

Transformaciones espaciales en las microcuencas La Cuesta-La Boba, estado Mérida-Venezuela. Período 1952-2004

*Spatial changes in La Cuesta-La Boba micro-watersheds
(1952-2004), Merida State-Venezuela*

Molina Gladys Zuleima*, Arias Marianela* y Mejía Joel*

Recibido: noviembre, 2007 / Aceptado: octubre, 2008

Resumen

Se realizó un análisis multitemporal de la cobertura de la tierra para el período 1952-2004, en las microcuencas de las quebradas La Cuesta y La Boba, localizadas en los Andes centrales venezolanos, con la finalidad de estudiar las transformaciones ocurridas. Para ello, se generaron mapas de cobertura para tres años: 1952, 1987 y 2004. A partir de éstos, por superposición, se generaron matrices de cambio por pares de fechas, que permitieron determinar los cambios ocurridos. En ambos períodos se produjo una importante transformación en el paisaje, traducida en una diversificación y cambios significativos (pérdidas y ganancias) en la superficie en las categorías definidas. A diferencia de las secciones bajas de las microcuencas donde ocurren importantes transformaciones, las secciones media y alta presentan menor tendencia al cambio, que se explica, en parte, por el establecimiento de dos Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

Palabras clave: Microcuenca; análisis multitemporal; cobertura de la tierra; matriz de cambio; Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE).

Abstract

A multitemporal analysis for land cover was done for the 1952-2004 inter-temporal period in La Cuesta-La Boba micro-watersheds (Venezuelan Central Andes), in order to examine the landscape dynamic, and also to evaluate the extent of changes that occurred. For this purpose, land cover maps for three years were generated: 1952, 1987 and 2004. From those maps, change matrices were generated in pairs of dates: 1952-1987 and 1987-2004, which were then interpreted in order to obtain the spatial changes. An important spatial transformation occurred in both time periods, characterized by a diversification and relevant changes (gains and losses) in those defined categories. Opposed to the lowest part of both micro-watersheds, in which important changes have occurred, the high and the middle parts showed a relative stability, explained mainly by the establishment of two National Protected Areas (ABRAE).

Key words: Micro-watershed; multi-time evaluation; land cover; change matrix, National Protected Areas.

* Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía. Mérida-Venezuela. E-mail: gmolina@ula.ve; marian81_az@hotmail.com; jmejia@ula.ve

1. Introducción

La dinámica demográfica de las regiones montañosas tropicales, como ocurre en el caso de Venezuela, amenaza la sostenibilidad de los sistemas hidrológicos, los cuales se han visto seriamente afectados por procesos como deforestación, agricultura migratoria, uso incontrolado de los recursos hídricos y crecimiento acelerado de los asentamientos humanos. Todo ello ha favorecido el surgimiento de procesos de degradación tales como erosión, contaminación de los cuerpos de agua, alteración de los regímenes hidrológicos, pérdida de biodiversidad, deterioro del paisaje, etc., lo que afecta el nivel de vida de las habitantes de estas regiones.

El desarrollo sostenible, en tanto que paradigma básico del desarrollo del inicio de este milenio, plantea grandes desafíos para la conservación de los recursos naturales en las cuencas altas tropicales. Tales desafíos comienzan por compatibilizar los usos de la tierra y otros recursos naturales con la realidad biofísica y socio-cultural de las cuencas altas. Es por ello que resulta imperativo analizar la compleja dinámica de los usos de la tierra y los cambios que la misma puede generar en el paisaje y sus componentes.

Las transformaciones del paisaje ocurridas en un período temporal permiten construir la realidad espacial pretérita de una entidad territorial en cuanto a dos elementos básicos: la utilización de los recursos disponibles y, los conflictos derivados de dicha utilización; al mismo tiempo, pueden ayudar a definir tendencias sobre estos elementos, lo que

podría aportar una base importante de conocimientos para optimizar la toma de decisiones en la gestión de los recursos naturales, particularmente para la proposición de usos alternativos promotores de la conservación.

Con este trabajo se muestra, precisamente, las transformaciones ocurridas en el paisaje de dos microcuencas (La Cuesta-La Boba), importantes afluentes del río Mucujún, principal fuente abastecedora de agua para la ciudad de Mérida, capital del estado del mismo nombre en Venezuela. Creemos que los resultados obtenidos en la investigación constituyen un ejemplo claro de la dinámica de la cobertura de la tierra y de la realidad ambiental de esta entidad territorial.

2. El área de estudio

Las microcuencas de las quebradas La Cuesta y La Boba se localizan en la vertiente inferior derecha de la cuenca del río Mucujún, dentro de las coordenadas UTM: 259.900 m y 267.675 m Norte; y 966.775 m y 954.850 m Este. Poseen en conjunto una superficie aproximada de 29,83 km² (Figura 1). De estas quebradas, La Cuesta constituye el tributario más importante del río Mucujún. Su nacimiento está dado por un sistema de pequeñas lagunas de origen glacial, dentro de las cuales se encuentra la laguna La Cuesta, de la cual se deriva su nombre (Díaz y Zerpa, 1963).

Ambas microcuencas se caracterizan por presentar un relieve abrupto y heterogéneo, debido a la actividad tectónica

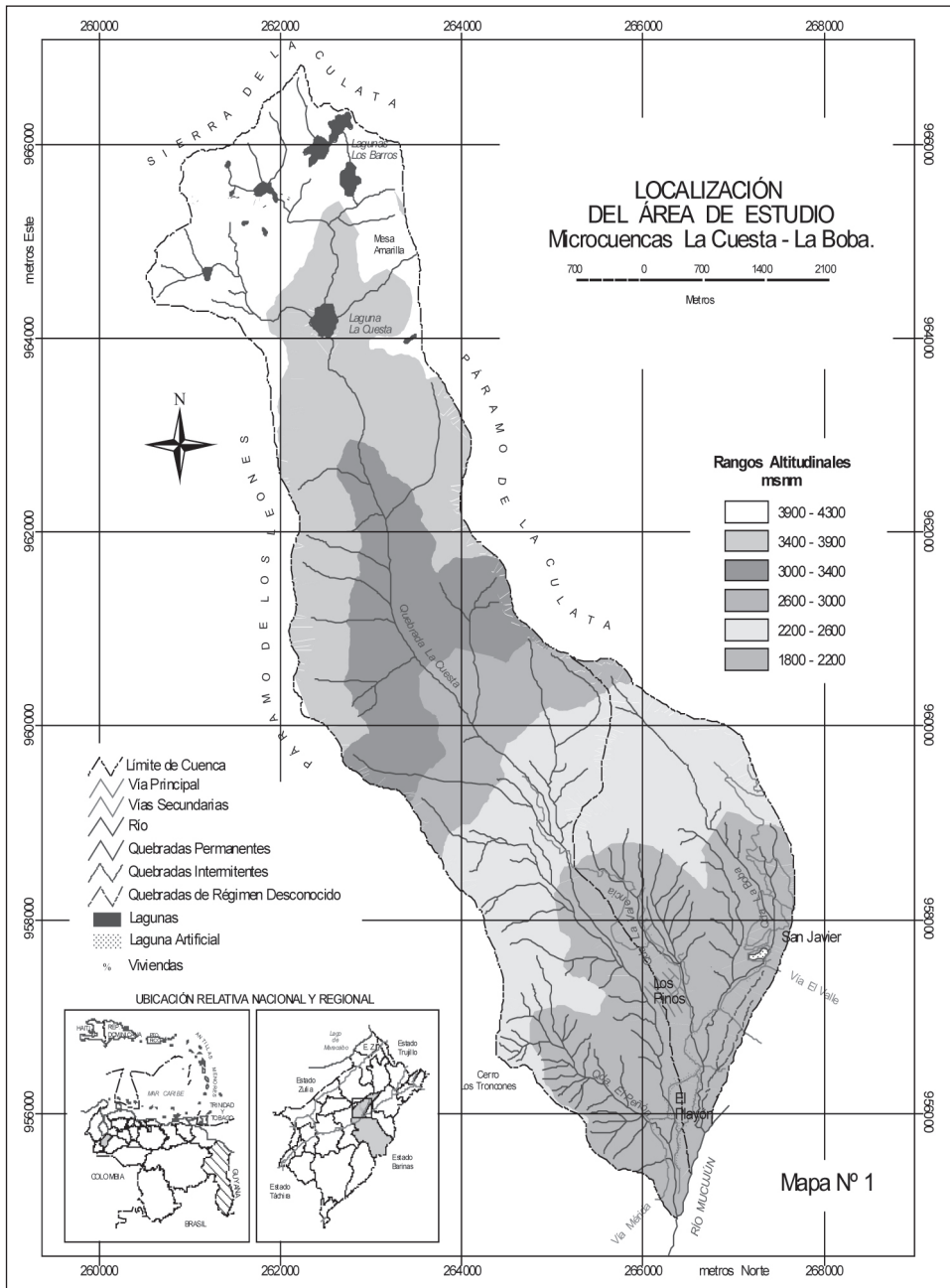


Figura 1. Localización del área de estudio. Fuente: Ministerio de Obras Públicas. Dirección de Cartografía Nacional. Hojas Seccionales N° 5941-I-NO, 5941-I-NE, 5942-II-SO y 5942-II-SE. Esc.: 1:25.000, 1975. Elaborado y corregido cartográficamente por: Br. Mariana Arias Zerpa, 2004

