

CAMBIOS OCURRIDOS EN LA COBERTURA/USO DE LA TIERRA DEL PARQUE NACIONAL SIERRA DE LA CULATA. MÉRIDA-VENEZUELA. PERÍODO 1988-2003.

ANGNES ALDANA DEZZEO* y JOAQUÍN BOSQUE SENDRA**

*Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela **Universidad de Alcalá, Madrid, España
[*angnest@hotmail.com](mailto:angnest@hotmail.com), [**joaquin.bosque@uah.es](mailto:joaquin.bosque@uah.es)

RESUMEN

Con el fin de establecer la situación del Parque Nacional Sierra de la Culata, se detectaron los cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra durante el período 1988-2003, utilizando para ello algunas de las funciones de análisis espacial desplegadas en el Sistema de Información Geográfica raster Idrisi32, aportando así datos para la reformulación del Plan de Ordenación, Manejo y Reglamento de Uso del parque. Los resultados encontrados indican que durante el período reseñado, el 93% del Parque Nacional Sierra de la Culata permaneció en condiciones de estabilidad, detectándose cambios de diversa índole en el 7% de su superficie, de los cuales sólo el 0,31% fueron ocasionados por los habitantes del parque, quienes deforestaron un 0,28% de la superficie de bosques para su conversión fundamentalmente en cultivos permanentes y anuales y en pastizales para ganadería.

Palabras clave: cambios en la cobertura/uso de la tierra, parque nacional, sistemas de información geográfica.

LAND COVER / LAND USE CHANGES IN THE NATIONAL PARK OF SIERRA CULATA. MERIDA-VENEZUELA. PERIOD 1988-2003

ABSTRACT

This study aimed at detecting land cover/land use changes occurred in the area of "Sierra de la Culata" National Park during the period 1988-2003, as well as mapping the Park's current land use/land cover. To this end, we used some of the spatial analysis and modelling functions available in the Geographic Information System software Idrisi. The output of this research provides useful information for the reformulation of a Land Use Management Plan and Regulations for use of the park. The results indicate that during the period studied, 93.2 % of the park's territory remained

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

stable, and 6.76% of its surface was affected by different changes. The 0.31 % of these changes were caused by the park's inhabitants who deforested 0.28% of the park's surface for conversion to permanent and annual crops as well as pastoral areas for cattle grazing.

Keywords: Land cover/land use changes, national park, geographic information system.

1. Introducción

Dentro del marco de la gestión y administración adecuada de los parques nacionales, el Estado venezolano ha reglamentado por decreto la revisión quinquenal de los Planes de Ordenamiento, Manejo y Reglamento de Uso (POMRU), con fines de evaluación y reformulación de los mismos (Venezuela, 1989); pero a nivel nacional este proceso no se ha llevado a cabo (VITALIS, 2007).

No obstante, se han realizado tres evaluaciones de los parques nacionales venezolanos, basadas en la opinión emitida por expertos en torno a un conjunto de variables de diversa índole. Como resultado de estos trabajos el área objeto del presente estudio, es decir el Parque Nacional Sierra de la Culata, es calificado en un primer momento como el menos afectado por las actividades humanas, con menos problemas y menores niveles de riesgo (Rivero y Gabaldón, 1992). Escenario este que parece mantenerse a lo largo del tiempo, ya que en los resultados de la segunda evaluación no se especifica su condición para el momento del análisis, sino que parece incluirse entre las unidades que mantuvieron el mismo nivel de riesgo estimado para 1991 (FUDENA, 2001). En la última revisión realizada no se presentan datos sobre esta área protegida por cuanto no formó parte de la muestra analizada por el organismo evaluador (VITALIS, 2007).

Sin embargo, otros autores (Rangel, 2001; Escalona y Castillo, 2002; Dugarte y Rojas, 2003) han registrado procesos de deforestación sobre sectores de la vertiente norte del Parque Nacional Sierra de la Culata, como las cuencas de los ríos: Frío, Playa Grande, Tucaní y Torondoy.

Por otra parte, las personas que han residido en el parque desde antes de su declaratoria como área protegida, han presionado a la administración del mismo para reclamar los derechos de usufructo que ellos consideran ancestrales sobre las tierras que ocupan (Reyes y López, 1992). A esto se suma la ocupación ilegal de algunos sectores del parque emprendida por inmigrantes colombianos y venezolanos, así como también, la presión ejercida por aquellos pobladores ubicados en las inmediaciones externas a la poligonal que lo delimita, quienes proceden a utilizar los recursos del área protegida al ver agotada su disponibilidad en el entorno del espacio que ocupan (Sulbarán, 1995).

Ante los conflictos enunciados, se inició una investigación con el fin de establecer la situación del Parque Nacional Sierra de la Culata, mediante la detección de los cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra durante el período 1988-2003, utilizando para ello algunas de las funciones de análisis espacial desplegadas en el Sistema de Información Geográfica Idrisi32 (Idrisi, 1987-2001). Los resultados más importantes se exponen en los siguientes apartados, aportando así datos para la reformulación del Plan de Ordenación, Manejo y Reglamento de Uso de esta área protegida y para la toma de decisiones en procura del mantenimiento y protección de la diversidad biológica.

2. Consideraciones conceptuales y metodológicas

Diversas acepciones se encuentran en la literatura en torno al cambio en la cobertura/ uso de la tierra, entendido en unos casos como el tipo de transformación ocurrida en una unidad espacial (Turner *et al.*, 1995), la consecuencia de las relaciones causales establecidas entre sucesivos estados del mundo real (Allen *et al.*, 1995), la extensión superficial de un tipo de cubierta que cambia a otra categoría (Briassoulis, 1999), o el proceso dinámico que refleja una secuencia de decisiones tomadas por los usuarios de la tierra (Walker, 2003). En otros casos, se asocia el cambio en el uso de la tierra a la expresión material de la dinámica humana, ambiental y sus interacciones (Briassoulis, 1999) o se enuncian las diferencias entre cobertura y uso, al definir los cambios en el uso como las transformaciones acumuladas de la cobertura (Lambin y Ehrlich, 1997) y los cambios de la cobertura como un producto de la acción deliberada o inadvertida del uso (Taylor *et al.*, 2000).

Las diferencias entre cobertura y uso son remarcadas por algunos autores, en tanto que el tipo de ocupación de la superficie terrestre, es obtenida de la información captada por sensores remotos sobre la señal emitida por los objetos, la cual no siempre indica el uso al que se destinan los mismos (Chuvieco, 2002; Seto *et al.*, 2002). Por lo tanto, los límites de la cobertura no necesariamente coinciden con los del uso (Jansen y Di Gregorio, 2002). Sobre estos argumentos también se apoyan Seto *et al.* (2002) para establecer distinciones entre cambios en la cobertura y cambios en el uso, siendo este último más difícil de cartografiar por cuanto necesita de información adicional que no es registrada por los sensores remotos. Estas consideraciones permiten explicar el empleo del término cobertura/uso en los títulos de algunas publicaciones, por ejemplo en los estudios sobre detección de cambios que se apoyan en mapas levantados de la interpretación de imágenes satelitales, donde se delimita tanto la vegetación natural como el uso agrícola implícito en las cubiertas de cultivos registrados en los espacios considerados; tal es el caso que nos ocupa.

Para la tipificación de los cambios en la cobertura/uso de la tierra, se parte en la literatura de dos perspectivas o dimensiones que se exponen seguidamente.

2.1. La dimensión temporal

En estudios dinámicos o de análisis de series temporales esta dimensión es examinada mediante la estimación de las tasas a que progresan los cambios ocurridos en más de dos momentos del tiempo (Roy y Tomar, 2001).

En análisis estáticos o casi estáticos (Briassoulis, 1999), también calificados por Marceau *et al.* (2001) como modelo foto (*snapshot*), se evalúa la información de las entidades y atributos presentes en un espacio, pero sólo en dos fechas específicas. Desde esta óptica los patrones de cambios identificados dependen de la extensión del intervalo de tiempo analizado pero no reflejan la dinámica que puede ocurrir dentro del mismo. Sin embargo limitaciones de recursos y de las fuentes de datos, disponibilidad tecnológica y otros factores conducen a muchos investigadores a utilizar este modelo.

Para caracterizar el patrón temporal y modelizar el comportamiento presente, pasado y futuro de la cobertura, con fines de comprensión, predicción y prescripción, se ha empleado una

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

diversidad de categorías como: patrón cíclico, episódico, lineal, estacionario, creciente, decreciente, continuo, discontinuo, repentino, progresivo, reversible o irreversible y recurrente (Petit *et al.*, 2001; Lambin *et al.*, 2003). En otros casos se han desarrollado sistemas de clasificación como el presentado por Lambin y Ehrlich (1997) en el que se discriminan las siguientes categorías: estabilidad ecológica, pérdidas de la cobertura vegetal, ganancias de cobertura vegetal, cambios ecológicos cíclicos y cambios episódicos. Sistema este que permite describir los cambios que ocurren en áreas fundamentalmente naturales como el parque nacional objeto del presente trabajo.

2.2. La dimensión espacial

Con el auge de los SIG y su difusión a diversos campos científicos como las ciencias naturales (Geografía, Ciencias Forestales, Ciencias Ambientales, Ecología), el estudio de la dimensión espacial se concreta, en la mayoría de los trabajos, a la localización, distribución y organización de las unidades transformadas y a la identificación de las estructuras o patrones espaciales. En menor medida se aborda en algunos trabajos específicos, los factores causales de los cambios y los procesos subyacentes. Aunque Briassoulis (1999) agrega al tema otros aspectos como: los flujos de interacción y los cambios en la disponibilidad de factores de producción.

El patrón espacial refleja entonces la localización, distribución, organización (Pan *et al.*, 2004), estructura (Lausch y Herzog, 2002) y dirección del cambio (Ochoa y González, 2000) de las unidades consideradas, reconocido en alguna de las siguientes categorías: concentrado-agregado, ausente, alineado, centrífugo, difuso, circular, irregular, regular, geométrico, aleatorio, uniforme, disperso-desagregado, denso, homogéneo, heterogéneo, continuo, fragmentado y concéntrico (Petit *et al.*, 2001; Roy y Tomar, 2001; Pan *et al.*, 2004, entre otros). Particularmente sobre el proceso de deforestación Mertens y Lambin (1997) plantean los siguientes patrones espaciales del cambio: difuso, geométrico, espina, parche, corredores e islas.

Estos patrones se identifican en los mapas elaborados, para expresar cualitativamente el tipo característico; en otras ocasiones se emplean estimaciones de diversos índices desarrollados dentro del marco de la métrica del paisaje, como indicadores de las características del parche, mancha o polígono que encierra el tipo de cambio ocurrido en la cobertura/uso de la tierra, tales como: la relación área/perímetro, conectividad, densificación, tamaño, número, forma, diversidad, igualdad, borde, intercalación y dimensión fractal, entre otros.

