

**Cambios de uso de la tierra en la cuenca alta del río Chama,
Estado Mérida, Venezuela, mediante la Teledetección y
Datos Estadísticos. Período 1970, 1996, 2003**

Dr. Erlinda Hernández

Universidad Francisco de Miranda. Coro

Estado Falcón Venezuela

erlihern@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El espacio geográfico venezolano ha experimentado modificaciones sustanciales apreciándose situaciones de conflicto con el entorno ambiental que en oportunidades resultan irreversibles. Los estudios del uso de la tierra como criterio de análisis, son los más utilizados, especialmente lo referido a superficie de la tierra y producción. En Venezuela, las investigaciones del uso de la tierra se han exteriorizado con la creación de Instituciones, formulación de Leyes y Normas y formación de profesionales orientados a estudiar las características del uso que puedan afectar la planificación y desarrollo de las actividades económicas.

Los enfoques utilizados para analizar el uso de la tierra responden a una valoración del fenómeno investigado, se orientan al estudio de la distribución geográfica del evento, condiciones ecológicas que soportan los usos, sistemas agrícolas y variables influyentes; la información obtenida aporta información que ayuda a la planificación y ordenamiento del territorio.

La investigación se desarrolló en la cuenca alta del río Chama, donde la diversidad de usos de la tierra así como la forma e intensidad en la ocupación y explotación del espacio, se manifiesta mediante procesos que limitan el desarrollo sostenible de la región. Para fundamentarlo se tomó en consideración la importancia de la cuenca alta del río Chama, Municipio Rangel, en el Estado Mérida, Venezuela, por su condición de suministradora de agua y tierras aptas para cultivos, el volumen de producción de alimentos de origen agrícola que permiten suministros alimenticios en el ámbito nacional, y fundamentalmente, la fragilidad del ecosistema lo cual hace necesario la formulación y aplicación de programas de protección por parte de Organismos del Estado y de la iniciativa privada. Esta investigación es importante porque la cuenca representa un ambiente frágil que debe ser manejado cuidadosamente para evitar deterioros que comprometan la existencia de recursos para las futuras generaciones.

El área de estudio está integrada por las Parroquias Mucurubá Capital Rangel, La Toma, y San Rafael del Municipio Rangel del Estado Mérida. (Gaceta Oficial del Estado Mérida, 1998). Según datos aportados por Ecología (2001), el municipio tiene una extensión de 517

Km², el área de estudio, tiene una extensión aproximada de 383, 68 Km², está limitada por el Páramo de Piedras Blancas, Páramo Las Cruces y Páramo de Mucuchíes al Norte; el Páramo Llano del Trigo y la Fila Laguna Brava, al Sur, el Pico de Santo Domingo y el Pico de Mucuñuque al Este y la Sierra de la Culata al Oeste, está localizada entre los 08°40'00" y 08°54' 45" de latitud norte y 71° 00' 00" y 71° 48' 39" de longitud oeste, ubicada entre dos alineaciones montañosas: la Sierra de La Culata al noreste y la Sierra Nevada al sureste, las altitudes oscilan entre 2300 metros sobre el nivel del mar en Mucurubá y 4600 metros sobre el nivel del mar en el Páramo de Piedras Blancas.

El **objetivo general** de este estudio contempla: Analizar el estado actual así como la dinámica y tendencias de cambios en el uso de la tierra practicados en la cuenca alta del río Chama durante el período 1970-2003, mediante la aplicación de Teledetección y los Sistemas de Información Geográfica, con el propósito de detectar procesos que influyen en la situación ambiental de esta área.

Los objetivos específicos planteados son:

- Identificar y caracterizar los factores físicos y socioeconómicos que actúan como condicionantes del uso de la tierra y su variación.
- Determinar los cambios ocurridos espacial y temporalmente de acuerdo a las condiciones ambientales que soportan los usos estudiados.
- Establecer el pronóstico tendencial para la cuenca alta del río Chama ante diferentes formas de intervención.

La metodología propuesta en esta investigación se apoya en la consideración del uso de la tierra como categoría capaz de identificar y caracterizar los procesos físicos, económicos y sociales manifestados en el espacio geográfico; permite relacionar datos en dos series de tiempo destacando la cobertura vegetal natural y la función del espacio estudiado, el tipo de producción, participación de la población en las actividades productivas y las posibles formas de

intervención, haciendo énfasis en las áreas cultivadas presentes en el área objeto de estudio y las prácticas agrícolas realizadas por los habitantes del sector. El procedimiento usado para procesar la información proveniente de los satélites, difiere de investigaciones anteriores por cuanto se requiere información de diferentes épocas del año para comparación a partir de la interpretación visual y datos multiespectrales. El *método general* aplicado consiste en la definición de categorías para propósitos agrícolas, se incluyen categorías no agrícolas como cobertura formal y funcional procurando uniformizar criterios para futuras comparaciones. Los *métodos específicos* aplicados fueron cartográficos, procesamiento de imágenes de satélite, análisis documental, análisis estadístico e investigación de campo.

Algunos investigadores del ámbito nacional (Alvarado et al, 1973, Calderón, 1980; Araujo, 1985; García et al, 1994; Rojas, 1995), se refieren al uso actual de la tierra como una actividad sustentada en el concepto de valor de uso y valor de cambio; destacan que las características geográficas condicionan el uso de la tierra como expresión de los procesos sociales y culturales para obtener beneficios de la tierra en un momento histórico determinado.

El uso de los Sistemas de Información Geográfica Arc/Info e Idrisi como herramientas para procesar información espacial y de las técnicas de Teledetección y Procesamiento Digital, permitió ubicar antecedentes técnicos y facilitó el uso de esas herramientas cuyo auge se aprecia más en los cambios en la cobertura de la tierra.