que ha jugado un papel crucial en esta área. La variabilidad altitudinal va desde los 4.300 msnm, en su punto más alto, hasta los 1.800 msnm aproximadamente, en la confluencia con el río Mucujún.

La litología predominante en el área está representada por las rocas de la formación Mucujún, de edad Mio-Plioceno, la cual consta de dos unidades: una unidad inferior, predominantemente arcillosa y una unidad superior, de matriz más arenosa (Ghosh y Odreman, 1987).

Según Dugarte y Zambrano (1988), la estructura geológica está controlada principalmente por dos fallas con rumbo paralelo a la falla de Boconó: la falla de Mucujún, que se extiende a lo largo del cauce del río del mismo nombre (por la margen izquierda), y la falla que pone en contacto a las rocas de la asociación Sierra Nevada con las secuencia de sedimentos terciarios (formación San Javier y formación Mucujún).

La dinámica geomórfica está dominada por la vigorosidad y el carácter accidentado del relieve y la acción modeladora predominante se deriva de los procesos aluvio-columbiales, principales responsables del paisaje morfológico actual, caracterizado por laderas escarpadas en la parte media-superior de las microcuencas; mientras que las acumulaciones cuaternarias de la parte baja, conformados por depósitos adosados de abanicos y terrazas fluvio-torrenciales, generan un marcado contraste morfológico, fácilmente perceptible.

El clima de esta área está controlado por la influencia de la altitud y la circu-

lación de las masas de aire provenientes del lago de Maracaibo y de los llanos occidentales, las cuales producen fuertes lluvias de tipo orográfico que son las responsables del clima húmedo (Urbina, 1982). A su vez, Delgado (1998) identifica para el área de estudio cuatro pisos climáticos a saber: húmedo macro-mesotérmico, mesotérmico, paramero y nevado.

La actividad predominante dentro de estas microcuencas es la residencial, dada su cercanía a la ciudad de Mérida. Tanto El Playón como Los Pinos constituyen centros dormitorio para personas que mayoritariamente trabajan en esta urbe; por otro lado, y en menor escala, se desarrollan otras actividades como la agricultura y la ganadería extensiva. Destaca también la presencia en la zona de áreas educativo-religiosas-recreativas como el Complejo Fe y Alegría, conformado por el Colegio Timoteo Aguirre Pe, el internado San Javier del Valle, la casa de retiros San Javier, la hospedería San Javier y el camping Mérida (Arias, 2005).

Ambas microcuencas se encuentran bajo protección, dada la presencia de dos importantes áreas protegidas: la Zona Protectora del río Mucujún, la cual abarca toda la cuenca y el Parque Nacional Sierra de La Culata, a partir de los 2.600 msnm. Ambas figuras han jugado un importante papel en el control de la expansión residencial y otros usos como la agricultura y la ganadería. No obstante, en los últimos años se ha incrementado la población en el área, lo cual supone una presión adicional sobre estos terrenos que presentan restricciones ambientales.

3. Métodos y técnicas

Para detectar y analizar los cambios ocurridos en las categorías de cobertura de la tierra entre 1952 y 2004, se utilizó la metodología basada en estudios de carácter multitemporal, propuesta, entre otros autores, por Chuvieco (1990), Molina y Chuvieco (1997) y Molina, (2005), la cual se esquematiza en la figura 2 y se describe brevemente a continuación.

Luego de delinear el área de trabajo bajo el criterio hidrológico, se procedió a la definición del período intertemporal a ser evaluado. Con base en el material aerofotográfico e imágenes de satélite disponibles para el área de trabajo, se seleccionaron los períodos intertemporales siguientes: 1952-1987 y 1987-2004. El primero se analizó a partir de fotografías aéreas de las misiones A-34 (Escala: 1:40.000) y 010479 (Escala: 1:25.000), correspondientes a los años 1952 y 1987, respectivamente; para el segundo, se utilizaron fotografías aéreas de 1987 y una imagen de satélite ASTER correspondiente al año 2004.

Una vez dispuesto el material base, se procedió a su interpretación para la identificación, delineación y análisis de la cobertura de la tierra. Para los años 1952 y 1987 se realizó una fotointerpretación, en la que se tomaron en cuenta características visuales claves como patrón, tono, textura, forma y asociación, que permitieron definir, en su conjunto, áreas homogéneas, facilitando la extracción de la información espacial.

Para el 2004 se realizó una interpretación visual de la imagen ASTER, en com-

binación de bandas 3, 1, 2 con resolución espacial de 15 m, utilizando los mismos criterios visuales de interpretación manejados con las fotografías aéreas, basados en criterios establecidos por Chuvieco (1990). Para ello se utilizó el software ERDAS IMAGINE.

Para el levantamiento de las coberturas naturales relacionadas directamente con la vegetación, se tomó como principal referencia el enfoque fisonómico-estructural, considerando sólo las subdivisiones relacionadas con la forma biológica o forma de vida y la densidad de cobertura.

Para la definición de las coberturas antropogénicas, a través de la fotointerpretación y posterior chequeo en campo, se tomó como principal referencia el enfoque formal, por tratarse de un trabajo que se llevó a cabo a partir del empleo de fotografías aéreas e imágenes de satélite. Las categorías fueron establecidas utilizando las clasificaciones propuestas por el Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables (MARNR, 1983; 1985). La información procesada fue debidamente comprobada en campo, a partir de 50 puntos de validación tomados con *GPS* y contrastados con los documentos de salida, además de entrevistas no estructuradas a los pobladores de la zona.

La información conseguida por fotointerpretación se restituyó con un Aero-Sket-Chmaster y se llevó a formato digital, obteniéndose así los mapas de cobertura de la tierra para los años 1952 y 1987, en formato vectorial. El mapa de 2004 se elaboró por interpretación directa en pantalla de la imagen de satélite, a

