



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y ECOLÓGICAS
POSTGRADO EN ECOLOGÍA TROPICAL



TESIS DOCTORAL

**IMPACTO ECOLÓGICO Y SOCIAL POR LA TRANSFORMACIÓN DEL
PAISAJE EN LA CUENCA DEL RIO CARACHE
(1966-2010).**

Autor: ARGENIS MONTILLA PACHECO

TUTORA:

Dra. Licia Romero

COTUTOR:

Dr. Eulogio Chacón Moreno

JURADO:

DRA. RITA GIACALONE

DR. OSCAR SIMÓN RODRIGUEZ

DRA. ANAIRAMIZ ARANGUREN

MÉRIDA – VENEZUELA

OCTUBRE 2012

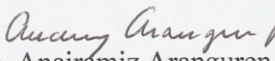
VEREDICTO

Quienes suscriben, integrantes del jurado designado por el Consejo de Estudios de Postgrado de la Universidad de los Andes para conocer y emitir veredicto sobre la **TESIS DE DOCTORADO** presentado por **Argenis de Jesús Montilla Pacheco**, realizada bajo la tutoría de la Dra. **Liccia Romero** y la Cotutoría del Dr. **Eulogio Chacón Moreno**, presentada como requisito para optar al Grado de **DOCTOR EN ECOLOGÍA TROPICAL** y que se titula:

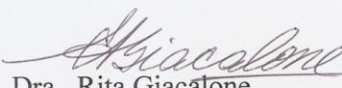
“Impacto Ecológico y Social por la Transformación del Paisaje en la Cuenca del Río Carache, 1966 - 2010”

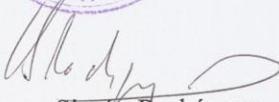
Hacen constar lo siguiente:

PRIMERO: Que hoy 11 de octubre del 2012 a las 9:00 a.m., nos constituimos como jurado en el salón de reuniones del Postgrado en Ecología Tropical, siendo la Presidenta del Jurado la Dra. Anairamiz Aranguren. **SEGUNDO:** A continuación procedimos a discutir si se lleva a cabo su defensa pública. Luego de considerar las observaciones críticas de cada miembro del jurado, acordamos por unanimidad autorizar su presentación. **TERCERO:** A las 10:00 a.m. de este mismo día, se dio curso al acto público de sustentación de la tesis doctoral presentado a requerimiento del jurado en el Salón A-10 de la Facultad de Ciencias. **CUARTO:** Una vez concluida la sustentación correspondiente, el jurado interrogó al aspirante sobre los diversos aspectos a que la tesis se refiere. **QUINTO:** Seguidamente la Presidenta del Jurado invitó al público asistente a formular preguntas y observaciones sobre la tesis presentada. **SEXTO:** Una vez concluido el acto de presentación, el jurado procedió a su deliberación final y decidió aprobar la tesis con **Mención Publicación.**


Dra. Anairamiz Aranguren
Jurado




Dra. Rita Giacalone
Jurado


Dr. Oscar Simón Rodríguez
Jurado

Agradecimientos

A **DIOS TODO PODEROSO**, quien me ilumina todos los días y me da las fuerzas necesarias para enfrentar los compromisos que presenta la vida.

A la Dra. Maximina Monasterio, tutora inicial y amiga, por su significativa participación a lo largo de mis estudios doctorales y por brindarme sabiamente su valioso e incondicional apoyo.

A la Dra. Licia Romero, tutora y amiga, por su permanente asistencia y colaboración durante mis estudios doctorales, especialmente desde que asumió la responsabilidad de guiar mi trabajo de tesis.

Al Dr. Eulogio Chacón Moreno, cotutor, quien en los primeros momentos del desarrollo de la tesis tuvo la amabilidad y la cortesía de facilitarme parte importante del material aerofotográfico y cartográfico del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Gracias por demostrar interés en ayudarme permanentemente.

Al Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, por la disposición de todo su personal y equipos.

A La Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Barquisimeto “Luís Beltrán Prieto Figueroa” por brindarme el tiempo necesario para la realización de este trabajo.

Al Prof. Rigoberto Andressen, por la disponibilidad que mantuvo para ayudarme y asesorarme en los primeros trabajos de campo, y por las orientaciones útiles que me brindó cuando salimos al área de estudio.

A Mallury, mi esposa, por darme fuerzas en todo momento para seguir adelante, y fundamentalmente en los momentos más críticos y difíciles.

A mis hijos, Aimara y Javier, por su comprensión e incondicional apoyo, y sobretodo, por permitir que les quitara parte de su tiempo. De verdad, a ustedes les debo esta meta.

A mis padres quienes a lo largo de la vida me han enseñado a caminar con esfuerzos y sacrificios.

Al cuerpo de profesores de planta e invitados del programa de Postgrado de Ecología Tropical del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), especialmente a quienes me dieron parte importante de sus conocimientos: Maximina Monasterio, Lina Sarmiento, Rigoberto Andressen, Licia Romero, Dimas Acevedo, Carlos García, Eulogio Chacón, Nelly Velásquez, Wilmer Tezara, Jordy Cortina y Pascual Soriano.

Al Geógrafo Marlon Pirela, colega y amigo, quien en todo momento me brindó su afecto de manera incondicional y me asistió en los trabajos de fotointerpretación y cartografía.

Al Ingeniero Agrónomo José Rincón, del Decanato de Agronomía de la Universidad Centro Occidental Lisandro Alvarado (UCLA) por su valioso apoyo en las actividades de campo.

Al Licenciado Franklin Montilla, por recibirme amablemente en su casa y mostrarme con detalles la parte baja de la cuenca, en muchos de los trabajos de campo efectuados.

Al profesor Héctor Rodríguez, colega y amigo, quien siempre estuvo presto para ayudarme en múltiples ocasiones, sobretodo en aquellos momentos de incertidumbre.

A los pobladores de Carache, principalmente a quienes habitan y cuidan las tierras de los páramos de Cendé y Las Rosas.

A Ydalba Guadua y Nancy Gavidia, quienes me facilitaron su apoyo en las actividades administrativas durante mi permanencia como estudiante del ICAE.

Finalmente, a todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización y culminación de este trabajo.

Dedicatoria a:

“Maximina Monasterio, por su abnegado trabajo en el campo de la ecología, especialmente por su aporte y contribución al conocimiento de los páramos andinos.”

“Don Francisco Tamayo Yépez, hombre incansable en la búsqueda de conocimientos y ejemplo singular de mística, dedicación, esfuerzo y profesionalismo en el medio ecogeográfico venezolano.”

IMPACTO ECOLÓGICO Y SOCIAL POR LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE EN LA CUENCA DEL RIO CARACHE (1966-2010).

Línea de investigación: Ecología regional y del paisaje

Resumen

El presente estudio tuvo como propósito evaluar el impacto ecológico y social resultante de la transformación del paisaje en la cuenca del río Carache. El área de estudio está ubicada en el estado Trujillo, entre las coordenadas 9° 22' 40'' y 9° 43' 30'' de latitud Norte, con 70° 05' 30'' y 70° 30' 00'' de longitud Oeste, alcanzando parte de los municipios Carache, Candelaria, Boconó y Pampán. Tiene una superficie de 77.757,81 hectáreas, distribuidas en un gradiente altitudinal que va desde los 150 metros de altitud en las cercanías al embalse de Agua Viva, hasta los 3.600 metros en la parte más alta del páramo Cendé. El estudio que se llevó a cabo es de carácter multitemporal, abarca un período de 44 años (1966-2010). Esta periodificación responde a la disponibilidad de imágenes de percepción remota en el área de estudio; es decir, se inicia desde 1966, puesto que esta fecha es cuando se producen las primeras fotografías aéreas que cubren la cuenca y culmina en el 2010, por ser la fecha más reciente en cuanto a disponibilidad de imágenes de percepción remota. La metodología utilizada consistió, por una parte, en la realización de dos reconocimientos ecológicos, uno a partir de fotografías aéreas correspondientes a la misión aerofotográfica 01010323 del año 1966 y otro apoyado en dos imágenes de satélite (Spot) del año 2010. Por otra parte, se hizo una caracterización ecológica y social de la cuenca por medio de una encuesta, aplicada a una muestra de los productores agrícolas y pecuarios. Como resultado de la investigación se encontró que el paisaje de la cuenca ha sido transformado notablemente debido a importantes cambios de uso/cobertura de la tierra, debido a múltiples causas, asociadas sobre todo a la acción humana, expresada en la práctica de la ganadería vacuna y agricultura, actividades que se acompañan de técnicas agrícolas muchas veces no adecuadas desde el punto de vista ecológico, y también se consideran causas de transformación; entre ellas, deforestación, consumo de leña, ausencia de vigilancia ambiental, escasa aplicación de ley de protección al ambiente y los recursos naturales, concesión de créditos para agricultura y ganadería sin asistencia técnica, bajo nivel educativo y bajos ingresos económicos. En síntesis, se precisaron en la cuenca abundantes evidencias que sostienen la presencia de impactos ecológicos y sociales derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra. Los resultados obtenidos mediante la superposición de mapas de los años de estudio, indican que la superficie ocupada por las distintas unidades de paisaje fueron cambiando a otros usos a través del tiempo, especialmente las áreas boscosas cedieron a favor de la intensificación de áreas de pastizales y arbustales secundarios, hecho que permite afirmar que la unidad espacial objeto de la presente investigación, está altamente intervenida, por razones a que la vegetación boscosa original en las distintas unidades de paisaje, ha sido notablemente remplazada.

Palabras clave: Ecosistemas, transformación, efectos sociales y ecológicos, agricultura, ganadería.

Ecological and social impact by the landscape transformation in the Carache river basin
(1966-2010).

Research area: Regional and landscape ecology

Summary

The present study had as purpose to evaluate the changes of the ecological and social impact resultant of environment transformations and its effect in the basin of Carache River in Trujillo state in the period 1966-2008. The study area is located in the state Trujillo, among the coordinates 9° 22' 40 " and 9° 43' 30 " of North latitude, with 70° 05' 30 " and 70° 30' 00 " of longitude west, reaching part of the municipalities Carache, Candelaria, Boconó and Pampán. It has a surface of 77.757,81 hectares, distributed in a gradient altitudinal that goes from 150 meters of altitude in the closeness of the Agua Viva reservoir, until the 3.600 meters in the highest part in the Cendé páramo. The study carried out is of multitemporary character, so it covers a period of forty four (44) years (1966 -2010). This periodification responds to the readiness of images of remote perception in the study area; so it begins since 1966, already in that date is when the first air pictures were produced, which cover the basin and, it finishes in the 2010, being the most recent date as for readiness of remote images. The used methodology consisted; on one hand, in the making of two ecological identifications, one by air pictures corresponding to the airphotography mission to the 01010323 of the year 1966 and, other supported in two satellite images (Spot) of the year 2010. On the other hand, an ecological and social characterization of the basin was made through a survey, applied to a sample to the farming livestock producers. As results of the investigation it was found that the landscape of the basin has been transformed notably, due to important changes use/covering of the earth and , by some causes , associated mainly to the human action, expressed in the practice of the agriculture and the livestock, activities that are joined to the agriculture's technical, many times non appropriated since of ecological viewpoint, and that they are also considered transformation's causes between them ; deforestation, high firewood use, absence of environmental surveillance, lack of application of law protection to the environment and the natural resources, concession of loans for agriculture and livestock without technical assistance, low level education and low economic incomes. In synthesis, it accurred many evidences in the basin that sustain the presence of the ecological and social impact derived of the landscape transformations and the changes of use/covering of the earth. The results got through of the overlap of maps of the years of the study (1966- -2010). They indicate that the surface occupied by the different landscape units were changing to other uses through the years, especially the wild areas gave up in favor of the escalation of pastures areas and secondary bushes, fact that allows to affirm that the unit spatial object of the present investigation, is highly intervened, and that the vegetation present wild original in the different landscape units, it has been replaced.

Words key: Ecosystems, transformation, social and ecological effects, agriculture, livestock.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
RESUMEN	vi
INDICE DE CUADROS	xiii
INDICE DE FIGURAS	xv
CAPITULO I	1
ASPECTOS INTRODUCTORIOS	1
1. Introducción general	1
2. Justificación, alcances y aportes de la investigación	3
3. Planteamiento del problema	7
4. Hipótesis	10
5. Objetivos del estudio	11
6. Estructura y organización de la tesis	11
CAPITULO II	13
MARCO REFERENCIAL	13
1. Introducción	13
2. Definiciones conceptuales	13
3. Fundamentos de la ecología regional y del paisaje	15
3.1. La unidad de paisaje en ecología regional y del paisaje	16
4. Los sistemas de información geográfica y la generación de cartografía de la dinámica del paisaje	17
5. Estudios previos	18
CAPITULO III	22
CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO	22
1. Introducción	22
2. Ubicación geográfica	22
3. Aspectos biofísicos	24
3.1. Condiciones climáticas	24
a. Temperatura	25
b. Precipitaciones	31

c. Vientos	32
3.2. Relieve y Geomorfología	32
3.3. Geología	37
3.4. Vegetación	40
3.5. Suelos	40
3.6. Hidrología	42
4. Aspectos sociales y económicos	44
4.1. Acerca del origen del poblamiento de la cuenca	44
4.2. Características de la población	45
4.3. Evolución político territorial de la cuenca en el contexto del estado Trujillo	46
4.4. Actividades económicas	48
Agricultura	49
Ganadería vacuna	53
Ganadería caprina	55
Minería y extracción	57
5. Conclusiones	58
CAPITULO IV	60
APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE NACIONAL COMO CONTEXTO PARA ANALIZAR LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE HASTA MEDIADOS DEL SIGLO XX	60
1. Introducción	60
2. Metodología	60
3. Resultados y discusión: Dimensiones de la transformación del paisaje	61
3.1. La transformación del paisaje hasta la Venezuela Agraria y Rural Agraria y Rural	61
3.2. La transformación del paisaje desde la fase final de la Venezuela hasta las primeras décadas de la Venezuela Petrolera	64
4. Conclusiones	68

CAPITULO V	69
EVALUACIÓN DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE EN EL PERÍODO 1966 – 2010	69
1. Introducción	69
2. Metodología	70
2.1. Materiales y métodos	71
a. Selección de la cartografía base	71
b. Identificación y adquisición de imágenes de percepción remota	71
c. Procesamiento preliminar de las fotografías aéreas e imágenes de satélite	74
d. Trabajo de Campo	75
e. Procesamiento postcampo de imágenes de percepción remota	75
Delimitación y digitalización de las unidades ecológicas	75
Delimitación de las unidades de paisaje por medio de una clasificación supervisada	76
Delimitación y digitalización de las unidades de paisaje en base al análisis e interpretación visual en pantalla	76
f. Cálculo de las tasas de cambio de las unidades de paisaje y estimación del error	78
g. Análisis de cambios de las unidades de paisaje	80
h. Validación del mapa de unidades de paisaje del año 2010	80
3. Resultados y discusión: Dimensiones de la transformación del paisaje y de los cambios de uso de la tierra entre 1966 y 2010	82
3.1. La transformación del paisaje entre 1966 y 2010 a partir de interpretación de imágenes de sensores remotos.	82
a. Unidades ecológicas en la cuenca del río Carache	82
b. Unidades de paisaje en la cuenca del río Carache	89
c. Situación de las unidades de paisaje para los años 1966 y 2010. Análisis de los cambios de tamaño	91
c.1. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva húmeda tropical	95
c.2. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva semicaducifolia montana	95
c.3. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica arbustal espinoso	97
c.4. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica bosque caducifolio seco	98

c.5. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica bosque siempreverde seco montano bajo	99
c.6. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva nublada	99
c.7. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica páramo andino	100
d. Tasas de cambio en las unidades de paisaje entre los años 1966 y 2010 en la cuenca del río Carache	102
e. Análisis de las tasas de cambio en las unidades de paisaje por pisos ecológicos	106
f. Análisis comparativo de las tasas de cambio entre pisos ecológicos	117
3.2. Síntesis del proceso de transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca durante el período 1966 – 2010	119
4. Conclusiones	122
CAPITULO VI	124
CAUSAS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE, PERIODO 1966 – 2010	124
1. Introducción	124
2. Metodología	125
2.1. Población y muestra	125
2.2. Diseño y validez del cuestionario	128
2.3. Estimación de las tasas de deforestación	129
3. Resultados y discusión: Causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra	130
3.1. Actividades de ganadería y agricultura	131
3.2..Prácticas agrícolas no adecuadas empleadas en el proceso productivo como causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra	131
a. Deforestación	132
b. Agricultura migratoria	135
c. Quemas	136
3.3. Consumo de leña	142
3.4. Concesión de créditos y falta de asistencia técnica	143
3.5. Ausencia de vigilancia ambiental por parte de los organismos oficiales, desconocimiento del ordenamiento jurídico y falta de aplicación de ley de protección ambiental	145
3.6. Pobreza y bajos ingresos económicos de los productores	146

3.7. Bajo nivel educativo en los productores agrícolas y pecuarios	148
4. Conclusiones	149
CAPITULO VII	151
IMPACTOS ECOLÓGICOS Y SOCIALES RESULTANTES DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE, PERÍODO 1966 – 2010	151
1. Introducción	151
2. Metodología	151
3. Resultados y discusión: Impactos derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca.	152
3.1. Impactos ecológicos y sociales	152
a. Cambios de tamaño de las unidades de paisaje	153
b. Fragmentación del bosque	156
c. Disminución de la oferta de leña	159
d. Disminución de la presencia de plantas medicinales	161
e. Disminución de la disponibilidad de agua	162
f. Migraciones humanas y abandono del campo	165
g. Disminución de la oferta de empleo en la agricultura y empobrecimiento paulatino de la población	170
4. Conclusiones	171
CAPITULO VIII	173
SINTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES DEL PROCESO TRANSFORMADOR DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA CUENCA DEL RÍO CARACHE	173
Recomendaciones	177
REFERENCIAS	180
ANEXOS	201
1. Cuestionario aplicado en la encuesta	201

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
1. Propuesta de pisos ecológicos en la cuenca del río Carache según la clasificación propuesta para la fitorregión Andes del Norte por Josse, <i>et al.</i> , (2009).	26
2. Estaciones pluviométricas instaladas en la cuenca del río Carache y sus alrededores.	28
3. Características físicas y químicas de los suelos en algunos sectores de la cuenca del río Carache.	41
4. Tipos de órdenes de suelos presentes en la cuenca del río Carache.	42
5. Densidad de población en el estado Trujillo y los municipios Carache y Candelaria. Año 2001.	45
6. Número de habitantes en algunos centros poblados localizados en la cuenca en el año 1991.	46
7. División político territorial del estado Trujillo desde el año 1925 hasta el año 1995.	47
8. Población activa ocupada del estado Trujillo en los años 1941, 1950 y 2002 según actividades económicas.	49
9. Superficie cosechada por rubros en el estado Trujillo para el año 2003.	50
10. Superficie cosechada (ha) de café en el estado Trujillo y los municipios Carache y Candelaria. Año 2003.	52
11. Población bovina total en el estado Trujillo, y en las áreas próximas a la cuenca del río Carache para el año 2001.	55
12. Tipos de ocupación o uso de la tierra en la cuenca del río Carache para el año 2010.	58
13. Presión de uso del espacio por diferentes actividades económicas en cada piso ecológico.	59
14. Características de las imágenes de satélite Spot utilizadas en el trabajo.	73
15. Estimación del error de digitalización en algunas unidades de paisaje.	79
16. Matriz de error para algunas unidades de paisaje clasificadas en la cuenca del río Carache para el año 2010.	81

17. Descripción de las unidades de paisaje presentes en la cuenca.	92
18. Superficie ocupada por cada una de las unidades de paisaje localizadas en la cuenca del río Carache en los años 1966 y 2010.	94
19. Matriz de cambios y tasa de cambio generada para 1966 y 2010 en la cuenca	105
20. Tamaño de las submuestras de población para aplicación del cuestionario.	128
21. Clasificación de las tasas de deforestación.	129
22. Superficie deforestada con permiso administrativo en el país y en el estado Trujillo. (1998-2000).	132
23. Tasas de deforestación en cinco unidades de paisaje en la cuenca del río Carache en el período de estudio.	134
24. Prácticas agrícolas no adecuadas para la preservación del ambiente empleadas por los productores en la cuenca del río Carache.	137
25. Número de fragmentos en los años 1966 y 2010 en cada una de las unidades de paisaje en la cuenca del río Carache.	159

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Efectos de la deforestación del bosque para diferentes usos.	5
2. El enfoque holístico de la ecología del paisaje.	16
3. Ubicación geográfica del área de estudio.	23
4. Pisos ecológicos en la cuenca del río Carache	27
5. Ubicación espacial de las estaciones pluviométricas en la cuenca	29
6. Distribución de la temperatura media mensual (°C) en las estaciones: Carache y La Concepción, estado Trujillo, período 1968-1983.	31
7. Distribución de la precipitación media mensual (mm) en las estaciones Carache, La Concepción, y Mesa Arriba, estado Trujillo. Período 1968-1983.	32
8. Mapa geomorfológico de la cuenca del río Carache.	34
9. Mapa topográfico y de relieve de la cuenca del río Carache.	36
10. Mapa de las formaciones geológicas que afloran en el estado Trujillo y en la cuenca del río Carache.	39
11. Red hidrográfica de la cuenca del río Carache	43
12. Mapa de ubicación de la cuenca del río Carache sobre jurisdicción de los municipios Boconó, Candelaria, Carache y Pampán (estado Trujillo).	48
13. Ubicación de las imágenes de satélite sobre la cuenca del río Carache.	73
14. Rutinas empleadas durante los procesos de georreferenciación, corrección y rectificación de imágenes.	74
15. Esquema del procesamiento de las imágenes de percepción remota.	77
16. Vista parcial del Páramo de Cendé.	84
17. Superficie que ocupa cada una de las unidades ecológicas presentes en el área de estudio.	88
18. Perfil que muestra las diferentes unidades ecológicas presentes en la cuenca del río Carache.	89
19. Mapa de unidades ecológicas de la cuenca.	90
20. Área ocupada por cada una de las unidades de paisaje en los años 1966 y 2010.	101
21. Cambios de las unidades de paisaje selva húmeda tropical (arriba) y selva húmeda tropical intervenida (abajo) a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso subandino.	107
22. Cambios de la unidad de paisaje cafetal de sombra sobre selva	

semicaducifolia montana a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso basimontano.	109
23. Cambios de las unidades de paisaje bosque caducifolio seco (arriba) y selva semicaducifolia montana (abajo) a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso basimontano.	112
24. Cambios de la unidad de paisaje selva nublada a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso Montano.	113
25. Cambios de la unidad de paisaje bosque siempreverde seco montano bajo a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso Montano.	115
26. Cambio de la unidad de paisaje arbustal secundario sobre selva nublada a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso Montano.	116
27. Grupos de unidades de paisaje con los cambios de superficie ocupada (%) entre los años 1966 y 2010.	121
28. Posibles direcciones de los cambios desde los nuevos ecosistemas.	122
29. Ubicación espacial de los sitios donde se tomaron las muestras para la aplicación del cuestionario.	126
30. Prácticas agrícolas no adecuadas para la preservación del ambiente empleadas por los productores.	137
31. Procesos determinantes de los cambios en los usos del suelo a escala de paisaje.	138
32. Mapa de unidades de paisaje para el año 1966	139
33. Mapa de unidades de paisaje para el año 2010	140
34. Mapa de áreas de cambio de las unidades de paisaje entre los años 1966 y 2010.	141
35. Combustibles utilizados para cocinar en las viviendas de los productores agrícolas y pecuarios.	142
36. Años transcurridos desde el otorgamiento de créditos para actividades agrícolas y a los productores de la cuenca.	144
37. Insumos y equipos empleados por los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca.	145
38. Causas que contribuyen a la transformación del paisaje según los resultados de la encuesta.	146
39. Ingresos económicos mensuales en los productores agrícolas y pecuarios.	147
40. Porcentaje de productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache que cuentan con servicios públicos en sus viviendas.	148

41. Actividades económicas que desarrollaban en el pasado los productores agrícolas y pecuarios.	155
42. Causas que han motivado el cambio de actividad económica en los productores agrícolas y pecuarios.	156
43. Cadena de efectos ecológicos resultantes de la fragmentación de bosques.	157
44. Diagrama en el que se representan las formas posibles de cambio de un bosque hacia otros tipos de cobertura, con o sin fragmentación.	157
45. Distancia en la que a partir de la vivienda, consiguen la leña los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca.	160
46. Comportamiento de la disponibilidad actual de leña según los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca.	161
47. Tiempo desde el cual el agua no es disponible de forma permanente en las viviendas y en las unidades de producción según la opinión de porcentaje de productores encuestados.	163
48. Causas que provocan la disminución del suministro del recurso hídrico en las viviendas y en las unidades de producción.	164
49. Situación de la tenencia de la tierra de los productores agrícolas y pecuarios.	166
50. Formas de adquisición de las unidades de producción por los productores agrícolas y pecuarios de la cuenca.	166
51. Tiempo que los productores tienen aprovechando la unidad de producción agrícola y/o pecuaria.	167
52. Unidades de producción en % de acuerdo al tamaño en hectáreas en la cuenca.	167
53. Causas que motivan la emigración de personas desde la cuenca del río Carache hasta otros sectores del estado Trujillo y otras regiones del país.	169
54. Áreas cubiertas por bosques, pastizales y cultivos en la cuenca del río Carache en los años 1966 y 2010.	175

CAPÍTULO I

ASPECTOS INTRODUCTORIOS

1. Introducción general

En los tiempos actuales el hombre se ha dado cuenta que muchos de los recursos naturales se vienen utilizando de manera irracional, especialmente suelo, agua y vegetación (Farnworth y Golley, 1977). Esta situación lo lleva a entender que estos bienes naturales tienen un carácter limitado e irremplazable y, en consecuencia, deben ser administrados, protegidos y gestionados con especial sentido de racionalidad.

El suelo es, sin la menor duda, la base de la producción alimentaria que asegura el sostén de la vida sobre el planeta, y junto al recurso hídrico y la vegetación conforman un trío de factores indispensables, tanto para animales como para el hombre (IPROGA, 1996). De modo tal, resulta preocupante apreciar en muchas regiones del país, el desarrollo de actividades económicas que llevan consigo serias transformaciones del paisaje.

Es así, como ecosistemas naturales localizados en la región andina se ven sensiblemente transformados, siendo evidente la reducción de las áreas boscosas, trayendo entre sus efectos, la disminución de la biodiversidad animal y vegetal, erosión de suelos y problemas de salud sobre la sociedad entre otros (Bixby y Palloni, 1997; Godoy, 1995; Lozano, 1997; Paruelo, *et al.*, 2005).

La región de los Andes venezolanos, específicamente las áreas localizadas en tierras altas, con una larga tradición agrícola, caracterizada en el pasado por una explotación rudimentaria, con tendencia actualmente a la modernización (Brito, 1983; Velásquez, 2004a), han visto a partir de la segunda mitad del siglo XX un incremento en la transformación del paisaje, debido al aumento del uso de la tierra en actividades agrícolas y pecuarias. La frontera agrícola que se mantenía con poca movilidad, ahora se viene expandiendo hasta ciertos lugares donde las condiciones geográficas (topografía accidentada y suelos frágiles) no son apropiadas para conservar y mantener el equilibrio ecológico.

La cuenca del río Carache, enclavada en Los Andes de Venezuela, con una superficie aproximada de 77.757 hectáreas, distribuidas en sentido Este - Oeste desde las áreas de páramo en los límites Lara -Trujillo, hasta el embalse de Agua Viva, en las tierras bajas próximas al lago de Maracaibo, es una unidad espacial con una gran diversidad de condiciones tanto edafológicas como geológicas, topográficas y climáticas, con características particulares que han permitido desde la época colonial la implantación de cultivos traídos de otras latitudes; tal es el caso del trigo, que llegó a cultivarse en las vertientes más secas y frías de la cuenca, y que desde hace unos sesenta años dejó de practicarse por completo (entrevista a R. Briceño, habitante del páramo de Carache).

Asimismo, desde el siglo XIX, el cultivo de café también ocupa áreas importantes, que hoy están en conflicto espacial por la implantación de pastizales debido al incremento de tierras orientadas hacia la práctica de la ganadería vacuna, todo lo cual, en la mayoría de las veces, ha generado, como se explicará en capítulos posteriores, cambios en la estructura del paisaje, así como impactos de orden ecológico y social.

La cuenca en estudio, si se analiza en conjunto con otras cuencas de Los Andes venezolanos, pudiera considerarse como una de las que evidencia mayores problemas en el ámbito ecológico y social (Godoy y Briceño, 1986). La misma se halla seriamente perturbada, acusando importantes procesos de transformación del paisaje y evidentes cambios en el uso de la tierra.

Las unidades ecológicas localizadas en la cuenca, especialmente la selva nublada y selva semicaducifolia montana se encuentran muy fragmentadas, con posibilidad de permanecer aisladas de similares sistemas ecológicos en cuencas próximas, razón por la que es cierta la necesidad de resguardar y proteger los hábitat o sitios de interés, manteniendo la conectividad ecológica y reduciendo el aislamiento de los ecosistemas naturales, a objeto de brindar refugio y permitir la circulación y movilidad a la fauna y la flora en ellos establecida.

Por todo lo expuesto, se consideró de interés emprender esta investigación multitemporal, cuyos propósitos fueron, identificar y caracterizar los procesos de

transformación del paisaje y los impactos ecológicos y sociales resultantes en la cuenca del río Carache en el período 1966 – 2010, así como identificar las causas de tales procesos.

2. Justificación, alcances y aportes de la investigación

Toda investigación orientada al conocimiento del paisaje está suficientemente justificada, por cuanto en él se asientan los grupos humanos, animales y plantas y todos los recursos esenciales para el sostén de la vida. Estudiar, como nos proponemos en este trabajo, la transformación del paisaje ecológico y los cambios de uso/cobertura de la tierra, representa un gran aporte para el conocimiento de la realidad ecológica y social de la cuenca, pues los resultados alcanzados pueden contribuir en la preservación de los ecosistemas y de toda forma de vida a la que es necesario, según Alberti y Parquer (1991), asegurarle protección adecuada y capacidad de mantenimiento.

La cuenca del río Carache, dada su complejidad desde el punto de vista geográfico y ecológico, merece ser estudiada con atención, pues es conocida la necesidad de buscar y proponer alternativas para gestionar la planificación de los recursos y los servicios ambientales de forma correcta. De acuerdo a ello, Rivera-Vásquez, *et al.*, (2002) señalan que conocer el uso actual del suelo es una de las bases fundamentales para hacer una correcta planeación y manejo de los recursos agroforestales, para evitar que éstos sufran constantemente degradación por desmontes, apertura de tierras para cultivo, establecimientos de zonas urbanas e industriales y problemas de contaminación entre otras. Agrega además que también es importante comprender el impacto de estas actividades, pues con ello podemos cambiarlas o modificarlas para preservar el ambiente.

Otros aspectos que justifican el presente trabajo, tienen que ver con la poca investigación que en materia ecológica y social se ha adelantado en la unidad espacial objeto de estudio, que según los resultados obtenidos en esta investigación, presenta un alto grado de intervención ambiental, con múltiples problemas ecológicos y sociales que serán discutidos más adelante, y que deben ser ampliamente conocidos.

Estudiar el paisaje y los tipos de cobertura, como las unidades de vegetación de una región, puede ser una de las vías que permite entender su dinámica y gestionar la preservación de los recursos que satisfacen las necesidades de todas las especies, así como los valores ambientales y culturales que representan para la sociedad, principalmente si se toma en cuenta que en Los Andes venezolanos, el proceso de deforestación, que introduce modificaciones en el paisaje, está ocurriendo muy rápidamente, especialmente en los últimos años (Hernández y Pozzobon, 2002).

La alta demanda de servicios ambientales a escala global impone la necesidad de mejorar y reorientar la gestión de los recursos naturales, fundamentalmente la vegetación, por cuanto es clave para la protección de los ecosistemas y las cuencas hidrográficas, así como para el mantenimiento de las fuentes de agua dulce.

Los ecosistemas naturales, y en especial, uno de sus componentes, la cobertura vegetal, sirven como hábitat de muchas especies de animales, evita pérdidas de suelo y frena los procesos erosivos, favoreciendo el almacenamiento de agua. Igualmente contribuye al mantenimiento de la biodiversidad animal y simultáneamente captando y secuestrando carbono de la atmósfera (Biling, 1966; Dalias, *et al.*, 2001; Peñalosa, 2001; Watson, *et al.*, 2000), hecho imprescindible para el mantenimiento de los procesos ecológicos del planeta.

La destrucción de los bosques tropicales para dar paso a diferentes actividades económicas, con cambios directos en la estructura del paisaje es un hecho notorio (Hernández, *et al.*, 2005), entre ellas está el uso de madera para elaboración de muebles y otros bienes, como también para combustible (Sarmiento, *et al.*, 1971), tal como se resume en la siguiente figura.

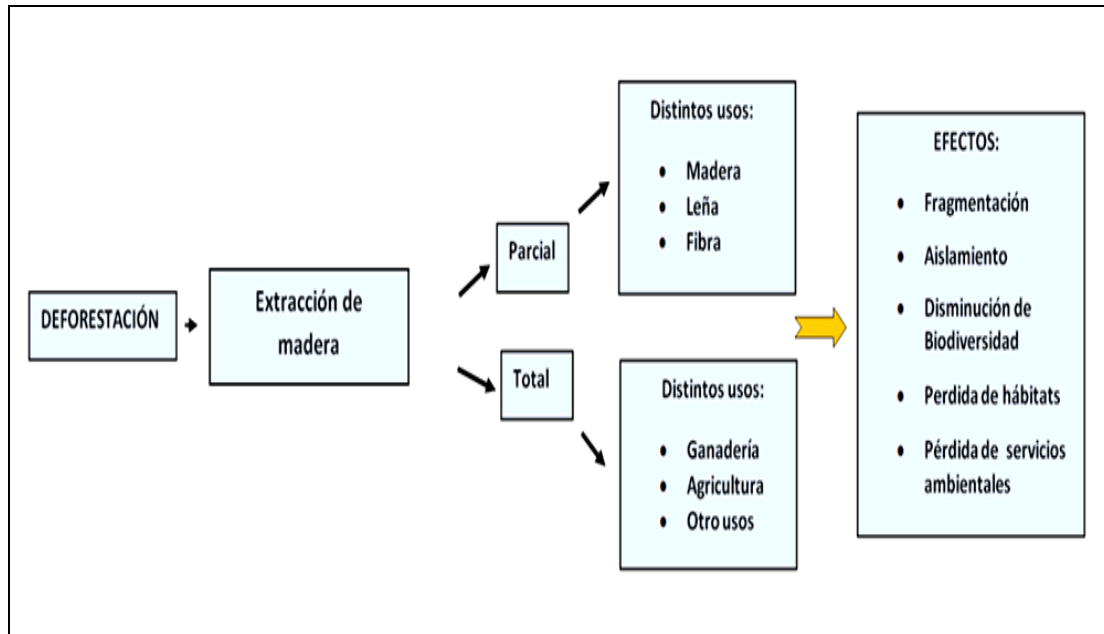


Figura 1. Efectos de la deforestación del bosque para diferentes usos.

Esta utilización de los recursos que ofrecen los bosques, ha llegado incluso hasta una escala no sustentable, y pareciera que las investigaciones que se adelanten en este sentido están plenamente justificadas y son de gran relevancia, por cuanto además, permitirían conocer la situación actual de muchos ecosistemas. En tal sentido, esta investigación se hizo siguiendo esa misma línea, es decir, orientada al conocimiento de la realidad ecológica ambiental de la cuenca del río Carache, reportada por UFORGA (1998); MARN (1996a); y Peña (2002) como muy intervenida.

La destrucción de los bosques debido a la deforestación, es una realidad que conlleva a la desaparición de especies conocidas y desconocidas, algunas de gran valor medicinal, situación que afectaría a los habitantes de la cuenca en estudio, por ello, es necesario realizar más investigación para mejorar el conocimiento de los bosques y de su proceso de transformación y fragmentación (Bustamante y Grez, 1995), con lo cual además, se asumiría uno de los retos de la ecología del paisaje, o sea, determinar cómo responde el paisaje ante la dinámica impuesta por el trabajo desarrollado por los grupos humanos.

Toda investigación que se desarrolle en el contexto anteriormente explicado, adquiere especial relevancia en la cuenca, donde Angel (1993), Bermúdez y Velásquez (1999), y Chen (1991), han reportado una alta riqueza de plantas medicinales utilizadas como agentes terapéuticos por la población, constituyendo un rasgo relevante de la medicina tradicional en muchas comunidades rurales por diversas razones, especialmente, según señalan Caniago y Siebert (1998), y Figueroa, (2005), porque en las cuencas los pobladores viven en medio de serios problemas socioeconómicos y con deficientes servicios de atención en materia de salud.

Los resultados hallados en esta investigación, pudieran contribuir de alguna forma, en la ejecución acertada de cualquier plan de desarrollo socioeconómico que involucre intervención del paisaje, con beneficios directos, desde el punto de vista ecológico, social y económico a una importante cantidad de habitantes (30.000 aproximadamente) que residen en la cuenca hidrográfica (INE, 2004).

Se espera que los resultados logrados con esta investigación se constituyan en un aporte al conocimiento de la realidad social y ecológica que prevalece en el área de estudio; que estimulen la preservación de los ecosistemas y los recursos, bienes y servicios ambientales que ellos representan, que faciliten el diseño y ejecución de propuestas o planes de acción para mejorar la relación hombre ambiente y que contribuyan en la conservación de los sistemas ecológicos de la región de Los Andes, hecho que reviste gran interés, ya que son el albergue de gran variedad de especies animales y vegetales (Yerena, *et al.*, 2004).

Otro de los alcances que aspiramos con este trabajo, es que sirva de apoyo a futuras investigaciones, así como en la toma de decisiones apropiadas, al momento de la ejecución de proyectos que conlleven a cambios del paisaje, tales como: Construcción de caminos y carreteras, acueductos, sistemas de regadíos, explotación agrícola, construcciones habitacionales y extracción de minerales, entre otras.

Como aporte adicional se tiene la cartografía de la transformación del paisaje de la cuenca, así como de las unidades ecológicas y unidades de paisaje a un importante nivel de detalle, que reflejan la dinámica a la que se ha sometido el espacio a través del período de estudio, aplicando, como ya se ha señalado, herramientas de Sistemas

de Información Geográfica (SIG), con el propósito de cooperar en la gestión, buen uso y manejo de los recursos naturales, atendiendo a los principios de sustentabilidad y sostenibilidad ambiental y económica.

Finalmente, pensamos que los aportes concretos de la investigación son, en primer lugar, teórico-metodológicos, pues ésta fortalecerá aún más el uso y aplicación de los SIG como herramienta en estudios relacionados con la dinámica ambiental, al tiempo que permitirá desarrollar estrategias para analizar distintas variables involucradas en los cambios del paisaje, con miras a ofrecer alternativas para la toma de decisiones en torno al mejor uso y aprovechamiento de los recursos naturales y los ecosistemas, procurando un ambiente más sano y más seguro para las generaciones del futuro.

En segundo lugar, los aportes son prácticos, por cuanto al diseñar y elaborar mapas de unidades de paisaje que demuestran la dinámica de la cuenca, se está brindando información que puede servir de base para elaboración de planes, proyectos y programas orientados a la gestión de recursos naturales y ordenamiento del territorio.

3. Planteamiento del problema

El avance de la frontera agrícola en la región andina nacional y por otro lado el incremento en el uso del espacio ganadero a partir de la segunda mitad del siglo XX responde a la formulación de políticas del Estado venezolano, cuyas iniciativas y metas apuntaban hacia el fomento de la producción nacional y a la disminución de las importaciones para minimizar la dependencia del exterior (Ceballos, 1999; Romero, 1995; Romero y Monasterio, 1996).

El mencionado avance se vio favorecido en principio, por los cambios en la estructura del ingreso fiscal, pues a partir de 1943 aumenta la participación del Estado en los beneficios petroleros gracias a la Ley de Hidrocarburos. Posteriormente, la nacionalización de la industria petrolera en el año 1976 y las modificaciones realizadas a la Ley de Impuestos sobre la Renta también contribuyeron en el aumento del ingreso fiscal y consecuentemente en la ampliación de tierras cultivadas (Ceballos, 1999). Factores sociales como el incremento de la población y los movimientos migratorios positivos hacia el país, crearon mayor demanda de alimentos que se tradujo en la necesidad de dedicar más tierras al sector

agrícola, contribuyendo de esa forma con el avance de la frontera agrícola en Los Andes venezolanos.

La región andina nacional, caracterizada por una marcada fragilidad, determinada por un relieve muy accidentado, con fuertes pendientes y una litología fácilmente erosionable en medio de la actividad tectónica, aunado a la acción antropogénica, especialmente asociada a la ocupación de laderas con importantes pendientes topográficas y la consecuente pérdida de la cobertura vegetal, determinan una complicada situación ambiental que es menester solventar con audacia para evitar que los recursos naturales se sigan deteriorando (Vivas, 1992).