En la Universidad de Los Andes (ULA) se intenta sentar las bases para estudiar el uso de la tierra según la interacción de factores físicos, económicos e históricos. Los principales resultados encontrados se refieren a la automatización de mapas analógicos temáticos relacionados con el uso de la tierra en el área de estudios realizados en el período 1970 – 1983; esta primera fase de trabajo permitió obtener productos tabulares de gran importancia para comparación y análisis de los cambios de usos en la serie de tiempo posterior: 1988 – 1996. Su valor práctico está relacionado con la aplicación de técnicas automatizadas, además de complementarse con datos censales e información obtenida en campo lo cual le confiere características de actualidad que puede ser aplicado en otras zonas del país donde la utilización de los recursos naturales se esté realizando de manera irracional y se atente contra la estabilidad de los ecosistemas.

Las definiciones del término uso de la tierra revisadas en los antecedentes bibliográficos hacen mención *de manera sencilla* a la cobertura vegetal natural, distribución geográfica de los cultivos, condiciones ecológicas que soportan los usos, sistemas agrícolas y variables físicas y socioeconómicas que influyen en la localización de los cultivos, consideraciones ambientales y estrategias que tienden a evitar el deterioro de los recursos naturales. *De manera genérica*, el concepto expresado hace mención al uso efectivo y concreto a que se destina la superficie de la tierra; *de manera amplia*, se refiere a las actividades realizadas por el hombre relacionadas con la tierra, o a la adaptación de la superficie de la tierra por el hombre para el servicio de las necesidades humanas.

El análisis del término *presenta similitud* en cuanto se refieren a la distribución geográfica de los cultivos, actividades productivas y a las condiciones ecológicas que soportan los usos; *presenta diferencias* en cuanto al método usado para realizar las investigaciones ya que algunos se centran en la identificación y descripción de la cobertura vegetal y cultural de la superficie de la tierra que se sustenta en el factor tierra como valor de cambio desde un punto de vista formal. Para efectos de este estudio, el uso de la tierra se entenderá como la resultante de la acción del hombre sobre el medio para organizarse socialmente, realizar actividades de producción a partir de los recursos que le ofrece el medio ambiente, al mismo tiempo mejorar su calidad de vida; como el resultado de la acción del hombre sobre el medio, considerando al hombre como elemento y a la vez su transformador.

FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS

La propuesta metodológica se inicia con la selección del área de estudio limitado a este sector por ser el que ofreció mejor información de referencia; se utilizó detalladas categorías de leyenda lo cual permitió ajustes según los objetivos propuestos. La delimitación del área de estudio, la cuenca alta del río Chama, se realizó siguiendo las líneas de máxima pendiente y drenaje sectorizando en sentido suroeste-noreste, desde el centro poblado Mucurubá hasta el sitio denominado El Águila. Se utilizó las cartas geográficas 6041 y 6042 a escala 1:100.000

del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales (MARN, 1979); de ellas se tomó la información relativa a hidrología, vialidad y centros poblados ajustándolos al procesamiento automatizado. Del *Proyecto Chama-Capazón* (CORPOANDES, 1970), se tomó la información relativa al uso de la tierra en la cuenca objeto de estudio; del estudio *Vocación de uso agrícola cuenca alta del río Chama* (González et al, 1983), las categorías de uso de la tierra apoyadas en las categorías de la UGI y las utilizadas en el mapa de uso para 1970; de los resultados de ambos estudios se tomó las clases más comunes y se resumió en categorías de leyenda para los períodos estudiados. El esquema de clasificación del International Institute for Aerospace Survey and Earth Science (ITC), se revisó para determinar la coincidencia con las categorías usadas en las leyendas de los mapas de uso elaborados para 1970 y 1983 utilizados para este estudio.

Las leyendas mencionadas, se uniformizaron ajustando las clases para conformar la leyenda final de la cartografía de este estudio; su contenido permite comparar los resultados de los estudios de referencia y los obtenidos del procesamiento digital de imágenes, tratando de guardar el significado original de las categorías fuente; estas facilitan la agrupación o separación de clases según los objetivos del estudio y el nivel de detalle; los colores que identifican cada categoría corresponden con los propuestos por la UGI y los contenidos en la Leyenda de Uso Actual por Sistemas Agrícolas (MARNR, 1985).

La *cobertura de la tierra* está definida por los diferentes rasgos biológicos y culturales que están cubriendo la superficie de la tierra que pueden ser observados en fotografías aéreas y muchas veces en imágenes de satélite, según la escala y calidad visual del material usado y coincide con el *criterio formal* para análisis del uso de la tierra. El *uso de la tierra* se refiere a la función o actividad dada a las coberturas de la tierra, inferida de una combinación de fotointerpretación con referencias locales, conocimiento previo del área, observaciones de campo y datos secundarios; en términos generales coincide con el *criterio funcional* del uso de la tierra.

La información cuantitativa de las categorías de uso de la tierra para 1970 y para 1983 se expresan en mapas y cuadros, se reclasificó tomando en consideración la naturaleza continua de los valores para realizar la consulta entre mapas de épocas diferentes; esta información facilita el análisis de los cambios del uso de la tierra desde el punto de vista espacial.

PROCESAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES

Se utilizó las imágenes del Satélite Landsat TM5, codificadas con el número 006/054 de fecha Enero de 1988 y Enero de 1996, cedidas por el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI) compuestas por 7 bandas espectrales; ambas se recortaron a partir de las coordenadas del área de estudio para obtener subimágenes de tamaño similar: 1.547 filas y 1.786 columnas, que incluyen el área de estudio, el procesamiento se realizó mediante el software Idrisi en base a dos tipos posibles de procesamiento que se complementan: *análisis visual* y *tratamiento digital* ya que son los más efectivos cuando se trata de cartografiar áreas de cultivo y ocupación del suelo.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) resume un grupo de variables en un conjunto más pequeño atendiendo al orden. Las bandas para las composiciones de falso color se seleccionaron en la base de experiencia de campo, análisis visual, análisis de gráficos y métodos numéricos y las que ofrecen un contraste cromático óptimo para determinar las categorías de uso de la tierra estudiadas.