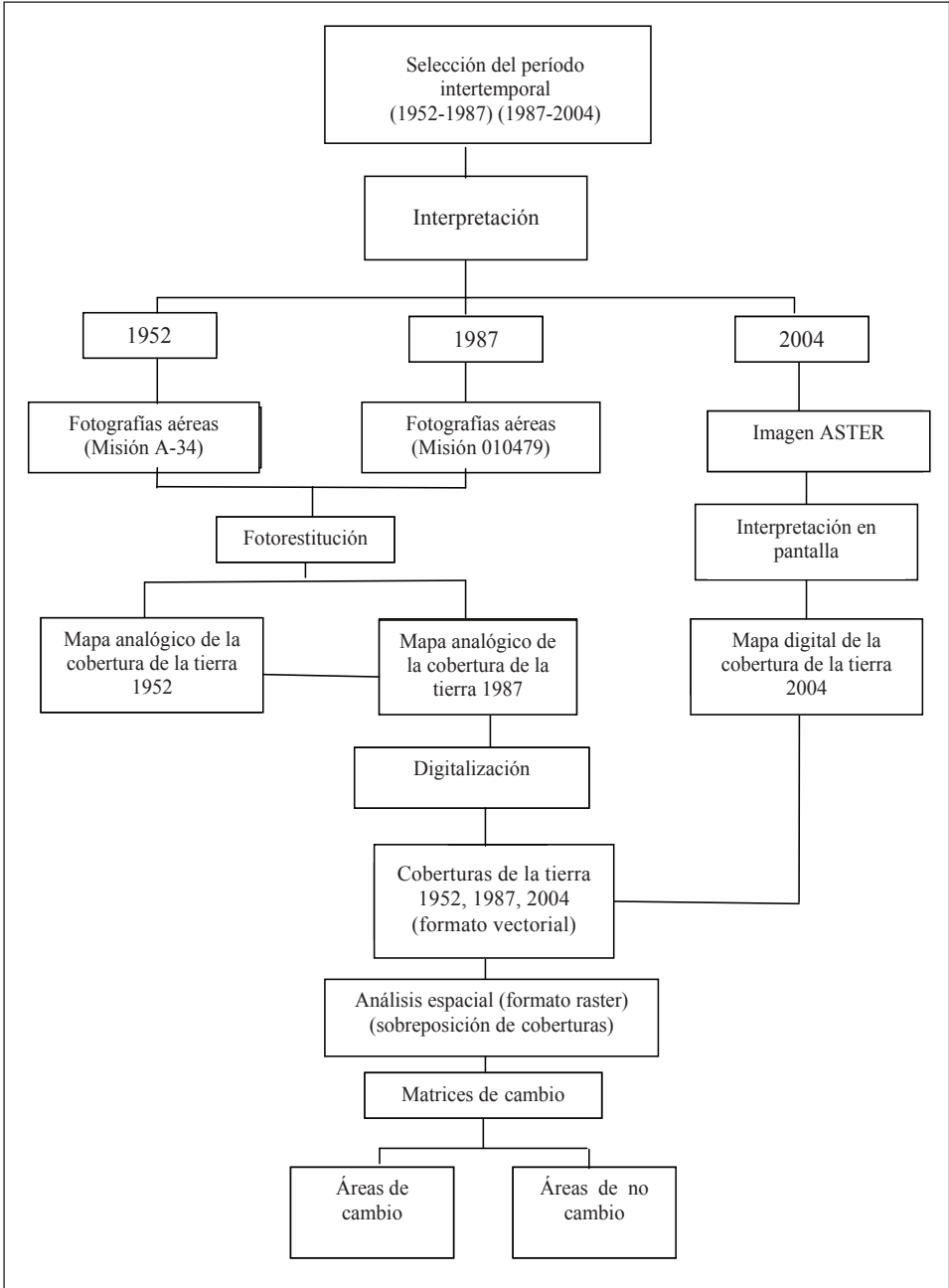


Figura 2. Secuencia metodológica seguida en la investigación

través del software ERDAS IMAGINE. Los tres mapas fueron correctamente georreferenciados y comparados con la base cartográfica de referencia obtenida de las cartas topográficas del Instituto Geográfico Simón Bolívar de Venezuela (IGSB), a escala 1:25.000; esto se hizo con la finalidad de lograr la debida correspondencia geométrica al momento de realizar el análisis comparativo.

A partir de los mapas elaborados se efectuó una superposición cartográfica entre pares de fecha, previa transformación del formato vectorial al formato raster, tal como lo exige el software utilizado, con lo cual se pudo realizar la combinación o cruce de información correspondiente a los períodos intertemporales considerados.

Esta superposición permitió comparar dos imágenes de datos cualitativos, logrando de esta manera una cuantifica-

ción de las variables previamente definidas, y analizar los cambios ocurridos en las diferentes categorías de la cobertura de la tierra en el período intertemporal establecido.

A partir de esta comparación se calcularon todas las posibles combinaciones entre las categorías de la cobertura de la tierra, en los pares de fechas considerados. Luego del cruce se obtuvo una salida cartográfica y una matriz que muestra la superficie que corresponde al cruce entre cada categoría del mapa. A través de esta matriz fue posible detectar las áreas que espacialmente no registraron cambios en las categorías definidas (representadas en la línea diagonal de la matriz), y las que muestran cambios (resto de las celdas de la matriz). La figura 3 ilustra, esquemáticamente, un ejemplo del proceso de comparación píxel a píxel.

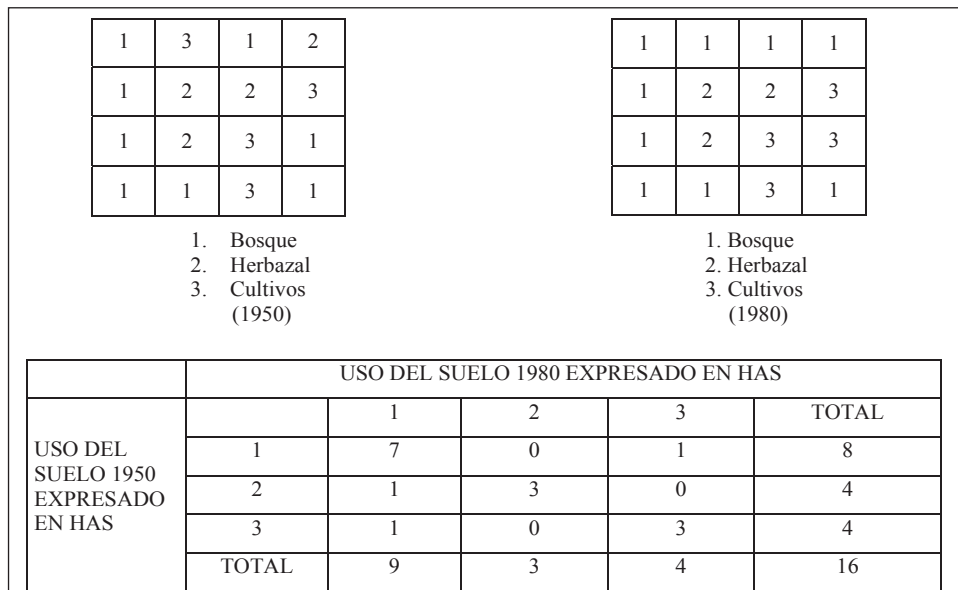


Figura 3. Ejemplo de comparación de un par de fechas (1950-1980). Fuente: Bosque, 1992

Por último, se hizo una recodificación de los valores obtenidos en las matrices de cambio para lograr un nuevo mapa que muestre dos categorías básicas: una, que define las áreas de cambio y, otra, las áreas de no cambio. Esta última se corresponde con las diagonales de las matrices. Para la categoría *cambio* el valor asignado fue 1, mientras que para la categoría *no cambio* el valor asignado fue 2.

4. Resultados y discusión

El cuadro 1 contiene las categorías que comprenden la leyenda de la cobertura de la tierra, definidas para el área de estudio durante el período intertemporal considerado. En el mismo se puede observar la diversificación (incremento en el número de categorías) que han experimentado las

microcuencas durante este período. Esta diversificación tiene una importancia crucial para comprender la dinámica hombre - entorno y, por consiguiente, las transformaciones espaciales que han ido ocurriendo. Se detecta claramente que la mayor diversificación ocurrió durante el período 1952-1987. La figura 4 muestra la expresión cartográfica de la cobertura natural y usos de la tierra para los años analizados.

4.1 Transformaciones espaciales ocurridas en los períodos intertemporales considerados

Después de realizar la cuantificación de la superficie ocupada por las categorías consideradas, y luego de obtener las matrices de cambio para cada período intertemporal, se tienen los siguientes resultados:

Cuadro 1. Categorías de cobertura de la tierra. 1952, 1987 y 2004

Categorías	Año 1952	Año 1987	Año 2004
Bosque Denso	X	X	X
Bosque Medio	X	X	X
Bosque Ralo	X	X	X
Matorral Paramero	X	X	X
Herbazal	X	X	X
Suelo descubierto	X	X	X
Cobertura mixta (afloramiento rocoso / vegetación de páramo)	X	X	X
Cobertura mixta (Bosque Ralo-Herbazal)	-	X	X
Uso Pecuario	X	X	X
Uso Residencial disperso	X	X	X
Uso residencial concentrado	-	X	X
Uso minero-extractivo	X	X	X
Uso Agrícola	-	X	X
Plantaciones Forestales	-	X	X
Uso Educativo - Religioso	-	X	X
Uso Seguridad y Defensa	-	X	X
Uso combinado Agrícola - Pecuario	-	-	X