La cuenca del río Carache, emplazada en el medio montañoso andino, no escapa a la problemática planteada, pues en buena parte su superficie se ha venido incrementando la práctica de actividades ganaderas y agrícolas, sobre todo en áreas boscosas y con considerables pendientes topográficas, rompiendo con la costumbre de utilizar apropiadas formas de relieve para la práctica de los cultivos, tales como terrazas y conos de deyección localizados en fondos de valle y a los márgenes de los principales cursos de agua.

Las causas de aquel incremento, sobre todo en el sector pecuario, son atribuibles a varios fenómenos, entre ellos, la inestabilidad de los precios de algunos rubros en los últimos años, como por ejemplo el café, que aún se cultiva en una parte de la selva semicaducifolia montana y en el piso inferior de la selva nublada. Bajo las circunstancias descritas, algunos propietarios de finca han preferido, en vez de la actividad cafetalera, dedicarse a la ganadería vacuna, pues ven en ella, una actividad económicamente más rentable.

Muy recientemente, otra de las causas que está contribuyendo al incremento de las tierras ganaderas, es el otorgamiento de créditos para tal actividad, a bajos intereses y con facilidades de pago, sobre todo en los últimos diez años, lo que ha permitido en la cuenca, el aumento de pastizales en tierras de propiedad privada.

Dentro de las acciones antrópicas adelantadas en el área de estudio, es posible mencionar el incremento de tierras en labores agrícolas - ganaderas, asociadas a procesos perturbadores incontrolados (Godoy, 1995), tales como deforestación y

fragmentación, uso inadecuado de prácticas de laboreo; expresadas las primeras en monocultivos, agricultura migratoria, mal empleo de biocidas, quemas periódicas y, la segunda, en sobrepastoreo y pastoreo extensivo sin control espacial.

Algunas de las quemas, presuntamente están asociadas a labores agrícolas y pecuarias (Godoy, 1995), o sencillamente pudieran ser causadas de manera accidental, en cualquier caso, muchas de ellas se originan en diferentes áreas localizadas en las distintas unidades de paisaje presentes en la cuenca, pero especialmente en la parte baja y media de la misma.

Por otro lado, debe entenderse que en la cuenca en estudio, no se ha desarrollado ningún plan de ordenamiento territorial que regule y controle las actividades que allí se practican, al tiempo que la aplicación del marco jurídico vigente, pareciera no hacerse sentir por ninguna parte y no se sientan precedentes en ese sentido. No obstante, a pesar de la problemática explicada, algunos sectores muy reducidos en la cuenca, específicamente los ambientes de páramo, tal es el caso de El Guache, Cendé, Turmal, y Las Rosas, localizados dentro del Parque Nacional Dinira, se hallan en buen estado de conservación y tienen a su favor, algunas ventajas que han frenado hasta ahora, el impacto que la acción humana representaría para el mantenimiento de su biodiversidad. Estas ventajas se manifiestan en la ausencia de centros poblados y en la carencia de vías de comunicación de fácil acceso, limitando en buena medida, las actividades productivas, que aun cuando son favorables para el crecimiento económico de la población, consecuentemente trae acciones que perturban y transforman negativamente al paisaje.

Por otra parte, en los diferentes pisos ecológicos de la cuenca del río Carache se aprecian procesos de deforestación y cambios de uso de la tierra que generan transformación del paisaje, por ello se hizo necesario responder a las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las dimensiones de la transformación del paisaje y los cambios en el uso/cobertura de la tierra que se han presentado en la cuenca del río Carache a lo largo del período de estudio?

¿Cuál es la tendencia de la transformación del paisaje, los cambios de uso/cobertura

de la tierra y la tasa de deforestación en la cuenca del río Carache desde la década de los sesenta hasta el presente?

¿Cuáles son las tasas de cambio en las diferentes unidades de paisaje en el periodo de estudio?

¿Existe una diferenciación espacial de las actividades agrícolas y ganaderas en función de las formas de relieve y de los distintos pisos ecológicos?

¿Cuáles son las causas que han provocado la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache?

¿Qué impactos ecológicos y sociales resultantes de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra se identifican sobre el espacio geográfico de la cuenca en estudio?

4. Hipótesis

1. La cuenca del río Carache manifiesta serios procesos de intervención ambiental y transformación del paisaje, que están vinculados a cambios de uso/cobertura de la tierra, probablemente con más acentuación para dos propósitos distintos, ganadería vacuna y agricultura; por tal razón, se esperaría que la extensión territorial que ocupan estas actividades económicas se haya incrementado sustancialmente durante el período de estudio.

2. La cuenca en estudio es muy compleja desde el punto de vista físico-geográfico, hecho que implica al menos, diversas formas de relieve, distintos tipos climáticos y consecuentemente varias formaciones vegetales, por tal razón, se presume que los niveles de transformación del paisaje también pudieran ser diferentes entre cada uno de los pisos ecológicos.

2. Tomando en cuenta que la transformación del paisaje de la cuenca pudiera ser causada principalmente por el incremento en actividades de ganadería y agricultura, se esperaría encontrar adicionalmente, otras causas que estimularían y profundizarían los procesos transformadores, entre ellas, el empleo incorrecto

de prácticas agrícolas en el proceso productivo, el consumo incontrolado de leña para uso doméstico, falta de vigilancia ambiental, concesión de créditos para agricultura y ganadería sin acompañamiento técnico a los productores, y en general, precarias condiciones sociales y económicas.

4. Se presume que la transformación del paisaje, debido a los cambios de uso/cobertura de la tierra, fundamentalmente para ganadería vacuna y agricultura pudo haber generado múltiples impactos ecológicos y sociales, entre los cuales pudieran estar la fragmentación y disminución de tamaño de áreas boscosas, disminución de la oferta de leña y del recurso hídrico. Igualmente se esperaría encontrar disminución del número de empleos en actividades agrícolas y movimientos migratorios de la población humana hacia otros sectores del estado Trujillo y otras regiones del país.

5. Objetivos del estudio

- Identificar los procesos de transformación del paisaje en la cuenca del río Carache (1966 – 2010).
- Caracterizar los impactos ecológicos y sociales resultantes de los procesos de transformación del paisaje en la cuenca del río Carache (1966 – 2010).
- Reconocer y analizar las causas responsables de los procesos de transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache (1966 – 2010).
- Evaluar los impactos y/o efectos ecológicos y sociales resultantes de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache (1966 – 2010).

6. Estructura y organización de la tesis

A fin de presentar los resultados de la investigación, se ha estructurado el cuerpo del trabajo en ocho capítulos. Además del presente capítulo que recoge los aspectos introductorios. El capítulo II detalla sobre el marco referencial y los estudios previos, así como en los principios de la ecología regional y del paisaje y en la definición de conceptos empleados en el cuerpo del trabajo.

El capítulo III describe las características generales del área de estudio, específicamente en dos secciones, una que aborda las condiciones biofísicas predominantes, entre ellas, clima, relieve, geomorfología, geología, vegetación, suelo e hidrología. La otra sección apunta a la caracterización social y económica, detallando en aspectos relacionados con las características de la población, el origen del poblamiento, la evolución político territorial de la cuenca en el contexto del estado Trujillo, y las actividades económicas entre otros.

En atención a los resultados de la investigación, se hace en los capítulos IV y V una evaluación de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. En el primero de estos capítulos la evaluación se hace a un nivel muy general sobre la base de revisión histórica en diferentes fuentes bibliográficas que abordan el tema desde el ámbito nacional hasta el regional y local; mientras que en el otro capítulo, la misma evaluación se hace a partir de dos reconocimientos ecológicos con imágenes de percepción remota, uno para el año 1966 y otro para el 2010.

En el capítulo VI se presentan y discuten las causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en el período 1966-2010; mientras que el capítulo VII se orienta a presentar los impactos ecológicos y sociales resultantes de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. Por último, se presenta el capítulo VIII, en el que a modo de conclusión se hace una síntesis del proceso transformador del paisaje y de los cambios de uso/cobertura en la cuenca, además de una serie de recomendaciones finales que procuran una mejor utilización de los recursos naturales que ésta ofrece. Al final se presenta la lista de referencias consultadas durante la investigación, así como los anexos.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

1. Introducción

Los cambios de uso de la Tierra han sido objeto de numerosos estudios por múltiples investigadores en diferentes partes del mundo. Hoy cuando la intervención en ecosistemas y los incrementos en la pérdida de bosques se hace evidente, el desarrollo de investigaciones en ese sentido parece una labor de primer orden en el campo ecológico. Por tal motivo, este capítulo, reseña algunas investigaciones que fundamentan la presente investigación, y muestra ciertos conceptos básicos inherentes a la dinámica del paisaje y a los cambios de uso/cobertura de la tierra, tales como deforestación, fragmentación, parche, corredor, matriz, unidad ecológica, unidad de paisaje, piso ecológico, y otros.

2. Definiciones conceptuales

Las definiciones que adoptan los investigadores no siempre son uniformes en cuanto a su significado, por tal razón, y debido al uso de un abultado número de términos, se hace imprescindible para efectos de una mejor comprensión del discurso, presentar al menos la definición de aquellos conceptos más utilizados en la presente investigación, es así como se definen los siguientes:

Agricultura migratoria: Puede definirse como el conjunto de técnicas que utilizan aquellos agricultores que solo disponen de aperos más primitivos y que no pueden invertir ningún capital en el trabajo cuya finalidad esencial es proporcionar alimentos a ellos y a su familia. Se practica en suelos cuya fertilidad disminuye rápidamente, a causa de condiciones climatológicas reinantes y de malos materiales de partida (Watters, 1971).

Cobertura/uso de la tierra: Los términos uso y cobertura de la tierra suelen tratarse de forma similar, aunque pudiera entenderse, según sea el contexto, que la cobertura implicaría un hecho distinto al uso. En ese sentido, y en el marco del presente trabajo, el uso de la tierra debe ser visto, tal como señalan Bermúdez, *et al.*, (s/f), como la utilización que actualmente el hombre le está dando al suelo, en un determinado lugar, con la cobertura que éste presenta. La cobertura/uso del suelo incluye áreas muy diversas, así, Murray, *et al.*, (2005) señalan, por ejemplo, varios tipos de cobertura/uso, entre ellos, bosques, cereales, praderas, barbechos, tierras desnudas, mientras que Bermúdez *et al.*, (s/f), incluye como usos/coberturas, entre otros, a los pastizales, suelos desnudos, cultivos agrícolas, pastos con árboles, bosques secundarios y bosques primarios.

Fragmentación: “Es la transformación de un bosque continuo en muchas unidades más pequeñas y aisladas entre sí, cuya extensión área resultante es mucho menor que la del bosque original” (Bustamante y Grez, 1995; FAO, 2000b)

Fragmentos: Se definen como elementos morfológicos diferenciables y perceptibles a manera de parches en el paisaje (Vila, *et al.*, 2006). Los fragmentos pueden estar relacionados a transformación del paisaje y en particular a la intervención humana asociada a la destrucción de la vegetación natural, especialmente de los bosques, que según plantean Pincheira, *et al.*, (2009), son significativamente importantes porque la riqueza de especies tiende a aumentar con el tamaño del fragmento.

Informantes clave: “La definición de informante clave depende de la posición epistemológica y teórica del investigador. Sin embargo, en términos generales, un informante clave es aquella persona capaz de aportar información valiosa sobre el elemento o elementos a estudiar” (Monistrol, 2007).

Piso ecológico: “Faja altitudinal caracterizada por un conjunto determinado y propio de tipos de vegetación, flora, fauna y cultivos, que se encuentran adaptadas a un determinado piso bioclimático” (Bustamante y Grez, 1995).

Unidad ecológica: “Una unidad ecológica no es exactamente lo mismo que un tipo de vegetación sino que se define por la confluencia de un conjunto de características ambientales que son determinantes para la existencia de un ecosistema en particular. La temperatura, la precipitación, el sustrato y la topografía suelen ser los parámetros más importantes. Cada unidad ecológica tiene un tipo de vegetación natural que le es propia y, siendo uno de los factores más conspicuos, se suele utilizar el nombre de la vegetación para denominar la unidad ecológica. Si bien el concepto de unidad ecológica coincide en muchos aspectos con el de ecosistema, existen diferencias importantes. (Ataroff y Sarmiento, 2003).

Unidad de paisaje: Las unidades de paisaje se definen como áreas provistas de límites naturales, en las cuales se presentan rasgos homogéneos en los elementos que las estructuran, es decir, ecológicos, geomorfológicos y antrópicos (Suárez, 2005). Para el establecimiento de unidades del paisaje, normalmente se toman en consideración criterios tanto ecológicos como geomorfológicos; de tal forma que éstas están provistas de límites naturales, donde los componentes abióticos y bióticos forman un conjunto de interrelación y de interdependencia con una relativa homogeneidad en sus características ecológicas y culturales que, jerárquicamente, se pueden referenciar o asociar en distintas escalas de observación. Lo anterior permite obtener la determinación de formas operativas de conjuntos de la naturaleza en las que se identifiquen directrices adecuadas al manejo sustentable a modo de hacer compatible la influencia del paisaje sobre aspectos de producción de recursos, conservación de la biodiversidad y aspectos de la calidad visual de éste (López, R. y Cervantes, J. 2002).

Unidad de producción: “Es una unidad económica de producción agrícola bajo una gerencia única, que comprende todo el ganado mantenido en ella y toda la tierra dedicada total o parcialmente a fines agrícolas, independientemente del título, forma jurídica o tamaño” (FAO, 1986).

3. Fundamentos de la ecología regional y del paisaje

A partir de los trabajos de Troll se origina en Alemania, específicamente desde la tercera década del siglo XX (1930) la ecología del paisaje. Los primeros trabajos se basaron en estudios de cobertura vegetal apoyados en fotointerpretación, con ello, se dio inicio al análisis de los paisajes ecológicos.

Para Vila, *et al.*, (2006), en la ecología del paisaje, el análisis y el estudio territorial se cimientan en un marco conceptual y metodológico propio en el que los resultados, eminentemente cuantitativos, facilitan una interesante valoración de la situación y la evolución de los paisajes, con el objetivo final de suministrar información útil para la conservación de los valores naturales y culturales.

La ecología regional y del paisaje constituye el análisis de los procesos ecológicos que se desarrollan entre diferentes áreas de una región geográfica (Forman y Godron, 1986; Vila, *et al.*, 2006,) prestando especial interés en estudiar, con un marcado enfoque holístico (Irastorza, 2006), la dinámica espacial y su vinculación a las relaciones físico-biológicas responsables del modelado ambiental, partiendo del paisaje como unidad de estudio en una región.

La región, de acuerdo a los criterios de Bosque (1983), es un espacio geográfico amplio, conformado por unidades específicas, menos amplias que serían los paisajes, definidos por la combinación y relación de aspectos ecológicos diversos, es decir, vegetación, fauna, clima y geomorfología. En ellos, la acción del hombre, además de la acción de agentes naturales, son las fuerzas responsables de afectar su funcionamiento y su estructura.

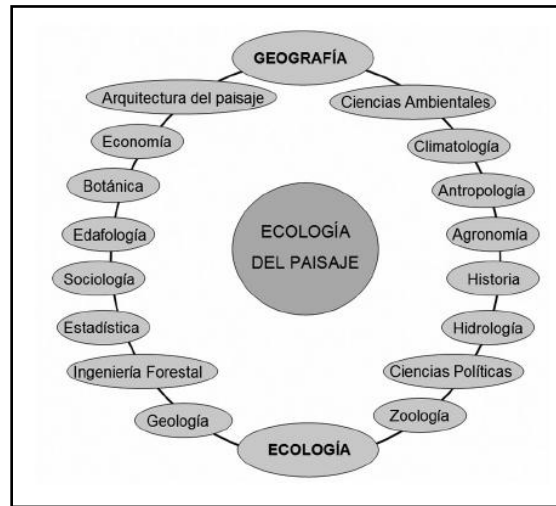


Figura 2. El enfoque holístico de la ecología del paisaje se evidencia en el gran número de disciplinas que contribuyen en su objetivo. (Tomado de Vila, *et al.*, 2006).

Irastorza (2006), Rodríguez (2005) y Turner, *et al.*, (2001) señalan que la ecología del paisaje se orienta al estudio de tres aspectos claves del ecosistema: la estructura, la función y los cambios, entendidos estos últimos como la alteración en la composición y el comportamiento del ecosistema. En todo caso, para la interpretación del paisaje y los cambios inmersos en él, han de interpretarse, según Vila, *et al.*, (2006) partiendo del concepto de mosaico, el cual está compuesto a su vez por distintos elementos a saber: los fragmentos, los corredores y la matriz.

3.1. La unidad de paisaje en ecología regional y del paisaje

El paisaje es la síntesis de los sistemas ecológicos y culturales que lo conforman. Su expresión se realiza a través de patrones modificables en función de tiempo y espacio, es decir, de la escala de observación del mismo y se estudia e interpreta con imágenes de percepción remota, pues éstas permiten reconocer variados elementos que le dan estructura a distintas unidades de paisaje, que surgen como resultado de la unión entre aspectos físicos, bióticos y antropogénicos presentes en el espacio geográfico (López y Cervantes, 2002; Santaella, 2005).

En definitiva, las unidades del paisaje se definen como áreas provistas de límites naturales en las que se presentan rasgos homogéneos en los elementos que las estructuran, ellos pueden ser ecológicos, geomorfológicos y culturales.

4. Los sistemas de información geográfica y la generación de cartografía de la dinámica del paisaje apoyada en imágenes de percepción remota

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) puede ser definido como un medio computarizado que cubre clasificación diversa de información espacial acerca de un área o espacio geográfico, frecuentemente una porción del paisaje. La información es almacenada digitalmente, presentada geográfica o visualmente; y disponible para capturar, almacenar, transformar, analizar y desplegar datos espaciales y descriptivos del mundo real (Aronoff, 1993; Lillesand, *et al.*, 2004).

Los sensores remotos comprenden la captura de imágenes a distancia, éstos pueden proveer información de forma, color, posición, temperatura y contenido de humedad. Los sensores remotos detectan la cantidad de radiación reflejada por la superficie de la tierra, absorción de la luz visible y radiación infrarroja, que es parte del espectro electromagnético (Aronoff, 1993; Lillesand, *et al.*, 2004; Sabins, 1987).

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Sensores Remotos (SR), facilitan el análisis de grandes áreas o superficies que por su inaccesibilidad y complejidad escapan del análisis de campo, además éstos permiten la integración de una serie de procesos e interrelaciones entre los diferentes ecosistemas que pueden encontrarse en determinadas áreas de estudio (Aronoff, 1993; Lillesand, *et al.*, 2004). Por ejemplo, los sistemas de percepción remota permiten evaluar las características de los ecosistemas de manera espacialmente integrada, además de asociar las características espectrales y geográficas de una imagen satelital, tales como distribución espacial, heterogeneidad, tamaño y ubicación del área de estudio (Lillesand, *et al.*, 2004; Sabins, 1987).

Por las ventajas que ofrecen los Sistemas de Información Geográfica, están siendo empleados para estudios del paisaje, especialmente en variables asociadas a cambios de cobertura y usos de la tierra, como también a situaciones de riesgos naturales de diversos orígenes (Marcano, 2010). Al respecto, autores como González y Lima (2001) y Lima y González (2000), han abordado el tema de riesgos naturales con la idea de generar mapas de riesgos utilizando herramientas de SIG. Así mismo, Cartaya (2005), Cartaya, *et al.*, (2006) y Eustaquio (2004), se han valido de la ayuda

que aportan las herramientas SIG para diseñar mapas de vulnerabilidad y de zonificación de amenazas ante la ocurrencia de eventos naturales adversos.

En relación a los cambios del paisaje, específicamente a la pérdida de vegetación por distintas causas, han hecho lo propio, investigadores como Pulido *et al.*, (2005); Mendoza, *et al.*, (2006); y Pozzobon y Osorio (2002); entre muchos otros obviamente. En el campo de la agricultura se ha aplicado exitosamente la estimación de áreas cultivadas por medio de la aplicación de sensores remotos en muchas naciones, tales como Estados Unidos, Canadá, Brasil, Argentina y países miembros de la Unión Europea. En México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) ha realizado también varios estudios al respecto (Flores y Scott, 2000). Cabe mencionar, que todos los análisis de sensores remotos dependen de datos de campo, así que pueden apoyar y facilitar la recopilación de datos en campo, pero no reemplazarla.

5. Estudios previos

A continuación se presentan distintas investigaciones y estudios previos que en materia de transformación y cambios del paisaje se han adelantado hasta ahora.

La FAO (2000b, 2000c) ha adelantado investigaciones que señalan que a nivel mundial, más de 20 millones de hectáreas de bosques se pierden cada año para dar paso a otros usos, sin incluir las grandes extensiones que son degradadas por prácticas forestales sin control.

Al respecto, La Marca y Soriano (2004) desarrollaron un trabajo en el que afirman que Los Andes venezolanos es una de las regiones de mayor diversidad natural del país; donde las actividades antrópicas han aumentado progresivamente sus presiones sobre el ambiente, provocando transformaciones aceleradas sobre los sistemas vegetales.

En la región tropical se han desarrollado algunas investigaciones sobre la transformación del paisaje y los cambios de uso de la tierra. En tal sentido, necesario es reconocer los esfuerzos realizados por la FAO para conocer la situación de los ecosistemas y en particular de los bosques. Muestra de ello son los trabajos de indudable valor científico (FAO, 1994; y FAO, 2000b) sobre la fragmentación de

bosques y transformación de ecosistemas. Reportan que para la región tropical, entre los años 1981 y 1990 la tasa de deforestación fue de 15,4 millones de hectáreas por año, y en la década de los años noventa se continuaron perdiendo por cada año cerca de 13,5 millones de hectáreas. En ese mismo orden de ideas, Farnworth y Golley (1977), señalaban que:

Los bosques de los trópicos americanos han experimentado una larga y desgraciada historia de despoblación, perturbaciones y aprovechamiento por el hombre, de lo que han derivado consecuencias ecológicas y económicas todavía mal conocidas.

En Colombia, Márquez (2005), elaboró un trabajo sobre transformación de ecosistemas y condiciones de vida del hombre. Este investigador hace un estudio acerca de la transformación de los ecosistemas a través del tiempo, basado en los cambios de la cobertura vegetal. En su trabajo se concluye que en Colombia hay una relación entre la transformación de los ecosistemas con la violencia y la pobreza.

En Venezuela la distribución espacial de los ecosistemas y los procesos de deforestación ha sido objeto de análisis en diferentes regiones, alcanzando cierto énfasis a partir de la segunda mitad del siglo XX, momento desde el que se vienen acentuando las más grandes intervenciones ambientales con el propósito de abrir paso al incremento de tierras para uso agrícola y ganadero, construcción de carreteras y centros poblados, así como obras hidráulicas, de las cuales, la represa del Gurí, en el estado Bolívar, es sólo un ejemplo.

Producto de las mencionadas investigaciones son las publicaciones del Mapa Fitogeográfico de Venezuela (Tamayo, 1955), Mapa Ecológico de Venezuela (Ewel, *et al.*, 1968), el Mapa de Vegetación de Venezuela del MARNR (1982) y el Mapa de Vegetación de Venezuela (Huber y Alarcón, 1988). En estos mapas, cada uno de los autores deja plasmada la configuración de la vegetación del país para sus respectivos años de publicación.

Romero (1995a) y; Romero y Monasterio (1996), investigaron sobre la transformación de las selvas del Sur del Lago de Maracaibo e hicieron un análisis riguroso asociado al asunto ganadero y su impacto ecológico ambiental. Concluyeron

que el proceso destructor de las selvas tuvo un evidente costo ecológico, mientras que la actividad ganadera, así como de plantaciones, no produjeron los beneficios económicos que justificaran tan vasta intervención ambiental.

La región andina caracterizada por una gran diversidad ambiental (Colinvauc 1993), ha sido escenario de conflicto por el uso del espacio. La fuerza generada por el incremento de la población y el desarrollo de actividades productivas ha aumentado las presiones sobre el medio natural, generando modificaciones sobre los ecosistemas naturales y sobre la estructuración del paisaje en general, sin embargo, esta importante región del país, aunque es objeto de numerosas investigaciones, todavía no ha sido estudiada suficientemente. En este sentido es justo destacar los trabajos efectuados por algunos investigadores en el transcurso de años recientes.

Monasterio (1980) desarrolló un importante trabajo sobre el poblamiento humano y uso de la tierra en los Altos Andes de Venezuela, cuya finalidad fue discutir ciertos tópicos del poblamiento y su relación con los distintos pisos ecológicos. Años más tarde, Monasterio y Molinillo (2003), presentan una publicación sobre el ambiente páramo y su diversidad, donde discuten sobre varios aspectos de interés, entre los cuales reportan la presencia de una complejidad de ecosistemas distribuidos en los distintos pisos altitudinales.

Molina (1986) adelantó un trabajo apoyado en el uso de imágenes satelitales para identificar los tipos de cobertura de una parte de la vertiente Norte de Los Andes Venezolanos, su objetivo fue conocer y cartografiar los tipos de vegetación en ese significativo sector de la región andina nacional.

Velásquez (2004) hace un significativo análisis sobre los cambios socioeconómicos y ambientales ocurridos en Los Altos Andes de Mérida, específicamente en Mucuchíes y Timotes. Su trabajo es una contribución al conocimiento de los impactos causados en algunos ecosistemas, así como la evolución socioambiental de los valles altos venezolanos, producto de los cambios estructurales incentivados por las transformaciones en las medidas del Estado en materia agroalimentaria entre 1930 y 1999.

También es oportuno mencionar las investigaciones adelantadas por Ataroff (2001) y Ataroff y Rada (2000), sobre los bosques nublados del neotrópico (Centroamérica y Suramérica); en los que estudiaron los impactos producidos por la deforestación. Ataroff y Monasterio (1993), desarrollaron también una investigación acerca del comportamiento del balance hídrico y la erosión durante un ciclo anual entre dos agroecosistemas cafetaleros, uno de sombra y otro de sol, localizados en una finca de los pueblos del sur en el estado Mérida. Igualmente Rodríguez (2005), realizó un estudio relacionado a los cambios del paisaje en la cuenca del río Capaz.

En estas investigaciones se encuentra como resultado, que la deforestación influye en la dinámica hídrica de los ecosistemas de selva nublada, hecho similar al que encontramos en la cuenca en estudio, donde dicho fenómeno se expresa a través del desbordamiento de algunos cursos de agua, así como del asolvamiento progresivo de la represa Agua Viva (Godoy y Briceño, 1986).

El Ministerio del Ambiente (1996a), materializó una investigación con miras al diseño de un Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico, Agrícola, Agroindustrial y de Manejo de la cuenca del río Motatán, de la cual el río Carache es uno de sus mayores afluentes; igualmente Peña (2002) publicó una investigación sobre la misma cuenca, en la que hace un análisis de la contaminación de su ambiente. En ambas se concluye que el deterioro y degradación de dicha cuenca es muy fuerte, y que los ecosistemas boscosos situados en los pisos ecológicos montano y basimontano, especialmente la selva nublada y la selva semicaducifolia montana, son los más afectados.

Particularmente en el ámbito de la cuenca del río Carache son pocas las investigaciones adelantadas; en tal sentido, vale la pena mencionar los trabajos realizados por Godoy y Briceño (1986), y Godoy (1995). En el primero se hace un diagnóstico físico conservacionista de toda la cuenca, mientras que en el segundo se diagnostica la ocurrencia de incendios forestales para un período de diez años (1984 - 1993). Igualmente, Pacheco (1999) desarrolló un interesante trabajo sobre la evaluación de cambios de uso de la tierra de las microcuencas Burbusay y Miquía para el período 1967-1997, en el que encontró que las áreas de uso agrícola se han incrementado a expensas de la disminución de las áreas boscosas.

CAPITULO III

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL ÁREA DE ESTUDIO

1. Introducción

Al momento de desarrollar el análisis referido a la realidad geográfica, ecológica y social de la cuenca del río Carache, se consideró ineludible hacer una descripción de sus particularidades más importantes. En consecuencia, este capítulo está compuesto por dos secciones, una, que recoge información relacionada con aspectos biofísicos, específicamente condiciones climáticas, relieve, geomorfología, geología, hidrología y vegetación; y otra, que describe en detalle los aspectos sociales y económicos más relevantes, entre ellos el origen del poblamiento de la cuenca, la evolución político territorial en el contexto del estado Trujillo, la tenencia de la tierra, y finalmente las actividades económicas de mayor peso, tal es el caso de la agricultura y ganadería.

2. Ubicación geográfica

El estado Trujillo abarca una superficie de 7.400 km². Dentro de éste se ha seleccionado como área de estudio la cuenca del río Carache (ver figura 3), cuya superficie es de 77.757,81 hectáreas. Comprende sectores diversos, dispuestos en un gradiente altitudinal desde los 150 metros de altitud en las cercanías al embalse de Agua Viva, hasta aproximadamente los 3.600 metros en la parte más alta (MARNR, 1969), es decir, en los páramos El Guache, Las Rosas, Cendé, y Jabón, justamente donde está la divisoria de aguas de tres importantes cuencas hidrográficas: la del río Tocuyo, la del río Carache y la del río Boconó (Marrero, 1964).

La cuenca se localiza entre las coordenadas 9° 22' 40'' y 9° 43' 30'' de latitud Norte, con 70° 05' 30'' y 70° 30' 00'' de longitud Oeste, alcanzando jurisdicción de varios municipios trujillanos, específicamente la mayor parte de los municipios Carache y Candelaria, así como una menor porción de los municipios Boconó y Pampán.

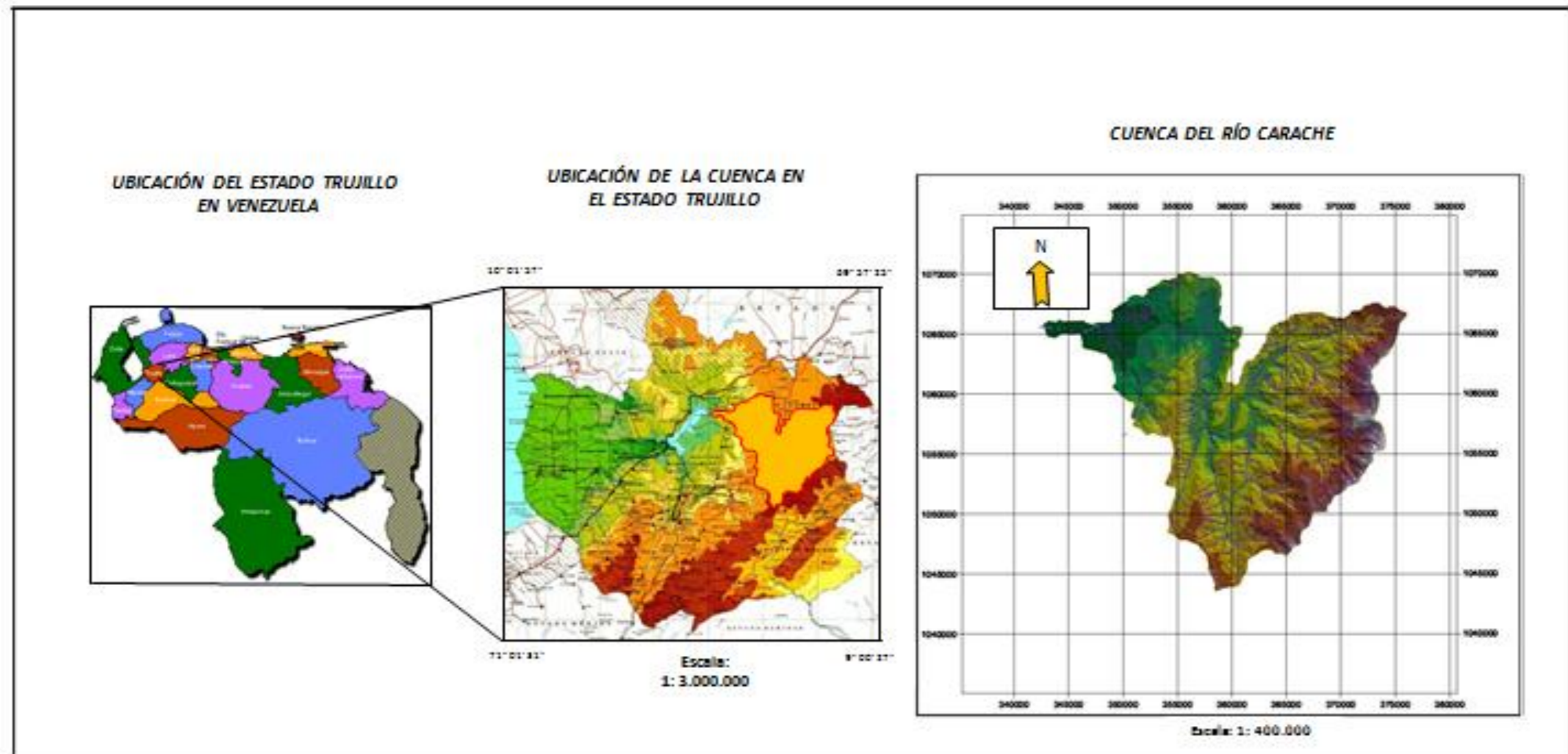


Figura 3

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL AREA DE ESTUDIO

El mapa la cuenca fue elaborado a partir de las hojas 6144 y 6145 a escala 1:100.000 editadas por la Dirección de Cartografía Nacional (actualmente Instituto Geográfico Venezuela "Simón Bolívar").

Datum: SIRGAS REOVEN

Autor: Argenis Morilla P.

Aspectos biofísicos

La cuenca en estudio presenta una complejidad de características biofísicas de importancia, entre las que destacan el clima, relieve, geología, suelo, hidrología, vegetación y fauna. Todas de interés porque mantienen un estrecho vínculo con las comunidades que allí residen y con las actividades económicas que desarrollan (Chémery, 2003; Sánchez, 2002), y porque además del conocimiento que de tales condiciones se tenga, es deseable alcanzar un aprovechamiento más racional y útil de los recursos naturales.

3.1. Condiciones climáticas

La interacción de elementos y sistemas atmosféricos con el relieve en la región de Los Andes, produce un mosaico de tipos climáticos y pisos térmicos (Foghín, 2002; Goldbrunner, 1984; Lara *et al.*, 2002; MARNR, 1996a), que van en la cuenca desde el megatérmico de bosque húmedo tropófilo, con promedio anual de temperatura cerca de 28° Celcius en los Llanos de Monay, hasta el microtérmico con temperaturas medias por el orden de los 9° Celcius en la parte más alta, donde se hallan las islas de páramo.

Con relación a lo anterior, la distribución geográfica del clima en la cuenca, es de la siguiente forma. En el piso subandino el clima es megatérmico de bosque húmedo tropófilo (Ablan, *et al.*, 2001), con dos máximos de precipitación (marzo/abril y septiembre/octubre); en tanto que en los pisos basimontano y montano el clima es mesotérmico, con variantes en la precipitación, pues incluye desde sectores semiáridos, (Carache y La Concepción) y subhúmedos, hasta húmedos, todos con dos máximos pluviométricos, el primero abril/mayo y el segundo, septiembre/octubre (Ablan, *et al.*, 2001; González, *et al.*, 2002).

En el piso altimontano, dependiendo de la altitud, se presentan climas mesotérmicos hasta microtérmicos en la parte más alta, justamente donde se hallan enclavadas pequeñas islas de páramo como Las Rosas, Turmal, Cendé y Jabón, que a pesar de su reducida extensión territorial no carecen de importancia geográfica, ya que sus particulares condiciones ambientales, dan lugar a paisajes de gran atractivo, que presentan un considerable potencial turístico (Foghín, 2002).

Estos climas, al igual que en el anteriormente citado, presentan dos máximos pluviométricos al año, el primero abril/mayo y el segundo, septiembre/octubre (Ablan, *et al.*, 2001). En definitiva, coincidimos con los planteamientos del MARNR (1996a), cuando sostiene que la cuenca presenta una variedad de climas que influyen en la conformación de una multiplicidad de paisajes.

El primer tipo de paisaje, denominado piso subandino (llanura), se localiza en la cuenca baja, por debajo de los 500 m.s.n.m. formando parte de los Llanos de Monay, específicamente entre las proximidades del sector Puente Carache y el embalse de Agua Viva; representa un 4,36% de la superficie total del área de estudio. El reemplazo de la vegetación primaria que constituía la selva húmeda tropical que allí existía, ha sido la agricultura, especializada en la producción de caña de azúcar, en suelos aluviales de textura arenosa, donde la pendiente del terreno es apenas apreciable. La otra unidad de reemplazo en esta parte de la cuenca es el pastizal.

El segundo tipo de paisaje lo constituye el piso basimontano, se localiza en la parte media de la cuenca, entre las inmediaciones de las localidades de Puente Carache y La Mesa de Carache, entre las cotas de los 500 y 2.000 metros sobre el nivel del mar. Representa el 61,40% de la superficie total de la cuenca, en la que se localizan distintas unidades ecológicas, como selvas semicaducifolias montanas, arbustales xerófilos, y bosques caducifolios secos.

En este paisaje, donde las pendientes del terreno son de moderadas a fuertes, se desarrollan actividades económicas vinculadas con la ganadería vacuna y la agricultura, especialmente cultivos de maíz y frutales diversos a pequeña escala; buena parte del café que se produce en la cuenca se localiza también en este paisaje, concretamente en el piso de la selva semicaducifolia montana, alrededor de los 1.000 metros sobre el nivel del mar. En los fondos de valle se practica la agricultura especializada en cultivos hortícolas, principalmente repollo, pepino, y zanahoria. Todas estas actividades en conjunto, han reemplazado en gran medida a la vegetación original.

El tercer tipo de paisaje lo conforma el piso montano, ubicado en la parte alta de la cuenca, se localiza entre las inmediaciones de la localidad de La Mesa de Carache y la localidad de Potreritos de Cendé, entre las cotas de 2.000 y 3.000 metros de

altitud. Representa el 32,66% de la superficie total de la cuenca, en la que prevalece como unidad ecológica la selva nublada. En este paisaje las pendientes del terreno son fuertes, sin embargo, en la faja inferior de este piso se desarrollan actividades agrícolas a escala reducida, especialmente en los fondos de valle.

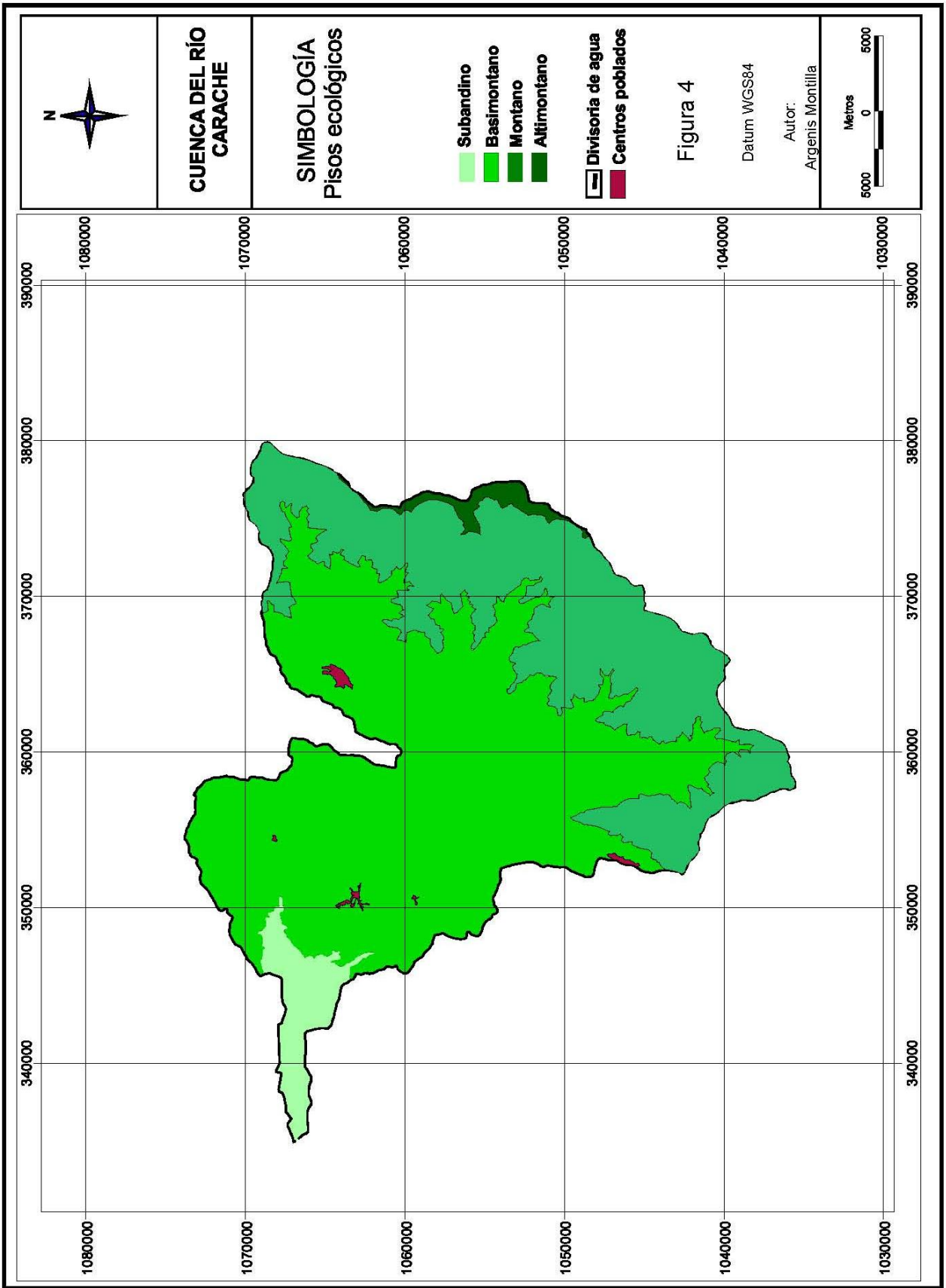
El cuarto tipo de paisaje es el piso altimontano, ubicado en la parte más alta de la cuenca, se localiza entre las inmediaciones de la localidad de Potreritos de Cendé y los límites de los estados Lara y Trujillo, cerca del pico Cendé, por arriba de la cota de 3.000 metros de altitud. Representa el 1,56% de la superficie total de la cuenca, en la que el páramo andino es la unidad ecológica presente. Este paisaje presenta valores de pendiente topográfica muy altos, que junto al difícil acceso, limitan el desarrollo de actividades económicas, por lo tanto, es la parte más conservada.