El análisis de los productos obtenidos para las series de tiempo estudiadas, 1970-1983 y 1988-1996, permitió determinar la intensidad de los cambios cuantitativos y cualitativos de base agropecuaria ocurridos en el área objeto de estudio en virtud de la vocación que presenta el espacio como consecuencia de la existencia de recursos de suelos y agua de buena calidad para permitir una producción importante en relación con la demanda nacional en cuanto al consumo de alimentos de este tipo.

Se construyó dos escenarios que pueden servir de base para estudios posteriores; se consideró las características del uso que tradicionalmente ha existido en el área de estudio con el propósito de verificar si la intervención humana ha ocasionado impactos expresados en cambios espaciales.

La *actividad económica*, se caracterizó a partir de las estadísticas publicadas por la

Dirección de Estadísticas e Informática del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) y por la Oficina Central de Estadísticas e Informática (OCEI) en los anuarios correspondientes a los años 1995 y 1997; se seleccionaron ocho (8) rubros de producción del sector agrícola vegetal (apio, papa, ajo, coliflor, lechuga, remolacha, repollo, zanahoria), clasificados en función del sistema de producción predominante: cultivos anuales y horticultura comercial.

Las unidades de uso de la tierra se estudiaron en campo mediante un enfoque analítico apoyado en consulta a mapas temáticos y apreciación visual de las imágenes satelitales; se extrajo información relacionada con distribución de cultivos, espacio que ocupan, aspectos socioeconómicos e infraestructura existente. La información seleccionada en esta etapa se integró para tener una visión general del área en estudio y realizar la valoración de los cambios de uso de la tierra practicados en la cuenca en el lapso de tiempo señalado. Las comprobaciones finales de campo se realizaron para la clasificación más reciente a partir de la composición de imagen Falso Color y la imagen de referencia para el año 1996, por no ser posible verificar los usos plasmados en la imagen del año 1988; dicha clasificación se asumió como válida.

Durante la evaluación se aplicaron métodos cuantitativos que permitieron elaborar productos tabulares los cuales se analizaron según la metodología propuesta por Saborío (1996); esta etapa de trabajo, conjuntamente con el chequeo de campo, facilitó la estimación estadística de los cambios espaciales y temporales

Características del área de estudio

El **relieve** es abrupto, con pendientes fuertes compuesto por montañas, colinas y fondos de valles. Desde el punto de vista de la **geología**, los Andes pertenecen a las cadenas plegadas o Cordilleras donde predominan las formaciones geológicas Sierra Nevada del período Precámbrico, el Grupo Mucuchachí, del Período Devónico, la Formación La Quinta, del período Permo-Carbonífero y Triásico-Jurásico y las Formaciones Río Negro, Carbonera y Aguardiente. El **clima**, es el resultado de la orientación de la cuenca entre dos alineaciones montañosas, la circulación de masas de aire, la acción del viento y la influencia de la altitud; las lluvias son de tipo convectivas en la parte sur, mientras que en la parte alta son de tipo orográficas. La

temperatura varía desde 22° C en el piso térmico tropical hasta 0° C en los hielos perpetuos, lo cual se explica por la influencia del factor altitudinal. En cuanto a la **hidrología**, el río Chama se presenta torrencioso debido a los desniveles del terreno que atraviesa, el curso es turbulento, recolecta aguas de las Quebradas principales y tributarios secundarios. Los **suelos** jóvenes están formados por materiales transportados y presentan capacidad agrológica variable; los suelos desarrollados son pedregosos, de drenaje rápido, con tendencia a la erosión; ambos tipos difieren en textura, estructura, profundidad y retención de humedad. La **Vegetación** ha sido clasificada en estudios regionales según la variación altitudinal, en selva nublada que va desde los 2200 a 3200 metros sobre el nivel del mar; matorral andino, desde los 3200 a 3800 metros sobre el nivel del mar; y páramo andino que se extiende desde los 3800 a 5000 metros sobre el nivel del mar.

El **uso de la tierra**: *el pastoreo y la agricultura tradicional* predomina en las vertientes, en las partes altas de las Quebradas, donde las condiciones del relieve se caracterizan por fuertes pendientes pronunciadas y laderas escabrosas lo cual imposibilita la mecanización, la *horticultura mecanizada* ocupa los mejores suelos: fondos de valle, terrazas, conos, vegas de río ya que aquí se ubican las tierras aptas para el cultivo aunque limitados por la estrechez del valle.

La **tenencia de la tierra** resulta de la interacción de factores sociales y económicos en la transformación del espacio en cuanto a la superficie cultivada y posesión de la tierra que por tradición ha pertenecido a la familia que administra y produce en esa tierra; las formas tradicionales de tenencia de la tierra: son los propietarios, los arrendatarios y los aparceros. Los propietarios representan la mayor proporción del área estudiada y se ubica en la estrecha faja que conforma el valle del río Chama.

La ocupación de las cuencas altas se remonta a la época prehispánica, los grupos indígenas Timoto-Cuicas se establecieron en estos valles altos, desarrollando una importante agricultura con técnicas de riego y prácticas mecánicas de conservación de suelos y aguas, la agricultura se basaba esencialmente en el cultivo de la papa y el maíz. Durante la colonización española se introduce el cultivo del trigo y el arado de madera; el empleo de energía animal revolucionó la economía agrícola de esos pueblos ya que hizo posible una más rápida y mejor preparación de la tierra.