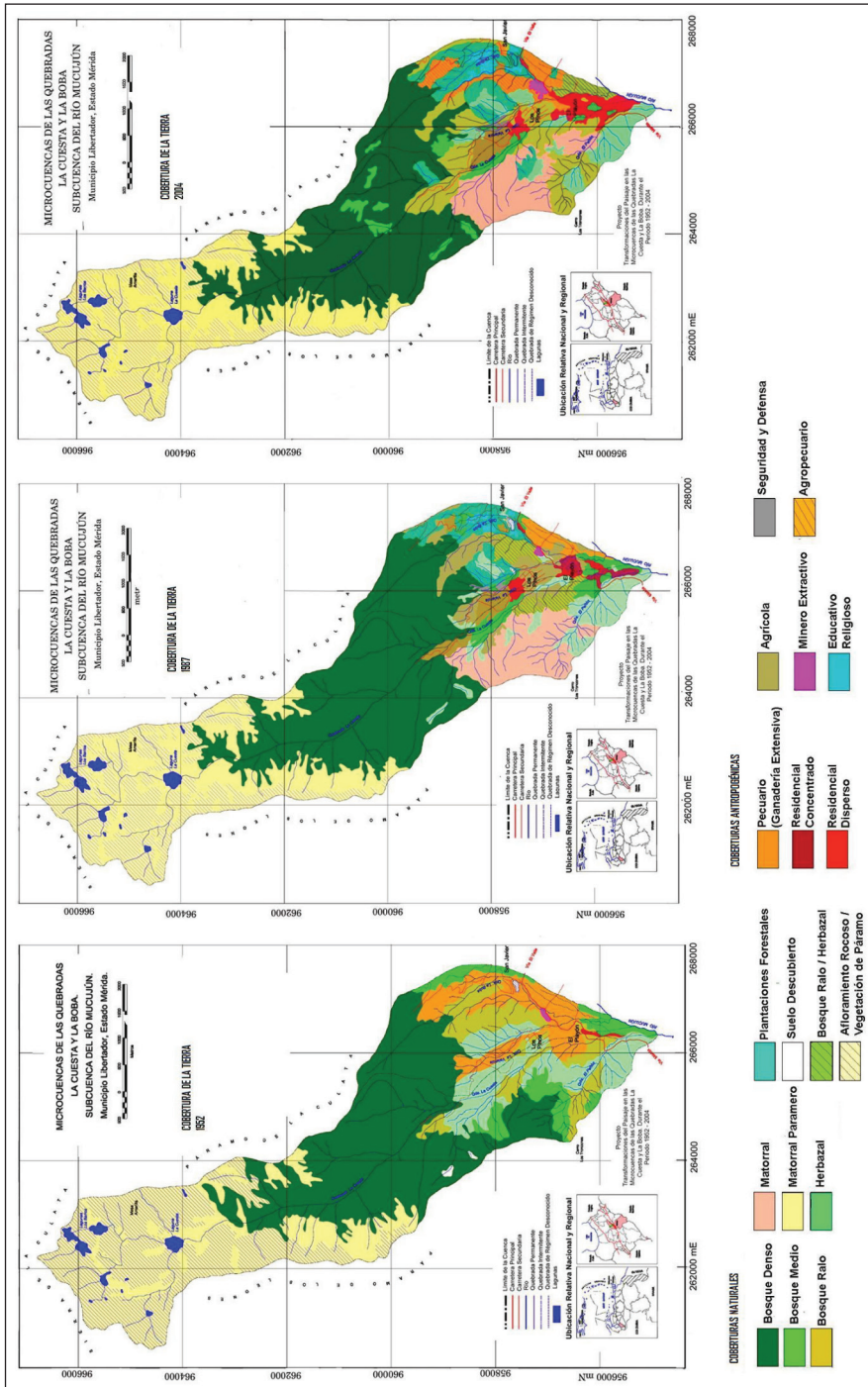


Figura 4. Cobertura de la tierra para los años 1952, 1987 y 2004. Fuente Base: Dirección de Cartografía Nacional. Hojas N° 5941-I-NE, 5942-II-SO y 5942-II-SE. Esc.: 1:25.000, 1975. Fuente temática: Fotografías aéreas, Misión A-34, Escala 1:40.000, 1952. Fotografías aéreas, Misión 010479, escala 1:25.000, 1987. Imagen de satélite ASTER, escala 1:25.000, febrero 2004

4.1.1 Superficie ocupada por las categorías de cobertura de la tierra

El cuadro 2 permite observar la superficie ocupada por cada categoría definida en el período intertemporal estimado; asimismo muestra, por sustracción, los cambios experimentados en la superficie ocupada por las mismas.

Como se observa en el cuadro 2, las coberturas bosque denso, bosque medio,

herbazal, CM (afloramiento rocoso/vegetación de páramo) y uso pecuario han experimentado, para el período analizado (1952-1987; 1987-2004), una disminución constante. Para el caso de las dos primeras categorías se puede relacionar directamente con procesos de deforestación registrados, según pobladores de la zona, desde antes de los años 50. Ellos manifestaron que la extracción de ma-

Cuadro 2. Diferencias en superficie de la cobertura de la tierra. Microcuencas de las quebradas La Cuesta y La Boba. Período 1952-2004

Categorías	1952 (ha)	1987 (ha)	2004 (ha)	Diferencia en Ha (1987-1952)	Diferencia en Ha (2004-1987)
Bosque denso	1073.7706	985.8794	882.1574	-87.8912	-103.722
Bosque medio	138.214	68.8308	59.762	-69.3832	-9.0688
Bosque ralo	216.896	146.0892	234.6692	-70.8068	88.58
Matorral	—	253.7708	243.2168	253.7708	-10.554
Matorral paramero	277.9140	470.7332	474.1396	192.8192	3.4064
Herbazal	276.6564	155.2132	125.8028	-121.4432	-29.4104
Plantaciones forestales	—	102.8688	126.402	102.8688	23.5332
Suelo descubierto	4.6328	0.6368	—	-3.996	-0.6368
CM (Bosque ralo/herbazal)	—	70.0028	26.2232	70.0028	-43.7796
CM (Afloramiento rocoso/vegetación de páramo)	740.614	547.7948	544.3884	-192.8192	-3.4064
Uso pecuario	221.116	35.8936	33.0004	-185.2224	-2.8932
Residencial concentrado	—	24.8864	50.8092	24.8864	25.9228
Residencial disperso	4.0324	18.9968	25.8228	14.9644	6.826
Agrícola	—	53.2648	35.8552	53.2648	-17.4096
Minero extrativo	2.4424	2.2464	6.8124	-0.196	4.566
Educativo religioso	—	11.8236	25.4048	11.8236	13.5812
Seguridad y defensa	—	7.0824	7.7128	7.0824	0.6304
Lagunas	25.2660	25.2660	25.2660	0	0
Laguna artificial	1.3460	1.6208	—	0.2748	-1.6208
Agropecuario	—	—	55.4556	—	55.4556

dera se destinó básicamente a la construcción de viviendas; posteriormente, la aparición de nuevas categorías de uso (agrícola, agropecuario y el residencial concentrado) afectó nuevas zonas boscosas y herbáceas para su implantación.

Según Palacios (1988), los desarrollos agrícolas en el área extendían sus zonas de explotación hasta las propias márgenes del río Mucujún y la quebrada La Cuesta. A su vez, los desarrollos pecuarios habían ampliado sus zonas de pastoreo, no sólo a ambas márgenes del río o de sus afluentes, sino también montaña arriba, interviniendo y afectando parte de la selva nublada.

Las categorías matorral paramero, plantaciones forestales y residencial disperso muestran un aumento progresivo de su superficie para el período considerado (Cuadro 2). El incremento experimentado por el matorral paramero se podría asociar con una progresiva recuperación de algunas áreas intervenidas, luego de la declaratoria de las Áreas Protegidas. Finalmente, las categorías bosque ralo y minero extractivo muestran un comportamiento tanto de pérdida como de ganancia en la superficie ocupada para el período analizado.

Las categorías restantes muestran un comportamiento diferente dado que se observan en un período o en otro, pero no en ambos. Un ejemplo de lo señalado lo constituye la categoría agropecuario que aparece en 2004, con una superficie de 55,45 ha. En campo pudo corroborarse que en esta categoría coexiste la agricultura con la actividad pecuaria en unidades espaciales pequeñas (Arias, 2005).