En el cuadro 1 y en la figura 4 puede apreciarse información referida a los pisos ecológicos mencionados.

Cuadro 1

Propuesta de pisos ecológicos en la cuenca del río Carache según la clasificación propuesta para la fitorregión Andes del Norte por Josse, *et al.*, (2009).

PISOS ECOLÓGICOS	LÍMITES ALTIMÉTRICOS REFERENCIALES	SUPERFICIE QUE OCUPA EN LA CUENCA (ha)	SUPERFICIE QUE OCUPA EN LA CUENCA (%)
Subandino	< 500 m	3.396,42 ha	4,36%
Basimontano	500 a 2.000 m	47.736,59 ha	61,40%
Montano	2.000 a 3.000 m	25.407,32 ha	32,66%
Altimontano	3.000 a 4.000 m	1.217,08 ha	01,56%
Superficie total de la Cuenca:		77.757,81 ha	100%



Por otra parte debe agregarse que el comportamiento de los tipos climáticos mencionados no es del todo conocido, pues aunque Venezuela llegó a tener, después de los años cincuenta (50) del pasado siglo, una de las redes de estaciones climatológicas más densas y completas de América Latina, para finales de siglo XX, el desmantelamiento de las mismas fue un hecho que abarcó gran parte del territorio nacional (Foghín, 2004; MARNR, 1996a; Guerra, 2010 y Mora 2010), perdiéndose una impresionante cantidad de información climática, imprescindible para el estudio del clima y para la puesta en práctica de proyectos socioeconómicos, entre los que destacan agrícolas, ganaderos, residenciales y turísticos.

Como consecuencia de lo antes descrito, planes de desarrollo económico, gestión de riesgos y reducción de desastres socio-naturales, también se ven afectados al no contar con la data requerida para una mejor planificación.

a. Temperatura

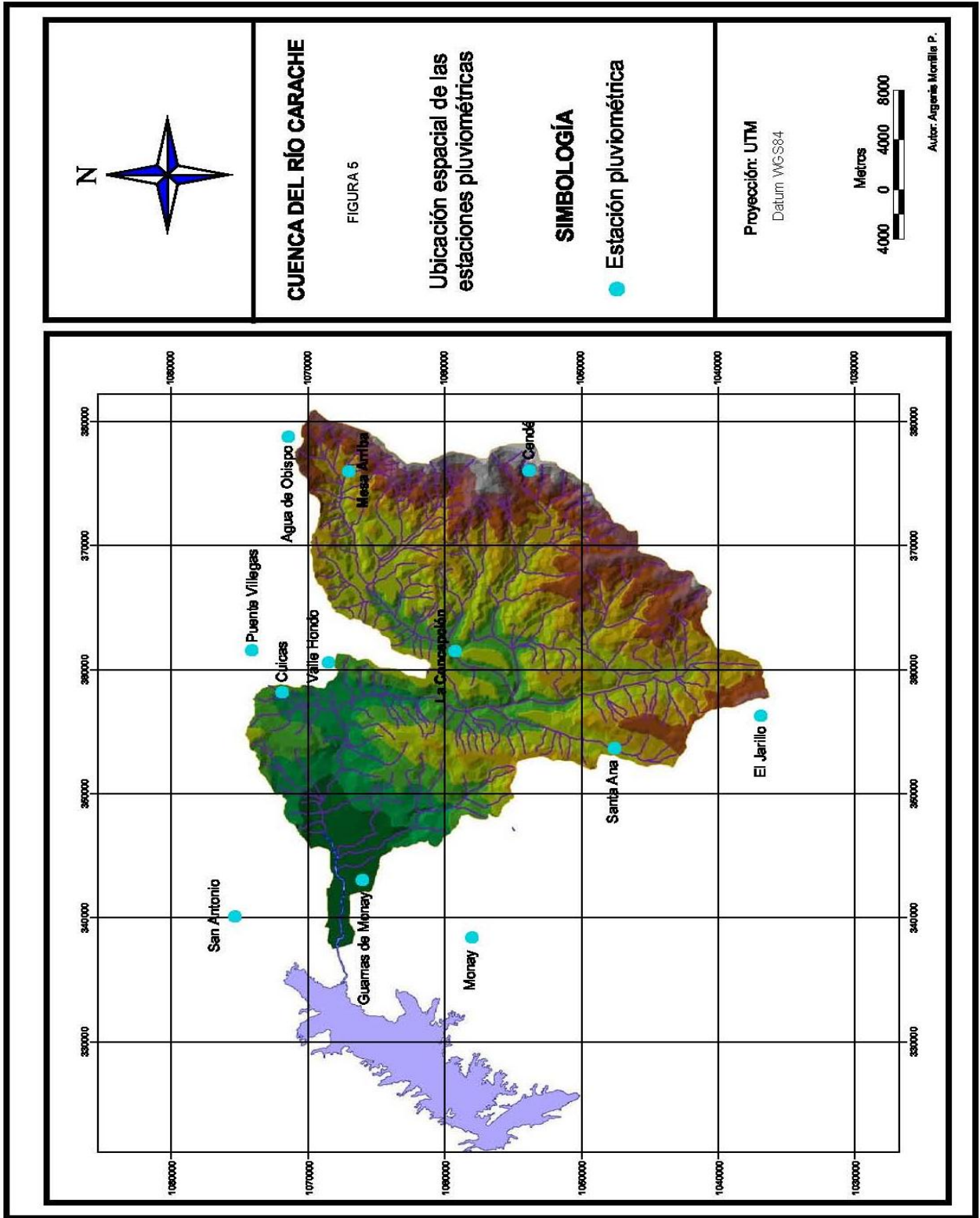
El estudio referido a las condiciones de temperatura y precipitaciones se basó en series de datos registrados en la red de estaciones instaladas en la cuenca y en su área de influencia (cuadro 2 y figura 5). Es importante destacar que no se cuenta con series largas de registros, por ello el análisis se hizo en función de la data disponible hasta el momento.

Cuadro 2

Estaciones instaladas en la cuenca del río Carache y sus alrededores.

ESTACIÓN	PISO ECOLÓGICO	SERIAL	TIPO	ALTITUD (m)	PRECIP. ANUAL (mm)	TMA (°C)	PERÍODO DE REGISTRO
San Antonio	Subandino	2129	PR	237	1.244	28,9	1968 - 1983
Guamas de Monay	Subandino	2146	PR	272	1.543	28,8	1983 - 2003
Monay	Subandino	2133	PR	292	1.420	28,5	1983 - 2003
Puente Villegas	Subandino	2127	PR	621	1.036	25,6	1983 - 2003
Valle Hondo	Basimontano	2126	PR	800	866	25,9	1983 - 2003
Cuicas	Basimontano	2125	PR	994	1.232	24,8	1983 - 2003
La Concepción	Basimontano	2138	PR	1.125	714	21,8	1968 - 1983
Santa Ana	Basimontano	2147	PR	1.601	803	20,1	1983 - 2003
El Jarillo	Montano	2166	PR	1.890	951	18,6	1983 - 2003
Agua de Obispo	Montano	2128	PR	2.114	867	17,3	1983 - 2003
Mesa Arriba	Montano	2143	PR	2.400	1.350	16,6	1968 - 1983
Cendé	Altimontano	2148	PR	3.000	661	13,8	1968 - 1983

(Adaptado de Andressen y Díaz, 2000 y MARNR, 2003). **TMA:** Temperatura Media Anual en grados Celcius (°C). Cálculos estimados utilizando el gradiente térmico vertical medio para Venezuela (0,55°C).



La existencia de cadenas montañosas en la zona donde se localiza la cuenca del río Carache modifica el clima. No son uniformes la temperatura ni la humedad a lo largo y ancho de su territorio, pues la orografía juega un papel fundamental en los climas tropicales (Andressen, 2005; Foghín, 2002; Sánchez, 2002). Es decir, la altitud es el primordial modificador de la temperatura, tanto en la cuenca como en toda la geografía nacional y se expresa en el decrecimiento de los montos térmicos anuales medios registrados en algunas estaciones instaladas en diferentes sectores del área de estudio, así como en otras regiones del país.

En la cuenca en estudio, los tipos climáticos están caracterizados por una marcada isotermia durante todo el año, pues apenas existe una variación cercana a 2° Celcius entre el mes más cálido y el mes más frío; lo que se traduce en una importante estabilidad térmica favorable para la agricultura, así como para otras actividades económicas (Sánchez, 2002).

Al contrario de otras latitudes, en territorio venezolano, la amplitud térmica se presenta es a nivel diario, expresado en una evidente diferencia entre la temperatura máxima y la mínima (Acevedo, *et al.*, 1996; Foghín, 2004) poniendo en evidencia la presencia del denominado ciclo circadiano.

Esta diferencia entre las regiones frías y templadas del hemisferio norte con las regiones frías en los trópicos, viene dada en el primer caso, por la latitud, mientras que en el segundo es impuesta por la altitud. Como se sabe, las montañas tropicales no muestran variaciones térmicas estacionales, por el contrario, las diferencias entre temperaturas del día y de la noche son más marcadas que las diferencias anuales (Azócar, 1974; Hernández, *et al.*, 2005; Troll, 1968).

En dos estaciones ubicadas en la cuenca se ilustra la explicación de la ausencia casi total de amplitud térmica anual, pues en ambas, la diferencia entre la temperatura media del mes más frío es apenas de 1,4° Celcius con respecto a la del mes más cálido (figura 6).

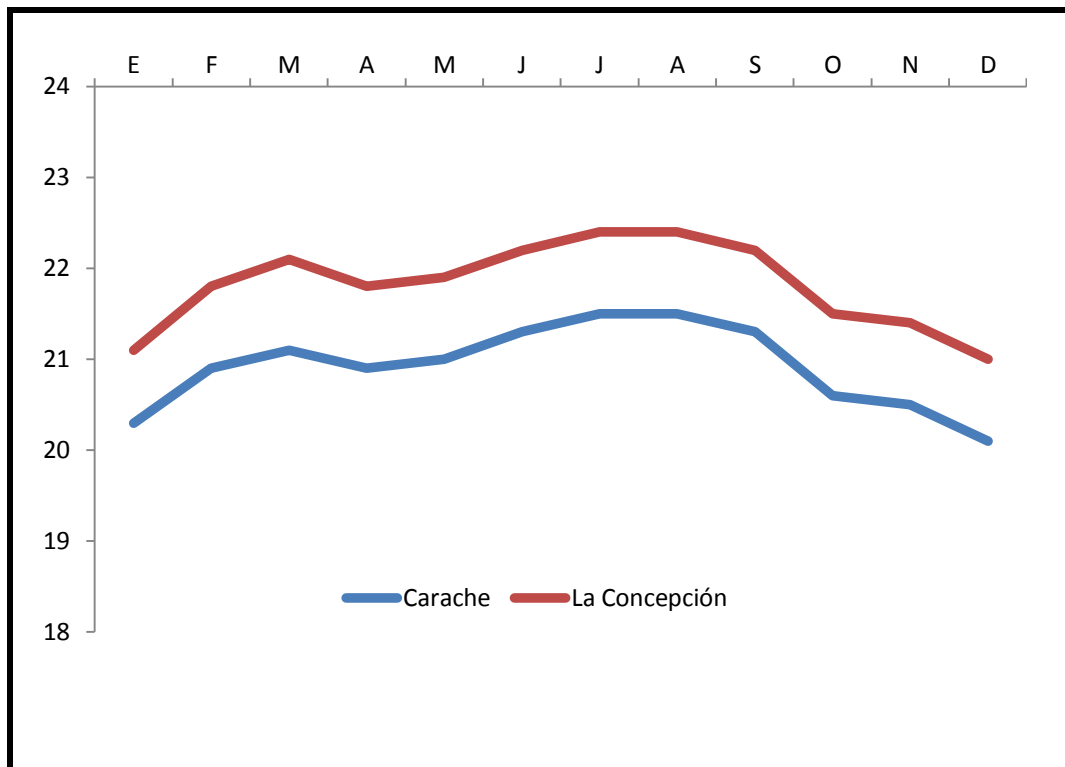


Figura 6. Distribución de las temperaturas medias mensuales en grados Celcius (°C) en las estaciones Carache y La Concepción, edo. Trujillo, en el período 1968 - 1983.

b. Precipitaciones

En la cuenca del río Carache las precipitaciones no presentan espacialmente una distribución uniforme, así como tampoco durante el año. Éstas son mayores en la parte baja (1.218 mm en los Llanos de Monay), y van disminuyendo con la altitud hasta alcanzar 643 mm a los 3.000 metros sobre el nivel del mar en el páramo de Cendé (Godoy y Briceño, 1986).

Las lluvias se producen, según datos registrados en las estaciones pluviométricas ya citadas, en dos períodos cortos al año, uno, entre los meses de abril y mayo, y el otro, más prolongado y con montos mayores, en septiembre, octubre y noviembre, correspondiendo de tal forma, al régimen bimodal o patrón lacustre (MARNR, 1996b; Sarmiento, *et al.*, 1971). Como ejemplo, se puede observar esta distribución en las estaciones Carache, La Concepción y Mesa Arriba en la figura 7.

En promedio, las precipitaciones para toda la cuenca, alcanzan un monto anual de 875 mm, que la ubica en la categoría pluviométrica semihúmeda (Foghín, 2002).

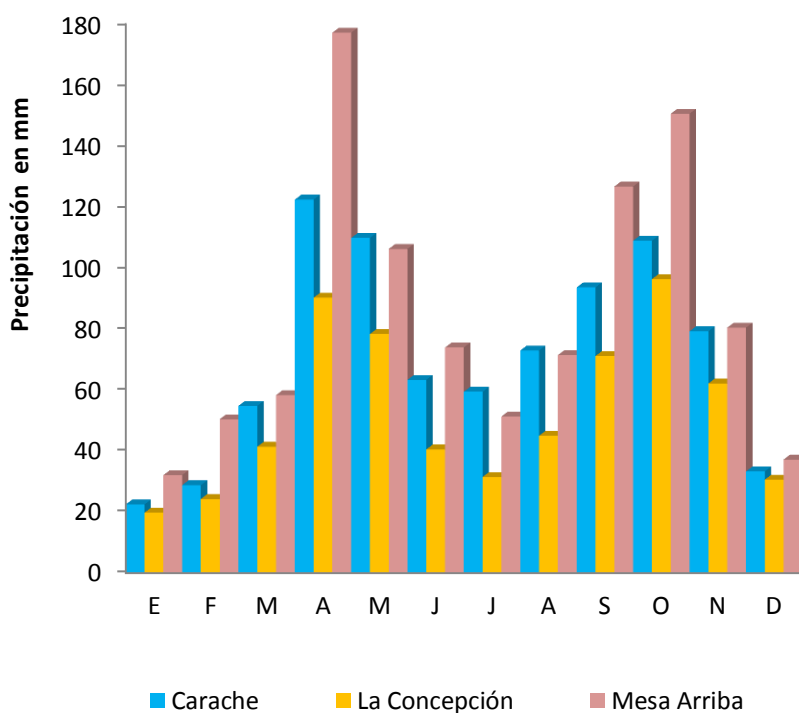


Figura 7. Distribución de la precipitación media mensual en milímetros (mm) en las estaciones: Carache (1968-1983), La Concepción (1968-1983), y Mesa Arriba (1993-2003), estado Trujillo, durante el período 1968-1983. (MARNR, 2003).

c. Vientos

Sobre el comportamiento de las masas de aire no se conocen investigaciones en el área de estudio, la información que se tiene hasta el momento es muy general. Sin embargo puede señalarse que el régimen de vientos, específicamente en las partes altas del estado Trujillo, se encuentra muy intervenido por el relieve. Por una parte, las montañas que se hallan al norte de Lara forman una barrera al paso de los Alisios del Noreste, obligándolos a elevarse. En consecuencia, cuando las masas de aire consiguen alturas significativas se enfrían por efectos de la disminución de temperatura y se condensan formando sistemas nubosos que descargan en importantes precipitaciones, responsables de introducir cambios en el tipo de vegetación (Vila, 1960; Vila, 1966a). Al pasar los vientos sobre la altiplanicie larense y por consiguiente a la depresión de Carora, continúan su ascenso hasta las montañas

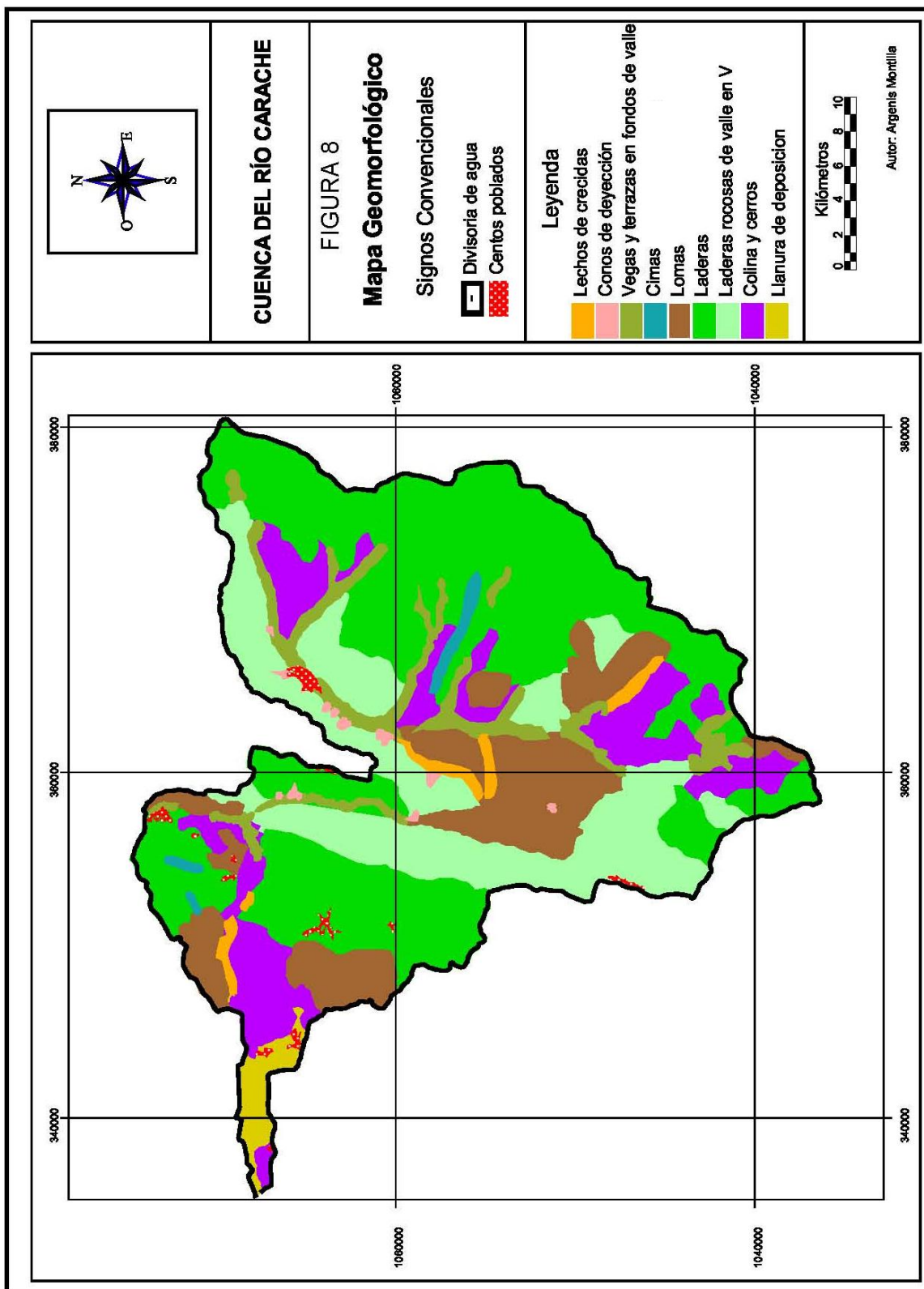
de Carache, donde gracias al fenómeno descrito, producen precipitaciones, aunque no muy abundantes, pues en primera instancia descargan parte de la humedad previamente contenida (Vila, 1966b).

3.2. Relieve y Geomorfología

El relieve sobre el que se asienta la cuenca forma parte del estribo andino en el sector más oriental del estado Trujillo. Por tratarse de un relieve asentado sobre formaciones montañosas, los paisajes geomorfológicos presentes son propios de ese tipo de ambiente, entre ellos se pueden distinguir conos de deyección, vegas y terrazas en fondos de valle, lechos de crecida, lomas, cimas y filas, colinas, laderas rocosas en valles en forma de “V” y laderas (figura 8).

En general, el relieve se caracteriza por presentar una topografía muy escarpada y accidentada, sin embargo, en sus pequeños valles se asientan como en todos Los Andes, terrazas y conos de deyección de origen Cuaternario, que se formaron en muchos casos, asociadas a actividades y procesos glaciarios (Duellman, 1982; Gentry, 1982; Pouyllau, 1989; Suárez, 1988; y Van Der Hammen, 1974), pues como se sabe, las tierras localizadas en el cinturón tropical, tanto las montañosas como las de mediana altitud, también fueron afectadas sensiblemente por las fluctuaciones ambientales Pleistocénicas y Holocenas, no sólo en lo referente al clima, sino igualmente, a los otros elementos del paisaje natural, como la vegetación, el relieve, la hidrografía, los niveles marinos, etc. (Strahler, 1970; Van Der Hammen, 1974; Vivas, 1992; Vila, 1966a;).

A la luz de estas consideraciones, se puede señalar que en las partes más elevadas de la cuenca, casi alcanzando el pico Cendé, los páramos de Jabón, Las Rosas y El Guache, se aprecian pequeños valles en forma de "U" y lagunas altas, que de acuerdo a las investigaciones ya citadas (MARNR, 1996a), así como en trabajos de campo efectuados, no hay duda en concluir que son de origen glacial, por cuanto estas áreas fueron afectadas por masas de hielo en períodos globales más fríos respecto a la época actual. Igualmente el hallazgo de rocas estriadas en la cuenca alta, son vestigios de las glaciaciones que se hicieron presente en esta pequeña porción de lo que actualmente es la geografía trujillana.

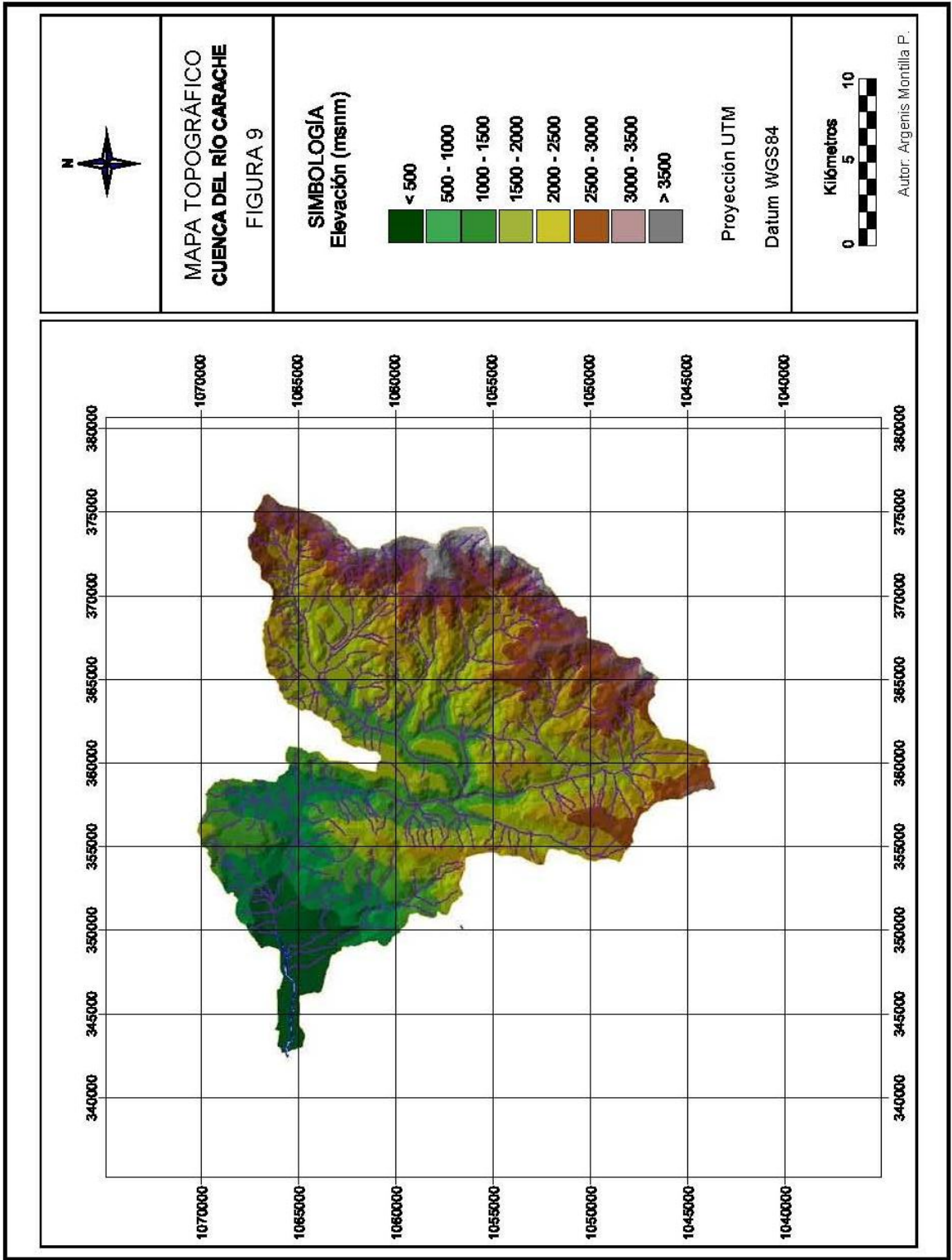


A grandes rasgos, en la mayor parte de la cuenca, los paisajes geomorfológicos que dominan son laderas rocosas y laderas; las primeras se localizan en vertientes de valles, con escasa cobertura vegetal y problemas de meteorización de las rocas y erosión de suelos; el otro tipo de laderas se asienta en áreas de pendientes más fuertes, pero con más cobertura vegetal, por tanto, presenta menor erosión.

La presencia de conos de deyección se circunscribe sólo a algunos sectores de la cuenca media, específicamente al pie de las lomas, colinas y cerros; en lugares donde la vegetación es escasa y las pendientes son fuertes. Como consecuencia, progresivamente las vegas sobre las cuales estos conos se vienen formando, han disminuido su tamaño por el avance de los mismos. También se presentan problemas durante las temporadas de lluvia, pues la obstrucción de las vías de comunicación dejan temporalmente aislados a los productores agrícolas, generando pérdidas de los productos de sus cosechas.

Otra parte de la cuenca cuenta con un relieve relativamente plano, de escasa altitud, que se circunscribe prácticamente a todo el curso bajo del río Carache. Este sector forma parte de los Llanos de Monay, es de formación reciente y está asociado a acumulaciones fluviales en las llanuras circundantes al lago de Maracaibo.

En síntesis, de acuerdo al mapa topográfico de la cuenca (figura 9), ésta comprende altitudes que sobrepasan los 3.500 metros, y tiene una longitud de 45,2 kilómetros desde las nacientes del río hasta su desembocadura en el embalse de Agua Viva, puntos entre los que hay una diferencia altitudinal o desnivel de 3.450 metros, por lo que la pendiente media es de 7,6%.



3.3. Geología

La historia geológica presente en el estado Trujillo, como en general en la región de Los Andes, ha sido compleja (La Marca, 1997), intensos plegamientos, dislocaciones y hundimientos han generado un conjunto importante de geoformas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario reciente. En esta entidad se localizan las siguientes formaciones geológicas, Aguardiente, Apón, Capacho, Colón, Luna, Quinta, Palmarito, Isnotú, Paují, Trujillo, Capacho, Valle Hondo, Carache y Betijoque (González de Juana, *et al.*, 1980; Ramírez y Delgado, 1989).

La geología del área de estudio está constituida por rocas que van desde el Precámbrico hasta el Cuaternario, estas rocas, debido a las condiciones climáticas presentan un avanzado grado de meteorización con profundidades considerables que condicionan en buena medida el modelado abrupto del área (Díaz, *et al.*, 1999).

En la cuenca se han presentado procesos de fallamiento, dando origen a fallas geológicas locales. Las laderas se caracterizan por la presencia de fuertes pendientes, alto grado de fracturamiento de rocas y en otros casos, escasa cobertura vegetal; que asociada a acciones antrópicas indiscriminadas, conforman un cuadro morfogenético inestable, con procesos erosivos continuos que afectan las vertientes.

En la cuenca del río Carache afloran siete de las formaciones geológicas arriba mencionadas (figura 10), es decir, Misoa, Luna, Ranchería, Valle Hondo, Carache, Colón y Palmarito (PDVSA, 1997), cuyas características se describen a continuación.

La formación Carache corresponde al Carbonífero y aflora al norte del estado Trujillo y sur del estado Lara. Se localiza en la carretera Carache - Agua de Obispo. Litológicamente está integrada por una secuencia de rocas areniscas, lodolitas, calizas y lutitas de color pardo-rosado, poco consolidadas (MARNR, 1996a). Benedetto y Odreman (1977) suponen que la unidad puede ser subdividida en dos miembros, uno arenoso inferior que puede ser equivalente lateral de la formación Sabaneta, el cual por sus caracteres litológicos peculiares podría ser definido como una nueva formación, y un miembro lutáceo superior que representaría una facies lateral de la formación Palmarito, sedimentada en aguas poco profundas.

La formación Colón corresponde al Cretácico tardío. Según se observa en la figura 10, abarca gran parte del estado Trujillo, y concretamente el sector nororiental donde se encuentra la cuenca. La litología de ésta, se caracteriza por la presencia de lutitas microfósilíferas de color gris oscuro, macizas, piríticas y ocasionalmente micáceas o glauconíticas, con margas y capas de caliza subordinada (MARNR, 1996a). Aflora continuamente entre las localidades de Valle Hondo – Casa de Zinc – Cuicas y, entre Mitón – Chejendé, a unos 2 Km de esta última localidad. Chejendé está emplazado sobre las lutitas de la formación Colón (CORPOANDES, 1975).

La formación Palmarito corresponde al Paleozoico tardío. Se localiza en el camino de Mucuchachí a Santa Bárbara de Barinas, próximo al paso de Palmarito, entre el Alto del Arenal y Palo Quemado, estado Mérida. Importantes secciones se aprecian en los alrededores de Carache, estado Trujillo, en las quebradas Tiana, Mucuchache y Loma de San Juan. Litológicamente esta formación es una secuencia de lutitas, principalmente marinas, limos, arenas y margas.

La formación Ranchería es del Terciario (Eoceno). Afloramientos importantes se aprecian en los alrededores de la localidad La Ranchería, al norte de Chejendé, municipio Candelaria. Ésta se extiende en sentido SW-NE, en los sectores de mayor altitud correspondiente al municipio Carache y colindante con el municipio Morán del estado Lara. Lutitas y limonitas grisáceas y rojizas, blandas y arenosas, así como areniscas de grano fino son las rocas que predominan en esta formación.

La formación Valle Hondo es del Terciario. Presenta importantes afloramientos a lo largo de la carretera Trasandina desde Casa de Zinc, en las playas del río Carache, hasta la localidad de Valle Hondo, situado 4,5 kilómetros al SE de la población de La Cuchilla. La litología de ésta se caracteriza por la presencia de lutitas y limonitas arenosas y areniscas argiláceas irregularmente intercaladas, así como calizas, sobre todo en las cercanías de Cuicas, constituyendo un recurso aprovechable para la fabricación de cal y cemento. Se cree que el espesor aumenta hacia el norte, desde 300 m en el límite lateral con la formación Ranchería, hasta más de 1.000 m.

La formación Luna, miembro Chejendé es de edad Cretácica. Importantes afloramientos se localizan en las inmediaciones de Chejendé, Casa de Zinc y Valle

Hondo, municipio Carache. El miembro Chejendé tiene su localidad tipo en la carretera Chejendé - Mitón, y consiste más o menos de 80 metros de calizas grises, interestratificadas con lutitas de menor resistencia que el resto de la formación. La parte superior está formada por un gran espesor de calizas intercaladas con lutitas calcáreas ideales para fabricar cemento (CORPOANDES, 1975).

La formación Misoa es del Terciario. Presenta afloramientos en la parroquia Panamericana del municipio Carache, concretamente en las inmediaciones de las localidades de San Antonio, Santa Rosa y Las Playitas, así como en La Gran Parada Andina, desde donde se extiende en sentido Oeste - Este. Las rocas más importantes que constituyen esta formación son lutitas y areniscas. Grandes acumulaciones de material silicio son aprovechadas en el sector de Santa Rosa (parte baja de la cuenca) por una empresa extractora que coloca la materia prima para la elaboración de vidrio en importantes fábricas del centro del país.

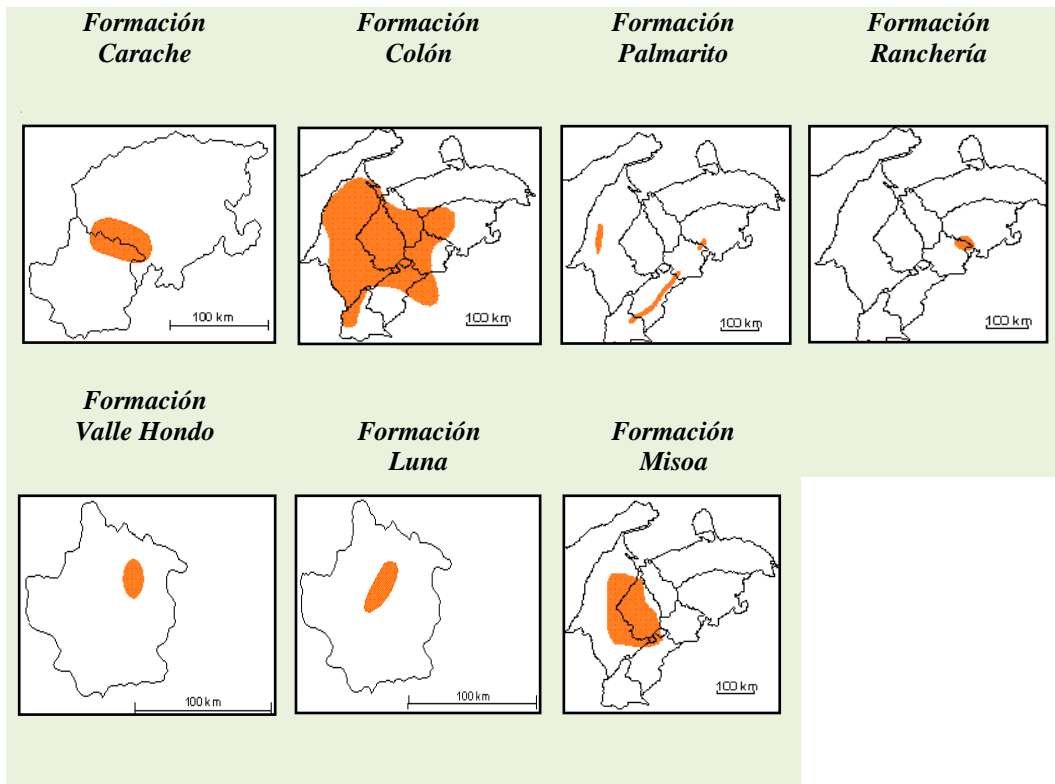


Figura 10. Mapa de las formaciones geológicas que afloran en el estado Trujillo y en la cuenca del río Carache. (Adaptado de PDVSA, 1997).

3.4. Vegetación

La flora y vegetación venezolana muestran una gran diversidad y variedad de paisajes (Huber y Alarcón 1988; Cuello 1997; Kelly, *et al.*, 1994,); en consecuencia, cada región, dependiendo de sus características ecológicas, vale decir, clima, suelo y relieve, va a disponer de formaciones vegetales muy particulares (Gentry, 1995; Van Der Hammen, 1995). En tal sentido, en el área de estudio, se han podido identificar, de acuerdo a la clasificación propuesta por Ataroff y Sarmiento (2003), siete unidades ecológicas: páramo andino, bosque siempreverde seco montano bajo, selva nublada, selva semicaducifolia montana, bosque caducifolio seco, arbustal espinoso, y selva húmeda tropical; la presencia de arbustales y/o matorrales es especialmente significativa, y según el MARNR (1983), éstos son fundamentalmente de origen antrópico. Mayor información sobre las características de la vegetación se presenta en el capítulo V, específicamente en la parte dedicada a las unidades ecológicas y unidades de paisaje.

3.5. Suelos

En los diversos pisos ecológicos de la cuenca, una considerable variación de los factores climáticos y edáficos, ofrece posibilidades para la adaptación y el crecimiento de gran variedad de especies agrícolas, forrajeras y forestales, por tanto, el estudio en detalle de estos dos factores sería recomendable, ya que la comprensión de la ecología de la vegetación no se puede alcanzar sin el conocimiento profundo de aquellos (Castillo, 1975; Vareschi, 1970). Específicamente en los pisos montano y Altimontano se encuentran suelos de origen coluvial y aluvial.

Los suelos residuales se hallan en las colinas que bordean los valles, allí, la topografía juega un papel importante, pues cuando es inclinada o con pendientes de moderadas a fuertes, facilita el proceso de erosión natural, perdiéndose la capa más superficial del suelo, que generalmente condiciona la fertilidad natural del mismo.

Con frecuencia en aquellas partes de la cuenca, los suelos suelen ser poco profundos y muy erosionados, especialmente en la faja comprendida entre los 800 y 1.400 m de altitud, debido a la escasa vegetación que soportan y al mal uso que se les da, pues hay que recordar que el campesino venezolano, tiene el hábito generalizado de cultivar en el sentido de la pendiente del terreno, un carácter más, quizás uno de

los más dañinos que identifica su primitivo método de producción (Casanova, 1996; Ministerio de Obras Públicas, 1969).

Muchos de los suelos de la ya mencionada parte de la cuenca, con excepciones más bien locales o puntuales, se encuentran caracterizados como de clase VII y VIII de capacidad agrológica; es decir, que los mejores usos deberían ser forestal, de conservación ecológica y protección del ambiente (FUDENA, s/f; Lacueva, 1995).

En contraste, los suelos aluviales se hallan en los fondos de valle y llanuras sedimentarias en función de procesos geomorfológicos propios de la dinámica torrencial (Durán, *et al.*, 1994, Mogollón y Comerma, 1986). Son suelos jóvenes, constituidos básicamente por deposición aluvional (Casanova, 1996; MARNR, 1996b), que aunado a las condiciones favorables de clima frío les confiere una alta vocación para cultivos hortícolas. En la cuenca del río Carache, (cuadro 3), los suelos tienen una textura desde franco arcilloso hasta franco arenoso (MARNR, 1996a), y se ha reportado la presencia de cuatro órdenes de suelo y once subórdenes (cuadro 4).

Cuadro 3

Características físicas y químicas de los suelos en algunos sectores de la cuenca del río Carache (modificada por el autor en base a Durán *et al.*, 1994).

SECTOR	TEXTURA	pH	CONTENIDO MAT. ORGÁNICA
Mesa Arriba	Franco Arcilloso	4,0 a 5,9	Alto
Mesa Abajo	Franco a Franco Arcilloso	5,0 a 6,1	Medio a alto
Las Adjuntas	Franco a Franco Arcilloso	4,5 a 5,3	Bajo
Miquimbay	Franco Arcilloso	4,8 a 6,0	Bajo
La Platera	Franco Arcilloso	7,0 a 7,4	bajo

(Durán, *et al.*, 1994).