En cualquier caso, para la caracterización de los cambios en la cobertura/uso de la tierra no sólo se han estimado índices y planteado términos específicos de cada campo del saber, sino también se han desarrollado sistemas de clasificación que permiten, por ejemplo, dividir los cambios en sistémicos y acumulativos cuando se analizan ámbitos globales (Turner y Meyer, 1991). A nivel regional y local, se han desplegado otros términos como: **conversión** para describir el cambio de un tipo de cubierta por otra y **modificación** cuando no se operan cambios de categoría pero si se detecta algún nivel de afectación en uno o varios atributos de la misma (Lambin *et al.*, 2003).

Por otra parte, para el cómputo de los cambios en la cobertura/uso de la tierra se distinguen en la literatura tres tendencias generales: los trabajos en que sólo se estima el cambio neto mediante

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

la diferencia entre las superficies ocupadas por cada categoría en las fechas consideradas (Perz y Skole, 2003); aquellos en que se emplean funciones específicas desplegadas en SIG raster como el Idrisi, para interceptar dos mapas de cobertura/uso de la tierra de dos fechas distintas, generándose un mapa de cruce y una matriz de transición, la cual aporta los datos para el cálculo del cambio neto, las ganancias y las pérdidas ocurridas en cada cubierta terrestre (Xiuwan, 2002); y, en tercer lugar, los trabajos que se apoyan en el procedimiento anterior pero, además de las categorías enunciadas incluyen una recientemente diferenciada por Pontius *et al.* (2004), es decir el intercambio o la superficie perdida por una cubierta en un lugar determinado, que simultáneamente, se incrementa en otro. Este nuevo componente es incorporado por el autor en el cómputo del cambio total, el cual se divide por 2 para evitar la duplicidad de superficies en las operaciones realizadas, por cuanto el cambio en un píxel representa simultáneamente la pérdida de una categoría y la ganancia de otra.

Adicionalmente Pontius *et al.* (2004), establecen la procedencia de la transición principal que afecta las pérdidas o ganancias ocurridas en una categoría. Consideran los autores, en este caso, la influencia tanto de la superficie total de cada categoría en el año inicial, como del valor intrínseco de las transiciones entre ellas, sobre las conversiones entre cubiertas. Este valor se estima con los datos aportados por la matriz de transición reseñada en párrafos precedentes. Para ello se utiliza un término de referencia, calculado mediante el reparto de la ganancia o pérdida de una categoría, entre la proporción que cada una de las otras cubiertas representa con respecto a la superficie total del año inicial, siguiendo las operaciones planteadas en la [tabla 1](#).

De acuerdo con Pontius *et al.* (2004), si $R_1 < A_D$, entonces la categoría A contribuye significativamente en la ganancia o pérdida de la categoría D. En el caso contrario no se consideran importantes los aportes de la categoría A a la D.

3. Metodología

El marco precedente permite en principio situar la presente investigación dentro del modelo foto (*snapshot*) reseñado por Marceau *et al.* (2001), ya que la situación del Parque Nacional Sierra de la Culata, en sus dimensiones espacial y temporal, fue establecida mediante el análisis tanto de la localización y distribución espacial de los cambios y la persistencia, como de la identificación del patrón conformado, en sólo dos momentos del tiempo (1988 y 2003). Permite también esta revisión delimitar el proceso de investigación dentro de las siguientes fases de trabajo:

1ª Detección de cambios

Mediante el uso del Sistema de Información Geográfica raster Idrisi32 (Idrisi, 1987-2001), aplicando específicamente la función *change crosstab* del módulo *GIS Analysis*, sobre los mapas de cobertura/uso de la tierra de los años 1988 y 2003. Dos productos se obtienen de la función *change crosstab*: el mapa de cruce y la matriz de transición.

2ª Determinación de la situación del parque en términos de la persistencia y los cambios estimados, con base en los datos de la matriz de transición y tomando en cuenta las formulaciones planteadas por Pontius *et al.* (2004) que a continuación se desglosan:

Las pérdidas

$$P = S_{tc1} - P_c$$

Las ganancias

$$G = S_{tc2} - P_c$$

El intercambio

$$Int = 2 * m_{pg}$$

El cambio neto de cada categoría

$$CNc = G - P$$

El cambio total de cada categoría

$$CTc = CNc + Int$$

El cambio total general

$$CTg = \left(\sum_1^n CTc \right) \div 2$$

El intercambio total

$$IT = \left(\sum_1^n Int \right) \div 2$$

El cambio neto total

$$CNt = \left(\sum_1^n CNc \right) \div 2$$

Siendo:

S_{tc1} = Superficie de la categoría en el año 1

S_{tc2} = Superficie de la categoría en el año 2

P_c = Persistencia de la categoría

m_{pg} = el valor mínimo entre las pérdidas y las ganancias ocurridas en la categoría.

En esta fase también se estableció la procedencia de la transición principal que afectó a las pérdidas o ganancias ocurridas en las cubiertas, de acuerdo con las operaciones expresadas en la [tabla 1](#).

3ª En esta tercera fase se procedió a describir el patrón espacial y temporal de los cambios detectados, mediante el análisis de la cartografía elaborada en la fase anterior y las observaciones de campo. Para ello nos apoyamos en los sistemas de clasificación expuestos por Lambin y Ehrlich (1997) y Mertens y Lambin (1997), los cuales fueron enunciados en las secciones 2.1 y 2.2.

La localización y distribución espacial de los tipos de cambios ocasionados por el hombre y de las superficies que se mantuvieron inalteradas durante el período, fueron representadas cartográficamente y por separado, mediante la aplicación de procesos de reclasificación (SIG Idrisi) sobre el mapa de cruce obtenido en la primera fase.

Para el diseño de los mapas se utilizó el SIG ArcView 3.3 (ESRI, 1992-2002), aplicándose los fundamentos de la corriente comunicacional o semiológica de la Cartografía Temática (Aldana y

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Flores, 1999; Aldana y Flores, 2000; Lois, 2000; entre otros), con el fin de elaborar imágenes simples, de fácil e instantánea percepción, con unos pocos elementos organizados en el plano en forma jerárquica, ubicando los componentes de la información más importantes en el sector del plano de mayor valor visual y tomando en cuenta principios de armonía, equilibrio y sencillez.

Finalmente es importante recalcar que previo al proceso de detección de cambios presentado en este documento, se elaboraron los mapas de cobertura/uso de la tierra de los años 1988 y 2003 a escala 1:100000, a partir de la interpretación, con el software PCI 9.1 (PCI Geomatics, 2003), de imágenes captadas por el sensor Landsat (resolución del píxel=30 m), mediante el empleo de la técnica de los árboles de decisión, apoyándonos en el índice de contenido de humedad en la vegetación (NDII) e información auxiliar como la altitud. La unidad mínima de interpretación osciló alrededor de los 5 píxeles (Aldana y Bosque, 2008).

4. Área en estudio

El Parque Nacional Sierra de la Culata forma parte de la Cordillera de los Andes, cadena montañosa que atraviesa el continente suramericano, emplazándose de cara al Océano Pacífico hasta entrar en Colombia, donde en el Nudo de Pamplona se divide en dos ramales que se extienden hasta Venezuela bajo la denominación de la Sierra de Perijá y la Cordillera de Mérida.

La Cordillera de Mérida está compuesta por la Sierra Nevada y la Sierra de la Culata, separadas por una fosa tectónica configurada por el sistema de fallas Boconó (Cárdenas *et al*, 2000). Es en la Sierra de la Culata donde se ubica el Parque Nacional objeto de estudio, en plena Zona Intertropical, al Norte de Suramérica, al occidente de Venezuela y al noreste del estado Mérida, abarcando un poco más de 2000 Km² y extendiéndose entre los 8° 35' 22" y los 9° 10' 4" de Latitud Norte y entre los 70° 34' 34" y los 71° 27' 47" de Longitud Oeste. Limita al norte con el piedemonte andino lacustre (estado Zulia); al sur con las vertientes orográficas de las cuencas de los ríos Chama y Mucujún (estado Mérida); al este con las cuencas de los ríos Motatán (estado Trujillo) y Santo Domingo (estado Mérida) y al oeste con la cuenca del río Mucujepe (estado Mérida) ([figura 1](#)).

El parque presenta un clima cálido en las zonas bajas en contacto con el piedemonte andino lacustre, templado en las laderas medias y frío en las partes más elevadas del mismo. Como rasgo característico de montaña tropical el parque exhibe una fisiografía abrupta y de grandes desniveles altitudinales, que oscila entre los 800 y los 4.760 msnm, con vertientes empinadas o de fuertes pendientes que rodean valles estrechos y con perfiles longitudinales muy inclinados que incrementan la elevada torrencialidad a los cursos fluviales que los drenan ([figura 2](#)).

Por encima de los 3000 msnm aproximadamente, se distinguen paisajes significativos que reflejan las huellas del glaciario y el periglaciario fini-pleistoceno, en forma de circos glaciares, aristas, picos, valles en U, rocas aborregadas, surcos glaciares y otros rasgos de erosión. Así como también, en las acumulaciones morrénicas, derrubios glaciares, turberas, rellenos aluviales y lagunas de origen glaciario ampliamente representadas en el parque. Afloramientos rocosos que datan del Precámbrico Superior, se presentan en el parque en forma dominante y son representados por el Grupo Iglesias de la Formación Sierra Nevada.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Particulariza además al Parque Nacional Sierra de la Culata, la presencia de sectores donde quedan muestras de ecosistemas muy escasos de los Andes venezolanos como son: el Bosque Nublado Montano Alto sobre terrenos relativamente planos y las formaciones vegetales correspondientes al Páramo Desértico Altiandino y al Desierto Periglacial, entre otros (INPARQUES-Mérida, 1991).

Dentro de la poligonal del parque se encuentran también algunas comunidades humanas, cuyos habitantes vienen utilizando, en su mayoría, el sistema agrícola tradicional desarrollado en los Andes venezolanos, en el que se organiza la unidad de producción alrededor de la familia, la cual aporta la fuerza de trabajo para producir fundamentalmente para el autoconsumo, subsistiendo en el medio rural andino a pesar de las precariedades (Rojas, 1995).

5. Resultados y discusión

5.1. Matriz de transición y balance entre tipos de cambios y persistencia.

La intersección de los mapas de cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata correspondiente a los años 1988 y 2003 utilizando el módulo *GIS Analysis* y la función *change-crosstab* del SIG Idrisi32, arrojó dos tipos de resultados:

- El mapa de cruce (*cross-classification*) que expresa la localización y distribución espacial de las unidades de cambios y las persistencias detectadas en el parque y
- La matriz de transición ([tabla 2](#)), que indica las superficies (Has) ocupadas por las categorías desplegadas en el mapa de cruce enunciado.