4.1.2 Matrices de cambio para el período intertemporal establecido

A continuación se realiza una breve descripción de los principales resultados observados en las matrices de cambio construidas a partir de los mapas de cobertura para los años 1952, 1987 y 2004.

4.1.2.1 Matriz de cambios para el período 1952-1987

El cuadro 3 contiene la matriz de cambios resultante para este período. Ésta permite observar la superficie que se mantiene invariable entre las categorías (diagonal resaltada de la matriz), y la superficie que ha cambiado, además de la orientación de los cambios registrados (resto de las celdas).

En general, se percibe que todas las categorías muestran cambios en el primer período intertemporal. No obstante, se puede señalar que las categorías relacionadas con la vegetación natural son las que experimentaron mayor cambio dada la superficie que abarcan. En este caso destaca la categoría matorral, que no existía en 1952, y que registra para 1987 una superficie ocupada de 253,7 ha; esta categoría surgió a expensas de la pérdida del bosque denso, bosque medio, bosque ralo y herbazal; éste último mantiene 82,4 ha espacialmente invariables, perdiendo 121 ha, las cuales pasaron en su mayoría a formar parte del uso agrícola, plantaciones forestales y bosque ralo en 1987.

El matorral paramero muestra una superficie invariable de 231 ha, habiendo incrementado su superficie en 192,8 ha, a expensas principalmente de la cate-

Cuadro 3. Matriz de cambios de cobertura natural y uso de la tierra, expresada en hectáreas. Período 1952-1987

1987

	BD	BM	BR	M	MP	H	PF	SD	CM (BR/H)	CM (ARVP)	UP	RC	RD	A	ME	E-R	SYD	LAG	LAG ART	Σ (1952)
	BD	914,913	0	6,5176	131,772	0	8,3736	4,246	0	0	0	0	0	7,9484	0	0	0	0	0	1073,7706
	BM	0	14,8192	11,3128	58,0996	0	16,1644	22,422	0	1,6188	0	4,7972	2,5004	3,8596	1,8988	0	0,7212	0	0	138,214
	BR	23,1684	17,904	40,8168	23,7648	0	33,2692	25,9452	0	32,2124	0	6,7804	4,7216	3,8276	0,41	4,0756	0	0	0	216,896
	M	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	MP	0	0	0	231,8692	0	0	0	0	46,0448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	277,914
	H	23,1972	23,5084	33,7996	40,1344	0	82,436	17,8236	0,6364	18,782	0	4,5652	3,5284	26,7388	0	0	1,5064	0	0	276,6564
	PF	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SD	1,882	0	0	0	2,7508	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,6328
1	CM(BR/H)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	CM(AR/VP)	0	0	0	238,864	0	0	0	0	501,75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	740,614
5	UP	22,7188	12,5992	52,6232	0	11,268	32,432	0,0004	17,3896	0	31,0964	7,008	6,8872	12,8512	1,3644	7,0268	5,576	0	0,2748	221,116
2	RC	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	RD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,0324	0	0	0	0	0	0	0	4,0324
	A	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	ME	0	0	1,0192	0	0,9512	0	0	0	0	0	0	0	0	0,472	0	0	0	0	2,4424
	E-R	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SEGY DEF	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	LAG	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,266	0	25,266
	LAG ART	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,346	1,346
	Σ (1987)	985,8794	68,8308	146,0892	253,7708	470,7332	155,2132	102,8688	0,6368	70,0028	547,7948	24,8864	18,9968	53,2648	2,2464	11,8236	7,0824	25,266	1,6208	2982,9006

CATEGORIAS:
BD: BOSQUE DENSO
BM: BOSQUE MEDIO
BR: BOSQUE RALO
M: MATORRAL
MP: MATORRAL PARAMERO
H: HERBAZAL

PF: PLANTACIONES FORESTALES
SD: SUELO DESCUBIERTO
CM(BR/H): COBERTURA MIXTA (BOSQUE RALO/HERBAZAL)
CM(AR/VP): COBERTURA MIXTA (AFLORAMIENTO ROCOSO/VEGETACION DE PARAMO)

UP: USO PECUARIO
RC: RESIDENCIAL CONCENTRADO
A: AGRICOLA
ME: MINERO EXTRATIVO
E-R: EDUCATIVO/RELIGIOSO
SEGY DEF: SEGURIDAD Y DEFENSA
LAG: LAGUNAS
LAG. ART: LAGUNA ARTIFICIAL

ría mixta (afloramiento rocoso-vegetación de páramo).

Por su parte, de las categorías antropogénicas, la que mayor cambio experimentó fue el uso pecuario, el cual perdió 185 ha durante el período, manteniendo invariables solo 31 ha. Esta superficie fue absorbida principalmente por las categorías de bosque ralo, plantaciones forestales, bosque denso y uso agrícola (esta última categoría no registrada en 1952, pero que en 1987 ocupa 53 has). Las categorías que perdieron superficie a favor del uso agrícola fueron el bosque denso, herbazal y uso pecuario, principalmente. La categoría uso residencial concentrado no aparece en 1952, pero registra 24,8 ha en 1987, siendo el bosque ralo, el herbazal y el uso residencial disperso las categorías que perdieron superficie a favor de este uso durante el primer período intertemporal.

Lo anteriormente señalado permite ratificar que, como bien lo manifestaron viejos pobladores de la zona, para 1952 estas microcuencas no presentaban una gran diversidad de usos; sin embargo, ya se observaba un proceso de transformación antropogénica ligado a la deforestación en la parte más baja, con fines de aprovechamiento del recurso forestal para la construcción de viviendas. Una porción de estas áreas desforestadas fueron utilizadas para implementar los usos pecuario y minero extrativo. El primero, a pequeña escala y, el segundo, para utilizar la arcilla para la elaboración artesanal de materiales de construcción como el bloque y el ladrillo; también se desarrolló una incipiente actividad residencial.

Esta situación cambia de manera significativa para 1987, pues se observa una diversificación e intensificación de las categorías antropogénicas en la sección baja de las microcuencas. Surgen cuatro (4) coberturas de la tierra adicionales: residencial concentrado, agrícola, educativo-religioso y, seguridad y defensa, las cuales se agregan a las ya existentes (Cuadro 1; Cuadro 2).

La aparición de la categoría residencial concentrado es una fiel evidencia de dos condiciones importantes: primero, una dinámica demográfica que apunta hacia un crecimiento poblacional en la zona. Segundo, el comienzo de la ocupación humana por medio de un uso que transforma el espacio en forma permanente. La construcción del tramo carretero Mérida-La Culata en los años 50, así como la dotación de servicios básicos, favoreció la incursión en la zona de nuevos pobladores. La cercanía de estas microcuencas con la ciudad de Mérida también ha sido un elemento decisivo en el aumento de la ocupación de las secciones bajas con fines residenciales.

Es importante señalar que en este período surge también la actividad agrícola en la zona, la cual en principio estuvo destinada a la producción no intensiva, básicamente con fines de autoconsumo (Arias, 2005).

En relación con el uso educativo-religioso, éste aparece en el año 1953 cuando se levantan las primeras instalaciones que corresponden a la casa de retiros espirituales San Javier; luego, en 1961, se comienza a construir el colegio Timoteo Aguirre Pe y, para 1976, se edifican las

primeras instalaciones del campamento (internado) San Javier del Valle (Pérez, 1999). Este importante complejo está destinado a las actividades educativas y religiosas.

4.1.2.2 Matriz de cambios para el período 1987-2004

El cuadro 4 contiene las diferencias en superficie para las diferentes categorías de cobertura natural y usos de la tierra en las dos microcuencas para este período intertemporal. Para 1987 se pueden identificar diecinueve (19) categorías, de las cuales once (11) corresponden a coberturas naturales y ocho (8) son de origen antropogénico. Para 2004 se presentan dieciocho (18) categorías, de las cuales diez (10) son coberturas naturales y ocho (8) de origen antropogénico.

Para este último año surge la categoría agropecuario, que constituye un uso mixto de ganadería extensiva y agricultura, desarrollado en pequeñas unidades espaciales difíciles de diferenciar y separar cartográficamente. Por su parte, desaparecen dos categorías a saber: suelo descubierto y laguna artificial.