Cuadro 4

Tipos de órdenes de suelos presentes en la cuenca del río Carache

ÓRDENES	SUBÓRDENES
Entisol	Typic Ustorthents, Typic Troporthents, Ustic Ustorthents
Inceptisol	Typic Humitropepts, Ustic Humitropepts
Alfisol	Typic Hapludalfs
Ultisol	Typic Palehumults, Typic Paleustults, Typic Haplohumults, Typic Haplustults, Ustic Palehumults

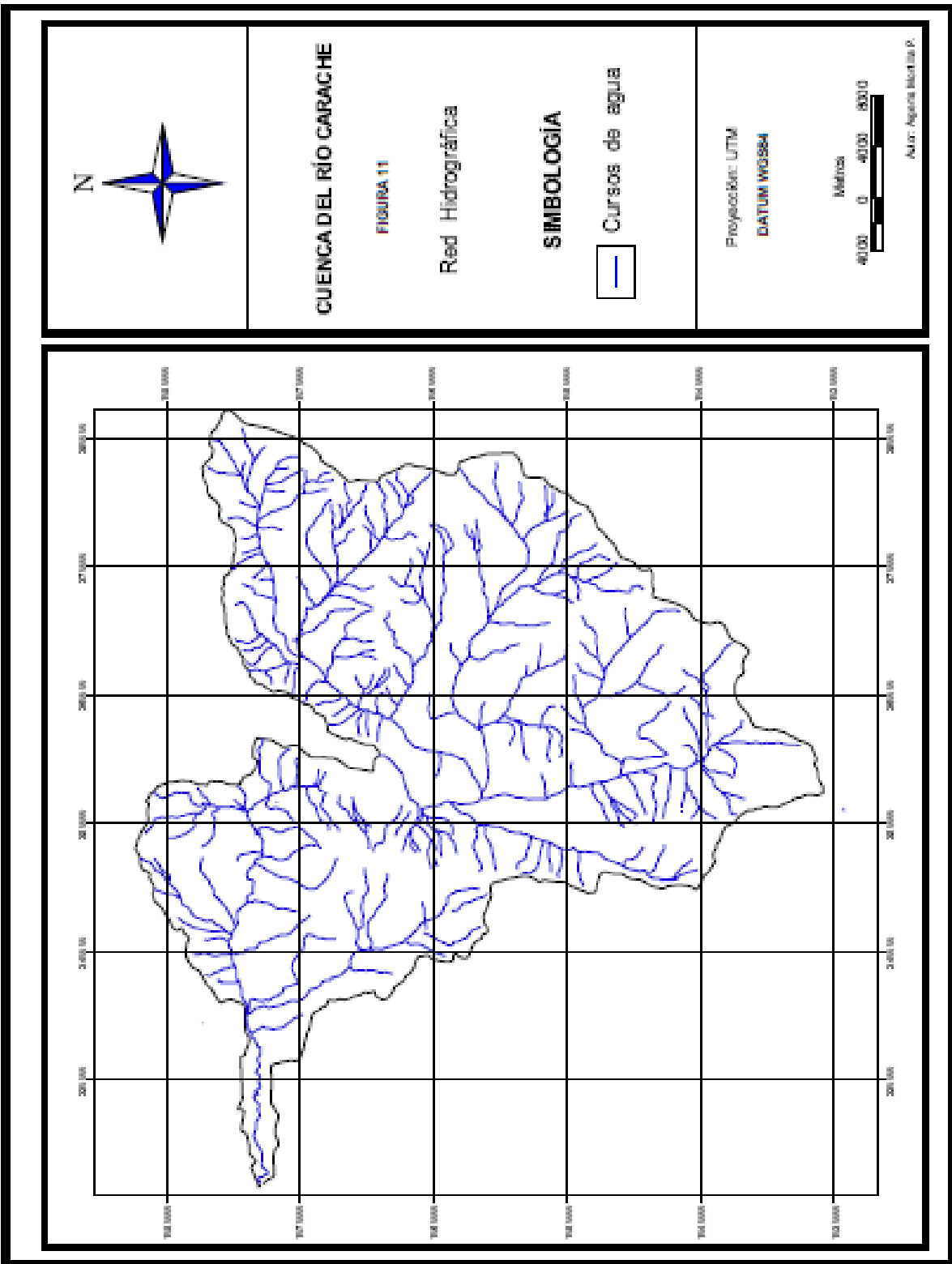
(MARNR, 1996b).

3.6. Hidrología

La hidrografía del estado Trujillo, está conformada por una densa red que drena hacia dos cuencas fundamentales, la del lago de Maracaibo, y la del Atlántico; esta última a través del río Orinoco que cuenta entre sus afluentes trujillanos más importantes al río Boconó, mientras que hacia la cuenca del lago de Maracaibo destaca el Motatán (INE, 2004), del cual, el río Carache, es uno de sus mayores afluentes, bañando un territorio de unos 800 Km.² (Salas, 1996).

La cuenca del río Carache reúne gran parte de las aguas del estado Trujillo (CORPOANDES, 1975). La parte más alta es fundamental para la producción y preservación del recurso hídrico, pues allí nacen, como ya se apuntó, las aguas de numerosos ríos y quebradas de importancia, que surten del vital líquido a muchas poblaciones de esta entidad federal, entre ellas Carache, La Concepción, La Cuchilla y otras, (figura 11). Adicionalmente se han reportado buenas cantidades de agua subterránea en la parte baja. Las mismas potencialmente pudieran ser empleadas para regar superficies cultivadas de caña de azúcar, así como para otros usos.

En definitiva, en la mayor parte de las tierras que ocupan los páramos de la cuenca en referencia, el recurso hídrico no ha presentado problemas críticos en lo que respecta a su disponibilidad. Sin embargo, el incremento de las áreas dedicadas a la ganadería y la agricultura en años recientes, en parcelas con poco o sin descanso y la introducción de cultivos disruptivos y con mayores demandas de agua, como en otros casos, representan a escala local un cambio en la dinámica agrícola (Monasterio y Molinillo, 2003), que en un futuro pudiera comprometer su disponibilidad. En la figura 11 se aprecia la red hidrográfica de la cuenca estudiada.



4. Aspectos sociales y económicos

4.1. Acerca del origen del poblamiento de la cuenca

Los Andes venezolanos pueden ser descritos históricamente como una región de variada complejidad, donde coexisten a partir de sus formaciones poblacionales, diversidad de elementos contradictorios, representando en su división étnica (indios, blancos y negros), en las características físicas (topografía), en su condición político social (Gobernación General de Venezuela - Virreinato de Nueva Granada) que los lleva a construir su identidad y su cultura (Maldonado, 2001).

El poblamiento en la región andina se inicia en el área de Carache. Allí se han encontrado indicios de la existencia de pequeñas aldeas, que aparecieron alrededor de 600 años a.C. a lo largo del río Miquimú, que parecen haber basado su alimentación de la pesca fluvial (Sanoja y Vargas, 1974).

En la cuenca del río Carache, la ciudad del mismo nombre es el centro poblado de mayor importancia, fue fundada a orillas del mencionado río y tiene gran interés desde el punto de vista histórico, porque, entre otras cosas, estuvo concentrado el ejército realista y porque además en el año 1781 se da el primer grito de libertad. Es importante destacar que Carache era un lugar privilegiado para el abastecimiento y logística de todos aquellos viajeros que transitaban la antigua ruta: Trujillo - El Tocuyo - Barquisimeto.

El surgimiento de muchos otros centros poblados y de numerosas comunidades netamente rurales enclavadas dentro de la cuenca, estuvo asociado a la presencia de caminos de recuas, que en tiempos de la colonia eran transitados para llevar mercancías y productos de un lugar a otro. Estos centros poblados se caracterizan por presentar una gran dispersión poblacional y se hallan separados por considerables distancias y quebrados relieves (Cunill, *et al.*, 1993).

Varias comunidades aledañas a Carache se establecieron a raíz de las encomiendas de Miquía (centro poblado ubicado en la cuenca). Estas comunidades se constituyeron con indios de la nación Cuica y formaron la encomienda otorgada a Don Francisco Terán, de quien la heredó su hijo Hernando Terán (Berticci, 1996). Posteriormente, numerosas familias que huían de los rigores de la guerra de

independencia se establecieron en otras áreas conformando comunidades que aún persisten en los tiempos actuales (Salas, 1996).

Otros centros poblados de regular tamaño lo constituyen Chejendé, Santa Ana y Cuicas. Este último a diferencia de Carache, es de fundación relativamente reciente, pues data de mediados del siglo XIX, exactamente del año 1844, su nombre se debe a la comunidad aborigen que abarcó los Andes trujillanos y parte de los merideños. Los primeros habitantes de estas comarcas fueron los Cuicas, establecidos en varias zonas, entre las que se pueden mencionar Boconó y Carache. Estas comunidades eran emprendedoras y con cierto avance en la agricultura, desarrollando sistemas de riego y terrazas que aún en la actualidad son utilizados por pequeñas comunidades rurales.

4.2. Características de la población

La población de la cuenca es mayoritariamente rural, la densidad es de 39 hab/Km² (cuadro 5), ubicándose por debajo de la densidad demográfica del estado Trujillo (63,3 hab/Km²) y de la región andina que es de 78,3 hab/Km². Los centros poblados con mayor población suman 18.944 habitantes, son ellos: Carache (6.763), Cuicas (2.424), Chejendé (3.718), Santa Ana (2.551), La Concepción (2.897) y Bolivia (591) (INE, 2004). El resto de los centros poblados son menores y en conjunto totalizan 10.696 habitantes (cuadro 6).

Cuadro 5

Densidad de población en el estado Trujillo y los municipios Carache y Candelaria. Año 2001

ENTIDAD	POBLACIÓN	SUPERFICIE (KM²)	DENSIDAD (HAB/KM²)
Estado Trujillo	608.576	7.400	63,3
Municipio Carache	26.260	957	27,44
Municipio Candelaria	24. 540	411	59,71
Cuenca del río Carache	29.640	777,5 (10% del Estado)	38,12

(CORPOANDES, 2004).

Cuadro 6

Número de habitantes en algunos centros poblados localizados en la cuenca del río Carache en el año 2001.

CENTROS POBLADOS	Nº DE HABITANTES
Las Cocuizas	24
Betichope	76
Los Cañitos	11
La Aguada	24
El Fundo	209
Giles	58
Los Guajes	229
El Helechal	189
El Llano	53
Miquía	57
Miquimú	203
El Paramito	190
Los Paraparos	24
El Potrero	126
Quebrada Abajo	50
Otros centros poblados	9.173

(INE, 2004)

La población que reside en la cuenca registra un crecimiento muy lento, situación asociada a movimientos migratorios negativos, favorecidos por las demostradas precarias condiciones de vida en el campo y por la falta de oportunidades de empleo en actividades del sector primario, según se desprende de los resultados de la presente investigación. Dichos movimientos migratorios también se ven estimulados por la atracción que ejerce la ciudad, al ofrecer relativas mejores condiciones de vida así como mayores oportunidades de empleo y de estudios (Tovar, 1982). Watter (1976) reporta que para 1950 el estado Trujillo tenía una densidad de 27,1 hab/km² mientras que la de Carache para 1961 era de 30,4 hab/km².

4.3. Evolución político territorial de la cuenca en el contexto del estado Trujillo

Las tierras del estado Trujillo formaron parte de la Provincia de Caracas hasta 1786, cuando pasa a integrar la Provincia de Maracaibo. En 1810 pasa a constituir la Provincia de Trujillo, y en 1881 pasó a formar parte del gran estado de Los Andes y

en 1889 se proclama como estado Trujillo. En marzo de 1925 el estado Trujillo fue dividido en siete distritos y treinta y ocho municipios. Los distritos que conformaron el estado, según aquella división fueron, Betijoque, Boconó, Carache, Escuque, Trujillo, Valera y Urdaneta. La cuenca en estudio, en su totalidad era jurisdicción de los distritos Carache y Boconó.

Cuadro 7

División político territorial del estado Trujillo desde el año 1925 hasta el año 1995

DISTRITO	CAPITAL
Betijoque	Betijoque
Boconó	Boconó
Carache	Carache
Escuque	Escuque
Trujillo	Trujillo
Valera	Valera
Urdaneta	La Quebrada

(INE, 2004).

El 30 de enero de 1995 se crea una nueva Ley de División Político Territorial, la figura de distrito desaparece en los estados. Es así como la entidad trujillana se convierte en un laberinto atomizado con un gran reparto burocrático de las alcaldías, lo que ha dificultado en ciertos casos la integración del Estado y el desarrollo económico (Hernández, 1997).

Trujillo se divide actualmente en veinte (20) municipios y noventa y tres (93) parroquias, asentadas en una superficie de 7.400 Km². Los municipios son Andrés Bello, Boconó, Bolívar, Candelaria, Carache, Escuque, José F. Márquez, Campo Elías, Miranda, Monte Carmelo, Motatán, La Ceiba, Pampán, Pampanito, Rafael Rangel, San Rafael de Carvajal, Sucre, Trujillo, Urdaneta y Valera.

Muchos de estos nuevos municipios se estructuran sobre espacios que antes pertenecían a entidades municipales ya establecidas, como Carache, quien vio minimizado su tamaño territorial al ceder parte de su territorio para la conformación de los municipios José Felipe Márquez Cañizales y Candelaria. De esta forma, la superficie de la cuenca es objeto de distintas acciones y decisiones, pues dejó de

pertenecer política y administrativamente sólo a los municipios Carache y Boconó, y pasó a ser también jurisdicción de los municipios Candelaria y Pampán (figura 12)



Figura 12. Mapa de ubicación de la cuenca del río Carache sobre jurisdicción de los municipios Boconó, Candelaria, Carache y Pampán (estado Trujillo).

4.4. Actividades económicas

El estudio que se llevó a cabo permitió hacer una descripción de las actividades económicas de mayor relevancia. Al respecto, se encontró que la cuenca del río Carache, al igual que todo el estado Trujillo es una unidad eminentemente agrícola y pecuaria. Cualquier otra actividad productiva es de menor relevancia económica frente a las ya señaladas. En ese orden de ideas, Briceño (1972), sostenía que:

Trujillo ha sido por excelencia un territorio preferentemente agrícola, hallándose extendida por todas las regiones con los más variados matices de la producción.

La situación descrita la corroboran históricamente los datos de población activa del estado. Trujillo, cuando dejan ver que en los años 1941 y 1950 más del 65% se dedicaba a la agricultura y aun recientemente, en el año 2002, a pesar de haber una

disminución significativa, siguen teniendo importancia, pues cerca del 30% se dedica a la agricultura (cuadro 8).

Cuadro 8

Población activa ocupada según actividades económicas en el estado Trujillo en los años 1941, 1950 y 2002

ACTIVIDADES ECONÓMICAS	1941 (TOTAL POBLACIÓN ACTIVA OCUPADA: 76.338)	1950 (TOTAL POBLACIÓN ACTIVA OCUPADA: 81.313)	2002 (TOTAL POBLACIÓN ACTIVA OCUPADA: 219.944)
Agricultura y afines	74,6%	65,9%	28,2%
Servicios	13,3%	17,2%	29,8%
Comercio	5,4%	6,2%	23%
Otras actividades	6,7%	10,7%	18,7%
Total	100%	100%	100%

(Adaptado de Ministerio de Fomento, 1955, citado por Rojo, 1985; CORPOANDES, 2004).

a. Agricultura

La mayor parte de los pueblos y caseríos situados dentro de la cuenca se han dedicado históricamente a la agricultura. Desde la época prehispánica, la agricultura, en todos Los Andes, específicamente en tierras frías, se desarrolló tradicionalmente en terrazas y fue practicada por poblaciones indígenas. Las evidencias arqueológicas y etnológicas indican que las terrazas estuvieron asociadas a la construcción de canales de riego y cultivo del maíz (Velásquez, 1994; Wagner, 1978).

En la cuenca, diferentes cultivos se distribuyen en pisos ecológicos. En el piso Montano debido a sus condiciones de clima frío y a la disponibilidad permanente del recurso hídrico destaca como productor de hortalizas. Estos productos son comercializados principalmente hacia dos mercados, Valera y Barquisimeto.

En el piso basimontano se presenta en la actualidad una actividad cafetalera de poca importancia, combinada con una variada gama de cultivos y frutales diseminados, sin continuidad espacial, con fines de subsistencia y en algunos casos de mercado, entre ellos naranjas (*Citrus sinensis*), maíz (*Zea maíz*) caraota (*Phaseolus vulgaris*), tomate (*Lycopersicum esculentum*) y piña (*Ananas comosus*).

En el piso subandino (llanura), el predominio corresponde a la caña de azúcar, que dentro de todo el estado Trujillo, es el rubro que ocupa después del café, el segundo lugar en cuanto a superficie territorial (cuadro 9).

El cultivo del café es uno de los más tradicionales en el área de estudio (Ardao, 1984). Su implantación allí es reportada desde el siglo XIX (González, 1986), tiempo en el que se constituyó en factor económico de primer orden, no sólo en la cuenca, sino en todo el estado Trujillo, desplazando la producción de cacao que figuraba en dicha entidad como la más alta en la región del sur del Lago de Maracaibo.

Cuadro 9

Superficie cosechada por rubros en el estado Trujillo para el año 2003.

SUPERFICIE COSECHADA	HECTÁREAS	PORCENTAJE (%)
Total del Estado	57.473	100
Café	26.387	40,5
Caña de Azúcar	7.500	11,5
Cambur	6.900	10,6
Maíz	3.100	4,7
Otros rubros	13.586	32,7

(Adaptado de Ministerio de Agricultura y Tierras, 2004).

El mencionado desplazamiento obedeció entre otras cosas, a que el café era un cultivo que se veía comparativamente más seguro y rentable ante la creciente demanda del producto en Europa y Norteamérica (Cardozo, 2005). A partir del año 1840, la producción y comercialización del café experimentó un acelerado crecimiento, imposible de cuantificar con exactitud debido a la falta de fuentes estadísticas tanto oficiales como privadas, no obstante, se puede afirmar que para aquel entonces, el grano se exportaba desde los cantones trujillanos (Codazzi, 1940 citado por Cardozo, 2005). A ese respecto, Briceño-Valero (1920) comentaba que:

Durante la segunda mitad del siglo XIX, Venezuela era un país eminentemente agrario, y la región de Los Andes constituía un centro próspero de desarrollo económico, lo cual se debía a que para ese momento, nuestra formación económica social se insertaba en el sistema capitalista internacional a través del modelo de crecimiento hacia fuera, determinado por la exportación de grandes cantidades de café. Trujillo era el tercer exportador de ese producto.

Del mismo modo, González (1986) al referirse a la producción agrícola del estado Trujillo en los años treinta del siglo XX asevera lo siguiente:

La producción de granos era abundante, tanto, que se consideraba a Trujillo el granero de Venezuela, y antes de que las mulas corianas trajeran sus cargas de maíz, venían escoterías, a recogerlo de Trujillo para remediar la escasez del grano, causada por los largos veranos de la Sierra de Coro: El café, la caña de azúcar, las papas, los productos pecuarios autoabastecían y aún permitían la exportación. El café de Boconó era famoso en el mercado mundial.

Las más importantes plantaciones se han localizado desde sus inicios en la parte norte y occidental de la cuenca, en las inmediaciones de Chejendé (municipio Candelaria), y de Cerro Largo, Las Palmas Reales, El Vigía y Cuicas (municipio Carache). En este último municipio la producción fue significativa, pues hace algunos años, la parroquia Cuicas, ocupó el primer lugar entre todas las parroquias productoras del grano a nivel del estado Trujillo (R. Bracamonte, entrevista personal, Noviembre 21, 2009). Sobre el mismo aspecto González (1986) apuntaba que:

El paisaje de Torococo, Mitón, Chejendé y Cuicas tiene el color verde de los cafetales, que crecen en todas las faldas donde la pendiente lo permita. Son pueblos a media ladera, que miran a los Llanos de Monay. De clima agradable y con una tierra muy dividida, que contrasta con los latifundios de la zona de Carache.

Actualmente la producción del rubro en la cuenca es notoriamente inferior respecto al pasado, pues los altibajos registrados en los precios del producto, han creado incertidumbre en los caficultores, y muchas de las tierras que estaban dedicadas a ese cultivo se han convertido en pastizales. Actualmente dentro del total de tierras cultivadas en Trujillo, el café que se siembra en la cuenca ocupa menos del 10% del total de la entidad (cuadro 10).

Cuadro 10

Superficie cosechada (ha) de café en el estado Trujillo y los municipios Carache y Candelaria. Año 2003.

ENTIDADES	SUPERFICIE COSECHADA (ha.)	PORCENTAJE
Estado Trujillo	26.387	100%
Municipio Carache	1.102	4,1%
Municipio Candelaria	1.500	5,6%
Total en la cuenca (Carache + Candelaria)	2.602	9,7%

(Adaptado del Ministerio de Agricultura y Tierras, 2004).

Hoy en día, en las escasas áreas productoras de café que quedan en la cuenca en estudio, se encontró que son pocos los casos en que se siguen implementando prácticas de cultivo ambientalmente conservadoras. Una muy pequeña parte de la superficie cultivada aún sostiene sobre sus suelos plantaciones de café criollo (*Coffea arabica*), que crece en franca avenencia con la vegetación boscosa de la que obtienen su sombra, constituyéndose en un armonioso sistema agroforestal.

Hay algunas áreas en las que posteriormente se han introducido nuevas variedades del cultivo, fundamentalmente café de sol, (*Borbón, Caturra, Mundo Nuevo*) que como se sabe, representa altos costos ecológicos, pues se hace imprescindible la tala del bosque, al tiempo que demanda grandes cantidades de agroquímicos para el control de las plagas y para elevar y mantener la producción.

Como ya señaláramos, el congelamiento de los precios de este grano en los últimos años, junto a la aparición de ciertas plagas como la broca (*Hypothenemus hampei*) y enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix*), han repercutido de manera adversa en la práctica de esta actividad (Suárez, 2005), de forma tal que el estancamiento del valor del producto, ha creado una gran desmotivación en muchos caficultores, cuyas fincas han roto la añeja tradición de uso cafetalero, para dar paso a otras actividades que parecieran económicamente más rentables, pero potencialmente más dañinas y destructivas ambientalmente, al no ser manejadas de forma adecuada, como por ejemplo la ganadería bovina.

Algunas comunidades del piso basimontano se dedican al cultivo de otros rubros, pues las condiciones ecológicas son diferentes a las encontradas en el piso Montano.

Uno de los más importantes es la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para elaboración de panela. Carache tienen tradición en la producción de papelón, elaborado en los antiguos ingenios o trapiches a partir del jugo de caña.

Actualmente el cultivo de caña panelera no tiene un futuro esperanzador en la cuenca, pues el crecimiento de otros usos, ha venido generando algunos conflictos por el espacio. Igualmente se observa como algunas áreas que por tradición se dedicaban a este cultivo, están ocupadas por agroecosistemas hortícolas tecnificados, con mayores beneficios económicos, pero seguramente con altos costos ambientales, debido a la poca o ninguna orientación ecológica que se les brinda.

La localidad de Carache vive especialmente de la actividad agrícola, cuenta en sus alrededores con una superficie cultivada de caña de aproximadamente 100 ha, que proveen del producto a unos seis trapiches locales que fabrican cerca de 8.000 pacas de panela mensual. Esta actividad agrícola es de gran valor, por ser una de las fuentes generadoras de empleo para muchas personas en este sector, además del aporte nutricional que representa este producto para la población (Hernández, *et al.*, 2000).

Recientemente en parte significativa de la cuenca baja, como en sus adyacencias, se experimenta un incremento notorio de tierras cultivadas con caña de azúcar, cuyo propósito es colocarla en los centrales azucareros para la elaboración de azúcar refinada; es así, como se han visto materializados importantes cambios en el uso de la tierra y transformación del paisaje. En su lugar, la vegetación natural ha sido reemplazada por estos agroecosistemas. La producción que se obtiene de este rubro en la parte baja de la cuenca es destinada en su totalidad al central azucarero La Pastora.

- ***Ganadería vacuna***

Agricultura y ganadería son por tradición, las actividades más productivas en Los Andes venezolanos. Los estados andinos, Táchira, Mérida y Trujillo han vivido a través de los siglos gracias a la bondad de sus suelos y a la disponibilidad de otros recursos naturales, benévolos en muchos lugares a la labor agrícola y, en otros al progreso pecuario. Su expresión se deja sentir cuando se evidencia en varias comarcas de la región, el desarrollo de tales quehaceres. Sin embargo, la ganadería,

es quizá, en algunos sectores, sobre todo en el piedemonte andino, donde tiene mayor cabida. Allí la destrucción de los ecosistemas boscosos para dar paso a la cría de ganado vacuno es notoria, en tal sentido, Romero (1995a), señala que:

...El avance destructivo sobre las selvas tropicales continúa y con éste, se concreta la pérdida masiva de recursos con todas sus potencialidades. A la par se consolidan desequilibrios sociales: Mayor injusticia en la distribución de las riquezas, mayor empobrecimiento social unido al empobrecimiento biológico. La ganaderización, con todos sus componentes ecológicos, sociales, económicos y políticos parece reunir todos los efectos adversos posibles para quienes no han obtenido ni obtendrán beneficios de ella.

En la geografía trujillana, la mayor parte de la actividad pecuaria se desenvuelve en tierras bajas, de clima cálido y de topografía plana, aun cuando en tierras altas se localizan algunas unidades de producción orientadas a la ganadería de altura.

Como ya se apuntara, la cuenca del río Carache se emplaza sobre un amplio gradiente altitudinal (150 - 3.600 metros de altitud), condición que permite tanto la práctica de ganadería de altura, como de ganadería vacuna mestiza de piso bajo, siendo claramente la segunda de ellas, la que ostenta una mejor posición, por cuanto los logros en la ganadería de altura, en toda la región andina nacional, apenas han sido asimilados casi con exclusividad por pocos productores que ven en ella una actividad marginal e incluso distraccional (Romero, 1998).

La ganadería mestiza de piso bajo, destinada a la producción de carne y leche (doble propósito) es con toda seguridad, la que ocupa un lugar prominente en el piso basimontano y, se considera que tanto la superficie dedicada a esta actividad como la producción de carne y leche son superiores a las que están dedicadas a la ganadería de altura, por lo que su impacto también debe ser más fuerte en los ecosistemas.

En esta parte baja de la cuenca se viene practicando la ganadería vacuna desde hace un buen tiempo, pues se sabe que ya en el siglo XVI y XVII varias haciendas enclavadas en las cercanías de Monay se reportaron como invadidos por gente venida de Carora y de la zona inmediata al Lago de Maracaibo, razón por la que, el patrón ganadero instaurado allí, es en parte, herencia cultural del mismo que se implantara

en el sur del referido lago y en las tierras bajas del estado Lara. Al respecto, para la década de los setenta del pasado siglo XX, Briceño (1972) sostenía que:

El principal asiento de la ganadería trujillana lo constituyen los Llanos de Monay, del Cenizo... El ganado vacuno se halla representado por 30.000 reses distribuidas la mayor parte de ellas en los distritos Carache y Betijoque, donde se han plantado con éxito pastos artificiales.

La ganadería que se practica en la cuenca, impacta de manera directa al paisaje, al provocar entre otras cosas, el ascenso de la frontera agrícola y pecuaria por el desplazamiento del ganado en busca de pastos hacia fajas más altas. Este hecho ha de considerarse como un serio problema, por cuanto es justamente allí, donde se produce la mayor parte del agua que abastece importantes centros poblados.

Cuadro 11

Población bovina en el edo. Trujillo y en las áreas próximas a la cuenca del río Carache para el año 2001.

ENTIDAD	Nº DE RESES	PORCENTAJE (%)
Municipio Carache	7.841	4,30
Municipio Candelaria	10.200	5,70
Municipio Andrés Bello	25.044	14,04
Municipio Bolívar	19.845	11,10
Municipio José F. Márquez	6.002	3,30
Municipio Miranda	8.647	4,80
Municipio Sucre	17.916	10,00
Resto de los municipios	82.760	54,56
Total del estado Trujillo	178.255	100

(CORPOANDES, 2004).

En relación a lo anterior, Monasterio y Molinillo (2003), sugieren que en el páramo, la eliminación, o la disminución sustancial del pastoreo deben plantearse como una necesidad para la conservación, y consideran que los efectos de estos procesos vinculados a la ganadería sobre la dinámica hidrológica y capacidad de almacenamiento de agua, todavía no han sido investigados en profundidad.

- ***Ganadería caprina***

En ciertos sectores de la cuenca, específicamente en parte del piso basimontano, desde hace mucho tiempo se practica también la ganadería caprina, sobre todo en aquellas áreas donde prevalece un clima semiárido y los suelos no presentan

vocación para la agricultura (localidades de Casa de Zinc, Las Montañitas, El Cardonal, Las Quebradas y Bolivia).

El sistema de explotación predominante en la zona es la crianza tradicional con pastoreo extensivo, donde los criadores prácticamente nunca ejecutan medidas de control sanitario como desparasitación y limpieza de corrales.

Aún con la potencial importancia económica que esta actividad representa para la cuenca, no se le ha dado la atención ni el impulso necesario para sacarla adelante. No se ha visto un esfuerzo en la selección entre las razas lecheras reconocidas originadas en los trópicos. Esto, según apunta García (1991), se refleja en la poca información sobre selección para mejoramiento y la ausencia de razas lecheras verdaderamente importantes en estas áreas.

La tarea más significativa a ejecutar, sería la incorporación de nuevas tecnologías aprovechables por la gente, fortalecer valores y actitudes que faciliten los cambios deseables mejorando los sistemas de producción, tal como ha ocurrido en algunas fincas del municipio Torres del estado Lara. Allí, la implantación del programa de extensión CIARA, ha logrado cambiar la actitud del productor caprino en un 48,27% de los objetivos planteados en cuanto a los cambios de los sistemas de producción y explotación del extensivo al intensivo (González, 2000).

A medida que el productor adopte más técnicas comprobadas para mejorar la producción, transformará su unidad de explotación más rentable y aumentará los ingresos para realizar reinversiones en pro de integrar todos los elementos del sistema de producción caprino.

Entendiendo que el país posee un mercado potencial para la colocación de productos caprinos y que la cantidad de áreas propicias para el desarrollo de esta actividad es amplia, se debería promover el progreso de la raza criolla por medio del cruce con otras razas más productivas. Así mejoraría la producción y por ende la calidad de vida del pequeño productor. En todo caso, cualquier proyecto caprino que pretenda llevarse a cabo en la cuenca, deberá hacerse acompañar de una serie de medidas ambientales, de forma tal de minimizar los daños ecológicos que esta actividad pudiera causar, más aún si se toma en cuenta que en el sector donde se

desarrolla este tipo de ganadería, las pendientes topográficas son muy fuertes y la cobertura vegetal es escasa, situación que aunada a la actividad tectónica, contribuiría a acelerar los procesos degradantes del suelo y la erosión en general.

En definitiva, como parte del impacto que causa la ganadería bovina sobre el paisaje, se expresa la reducción del tamaño de las áreas boscosas de la cuenca, concretamente el piso inferior de la selva nublada y gran parte de la selva semicaducifolia montana, la cuales vienen siendo reemplazadas de una manera acelerada por pastizales, que son la base de la actividad ganadera. De este modo, se aprecia cada vez, más áreas intervenidas, que se traducen en cambios del paisaje.

c. Minería y extracción

El área en estudio posee una buena cantidad de recursos minerales que pueden ser aprovechados de diferentes maneras. El afloramiento de rocas con grandes concentraciones de mineral de sílice en la cuenca baja, -como antes se apuntara- es aprovechado para obtener materia prima para la elaboración de vidrios y cerámicas. Igualmente, altas concentraciones de roca caliza se aprovechan para la industria cementera instalada en los Llanos de Monay desde hace aproximadamente unos veinticinco años, así como aproximadamente unas seis caleras artesanales que operan dentro de la cuenca y en sus adyacencias. Sin embargo, otras actividades de extracción aún esperan por inversionistas capaces de aprovechar en mayor medida la disponibilidad de recursos minerales no metálicos.

La presencia de calizas en la cuenca que representan insumos significativos para actividades siderúrgicas (CORPOANDES, 2004), junto a los enormes yacimientos de arcilla en las proximidades de Cuicas (CORPOANDES, 1975) son claros ejemplos de esta realidad.

En conclusión, parte de la superficie que ocupa la cuenca del río Carache está sometida a diferentes tipos de ocupación, algunos de ellos, como ya se señaló, se identifican con áreas cultivadas, áreas agropecuarias y asentamientos humanos entre otros (cuadro 12).

Cuadro 12

Tipos de ocupación o uso de la tierra en la cuenca del río Carache para el año 2010.

TIPO DE OCUPACIÓN	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Formaciones vegetales	57.299,69	73,68
Áreas agrícolas y pastizales	17.565,88	22,59
Asentamientos humanos, vías, cuerpos de agua y otros usos	2.892,23	3,73
Total	77.757,81	100

5. Conclusiones

Dentro del ámbito físico-natural se consideraron elementos como clima, relieve, geomorfología, geología, vegetación, suelo e hidrología, mientras que en lo económico y social, se abordaron aspectos relacionados con el origen del poblamiento de la cuenca, características actuales de la población, la evolución político territorial en el contexto del estado Trujillo, tenencia de la tierra y actividades económicas. No obstante, por limitaciones de información climática y edáfica, no fue posible hacer un estudio más profundo; por lo que, sería de enorme utilidad, que en futuras investigaciones, se hicieran los esfuerzos pertinentes para ahondar en estos aspectos, puesto que serían claves en la toma de decisiones relacionadas con la planificación de actividades económicas, y en todo caso con planes de ordenamiento territorial.

A partir de allí, se concluye que la cuenca del río Carache se presenta como un espacio muy complejo, en el que se encuentran diferentes tipos climáticos, así las distintas formas de relieve, que se conjugan para favorecer la presencia de varias unidades ecológicas, como páramo andino, bosque siempreverde seco montano bajo, selva nublada, selva semicaducifolia montana, arbustal espinoso, bosque caducifolio seco y selva húmeda tropical; como también distintas unidades de paisaje, de las cuales, se dan amplios detalles en el capítulo V.

En cuanto a lo socioeconómico, se aprecia que la gran mayoría de la población es rural, y se dedica fundamentalmente a actividades económicas de los distintos

sectores de la economía, aunque prevalece, como es lógico en estas áreas rurales, la ocupación en actividades de agricultura y ganadería.

A nivel de pisos ecológicos, el desarrollo de las actividades económicas genera distintas presiones por el uso del espacio, tal como se aprecia en el siguiente cuadro.

Cuadro 13

Presión de uso del espacio por diferentes actividades económicas en cada piso ecológico.

Piso ecológico	Presión de uso
Subandino	Ganadería intensiva/agricultura/minería
Basimontano	Ganadería intensiva/ganadería caprina/agricultura (café)
Montano	Ganadería intensiva/agricultura/extracción de leña
Altimontano	Ganadería extensiva

CAPÍTULO IV

APROXIMACIÓN AL ESTUDIO DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE NACIONAL COMO CONTEXTO PARA ANALIZAR LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE HASTA MEDIADOS DEL SIGLO XX

1. Introducción

Algunas de las transformaciones más importantes del paisaje y de los ecosistemas a nivel nacional, se han vinculado históricamente con la fragmentación y destrucción de ecosistemas y el reemplazo de áreas cubiertas por bosques por tierras cultivadas y pastizales, como también, por el crecimiento urbano e industrial, éste último, fundamentalmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, hecho que también se hizo presente en el espacio geográfico del estado Trujillo, y consecuentemente en la cuenca en estudio.

En Venezuela, como en buena parte de la zona tropical, la transformación del paisaje, como producto, entre otras actividades, de la deforestación, ha sido notoria, y es uno de los problemas ambientales más importantes que ha acarreado serias consecuencias tanto ecológicas como sociales y económicas (Cayuela, 2006). Sin embargo, la información que del pasado se tiene, es imprecisa al menos hasta las tres primeras décadas del siglo XX.

Hasta aquel tiempo la mayor parte de información disponible es cualitativa, y se obtiene de fuentes bibliográficas que describen en forma general, la transformación del paisaje en un contexto marcadamente nacional, limitando así, realizar una evaluación rigurosa de la transformación del paisaje a escala regional, y desde luego a escala local, como es el caso de la cuenca del río Carache. En ese sentido, y asumiendo la falta de la referida información, nos proponemos en este capítulo, aproximarnos al estudio de la transformación del paisaje venezolano, al menos hasta el año 1950, como marco espacial para comprender la transformación del paisaje en la cuenca objeto de esta investigación.

2. Metodología

Para la evaluación de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra que se presenta en este capítulo, se consultaron diversas

fuentes históricas, en las que, de cierta manera se encuentra información referida a los cambios del paisaje.

En la evaluación de la transformación del paisaje a escala nacional, se consideró el factor tiempo cronológico, de forma tal, que el análisis se hace en función a dos momentos históricos, el primero que abarca hasta la llamada Venezuela agraria y rural (1930), en el que irrumpieron fenómenos como el inicio del auge cafetalero en 1870; y el segundo, que arranca desde 1930, justamente con la caída del café y en general de la agricultura histórica o de exportación, debido al surgimiento de la actividad petrolera (Hernández y Prato, 1986), hasta los años cincuenta del siglo XX, lo que pudiera llamarse entonces, la fase inicial o de transición hacia la Venezuela Petrolera (Hurtado, 1986; Tovar, 1982).

De allí en adelante, la evaluación de la transformación del paisaje, en particular de la cuenca del río Carache, se hace en el capítulo siguiente, apoyada además de la información bibliográfica, en recursos cartográficos, imágenes de percepción remota e información de campo.

3. Resultados y discusión: Dimensiones de la transformación del paisaje

3.1. La transformación del paisaje hasta la Venezuela agraria y rural

No hay hasta ahora suficientes trabajos científicos que pudieran dar información para tener una idea de la situación del paisaje venezolano hasta finales del siglo XIX y principios del XX; sin embargo, algunos autores como Pittier, citado por Tovar (1982), dejan entrever que gran parte del espacio geográfico nacional se encontraba poco intervenido, y que las áreas boscosas mantenían una cobertura espacial marcadamente mayor respecto al presente. Tal afirmación se remonta incluso, a los tiempos en los que la población aborigen era numerosa; y cobra fuerza cuando el mismo autor señala que las comunidades indígenas, con todo, contribuyeron sólo en mínima escala a la destrucción de los bosques. No eran pastores y su agricultura no tenía nada de extensiva. Agrega que más bien eran amigos de la selva, la que constituía el elemento principal de su ambiente.

Por ejemplo, se presume que en algunos casos, gran parte de la superficie de Los Andes venezolanos se hallaba bajo el cobijo de los bosques, pues reporta la historia

que la población originaria de aquellas tierras se asentaba en las áreas más accesibles, donde las condiciones de clima les fueran más favorables. Al respecto, Monasterio (1980), explica que la selva nublada fue poco intervenida durante aquel momento, y que en consecuencia, la destrucción de la vegetación no tuvo alcance relevante, porque el hecho de haber sido intervenida por una población carente de sofisticados instrumentos de trabajo, no causó serias transformaciones al paisaje.

Sin embargo, el actual territorio del estado Trujillo, y desde luego la superficie de la cuenca en estudio, tenían un patrón de alta concentración demográfica para la época prehispánica (Rojo, 1985), situación que pudiera asociarse a la destrucción de ciertas áreas boscosas que fueron convertidas en sabanas y matorrales según señalan algunos autores (Pittier, 1926; Tamayo, 1964). Posiblemente aquella destrucción de la vegetación boscosa, también estuvo ligada al uso de madera para la construcción de pequeñas y rudimentarias viviendas y embarcaciones, así como para el consumo de leña (Arcila, 1979), que especialmente en algunas zonas de Los Andes, ha sido y sigue siendo, la causa de la desaparición completa de ciertos tipos de asociaciones arbóreas y arbustivas (Peña, 2002; Salas, 1996).

Tras el contacto europeo con lo que hoy es el territorio de Venezuela, se produjeron impactos a nivel de aspectos culturales, sociales y económicos, que repercutieron también, aunque discretamente, en la estructura del paisaje geográfico. Es así como en Los Andes se dio un cierto impulso agropecuario, que se vio motorizado por el ingreso de nuevas estrategias e instrumentos de trabajo que facilitaron la Intervención del paisaje y el aprovechamiento del suelo. A este hecho hay que añadir la introducción por parte del colonizador, de diferentes tipos de ganado (vacuno, equino, porcino) que no tardaron en ocupar espacios de la geografía andina, hasta ese entonces asiento de importantes formaciones vegetales.

Consecuentemente los páramos se utilizaron como áreas de pastoreo de vacunos y equinos en forrajes naturales de los altos valles glaciales y las vegas (Monasterio, 1980), siendo éste el período en el que la ganadería comienza a ocupar unas tierras que se habían mantenido quizás, sin producción económica. Igualmente, la introducción de nuevos cultivos en la región andina venezolana, generó cambios en

el uso de la tierra que iniciaron la destrucción de la vegetación natural, pues determinados rubros que formaban parte de la dieta del conquistador, tales como trigo, caña de azúcar y café, se fueron cultivando de manera sucesiva, de modo que en Los Andes y obviamente en lo que hoy son las tierras trujillanas, se instaura una economía basada fundamentalmente en la producción agropecuaria, que se tradujo en mayor intervención ambiental y su consecuente deterioro (Parra, 1977).