En la matriz de transición podemos observar las superficies que se mantuvieron estables durante el período y los tipos de cambios ocurridos en el parque. Tales cambios se dividen en dos grupos ([figura 3](#)): los cambios reales ocasionados por el hombre por una parte y los cambios erróneos y atmosféricos por la otra. Estos últimos se corresponden con los errores debidos a la corrección geométrica y clasificación de las imágenes satelitales interpretadas con el fin de producir la cartografía de la cobertura/uso de la tierra de los años 1988 y 2003 (Aldana y Bosque, 2008). Se incluyen también en este grupo a los cambios registrados por el efecto de las cubiertas de nubes (captadas por el satélite en los dos momentos temporales) sobre los bosques, páramos y cultivos.

Con todos los datos de la matriz de transición se realizó el balance general de la situación del parque, de acuerdo con los parámetros planteados por Pontius *et al.* (2004), cuyos resultados reunidos en la [tabla 3](#), engloban en las columnas de pérdidas y ganancias a todas las superficies de cambios detectados (reales o no) en cada categoría.

El balance precedente ([tabla 3](#)) podría generar confusiones en los usuarios de la información obtenida, particularmente, como lo subrayan diversos autores citados por Jamison (2003), cuando se utilizan como herramientas de presión política para obtener presupuestos gubernamentales más adecuados, revisar la asignación de recursos y prioridades de gastos, mejorar la participación cívica en la toma de decisiones de áreas protegidas y promover la transparencia y

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): “Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003”, *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

entrega de cuentas o, según Vreugdenhil *et al.* (2003), como base para justificar las recomendaciones e intervenciones institucionales y gubernamentales, entre otros fines prácticos.

Es común en estos casos, que los administradores y gerentes de los espacios demanden a los organismos competentes la cantidad total de recursos requeridos para alcanzar una meta sobre el área total afectada (sumatoria de pérdidas por ejemplo), y discriminen las asignaciones presupuestarias en actividades específicas a implementar en cada categoría modificada (recuperación de zonas deforestadas por ejemplo). Con el balance de la [tabla 3](#), la suma de los recursos destinados a corregir los cambios parciales, no podría ser igual al monto total estimado a partir de la sumatoria total de pérdidas, ganancias, o del intercambio y cambio neto que se ha dividido por 2.

Estas dificultades podrían soslayarse si se introducen algunas modificaciones a la forma de estimar el cambio neto y el cambio total que se plantea en la [tabla 3](#). Es decir computando el cambio neto no como el valor absoluto de la diferencia entre pérdidas y ganancias, sino bajo una nueva formulación, como la que se describe a continuación:

$$CN = (P + G) - Int$$

Siendo:

CN = Cambio Neto

P = Pérdidas

G = Ganancias

Int = Intercambio

Por otra parte, es necesario aplicar la división por 2 a cada uno de los cambios totales estimados en cada categoría, y no solamente al total general como se procedió en la [tabla 3](#). Una vez realizadas estas modificaciones se obtiene la [tabla 4](#), propuesta planteada en el presente trabajo como un medio de obtener un balance más equilibrado.

Dos situaciones se presentan en el balance de una cubierta:

- Valores similares en las pérdidas y la ganancias, generando un cambio neto igual a cero o cercano al mismo y un intercambio que expresa un equilibrio entre la cantidad perdida y ganada, indicando con ello una tendencia de la cubierta a mantenerse en la misma proporción a lo largo del tiempo, en una suerte de “estabilidad o persistencia”, pero reubicada en otro lugar y
- Valores distintos en las estimaciones de las pérdidas y las ganancias, con cambios netos e intercambios variables, que indican la tendencia de las cubiertas a perder o ganar superficie en el tiempo, como ocurrió en el Parque Nacional Sierra de la Culata, marcado por la pérdida de bosques y páramos y por los incrementos de las superficies agrícolas. Se distinguen igualmente intercambios variables en casi todas las categorías, presentándose las más altas proporciones en las cubiertas de bosques y las de menor magnitud en zonas cultivadas.

De manera general también podemos observar en la [tabla 4](#) que un 93% del territorio del parque ha permanecido con el mismo tipo de cobertura/uso de la tierra que tenía en 1988, mientras

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

que el cambio en algunas categorías llegó a afectar al 7% de la superficie total. Cifras análogas se han obtenido en otras áreas estudiadas, como el Estado de México (Pineda, 2007) donde se encontró un 93,28% de estabilidad y un 6,72% de cambios. De igual forma en la Comunidad de Madrid entre 1990 y 2000, el porcentaje de estabilidad observado fue de un 94% y el cambio de un 6% (Plata, 2007). En otro estudio realizado sobre la Comunidad de Madrid la importancia de la persistencia era mucho menor (Aldana, 2005), aunque en ese caso podría influir las diferencias en las dos fuentes de información empleadas para elaborar los mapas de cobertura de la tierra de los dos momentos estudiados.

De acuerdo con estos datos podríamos considerar entonces que el Parque Nacional Sierra de la Culata, por constituir una unidad relativamente pequeña y protegida, debería tener menores valores de cambio en la cobertura/uso de la tierra, que regiones mucho más extensas como el Estado de México o la Comunidad de Madrid, sometidas a un rápido proceso de urbanización. No obstante, como lo reseñamos en párrafos anteriores ([figura 3](#)), el 7% de los cambios detectados en el área objeto del presente estudio, engloba los cambios reales (0,31%) y los no reales (6,45%). Así que, en principio los resultados expresados en la [tabla 4](#) parecen indicar que los cambios reales, ocurridos durante el período 1988-2003, fueron poco significativos y bastante inferiores a los registrados en áreas de crecimiento urbano como las reseñadas con anterioridad.

Así mismo se puede identificar en la [tabla 4](#), a las categorías con las principales cifras de persistencia. En concreto, son el bosque y el páramo las dos cubiertas que más superficie ocupan en las dos fechas estudiadas.

5.2. Fiabilidad de los cambios detectados.

La comparación de los cambios reales detectados en la investigación, con datos de campo recopilados en áreas de expansión agropecuaria, sobre muestras predefinidas mediante la aplicación de un muestreo estratificado aleatorio, reflejó una analogía total entre ellas. Sin embargo, la verificación no fue posible en los sectores donde parece desarrollarse una ganadería semintensiva, al suroeste del parque en los alrededores del páramo de La Osa, La Sabana y el páramo del Tambor, pues el acceso no fue permitido por sus propietarios; así como tampoco en algunas áreas de la vertiente norte carentes de vigilancia y control, y que por lo tanto ofrecen poca seguridad a los visitantes de las mismas.

En consecuencia, la fiabilidad de los cambios y la persistencia, puede considerarse bastante adecuada, pero las observaciones precedentes en conjunto con el hecho de que la verificación en el campo fue realizada fundamentalmente sobre las unidades de mayor tamaño, ubicadas en las cercanías de las vías de acceso vehicular, y en las zonas más seguras para los visitantes, inducen a pensar en la sobrevaloración de la fiabilidad enunciada. No obstante, los resultados obtenidos aportan una visión general de la situación confrontada en el parque, las tendencias de expansión de la actividad humana, los sectores que necesitan estudios más detallados y los que deben inspeccionar las autoridades competentes.

5.3. Situación del Parque Nacional Sierra de la Culata

La integración de los resultados preliminares (punto 5.1.) con el análisis de los mapas generados por reclasificación del mapa de cruce, para separar a las unidades estables y los cambios reales, permite resumir la situación del parque en los siguientes términos:

5.3.1. Cambios y persistencia en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata

De acuerdo con los datos de la [tabla 4](#) y la [figura 4](#), durante el período 1988-2003, el 93% del Parque Nacional Sierra de la Culata permaneció en las condiciones existentes en el momento de su declaratoria como figura jurídica bajo régimen especial de protección. El 7% restante representa la totalidad de cambios aportados por la matriz de transición, de los cuales sólo el 0,31 % constituyen los cambios reales y se vinculan con la superficie del parque que fue afectada por las actividades humanas.

5.3.2. Persistencia en el Parque Nacional Sierra de la Culata

En la [figura 5](#) y la [tabla 4](#) se puede observar el predominio de la estabilidad en las cubiertas naturales, abarcando los bosques (42%) y el páramo (50%) las mayores superficies y en proporciones muy cercanas entre ellas, mientras que los cuerpos de agua conformados por lagunas de origen glaciario insertadas en las partes más altas del parque, al fondo de los circos glaciares estructurados en las cabeceras de las cuencas, representan sólo una pequeña parte del área total (0,28%). Se puede apreciar también la persistencia de las zonas cultivadas reflejo de la intervención humana en esta área protegida, particularmente en las inmediaciones de los límites del parque, pero fundamentalmente sobre la vertiente norte, afectando a 1916 Ha. ([tabla 5](#)).

La [figura 5](#) resalta, por otra parte, la localización de los tipos de actividades que se han mantenido sin cambios en esta área protegida y el patrón de distribución registrado, el cual ha sido condicionado por factores naturales, socioeconómicos, institucionales y culturales. Así, en las zonas bajas más húmedas y cálidas de la vertiente norte y oeste del parque, se instalan cultivos permanentes y anuales y pastizales para ganadería, mientras que en las zonas altas y más frías, la producción se limita a cultivos hortícolas y anuales. Estos cultivos también se detectan en las pequeñas unidades productivas desarrolladas generalmente con sistemas de riego, en zonas bajas de la vertiente sur. En cualquier caso, las actividades agrícolas que predominan en el parque son las orientadas a cultivos permanentes y anuales, ocupando la mayor superficie agrícola, seguido de los cultivos hortícolas y anuales de piso alto, en contraparte con la horticultura y cultivos anuales de piso bajo, que ocupan la menor extensión ([tabla 5](#)).

5.3.3. Tipos de cambios ocurridos en el Parque Nacional Sierra de la Culata

A) Pérdidas de bosque

Las principales pérdidas de bosque representadas en la [figura 6](#) y la [tabla 6](#), indican que los espacios talados que fueron sustituidos por actividades agropecuarias representan el 0,28% del área protegida. La tala se realizó fundamentalmente en la vertiente norte del parque y al oeste del mismo en el sector del páramo de la Osa; aunque en la vertiente sur en las cercanías del centro poblado Tabay se aprecia una pequeña intervención que no debe subestimarse.

En la [tabla 6](#) observamos también que la principal conversión del bosque ocurrió a favor de los cultivos permanentes y anuales (0,23%), lo cual es corroborado por las transiciones aleatorias estimadas con la metodología de Pontius *et al.* (2004) cuyos resultados se expresan en la [tabla 7](#). Encontramos en este caso que el aporte real de la superficie de bosques para el desarrollo de cultivos permanentes y anuales es mayor que las superficies estimadas aleatoriamente ($439 > 382$), por lo tanto la participación de tal actividad agrícola en las pérdidas de bosques es muy significativa. Una situación contraria ocurre con las otras cubiertas agrícolas, cuya influencia real es menor que el término de referencia estimado, indicando con ello una contribución menos importante en las pérdidas de bosques.

B) Expansión agrícola

Las principales unidades afectadas por el proceso de expansión agrícola, están representadas en la [figura 7](#) y la [tabla 8](#), en torno a los cuatro tipos de actividades agropecuarias que a lo largo del tiempo se han desarrollado, mantenido e incrementado en el parque. Las nuevas superficies agrícolas fueron establecidas en las cercanías de los espacios cultivados existentes en el parque para 1988.