En este período intertemporal se produce un considerable incremento en la superficie ocupada por las categorías uso residencial concentrado (25,9 ha), educativo-religioso (13,5 ha), plantaciones forestales (23,5 ha) y bosque ralo (88,5 ha). El aumento del uso residencial se debe, como se ha expresado anteriormente, al incremento poblacional que han experimentado los diferentes centros poblados que, tal como se observa en el cuadro 4,

fue mayor durante este período. Ello se explica en parte por ser esta área una zona de expansión natural de la ciudad de Mérida, por lo que se presume que su crecimiento será cada vez más mayor. Además es un área privilegiada por poseer gran belleza paisajística, condición que atrae a la población con el objeto de establecerse en forma temporal o permanente (Arias, 2005).

Si bien se observa una ralentización en la magnitud de cambio para las distintas categorías en el período intertemporal, destacan los cambios ocurridos en la categoría bosque denso, la cual mantuvo espacialmente invariable una superficie de 869 ha, y registró una pérdida de 103,7 ha, las cuales fueron absorbidas por las categorías bosque medio, bosque ralo, herbazal y plantaciones forestales; el bosque ralo, por su parte, mantuvo invariable 51,8 de las 146 ha registradas en 1987, registrando además una ganancia de 88,5 ha, a expensas de categorías como bosque denso, matorral, herbazal y agricultura.

La categoría herbazal mantuvo invariable 82 de las 155 ha registradas en 1987, acusando en el período una pérdida de 29,4 ha que fueron absorbidas principalmente por las categorías bosque ralo, matorral y plantaciones forestales. La categoría residencial concentrado experimentó un aumento de 25 ha, con lo cual duplicó la superficie registrada para 1987, absorbiendo áreas anteriormente dedicadas al uso residencial disperso, bosque medio y bosque ralo. Finalmente, la categoría agrícola experimenta una

Cuadro 4. Matriz de cambios de cobertura de la tierra expresada en ha. Período 1987-2004

2004																						
	BD	BM	BR	M	MP	H	PF	SD	CM (BR/H)	CM (AR/VP)	UP	RC	RD	A	ME	E-R	SYD	LAG	LAG ART	AGROP:	Σ (1987)	
	BD	869,8394	26,4352	50,1416	14,7544	0	2,2672	17,698	—	0	0	0	0	0	0,8568	0	0,16	0,3432	0	—	3,3836	985,8794
	BM	0	19,4632	9,9572	4,6	0	0,8916	6,0512	—	5,39	0	1,7544	6,986	8,6192	3,9796	0	0,0152	1,1032	0	—	0,02	68,8308
	BR	6,0936	0,6832	51,8928	8,706	0	13,4288	12,4236	—	7,3868	0	7,6728	3,518	1,7292	4,4004	0,2828	5,1328	0,1288	0	—	22,6096	146,0892
	M	0,0328	0,6532	53,5648	174,1916	0	15,2116	10,1168	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	253,7708	
	MP	0	0	0	0	441,4696	0	0	—	29,2636	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	470,7332	
	H	3,0876	6,0716	21,988	26,9976	0	82,404	3,2212	—	0,0284	0	0,8088	2,5796	4,3028	1,112	0,4768	0,5492	0,6664	0	—	0,9192	155,2132
	PF	2,698	0	12,5584	0	0	5,376	64,9168	—	0	2,6636	0	0	1,1164	0,02	6,52	0,7284	0	—	6,2712	102,8688	
	SD	0	0	0,2972	0	0	0	0,3396	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0,6368	
	CM(BR/H)	0	3,2824	18,1688	12,3224	0	4,104	4,3804	—	0	0	2,1936	0,8244	0,1308	3,8192	0,9872	0	0	—	19,7896	70,0028	
1	CM(AR/VP)	0	0	0	0	32,67	0	0	—	0	515,1248	0	0	0	0	0	0	0	—	0	547,7948	
9	UP	0	0	0	0	0	0	2,3132	—	13,418	0	20,098	0	0,0544	0	0,01	0	0	—	0	35,8936	
8	RC	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	24,8864	0	0	0	0	0	0	—	0	24,8864	
7	RD	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	10,6456	8,3512	0	0	0	0	0	—	0	18,9968	
	A	0,406	2,6912	13,8316	1,6448	0	0,4988	4,6892	—	0	0	0	1,7552	24,098	0	0,2168	0,9824	0	—	2,4508	53,2648	
	ME	0	0	0	0	0	0	0,0284	—	0	0	0,0028	0	0	2,2036	0	0	0	—	0,0116	2,2464	
	E-R	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	11,8236	0	0	—	0	11,8236	
	SEGY DEF	0	0,482	2,2688	0	0	0	0,2236	—	0	0	0	0	0,1864	0,1612	0	0	3,7604	0	—	0	7,0824
	LAG	0	0	0	0	0	0	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	25,266	—	0	25,266	
	LAG ART	0	0	0	0	0	1,6208	0	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	0	1,6208	
	AGROP	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	Σ (2004)	882,1574	59,762	234,6692	243,2168	474,1396	125,8028	126,402	—	26,2232	544,3884	33,0004	50,8092	25,8228	35,8552	6,8124	25,4048	7,7128	25,266	—	55,4556	2982,9006

CATEGORÍAS: H: HERBAZAL
 BD: BOSQUE DENSO
 BM: BOSQUE MEDIO
 BR: BOSQUE RALO
 M: MATORRAL
 MP: MATORRAL PARAMERO
 H: HERBAZAL
 PF: PLANTACIONES FORESTALES
 SD: SUELO DESCUBIERTO
 CM (BR/H): COBERTURA MIXTA (BOSQUE RALO/HERBAZAL)
 CM (AR/VP): COBERTURA MIXTA (AFLORAMIENTO ROCOSO/VEGETACION DE PARAMO)
 UP: USO PECUARIO
 RC: RESIDENCIAL CONCENTRADO
 RD: RESIDENCIAL DISPERSO
 A: AGRICOLA
 ME: MINERO EXTRATIVO
 E-R: EDUCATIVO/RELIGIOSO
 SEG y DEF: SEGURIDAD Y DEFENSA
 LAG: LAGUNAS
 LAG. ART: LAGUNA ARTIFICIAL
 AGROP: AGROPECUARIO

pérdida en superficie de 17 ha, cediendo superficie principalmente al uso urbano disperso, al bosque ralo y a las plantaciones forestales.

Cabe destacar que durante este período se decretan dos figuras jurídicas de protección en el valle del río Mucujún, las que, desde entonces, han jugado un papel importantísimo en la dinámica geoespacial de la zona. Estas figuras son la Zona Protectora de la subcuenca del río Mucujún, creada en 1986 y el Parque Nacional Sierra de La Culata, decretado en el año 1989. Ambas figuras se solapan a partir de los 2.600 msnm, por lo que a partir de allí las restricciones para los usos antropogénicos son mucho más severas.

Este hecho podría explicar en gran medida, la ralentización en la dinámica de crecimiento mostrada por algunas categorías durante el período y la ganancia en superficie que algunas categorías de cobertura natural acusaron.

4.1.3 Mapas de cambio y no cambio

A continuación se describen los principales resultados derivados de la construcción de los mapas que muestran espacialmente la distribución de las áreas de cambio y no cambio en cada período analizado

4.1.3.1 Análisis del mapa de áreas de cambio y no cambio. Período 1952-1987

La figura 5a muestra la distribución espacial de las áreas de cambio y no cambio para el período 1952-1987. Para este período se tiene que una superficie de 1.138,12 ha (38,2 % de la superficie to-

tal) presentó cambios entre categorías, los que se concentran principalmente en dos áreas: la sección más alta de la microcuenca La Cuesta y la sección más baja de las dos microcuencas.

En la sección baja, estos cambios se corresponden con la diversificación de usos establecidos por el hombre, que condujeron a una progresiva deforestación. También es importante tomar en cuenta el aumento de la población, el cual se ha dado de manera constante y progresiva debido a la dinámica demográfica antes mencionada, la que en los últimos años acusa mayor intensidad; además, se ha producido en el entorno un auge de la actividad turística, favorecida por la calidad y belleza del paisaje.

Las variaciones o cambios espaciales en las secciones más altas de las microcuencas coinciden con la zona de transición entre las coberturas matorral paramero y bosque denso, y matorral paramero y cobertura mixta (afloramiento rocoso/vegetación de páramo), por lo cual se supone que esta variación obedezca a oscilaciones mesoclimáticas o también a posibles errores en el ajuste geométrico entre las capas de información.