Más tarde, con el inicio del ciclo cafetalero, que se produce en la región de Los Andes, justamente en coincidencia con el final del auge del trigo, alrededor de 1870, se imprimen cambios en la configuración espacial, pues tan importante fue el cultivo de este grano, que se considera que le dio vida a la economía nacional, por cuanto constituía una producción agrícola orientada hacia los mercados de ultramar (Monasterio, 1980). Sobre el particular, la misma autora comenta que:

Ubicado su cultivo en la selva estacional del piso subandino, y teniendo su óptimo ecológico entre los 1.000 y los 1.700 m de altitud, siguió las mismas rutas de exportación, a lomo de mula, que anteriormente había seguido el trigo, hacia los puertos del lago de Maracaibo. El auge exportador de café motivó la construcción de la carretera trasandina, finalizada en 1926.

A partir de entonces se produce una gran expansión cafetalera en Los Andes Venezolanos, que convierte a este rubro en el producto nacional por excelencia para la exportación (Hurtado, 1986). Se deduce, que al menos el piso de la selva semicaducifolia montana y el piso inferior de la selva nublada fueron los escenarios en que irrumpieron las plantaciones de café de sombra, que amen de practicarse en armonía con la naturaleza, tiende a impactar los ecosistemas donde se establece.

En efecto, la implantación del cultivo de café, fue en cierta forma, responsable de los inicios de una importante transformación de los paisajes andinos, y desde luego del área de estudio. Esta transformación, puso a la vista áreas intervenidas que seguramente dieron pie para que Briceño-Valero (1920), en los años 20 del siglo pasado, al hacer alusión a la intervención ambiental en el estado Trujillo afirmara:

Ahora cien años, los cerros que circundan las poblaciones de Trujillo, Carache, Mendoza y otros, estaban cubiertos de espesa y floreciente

vegetación, y hoy, debido a la tala inconsulta, se hallan pelados, tristes y macilentos... Para 1837 Codazzi halló ríos donde hoy sólo corren escuálidas quebraditas.

El auge del café impulsó la construcción de carreteras en determinados lugares del país, y particularmente en Los Andes la carretera Trasandina (Monasterio, 1980), construida en la administración gomecista estimuló el aprovechamiento del suelo, al facilitar el transporte y comercio del aquel grano, y de otros rubros agrícolas en distintos mercados del país (Velázquez, 2003). La mencionada carretera tuvo significativo impacto para el momento, pues a través de una longitud de 1.269 kilómetros se materializa la unión de los estados andinos con el centro del país.

3.2. La transformación del paisaje desde la fase final de la Venezuela agraria y rural hasta las primeras décadas de la Venezuela petrolera

Finalizado el período de la Venezuela Agraria y Rural, empieza a operarse el cambio de la estructura social y económica del país, se inicia el paso de lo agropecuario y rural, a lo petrolero y urbano, con lo que Venezuela se enrumba como un gran productor de petróleo, acompañado entonces de la penetración de capitales extranjeros, fundamentalmente de Estados Unidos de Norteamérica.

El Estado se convierte en agente transmisor entre el sector extranjero y el resto de la economía, creándose las bases para un país más fuerte, con una progresiva y creciente responsabilidad en el proceso de conformación de la nueva organización económica (Loreto, 1988).

Con la explotación del petróleo se profundiza aún más el decaimiento de la economía agrícola fundada en el trigo, y especialmente en el café, y consecuentemente, la decadencia paulatina y constante de las zonas que albergaron durante siglos la explotación agropecuaria, generadora de importantes beneficios económicos (Moreno, 1988). Como consecuencia, los cultivos tradicionales de exportación, café y cacao, perdieron considerable importancia, quedando destinada su producción únicamente para satisfacer una parte de la demanda del mercado nacional, de manera tal, que el valor de la producción del sector agrícola nacional bajó de un

8% del producto interno bruto (PIB) en el año 1950 a un 5% en el año 1958. Sobre el mismo particular, Hernández y Prato (1986) aseveran que:

Durante la década de los veinte del siglo XX, Venezuela comenzó a experimentar transformaciones a partir de un cambio en la economía gracias a la explotación petrolera. La agricultura de exportación que había sido el eje de la dinámica socioeconómica, fue dejando lugar a una nueva base económica donde los sectores secundario y terciario iban cobrando una nueva dimensión. Las transformaciones en la agricultura se sintetizaron en un proceso complejo de progresiva disolución de la agricultura exportadora al tiempo que se imponía una agricultura sólo para el mercado interno.

En resumen, desde finales de la década de los años veinte del pasado siglo, la economía nacional vivió una etapa de crecimiento sin acumulación, animado por el impulso del comercio importador y en una mayor capacidad de enriquecimiento. Este crecimiento se intensificó y el desarrollo de nuevas oportunidades ocupacionales en áreas urbanas y petroleras, junto a la crisis de la agricultura de exportación, estimularon un proceso de migraciones internas que dejaron sentir año tras año; la escases de mano de obra en el campo, por lo que los estados andinos y parte de Lara, que habían sido receptores de población desde mediados del siglo XIX, comenzaron a expulsar población (Hernández y Prato, 1986). Así, el paisaje producto de la Venezuela agraria fue deformado, y se le impuso, una nueva organización espacial (Tovar, 1982).

Mientras aquello ocurría prácticamente a escala nacional, en las áreas rurales, y en especial en la región andina, más tardíamente que en otras regiones del país, se sentía el abandono masivo, produciéndose entonces, el llamado éxodo campesino venezolano hacia las ciudades que ofrecían empleos y mejores salarios. Específicamente, en el estado Trujillo, la red inicial de colonización: Trujillo y Escuque, cede ante Valera, Sabana de Mendoza y Motatán (Moreno, 1988), quienes crecen amparados por las inversiones provenientes de los ingresos petroleros expresados en gasto público y la localización de servicios; siendo, finalmente Valera el centro poblado que cumplirá funciones de primer orden en toda la región andina. El

resto de los centros poblados se sumergen en un proceso de estancamiento y deterioro de sus actividades económicas y en un descenso importante de su población.

El enorme caudal de ingresos fiscales producto de la renta petrolera permitió mantener un alto nivel de gasto público, crecieron los empleos en el sector oficial y en el sector privado, fundamentalmente en actividades vinculadas a la industria petrolera, al comercio y los servicios.

En el año 1945 se suma el sector de la construcción, quien se incorpora como segunda actividad dinamizadora de la economía nacional, incorporando grandes contingentes de mano de obra movilizadas desde las áreas rurales (Loreto, 1988), trayendo efectivamente consecuencias dramáticas negativas en la producción agraria, pero por otro lado, dando pie a la regeneración de la vegetación en tierras destinadas hasta entonces a la labranza.

Desde la década de los 50 del siglo XX, surgieron cambios orientados a la restauración del agro, impulsados por un lado, por una política de Estado, que contemplaba aumentos de los precios de los principales productos agrícolas y una decidida protección para los cultivos de transformación agroindustrial (Llambí, 1986); y por el otro, debido al incremento de la población nacional, que creó presiones sobre la demanda alimentaria. El crecimiento demográfico fue tan significativo, que Venezuela aumentó su población en 103%, al pasar de 2.479.525 a 5.034.483 habitantes entre 1920 y 1950, mientras que en los tres estados andinos en conjunto, Táchira, Mérida y Trujillo, tal aumento fue de 76%, al pasar de 449.250 a 789.210 habitantes en el mismo período (OCEI, 1993). Al respecto hay que acotar, que aunque en estos estados hubo un notable incremento poblacional, la escasez de mano de obra para la agricultura fue un hecho indiscutible, porque muchos de sus habitantes, es decir, aquellos que no abandonaban su entidad, emigraban hacia las áreas urbanas de los mismos estados para dedicarse a actividades de otros sectores de la economía.

A raíz de las políticas de Estado mencionadas, se implanta un modelo de crecimiento hacia “adentro” apuntalado en el establecimiento de la Reforma Agraria en 1960 (Velázquez, 2003), de manera que el sector primario de la economía, es

escenario de un resurgimiento, tal como lo sostienen Hernández y Prato (1986) cuando apuntan que:

La agricultura venezolana experimentó un significativo crecimiento que, apoyado en la amplia y diversificada acción estatal se orientó a satisfacer las crecientes demandas del mercado interno. A partir de esa fecha la agricultura y la agroindustria impulsó modificaciones en las condiciones técnicas de producción, favoreció la introducción de nuevas actividades y cultivos, la expansión de la frontera agrícola. La introducción de nuevos cultivos y la tendencia a la especialización productiva tuvo lugar en las zonas de asiento de la agricultura histórica, como en las nuevas áreas de expansión agrícola.

Agregan los mismos autores, que durante la década de los años sesenta del pasado siglo, las políticas impuestas por el Estado en materia de agricultura, generaron un 'boom' económico que hizo posible que Venezuela exportara caña de azúcar y arroz.

El resurgimiento de la agricultura, como se expresa en la cita anterior, vino acompañado de la introducción de nuevos cultivos, y de un proceso modernizador (Velázquez, 2003), con equipos e instrumentos de trabajo altamente elaborados, muy costosos, financiados incluso por el Estado con el dinero petrolero (Tovar, 1982). Este equipamiento ayudó a contrarrestar la disminución en la disponibilidad de mano de obra, que aunque no era tan marcada en la región andina como en otras regiones del país, representaba ciertas limitaciones para el aprovechamiento del suelo.

Por su parte, la implantación de nuevos cultivos, se produce gracias el ingreso de contingentes de otros países, especialmente quienes vinieron a trabajar en la industria petrolera, los cuales demandaron nuevos productos alimenticios propios de la dieta acostumbrada en sus países de origen, provocando entonces la expansión de la frontera agrícola y la ocupación de nuevas áreas cultivadas, especialmente aquellas con condiciones ecológicas adecuadas para el desarrollo de dichos rubros. De esa forma, un importante número de productores del campo se orientaron a la especialización en nuevos cultivos que fueron sustituyendo a los anteriores; así, muchos agricultores andinos se especializaron en el cultivo de papa y la producción hortícola desde 1960, e incluso desde antes.

4. CONCLUSIONES

Este capítulo tuvo como propósito hacer una evaluación general de la transformación del paisaje venezolano y de la región andina, en el marco de la dinámica socioeconómica operante en el país. Dicha evaluación se hizo a partir de información consultada en diferentes fuentes bibliográficas.

Sobre la base de los resultados hallados en la investigación se concluye que las causas de los cambios del paisaje guardan relación con muchas variables, tanto ecológicas como políticas, sociales y económicas.

Como síntesis se puede decir que a partir del año 1950 es cuando se producen las mayores transformaciones del paisaje venezolano. Hecho que se consolida con los cambios producidos en la estructura agraria y con el inicio de la modernización de Venezuela, expresado en la construcción de grandes obras de infraestructura: autopistas, carreteras, avenidas, puentes y edificios públicos entre otros; y con el desarrollo minero vinculado a la industria petrolera, y más tarde a la siderúrgica. Todo ello trajo importantes intervenciones y cambios en el paisaje con múltiples impactos ecológicos y sociales, en muchos lugares del país que hasta entonces se habían mantenido al margen de la verdadera acción humana.

Asimismo, el decaimiento y la crisis de aquel modelo de crecimiento hacia adentro en el año 1988, motivaron a algunos productores a incursionar en la ganadería, argumentando que había que rentabilizar las inversiones, entendiendo que uno de los problemas fundamentales de la agricultura actual, estriba en la desorganización de los mercados y en el alto riesgo e inseguridad que genera (Llambí, 1986). Hoy día, en la cuenca, muchos productores se suman a esa posición, porque piensan que la ganadería es más segura y requiere menos trabajadores.

En ese orden de ideas, señala Suárez (2005), que durante los últimos cuarenta años, hubo en la región andina, una gran expansión de prácticas agrícolas y pecuarias, con impactos desfavorables en la biodiversidad. En efecto, el bosque fue reducido, creando una extensa fragmentación, que según Romero (1995a) y Urban, *et al.*, (1987), pudo aumentar la posibilidad de extinciones locales de especies vegetales y animales.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE EN EL PERÍODO 1966-2010

1. Introducción

En la región andina venezolana la situación relacionada con la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra es preocupante, pues muchas áreas que antes servían de asiento a los bosques se han reducido significativamente. Según Ataroff y Sarmiento, (2003), y Suárez (2005), tal transformación ha sido progresiva en algunos sectores desde mediados del siglo XIX, donde la vegetación natural ha sido reemplazada por diferentes tipos de uso, como resultado de la conversión de las áreas de selva naturalmente estructurada y del desarrollo de la actividad agrícola y ganadera hacia los sitios más accesibles y/o más productivos, con un significativo efecto en la heterogeneidad del paisaje.

Pozzobón y Osorio (2002), sostienen que en las montañas de Venezuela el proceso de deforestación está ocurriendo muy rápidamente, por lo que se hace imperativo investigar en profundidad para acceder a la realidad que envuelve el escenario de la transformación y destrucción de áreas boscosas. Al respecto, Mendoza *et al.*, (2006), dejan ver la importancia de adelantar investigaciones cuando aseveran que el conocimiento inherente a la evolución reciente de los paisajes rurales es un insumo básico para la planeación y el ordenamiento territorial. Agregan que cuando se trata de zonas con un contenido interesante de remanentes fragmentados de bosque, tal cual es la cuenca que nos ocupa, la información puede ser clave para desarrollar estrategias de conservación de la biodiversidad.

En el orden de las ideas propuestas, este capítulo pretende analizar la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura en la cuenca del río Carache, partiendo del análisis del cambio en la cobertura de vegetación asociada al cambio de uso de la tierra entre 1966 y 2010.

En este capítulo V, se presentan básicamente dos secciones, la primera está referida a la metodología empleada, donde se detalla información sobre los pasos metodológicos implementados para llegar a la evaluación de la transformación del

paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra. Concretamente se explican los procedimientos utilizados para la selección de la cartografía base y de las imágenes de percepción remota (fotografías aéreas e imágenes de satélite), así como para la georreferenciación y procesos de corrección de errores en las imágenes; para la delimitación y digitalización de las unidades ecológicas y desde luego para la delimitación y digitalización de las unidades de paisaje.

La explicación de los procedimientos metodológicos usados para los reconocimientos ecológicos, y en definitiva, para la delimitación y digitalización de las unidades de paisaje se describen en páginas posteriores, así como las acciones ejecutadas para recolectar información y para reconocer de forma preliminar y definitiva las unidades de paisaje presentes en la cuenca. Se detalla en cuanto a los distintos procesamientos que se hicieron con las imágenes para llegar a la delimitación y digitalización definitiva de las unidades de paisaje y a la elaboración de los mapas de dichas unidades para los dos cortes cronológicos (1966 y 2006).

Posteriormente se hace exposición como parte de los resultados de esta investigación, con su respectiva discusión, fundamentada en las dimensiones de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en base a las variaciones de las unidades de paisaje entre las dos fechas estudiadas, 1966 y 2010.

Otro aspecto desarrollado en este capítulo tiene que ver con las tasas de deforestación y las tasas de cambio en las distintas unidades de paisaje localizadas, entendiendo que éstas son indicadores del proceso transformador del paisaje y dinamizador de los cambios de uso/cobertura de la tierra.

Finalmente, en este capítulo se hace, a manera de síntesis, una evaluación de los procesos transformadores del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca objeto de estudio, durante el período 1966 - 2010.

2. Metodología

El estudio llevado a cabo en la cuenca es de carácter multitemporal, abarca un lapso de cuarenta y cuatro años (44), con dos cortes cronológicos (1966 y 2010). Se partió desde el año 1966, considerando que es para esa fecha cuando se producen las primeras fotografías aéreas que cubren la cuenca y por tanto, aportan información

valiosa para la investigación; se concluye con el año 2010, entendiendo que para la cuenca en estudio, es lo más reciente que se tiene, en cuanto a disponibilidad de información proveniente de imágenes de percepción remota.

Para analizar la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra, se hicieron dos reconocimientos ecológicos, uno para el año 1966, y otro para el 2010; para años intermedios no pudieron hacerse reconocimientos por no disponer de imágenes con cubrimiento total de la cuenca. El reconocimiento ecológico de campo empleado en este trabajo, es según Rodríguez (2005), una de las metodologías más utilizadas en la ecología del paisaje. Consistió en tres etapas a saber:

- Precampo: Para recolección de información y geodatos.
- Campo: Para verificar si había correspondencia entre los elementos apreciados en las imágenes y lo que se observa en la realidad.
- Postcampo: Para chequear, corregir y rectificar errores e imprecisiones en la delimitación y digitalización de los tipos de cobertura o clases.

Los procedimientos metodológicos empleados para estos reconocimientos ecológicos, así como en general para hacer la evaluación de la transformación del paisaje se describen en la siguiente sección.

2.1. Materiales y métodos

Para identificar y analizar la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra se materializaron distintos procedimientos para cada actividad en particular, los mismos serán explicados en detalle en lo sucesivo. Además de la consulta de diversas fuentes bibliográficas, los materiales utilizados fueron los siguientes: Fotografías aéreas, imágenes de satélite que cubren toda la cuenca, receptores de geoposicionamiento global (GPS) y equipo computacional con software capaz de analizar y procesar imágenes provenientes de sensores remotos.

a. Selección de la cartografía base

La cartografía base empleada en este trabajo estuvo constituida por las hojas seccionales 6144 y 6145 a escala 1:100.000, editadas por la Dirección de Cartografía Nacional (actualmente Instituto Geográfico de Venezuela “Simón Bolívar”).

b. Identificación y adquisición de imágenes de percepción remota:

- ***Fotografías aéreas***

Para identificar los cambios temporales y espaciales se contó con la misión aerofotográfica 01010323 tomada por la Dirección de Cartografía Nacional en el mes

de septiembre del año 1966. Las fotografías están a escala 1:25.000 y se tomaron en fajas continuas a una altitud de vuelo de 6.000 m +/- 200 m; tienen cubrimiento parcial de Los Andes venezolanos y total para la cuenca en estudio. Dichas fotografías son pancromáticas y están originalmente en formato de papel con dimensiones de 0.23 x 0.23 m; son verticales, lo cual es de mucho valor por ser las más apropiadas para estudios de vegetación y uso de la tierra. En total, en este trabajo se emplearon setenta fotografías aéreas que se obtuvieron en formato de papel de los archivos del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE) de La Universidad de Los Andes.

- *Imágenes de satélite*

Las dos imágenes de percepción remota utilizadas en esta investigación fueron SPOT 5. Estas imágenes se adquirieron en el Centro de Procesamiento Digital de Imágenes (CPDI) del Instituto de Ingeniería en la ciudad de Caracas, las mismas tienen resolución espacial de 10 x 10 metros.

Las imágenes que cubren el área de estudio se identifican así, una con los números 652-330 para la parte occidental de la cuenca, y la otra, 653-331 para la parte oriental. Ambas se ubican en el huso o zona 19 de la proyección y cuadrícula Universal Transversal de Mercator (UTM). En la figura 13 se observan (de manera referencial) las dos imágenes sobre la cuenca; cada una alcanza un ancho de aproximadamente 60 x 60 km. Otras características importantes de las imágenes (metadata) pueden verse con mayor detalle en el cuadro 14.

Es de interés resaltar que en el estudio de los cambios del paisaje, las imágenes de percepción remota se han empleado con buenos resultados (Gómez, *et al.*, 2003; Gutiérrez y Moreno, 2001; Ovalles, *et al.*, 2007), siendo según Chuvieco, (2007), idóneas para estudios como el que desarrollamos en esta oportunidad, las imágenes SPOT, LANDSAT, E IKONOS; porque las mismas representan una buena ayuda para interpretación visual y se convierten en una ventaja fundamental en estudios temáticos.

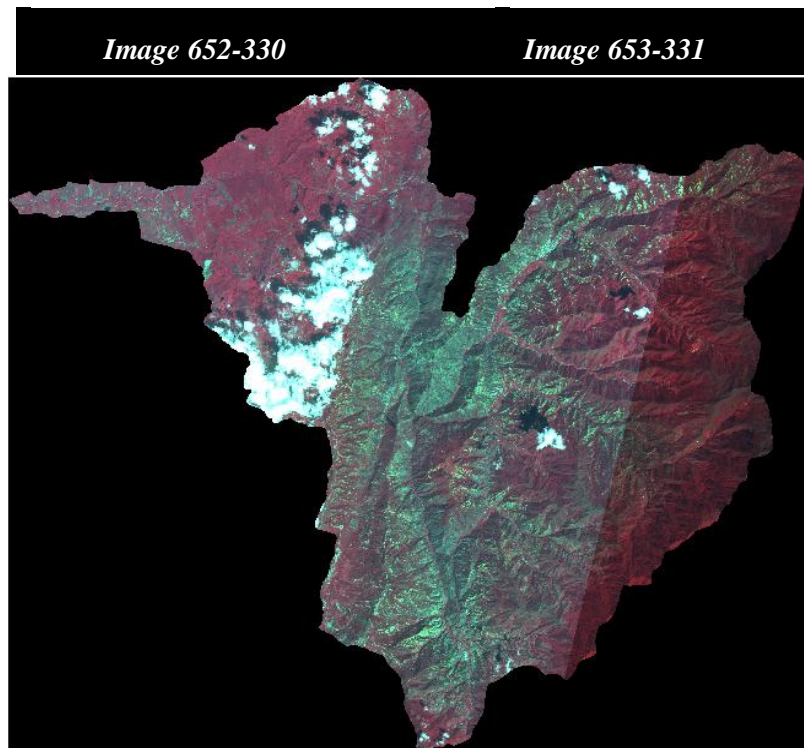


Figura 13. Ubicación de las imágenes de satélite sobre la cuenca del río Carache.

Cuadro 14

Características de las dos imágenes de satélite SPOT utilizadas en este trabajo

Work Order : TS5- (S090120153258517) Scene ID : 5 652-330 Product Code : SPOT_SCENE Date : 2010		Work Order : TS5- (S080805141727420) Scene ID : 5 653-331 Product Code : SPOT_SCENE Date : 2010 2010 05-25	
Scene Extract Parameters		Scene Extract Parameters	
Scene ID	5 652-330	Scene ID	5 653-331
K-J identification	652-330	K-J identification	653-331
Date	2010 05- 25	Date	2010 05-25
Instrument	HRG 2	Instrument	HRG 2
Spectral mode	Panchromatic	Spectral mode	Panchromatic
Number of spectral bands	4	Number of spectral bands	4
Scene Center Location		Scene Center Location	
Latitude	N9° 32' 25"	Latitude	N9° 31' 3"
Longitude	W70° 28' 19"	Longitude	W69° 59' 48"

Sobre el mismo particular, señalan Mendoza, *et al.*, (2006), que el estudio de series históricas de fotografías aéreas e imágenes de percepción remota es una de las formas más objetivas de estudiar los cambios temporales y espaciales del paisaje.

a. Procesamiento preliminar de las fotografías aéreas e imágenes de satélite

Con la información recogida en campo y con la disponibilidad de la información cartográfica antes señalada, se procedió a ejecutar el trabajo con las imágenes correspondientes, tal como a continuación se describe.

• **Georreferenciación de imágenes**

Para georreferenciar las imágenes de percepción remota (fotografías aéreas e imágenes de satélite) se utilizó como referencia un fotomosaico compuesto por trece (13) ortofotomapas a escala 1:25.000, identificados así: 6144 (IV-NO, IV-NE, I-NO, I-NE, IV-SO, IV-SE, I-SO, I-SE, III-NE, II-NO, III-SE, II-SE) y 6145 (III-SE). Los mismos se obtuvieron de la División de Cartografía y Sistemas de Información Geográfica del Sistema Hidráulico Trujillano. Éstos también fueron pertinentes para hacer chequeos, pues según Jensen y Toll (1982), se deben utilizar elementos adicionales y alternos al momento de hacer un reconocimiento ecológico. Para la georreferenciación se utilizó el programa Arc GIS, específicamente los módulos *Arc Map* y *Arc Catalog*, empleando las rutinas que se describen a continuación.

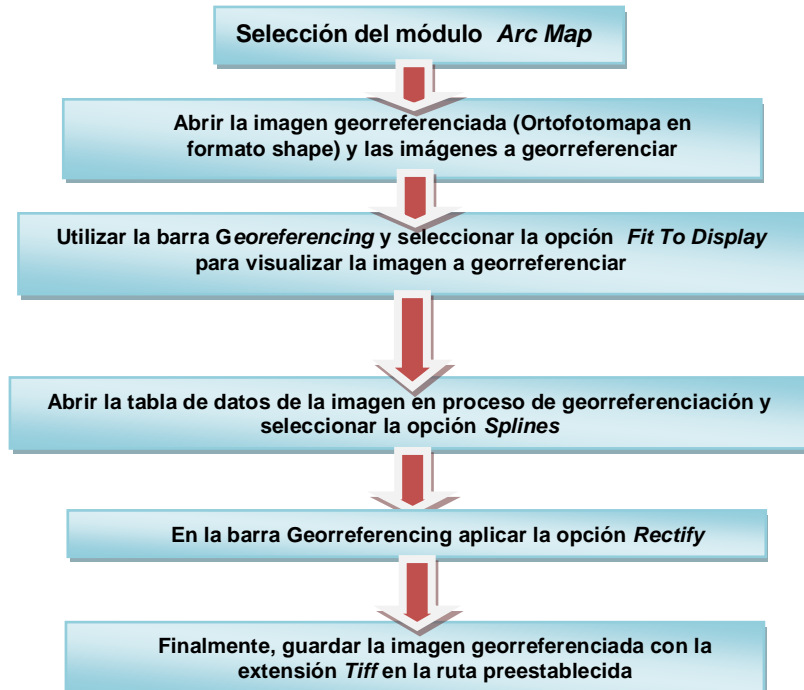


Figura 14. Rutinas empleadas durante los procesos de georreferenciación, corrección y rectificación de imágenes.

• Corrección y rectificación de imágenes

Para rectificar las imágenes se utilizó como referencia el fotomosaico mencionado con anterioridad, sobre él se identificaron algunos puntos de control que previamente fueron levantados en campo con GPS. Posteriormente, se calculó la diferencia de las coordenadas obtenidas con GPS, respecto a las coordenadas que tenían esos mismos puntos en el fotomosaico; así se obtuvo la media para todos los puntos y este valor fue el desplazamiento que se corrigió en las imágenes con la finalidad de que todas tuvieran el mismo desplazamiento y así poderse unir.

d. Trabajo de campo

Para llegar a la identificación de las distintas unidades de paisaje, se efectuaron varios trabajos de campo que abarcaron la totalidad de la superficie que ocupa la unidad espacial en estudio. Por medio de ellos se pudo obtener información acerca de las unidades de paisaje, pero además sirvieron para recoger geodatos, entre ellos, hacer el levantamiento de sitios de entrenamiento que se emplearon posteriormente para correr una clasificación supervisada y así digitalizar las unidades de paisaje.

Para hacer el levantamiento de los sitios de entrenamiento se capturaron datos de longitud y latitud en coordenadas UTM de varios puntos dentro de cada unidad de paisaje. Esta actividad tuvo como objetivo obtener la ubicación, además de otros datos adicionales de cada sitio de entrenamiento para llegar a una identificación más completa, como por ejemplo altitud. Los equipos GPS utilizados son de la marca Garmin, modelo Nuvi 360.

e. Procesamiento postcampo de imágenes de percepción remota

• Delimitación y digitalización de las unidades ecológicas

Para delimitar las unidades ecológicas se procedió según la metodología propuesta por Ataroff y Sarmiento (2003) en el mapa de Unidades Ecológicas del estado Mérida, que a su vez se basa en la metodología empleada en el modelo realizado por Monasterio (1980); Esta metodología consiste en delimitar cada unidad de paisaje siguiendo el criterio de homogeneidad o características ecológicas comunes presentes en las diferentes áreas que componen la cuenca, y que a fin de cuentas, determinarían el tipo de ecosistema que existiría de no haberse materializado la acción antrópica.

Esta metodología se aplica considerando la relación entre rangos de precipitación y altitud con cada unidad ecológica, de forma tal que sobre la base de un determinado monto anual de precipitaciones y de una cota altitudinal fijada a partir las curvas de nivel, se procede a la delimitación y digitalización de polígonos que vienen a representar las distintas unidades ecológicas presentes en la cuenca.

• ***Delimitación de las unidades de paisaje por medio de una clasificación supervisada***

En este trabajo se empleó preliminarmente el método de clasificación supervisada, éste parte del conocimiento que se tiene de la zona de estudio. Una vez que se tuvieron las firmas espectrales levantadas en campo se procedió a realizar la clasificación de las imágenes representativas de los dos cortes cronológicos.

Los resultados obtenidos de la clasificación supervisada indicaron que el modelo no funcionó totalmente de forma correcta al no delimitar acertadamente cada una de las clases o unidades de paisaje según las firmas espectrales dadas. En consecuencia se hizo necesario hacer una reclasificación por medio de un análisis e interpretación visual en pantalla para poder llegar a la delimitación y digitalización definitiva de las unidades de paisaje presentes en la cuenca para los dos cortes cronológicos.

• ***Delimitación y digitalización de las unidades de paisaje en base al análisis e interpretación visual en pantalla***

Este procedimiento se basó en la delimitación de polígonos en pantalla sobre las imágenes y permitió cartografiar y delimitar las unidades de paisaje para 1966 y 2010, la delimitación se llevó a cabo en base a los elementos claramente observables, como texturas y tonos, pues éstos dan una idea de la cobertura del suelo; por ejemplo, una textura fina supone en la realidad áreas de pastizales y/o barbechos, una textura media, áreas agrícolas; una textura gruesa, arbustales, y una textura muy gruesa, supone árboles (Molina, 1986). La metodología empleada es la que proponen Pozzobon (2003) y Wolf y Brinker (2000) y la misma se resume en la figura 15.

Por su parte, el tono se relaciona con niveles de degradación de colores, los más fuertes representan vegetación arbórea y sombras, y los más tenues pueden representar suelos desnudos.

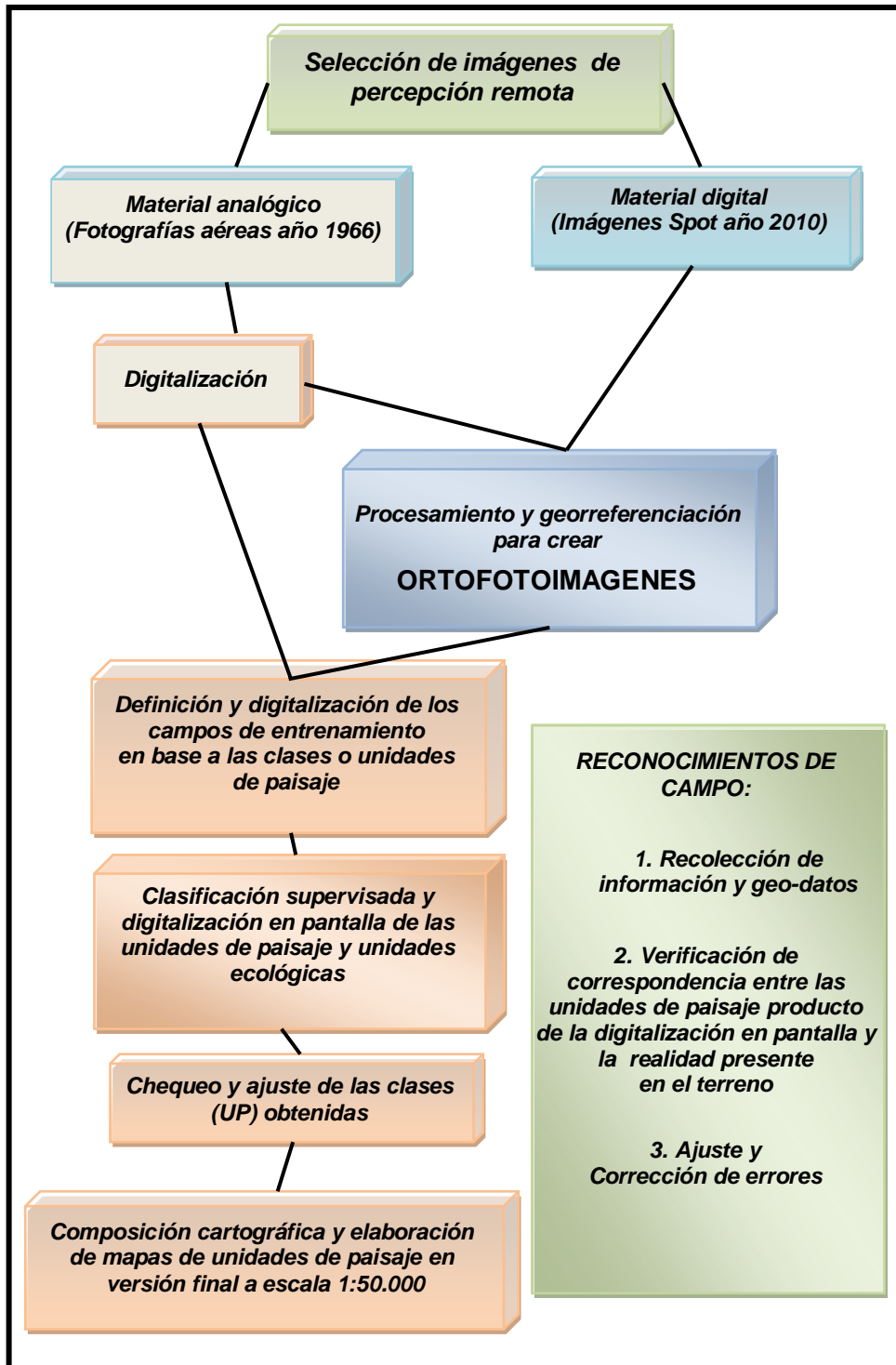


Figura 15. Esquema del procesamiento de las imágenes de percepción remota (Modificado de Pozzobon y Osorio2002).

Con aquellas unidades de paisaje que se tenía dudas sobre la imagen de 2010, se procedió a chequear en campo. Las dudas que surgieron para identificar algunas unidades de paisaje sobre las fotografías aéreas de 1966 se resolvieron también con chequeo de campo y con consultas a personas de avanzada edad y conocedores de cada sector de la cuenca, ya que al momento del chequeo se encontraba otras unidades de paisaje distintas a las que se representaba en dichas fotografías. Lo propio se hizo para poder discriminar entre agricultura de riego y agricultura de secano, así como entre arbustal secundario y arbustal espinoso, y entre selva semicaducifolia montana y cafetales de sombra sobre selva semicaducifolia montana.

Debido a la presencia de nubes en una de las imágenes, fue necesario recurrir a la delimitación de polígonos sobre la misma, luego, el área que representó estos polígonos fue levantada en campo y así se identificaron las unidades de paisaje presentes bajo la sombra de nubes.

f. Cálculo de tasas de cambio en unidades de paisaje y estimación del error

La estimación de las tasas de cambio se hizo a partir de los resultados obtenidos de la superposición o cruce de cada una de las unidades de paisaje (UP). A tal efecto, se empleó la metodología utilizada por Barrios (2008), que consiste en dividir el área total de cambio expresado en hectáreas (ATc) entre el número de años que representa el estudio, que se obtiene al restar el año final del período de estudio (2010) con el año inicial del mismo (1966). En este caso fue de la forma siguiente:

$$Tc = ATc / \text{Año final del período} - \text{Año inicial del período}$$

Donde:

ATc: Área total de cambio Tc: Tasa de cambio
Año final del período es 2010 Año inicial del período es 1966

Sobre los valores de las tasas de cambio encontradas, se calcularon porcentajes de cambio para cada unidad de paisaje aplicando una regla de tres; de esa forma, se estimó la cifra de 0,07% como mínimo porcentaje. A partir de ese valor y aplicando también una regla de tres se estimó el error en hectáreas para cada una de las cuarenta unidades de paisaje presentes en la cuenca, tal como se aprecia en el cuadro 15.

Cuadro 15

Estimación del error de digitalización en algunas unidades de paisaje.

UNIDAD DE PAISAJE	AÑO 1966	AÑO 2010	UNIDAD DE PAISAJE	AÑO 1966	AÑO 2010
Selva húmeda tropical	188,2±0,13	0	Arbustal secundario sobre bosque caducifolio seco	1.286,6±0,90	3.123,9±2,1
Selva húmeda tropical intervenida	189,6±0,13	0	Agricultura de secano sobre bosque caducifolio seco	1.081,6±0,75	1.168,3±0,8
Pastizal sobre selva húmeda tropical	596,1±0,41	702,4±0,49	Agricultura de riego sobre bosque caducifolio seco	0	54,0±0,03
Agricultura de riego sobre selva húmeda tropical	368,4±0,25	640,2±0,44	Plantación forestal sobre bosque caducifolio seco	0	25,3±0,01
Selva semicaducifolia montana	3.575,3±2,5	826,6±0,57	Bosque siempreverde seco montano bajo	5.680,8±3,9	4.313,8±3,0
Cafetal de sol sobre selva semicaducifolia montana	0	17,2±0,01	Pastizal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	314,9±0,2	1.684,7±1,1
Pastizal sobre selva semicaducifolia montana	1.722,6±1,20	3.542,7±2,47	Agricultura de secano sobre bosque siempreverde seco montano bajo	784,3±0,01	722,4±0,5
Agricultura de secano sobre selva semicaducifolia montana	593,6±0,41	752,2±0,01	Agricultura de riego sobre bosque siempreverde seco montano bajo	1.072,4±0,5	1.359,6±0,9
Arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana	2.289,2±1,60	2.242,8±0,50	Plantación forestal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	0	268,3±0,1
Arbustal espinoso	8.727,5±6,10	9.118,4±6,38	Selva nublada	11.602,5±8,1	7.844,1±5,4
Arbustal espinoso intervenido	4.529,3±0,09	4.173,6±2,92	Selva nublada intervenida	5.820,6±4,0	4.821,5±3,3
Pastizal sobre arbustal espinoso	314,4±3,17	417,5±0,29	Arbustal secundario sobre selva nublada	4.618,2±3,2	7.914,5±5,5
Agricultura de secano sobre arbustal espinoso	692,7±0,01	610,5±0,01	Pastizal sobre selva nublada	1.265,8±0,02	2.356,3±0,51
Agricultura de riego sobre arbustal espinoso	755,9±0,01	650,0±0,01	Agricultura de secano sobre selva nublada	767,6±0,01	854,3±0,01
Plantación Forestal sobre arbustal espinoso	0	45,7±0,00	Agricultura de riego sobre selva nublada	1.268,7±0,02	1.515,1±0,03
Bosque caducifolio seco	4.051,4±0,08	898,4±0,01	Cafetal de sol sobre selva nublada	0	38,5±0,00
Bosque caducifolio seco intervenido	1.297,8±0,02	1.529,7±0,03	Rosetal pajonal	1.194,5±0,02	1.103,0±0,02
Pastizal sobre bosque caducifolio seco	687,70±0,01	1.659,4±0,03	Arbustal paramero	1.295,3±0,02	1.386,8±0,02

g. Análisis de los cambios de las unidades de paisaje entre los dos cortes temporales

Para identificar los cambios ocurridos en la estructura del paisaje se procedió a analizar las estadísticas resultantes de la delimitación de cada una de las unidades de paisaje para los dos reconocimientos ecológicos. El análisis se hizo atendiendo al cambio de tamaño, número de parches y tasas de cambio; a tal efecto se realizó el cruce entre pares de capas temáticas de diferentes fechas, lo que admitió la construcción de las matrices de cambio en las que se expresan los avances y las tasas de cambio encontradas en cada unidad de paisaje.

h. Validación del mapa de unidades de paisaje del año 2010

Para validar la exactitud del mapa final de unidades de paisaje (UP) del año 2010 se procedió a hacer un chequeo de campo basado en setenta y dos puntos de control. Sobre ellos se verificó si las UP digitalizadas a partir de la imagen de satélite se corresponden con la realidad observada en el terreno. A tal efecto se seleccionaron sitios de muestreo, especialmente en aquellas áreas en las que en la imagen no se diferenciaban claramente algunas UP, esto se hizo en la parte media y alta de la cuenca para las trece UP que se describen en el cuadro 16.

El cuadro 16 es una matriz en la que se compara el error de clasificación entre las UP que se observaron en campo y las UP que fueron identificadas y digitalizadas sobre la imagen. Los valores encontrados indican que ocho de las trece UP seleccionadas para el análisis se corresponden en un 100% entre lo observado en campo y en la imagen; mientras que las otras cinco presentan una correspondencia entre 60% y 86%. En términos globales estos resultados, al estar por encima de 60% indican que las UP digitalizadas a partir de las imágenes de percepción remota fueron clasificadas de manera correcta (Chacón-Moreno, 2007).

Cuadro 16.
Matriz de error para algunas UP clasificadas en el mapa de unidades de paisaje en la cuenca del río Carache en el año 2010.

