela de Geografía.

MARNR. 1982. MAPA DE LA VEGETACIÓN ACTUAL DE VENEZUELA. Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Dirección General de Información e Investigación. Proyecto VEN 79/001/B Sistemas Ambientales Venezolanos.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y CRÍA. 1960. Informe de producción, exportación e importaciones de productos agropecuarios 1945 – 1958. Ministerio de agricultura y Cría. Dirección de planificación agropecuaria. Dirección de estadística. Caracas.

- MOLINA, J. 2009. Análisis multitemporal de la cobertura de la tierra en la microcuenca El Guayabal, a partir de imágenes de satélite Landsat TM y ETM +. Trabajo especial de grado. Escuela de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. 154 Pág.
- MONASTERIO, M. 1980. Poblamiento humano y uso de la tierra en los altos Andes de Venezuela. En: Monasterio, M. (Ed.). **Estudios Ecológicos en los Páramos Andinos**. Editorial de la Universidad de Los Andes, Mérida, pp. 170-198.
- OSORIO, M. 2002. **Estudio multitemporal de las deforestaciones en la reserva forestal de Ticoporo**. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Ingeniería Forestal. Mérida. 115 pág.
- PDVSA. 2011. **Código estratigráfico de las cuencas petroleras de Venezuela**. Recuperado 2011. http://www.pdv.com/lexico/lexico_h.htm
- RAMÍREZ, J. 2007. Análisis multitemporal del uso del suelo y cobertura natural del ramal de Calderas y sus alrededores, Cordillera de Mérida. Venezuela. Trabajo especial de grado de Geografía. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 82 pág.
- RIVERO, F. 2001. **Visitando a Mérida**. Talleres gráfico de la Universidad de Los Andes edición 2001.
- RODRÍGUEZ, M. 2005. Cambio del paisaje en la cuenca del río Capaz. Trabajo especial de grado. Departamento de Biología. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. 60 pág.
- SARMIENTO, M., MONASTERIO, A., CASTELLANO, E. y SILVA, J. 1971. **Estudio integral de la cuenca de los ríos Chama y Capazón: Vegetación Natural**. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela.
- SÁNCHEZ, C. y RANGEL, A. 1985. **Estudio conservacionista de las microcuencas que abastecen a los acueductos de las poblaciones de Tabay, Mucurubá y Santo Domingo**. Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de

Ingeniería Forestal, Mérida. 88 pág.

SANDIA, L., CABEZA, J., BIANCHI, G. 2000. **Agricultura, Salud y Ambiente**. CIDIAT-Fundación Polar. Caracas. Venezuela.

SILVA, G. 2010. Clasificación climática de Venezuela. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes.

SUÁREZ, A. 1984. Estudios de algunas angiospermas de las comunidades más importantes de la zona seca ubicada entre Mucurubá y Mucuchíes. Trabajo de ascenso. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes, Mérida. Venezuela.

VELÁZQUEZ, N. 1999. Dinámica socio-ambiental y modernización agrícola en los valles altos andinos: Mucuchíes y Timotes 1930 - 1999. Tesis de Doctorado en Ecología Tropical. Facultad de Ciencias. Universidad de Los Andes. Mérida. Venezuela. 281 pág.