Es dominante la expansión de cultivos permanentes y anuales a expensas de cubiertas boscosas fundamentalmente y caso contrario, se registró una mínima alteración en los páramos. Tal procedencia principal de las ganancias en las cubiertas agrícolas es comprobada, según la metodología de Pontius *et al.* (2004), con las estimaciones de las transiciones aleatorias expresadas en la [tabla 9](#), donde podemos observar que el aporte real del bosque a cultivos permanentes es mayor que su respectivo término de referencia ($439 > 290$). En los casos restantes ocurrió lo contrario, por lo tanto los aportes del bosque y el páramo al incremento de las otras cubiertas agrícolas fueron menos significativos.

C) Los factores causantes de los cambios

La presencia dentro del Parque Nacional Sierra de la Culata de áreas no intervenidas por el hombre, junto con las afectadas por sus acciones, es causada por múltiples fuerzas, entre ellas es evidente la influencia de la vialidad en el proceso de expansión agrícola, tal como ocurre al este de los Andes colombianos, cuyas vertientes más accesibles (Valle del Magdalena) se encuentran más severamente transformadas, que las ubicadas en las zonas más aisladas donde el desarrollo de carreteras ha sido lento, es decir al sur en los límites con Ecuador y al norte en el Parque Nacional Cocuy (Armenteras *et al.*, 2003). Desde esta perspectiva, también han sido documentadas zonas

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

bajas de África como pobremente conservadas, a diferencia de sus áreas montañosas mejor resguardadas (Heydenrych *et al.*, 1999).

La presencia y creación de nuevas vías de comunicación y transporte, que aproximan las áreas naturales a la acción humana, constituye uno de los factores reportados en la literatura que incentivan la deforestación, por cuanto facilitan el traslado de la madera y la integración al mercado (Jokisch y Lair, 2002; Armenteras *et al.*, 2003), favoreciendo el desarrollo de prácticas de uso agrícola de la tierra, la tala de los bosques y la pérdida de poblaciones de fauna (Blom *et al.*, 2004) mediante la caza y pesca furtiva; problema este que afecta a más del 80% de los parques analizados por Jamison (2003).

Por otra parte, algunos autores especifican el papel de las vías de comunicación como barreras para las especies nativas (Selvik, 2004) y también como corredores a lo largo de los cuales se desarrollan los procesos de invasión de especies exóticas, no sólo en parques nacionales sudamericanos que presentan altas concentraciones de especies endémicas (Pauchard y Alaback, 2004), como es el caso que nos ocupa, sino también en parques de otros países tropicales (Jamison, 2003).

Niveles bajos de afectación humana como los encontrados en el Parque Nacional Sierra de la Culata, también han sido detectados en las montañas de Ecuador (Jokisch y Lair, 2002) y en otras áreas protegidas del mundo como las registradas en Costa Rica durante el período 1960-1997 (Sánchez-Azofeifa *et al.*, 2003). Se aprecia así mismo la similitud de este parque con otras áreas protegidas en términos de la persistencia de la cobertura vegetal natural, como en los bosques de la reserva forestal de Mafungautsi Zimbabwe, durante el período 1976-1996 (Mapedza *et al.*, 2003), los mínimos cambios ocurridos en pequeños parches al norte de las montañas Apalache, USA (Turner *et al.*, 2003), en algunos manglares de Tasmania (Wang *et al.*, 2003) y la estabilidad de los ambientes naturales en el delta del río Paraná (Biondini y Kandus, 2000).

Para explicar estos hechos se registra en la literatura la actividad de una variedad de fuerzas y sus interrelaciones, que determinan los procesos de intervención humana en áreas protegidas. Desde esta perspectiva y sin desconocer el papel de un gran número de factores causales, los resultados encontrados en el presente trabajo parecen ratificar la relación existente entre las escasas vías de comunicación construidas dentro del parque Sierra de la Culata y el alto porcentaje de cubiertas que han permanecido estables durante el período de análisis. Por lo tanto la carencia de vías debería considerarse como una ventaja o condición importante para la protección de la vegetación natural, tal como lo remarcan Sanchez-Azofeifa *et al.* (2003).

El balance entre la persistencia y los cambios ocurridos en el Parque Nacional Sierra de la Culata revelan, en principio, la acertada decisión tomada por el estado venezolano de proteger más de 2000 Km² de cubiertas naturales bajo tal figura, pero los resultados expuestos deben considerarse con cautela, ya que la magnitud de la problemática observada en campo, no puede ser apreciada sólo con los datos presentados en una matriz de transición, que es producto de la intersección de mapas de cobertura/uso de la tierra elaborados a partir de la información captada por imágenes Landsat (Aldana y Bosque, 2008).

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Es necesario incorporar en el análisis tanto al contexto que rodea al parque ubicado aguas abajo de sus límites, como tener en cuenta la resolución de las imágenes satelitales procesadas (píxel 30 m) que, por una parte, descarta a las pequeñas unidades productivas, cuyo número y dimensiones se desconoce y, por la otra, no permite detectar las actividades ilícitas de diversa índole ejecutadas de manera recurrente por colonizadores colombianos y venezolanos, afectando a la fauna y flora del parque mediante la cacería furtiva y procesos de tala selectiva.

Actividades estas que, al decir de Schwartzman *et al.* (2000) refiriéndose al caso del Amazonas, degradan tanto bosque como el que es aclarado y quemado cada año en este espacio, lo cual permite concluir a estos autores, que las mediciones basadas en imágenes Landsat subestiman la influencia humana sobre bosques tropicales, por cuanto, como lo verificamos en el Parque Nacional Sierra de la Culata, y lo reseñan también Vreugdenhil *et al.* (2003), las deforestaciones selectivas y de pequeña extensión por lo general no son registradas en tales imágenes.

Por otra parte, estas actividades se llevan a cabo en áreas de fuertes pendientes, y contribuyen a modificar el régimen hidrológico de los afluentes que discurren sobre ellas, como lo indican Vanacker *et al.* (2003), provocando la pérdida de los suelos y de la estabilidad de las vertientes, incrementando los movimientos en masas (Glade, 2003) y la disponibilidad de una mayor carga de sedimentos, a ser arrastrados por ríos de carácter torrencial que depositan el material aguas abajo, como ha ocurrido en las zonas adyacentes al parque, siendo afectados algunos centros poblados y la red vial del sur del Lago de Maracaibo.

5.3.4. Patrón espacial y temporal

Desde esta perspectiva se observa en la [figura 7](#) un patrón de distribución de los cambios que tienden a concentrarse en lugares específicos. Así:

- Los cambios de bosques a cultivos hortícolas y anuales, se ubican en la vertiente sur sobre las inmediaciones del centro poblado Tabay, reduciendo la disponibilidad de agua potable para satisfacer las necesidades de las poblaciones ubicadas en sus alrededores. Sector este que viene presentando un alto crecimiento poblacional y donde ya se aprecian las deficiencias de este preciado líquido, así como también las demandas de los habitantes por obtener este recurso.

- Los cambios de bosques a pastizales para ganadería semi-intensiva, con fines fundamentalmente de leche, tienen lugar en el sector del páramo de La Osa y el páramo del Tambor al oeste del parque, lo cual probablemente se vincula con el tipo de actividad que se desarrolla en los alrededores y con la existencia de un mercado ya definido, lo cual influye en la elección de los productores quienes terminan sirviéndose de tales ventajas comparativas.

- Los cambios de bosque a cultivos permanentes y anuales se presentan fundamentalmente en las cercanías de los linderos del parque y con mayor preponderancia en las inmediaciones y a lo largo del lindero que discurre en la vertiente norte sobre el piedemonte andino lacustre, en forma concentrada en las localidades de Costa Rica, Guachizón, Río Frío, Los Limones, Río Perdido y Los Curos-Tucaní. En las cercanías de estas zonas deforestadas se distinguen unidades agrícolas

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

más pequeñas que de manera difusa tienden a emplazarse en dirección a las partes altas de las cuencas.

De acuerdo con las respuestas emitidas por los pobladores del parque, en las entrevistas aplicadas en su momento, los colonos han desarrollado mecanismos de comunicación entre ellos, creándose senderos o picas dentro del bosque, lo cual podría explicar, en parte, la tendencia del proceso de deforestación-colonización-expansión agrícola a alinearse en forma paralela al lindero del parque. Este proceso también discurre simultáneamente en dirección perpendicular al lindero mediante la apertura de nuevas áreas de colonización, buscando las partes altas de las cuencas, aparentemente menos vigiladas por los organismos competentes.

Por otra parte, se reconoce en la [figura 8](#) la presencia generalizada de unidades agroproductivas sobre las laderas orientadas hacia el Este, no visibles desde las vías que dan acceso al parque por el piedemonte andino lacustre, ubicado al sur del Lago de Maracaibo. Expresa este patrón una estrategia de colonización de aquellos espacios que no pueden observar directamente las autoridades competentes cuando realizan los recorridos e inspecciones, a menos que se internen dentro de su territorio.

Los procesos de deforestación-expansión agrícola se han desarrollado por lo tanto, en dos direcciones fundamentales: Suroeste-noreste, en forma paralela al lindero del parque, viéndose afectados con mayor intensidad las áreas más cercanas a la frontera colombiana y Noroeste-sureste en forma perpendicular al lindero y en dirección de las cuencas altas.

Los cambios detectados y los patrones de colonización dejan suponer que la vigilancia sólo ha sido realizada sobre las cercanías del parque en las inmediaciones del lindero mediante recorridos cortos con menos de un día de trayecto, ya que la penetración hacia las zonas intervenidas necesita entre uno y cuatro días de camino.

Relacionados específicamente con la deforestación, y de acuerdo con la clasificación de Mertens y Lambin (1997), se observan en el parque los patrones más frecuentes registrados en zonas tropicales, es decir:

- Un patrón geométrico, por la configuración regular de las unidades agrícolas desarrolladas en las cercanías del centro poblado Tabay, al sur del parque y al oeste en el páramo de la Osa y por cuanto el aclareo (aunque no ocurre a gran escala) es desarrollado con actividades del sector moderno, lo cual se expresa en el uso de sistemas de riego y en el empleo de mano de obra asalariada.

- Un patrón difuso, por presentarse las unidades agrícolas en forma de manchas generalmente pequeñas y dispersas en dirección de las cuencas altas y a lo largo del límite del parque, ocasionado por la agricultura tradicional fundamentalmente de subsistencia que se desarrolla en la vertiente norte.

Por otra parte, tomando en cuenta la clasificación de Lambin y Ehrlich (1997), el patrón temporal observado en el área expresa un incremento en las pérdidas de la cobertura vegetal y un incremento de los cultivos y pastizales creados cual potreros en sustitución del bosque.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Paralelamente y de manera dominante en todo el parque, se distingue también un patrón temporal de estabilidad ecológica en las áreas donde persisten diversas cubiertas vegetales naturales en condiciones de mínima o nula intervención humana.