UP	Datos según muestreo y chequeos de campo														total
	Cfs SSM	Cfsds SSM	Pass SSM	AgSs SSM	ArSs SSM	BCS	Pass BCS	Pass BSSMB	SNI	ArSs SN	Pass SN	RP	AP	total	
Unidades de paisaje clasificadas según la imagen de satélite (2010)	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	6	
CfsSSM	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	
CfsdsSSM	0	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
PassSSM	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
AgSsSSM	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
ArSsSSM	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6	
BCS	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	8	
PassBCS	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	6	
PassBSSMB	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	4	
SNI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	7	
ArSsSN	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	6	
PassSN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	
RP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
AP	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	
total	5	4	6	8	7	6	8	6	5	8	5	2	2	72	

LEYENDA		Exactitud de la clasificación de UP realizada con la imagen de 2010	Exactitud de la clasificación de UP realizada con información de campo	Exactitud global de la clasificación de UP
CfsSSM	Cafetal de sombra sobre selva semicaducifolia montana	5/5=100%	5/6=83%	62/72=86%
CfsdsSSM	Cafetal de sol sobre selva semicaducifolia montana	4/4=100%	4/4=100%	
PassSSM	Pastizal sobre selva semicaducifolia montana	6/6=100%	6/8=75%	
AgSsSSM	Agricultura de secano sobre selva semicaducifolia montana	8/7= 86%	7/8= 88%	
ArSsSSM	Arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana	7/5= 71%	5/5=100%	
BCS	Bosque caducifolio seco	6/6=100%	6/6=100%	
PassBCS	Pastizal sobre bosque caducifolio seco	8/8=100%	8/8=100%	
PassBSSMB	Pastizal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	6/6=100%	6/6=100%	
SNI	Selva nublada intervenida	5/3= 60%	3/4=75%	
ArSsSN	Arbustal secundario sobre selva nublada	8/5= 63%	5/7=71%	
PassSN	Pastizal sobre selva nublada	5/3= 60%	3/6=50%	
RP	Rosetal pajonal	2/2=100%	2/2=100%	
AP	Arbustal paramero	2/2=100%	2/2=100%	

Nota. El diseño de esta matriz fue tomado de Chacón-Moreno, E. (2007).

3. Resultados y discusión: Dimensiones de la transformación del paisaje y de los cambios de uso de la tierra entre 1966 y 2010

3.1. La transformación del paisaje entre 1966 y 2010 a partir de la interpretación de imágenes de sensores remotos. Condiciones actuales

Los cambios en el paisaje en Los Andes Venezolanos, se dejaron sentir a partir de la construcción de la carretera Trasadina que había sido culminada en el año 1926, pero tales cambios se dieron con más fuerza después del año 1960 por el resurgimiento de la actividad agrícola (Suárez, 2005), tiempo en que comienzan a desarrollarse cultivos tecnificados, empleadores de maquinarias y equipos agrícolas novedosos (Machado, 2005), dando como resultado importantes niveles de rendimiento en las cosechas.

Por otro lado, la ganadería vacuna que se había practicado de forma tradicional, ve ciertos adelantos con la introducción de nuevas razas y la sustitución en algunos casos de pastos naturales por pastos cultivados de mayor valor nutricional, produciendo mejores ganancias que impulsaban cada vez más la conquista progresiva de tierras, que por muchos años estuvieron sin explotación; de tal forma que la transformación del paisaje se hace un hecho notorio en la región andina y en particular la cuenca del río Carache.

Aprovechando la disponibilidad de información bibliográfica y cartográfica, junto a la información recogida en campo, se diseñó un mapa de unidades ecológicas para la cuenca. Igualmente, con esta información, tal y como se describió en la sección de metodología, se hizo posible realizar dos reconocimientos ecológicos para precisar las características físico- naturales de la cuenca, así como los cambios que desde el punto de vista ecológico se han dado en el paisaje. Producto de dichos reconocimientos ecológicos y por medio de la interpretación de imágenes de percepción remota y la utilización de sistemas de información geográfica (SIGs), se llegó a la elaboración de mapas de unidades de paisaje en la cuenca para los años 1966 y 2010.

a. Unidades ecológicas en la cuenca del río Carache

A partir de esta investigación, se pudieron reconocer en el área de estudio, siete unidades ecológicas, claramente diferenciadas por sus atributos florísticos y

biogeográficos: Páramo andino, Bosque siempreverde seco montano bajo, Selva nublada, Selva semicaducifolia montana, Arbustal espinoso, Bosque caducifolio seco y Selva húmeda tropical. Las características de las mismas se describen a continuación.

Páramo andino (PA)

El páramo andino se ubica en la cuenca por encima de los 2.800 metros de altitud. Allí la precipitación promedio anual está cerca de los 600 mm y la temperatura promedio mensual por debajo de los 12° Celcius. Está constituido, según se pudo observar, por una vegetación baja, no mayor de tres metros de altura, muy heterogénea en su conjunto de formas biológicas, y dominada por arbustos, rosetas, hierbas y gramíneas, las que se alternan espacialmente con otros tipos fisonómicos. Las especies de frailejones que se reportan para la cuenca son *Espeletia trujillensis*, *Espeletia jabonensis* y *Espeletia neriifolia* (Santos, *et al.*, 1997). Esta última es muy abundante y está localizada según apreciaciones nuestras, a partir de los 2.800 metros de altitud en forma de rosetas arborescentes.

Los diferentes tipos de comunidades vegetales que constituyen el páramo andino y, que en la mayoría de los casos se presentan en cada páramo en particular, en forma interdigitada, constituyen mosaicos de comunidades fisonómicas, florísticas y ecológicamente diversas, que parecen ser el resultado de la interacción de diferentes factores ambientales que originan y mantienen diferentes hábitat (Aymard, *et al.*, 1993; Azocar, 1974); de hecho, es común apreciar en Cendé, justamente en la parte más alta, la asociación de rosetal pajonal (figura 16).

La extensión que ocupa esta unidad ecológica representa 3,2% del total de la superficie del área de estudio, que en forma de islas y gracias a su conservación, posiblemente guarden conectividad entre sí, así como con otros sistemas ecológicos que están en áreas próximas de la misma cuenca y de otras como las de los ríos Tocuyo y Boconó.



Figura 16. Vista parcial del Páramo de Cendé (3.200 m. de altitud). En el lado izquierdo de la fotografía se aprecia una de las especies de *Espeletia* más abundante en la zona: *Espeletia neriifolia*, en forma de roseta arborescente. (Fotografía: Argenis Montilla, Dic. 2005).

Selva nublada (SN)

Otra unidad ecológica localizada en la cuenca es la selva nublada, se encuentra en las vertientes de mayor humedad, aproximadamente a partir de los 2.200 metros de elevación. La precipitación anual varía entre 1.200 y 1.400 mm, y la temperatura media entre 14° y 18° Celcius, lo cual coincide con similares condiciones reportadas por algunos autores (Huber y Alarcón, 1988; MARNR, 1982) para todas las selvas nubladas de la región de Los Andes.

La vegetación de esta selva está dominada por árboles siempreverdes de dosel alto y con una gran diversidad de epífitas, como Bromeliáceas y Orquidáceas, así como por la presencia de helechos arborescentes (Montaldo, 1966). Su principal característica climática es la permanente nubosidad que condiciona una reducida insolación y una alta humedad relativa. Entre las especies vegetales más resaltantes destaca la presencia de géneros como *Cecropia*, *Clusia*, *Montanoa*, *Alchornea*, *Oreopana*, *Havetia* y *Ocotea*.

La presencia de esta unidad ecológica en la cuenca, así como en otras regiones del país, responde al papel que juega la orografía con respecto a la dirección del viento, pues por los valles intermontanos avanzan los vientos que encuentran en su ascenso

las masas de aire de las altas serranías; este contacto eólico permite una permanente condensación acuosa y con ello este fenómeno que determina las selvas nubosas de ladera (Vila, 1966a). Esta unidad ecológica representa el 32,6% del total de la cuenca.

Bosque siempreverde seco montano bajo (BSSMB)

El bosque siempreverde seco montano bajo se localiza aproximadamente entre 1.600 y 2.000 metros de altitud, en vertientes secas, donde el monto anual de precipitación oscila entre 600 y 1.100 mm, de tres a cuatro meses de sequía. La temperatura media en este tipo de bosque de acuerdo a Ataroff y Sarmiento (2003) oscila entre 15 y 17°C.

Estos bosques siempreverdes, debido a las condiciones ecológicas en que se desarrollan, según apuntan Ataroff y Sarmiento (2003), favorecen la presencia, al menos en el estado Mérida, de especies como *Clusia aff. minor*, *Toxicoden striatum*, *Viburnum tinoides*, *Roupala aff. pseudocordata*, *Escallonia floribunda*, *Psidium caudatum*, *Psidium guianense*, *Myrsine ferruginea*, *Weinmannia pinnata*, *Byrsonima spicata*. Esta unidad ecológica ocupa el 19,1% del total de la cuenca.

Selva semicaducifolia montana (SSM)

Esta unidad ecológica se localiza en las vertientes húmedas, en un gradiente altitudinal que va desde los 900 m hasta 1.600 m, en lugares donde el promedio de precipitación anual está entre 1.100 y 1.200 mm y la temperatura media anual entre 18° y 23° Celcius.

En el área de estudio esta unidad ecológica, al igual que en otras regiones del país, revela una amplia heterogeneidad en su composición florística. Entre las especies más conocidas figuran *Cedrela odorata*, *Oreopanax moritzii*, *Prunus moritziana*, *Guettarda steyermarkii* y *Ternstroemia acrodanta* (MARNR, 1996a).

En esta selva los árboles son de porte alto, semicaducifolios; sostienen en sus troncos algunas especies de orquídeas, helechos, bromeliáceas, aráceas, peperonias, cesneriáceas, rubiáceas y mirtáceas. Los helechos arborescentes también se consiguen en importantes cantidades al igual que las palmeras, siendo inferior la presencia de epifitas en comparación con la selva nublada.

Las condiciones de clima que imperan en la selva semicaducifolia montana, han propiciado la intervención humana, en principio expresada en la práctica frecuente del cultivo de café (*Coffea arabica*) y posteriormente en el establecimiento de pastizales con fines agropecuarios.

La superficie que ocupa esta unidad ecológica corresponde al 12,8% del total de la superficie del área de estudio. En la cuenca, la selva semicaducifolia montana se ubica sobre todo en las inmediaciones de la población de Cuicas y Chejendé, así como también en algunas áreas situadas al sur de Carache.

Arbustal espinoso (AE)

El arbustal espinoso se desarrolla en regiones donde la precipitación anual está muy por debajo de los 1.000 mm y las altitudes van desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1.400 m, con variaciones térmicas entre 23° y 29° Celcius. Se extienden por el eje norte-costero del país y logran penetrar al interior de algunos estados, tal es el caso de Lara, Falcón, Mérida, Anzoátegui y Trujillo.

En el estado Trujillo, el arbustal espinoso se presenta principalmente en los alrededores de Carache, Bolivia y La Concepción de Carache, es decir, en áreas que forman parte de la cuenca en estudio. El rango altitudinal sobre el que se asienta esta unidad ecológica va desde los 600 hasta más o menos los 1.300 m.

En la parte media de la cuenca es común observar el arbustal espinoso básicamente en ambientes con bajos montos de precipitación, generalmente alrededor de los 700 mm., con altitudes hasta más o menos los 1.200 m. Allí, la temperatura se ubica entre 23° y 25° C, pudiendo llegar en algunas ocasiones hasta 20° Celcius, tal es el caso de Carache y sus inmediaciones. Esta unidad ecológica dispone fundamentalmente de dos tipos principales de formaciones vegetales, los espinares o cujizales y los cardonales.

Los espinares o cujizales son semicaducifolios (FUDECO, 1973), con plantas de poca altura (raras veces superan los 4 metros según mediciones realizadas en campo); mientras que los cardonales, en algunas ocasiones, están compuestos por formas de vida que alcanzan mayores alturas. Una nota común en los dos es que presentan una baja densidad de especies, entre las cuales se encuentran

Acanthocereus tetragonus, *Melocatus curvispinus*, *Opuntia caracasana*, *Opuntia caribaea*, *Pilosocereus moritzianus*, *Stenocereus griseus* y *Acacia macracantha*.

Esta unidad ecológica es muy representativa (MARNR, 1996a), ya que abarca una superficie importante de la cuenca, equivalente al 19,3% respecto al total.

Bosque caducifolio seco (BSC)

Los bosques caducifolios secos están conformados por árboles caducifolios, éstos, al perder el follaje en la época de sequía muestran un aspecto de aridez y una coloración grisácea. Ataroff y Sarmiento (2003), señalan que esta unidad ecológica se localiza en el estado Mérida entre 600 y 1.500 metros de altitud, en zonas límites entre el arbustal espinoso y la selva semicaducifolia montana, presentando condiciones hídricas muy variables de un año a otro. En ciertos sectores de la parte baja y media de la cuenca en estudio se presenta especialmente entre los 500 y 1.000 metros de altitud, en las inmediaciones de las localidades de Chejendé, Cuicas, Valle Hondo y El Altico.

Entre las especies florísticas que componen a este ecosistema se encuentran *Hymenaea courbaril*, *Hura crepitans*, *Tabebuia chrysantha*, *Carduelis cannabina* y *Platymiscium diadelphum*. Además, Ataroff y Sarmiento (2003), señalan para el estado Mérida, en esta misma unidad ecológica, la presencia de *Bursera simaruba*, *Tabebuia blakeana*, *Prosopis juliflora*, *Acacia tortuosa*, *Stenocereus griseus*, *Momvillea* sp., *Plumeria alba*, *Ageratum meridensis*, *Cnidoscolus urens*, *Jatropha gossypifolia* y *Portulaca oleracea*. Esta unidad ecológica abarca el 10,8% del total del área de estudio.

Selva húmeda tropical (SHT)

Esta unidad ecológica se desarrolla en regiones de elevadas temperaturas, por ello se les conoce también como selvas pluviales macrotérmicas o megatérmicas, y como selvas pluviales higrófilas por la alta humedad del ambiente en que viven. Se presentan en regiones con temperaturas anuales promedio de 27° a 28° C, generalmente en altitudes desde el nivel del mar hasta aproximadamente 300 metros, con precipitaciones anuales por el orden de los 1.500 mm o más.

Esta formación vegetal se caracteriza por la altura y frondosidad de los árboles que alcanzan de 40 a 50 metros y algunos pueden llegar hasta 60 metros. Se observan tres estratos bien definidos, entre los árboles más altos, que proveen una densa sombra y una alta humedad, manteniendo el suelo sombreado y húmedo. Ataroff y Sarmiento (2003), afirman que están constituidos principalmente por especies arbóreas como *Anacardium excelsum*, *Spondias mombin*, *Ceiba pentandra*, *Couroupita guianensis*, *Inga nobilis*, *Attalea maracaibensis*, y *Cedrela fissilis*.

En la cuenca del río Carache, esta unidad ecológica se asienta sobre el piso subandino (<500 m) y dada la gran intervención humana, prácticamente ha desaparecido la vegetación original, siendo reemplazada por cultivos de caña de azúcar casi en su totalidad. Esta unidad ecológica tiene el 1,8% del total de la unidad espacial en estudio.

En las figuras 17, 18 y 19 se observan las mencionadas unidades ecológicas, así como la superficie que cada una de ellas ocupa en la cuenca y su localización según pisos altitudinales.

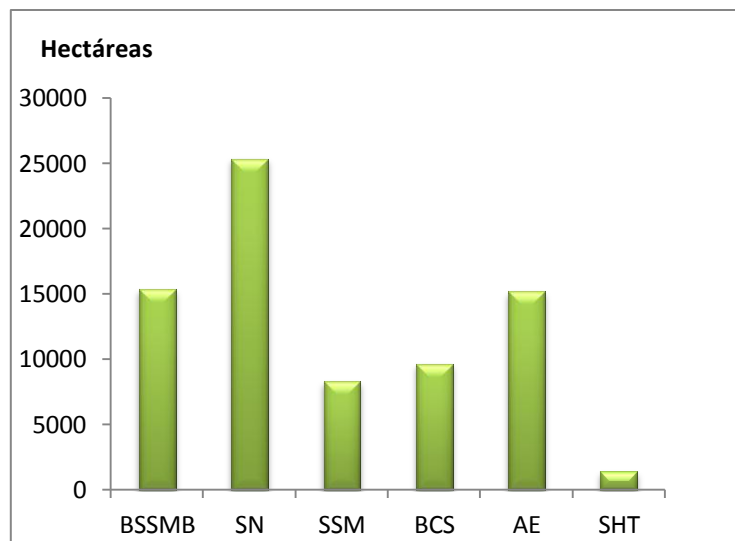


Figura 17. Superficie que ocupa cada una de las unidades ecológicas presentes en el área de estudio.

Leyenda:

PA: Páramo andino **BSSMB:** Bosque siempreverde seco montano bajo **SN:** Selva nublada **SSM:** Selva semicaducifolia montana **BCS:** Bosque caducifolio seco **AE:** Arbustal espinoso **SHT:** Selva húmeda tropical.

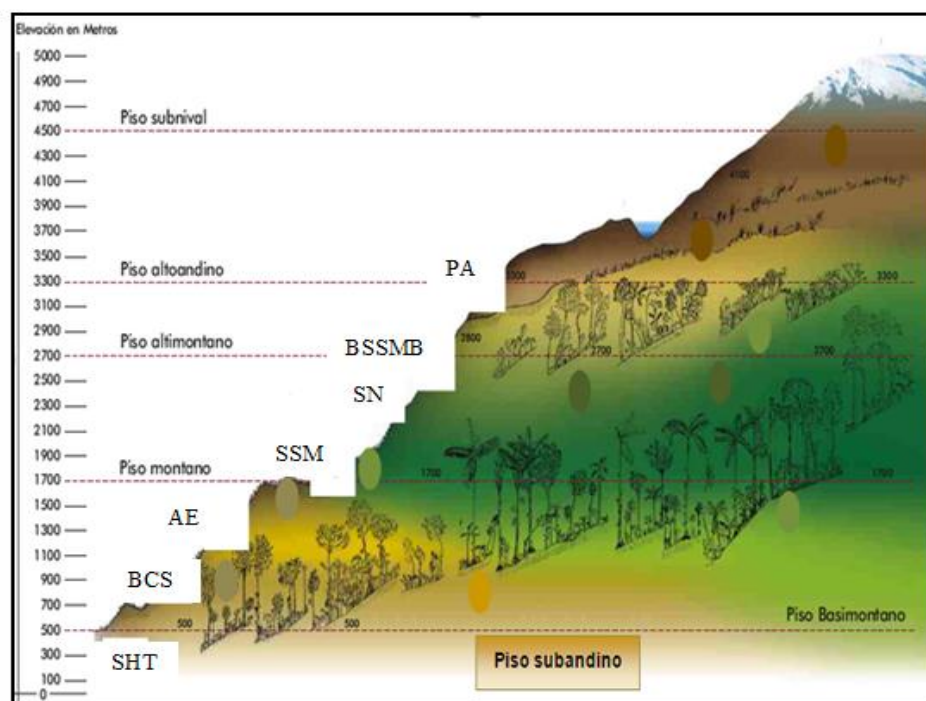
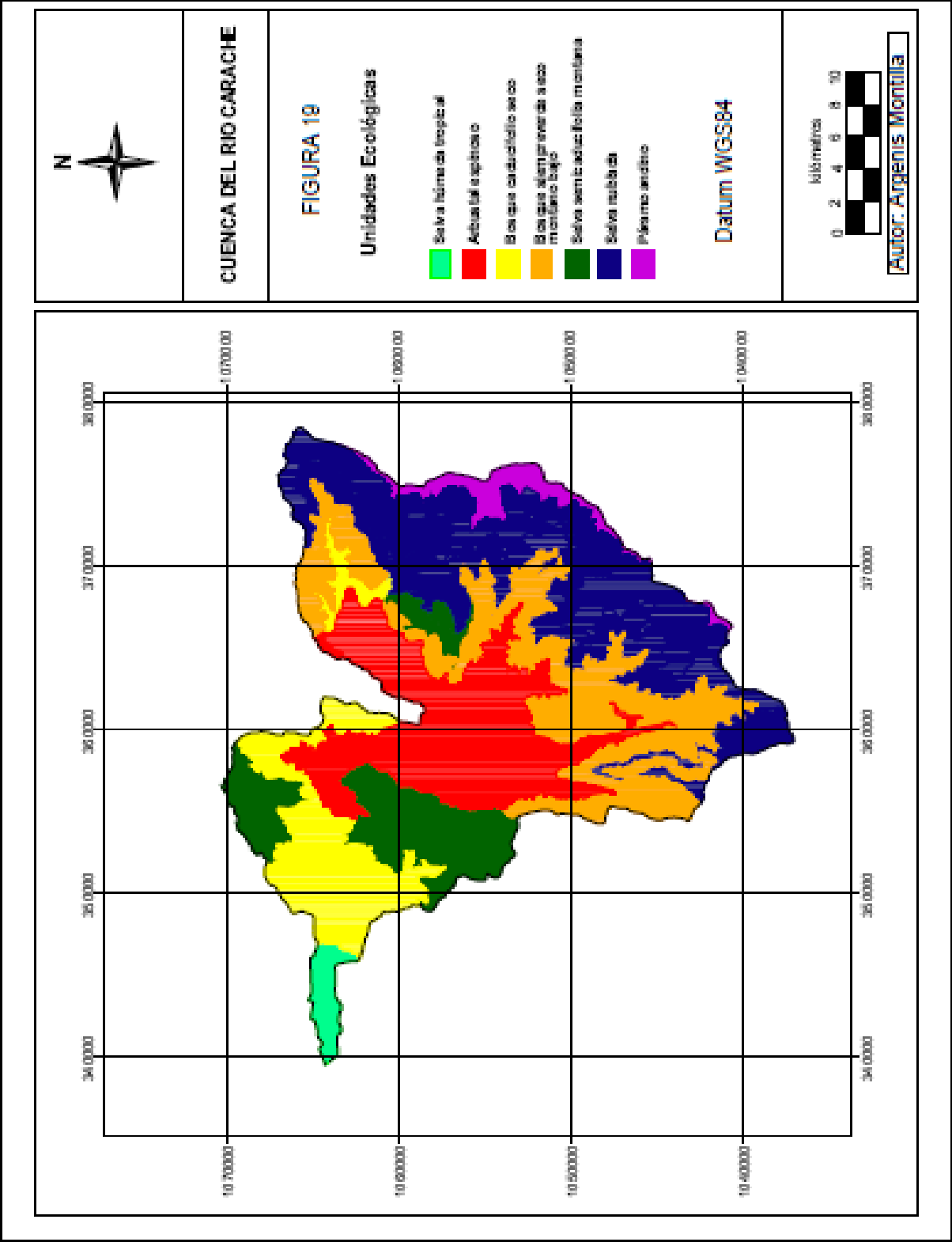


Figura 18. Perfil que muestra la ubicación de las diferentes unidades ecológicas presentes en la cuenca del río Carache. (Adaptado de Josse, *et al.*, 2009).

b. Unidades de paisaje en la cuenca del río Carache

Las unidades de paisaje se definen como áreas provistas de límites naturales, en las que se presentan rasgos homogéneos en los elementos que las estructuran, es decir, ecológicos, geomorfológicos y antrópicos (Suárez, 2005). Las características de las mismas en cuanto a variedad, tamaño, estructura y otros atributos, pueden ser indicios para evaluar la transformación del paisaje, pues una mayor presencia de unidades de paisaje, sugiere una fuerte y compleja intervención del espacio y la transformación del mismo. Sobre ese fundamento se identificaron en la cuenca, cuarenta unidades de paisaje; las mismas se describen con detalle en el cuadro 16, y su ubicación espacial sobre la cuenca puede apreciarse en los mapas de unidades de paisaje para 1966 y 2010.



c. Situación de las unidades de paisaje para los años 1966 y 2010. Análisis de los cambios de tamaño

Según los resultados de los reconocimientos ecológicos se encontró que las unidades de paisaje han variado de tamaño de modo diferenciado durante el período de estudio (cuadro 17). Estas variaciones, de acuerdo a los datos que arrojó la encuesta, se deben fundamentalmente a diversas acciones emprendidas por los grupos humanos para el desarrollo de sus actividades económicas, especialmente ganadería vacuna y agricultura.

En determinadas unidades de paisaje el cambio de tamaño ha sido más significativo que en otras, pero en todo caso, se ha encontrado que la transformación del paisaje ecológico es de grandes dimensiones si se compara la estructura del mismo entre el año 1966 y el año 2010.

Para facilitar la explicación de dichas variaciones encontradas en cada una de las unidades de paisaje, hemos agrupado las mismas según su ubicación sobre unidades ecológicas (cuadro 18). En los planteamientos que se desarrollan en lo sucesivo se hace una descripción al respecto.

Cuadro 17. Descripción de las distintas nidades de paisaje localizadas en la cuenca del río Carache sobre cada una de las unidades ecológicas.

PISO ECOLÓGICO	ALTITUD (m)	UNIDAD ECOLÓGICA	CÓDIGO	UNIDAD DE PAISAJE	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Subandino	< 500	Selva húmeda tropical	SHT	Selva húmeda tropical	SHT	Área boscosa original, con presencia abundante de vegetación arbórea, asentada sobre las planicies que conforman la parte baja de la cuenca. Dentro de las especies arbóreas se cuentan <i>Anacardium excelsum</i> , <i>Spondias mombin</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Couroupita guianensis</i> , <i>Inga nobilis</i> , y <i>Cedrela fissilis</i> .
				Selva húmeda tropical intervenida	SHTI	Área boscosa intervenida, con fuertes evidencias de pérdida de vegetación arbórea original por procesos de deforestación en sitios puntuales, donde ha sido reemplazada por pastos y cultivos de maíz.
				Pastizal sobre selva húmeda tropical	PassSH T	Área cubierta por pastos naturales y/o cultivados sin aplicación de fertilizantes. Se asientan en sectores con suaves pendientes topográficas.
				Agricultura de riego sobre selva húmeda tropical	AgRsSH T	Área cubierta por cultivos de caña de azúcar, con riego y aplicación de fertilizantes, localizados sobre la llanura de inundación del río Carache, con pendientes muy suaves.
Basimontano	> 500 a 1800	Selva semicaducifolia montana	SSM	Selva semicaducifolia montana	SSM	Área boscosa original no intervenida, con presencia abundante de vegetación arbórea, asentada sobre faldeos montañosos de pendientes moderadas a fuertes.
				Selva semicaducifolia montana intervenida	SSMI	Área boscosa intervenida, con evidencias claras de pérdida de vegetación arbórea original, posiblemente por deforestación, en sitios puntuales, donde ha sido reemplazada por pastos y otros cultivos. Se aprecia fragmentada la matriz de selva, mostrando algunos parches de vegetación original.
				Cafetal de sombra sobre selva semicaducifolia montana	CfSsSSM	Área con cultivos permanentes bajo sombra, con pocos requerimientos de insolación, ubicados sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes. En medio de estos cafetales suelen localizarse algunos frutales y otros cultivos como cambures y aguacates.
				Cafetal de sol sobre selva semicaducifolia montana	CfsolsSSM	Área con cultivos permanentes expuestos al sol, ubicados sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes.
				Pastizal sobre selva semicaducifolia montana	PassSSM	Área cubierta de pastos naturales y/o cultivados con nula aplicación de fertilizantes, ubicados sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes. Estos pastizales se convierten en potreros, cuyo pasto es aprovechado por el ganado.
				Agricultura de secano sobre selva semicaducifolia montana	AgSsSSM	Área cubierta por cultivos diversos, temporales y permanentes, sin riego ni aplicación de fertilizantes, localizados sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes. Entre los cultivos identificados en esta unidad de paisaje destacan el maíz y la caraota.
				Arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana	ArSsSSM	Área cubierta por arbustos de menos de 5 metros de altura. Las especies componentes en general poseen abundante ramificación desde la base. Esta vegetación es el reemplazo de la selva semicaducifolia montana debido a la intervención del hombre, y en menor medida, también pudiera estar asociado a situaciones de origen natural, especialmente a incendios forestales.
		Arbustal espinoso	AE	Arbustal espinoso	AE	Área cubierta fundamentalmente por vegetación arbustiva abierta, compuesta por especies armadas y suculentas, localizadas en vertientes secas con un déficit hídrico durante casi todo el año debido a los bajos montos de lluvia, siempre inferiores a 700 mm. Dentro de las especies vegetales son frecuentes la <i>Acacia macracantha</i> , <i>Stenocereus griseus</i> , <i>Pilosocereus tillianus</i> , <i>Subpilocereus repandus</i> y <i>Opuntia caribaea</i> .
				Arbustal espinoso intervenido	AEI	Área cubierta especialmente por vegetación arbustiva abierta, compuesta por especies armadas y suculentas, localizadas en vertientes secas con un déficit hídrico durante casi todo el año debido a los bajos montos de lluvia, siempre inferiores a 700 mm. Dentro de las especies vegetales son frecuentes la <i>Acacia macracantha</i> , <i>Stenocereus griseus</i> , <i>Pilosocereus tillianus</i> , <i>Subpilocereus repandus</i> y <i>Opuntia caribaea</i> . En ella se encuentran claras evidencias de intervención humana que se expresan como suelos desnudos o desprovistos de vegetación casi en su totalidad, así como algunos barbechos.
				Pastizal sobre arbustal espinoso	PassAE	Área cubierta por pastos naturales con nula o escasa aplicación de fertilizantes, ubicados sobre diferentes posiciones geomorfológicas, pero especialmente sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes.
				Agricultura de secano sobre arbustal espinoso	AgSsAE	Área cubierta por cultivos de ciclo corto, sin aplicación de riego ni fertilizantes, entre ellos maíz. Éstos se localizan sobre diferentes posiciones geomorfológicas, pero especialmente sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes.
				Agricultura de riego sobre arbustal espinoso	AgRsAE	Área cubierta por cultivos diversos de ciclo corto, con aplicación de riego y fertilizantes, entre ellos destacan los cultivos hortícolas, los cuales son practicados en fondos de valle, concretamente en las vegas localizadas a ambos lados de algunos cursos de agua. En algunas parcelas se aprecian cultivos de caña de azúcar.
				Plantación Forestal sobre arbustal espinoso	PFsAE	Área cubierta por árboles plantados en áreas con suelos erosionados sobre la unidad ecológica arbustal espinoso
		Bosque caducifolio seco	BCS	Bosque caducifolio seco	BCS	Área cubierta principalmente por vegetación boscosa abierta, localizada entre los límites de las formaciones xerófilas y la selva semicaducifolia montana, se caracteriza por la presencia de especies arbóreas caducifolias, tales como <i>Tabebuia blakeana</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Acacia macracantha</i> , <i>Carduelis cannabina</i> , <i>Platymiscium diadelphum</i> y <i>Hymenaea courbaril</i> .
				Bosque caducifolio seco intervenido	BCSI	Área cubierta principalmente por vegetación boscosa abierta, localizada entre los límites de las formaciones xerófilas y la selva semicaducifolia montana, se caracteriza por la presencia de especies arbóreas caducifolias, tales como <i>Tabebuia blakeana</i> , <i>Tabebuia chrysantha</i> , <i>Bursera simaruba</i> , <i>Acacia macracantha</i> , <i>Carduelis cannabina</i> , <i>Platymiscium diadelphum</i> y <i>Hymenaea courbari</i> . Presenta fuertes evidencias de intervención, producto de la acción humana con fines de extracción de madera y de ganar terreno para el desarrollo de actividades agrícolas y de ganadería.
				Pastizal sobre bosque caducifolio seco	PassBCS	Área cubierta por pastos naturales y/o cultivados, sin aplicación de fertilizantes. Estos pastizales se ubican sobre distintas posiciones geomorfológicas.

Basimontano	> 500 a 1800	Bosque caducifolio seco	BCS	Arbustal secundario sobre bosque caducifolio seco	ArSsBCS	Área cubierta por arbustos de menos de 5 metros de altura. Las especies componentes en general poseen abundante ramificación desde la base. Esta vegetación es el reemplazo del bosque caducifolio seco debido a la intervención del hombre, y en menor medida, también pudiera estar asociado a situaciones de origen natural, especialmente a incendios forestales.
				Agricultura de secano sobre bosque caducifolio seco	AgSsBCS	Área cubierta por cultivos diversos de ciclo corto, sin aplicación de riego ni fertilizantes, entre ellos maíz, caraota y piña. Éstos se localizan sobre diferentes posiciones geomorfológicas, pero especialmente sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas. Dentro de esta unidad de paisaje son frecuentes las unidades de producción tipo conuco, que como es sabido, tiene fines de subsistencia.
				Agricultura de riego sobre bosque caducifolio seco	AgRsBCS	Área cubierta por cultivos hortícolas de ciclo corto, con aplicación de riego y fertilizantes, practicados en pequeñas terrazas y vegas, situadas en fondos de valle, a ambos márgenes de los cursos de agua.
				Plantación forestal sobre bosque caducifolio seco	PFsBCS	Área cubierta por árboles plantados en áreas con suelos erosionados sobre la unidad ecológica bosque caducifolio seco
Montano	>1800 a 2900	Bosque siempreverde seco montano bajo	BSSMB	Bosque siempreverde seco montano bajo	BSSMB	Área cubierta por árboles pequeños localizados entre 2.000 y 2.700 m.s.n.m. en donde el monto anual de precipitación oscila entre 500 y 900 mm. Estos bosques, debido a las condiciones ecológicas en que se desarrollan, favorecen la presencia de <i>Hypericum laricifolium</i> , <i>Monnina salicifolia</i> , <i>Baccharis prunifolia</i> y <i>Espeletia neriifolia</i> con escasa frecuencia, que en forma de rosetas arborescentes está entremezclada con árboles, arbustos y hierbas de diferentes especies.
				Bosque siempreverde seco montano bajo intervenido	BSSMBI	Área cubierta por árboles pequeños localizados entre 2.000 y 2.700 m.s.n.m. con iguales condiciones ecológicas que en el caso anterior, pero con muestras de intervención que le hacen presentar una vegetación menos densa, en ciertos casos muy rala y con claros de bosque marcadamente observables. La intervención de esta unidad de paisaje pudiera estar asociada a muchas actividades que el hombre desarrolla de manera sostenida al intervenir en el paisaje.
				Arbustal secundario sobre bosque siempreverde seco montano bajo	ArSsBSSMB	Área cubierta por arbustos localizados entre 2.000 y 2.700 m.s.n.m. con iguales condiciones ecológicas que en el caso anterior. Estos arbustales son secundarios y reemplazan la vegetación original que constituía el bosque siempreverde seco montano bajo.
				Pastizal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	PassBSS MB	Áreas muy puntuales y pequeñas, cubiertas por pastos naturales y/o cultivados, en algunos casos con aplicación de fertilizantes. Estos pastizales se ubican indistintamente sobre distintas posiciones geomorfológicas. Generalmente se localizan muy cerca de áreas cultivadas bajo riego, y sirven como forraje a las pocas cabezas de ganado que se localizan sobre esta unidad de paisaje.
				Agricultura de secano sobre bosque siempreverde seco montano bajo	AgS sBSSMB	Área cubierta por cultivos diversos de ciclo corto, sin aplicación de riego ni fertilizantes, entre ellos maíz y caraota. Éstos se localizan sobre diferentes posiciones geomorfológicas, pero especialmente sobre faldeos montañosos con pendientes moderadas. Esta unidad de paisaje ocupa una extensión bastante reducida en la cuenca y tiene fines de subsistencia.
				Agricultura de riego sobre bosque siempreverde seco montano bajo	AgR sBSSMB	Área cubierta por cultivos hortícolas practicados en fondos de valle, concretamente en las vegas localizadas a ambos lados de algunos cursos de agua y en otras posiciones geomorfológicas que favorecen la instalación de sistemas de riego. Se emplean fertilizantes y otros productos agroquímicos.
				Plantación forestal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	PFsBSS MB	Área cubierta por árboles plantados en áreas con suelos erosionados sobre la unidad ecológica bosque siempreverde seco montano bajo
	Selva nublada	SN	Selva nublada	SN	Área cubierta por vegetación boscosa densa, se encuentra en vertientes húmedas, a partir de 2.200 metros de elevación. La precipitación anual varía entre 1.200 y 1.400 mm, y la temperatura media entre 14° y 18° C. La vegetación está dominada por árboles siempreverdes de dosel alto y con una gran diversidad de epífitas, como Bromeliáceas y Orquidáceas, así como por la presencia de helechos arborescentes (Montaldo, 1966). Su principal característica climática es la permanente nubosidad que condiciona una reducida insolación y una alta humedad relativa. Entre las especies vegetales más resaltantes destaca la presencia de géneros como <i>Cecropia</i> , <i>Clusia</i> , <i>Montanoa</i> , <i>Oreopana</i> , <i>Havetia</i> y <i>Ocotea</i> .	
			Selva nublada intervenida	SNI	Área boscosa intervenida con evidencias de pérdida de vegetación arbórea original, posiblemente por deforestación en sitios puntuales, donde ha sido reemplazada por pastos. Esta unidad de paisaje presenta muchos claros de bosque, así como áreas con suelos desnudos debido a la presencia de actividad humana.	
			Arbustal secundario sobre selva nublada	ArSsSN	Área cubierta por arbustos localizados en vertientes de pronunciadas pendientes. Estos arbustales son secundarios y reemplazan la vegetación original que constituía la selva nublada. Los mismos son el resultado de la acción humana sobre el ecosistema, aunque los entrevistados señalan que se debe también a la destrucción de la vegetación boscosa por incendios forestales que se han desatado en años muy secos.	
			Pastizal sobre selva nublada	PassSN	Área cubierta por pastos naturales sin aplicación de fertilizantes, ubicada sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes. Estos pastizales, al igual que en la selva semicaducifolia montana, se convierten en potreros, cuyo pasto es aprovechado por el ganado.	
			Agricultura de secano sobre selva nublada	AgSsSN	Área de muy poca extensión, cubierta por conucos, en los cuales se desarrollan cultivos diversos, temporales y permanentes, sin riego ni aplicación de fertilizantes, localizados sobre vertientes con pendientes de moderadas a fuertes. Entre los cultivos identificados en esta unidad de paisaje destacan maíz, caraota y otros, los mismos se ubican básicamente en el piso inferior de la selva nublada.	
			Agricultura de riego sobre selva nublada	AgRsSN	Áreas dedicadas a la agricultura, especializada en cultivos de tipo hortícola, de ciclo corto con aplicación de riego y fertilizantes. La mayor parte de esos cultivos se localizan en fondos de valle, al margen de los cursos de agua, lo cual facilita la aplicación de riego.	
Cafetal de sol sobre selva nublada	CfsolsS N	Área con cultivos permanentes expuestos al sol, ubicados sobre faldeos montañosos con pendientes de moderadas a fuertes.				
Altimontano	>2900 a 3900	Páramo andino	PA	Rosetal pajonal	RP	Área cubierta por vegetación baja, compuesta especialmente por rosetas de <i>Espeletia trujillensis</i> , <i>Espeletia jabonensis</i> y <i>Espeletia niirifolia</i> , así como de gramíneas. No se aprecia intervención humana de relevancia.
				Arbustal paramero	AP	Área cubierta por vegetación baja, compuesta especialmente por arbustos, entre los que destaca la <i>Espeletia niirifolia</i> . No se aprecia intervención humana de relevancia.

Cuadro 18. Superficie ocupada (en hectáreas) por unidad de paisaje en el año 1966 y en el año 2010 en la cuenca del río Carache. La superficie ocupada por cada unidad de paisaje para el año 2010 es resultado del balance entre las pérdidas y las ganancias durante el período de estudio.