Por otra parte, una importante porción del área objeto de estudio (1.844,78 ha, equivalentes a 61,8 % del total), se mantuvo sin cambios durante el primer período; la mayor proporción se concentra en la parte media de las microcuencas, coincidiendo así con el sector más accidentado, de pendientes muy pronunciadas, mayormente ocupado por la categoría de cobertura natural bosque denso.

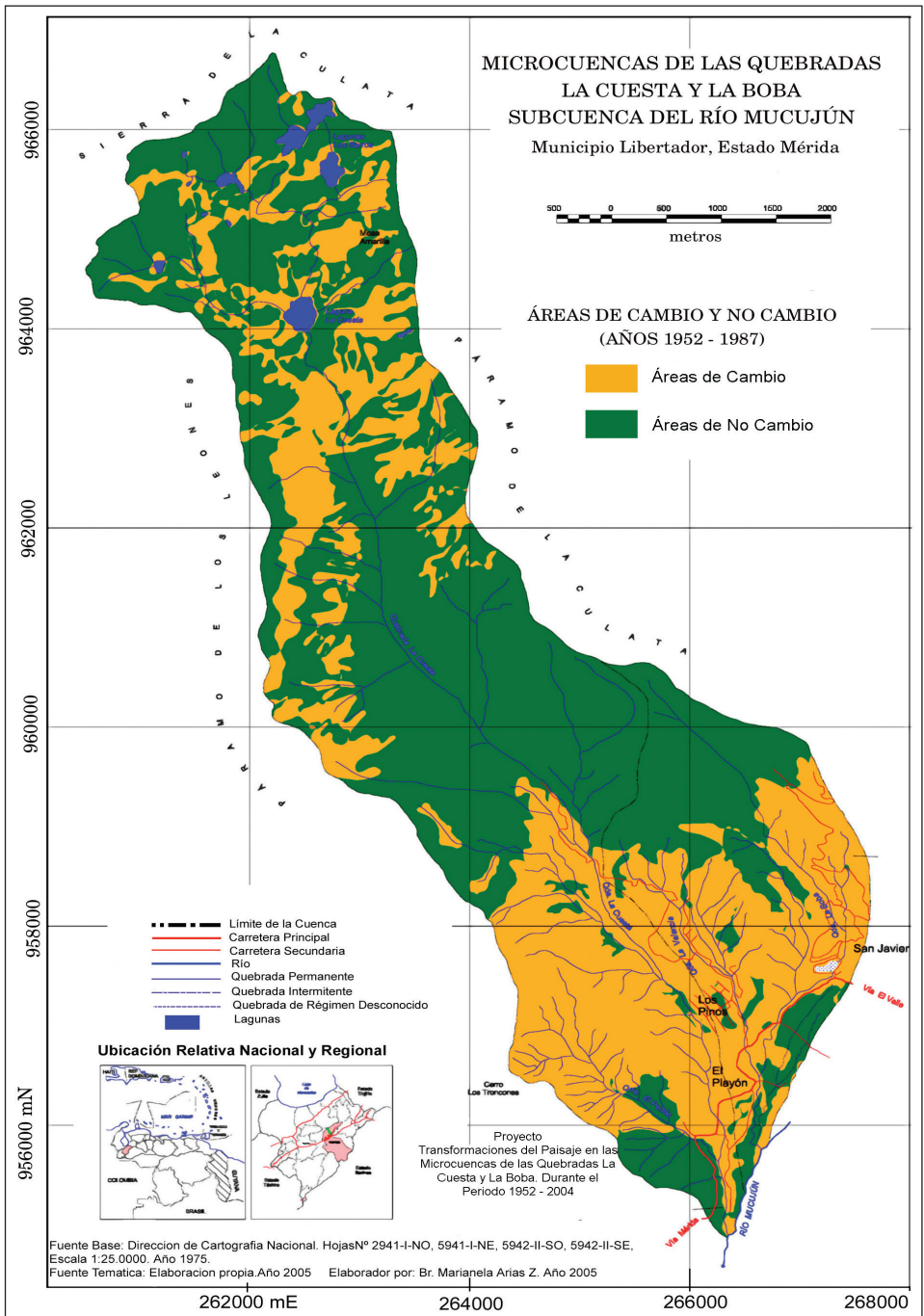


Figura 5a. Áreas de cambio y no cambio para los períodos 1952-1987

Además, se encuentran otras pequeñas porciones en las cotas más altas de las microcuencas, muy cercanas a los límites superiores de la cuenca y en las nacientes de la quebrada La Cuesta.

Palacios (1988), afirma que desde los años 70 del pasado siglo XX se venía presentando un interés por la conservación de los bosques y del agua, situación que de alguna manera favoreció la desaceleración del proceso de intervención en las microcuencas. Particularmente, el cuidado del recurso agua obedece al hecho de que la cuenca del río Mucujún es la principal abastecedora de agua, no sólo para este sector sino principalmente para la ciudad de Mérida.

En la década de los ochenta, la misma comunidad se opuso a la introducción de la ganadería bovina y porcina en la zona, argumentando la protección de las partes altas como fuentes de producción de agua. Este conflicto fue el que dio lugar a la declaración de la Zona Protectora de la subcuenca del río Mucujún y la elaboración de su respectivo reglamento, el cual fue publicado en gaceta oficial, el 13 de octubre de 1986.

4.1.3.2 Análisis del mapa de áreas de cambio y no cambio. Período 1987-2004

En este período, una superficie de 643,11 ha (21,56 % de la superficie total) presentó cambios que se localizan, sobre todo, en la sección baja de las microcuencas y una pequeña porción, muy diseminada, en la parte alta de la microcuenca La Cuesta. Por su parte, la superficie restante, que se corresponde con 2.339,79

ha (78,44 % del total de la superficie), se mantuvo invariable entre las dos fechas (Figura 5b).

Es evidente que para este período, la superficie de cambio disminuyó con respecto al período 1952-1987. Esta situación podría estar asociada con la presión ejercida tanto por la comunidad como por algunas instituciones oficiales a fin de preservar estas áreas; seguramente la declaratoria de las dos figuras de área protegida también debe haber influido en esta disminución.

Sin embargo, si tomamos en cuenta lo representado en la figura podemos observar que en la cobertura boscosa surgen cambios que para el primer par de fechas no se presentaban, lo que significa que puntualmente no se está cumpliendo con lo dispuesto en los reglamentos de las ABRAE, lo cual debe ser revisado por parte de los organismos encargados de su vigilancia y control.

Es conveniente señalar que, aunque los cambios en términos de superficie son menos marcados en este período con respecto al anterior, el crecimiento urbano y el auge del turismo (detectado con información recopilada en campo) suponen un impacto ambiental significativo, no sólo porque la infraestructura (habitacional o de servicios turísticos) implique una transformación permanente del paisaje, sino porque además supone una contribución al deterioro de los recursos del entorno, principalmente del agua, en términos de cantidad y calidad.