Los resultados encontrados revelan que, durante el período de análisis, en el Parque Nacional Sierra de la Culata, ocurrieron procesos de **conversión** de unidades boscosas y parameras a cubiertas agropecuarias. No se detectaron procesos de **modificación** de la cobertura/uso de la tierra, lo cual es ratificado en las encuestas aplicadas a los habitantes del parque, quienes manifestaron el arraigo a sus costumbres al mantener la modalidad del sistema productivo tradicional que se ha desarrollado a lo largo del tiempo en el área y en general en los Andes venezolanos.

Imágenes captadas por sensores remotos de resolución variable son utilizadas en investigaciones de este tipo para obtener los datos primarios (cartografía de la cobertura/uso de la tierra de las dos fechas evaluadas) requeridos por el SIG para detectar los cambios, lo cual probablemente explica el hecho de que la mayoría de las publicaciones registran la conversión de las cubiertas, más que la modificación de sus atributos. Este tema precisa de levantamientos de campo adicionales sobre los aspectos funcionales del uso agrícola en los dos momentos temporales.

El análisis espacial del patrón de la cobertura/uso de la tierra usando SIG, ha cobrado importancia en las últimas décadas. Sin embargo, sobre Latinoamérica tropical, tal como lo recalcan Ochoa y González (2000) y lo reflejan los resultados encontrados en el presente trabajo, todavía son necesarios estudios detallados en la materia.

6. Conclusiones

Los resultados presentados no sólo ratifican la importancia de los SIG como herramienta de análisis espacial, sino también enriquecen el conocimiento sobre la situación del Parque Nacional Sierra de la Culata, aportando información significativa para la toma de decisiones y la reformulación del Plan de Ordenamiento, Manejo y Reglamento de Uso de esta área protegida.

Aunque durante el período 1988-2003, en el Parque Nacional Sierra de la Culata se aprecian pocos cambios (0,31%) ocasionados por el hombre y una dominante estabilidad o persistencia (93%), la deforestación del 0,28% de la superficie de bosques, para su conversión fundamentalmente a cultivos anuales y permanentes y de pastizales para ganadería, no debe ser subestimada, menos aún, cuando estos porcentajes fueron computados con base en los datos levantados de imágenes Landsat, las cuales no dejan entrever la tala selectiva, ni las pequeñas unidades agrícolas conformadas dentro del parque, cuyo número y ubicación se desconoce.

La declaración de áreas bajo régimen especial de protección limita en gran medida la actividad humana pero no la detiene del todo, particularmente bajo condiciones de escasez de recursos, de control y vigilancia, como se evidencia en el manejo del Parque Nacional Sierra de la Culata, sobre el cual es necesario implementar medidas de diversa índole para frenar el proceso de colonización que parece avanzar hacia el interior de esta área protegida, particularmente en su vertiente norte.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Sin embargo, es necesario remarcar que los parques nacionales no constituyen entes aislados que dependen sólo del accionar de la institución responsable de velar por su adecuado funcionamiento, sino que están inmersos dentro de un espacio mayor, cuyos agentes gubernamentales, organismos públicos y privados, comunidades de diverso tamaño y usuarios nacionales y extranjeros en general se interrelacionan con el área protegida e intervienen directa o indirectamente en el proceso de manejo de sus recursos. Conformando un conjunto de múltiples actores que de manera coparticipe con la institución gerente del parque, hemos de plantear soluciones a los conflictos presentados en un espacio afectado por problemas fronterizos como los confrontados con Colombia, entre muchos otros.

Agradecimientos

El presente documento reúne algunos de los resultados obtenidos en la tesis doctoral intitulada "Evaluación de los cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata, Estado Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", elaborada dentro del marco del programa de doctorado en "Cartografía, SIG y Teledetección" (Universidad de Alcalá, Madrid España) con el apoyo económico y logístico aportado por las siguientes Instituciones:

- La Universidad de Los Andes, Mérida-Venezuela.
- El Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes (CDCHT), Mérida-Venezuela. Proyecto código: FO-523-03
- El Centro de Procesamiento Digital de Imágenes, Venezuela (CPDI).
- El Viceministerio de Conservación Ambiental del Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales, Venezuela.
- El Grupo Pedología y Medio del CDCHT, Universidad de los Andes, Mérida-Venezuela.
- El Instituto Nacional de Parques (INPARQUES), Venezuela.
- El Departamento de Geografía de la Universidad de Alcalá, Madrid-España.

Referencias bibliográficas

- Aldana Dezzeo, A. (2005): "Cartografía de los cambios en las cubiertas artificiales de la Comunidad de Madrid-España (1987-1997)", *Revista Forestal Latinoamericana.*, 37, pp. 59-86.
- Aldana, A. y Bosque, J. (2008): "Cartografía de la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata", *Revista Geográfica Venezolana*, 49,2. (En proceso de publicación)
- Aldana, A. y Flores, E. (1999): "La corriente comunicacional o semiológica de la cartografía temática", *Geoenseñanza*, 4, 2, pp. 223-236.
- Aldana, A. y Flores, E. (2000): "Diagramación de mapas temáticos", *Geoenseñanza*, 5,1, pp. 95-122.
- Allen, E., Edwards, G., y Bédard, Y. (1995): "Qualitative causal modeling in temporal GIS", en Frank y Kuhn (Eds.), *Spatial information theory – a theoretical basis for GIS (COSIT'95)*. Lecture Notes in Computer Science. Austria, Springer-Verlag, pp.397-412.
- Armenteras, D., Gast, F. y Villarreal, H. (2003): "Andean forest fragmentation and the representativeness of protected natural areas in the eastern Andes, Colombia", *Biological Conservation*, 113, 2, pp. 245-257.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

- Biondini, M. y Kandus, P. (2000): "Análisis de una serie temporal de fotos aéreas para la detección de cambios en las islas del frente de avance del delta del río Paraná", *Proceedings XI Simposio Latinoamericano de Percepción Remota*, Argentina.
- Blom, A., Zalinge, R., Mbea, E., Heitkönig, I. y Prins, H. (2004): "Human impact on wildlife populations within a protected Central African forest", *African Journal of Ecology*, 42, 1, pp.23-32.
- Bosque Sendra, J. (s/f) : *Asignatura: SIG, Cambio Global y Desarrollo Sostenible*. Programa de Doctorado en "Cartografía, SIG y Teledetección". Universidad de Alcalá. Departamento de Geografía. <http://www.geogra.uah.es/%7Ejoaquin/cglobal/index.php>
- Briassoulis, H. (1999): "Analysis of land use change: Theoretical and modeling approaches", *The web Book of Regional Science*, Regional Research Institute, West Virginia University. <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/>
- Cárdenas, A., Carpio, R. y Escamilla, F. (2000): *Geografía Física de Venezuela*, Caracas, Venezuela, Fondo Editorial de la Universidad Experimental Libertador.
- Chuvieco Salinero, E. (2002): *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*, Barcelona, España, Ariel Ciencia.
- Dugarte, I. y Rojas, J. (2003): *Evaluación de la deforestación en tres cuencas montañosas del piedemonte lacustrino de la Cordillera de Los Andes*, Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- Escalona, A. y Castillo, E. (2002): *Diagnóstico con fines conservacionistas de la cuenca alta y media de río Frío (área dentro del Parque Nacional Sierra de la Culata)*, Mérida, Venezuela, Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- ESRI (1992-2002): *ArcView 3.3*, Environmental Systems Research Institute, USA.
- FUDENA (2001): *Visión 2001: Situación actual del sistema de parques nacionales de Venezuela*, <http://www.fudena.org.ve/SistemaNacional.pdf>
- Glade, T. (2003): "Landslide occurrence as a response to land use change: a review of evidence from New Zealand", *Catena*, 51, 3-4, pp.297-315.
- Heydenrych, B., Cowling, R. y Lombard, A. (1999): "Strategic conservation interventions in a region of high biodiversity and high vulnerability: a case study from the Agulhas Plain at the Southern tip of Africa", *Oryx*, 33, 3, pp.256-270.
- Idrisi (1987-2001): *IDRISI 32*. Clark University, Clark Labs for Cartographic Technology and Geographic Analysis, USA.
- INPARQUES-Mérida (1991): *Situación actual del Parque Nacional Sierra de la Culata*, Mérida, Venezuela.
- Jamison, E. (2003): "Rapid assessment of protected area management effectiveness in four countries", *BioScience*, 53, 9, pp. 883-841.
- Jansen, L. y Di Gregorio, A. (2002): "Parametric land cover and land-use classifications as tools for environmental change detection", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 91, 1-3, pp.89-101.
- Jokisch, B. y Lair, B. (2002): "One last stand? Forests and change on Ecuador's Eastern Cordillera", *Geographical Review*, 92, 2, pp. 235-257.
- Lambin, E. y Ehrlich, D. (1997): "Land-cover changes in Sub-Saharan Africa (1982-1991): Application of a change index based on remotely sensed surface temperature and vegetation indices at a continental scale", *Remote Sensing of Environment*, 61, pp. 181-200.
- Lambin, E., Geist, H. y Lepers, E. (2003): "Dynamics of land-use and land-cover change in tropical regions", *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 28, pp. 205-241.
- Lausch, A y Herzog, F. (2002): "Applicability of landscape metrics for the monitoring of landscape change: issues of scale, resolution and interpretability", *Ecological Indicators*, 2, 1-2, pp.3-16.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