Unidad de paisaje	Código	Superficie ocupada en el año 1966 (ha)	% del área en el año 1966 respecto al total de la cuenca	Superficie ocupada en el año 2010 (ha)	% del área en el año 2010 respecto al total de la cuenca	Pérdidas (ha)	Ganancias (ha)	Diferencia en % entre 1966 y 2010
Selva húmeda tropical	SHT	188,25	00,24%	00	00	188,25	-	100
Selva húmeda tropical intervenida	SHTI	189,68	00,24%	00	00	189,68	-	100
Pastizal sobre selva húmeda tropical	PassSHT	598,19	00,76%	702,46	00,90	-	106,27	18
Agricultura de riego sobre selva húmeda tropical	AgresSHT	368,40	00,47%	640,00	00,82	-	271,60	74
Selva semicaducifolia montana	SSM	3.575,31	04,59%	826,66	01,06	2.748,65	-	77
Selva semicaducifolia montana intervenida	SSMI	1.102,65	01,41%	2.583,29	03,32	-	1.480,64	134
Cafetal de sombra sobre selva semicaducifolia montana	CfssSSM	725,50	00,93%	44,78	00,05	680,72	-	86
Cafetal de sol sobre selva semicaducifolia montana	CfolsSSM	00	00	17,22	00,02	-	17,22	Ausente en 1966
Pastizal sobre selva semicaducifolia montana	PassSSM	1.722,69	02,21%	3.542,70	04,55	-	1.820,01	105
Agricultura de secano sobre selva semicaducifolia montana	AgSsSSM	593,61	00,76%	752,25	00,96	158,64	-	27
Arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana	ArSsSSM	2.289,29	02,94%	2.242,80	02,88	46,49	-	02
Arbustal espinoso	AE	8.727,52	11,22%	9.118,43	11,72	-	390,91	04
Arbustal espinoso intervenido	AEI	4.529,36	05,82%	4.173,62	05,36	355,74	-	08
Pastizal sobre arbustal espinoso	PassAE	314,47	00,34%	417,56	00,53	-	103,09	33
Agricultura de secano sobre arbustal espinoso	AgSsAE	692,70	00,89%	610,55	00,78	82,15	-	12
Agricultura de riego sobre arbustal espinoso	AgRsAE	755,95	00,97%	650,08	00,84	105,87	-	14
Plantación forestal sobre arbustal espinoso	PFsAE	00	00	45,76	00,05	-	45,76	Ausente en 1966
Bosque caducifolio seco	BCS	4.051,40	05,21%	898,48	01,15	3.152,92	-	22
Bosque caducifolio seco intervenido	BCSI	1.297,80	01,66%	1.529,73	02,05	-	231,91	18
Pastizal sobre bosque caducifolio seco	PassBCS	687,70	00,88%	1.659,41	02,13	-	971,71	141
Arbustal secundario sobre bosque caducifolio seco	ArSsBCS	1.266,67	01,65%	3.123,97	04,01	-	1.837,30	142
Agricultura de secano sobre bosque caducifolio seco	AgSsBCS	1.081,67	01,39%	1.168,38	01,50	-	86,71	08
Agricultura de riego sobre bosque caducifolio seco	AgRsBCS	00	00	54,01	00,06	-	54,01	Ausente en 1966
Plantación forestal sobre bosque caducifolio seco	PFsBCS	00	00	25,37	00,03	-	25,37	Ausente en 1966
Bosque siempreverde seco montano bajo	BSSMB	5.680,88	07,30%	4.313,85	05,54	1.367,03	-	24
Bosque siempreverde seco montano bajo intervenido	BSSMBI	5.008,12	06,44%	4.177,16	05,37	830,96	-	17
Arbustal secundario sobre bosque siempreverde seco montano bajo	ArSsBSSMB	2.018,22	02,58%	2.352,71	03,02	-	334,49	17
Pastizal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	PassBSSMB	314,95	00,19%	1.684,78	02,16	-	1.369,83	434
Agricultura de secano sobre bosque siempreverde seco montano bajo	AgSsBSSMB	784,35	01,00%	722,49	00,92	61,86	-	08
Agricultura de riego sobre bosque siempreverde seco montano bajo	AgRsBSSMB	1.072,47	01,37%	1.359,63	01,74	-	287,16	27
Plantación forestal sobre bosque siempreverde seco montano bajo	PFsBSSMB	00	00	288,37	00,34	-	288,37	Ausente en 1966
Selva nublada	SN	11.602,58	14,92%	7.644,18	10,08	3.758,40	-	32
Selva nublada intervenida	SNI	5.820,68	07,48%	4.821,56	06,20	999,12	-	17
Arbustal secundario sobre selva nublada	ArSsSN	4.618,28	05,93%	7.914,50	10,17	-	3.296,22	71
Pastizal sobre selva nublada	PassSN	1.265,86	01,62%	2.356,36	03,03	-	1.090,50	86
Agricultura de secano sobre selva nublada	AgSsSN	767,61	00,09%	854,38	01,09	-	86,77	11
Agricultura de riego sobre selva nublada	AgRsSN	1.268,78	01,63%	1.515,13	01,94	-	246,35	19
Cafetal de sol sobre selva nublada	CfssSN	00	00	38,57	00,04	-	38,57	Ausente en 1966
Rosetal patinal	RP	1.194,53	01,53%	1.103,01	00,14	91,52	-	08
Arbustal paramero	AP	1.295,31	01,66%	1.366,83	00,17	-	91,52	08

UNIDAD ECOLÓGICA SELVA HUMEDA TROPICAL
UNIDAD ECOLÓGICA SELVA SEMICADUCIFOLIA MONTANA
UNIDAD ECOLÓGICA BOSQUE SIEMPREVERDE SECO MONTANO BAJO
UNIDAD ECOLÓGICA BOSQUE CADUCIFOLIO SECO

c.1. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva húmeda tropical

Sobre la unidad ecológica selva húmeda tropical se localizaron cuatro unidades de paisaje, selva húmeda tropical, selva húmeda tropical intervenida, pastizal sobre selva húmeda tropical y agricultura de riego sobre selva húmeda tropical. En el año 1966 estas unidades de paisaje ocupaban respectivamente 188,25; 189,68; 596,19 y 368,40 hectáreas, representando en ese mismo orden 0,24%; 0,24%; 0,76% y 0,47% del total de la superficie de la cuenca.

Es oportuno aclarar que de las 188,25 hectáreas que ocupaba la selva húmeda tropical en el año 1966, se perdieron en su totalidad para el año 2010, de forma tal que esta unidad de paisaje ha desaparecido por completo en la cuenca. Igual es la situación para la selva húmeda tropical intervenida, pues esta unidad de paisaje fue reemplazada completamente por otras unidades de paisaje, es decir, por pastizales y áreas con agricultura de riego, especializada en el cultivo de caña de azúcar.

Estos resultados demuestran que la selva húmeda tropical fue totalmente destruida y de acuerdo a los criterios de Serey, *et al.*, (2005), esta unidad de paisaje se encuentra en la categoría de bajo valor para la conservación de la biodiversidad, denominación que se le da a aquellas áreas que están muy intervenidas y presentan baja diversidad de especies por haber sido degradadas por la presión antrópica.

c.2. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva semicaducifolia montana

Sobre la unidad ecológica selva semicaducifolia montana se localizaron siete unidades de paisaje. Sin embargo, debe señalarse que para el año 1966, una de estas unidades de paisaje, el cafetal de sol sobre selva semicaducifolia montana no estaba presente en la cuenca, pues el cultivo de café expuesto al sol, irrumpe desde aproximadamente unos veinte años, alcanzando una extensión todavía poco representativa de 17,22 hectáreas para el año 2010.

Dentro del conjunto de unidades paisajísticas que se localizan en esta unidad ecológica, merece especial atención el comportamiento de la selva semicaducifolia montana, y el de la agricultura de secano sobre selva semicaducifolia montana, pues ambas mostraron pérdidas significativas en cuanto a superficie ocupada. En el arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana, debido al avance de áreas

que se regeneraron por el abandono del campo, también se encontró una disminución de su superficie, pero comparativamente inferior respecto a las anteriores unidades de paisaje.

Contrariamente la unidad de paisaje selva semicaducifolia montana intervenida, acusó un aumento de su superficie, éste se hizo sobre áreas que anteriormente estaban ocupadas por selva semicaducifolia montana sin intervención y cafetales de sombra. Como consecuencia estos cafetales quedaron marcadamente reducidos. Igual situación se encontró a nivel del pastizal sobre selva semicaducifolia montana, que pasó a ser la unidad de paisaje de mayor extensión sobre la unidad ecológica referida.

Este incremento que registró el pastizal se hizo sobre áreas que estaban cubiertas principalmente por selva semicaducifolia montana, selva semicaducifolia montana intervenida, arbustal secundario y cafetal de sombra.

En síntesis, se encontró que parte de la vegetación boscosa original que constituía la selva semicaducifolia montana, a la que se asociaba tradicionalmente el establecimiento de plantaciones de café de sombra, fue destruida producto de la deforestación y reemplazada en muchos casos por pastizales, de modo que la actividad ganadera, viene indudablemente ganando terreno en los últimos años.

Hasta el momento se entiende que la expansión tanto de arbustales como de pastizales sobre áreas inicialmente cubiertas por selvas y bosques, se ha dado espontáneamente, sin ningún control por parte de los entes del Estado, al respecto lo que ha prevalecido son los controles que imponen las leyes del mercado respecto al comportamiento de los precios de los productos agrícolas y pecuarios.

Se pudo apreciar también una clara tendencia de que la selva semicaducifolia montana intervenida, que ocupaba el segundo lugar en cuanto a superficie, sea reemplazada totalmente por áreas de pastizales.

En líneas generales, los cambios encontrados se traducen en efectos ecológicos adversos, todos de considerable importancia, pues al reemplazarse las selvas y en particular las plantaciones de café de sombra por pastizales y por cafetales de sol, disminuye la biodiversidad, así como la cantidad de hojarasca en el suelo, con la

consecuente erosión y pérdida de material edáfico, además de la disminución en la disponibilidad del recurso hídrico (Ataroff y Monasterio, 1997).

c.3. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica arbustal espinoso

Seis unidades de paisaje pudieron ser identificadas sobre la unidad ecológica arbustal espinoso. Dos de ellas, el arbustal espinoso y el arbustal espinoso intervenido, eran las que tenían una mayor superficie para el año 1966, registrando un aumento poco significativo para el año 2010. En líneas generales, las demás unidades de paisaje mostraron variaciones poco importantes.

Un hecho que conviene resaltar es la identificación de una nueva unidad de paisaje, la plantación forestal sobre arbustal espinoso, que no estaba presente en el año 1966 y que para el año 2010 cuenta con una superficie de 45,76 hectáreas, emplazadas especialmente en suelos que habían quedado desnudos o desprovistos de vegetación natural, principalmente a causa de la actividad antropogénica.

Tales plantaciones de haberse producido con especies nativas, habrían sido un gran paso para proteger y restaurar determinados sectores de la cuenca, pues se ha encontrado que la reforestación ayuda a la preservación de los recursos hídricos, a formar suelos más fértiles, a captar agua para los acuíferos y a evitar la erosión, contribuyendo también con la ampliación de beneficios ecológicos y servicios ambientales, como proveer alimentos, madera, combustible, servir como refugio de fauna, propiciar el establecimiento de otras especies, producir oxígeno y secuestrar dióxido de carbono y obviamente mejorar y aumentar la calidad del paisaje.

No obstante, las plantaciones encontradas en la cuenca se hicieron con especies exóticas, que ponen en duda la generación de efectos ecológicos positivos, al menos en cuanto al control y regulación del recurso hídrico, por cuanto está demostrado (Otero, *et al.*, 1994) que áreas cubiertas con especies de esta naturaleza presentan un rendimiento hídrico promedio comparativamente menor en relación a áreas cubiertas por especies exóticas, tal como lo reafirman los resultados encontrados por Otero, *et al.*, (1994), cuando aseveran que el rendimiento de las cuencas con bosques nativos es hasta un 28% superior, respecto a aquellas con especies exóticas de pino, y

concluyen afirmando que hay una tendencia de regulación de caudales en cuencas cubiertas con bosque nativo en relación con las cubiertas por plantaciones de pino.

c.4. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica bosque caducifolio seco

Sobre la unidad ecológica bosque caducifolio seco se reconocieron siete unidades de paisaje. De estas unidades de paisaje, cinco estaban presente en el año 1966, mientras que las otras dos, agricultura de riego sobre bosque caducifolio seco y plantación forestal sobre bosque caducifolio seco, surgieron como producto de la intervención humana y de los cambios de uso, de manera que se pudieron identificar para el último año del período de estudio.

Dentro del conjunto de cambios encontrados, hay que precisar que bosque caducifolio seco disminuyó notablemente en superficie. Estas pérdidas se produjeron por el avance principalmente del arbustal secundario y del pastizal, y en menor medida de la agricultura de secano. En otras unidades de paisaje como el pastizal sobre bosque caducifolio seco y el arbustal secundario sobre bosque caducifolio seco, el comportamiento se orientó hacia el incremento de la superficie ocupada. Estas unidades de paisaje tuvieron un importante crecimiento principalmente a expensas del bosque caducifolio seco, al igual que lo hizo la agricultura de secano, situación que tiene implicaciones en lo ecológico y social, particularmente en lo atinente a los servicios ambientales.

En efecto, en aquellos lugares de la cuenca, donde el bosque caducifolio seco ha sido reemplazado, los habitantes señalan que ha disminuido significativamente la disponibilidad del recurso maderero, la biodiversidad y la fertilidad del suelo. Sectores asentados en la cuenca media, entre ellos Valle Hondo, Casa de Zinc, El Cumbe, Cerro Largo, y Cuicas, entre otros, acusan evidentes problemas de erosión de suelos y disminución de la productividad de los mismos, por tanto, según manifiestan algunos productores, se debe acudir a la fertilización para alcanzar rendimientos más o menos significativos.

Los resultados anteriores demuestran por otro lado, un incremento notable de pastizales y arbustales secundarios a expensas del bosque caducifolio seco, hecho

que da fuerza a la hipótesis que plantea que la vegetación boscosa se ve cada vez más reducida, debido a los cambios de uso de la tierra impuestos por los grupos humanos.

c.5. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica bosque siempreverde seco montano bajo

Sobre esta unidad ecológica se localizaron siete unidades de paisaje. Seis de ellas se reconocieron para el año 1966, a las cuales se sumó la plantación forestal, como nueva unidad de paisaje que se identifica en el reconocimiento ecológico del año 2010. La misma presenta una cobertura de 268,7 hectáreas.

Tres unidades de paisaje lograron aumentar su superficie durante el periodo estudiado. En ese sentido, se encontró que el arbustal secundario, junto al pastizal y a la agricultura de riego creció en superficie, avanzando sobre áreas que estaban ocupadas por el bosque siempreverde seco montano bajo, el bosque siempreverde seco montano bajo intervenido y la agricultura de secano.

c.6. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva nublada

La unidad ecológica selva nublada es la que ocupa mayor extensión territorial en la cuenca en estudio. Sobre ella se identificaron las siete unidades de paisaje. La unidad de paisaje selva nublada fue reduciéndose progresivamente hasta quedar en 7.844,18 hectáreas en el 2010. En función a estos resultados, esta unidad de paisaje perdió 3.758,40 hectáreas en cuarenta y cuatro años, equivalentes a 32,4%.

La disminución de tamaño de la unidad de paisaje selva nublada se produjo en mayor medida, por el aumento de la selva nublada intervenida, el arbustal secundario y el pastizal, en especial en el piso inferior de la misma, como producto de la acción humana asociada al desarrollado de actividades económicas.

Al igual que la selva nublada original, la selva nublada intervenida retrocedió en cobertura; la reducción de esta unidad de paisaje se debió al avance que sobre ella tuvo el arbustal secundario, el pastizal, y en menor medida, otras unidades de paisaje, como agricultura de riego y de secano. En consecuencia, la degradación de la selva nublada encontrada en la cuenca, ha conducido a la reducción de su tamaño, y probablemente según Remolina Angarita, (2006), en casos como este, pudiera evidenciarse aislamiento y pérdida de biodiversidad, expresada en la destrucción directa de las especies, de los ecosistemas y más visiblemente, de la vegetación, pues

en general, el efecto provocado por el cambio de uso/cobertura de la tierra en la cuenca, ha producido grandes cambios en el paisaje que pudieran impactar el funcionamiento de los sistemas ecológicos (Yerena, *et al.*, 2004).

Por lo anterior, se justifica plenamente y se hace necesario comprender los procesos de cambio que han afectado a la cuenca a lo largo del tiempo, pues es una de las vías que permitiría elaborar estrategias de manejo que garanticen el uso racional y sustentable de los distintos recursos presentes en ella. Finalmente, unidades de paisaje como agricultura de riego y agricultura de secano registraron pocas variaciones durante el periodo de estudio.

c.7. Unidades de paisaje sobre la unidad ecológica páramo andino

La unidad ecológica páramo andino se caracteriza por ocupar una extensión territorial bastante reducida en la cuenca. Sobre ella se identificaron únicamente dos unidades de paisaje, rosetal pajonal y arbustal paramero. Respectivamente abarcaban una superficie de 1.194,53 y 1.295,31 hectáreas en el año 1966. Estas cifras expresadas en porcentajes, y de acuerdo al orden anterior, representan respecto al total de la superficie de la cuenca los valores de 1,53% y 1,66%.

Los cambios registrados en estas dos unidades de paisaje entre los dos cortes cronológicos no pueden atribuirse directamente a la acción humana, pues ésta no se manifiesta de modo importante, al menos en la parte de la cuenca donde se asientan tales unidades de paisaje; por el contrario, pudieran atribuirse, aunque de modo no concluyente, al cambio climático global, pues según apuntan autores como Andressen, *et al.*, (1996), Peñuelas y Boada (2002) y Van der Hammen, *et al.*, (1995); los cambios en el clima son capaces de generar un desplazamiento en la vegetación así como en los límites de existencia o distribución de especies vegetales; esto, según Santaella (2005), quiere decir que los hábitats ecológicos tienen la posibilidad de desplazarse al responder las especies al cambio de clima.

El rosetal pajonal perdió 91,52 hectáreas, que fueron reemplazadas por el arbustal paramero; de esa forma, para el año 2010 estas dos unidades de paisaje ocuparon 1.103,10 y 1.386,83 hectáreas respectivamente.

Todos los cambios mencionados con anterioridad se pueden ver en la figura 20.

d. Tasas de cambio en las unidades de paisaje entre los años 1966 y 2010 en la cuenca del río Carache

d.1. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica selva húmeda tropical

Los resultados de los cambio de unidades de paisaje sobre la unidad ecológica selva húmeda tropical señalan que tanto la unidad de paisaje selva húmeda tropical, como la selva húmeda tropical intervenida, cambiaron a tasas estimadas de 4,2 y 4,3 ha/año hacia pastizal y agricultura de riego. El pastizal por su parte, cambió en un 27,3% a agricultura de riego a una tasa de 3,7 ha/año; al tiempo que ésta última unidad cambió a pastizal a una tasa de 0,6 ha/año.

d.2. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica selva semicaducifolia montana

Las unidades de paisaje que se localizan sobre esta unidad ecológica, a diferencia del grupo anterior, presenta tasas de cambio mucho más altas. La selva semicaducifolia montana había cambiado para el año 2010 a una tasa de 67,6 ha/año. La mayor parte de ese cambio fue en orden de importancia hacia selva semicaducifolia montana intervenida, pastizal, arbustal secundario y agricultura de secano y cafetal de sol. Igualmente la selva semicaducifolia montana intervenida mostró cambios a una tasa de 18,5 ha/año, hacia arbustal secundario, selva semicaducifolia montana, agricultura de secano y cafetal de sol.

En cuanto al cafetal de sombra se encontraron tasas de cambio muy representativas hacia otros tipos de unidades de paisaje. Los cambios mayores fueron hacia pastizal, agricultura de riego y arbustal secundario.

d.3. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica arbustal espinoso

Las seis unidades de paisaje asentadas sobre esta unidad ecológica mostraron cambios entre 1966 y 2010. Sin embargo, debe explicarse que en todos los casos, estos cambios fueron poco significativos o muy bajos. El arbustal espinoso cambió a una tasa de 8,6 ha/año, en tanto que el arbustal espinoso intervenido, y el pastizal lo hicieron a una tasa de 16,8 y 3,9 ha/año respectivamente.

La agricultura de secano que ha sido practicada con mucha precariedad sobre esta unidad ecológica, presentó cambios a una tasa de 8,3 ha/año; la mayor parte del cambio se produjo hacia arbustal espinoso y pastizal, lo cual resulta ecológicamente

interesante, porque se pone en evidencia procesos de regeneración del arbustal espinoso con los impactos positivos que pudiera tener.

Por último, la agricultura de riego, que se práctica especialmente reducida a las vegas de los cursos de agua, se vio seriamente afectada al cambiar a otras unidades de paisaje, entre ellas a agricultura de secano, arbustal espinoso y pastizal.

d.4. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica bosque caducifolio seco

El bosque caducifolio seco registró cambios a una tasa de 76,6 ha/año, especialmente hacia tres unidades de paisaje, bosque caducifolio seco intervenido, arbustal secundario, y pastizal, y en menor cuantía a agricultura de secano.

El bosque caducifolio seco intervenido sufrió cambios hacia otras unidades de paisaje a una tasa de 15 ha/año. Los cambios en esta unidad se hicieron en orden de importancia a pastizal, a bosque caducifolio seco a agricultura de secano, y en proporción menor a agricultura de riego y a plantación forestal.

La unidad de paisaje pastizal sobre bosque caducifolio seco se mantuvo con pocas variaciones, pues presentó cambios relativamente bajos hacia agricultura de secano y bosque caducifolio seco intervenido. Situación similar ocurrió con el arbustal secundario que acusó cambios muy bajos a una tasa de 4,9 ha/año.

d.5. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica bosque siempreverde seco montano bajo

En la unidad de paisaje bosque siempreverde seco montano bajo se dio un cambio hacia otras unidades de paisaje a una tasa de 40,5 ha/año. La mayor parte del cambio encontrado en esta unidad fue hacia el arbustal y hacia el pastizal y los cambios menores se hicieron hacia agricultura de riego y de secano.

El bosque siempreverde seco montano bajo intervenido tuvo cambios a una tasa de 29,7 ha/año. En este caso, los cambios se dieron mayormente a pastizal, pero también a bosque siempreverde seco montano bajo, lo que se interpreta como una recuperación de esta unidad sobre el mismo bosque, pero intervenido. Por otro lado, hubo cambios hacia agricultura de riego y de secano, lo cual pudiera entenderse como un hecho ecológicamente adverso, pues el incremento de tierras cultivadas, especialmente si son regadas, crea más presiones sobre la disponibilidad del agua.

El arbustal secundario presentó un cambio hacia otras unidades de paisaje a una tasa de 15,7 ha/año. En lo que se refiere al pastizal, no mostró cambios significativos, pues de las 314,9 hectáreas que ocupaba, cambiaron solamente 10,6 (3,5%) en los cuarenta y cuatro años del período estudiado, a una tasa de apenas 0,2 ha/año.

La agricultura de secano acusó cambios a una tasa de 11,2 ha/año. Los cambios producidos se dieron en una mayor cifra hacia el bosque siempreverde seco montano bajo intervenido y en menor cuantía a pastizal.

d.6. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica selva nublada

Entre los años 1966 y 2010 la unidad de paisaje selva nublada cambió a otras coberturas a una tasa significativa de 118,5 ha/año. Esos cambios se experimentaron en mayor grado hacia selva nublada intervenida, como a arbustal secundario y pastizal; en pequeña escala hubo cambios hacia agricultura de riego y de secano.

La selva nublada intervenida reportó también cambios importantes a una tasa de 86,4 ha/año; los mismos fueron hacia cuatro unidades de paisaje, arbustal secundario, pastizal, agricultura de riego y de secano.

El arbustal secundario presentó en los cuarenta y cuatro años transcurridos, cambios hacia cinco unidades de paisaje a una tasa de 60,7 ha/año.

En lo que se refiere a agricultura de secano, se apreciaron cambios fundamentalmente hacia el arbustal secundario y agricultura de riego. Este cambio hacia agricultura de riego se entiende porque sobre la selva nublada, debido a sus características naturales, se dispone de una importante cantidad del recurso hídrico.

d.7. Tasas de cambio en unidades de paisaje ubicadas sobre la unidad ecológica páramo andino

Sobre la unidad ecológica páramo andino se identificaron únicamente dos unidades de paisaje, el rosetal pajonal y el arbustal paramero. Éstas, debido al poco acceso que tienen, así como a una topografía muy accidentada, presentaron pocos cambios entre el período de estudio. En consecuencia, el rosetal pajonal que cubría una superficie de 1.194,5 hectáreas, cambió en 91,5 hectáreas (7,6%) a una tasa de 2 ha/año a arbustal paramero, mientras que éste último se mantuvo sin cambios.

En el cuadro 19 se pueden observar todas las unidades de paisaje con sus respectivas tasas de cambio entre los dos cortes cronológicos.

e. Análisis de las tasas de cambio en las unidades de paisaje por pisos ecológicos

La estimación de las tasas de cambio sirve de base para entender el ritmo y la dinámica que los grupos humanos imponen en el paisaje a través de la práctica de múltiples actividades económicas. Un análisis riguroso de esta dinámica, después de hacer el cruce de capas temáticas, demuestra que hay en general, tres grupos de unidades de paisaje con comportamientos distintos; se podría decir que el primero de éstos representa el conjunto de unidades que registraron los mayores cambios, seguido de otro grupo que presentó tasas de cambio intermedias, y por último un grupo que registró las tasas más bajas.

Todos los detalles acerca de los cambios pueden verse en la matriz de cambio referida anteriormente y que se identifica como cuadro 19, sin embargo, mediante la sectorización de las diferentes unidades de paisaje por pisos ecológicos en la zona de estudio, se pretende responder cómo a partir de diferentes maneras se ha transformado la estructura del paisaje original para dar paso a otro tipo de paisaje que ahora conforma la realidad actual de la cuenca.

Piso Subandino

Como se explicó en capítulos precedentes, sobre el piso subandino se identificaron cuatro unidades de paisaje. En este piso ecológico las tasas de cambio aunque no fueron muy altas en relación a otros pisos ecológicos, tuvieron grandes impactos en la transformación del paisaje, pues el lapso de cuarenta y cuatro años que abarca el período de estudio fue suficiente para acabar en su totalidad con las matrices de bosque. Las condiciones de clima favorable, junto a otras variables como disponibilidad de agua para riego, topografía plana, suelos profundos y arenosos, se conjugaron para el desarrollo de ciertos rubros agrícolas, especialmente de caña de azúcar, que en el caso de Venezuela es uno de los cultivos que genera el 50% de la producción agrícola nacional. Todas estas circunstancias aceleraron los procesos de cambio tal como se puede apreciar en la figura 21.

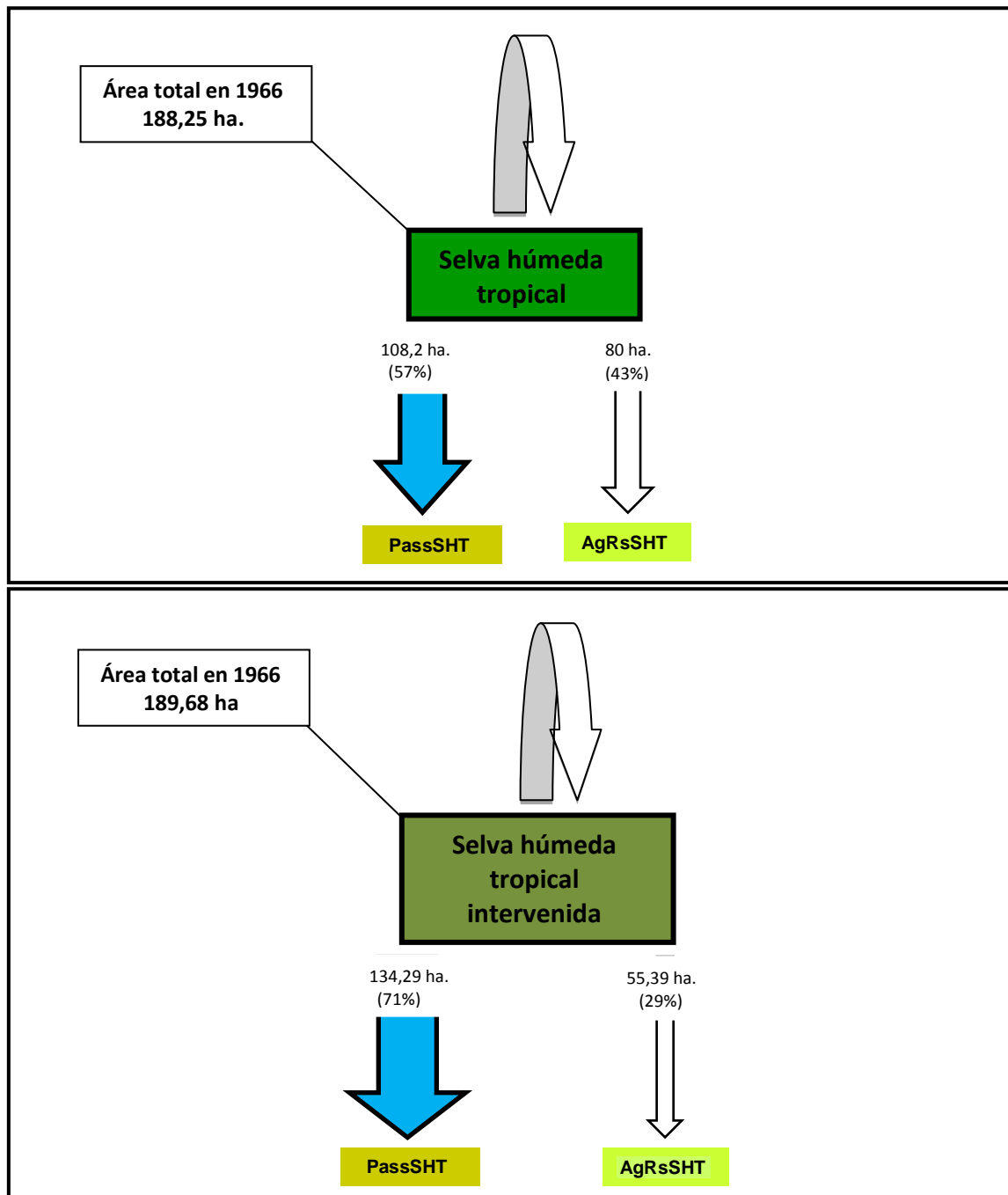


Figura 21. Cambios de las unidades de paisaje selva húmeda tropical (arriba) y selva húmeda tropical intervenida (abajo) a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso subandino en la cuenca del río Carache. Las flechas rellenas indican cambios muy fuertes y las flechas vacías cambios menores. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón- Moreno (2007).

PassSHT: Pastizal sobre selva húmeda tropical, **AgRsSHT:** Agricultura de riego sobre selva húmeda tropical. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón Moreno (2007).

Piso Basimontano

El piso Basimontano es el de mayor extensión en la cuenca con 61,40% de la superficie; y es el más complejo en cuanto al número de unidades paisajísticas. Al abordar el análisis de las tasas de cambio encontradas en las unidades de paisaje presentes en este piso, se tiene que las más sobresalientes se produjeron en las matrices boscosas, sobre todo en el bosque caducifolio seco y la selva semicaducifolia montana.

En esta última se debe enfatizar en el cambio de cafetales de sombra hacia otros tipos de uso o cobertura, como pastizales y arbustales secundarios, diversas causas pudieron estar implicadas en dichos cambios, entre ellas la variación y tendencia a la baja de los precios del café en determinados años dentro del período estudiado y la supremacía que sobre la economía cafetalera han tenido otras actividades del campo, como el caso de la ganadería, o bien otras actividades asociadas al desarrollo industrial en las principales ciudades venezolanas, gracias a la renta petrolera.

Lo anterior implicó impactos adversos desde el punto de vista ecológico y social en la cuenca, porque el reemplazo del cafetal de sombra, conllevó a la destrucción de especies nativas y a la disminución de biodiversidad, erosión del suelo y pérdida de su fertilidad (CORPOANDES, 2004; Durán, *et al.*, 1994; Godoy 1995; Godoy y Briceño, 1986), situación que al momento de practicar la agricultura de riego requeriría la aplicación de fertilizantes y consecuentemente el aumento en la demanda de agua.

Estas áreas de café de sombra se encuentran distribuidas en la parte media y alta de la cuenca (Cuicas, Chejendé y Las Montañitas de Carache, entre otros), y generalmente las coberturas que están asociadas a las plantaciones del grano son selvas en las que se encuentran especies de árboles de guamo (*Inga* sp.), cedro (*Cedrela Odorata*) y bucare (*Eritrina poeppigiana*) que aportan nutrientes por la abundante cantidad de hojarasca que acumulan en el suelo, aumentando y manteniendo un nivel adecuado de fertilidad dentro de estos cafetales. Según señala Vega (2005), este sistema ayuda a que las propiedades físicas del suelo, tales como la

capacidad de retención de humedad, la densidad aparente, la porosidad, la estabilidad de la estructura y la permeabilidad sean buenos.

En definitiva, las áreas de cafetales de sombra se redujeron sustancialmente respecto al año 1966, de modo que el cambio de cafetal de sombra a otros usos (figura 22) debe verse como una acción ecológicamente incorrecta, pues está demostrado que este tipo de plantación es considerado como un ejemplo de utilización racional del ambiente a nivel mundial (Ataroff y Monasterio, 1997).

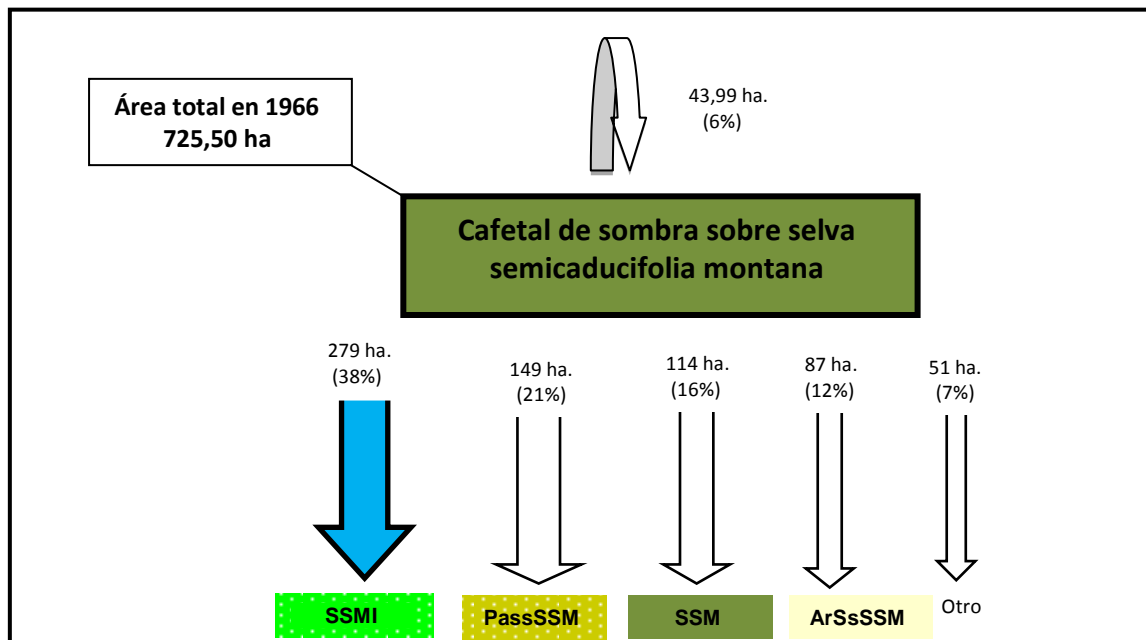


Figura 22. Cambios de la unidad de paisaje cafetal de sombra sobre selva semicaducifolia montana a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso basimontano en la cuenca del río Carache. Las flechas rellenas indican cambios muy fuertes y las flechas vacías cambios menores. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón- Moreno (2007).

SSMI: selva semicaducifolia montana intervenida, **PassSSM:** pastizal sobre selva semicaducifolia montana, **SSM:** selva semicaducifolia montana, **ArSsSSM:** arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana.

En menor proporción, otras unidades también registraron cambios, por ejemplo sobre el arbustal espinoso algunas áreas pasaron de agricultura de riego a agricultura de secano; este hecho pudiera estar relacionado con la disminución de la oferta de agua para riego señalada por los productores encuestados, quienes agregan que algunos cursos de agua han bajado el caudal promedio y ya no es suficiente para

regar en muchos sectores, de forma tal que esto vendría a ser uno de los impactos o efectos ecológicos y a la vez sociales, que resultan de los procesos de transformación que se han puesto en práctica en la cuenca.

Analizando en conjunto, en el piso basimontano se tienen cambios que implican amplias pérdidas de cobertura de las matrices de bosque (figura 23), debido al desplazamiento causado por áreas intervenidas y en especial por arbustales y pastizales; se entiende que estos cambios resultan perjudiciales en el aspecto ecológico, ya que el incremento de tierras con cultivos y pastizales reduce el hábitat e impacta negativamente contra la biodiversidad; por tanto esta reducción del tamaño del hábitat es entendida como una de las causas de extinción de especies (Tilman, *et al.*, 1994, citado por Pincheira-Ulbrich, *et al.*, 2009).

El aumento de superficies bajo cubiertas agrícolas y de pastizales a lo largo del período estudiado, desencadenó en este piso ecológico un intenso proceso de deforestación de los bosques nativos, con las implicaciones ambientales ya señaladas. De tal manera que el paisaje que predomina en el piso Basimontano es una matriz sumamente agresiva de pastizales que ocupa cerca del 15 %, que si se suma a las otras áreas de arbustales secundarios y de agricultura totalizan 88%; quedando únicamente fragmentos de bosque de apenas 12%.

Por otra parte, respecto al piso basimontano, debe resaltarse que puntualmente algunas áreas que inicialmente estaban ocupadas por arbustales secundarios, pastizales, agricultura de secano y agricultura de riego fueron recolonizadas por la selva semicaducifolia montana y el bosque caducifolio seco (ver figura 34 página 141). Este fenómeno se debe al abandono de tierras y a movimientos migratorios de los propietarios hacia otros lugares del estado Trujillo o del país, tal como lo refiere Álvarez, (2007) cuando explica que entre los años 1976 y 1980 se presentaron desplazamientos de contingentes humanos del campo a la ciudad y que en particular hubo un flujo migratorio desde la región andina hacia el centro del país, estimulado por la bonanza económica producida por el alza de los precios internacionales del petróleo, de modo que los ingresos fiscales crecieron sustancialmente y facilitaron la expansión de la capacidad financiera del gobierno,

con la puesta en marcha de un vasto plan de desarrollo llamado el V plan de la nación (1976-1980) que aumentó los requerimientos de mano de obra en los diferentes sectores de la economía.

Otra razón que pudo haber conducido al abandono de tierras agrícola viene a ser el agotamiento de los suelos, pues éstos al dejar ser productivos y no dar resultados satisfactorios se abandonan y dan paso a procesos de transición hacia nuevos ecosistemas, o directamente a una regeneración progresiva de selvas y bosques.

En ese contexto, la recolonización de áreas de selvas y bosques ha tenido implicaciones significativas en el ámbito ecológico, pues la regeneración de éstas como ecosistemas, son fuentes principales de beneficios tanto ecológicos como económicos, pues devuelven a la población servicios ambientales como producción de madera y leña; pero además aumento del hábitat para muchas especies, a la vez que impone mecanismos naturales para el control del comportamiento hidrológico de los cursos de agua, entre otros.

Simultáneamente los efectos de la bonanza económica se dejaron sentir con bastante fuerza para modificar el paisaje, fue así como determinadas áreas, probablemente se vieron transformadas por la disponibilidad económica de los productores; por ejemplo, se conoce que en la década de los 70 del siglo pasado, hubo un plan agresivo de créditos que conllevaron a que muchas matrices boscosas fueran destruidas para dar paso a actividades de agricultura y ganadería. La situación económica de aquel entonces trajo consigo el despegue de la transformación del paisaje y el desarrollo de la vialidad agrícola.

Muchas comunidades de este piso ecológico que no se encontraban físicamente interconectadas, lograron articularse entre sí con la construcción de vías de penetración agrícola, fundamentalmente en aquellos lugares donde la producción de alimentos o rubros agrícolas se esperaban que fueran provechosos. Estos circuitos viales estimularon y facilitaron la movilización de diversos productos hasta la ciudad de Carache (centro poblado de mayor importancia en la cuenca) y desde allí hacia otros mercados nacionales.

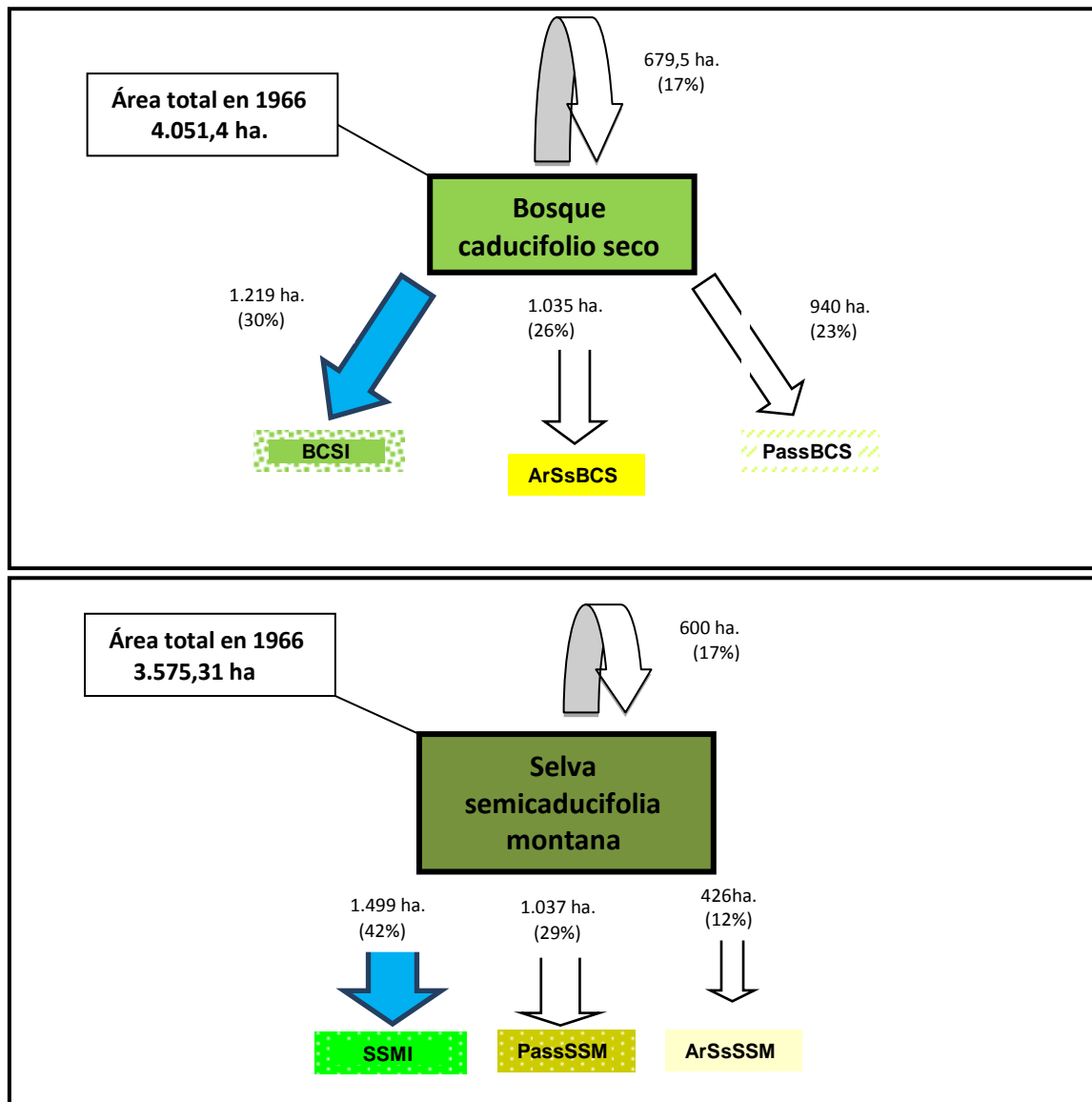


Figura 23. Cambios de las unidades de paisaje bosque caducifolio seco (arriba) y selva semicaducifolia montana (abajo) a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso basimontano en la cuenca del río Carache. Las flechas rellenas indican cambios muy fuertes y las flechas vacías cambios menores. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón- Moreno (2007).