La población actual del área de estudio se establece en centros poblados de categoría rural, ellos se identifican siguiendo el sentido sureste – noreste, los principales son Mucurubá, Mucuchíes, El Royal, San Rafael, Apartaderos, que ostentan la categoría de centros poblados urbanos según criterios de la Oficina Central de Estadísticas e Informática (OCEI, actualmente denominado Instituto Nacional de Estadísticas, INE) con una población mayor a 2 000 habitantes. Conforman un sistema de asentamientos de forma lineal siguiendo el eje de la carretera trasandina, las principales relaciones se establecen con la ciudad de Mérida, capital del Estado del mismo nombre, la cual presta la mayoría de los servicios.

La población total asentada en el área de estudio para el año 1988 asciende a 15 392 habitantes, la población estimada para el año 2 000 por la Oficina Central de Estadísticas e Informática (OCEI, 1997), se fijó en 15 890 habitantes; al comparar el total de población para el año 1988 y el estimado para el año 2000, se observa un ligero aumento, también la densidad de población para los años considerados, experimenta un ligero aumento en los totales para las Parroquias Capital Rangel y La Toma, mientras que para las Parroquias Mucurubá y San Rafael, el aumento es significativo.

La agricultura es la actividad más importante del área en estudio; las hortalizas ocupan el primer lugar en la producción, se destacan ajo, apio, coliflor, lechuga, remolacha, repollo, papa y zanahoria. El más rentable y comerciable es la papa, incluida en la categoría cultivos anuales, aunque sus requerimientos, manejo y mantenimiento son similares a los cultivos de ciclo corto. Esta “cierta rentabilidad” se ha logrado mediante ensayos realizados por el Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP), y la Estación Experimental del Ministerio de Agricultura y Cría (MAC) que permiten obtener hasta tres cosechas al año, logrando híbridos como la papa Guadalupe y la papa Merideña adaptados a las condiciones de la zona (altitud 3 300 a 3 600 metros, suelos poco profundos, ricos en materia orgánica). Los productos agrícolas obtenidos de los cultivos de ciclo corto y la papa en las variedades obtenidas de los ensayos, son llevados a la capital de la República, Caracas, y a los mercados regionales para satisfacer la demanda de alimentos por parte de la población; algunos excedentes de los productos

más rentables son destinados al consumo familiar como el caso de la papa o a la producción de semillas como en el caso del ajo. *Espacialmente*, la localización de los cultivos para los rubros seleccionados en el área de estudio, conforman un patrón concentrado en función de su disposición y a su importancia en los hábitos de consumo alimenticio de la población.

La *actividad agrícola* realizada en pequeñas huertas con técnicas rudimentarias y con fines de autoconsumo, se tecnificó con la incorporación de sistemas de riego, maquinarias y prácticas agrícolas de rotación de cultivos y terrenos acondicionados mediante el despiedre. La actividad agrícola intensiva con producción de hortalizas se ubica en pendientes suaves y representa la principal fuente de empleo en el área de estudio.

ESTRUCTURA Y DINÁMICA DEL USO DE LA TIERRA

La tabulación cruzada de usos de la tierra para el período 1970 – 1983, el Análisis de Componentes Principales (ACP) de las imágenes Landsat TM para 1988 y 1996, demostraron efectividad en la evaluación de los cambios de uso de la tierra. Los cambios cuantitativos están referidos a sustitución de la vegetación natural para instalar cultivos en aquellos espacios ganados al bosque o a los arbustos. Se calculó el área de cada categoría de uso agrícola y se observó una disminución de la categoría clasificada como bosques y un aumento de la categoría clasificada como cultivos para los años estudiados; esta disminución de la cobertura boscosa se explica por el establecimiento de plantaciones o a que la cobertura clasificada con el nombre de matorral en las imágenes satelitales, presenta una influencia marcada por el relieve. En ambiente de montañas se presentan problemas de sombras captadas por el satélite y en algunos sectores cubiertos por formaciones arbustivas densas, se captan efectos cromáticos parecidas al bosque; estas inconsistencias y la densidad considerable de masa vegetal, permite clasificarlas como bosques e influyen en la exactitud de las clasificaciones.

En la investigación de campo, realizada en sentido noreste- suroeste del área en estudio, se consideraron 10 estaciones con características de arbustal de páramo y afloramiento rocoso, depósitos laterales con vegetación de páramo con suelos que permiten el desarrollo de

cultivos de cebollín, papa, zanahoria, apio y avena; un paisaje agrícola que se mantiene continuo, con actividad agrícola desarrollada en parcelas pequeñas con pendientes moderadas, contrasta con sectores de pendiente más fuertes y pedregosos, este es utilizado para pastoreo debido a fuertes limitantes para el uso agrícola.

Otras características indican un cambio del tipo de cultivos dominando el maíz y el ajo, no hay uniformidad en el proceso de siembra, se practica la rotación de parcelas para permitir descanso al suelo y se fertiliza con algunos desechos orgánicos como la cáscara de trigo y cebada. La intensificación en el uso agrícola se expresa con parcelas en barbecho o descanso, agricultura intensiva y la ganadería combinando espacios de uso agrícola con potreros, se aplica riego en la parte alta y se utiliza barrera de vegetación natural en zonas de erosión (cárcavas).

Las quebradas de considerable caudal y la incidencia de las lluvias, producen inundaciones que producen erosión, esta es aminorada mediante la construcción de diques y muros de contención. En algunos sectores donde las condiciones del suelo lo permiten, predomina reforestación natural, se intensifica el uso residencial con actividad agrícola y ganadera y se introducen cultivos de maíz y caraoatas en zonas deforestadas dedicadas al pastoreo. El uso residencial rural se intercala con cultivos de autoconsumo, zona de barbechos, potreros y cultivos de pequeña superficie adyacente al uso residencial disperso y paralelo a la vía principal. La disposición de las viviendas presenta continuidad y se combinan las de uso residencial rural (construcciones de concreto) con las tradicionales (construcciones de bahareque). Las prácticas de reforestación realizadas con especies de coníferas (pinos) ha proporcionado buenos resultados. La disposición de los poblados en forma lineal siguiendo el eje de la carretera trasandina, facilita el establecimiento de relaciones con centros poblados de mayor jerarquía e intercambio de productos agrícolas.