- Lois, C. (2000): "La elocuencia de los mapas: un enfoque semiológico para el análisis de cartografías", *Documentos de Análisis Geográficos*, 36, pp.93-109.
- Mapedza, E., Wright, J. y Fawcett, R. (2003): "An investigation of land cover change in Mafungautsi Forest, Zimbabwe, using GIS and participatory mapping", *Applied Geography*, 23, 1, pp.1-21.
- Marceau, D., Guindon, L., Bruel, M. y Marois, C. (2001) : "Building temporal topology in a GIS database to study the land-use changes in a rural-urban environment", *Professional Geographer*, 53, 4, pp. 546-558.
- Mertens, B. y Lambin, E. (1997): "Spatial modelling of deforestation in Southern Cameroon. Spatial disaggregation of diverse deforestation processes", *Applied Geography*, 17, 2, pp. 143-162.
- Ochoa, S. y González, M. (2000): "Land use and deforestation in the highlands of Chiapas, Mexico", *Applied Geography*, 20, pp.17-42.
- Pan, W., Walsh, S., Bilsborrow, R., Frizzelle, B., Erlien, C. y Baquero, F. (2004): "Farm-level models of spatial patterns of land use and land cover dynamics in the Ecuadorian Amazon", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101, 2/3, pp. 117-135.
- Pauchard, A. y Alaback, P. (2004): "Influence of elevation, land use, and landscape context on patterns of alien plant invasions along roadsides in protected areas of South-Central Chile", *Conservation Biology*, 18, 1, pp.238-249.
- PCI Geomatics (2003): *PCI 9.1*. Canadá.
- Perz, S. y Skole, D. (2003): "Social determinants of secondary forests in the Brazilian Amazon", *Social Science Research*, 32, 1, pp.25-61.
- Petit, C., Scudder, T. y Lambin, E. (2001): "Quantifying processes of land-cover change by remote sensing: resettlement and rapid land-cover changes in South-Eastern Zambia", *International Journal of Remote Sensing*, 22, 17, pp. 3435-3456.
- Pineda, N. (2007): *Dinámica de la ocupación del suelo en el Estado de México*. Trabajo de investigación tutelado, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá. Texto policopiado.
- Plata, W. (2007): *Dinámica de la ocupación del suelo en la Comunidad de Madrid*. Trabajo de investigación tutelado, Departamento de Geografía, Universidad de Alcalá. Texto policopiado.
- Pontius, R., Shusas, E. y McEachern, M. (2004): "Detecting important categorical land changes while accounting for persistence", *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 101, 2/3, pp.251- 269.
- Rangel, G. (2001): *Relaciones entre el poblamiento y la deforestación en la cuenca alta del río Playa Grande (Vertiente norte del Parque Nacional Sierra de la Culata, estado Mérida)*, Mérida-Venezuela, Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales.
- Reyes, S. y López, I. (1992): "Parque Nacional Sierra Nevada: Cooperación con los habitantes tradicionales", en Amend, S. y T. Amend (Eds.): *¿Espacios sin habitantes?, parques nacionales de América del Sur*. U.I.C.N. Caracas, Venezuela, Editorial Nueva Sociedad, pp. 445-454.
- Rivero, C. y Gabaldón, M. (1992): "The evaluation of natural protected area systems: a numeric method", *Parks*, 3, 1, pp.11-13.
- Rojas, J. (1995): *El estudio de la Geografía Rural*, Mérida-Venezuela. Universidad de Los Andes. Consejo de Publicaciones.
- Roy, P. y Tomar, S. (2001): "Landscape cover dynamics pattern in Meghalaya", *International Journal of Remote Sensing*, 22, 18, pp. 3813-3825.
- Sánchez-Azofeifa, A., Gretchen, D., Pfaff, A. y Busch, C. (2003): "Integrity and isolation of Costa Rica's national parks and biological reserves: examining the dynamics of land-cover change", *Biological Conservation*, 109, 1, pp.123-136.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Schwartzman, S., Moreira, A. y Nepstad, D. (2000): "Rethinking tropical forest conservation: perils in Parks", *Conservation Biology*, 14, 5, pp. 1351-1357.

Selvik, K. (2004): "Biodiversity and modern forestry: the concept of biodiversity and its meaning within Norwegian forestry management", *Norwegian Journal of Geography*, 58, 1, pp.38-43.

Seto, K., Woodcock, C., Song, C., Huang, X., Lu, J., y Kaufmann, R. (2002): "Monitoring land-use change in the Pearl River Delta using Landsat TM", *International Journal of Remote Sensing*, 23, 10, pp.1985-2004.

Sulbarán, E. (1995): *Sistema de parques nacionales y monumentos naturales en Venezuela: criterios para su consolidación en una nueva realidad nacional*, Mérida-Venezuela, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Postgrado de Ordenación Territorial. Universidad de Los Andes.

Taylor, J., Brewer, T. y Bird, A. (2000): "Monitoring landscape change in the National Parks of England and Wales using aerial photo interpretation and GIS", *International Journal of Remote Sensing*, 21, 13, pp.2737-2753.

Turner, B. y Meyer, W. (1991): "Land use and land cover in global environmental change: considerations for study", *International Social Science Journal*, 43, 4, pp.669-680.

Turner, B., Skole, S., Fischer, G., Fresco, L. y Leemans, R. (1995): "Land-Use and Land-Cover Change; Science/Research Plan", *IGBP. Report No.35, HDP Report No.7. IGBP and HDP*, Stockholm and Geneva.

Turner, M., Pearson, S., Bolstad, P. y Wear, D. (2003): "Effects of land-cover change on spatial pattern of forest communities in the Southern Appalachian Mountains (USA)", *Landscape Ecology*, 18, 5, pp. 449-464.

Vanacker, V., Vanderschaeghe, M., Govers, G., Willems, E., Poesen, J., Deckers, J. y De Bievre, B. (2003): "Linking hydrological, infinite slope stability and land-use change models through GIS for assessing the impact of deforestation on slope stability in high Andean watersheds", *Geomorphology*, 52, 3-4, pp.299-316.

Venezuela (1989): *Reglamento parcial de la Ley Orgánica para la Ordenación del Territorio sobre administración y manejo de parques nacionales y monumentos naturales*. Decreto N° 276 de 07/06/1989; Gaceta Oficial N° 4.106 (Extraordinaria) de 09/06/1989.

VITALIS (2007): *Semáforo conservacionista de Parques Nacionales de Venezuela*, <http://www.vitalis.net>

Vreugdenhil, D., Castañeda, F. y López, M. (2003): *Monitoreo y evaluación del SINAPH y del corredor biológico*, DAPVS/SERNA, http://birdlist.org/nature_management/monitoring/

Walker, R. (2003): "Mapping process to pattern in the landscape change of the Amazonian frontier", *Annals of the Association of American Geographers*, 93, 2, pp. 376-398.

Wang, Y., Bonyng, G., Nugranad, J., Traber, M., Ngusaru, A., Tobey, J., Hale, L., Bowen, R. y Makota, V. (2003): "Remote sensing of Mangrove change along the Tanzania coast", *Marine Geodesy*, 26, pp. 35-48.

Xiuwan, C. (2002): "Using remote sensing and GIS to analyse land cover change and its impacts on regional sustainable development", *International Journal of Remote Sensing*, 23, 1, pp.107-125.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

TABLAS

Tabla 1. Procedencia de las pérdidas o ganancias ocurridas en la cubierta D.

Categorías que aportan o restan a la cubierta D	Aporte o resta real de cada cubierta a la categoría D	Superficie de cada cubierta en el año inicial	Proporción (P_i)	Término de Referencia (R_i)
A	A_D	S_A	$P_1 = S_A \div St$	$R_1 = GPt * P_1$
B	B_D	S_B	$P_2 = S_B \div St$	$R_2 = GPt * P_2$
C	C_D	S_C	$P_3 = S_C \div St$	$R_3 = GPt * P_3$
Total	$GPt = A_D + B_D + C_D$	$St = S_A + S_B + S_C$	1	$GPt = R_1 + R_2 + R_3$

Fuente: Bosque (s/f)

Siendo:

GPt = Ganancia o pérdida total de la cubierta D

St = Superficie total (año inicial) de las cubiertas que aportan o restan a la categoría D

P_i = Proporción que representa cada cubierta con respecto a la superficie total (St)

R_i = Término de referencia para cada categoría

Tabla 2. Matriz de transición de la cobertura/uso de la tierra (1988-2003) (Ha).

1988/2003	Bosque	Páramo	Veg. semi-natural	Cultivos permanentes y anuales	Horti. piso alto	Horti. piso bajo	Pastos	Cuerpos de agua	Nubes	Total 2003	Ganancias
Bosque	84592	951	0	2	0	1	2	0	1791	87339	2747
Páramo	1183	99848	0	0	0	2	0	696	95	101824	1976
Vegetación seminatural	0	0	610	0	0	0	0	0	0	610	0
Cultivos permanentes y anuales	439	0	0	963	0	0	0	0	19	1421	458
Horticultura piso alto	2	42	0	0	572	0	0	0	0	616	44
Horticultura piso bajo	11	0	0	0	0	115	1	0	0	127	12
Pastos	88	0	0	0	0	0	266	0	6	360	94
Cuerpos de agua	8	738	0	0	0	0	0	557	0	1303	746
Nubes	7530	16	0	0	0	0	0	0	354	7900	7546
Total 1988	93853	101595	610	965	572	118	269	1253	2265	201500	13623
Pérdidas	9261	1747	0	2	0	3	3	696	1911	13623	

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Tabla 3. Balance entre tipos de cambios y persistencia establecido según la metodología de Pontius *et al.* (2004) (Ha).

Categorías	Persistencia	Pérdidas <i>P</i>	Ganancias <i>G</i>	Intercambio <i>Int</i>	Cambio Neto 1 <i>CN₁</i>	Cambio Neto 2 <i>CN₂</i>	Cambio Total 1 <i>CT₁</i>	Cambio Total 2 <i>CT₂</i>
Bosque	84592	9261	2747	5494	-6514	6514	12008	12008
Páramo	99848	1747	1976	3494	229	229	3723	3723
Vegetación Seminatural	610	0	0	0	0	0	0	0
Cultivos permanentes	963	2	458	4	456	456	460	460
Horticultura Piso alto	572	0	44	0	44	44	44	44
Horticultura Piso bajo	115	3	12	6	9	9	15	15
Pastos	266	3	94	6	91	91	97	97
Cuerpos de Agua	557	696	746	1392	50	50	1442	1442
Nubes	354	1911	7546	3822	5635	5635	9457	9457
Total 1	187877	13623	13623	14218		13028	27246	27246
Total 2				7109		6494	13623	13623
Total %	93			4		3	7	7

Siendo:

$$\text{Cambio Neto 1: } CN_1 = G - P$$

$$\text{Cambio Neto 2: } CN_2 = |CN_1|$$

$$\text{Cambio Total 1: } CT_1 = CN_2 + Int$$

$$\text{Cambio Total 2: } CT_2 = P + G$$

Tabla 4. Propuesta de modificaciones al balance de la tabla 3 (Ha).

Categorías	Persistencia	Pérdidas <i>P</i>	Ganancias <i>G</i>	Intercambio <i>Int</i>	Cambio Neto <i>CN</i>	Cambio Total 1 <i>CT₁</i>	Cambio Total 2 <i>CT₂</i>
Bosque	84592	9261	2747	5494	6514	6004	6004
Páramo	99848	1747	1976	3494	229	1862	1862
Vegetación seminatural	610	0	0	0	0	0	0
Cultivos Permanentes	963	2	458	4	456	230	230
Horticultura Piso alto	572	0	44	0	44	22	22
Horticultura Piso bajo	115	3	12	6	9	7	7
Pastos	266	3	94	6	91	48	48
Cuerpos de Agua	557	696	746	1392	50	721	721
Nubes	354	1911	7546	3822	5635	4729	4729
Total 1	187877	13623	13623	14218	13028	13623	13623
Total %	93	7	7	7	7	7	7

Siendo:

$$\text{Cambio Neto: } CN = (P + G) - Int$$

$$\text{Cambio Total 1: } CT_1 = (P + G) \div 2$$

$$\text{Cambio Total 2: } CT_2 = (CN + Int) \div 2$$

Tabla 5. Cubiertas agrícolas estables.

Categorías	Superficie (Has)	Porcentaje
Cultivos permanentes y anuales	963	0,48
Cultivos hortícolas y anuales de piso alto	572	0,28
Cultivos hortícolas y anuales de piso bajo	115	0,06
Pastos para ganadería	266	0,13
Total	1916	0,95

Tabla 6. Pérdidas de bosque.