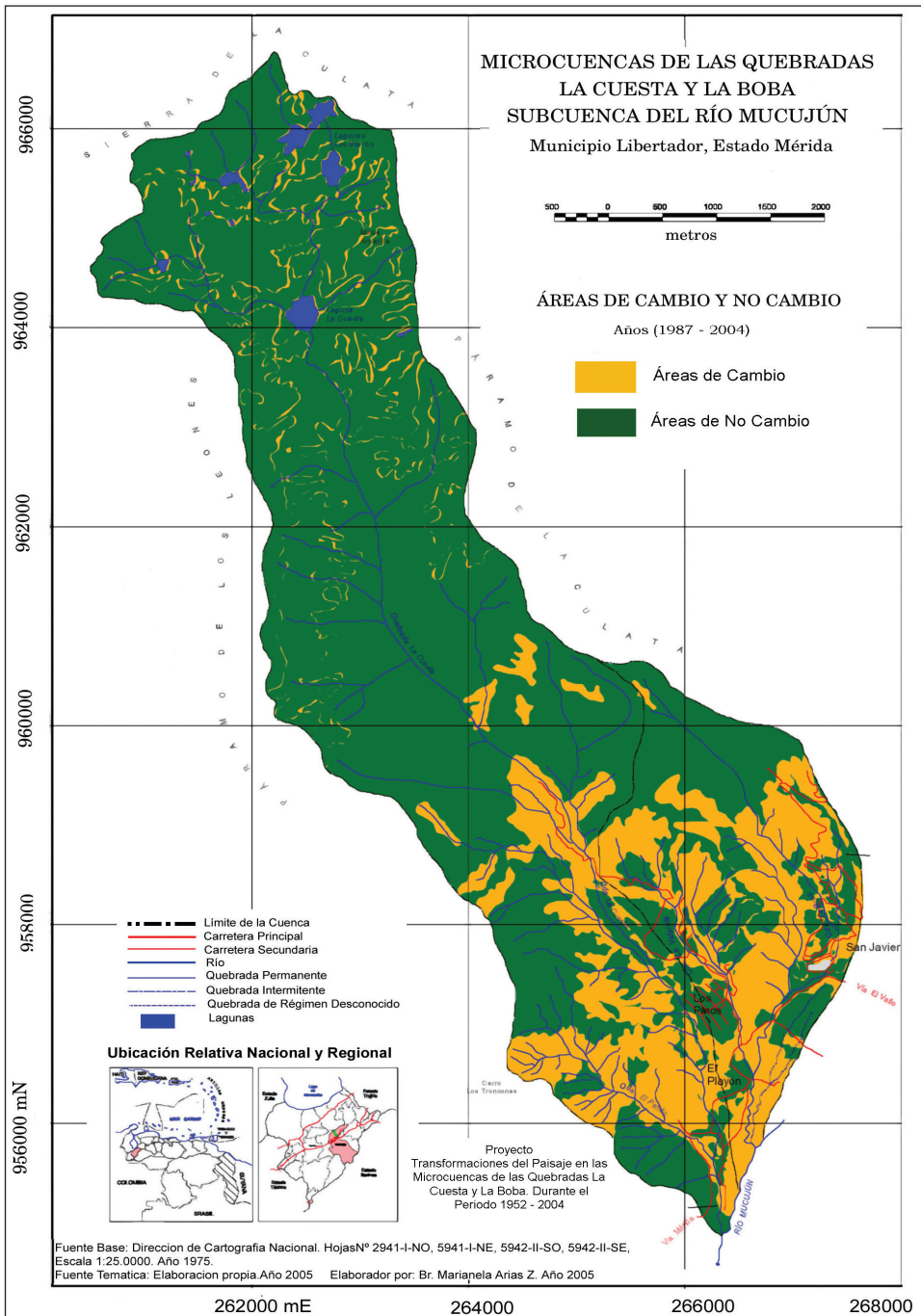


Figura 5b. Áreas de cambio y no cambio para los períodos 1987-2004

5. Conclusiones

En los dos períodos analizados se produjo una significativa transformación en el paisaje, traducida en una diversificación en las categorías antropogénicas y cambios importantes en la superficie ocupada por las categorías de cobertura natural. En 1952 fueron identificadas diez (10) categorías; en 1987 diecinueve (19) y en 2004, dieciocho (18) categorías. El período intertemporal que mostró mayor dinamismo fue el de 1952 -1987

La expansión demográfica que experimenta el Área Metropolitana de Mérida tiene una incidencia directa sobre la cuenca del río Mucujún, particularmente sobre las dos microcuencas analizadas, siendo sus secciones bajas las áreas más afectadas, ya que es allí donde el uso residencial concentrado, ligado a la actividad turística se ha venido fortaleciendo. A su vez, la agricultura muestra una tendencia a ser desplazada de la sección baja a la media de las microcuencas, lo cual incidirá en el ambiente del entorno.

Para el período 1952-1987, las categorías que incorporan más superficie son las de matorral (253 has), plantaciones forestales (102,8 has) y residencial concentrado (24,8 has). Por su parte, pierden superficie las categorías cobertura mixta (CM, afloramiento rocoso-vegetación de páramo) con 192,8 has, uso pecuario (185 has), herbazal (121 has), bosque denso (87 has), bosque ralo (70 has) y bosque medio (69 has).

Para el período 1987- 2004, las categorías que más pierden superficie son las de bosque denso (103,7 has), cobertura

mixta (CM, bosque ralo-herbazal) con 43,7 has y agrícola (17 has). En contrapartida, ganan superficie, entre otras, la actividad agropecuaria (55,5 has) y residencial concentrado (25 has).

La ralentización en la intervención que se observa en la parte alta y media de las microcuencas, de acuerdo al análisis de las áreas de cambio y no cambio, se vio favorecida por el decreto de las dos áreas protegidas (Zona Protectora de la subcuenca del río Mucujún y Parque Nacional Sierra de La Culata). Estas figuras han jugado un papel fundamental en la protección de las áreas de ambas microcuencas que poseen restricciones jurídico-ambientales. Además, existe una limitante físico natural que favorece su conservación y es la condición topográfica, que hace difícil la implementación de cualquier actividad de carácter antropogénico.

La quebrada La Cuesta es el tributario más importante de la cuenca del río Mucujún, por lo tanto se constituye como abastecedora de agua de la población de la zona y de la ciudad de Mérida, siendo ésta la premisa básica sobre la cual deben establecerse los criterios de planificación de los usos de la tierra en el área.

6. Agradecimiento

Los autores expresan su agradecimiento al Consejo de Desarrollo Científico Humanístico y Tecnológico de la ULA (CD-CHT), por haber financiado este proyecto, bajo el código FO-562-04-01-F.

7. Referencias citadas

- ARIAS, M. 2005. *Transformaciones del paisaje en las microcuencas de las quebradas La Cuesta y La Boba. Municipio Libertador - estado Mérida, en el periodo 1952-2004*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, 146 p. (Inédito).
- CHUVIECO, E. 1990. **Fundamentos de teledetección espacial**. Ediciones RIALP, S. A. Madrid-España. 256 p.
- DELGADO, J. 1998. *Gestión de permisos de la cuenca del río Mucujún mediante el uso de un sistema de información geográfico (SIG)*. Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Tesis para optar al grado de Magister Scientiae en Gestión de Recursos Naturales Renovables y Medio Ambiente, 85 p. (Inédito).
- DÍAZ, R. y J. ZERPA. 1963. *Estudio de reconocimiento de la cuenca del río Mucujún*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, 81 p. (Inédito).
- DUGARTE, M. y J. ZAMBRANO. 1988. *Ordenación de uso de la tierra para una cuenca abastecedora de agua: zona protectora de la cuenca del río Mucujún*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, 156 p. (Inédito).
- GHOSH, S. y O. ODREMAN. 1987. *Estudio paleoambiental-paleontológico de facies de la formación La Quinta cerca de Mérida*. **Revista Geológica de Venezuela**. Sociedad Venezolana de Geólogos. Boletín N° 31: 36-46.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES (MARNR). 1983. **Metodología para la elaboración de los mapas de vegetación, uso actual y uso potencial agrícola**. Sistemas Ambientales Venezolanos. Proyecto Ven/79/001. MARNR. Caracas-Venezuela.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES (MARNR). 1985. **Atlas de la vegetación de Venezuela**. MARNR. Caracas-Venezuela.
- MOLINA, Z. y E. CHUVIECO. 1997. Aplicación de diferentes técnicas de detección de cambios, usando imágenes Landsat MSS y TM para un período de 13 años (1973-1986) en la ciudad de Maracaibo (Venezuela). En: **Teledetección. Usos y aplicaciones**. 361-368. Secretariado de publicaciones e intercambio científico. Universidad de Valladolid-España.
- MOLINA, Z. 2005. *Propuesta metodológica para el estudio de dinámica de uso urbano utilizando la teledetección: Maracay, estado Aragua Venezuela*. **Revista Geográfica Venezolana** 46(2):195-234
- PALACIOS, E. 1988. **Las crónicas del Mucujún según Indalecio Paramillo**. CESAP. Editorial Alfa. Mérida-Venezuela. 115 p.
- PÉREZ, A. 1999. **Testimonios**. Fe y Alegría. Mérida-Venezuela. 193 p.
- URBINA, C. 1982. *Influencia de los factores físico-naturales en la evaluación y génesis de los principales suelos de la cuenca del río Mucujún*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Trabajo Especial de Grado, 92 p. (Inédito).