TENDENCIA DE CAMBIOS EN EL USO DE LA TIERRA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO CHAMA

A partir de la aplicación de las técnicas de los Sistemas de Información Geográfica, el

Procesamiento de Imágenes Satelitales y el análisis estadístico, se construyó un escenario **posible y probable** para el año 2003 que refleja el comportamiento de la cuenca alta del río Chama ante diferentes intensidades de cambio. Se destacan procesos que se intensifican en el futuro inmediato: la ampliación de la frontera agrícola para abastecer el mercado nacional y regional, la incapacidad de los espacios urbanos para satisfacer la demanda de empleo, la sustitución de cultivos tradicionales por cultivos de alta demanda que exponen el suelo a la erosión, y la existencia de un basamento legal cuya aplicación no se corresponde con la categoría de área protegida asignada a la cuenca; en este sentido, se le presta especial atención a los cambios ocurridos a través del tiempo en el espacio ocupado por los cultivos comparados con la superficie ocupada por las restantes categorías estudiadas.

El comportamiento de las categorías de uso permite estimar los cambios que se registran en la superficie objeto de estudio calculadas en km² y su valor porcentual con relación al total del área estudiada; esto facilita el análisis de la evolución de la cuenca alta del río Chama a partir de la variación de las categorías de uso de la tierra antes mencionadas, para cada período estudiado.

Los valores absolutos y porcentuales reflejan un aumento para la categoría de los cultivos mientras que el resto de las categorías refleja una disminución; la variación se obtiene de la diferencia de los porcentajes para el año 1983 y 1970 siendo el valor de la categoría de los cultivos el más elevado: 4,71; las categorías bosques, páramos y afloramientos rocosos, presentan variaciones porcentuales con valores negativos: -0,02%, -0,06% y -5,07% respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variación de las categorías de uso de la tierra para el período 1970-1983

| Categoría | 1970(Km ²) | % | 1983(Km ²) | % | Variación |
|-----------------------|------------------------|--------|------------------------|--------|-----------|
| Cultivos | 51,95 | 13,54 | 70,03 | 18,25 | 4,71 |
| Hierbas | 38,74 | 10,09 | 40,41 | 10,53 | 0,44 |
| Arbustos | 7,79 | 2,03 | 7,71 | 2,01 | -0,02 |
| Bosques | 7,64 | 1,99 | 7,42 | 1,93 | -0,06 |
| Paramos y Aflor. Roc. | 277,54 | 72,33 | 258,10 | 67,26 | -5,07 |
| TOTAL | 383,68 | 100,00 | 383,68 | 100,00 | |

Fuente: SIG Idrisi. Organización personal

Los valores obtenidos indican que existe un dinámico proceso antrópico caracterizado por la ampliación de las áreas de cultivo a tenor de una demanda creciente de productos alimenticios para la población de la región, así como la ausencia de un mercado laboral en las ciudades capaz de asimilar los incrementos demográficos que se registran.

Los valores absolutos en el período 1988-1996, indican que la categoría de los páramos y afloramientos rocosos, presentan mayor proporción, para la categoría de las hierbas, los valores son menores en relación al espacio ocupado por los cultivos, la categoría de los arbustos y la de los bosques, presentan valores inferiores a 10 Km². La variación para las categorías analizadas entre ambos años considerados, es inferior a 1 Km², a excepción de los cultivos cuya variación alcanza valores de 6,49 Km². (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variación de las categorías de uso de la tierra, período 1988-1996

| Categoría | 1988(Km ²) | % | 1996(Km ²) | % | Variación |
|-------------------|------------------------|--------|------------------------|--------|-----------|
| Cultivos | 76,00 | 19,80 | 100,84 | 26,29 | 6,49 |
| Hierbas | 71,78 | 18,70 | 72,83 | 18,98 | 0,28 |
| Arbustos | 7,69 | 2,00 | 5,36 | 1,39 | 0,61 |
| Bosques | 7,20 | 1,87 | 6,71 | 1,74 | -0,13 |
| ParamosAflor.Roc. | 221,01 | 57,60 | 197,94 | 51,59 | -6,01 |
| TOTAL | 383,68 | 100,00 | 383,68 | 100,00 | |

Fuente: SIG Idrisi. Organización personal

La comparación de los valores de la estructura de uso de la tierra, refleja un aumento considerable de la superficie ocupada por los cultivos, proceso este que se acelera durante el período 1988-1996. La presión de la población por la demanda de alimentos es cada vez mayor, por consiguiente, si no se aplican las medidas para proteger los suelos y fuentes de agua, el área dejaría de ser la principal suministradora de alimentos al mercado nacional y regional; situación que se reflejaría en la población en cuanto a su participación como mano de obra la cual se vería disminuida, afectando el nivel de vida.

La tasa o cociente que representará la magnitud de las categorías de uso, se calculó a partir de la diferencia de los valores en km², el producto se divide entre el número de años que conforma el lapso de tiempo transcurrido entre 1970 y 1996 (26 años). Los valores para la categoría de los cultivos y la de las hierbas, son más elevados, mientras que los valores para las categorías de los arbustos, de los bosques y los páramos y afloramientos rocosos, son negativos, reflejo de un proceso de ocupación creciente del territorio por la actividad agropecuaria. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Tasa de cambio para la serie de tiempo 1970 - 1996 y pronóstico geográfico para el año 2003

| <i>Categoría</i> | <i>1996(Km²)</i> | <i>1970(Km²)</i> | <i>Tasa</i> | <i>Incremento</i> | <i>Total(Km²)</i> |
|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|
| Cultivos | 100,84 | 51,95 | 1,88 | 13,16 | 114,00 |
| Hierbas | 72,83 | 38,74 | 1,31 | 9,17 | 82,00 |
| Arbustos | 5,36 | 7,79 | -0,09 | -0,65 | 4,70 |
| Bosques | 6,71 | 7,64 | -0,03 | -0,25 | 6,48 |
| Par. Aflor. Roc. | 197,94 | 277,54 | -3,06 | -21,43 | 176,50 |