Pérdidas de bosque hacia:	Superficie (Has)	Porcentaje respecto a la superficie del parque
Bosques a cultivos permanentes y anuales	439	0,23
Bosque a cultivos hortícolas de piso bajo	11	0,01
Bosques a pastos para ganadería	88	0,04
Total	538	0,28

Tabla 7. Transiciones aleatorias de las pérdidas de bosque.

Pérdida de bosques hacia	Aporte real (Has)	Superficie inicial (año 1988)	Proporción	Término de referencia
Cultivos permanentes y anuales	439	965	0,71	382
Cultivos hortícolas de piso bajo	11	118	0,09	48
Pastos para ganadería	88	269	0,2	108
Total	538	1352	1	538

Tabla 8. Expansión agrícola.

Expansión agrícola	Superficie Has	% respecto a la superficie del parque
Cultivos permanentes a expensas de bosques	439	0,23
Cultivos hortícola de piso alto a expensas de páramo	42	0,02
Cultivos hortícola de piso bajo a expensas de bosque	11	0,01
Pastos para ganadería a expensas de bosque	88	0,04
Total	580	0,30

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, nº 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

Tabla 9. Transiciones aleatorias de la expansión agrícola.

Expansión agrícola	Aporte real (Has)	Superficie inicial (Has) Año 1988	Proporción	Término de referencia
Cultivos permanentes a expensas de bosques	439	965	0,5	290
Cultivos hortícolas de piso bajo a expensas de bosque	11	572	0,3	174
Pastos para ganadería a expensas de bosque	88	118	0,06	35
Cultivos hortícolas de piso alto a expensas de páramo	42	269	0,14	81
Total	580	1924	1	580

FIGURAS

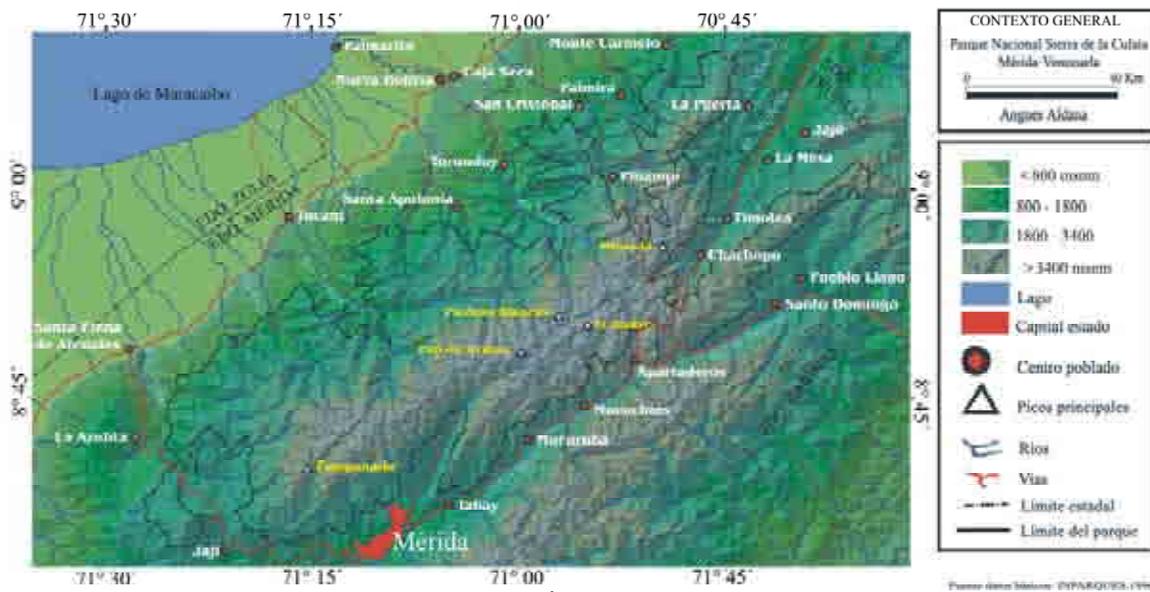


Figura 1. Área en estudio.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

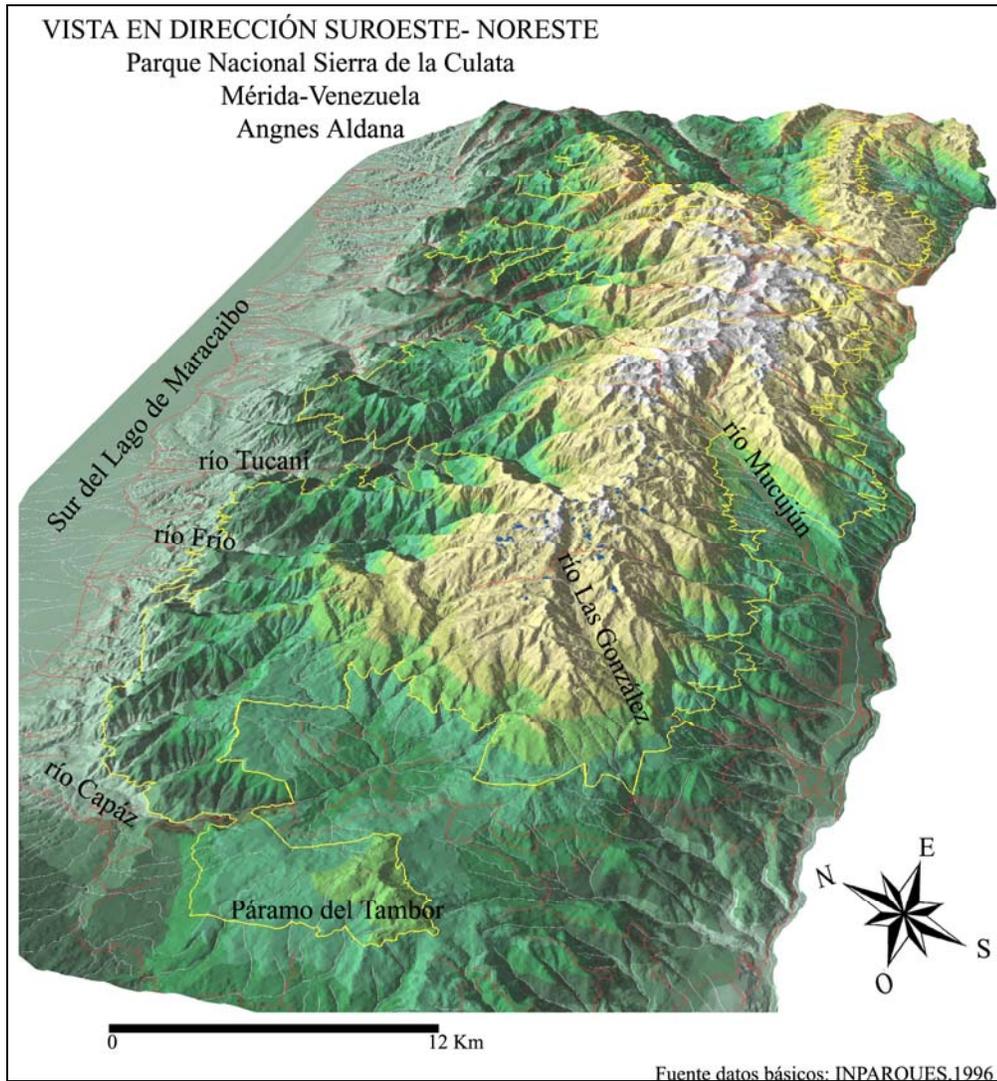


Figura 2. Vista tridimensional de la orografía del parque.

Aldana Dezzio, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

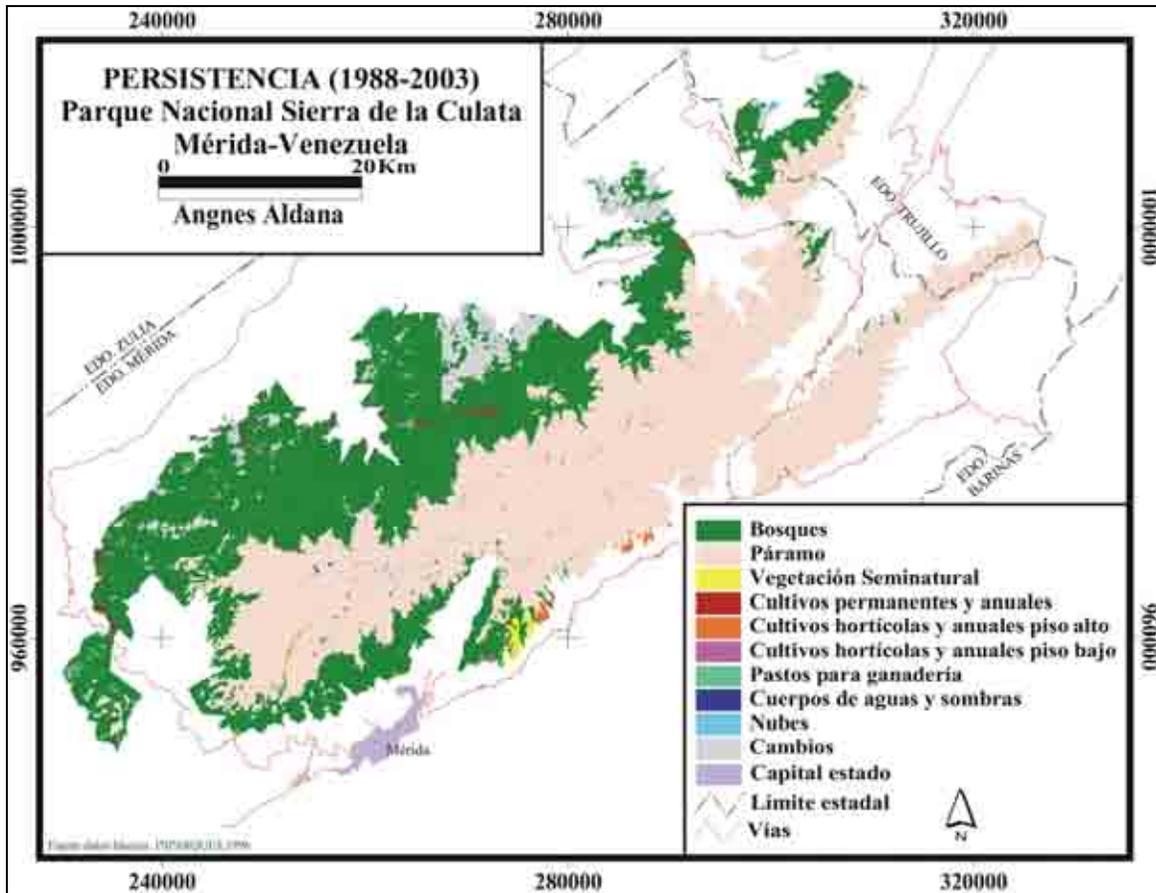


Figura 5. Unidades que permanecieron estables durante el período 1988-2003.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

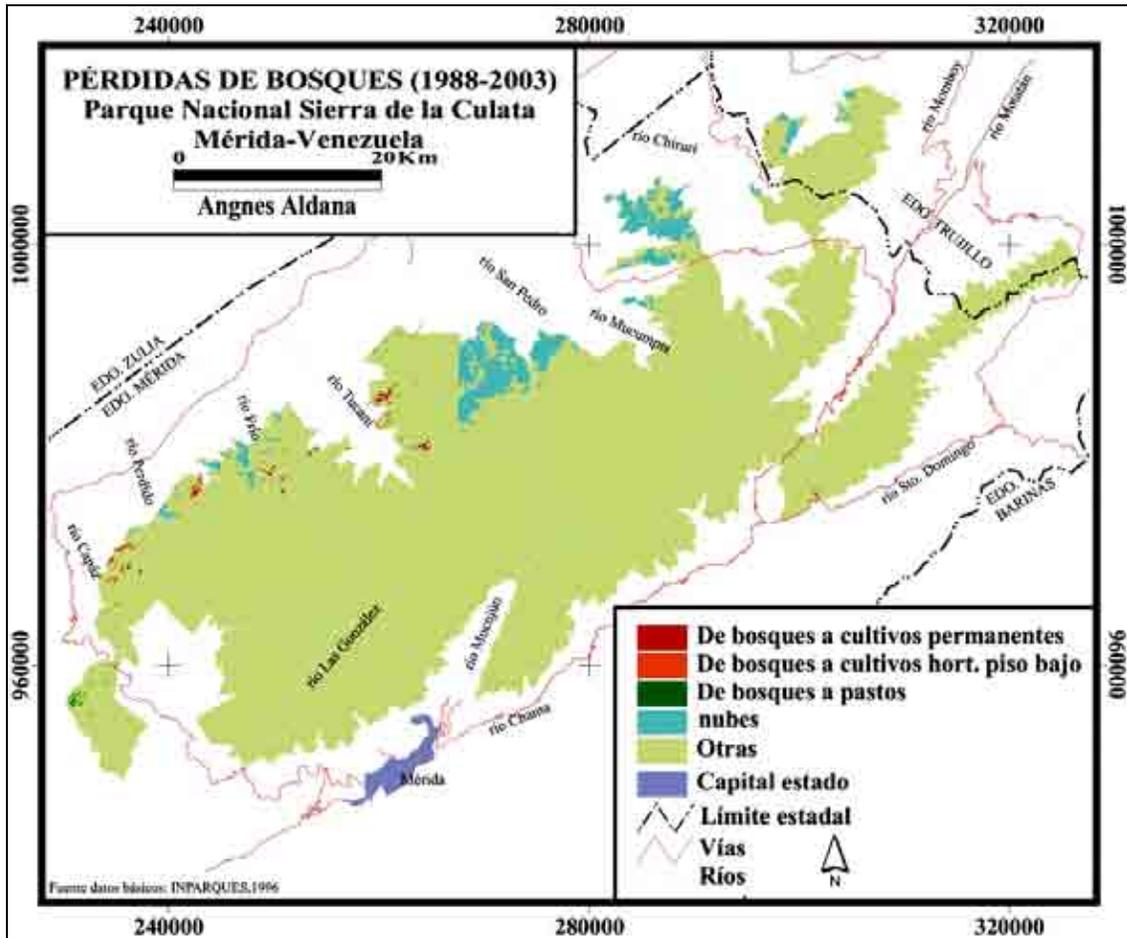


Figura 6. Pérdidas en las cubiertas boscosas

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

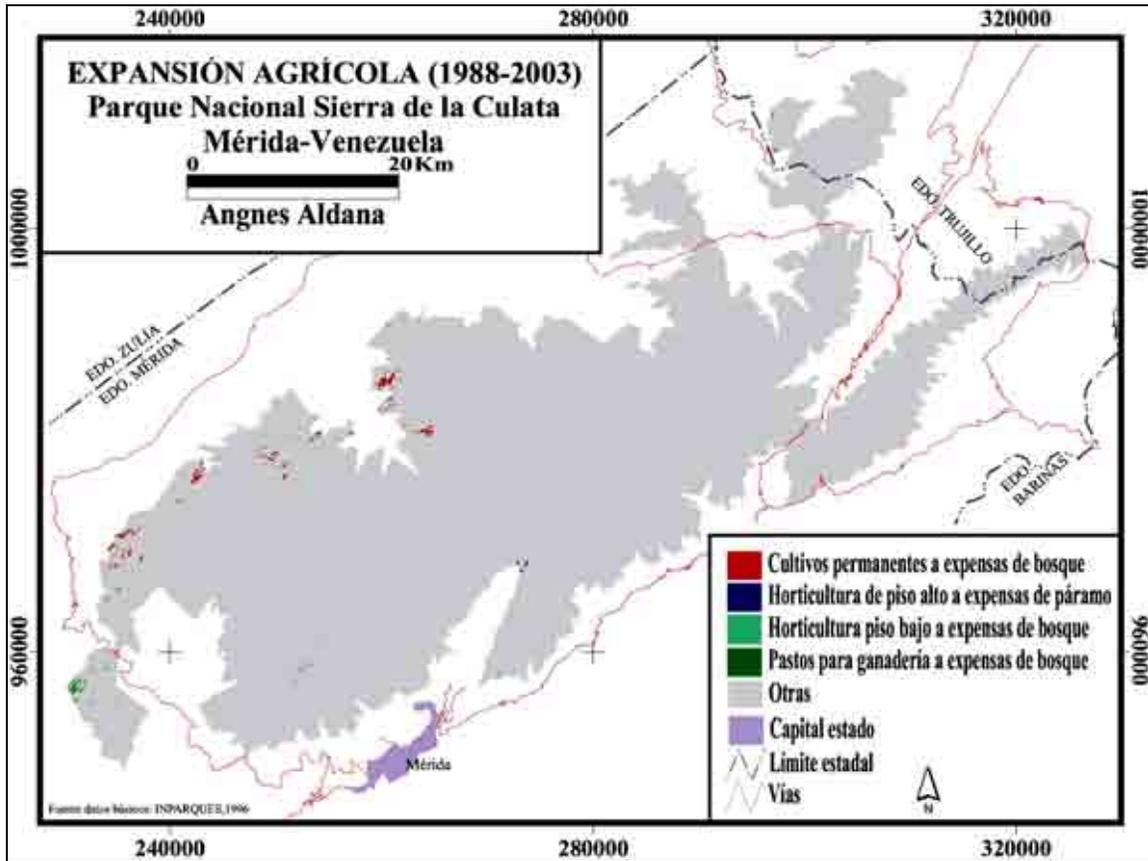


Figura 7. Ganancias en las cubiertas agrícolas.

Aldana Dezzeo, A. y Bosque Sendra, J. (2008): "Cambios ocurridos en la cobertura/uso de la tierra del Parque Nacional Sierra de la Culata. Mérida-Venezuela. Período 1988-2003", *GeoFocus (Artículos)*, n° 8, p.139-168, ISSN: 1578-5157

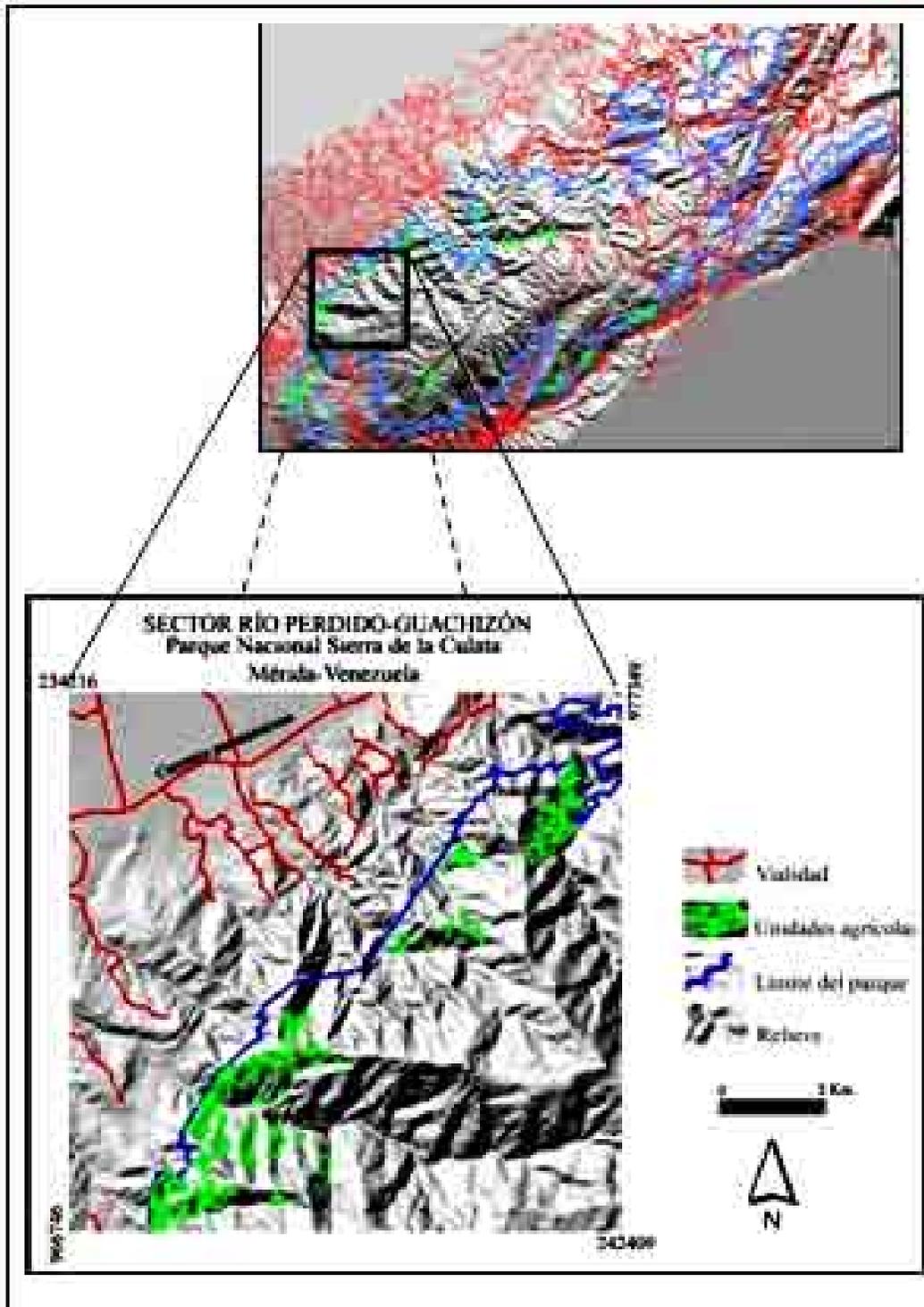


Figura 8. Actividad agrícola sobre las vertientes orientadas al Este. Vista ampliada del sector.
Fte. Elaboración propia