Fuente: Cálculos propios

Los valores de la tasa de cambio anual para los cultivos y los bosques indican que, por cada 1,88 Km² de superficie que se abre al cultivo, se pierden 0,09 km² de vegetación arbustiva, además de otros territorios cubiertos de bosques y de vegetación de páramo; existe presión por parte de la población para ampliar la superficie dedicada a cultivos, esto explica que la vegetación natural en la forma de arbustos y bosques experimenten una disminución significativa para aprovechar otros territorios cubiertos de arbustos y de vegetación de páramo; existe presión por parte de la población para ampliar la superficie dedicada a cultivos, esto explica que la vegetación natural en la forma de arbustos y bosques experimenten una disminución significativa para aprovechar estos espacios para la producción agrícola. De mantenerse esta tendencia, los espacios cubiertos por vegetación natural continuarán decreciendo, situación que se verá agravada en el tiempo por disminución de la eficiencia de la actividad agrícola que puede verse afectada por el agotamiento de los suelos y la disminución de las fuentes de agua utilizada para riego, provocando un nuevo avance en la frontera agrícola.

El pronóstico geográfico para la cuenca alta del río Chama para el año 2003 se calculó a partir de la estimación de la tasa de crecimiento, se tomó en consideración los valores de la tasa de cambio anual calculada anteriormente, se multiplica por el número de años a estimar (7 años) y se la agrega el valor de la superficie del año base (1996). Los resultados indican que los cultivos se incrementarán en 13,16 km² en relación con la cifra base, 100,84 km², para un total de 114,00 km²; se estima un incremento de 9,71 km² en la categoría de las hierbas para un total de 82,00 km², el resto de las categorías experimentan una disminución significativa exteriorizada en cifras negativas (-0,65 para los arbustos, -0,24 para los bosques y -21,43 para los páramos y afloramientos rocosos).

Utilizando el mismo procedimiento se calculó la tasa o cociente de las categorías de uso para la serie de tiempo 1988 - 1996 a partir de la diferencia de los valores en km², el producto se divide entre el número de años que conforma el lapso de tiempo transcurrido (8 años) para obtener el incremento.

Los resultados indican que la mayor proporción corresponde a los páramos y afloramientos rocosos con 197,94 Km², seguido por los cultivos con 100,84 Km² y por la categoría de las hierbas con 72,83 Km²; para el año 1988, la mayor proporción corresponde a los páramos y afloramientos rocosos con 221,01 Km², seguido por los cultivos con 76,00 Km² y por la categoría de las hierbas con 71,78 Km². El resto de los valores, correspondiente a la categoría de los arbustos y los bosques presentan valores inferiores a 10 km.

Los valores de la tasa de cambio anual calculada para la categoría de los cultivos y los bosques indican que, por cada 3,10 km² de superficie que se utiliza para cultivo, se pierden 0,30 km² de superficie boscosa, además de otros espacios cubiertos de arbustos y de vegetación de páramo; reflejan una situación similar a la plasmada para el período 1996 – 1970 e indican que se mantiene la presión ejercida por la población en demanda de alimentos.

El pronóstico geográfico para la cuenca para el año 2003 se calculó a partir de la estimación de la tasa de cambio anual calculada anteriormente, se multiplica por el número de años a

estimar (8 años) y se la agrega el valor de la superficie del año base (1988). Para atender esta demanda se debe ampliar la superficie dedicada a cultivos, esto explica que la vegetación natural en la forma de arbustos y bosques experimente una disminución significativa para aprovechar estos espacios para la producción agrícola (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tasa de cambio para la serie de tiempo 1988 - 1996 y pronóstico geográfico para el año 2003

| <i>Categoría</i> | <i>1996(Km²)</i> | <i>1988(Km²)</i> | <i>Tasa</i> | <i>Incremento</i> | <i>Total(Km²)</i> |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-------------------|------------------------------|
| Cultivos | 100,84 | 76,00 | 3,10 | 21,73 | 122,58 |
| Hierbas | 72,83 | 71,78 | 0,13 | 0,92 | 73,75 |
| Arbustos | 5,36 | 7,69 | -0,29 | -20,38 | 3,32 |
| Bosques | 6,71 | 7,20 | -0,06 | -0,42 | 6,28 |
| Páramos y Aflor. Roc | 197,94 | 221,01 | -2,88 | -20,18 | 177,75 |

Fuente: Cálculos propios

El pronóstico geográfico para la cuenca alta del río Chama para el año 2003, indica que los cultivos se incrementarán en 21,7 km² en relación con la cifra base para un total de 122,54 km²; de igual forma, se estima un incremento de 0,91 km² en la categoría de las hierbas para un total de 73,74 km² y de 16,31 para la categoría de los arbustos para un total de 21,67 km², al agregar el valor de la superficie ocupada por estas categorías para 1996. Las categorías bosques y páramos y afloramientos rocosos, experimentan una disminución significativa ya que los valores se presentan en cifras negativas (-2,1 para los bosques y -20,16 para los páramos y afloramientos rocosos). Estos valores al ser sumados a la superficie ocupada para 1996, reflejan valores positivos pero la disminución exteriorizada con respecto a los estimados para el año 2003, significa que estaría fuertemente afectada la vegetación natural del área en estudio.

La tasa de cambios estimada para el año 2003 con los datos de superficie de las categorías de uso de la tierra para las series de tiempo consideradas, son ahora comparados con los datos de producción publicadas por la Unidad de Estadísticas del Ministerio de la Producción y el Comercio (UEMPC), se intenta verificar si los resultados obtenidos por inferencia estadística, son similares o difieren de los publicados a los datos publicados por la entidad oficial.

Cuadro 5. Comparación entre los datos de superficie ocupadas por las categorías de uso y los datos del Censo Agropecuario para el año 2003

| <i>Categorías</i> | <i>Serie 70-83 Total(Km²)</i> | <i>Serie 88-96 Total(Km²)</i> | <i>Censo Agropecuario</i> |
|----------------------|--|--|-------------------------------|
| Cultivos | 114,00 | 122,58 | 122,65 |
| Hierbas | 82,00 | 73,75 | 73,71 |
| Arbustos | 4,70 | 3,32 | 3,32 |
| Bosques | 6,48 | 6,28 | 6,27 |
| Páramos y Aflor. Roc | 176,50 | 177,75 | 177,73 |

Fuente: Ministerio de Agricultura y Tierras. División de Planificación y Estadísticas, Mérida, 2004

De manera similar al análisis realizado para las series de tiempo 1970 – 1983 y 1988- 1996, se observa una tendencia al aumento de la superficie ocupada por los cultivos a expensas de una disminución de la categoría de las hierbas (73.71 Km²) y la categoría de los bosques (6,27 Km²).

De mantenerse esta tendencia, el avance de la frontera agrícola será mayor y los espacios cubiertos por vegetación natural continuarán decreciendo, el agotamiento de los suelos y la disminución de las fuentes de agua utilizada para riego, son los factores que afectarán negativamente la eficiencia agrícola en un tiempo relativamente corto.

CONCLUSIONES

El área seleccionada para realizar el análisis de los cambios de uso de la tierra, corresponde a la cuenca alta del río Chama, suministradora de agua y alimentos de origen vegetal para consumo humano, con paisajes y centros poblados de gran atractivo enmarcados en un ecosistema frágil que debe ser manejado cuidadosamente.

Los aspectos teóricos y metodológicos se apoyan en literatura del ámbito internacional y nacional sobre el uso de la tierra los cuales para orientar el análisis hacia la relación de la distribución geográfica de los cultivos, las condiciones ecológicas que soportan los usos, aspectos naturales, históricos, económicos, tecnológicos y culturales que influyen en el uso de la tierra y en la producción de tipo agrícola.

La cobertura vegetal natural y la función del espacio para la producción de tipo agrícola se analizan en dos series de tiempo, 1970 – 1983 y 1988 – 1996. El inventario de los usos de la tierra se relaciona con cinco clases principales: cultivos vegetación herbácea, vegetación arbustiva, bosques y páramos y afloramientos rocosos.

Los principales resultados obtenidos para la serie 1970 – 1983, mediante la automatización de mapas analógicos temáticos del uso de la tierra y expresados en productos tabulares, evidencian un incremento en los valores de uso relacionados con la actividad agrícola mientras que los bosques han disminuido. En las restantes categorías de uso la variación más significativa es, por defecto, la de los páramos y afloramientos rocosos y, por exceso, la de la vegetación herbácea. Estos cambios reflejan la existencia de un proceso de ampliación de la frontera agrícola y de deforestación, cuyos efectos en un ecosistema frágil como este, pueden ser irreversibles.

En la serie 1988 y 1996 se analizaron imágenes de satélite a partir de la apreciación visual, y procesamiento digital conjuntamente con el chequeo de campo; la discriminación de estos puntos de cobertura fue posible en superficies extensas y cuando los usos se presentan de manera secuencial en el área de estudio. Las categorías de uso y su modificación para este período, evidencian una dinámica de cambio mucho más acelerada (en valores absolutos) que la

registrada para la serie anterior, así como la continuación del proceso de expansión de la frontera agrícola y la intensificación de la deforestación.

La dinámica y tendencias de cambio que se registran en la zona de estudio durante las dos series de tiempo consideradas resultan de la acción de un conjunto de factores y procesos, como el incremento de la superficie dedicada a pastizales y una ganadería extensiva de bajo rendimiento en áreas resultantes del desmonte con pérdida de fertilidad que no permiten su cultivo; la demanda creciente de madera para la comercialización que hace de la tala una actividad económica rentable; el consumo doméstico de madera utilizada como combustible; alto porcentaje de población desocupada unido a una estructura económica donde la agricultura se constituye en la principal y casi única fuente de empleo, y las modificaciones en los patrones de consumo de la población.

El pronóstico tendencial calculado con la tasa de cambio que se registra en el período 1970-1996, para el año 2003 estima un incremento para la superficie de cultivo de 13.16 km² y 26.32 km² y para la vegetación herbácea de 9.71 km² y 18.35 km², respectivamente.

El mismo pronóstico tendencial, ahora calculado con la tasa de cambio que se registra en el período 1988 – 1996, para el año 2003 estima un incremento para la superficie de cultivo de 21.7 km² y 43.4 km² y para la de vegetación herbácea de 0.78 km² y 1.82 km², en este caso, como la tasa de cambio para la vegetación herbácea en esta serie de tiempo fue inferior a la media para todo el período estudiado, el incremento de esta categoría será inferior mientras que se registra una situación inversa para la categoría de tierras de cultivo. En los dos periodos estudiados los incrementos se producirán mediante la reducción de las áreas ocupadas por las restantes categorías de uso.

La situación actual apoyada en datos censales así como el pronóstico elaborado para este territorio no deja lugar a dudas acerca de la importancia de los procesos detectados, su influencia en el estado ambiental de la cuenca alta del río Chama y las limitantes existentes para su desarrollo sostenible.

RECOMENDACIONES

Las actividades agrícolas realizadas en la cuenca del río Chama deben ser evaluados periódicamente para evitar desequilibrios irreversibles en el medio ambiente natural mediante s reconocimientos de campo y el empleo de las imágenes de satélite para tener buena idea de las coberturas naturales y de usos presentes en esta área dado el carácter de zona protegida de la misma.

La información aquí aportada pudiera servir de apoyo a análisis posteriores como parte de una contribución al sector de la planificación de los recursos naturales y ordenamiento ambiental, especialmente aquellos espacios donde el uso de la tierra se ha estado realizando de manera irracional.

La dinámica que registran las actividades propias del sector agrícola, demandan la aplicación de medidas preventivas a objeto de aminorar los procesos destructivos observados en el espacio ya que las medidas de carácter correctivo no compensan los daños causados en la pérdida de suelos superficiales e implica incremento en los costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alvarado, et al. (1974). Áreas potenciales para el desarrollo agropecuario. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Los Andes. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela
2. Base de Datos Políticos de las Américas. (1998). Propiedad de la tierra. Análisis comparativo de los regímenes presidenciales. [Internet]. Georgetown University y O.E.A. En [http:// Georgetown .edu/pdba/comp/agrario/propiedad.html](http://Georgetown.edu/pdba/comp/agrario/propiedad.html) # Cit.24/10/01
3. Borcosque, J. (1991). Los Sistemas de Información Geográfica: Conceptos, estructuras y aplicación para la captación, elaboración y análisis de datos sobre el medio ambiente y recursos naturales. En: Inventario y Cuentas del Patrimonio Natural en América Latina y el Caribe. Editado por PNMUA - CEPAL. Barcelona, España. 51 p.
4. Bosque J. (1992). Sistemas de Información Geográfica. Ediciones Rialp. Madrid, España. 451 p.
5. Bosque, et al. (1988). Aplicaciones de la Informática a la Geografía y Ciencias Sociales. Editorial Síntesis. España. 319 p.
6. Burrough, P. A. (1987). Principles of Geographical Information Systems for land resources assessment. Claredon Press. Oxford. 194 p.
7. Calderón G., C. (1980). El muestreo espacial y la fotointerpretación en el estudio del uso de la tierra. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela (inédito) 90 p.
8. Calderón G., C. (1985). Principios generales para la interpretación de mapas: el mapa topográfico. Trabajo de Ascenso. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela (inédito) 93 p.
9. CIDIAT (1997). Curso regional sobre "Sistemas de Información Geográfica aplicados a Recursos Naturales en la Gestión de Manejo de Cuencas. (Aplicaciones avanzadas) Convenio BID- Mérida, Venezuela 45 p
10. COPLANARH, (1973). Metodología utilizada en el Inventario Nacional de Tierras. Caracas. Venezuela. 80 p.
11. Chuvieco, E. (1996). Fundamentos de Teledetección Espacial. Editorial RIALPH, S.A. Madrid, España. 568 p.

12. Ecología Promociones y Proyectos. (2000). Datos de Población del Estado Mérida. Información obtenida a partir de datos de la OCEI, 2000 y CNE 2000.
13. Environmental Systems Research Institute (ESRI) (1990). Pc Understanding GIS: the ARC/INFO Methods. New York
14. FAO.(1993).Forest resource assessment. Washington, D.C. 250 p.
15. Gaceta Oficial del Estado Mérida. Año XCVIII. N° 89 Extraordinaria. Junio de 1998. 20 p.
16. González, et al. (1983). Vocación de uso agrícola cuenca Alta del río Chama. Trabajo Especial de Grado. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Escuela de Geografía. Mérida, Venezuela (inédito) 160 p.
17. Hernández M., E. (1981). Limitantes y potenciales Ambientales para el uso de la tierra en el área Boca de Aroa-Tucacas-Chichiriviche, Estado Falcón Trabajo especial de Grado. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Postgrado en Análisis del uso de la tierra. Mérida, Venezuela (inédito) 76 p.
18. International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP) Report N° 35. 1995. Land use and land cover change. International Council of Scientific Union (ICSU).Stockholm and Genova. 131 p.
19. ITC Journal. 1993-3., 1996-2, 1996 3/4, 2000.
20. Lichfield, N. (1992). Land policy and planning. MacMillan. London, New York: ST. Martin's Press. 110 p.
21. MAC. Dirección General Sectorial de Planificación y Política. Anuario Agropecuario, 1995 y 1997. Caracas, Venezuela. 432 p.
22. MARNR, (1985). Atlas de la vegetación de Venezuela. Proyecto Venezuela /79/001. Sistemas Ambientales Venezolanos. Uso Actual por Sistemas Agrícolas 109 p.
23. Molina, L. (1996). Cambios en los patrones espaciales de la agricultura venezolana (1970-1990) Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Revista Agroalimentaria N° 3. Mérida, Venezuela. 13-18 pp.

24. Monasterios M. y S. Reyes. (1980). Estudios Ecológicos en los páramos andinos. Ediciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 312 p.
25. OCEI, (1990). Nomenclador de Centros Poblados Estado Mérida. Caracas, Venezuela. 345 p.
26. OCEI, (1997). Anuario Estadístico. Gobernación del Estado Mérida. Mérida 276 p.
27. Saborío B., L.(1996). Curso Regional sobre Sistemas de Información Geográfica aplicada a Recursos Naturales en la Gestión de Manejo de Cuencas. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT) Mérida, Venezuela. 176 .p
28. Singh, R. B. (1991). Environmental monitoring: application of remote sensing and GIS. Geocarto International Center. Hong Kong. 192 p.
29. Van Der Zee, D. (1990). Introduction to airphotointerpretation land cover land use classification and settlement analysis. Rural and land ecology survey course. International institute for aerospace survey and earth science (ITC). Enschede, Netherlands. 45 p.
30. Artículos de Prensa: Plan Nacional de Ordenamiento Territorial deja de lado conservación ambiental. En: FRONTERA. Mérida, 19 de Junio de 1998.
31. Entrevista Personal: Rivas Dávila Antonio. “Significado del término CHAMA”. Mapoteca del Instituto de Geografía de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 1998