BCSI: bosque caducifolio seco intervenido, **ArSsBCS:** arbustal secundario sobre bosque caducifolio seco, **PassBCS:** pastizal sobre bosque caducifolio seco, **SSMI:** selva semicaducifolia montana intervenida, **PassSSM:** pastizal sobre selva semicaducifolia montana, **ArSsSSM:** arbustal secundario sobre selva semicaducifolia montana.

Piso Montano

La superficie que abarca este piso ecológico es de 32,66% respecto al total de la cuenca. Sobre él se encontraron siete unidades de paisaje que mostraron cambios

distintos entre los dos reconocimientos ecológicos (1966 y 2010). Los resultados señalados anteriormente en cuanto a tasas de cambio encontradas, indican que la selva nublada fue quien mostró los valores más elevados (118,5 ha/año) respecto a las otras unidades de paisaje del mismo piso ecológico. Las implicaciones que tiene este hecho desde el punto de vista ecológico son muy acentuadas, porque como se señaló, los cambios se dieron mayormente hacia pastizales y arbustales.

Las áreas que mostraron más cambios y que se aprecian fuertemente modificadas se ubican en la faja inferior de la selva nublada, a tal punto que actualmente predominan matriz de cultivos de piso frío y pastizales y arbustales, que al reemplazar la vegetación original crean pérdida de bosques, cuya importancia es trascendente para la cuenca en particular y general para la región andina por la biodiversidad que es posible encontrar en sistemas ecológicos de tal naturaleza (figura 24). Lo anterior sugiere fuertes procesos de deforestación adelantados en años anteriores, de los cuales no se tiene precisión cronológica por lo prolongado del período de este estudio (cuarenta y cuatro años) y por falta de información escrita.

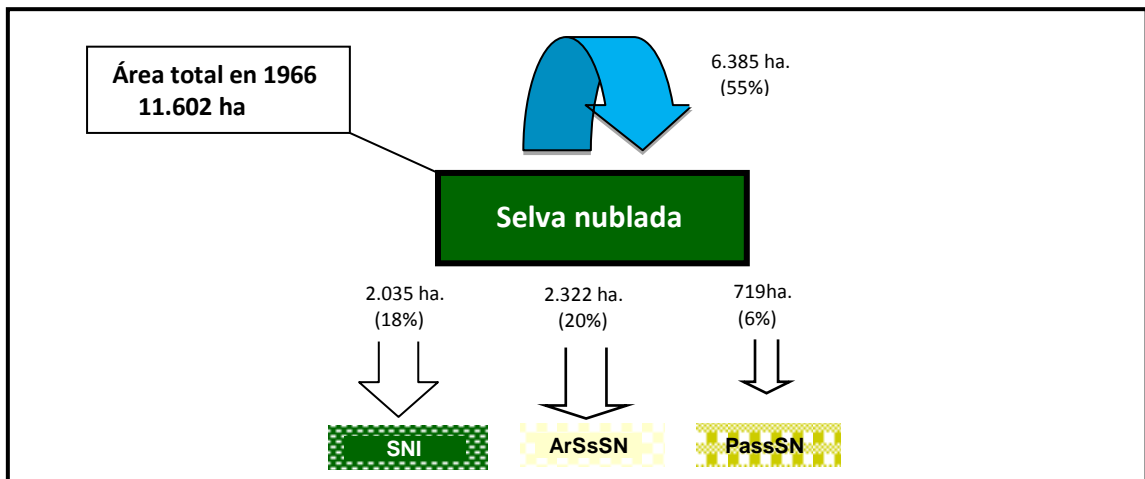


Figura 24. Cambios de la unidad de paisaje selva nublada a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso montano en la cuenca del río Carache. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón-Moreno (2007).

SNI: selva nublada intervenida, **ArSsSN:** arbustal secundario sobre selva nublada, **PassSN:** pastizal sobre selva nublada.

Debe expresarse que en la parte más elevada del piso Montano, precisamente en la faja superior de la selva nublada, las matrices se presentan más conservadas, pues los

cambios encontrados fueron menores en relación a la faja más baja. Al respecto se encontró que los cambios fueron de poca relevancia y se produjeron discretamente hacia áreas agrícolas, ello seguramente por la influencia de muchas variables, pues como se sabe, parte de esta selva está asentada en zonas de muy difícil acceso y de fuertes pendientes topográficas; pero además está protegida jurídicamente por la figura de parque nacional, en este caso por pertenecer al Parque Nacional Dinira.

Resulta interesante señalar que en la parte alta del piso ecológico analizado, algunas áreas anteriormente cubiertas por selva nublada fueron reemplazadas por café de sol, que para el último año del período de estudio alcanzaba una cobertura de 36 hectáreas. Según se indagó en campo, la razón de cultivar esta variedad de café radica en que las plantas son más productivas en las cosechas respecto a los cafetales de sombra. No obstante, el costo de los insumos para el mantenimiento de este sistema de producción, suele ser mucho más alto, por cuanto es un sistema altamente dependiente de los procesos antrópicos involucrados y por ende es mucho más vulnerable al ataque de plagas y enfermedades (Vega, 2005).

Como consecuencia de la implantación de cafetales de sol surge la necesidad de hacer enmiendas al suelo con aplicaciones repetidas de fertilizantes nitrogenados (Vega, 2005). Sin embargo, algunos productores aseguran que ha disminuido el rendimiento de las cosechas, fenómeno que sugiere el empobrecimiento del suelo por procesos erosivos y por la reducción en la materia orgánica y de la actividad biológica, debido al empobrecimiento de la fauna edáfica (Jiménez *et. al.*, 2007).

Producto de los cambios de las matrices de bosques, tanto el arbustal secundario como los pastizales ampliaron su tamaño considerablemente a expensas de la unidad ecológica bosque siempreverde seco montano, tal como se puede observar en la figura 25.

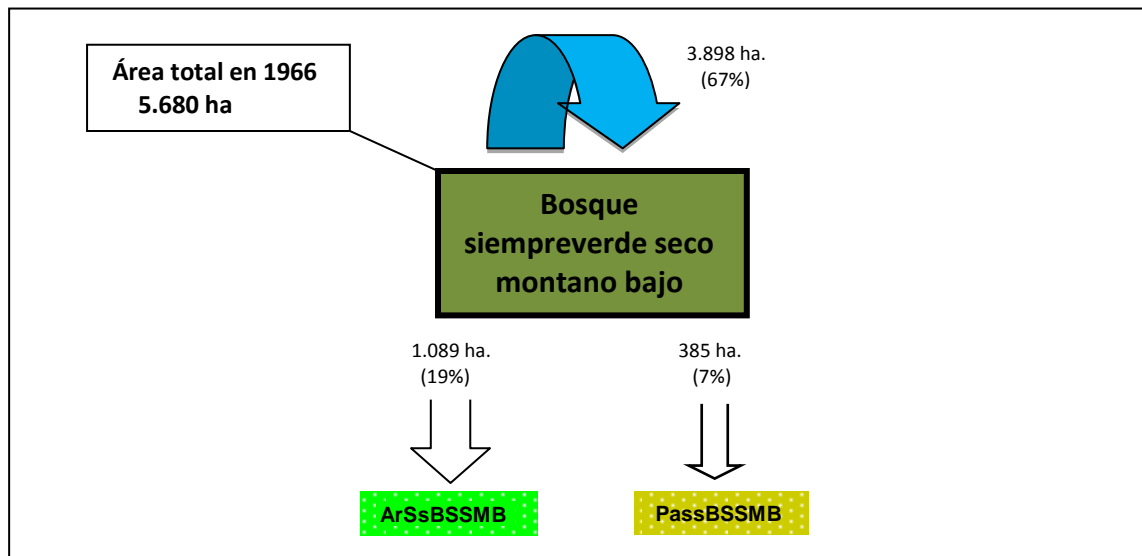


Figura 25. Cambios de la unidad de paisaje bosque siempreverde seco montano bajo a otros usos/coertura entre los años 1966 y 2010 en el piso montano en la cuenca del río Carache. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón-Moreno (2007).

ArSsBSSMB: arbustal secundario sobre bosque siempreverde seco montano bajo, **PassBSSMB:** pastizal sobre bosque siempreverde seco montano bajo.

Hay que destacar además, que para el último año del período tratado, se identificó la unidad de paisaje plantación forestal, que cuenta con una superficie de 268,3 hectáreas emplazadas sobre áreas degradadas que en principio estuvieron ocupadas por el bosque siempreverde seco montano bajo. Este hallazgo pudiera verse como un impacto positivo en lo ecológico, por cuanto contribuiría al menos en la disminución de los procesos erosivos del suelo; sin embargo, las especies que se plantaron, pino (*Pinus caribaea*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*) al no ser nativas y apropiadas, pudieran crear efectos o impactos ecológicos adversos, además de una disminución del valor ecológico de los ecosistemas, tal como señalan Cortes, *et al.*, (1990); Hofstede (1997); y Hofstede (1998), quienes agregan que especies como el pino, demandan abundantes volúmenes de agua y consecuentemente disminuyen el rendimiento hídrico.

Como producto de la transformación del paisaje en este piso ecológico, la cobertura para el año 2010 estaba estructurada en dos grupos, 50% que corresponde a las matrices de selva y 50% que corresponde en conjunto a arbustales secundarios y áreas controladas por la actividad antrópica como pastizales y agricultura.

En este piso ecológico también hay que poner de relieve la recuperación y regeneración de selvas en ciertos lugares que avanzaron sobre el arbustal secundario, con las implicaciones ecológicamente favorables que fueron discutidas cuando se hizo el análisis del mismo caso para el piso basimontano (figura 26).

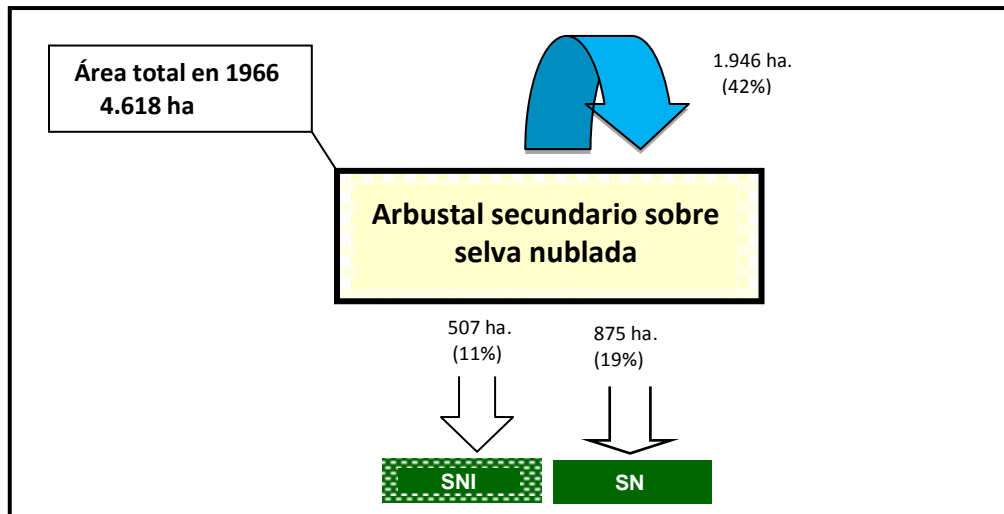


Figura 26. Cambios de la unidad de paisaje arbustal secundario sobre selva nublada a otros usos/cobertura entre los años 1966 y 2010 en el piso montano en la cuenca del río Carache. Figura elaborada a partir del modelo empleado por Chacón- Moreno (2007).

En general, la tendencia de la cobertura de bosques en el piso montano en los cuarenta y cuatro años que comprende el período estudiado, es de mantenimiento por una parte y decrecimiento por la otra; el primer caso en la parte alta del piso ecológico en referencia, y en el segundo caso, en la parte baja e intermedia, debido a la expansión de la frontera agrícola (ver figura 34 página 141).

Piso Altimontano

El piso altimontano es muy reducido en cuanto a superficie se refiere, sólo representa el 1,56% del total del área de estudio. Las unidades de paisaje asentadas sobre este piso son el arbustal paramero y el rosetal pajonal, y de acuerdo a los resultados encontrados, se aprecia que las tasas de cambios fueron solamente de 0 y 2 ha/año respectivamente.

Aunque en términos generales, gran parte de los páramos han recibido un cierto grado de disturbio (Hofstede, *et al.*, 2002), es preciso indicar, en función de las bajas tasas de cambio encontradas, que en la cuenca estudiada las dos unidades de paisaje

antes señaladas, mantuvieron una buena estabilidad en el tiempo, situación que sugiere buenos niveles de conservación, especialmente si las comparamos con otras áreas de páramo del estado Mérida, donde la actividad agrícola ha venido ascendiendo e impactando notablemente el equilibrio de estos ecosistemas (Monasterio 1980; Monasterio y Molinillo 2003).

A pesar de que todos los páramos deben haber tenido algún grado de intervención, existen muchos en buen estado de conservación (Hofstede, *et al.*, 2002). Efectivamente durante las salidas de campo, al menos en las áreas visitadas, muy pocas fueron las evidencias de disturbios ecológicos y de otras manifestaciones de intervención antrópica, como quemadas y pastoreo; en consecuencia, esta circunstancia, hace pensar que la dinámica socioeconómica imperante en el país, no ha tenido repercusiones significativas en los páramos de Carache. Sin embargo, esta afirmación no pudiera hacerse extensible para los cuarenta y cuatro años del período estudiado, pues por ser tan prolongado y por falta de información histórica, no se ha podido precisar la dinámica del paisaje y en particular la estabilidad de los ecosistemas durante todo ese tiempo.

Finalmente, las áreas más conservadas en estas unidades de paisaje son las que se localizan a mayor altitud, especialmente las del arbustal paramero. Las razones que explican esta realidad tienen que ver con lo reducido de su extensión, o bien por el difícil acceso hasta ellas, pero además porque el avance de la frontera agrícola no ha sido importante, probablemente porque las tierras ubicadas en los pisos ecológicos más bajos mantiene todavía buenos niveles de productividad; sin dejar de considerar, que son áreas protegidas por pertenecer al parque nacional Dinira.

f. Análisis comparativo de las tasas de cambio entre pisos ecológicos

Estudiar la dinámica del paisaje es una tarea bastante compleja, mayor aún si se analiza en el contexto de períodos de tiempo prolongados, en muchos casos por falta de información y por la imposibilidad de apreciar en el espacio, realidades que ocurrieron pero que ya no están presentes. De manera que en algunos aspectos es arriesgado arribar a afirmaciones tajantes o concluyentes; sin embargo, el largo período de tiempo sobre el que se hizo el estudio de las tasas de cambio para la

cuenca del río Carache, indica que hubo en cada piso ecológico una dinámica del paisaje muy diferenciada; en ese orden de ideas, en el piso subandino, los procesos de transformación fueron tan fuertes que para el último año del período estudiado no se observó ningún sector con regeneración de lotes boscosos, por el contrario, se dio la desaparición completa de las matrices boscosas que se apreciaban en el año 1966, aunque antes de esta fecha, ya habían procesos transformadores que venían menguando significativamente estas áreas.

Por las características físicas antes señaladas y por la dinámica que ha impuesto la acción del hombre sobre este piso ecológico, pareciera haberse alcanzado niveles de irreversibilidad ecológica, porque aparte del predominio del cultivo de caña de azúcar, hay presiones espaciales por el uso ganadero, ya que es una actividad que se viene haciendo con fuerza y que ha venido ocupando gran parte de las tierras planas que bordean la llanura circundante al lago de Maracaibo.

En el piso basimontano hubo una destrucción muy fuerte de matrices de bosques y complejos niveles de intervención al paisaje, pero hay algunas áreas boscosas que se han venido regenerando por las razones ya explicadas, realidad que tiene muchas implicaciones ecológicas favorables, porque con la presión que actualmente sufren los bosques primarios (Duna, 2004), los bosques secundarios son un gran potencial para la recuperación y continuidad de la cobertura vegetal y de las poblaciones animales y otras formas de vida que en ellos tendrían su hábitat (Alvarado, *et al.*, s/f; Duna, 2004; Chazdon, 2003), amén de que sirven como fuente de productos de distinta naturaleza, alimenticios, medicinales, madereros y pueden ser adicionalmente mitigadores de procesos de degradación del suelo y protectores de recursos hídricos.

Sobre este piso se evidencia una gran complejidad en la estructura del paisaje debido a la variedad de coberturas y usos presentes, donde las áreas agrícolas, según los resultados de las tasas de cambio presentan cierta estabilidad en el tiempo, aunque en el período analizado, en términos generales se nota un aumento en la probabilidad de transición de cobertura boscosa a otros tipos de cobertura directamente controladas por la actividad humana.

El estudio revela que en los otros dos pisos ecológicos, montano y altimontano el proceso de cambios fue menos complejo, pero por la dinámica presente en los demás pisos ecológicos es necesario estar alerta ante lo que pudiera ocurrir en el futuro cercano, particularmente porque pudieran existir amenazas de que otros tipos de cobertura, como por ejemplo, cafetales de sol, incrementen su superficie sobre áreas de selva nublada.

3.2. Síntesis del proceso de transformación del paisaje en la cuenca del río Carache durante el período 1966-2008:

a. Cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca

Se estima que las prácticas de uso de la tierra así como otras actividades económicas que conllevan transformación del paisaje, producen efectos significativos que guardan relación con la disponibilidad de los recursos naturales (FAO, 2000a; Pulido, *et al.*, 2005). Tales impactos o efectos pueden ser favorables o adversos; en el primer caso, es obvio entender que las mejoras en la práctica y uso de la tierra y de los recursos en general, produce beneficios a la sociedad y al ambiente, mientras que en el segundo, los efectos podrían repercutir negativamente, no sólo afectando a quienes los producen, sino a toda la población que vive en un determinado lugar.

En ese sentido resulta valioso mencionar que las áreas boscosas identificadas en la cuenca, gracias a los sostenidos procesos transformadores del paisaje, presentan evidentes muestras de destrucción, básicamente aquellos que por no ofrecer tantos obstáculos para su aprovechamiento por parte del hombre, permiten un grado mayor de intervención, como por ejemplo la selva semicaducifolia montana, hoy reemplazada ampliamente por pastizales, y en el pasado utilizada para el establecimiento a nivel de sotobosque de cultivos tolerantes a la sombra, como el café, que aparenta una fisonomía similar a los bosques densos, constituidos mayormente por especies de la familia de las leguminosas (MARNR, 1996a).

Analizando los cambios producidos en la cuenca estudiada, se revela una dinámica transformadora diferenciada entre las distintas unidades de paisaje; es así como algunas lucen sin mayores cambios, al tiempo que otras se aprecian muy

transformadas; unas con pérdidas especialmente significativas de su tamaño inicial y otras con avances y ganancias muy importantes. En líneas generales, agrupando unidades de paisaje a escala de la cuenca, se tienen los resultados siguientes:

- Un primer grupo de unidades de paisaje que aumentó de tamaño entre 1966 y 2010, conformado por pastizales y arbustales secundarios. Este grupo pasó de 15.109 a 25.994 hectáreas, es decir, un incremento de 10.885 hectáreas, discriminado de la forma siguiente, 5.422 hectáreas los arbustales secundarios y 5.463 hectáreas los pastizales.

Efectivamente puede señalarse que tal incremento alcanzado hasta el año 2010, se produjo a expensas de áreas boscosas (cuadro 19, figuras 27 y 33).

- Un segundo grupo de unidades de paisaje, conformado por todas las áreas boscosas (selva húmeda tropical, selva semicaducifolia montana, selva nublada, bosque caducifolio seco y bosque siempreverde seco montano bajo) que contrariamente al anterior, acusó importantes pérdidas de su superficie en el período antes señalado. De un total de 25.098,42 hectáreas que ocupaba en 1966, disminuyó a 8.779,41 en el año 2010, lo cual representa una merma de 16.319,01 hectáreas, que en cifras porcentuales equivalen a 65% de lo que era su superficie inicial.

Obviamente, las pérdidas de cobertura de este grupo de unidades de paisaje hasta el año 2010, se produjeron por el avance de las unidades de paisaje asociadas a la actividad pastoril, es decir, a los pastizales; y en otra parte, a los arbustales secundarios en cifras próximas al 62%.

- Un tercer grupo compuesto por todas las unidades de paisaje de agricultura de riego y de secano, que no mostró cambios muy importantes. Este grupo de unidades para el año 1966 tenía una superficie de 5.835,54 hectáreas y para el año 2010 pasó a un total de 6.482,75, lo que implica un incremento de 1.097,21 hectáreas, equivalente a una tasa de crecimiento de 24,9 ha/año; cifra muy por debajo de la tasa de crecimiento que registraron los pastizales y arbustales secundarios, que fue de 353,2 ha/año. Este resultado, demuestra que la ganadería es, la actividad económica que tiene mayor presencia espacial en el área de estudio.

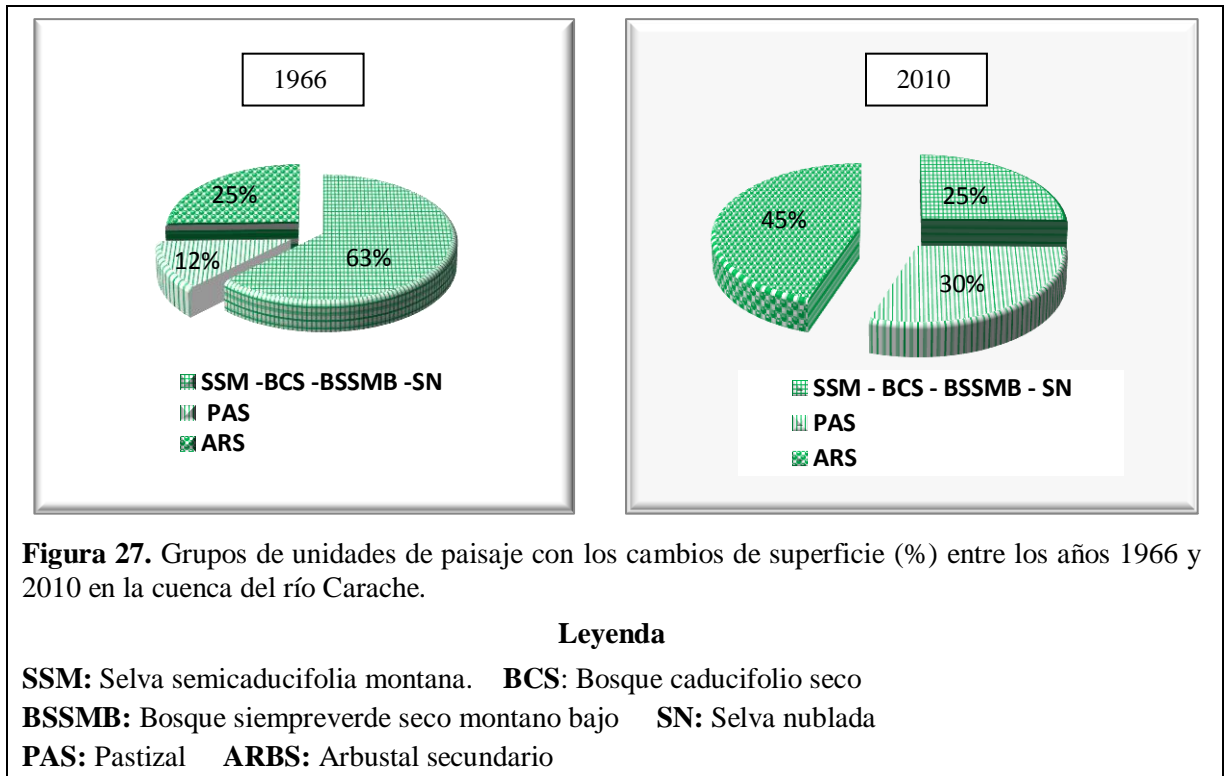


Figura 27. Grupos de unidades de paisaje con los cambios de superficie (%) entre los años 1966 y 2010 en la cuenca del río Carache.

Con relación a los cambios en las unidades de paisaje, (por ejemplo de selva a pastizal), se tiene que los mayores valores se produjeron en las unidades boscosas. De todas éstas, un total de 17.151,4 cambiaron a otros tipos de cobertura, concretamente a unidades de paisaje como el pastizal y el arbustal secundario. Con este hecho se ve materializado el avance de estos últimos tipos de cobertura sobre las matrices de bosque, fenómeno que es un efecto del conjunto de actividades económicas, sobre todo del sector primario, que en diferentes sectores de la cuenca son desarrolladas de manera permanente y sostenida.

Los procesos de intervención del paisaje y de manera particular la destrucción de la vegetación boscosa son responsables entonces de la presencia de ecosistemas transformados y ecosistemas de reemplazo o de lo que ahora desde las nuevas teorías ecológicas se conoce como nuevos ecosistemas, entendidos éstos, como ecosistemas que contienen una composición de especies y abundancias relativas que anteriormente no tenían, presentando como características claves dos aspectos bien puntuales, uno es la novedad, que viene dada por nuevas combinaciones de especies

con el potencial de cambiar el funcionamiento del ecosistema y el otro, la influencia humana, responsable de producir nuevos ecosistemas o ecosistemas emergentes que no dependen de la misma para su mantenimiento (Hobbs, *et al.*, 2007).

Dentro de la ecología del paisaje, la teoría de los nuevos ecosistemas sostiene que la dinámica de un ecosistema emergente es determinada por el transporte y movimiento de organismos en el paisaje, y estos mismos ecosistemas pueden actuar como fuentes de propagación hacia otros ecosistemas (Hobbs, 2007), siendo uno de ellos el caso de los arbustales secundarios emplazados sobre la referida cuenca.

Estos ecosistemas emergentes o nuevos ecosistemas, según Hobbs, *et al.*, (2007), se localizan en el intermedio de un gradiente cuyos extremos son, por un lado ecosistemas silvestres y por otro, ecosistemas con manejo intensivo, que surgen por efectos de la degradación de los primeros, o bien por el abandono de áreas agrícolas; sin embargo, cuando se hacen estudios de períodos muy largos, se tienen dudas en cuanto a la dirección de los cambios que originan a los nuevos ecosistemas. La siguiente figura es un modelo que explica la interrupción de estos nuevos ecosistemas.

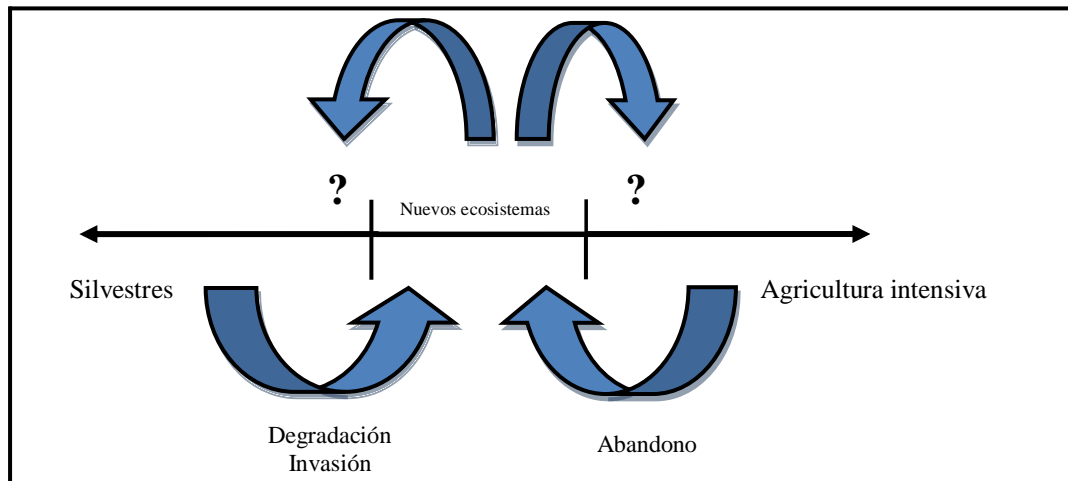


Figura 28. Transformación desde los nuevos ecosistemas hacia otros tipos de ecosistemas. (Tomado de Hobbs, *et al.*, 2007).

4. Conclusiones

Este capítulo denominado análisis de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache en el período 1966-2010, presentó información relacionada con las unidades ecológicas de las que se hizo una caracterización y se discutieron algunos aspectos relevantes. Igualmente se describieron las unidades de paisaje

encontradas y se desarrolló un análisis comparativo de los cambios que éstas presentaron a través del período de estudio (1966 - 2010).

En último lugar se hizo una síntesis del proceso de transformación del paisaje a partir de los cambios encontrados en las distintas unidades de paisaje. Sobre la base de los resultados, se concluye que la unidad espacial en estudio se muestra como un espacio muy intervenido, coincidiendo con iguales señalamientos realizados por Godoy (1995); Godoy y Briceño (1986); y Pacheco (1999); siendo responsable de esta intervención, la dinámica impuesta por los grupos humanos al llevar a cabo la práctica de actividades económicas, especialmente ganadería y agricultura.

Sintetizando, las variaciones de tamaño de las unidades de paisaje, con excepción de las áreas de páramo y del piso superior de la selva nublada, se acentuaron en toda la cuenca, pero con mayor relevancia en los pisos ecológicos montano y basimontano, por tanto, debe indicarse que las unidades de paisaje cubiertas por bosques en todos los pisos ecológicos, han disminuido en gran parte su tamaño, como producto de los cambios de uso/cobertura de la tierra, mientras que otras unidades de paisaje, como los pastizales y arbustales han ganado una significativa porción en superficie, situación que coincide con iguales resultados encontrados para el estado Trujillo por el MARNR (1996a).

Finalmente debe quedar claro que por lo abultado del período de estudio, y por no contar con imágenes de percepción remota para años intermedios, no se pudo precisar si se presentaron cambios diferentes a los planteados, por tanto, desde esa perspectiva, queda la duda respecto a la estabilidad y la dinámica de las unidades de paisaje durante los cuarenta y cuatro años analizados.

CAPÍTULO VI

CAUSAS DE LA TRASFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE. PERÍODO 1966 - 2010.

1. Introducción

Los paisajes naturales se enfrentan a una dificultad sin precedentes, marcada por la acción humana desmedida en el término de un tiempo relativamente corto, especialmente a partir de las últimas décadas del siglo XX (Vitousek, 1994; Pimm, *et al.*, 1995). Las consecuencias de este accionar, aunque son reconocidas y analizadas desde diferentes puntos de vista por la comunidad científica internacional, todavía necesitan ser estudiadas con mayor exhaustividad.

Muchas son las causas de la desaparición de bosques y de la transformación del paisaje en distintas regiones del mundo y en particular en la zona tropical (FAO, 2000a), entre ellas la deforestación y el uso no sostenible de recursos forestales (Cayuela, 2006).

En Venezuela según la FAO (1998), citada por Centeno (2001), en la década de los años 70 del siglo XX, por causa de la deforestación se perdieron 245.000 ha/año, aumentando exponencialmente en la década de los 80 a la cifra de 600.000 hectáreas anuales, para convertir bosques en tierras de cultivo y de uso ganadero.

Para el año 1990, de acuerdo a la FAO (2000c), se perdían en Venezuela 218.000 hectáreas de bosque; de forma que para 1995 la tasa de deforestación nacional estaba cerca del 2,8%. Se estima que a partir del año 2000, la deforestación en el país habría disminuido, entre otras razones, por el establecimiento de normas orientadas a mayores controles y a las tasas fiscales aplicadas a los productos forestales (MARN s/f). En síntesis, para este último año, la pérdida de bosques pudo estar en el orden de 140.000 a 98.000 hectáreas que representaría cerca del 0,3% a 0,2% de la cobertura boscosa nacional (MARN s/f).

A la deforestación y otras prácticas del proceso productivo se vinculan causas que incitan a la destrucción de la vegetación boscosa, tales como el consumo de leña, el bajo nivel educativo de la población al que se asocia la falta de conciencia ambiental, y el desconocimiento que ésta tiene en materia de ordenamiento jurídico

ambiental, lo que coincide con iguales causas encontradas en Colombia por Márquez (2005).

Con respecto a la cuenca en estudio no se conocen investigaciones sobre las causas de la transformación del paisaje, así como de los cambios de uso/cobertura de la tierra y de la pérdida de la vegetación boscosa; en consecuencia, es objetivo del presente capítulo, como parte de los resultados de esta investigación, intentar la identificación de las causas de tales hechos, que junto al reconocimiento de los impactos ecológicos y sociales que se describen en el capítulo VI, ofrecen una visión integral de la dinámica a la que ha sido sometida la cuenca.

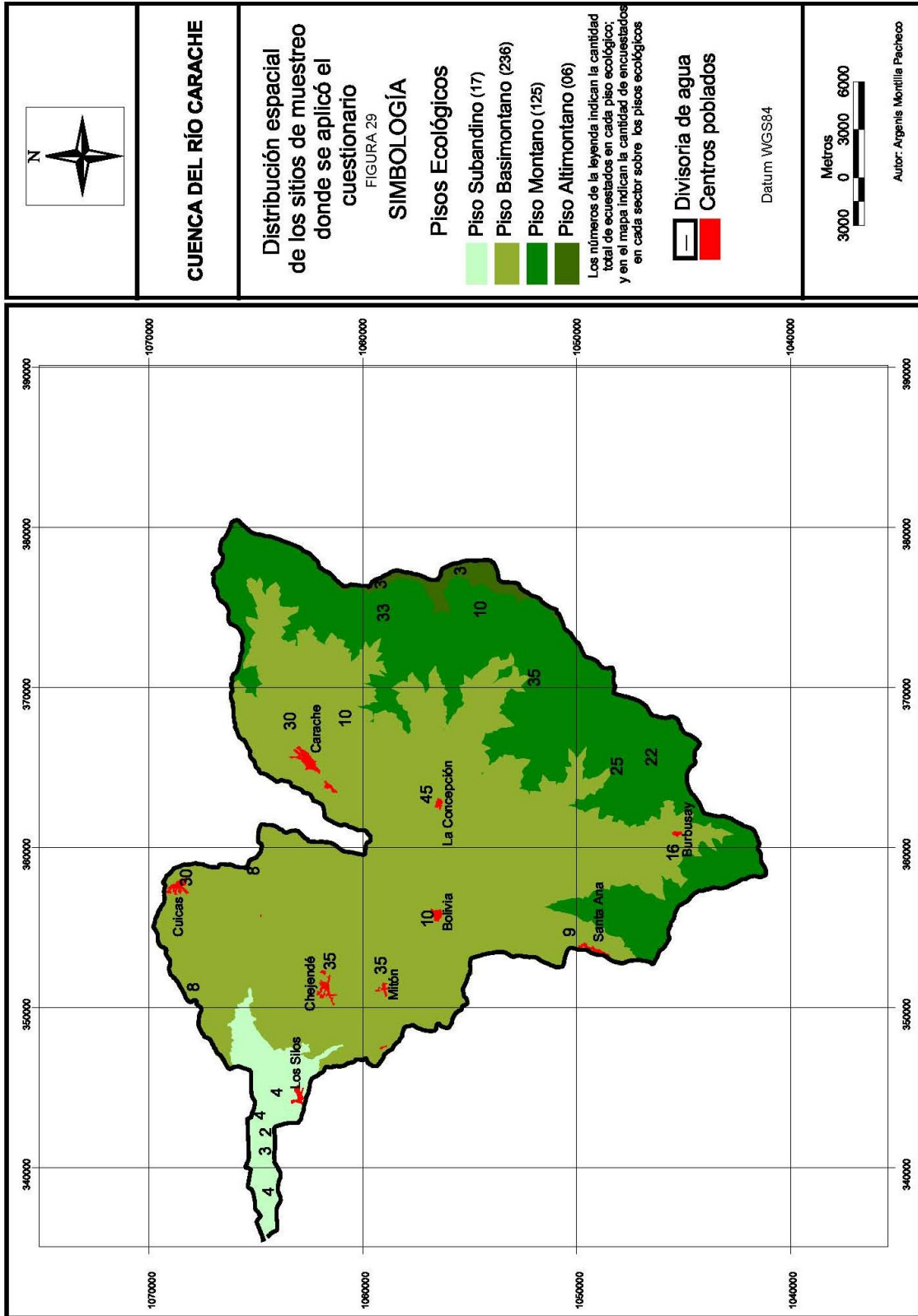
2. Metodología

Para identificar las causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra, así como los efectos ecológicos y sociales resultantes que serán expuestos en el capítulo VII, se requirió, aparte de los reconocimientos ecológicos, la aplicación de una encuesta apoyada en la metodología propuesta por Ramakrishna (1997), y utilizada por Becerra, *et al.*, (2006). La encuesta permitió recoger datos aportados por los productores agrícolas de los distintos pisos ecológicos que hay en la cuenca por medio de la aplicación de un cuestionario administrado en entrevistas.

La información recabada está relacionada con aspectos ecológicos, así como económicos y sociales del área estudiada. El procedimiento seguido en la encuesta, tal como sugiere Spósito (1994), citado por Becerra, *et al.*, (2006), incluyó la selección de la muestra, el diseño y prueba del cuestionario, la obtención de la información por entrevista y su tabulación y análisis correspondiente.

2.1. Población y muestra

Se definió como población de estudio al universo de productores o propietarios de unidades de producción agrícola y/o pecuaria ubicados en los diferentes pisos ecológicos del área de estudio (figura 29), asumiendo que un productor agrícola o pecuario es un individuo que explota una unidad de producción, que puede ser de tamaño variable, orientada a la cría de ganado, o a la práctica de cultivos.



El tamaño de la población objeto de estudio es de 2.300 productores, cifra que se determinó con la información obtenida de varios entes oficiales, entre ellos, el Instituto Nacional de Tierras (INTI), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), y el Instituto Nacional Desarrollo Rural (INDER). Tomando en cuenta que estas instituciones no poseen registros completos del número de productores, fue necesario precisar esa información por medio de entrevistas a personas de diferentes centros poblados de la cuenca. El tamaño de la muestra global representativa fue de 384 productores, estimada mediante la fórmula propuesta por Cea D´ Ancona (2001):

$$n \geq \frac{S^2}{\frac{\epsilon^2}{Z_{\alpha/2}^2} + \frac{S^2}{N}}$$

Donde:

ϵ^2	Error permisible	$Z_{\alpha/2}^2$	Nivel de confianza de 95%
N	Tamaño de la población	S^2	Varianza

Se seleccionaron 384 individuos como muestra global, de allí se procedió a seleccionar submuestras por muestreo estratificado, de modo que cada piso ecológico se constituyó en un estrato. Esto fue así, porque la unidad espacial objeto de estudio es muy heterogénea desde el punto de vista físico-natural y sin una estratificación por pisos, sería difícil tener una representatividad en la muestra, corriendo el riesgo de no alcanzar la información completa y confiable de toda la cuenca, necesaria para interpretar y conocer el grado de influencia de la acción humana en cada piso ecológico en relación a la transformación del paisaje y a los cambios de uso/cobertura de la tierra; en ese orden de ideas, se empleó el procedimiento de afijación proporcional, de modo que cada submuestra estuvo representada en función a la proporción espacial o superficie que ocupa cada piso ecológico, tal como se señala en el cuadro 20.

Cuadro 20.

Tamaño de las submuestras de población para aplicación del cuestionario en cada piso ecológico.

Piso Ecológico	% Superficie que ocupa en la cuenca	Individuos que forman la submuestra
Subandino	4,36%	17
Basimontano	61,40%	236
Montano	32,66%	125
Altimontano	1,56%	6
Totales	100%	384

2.2. Diseño y validez del cuestionario

Se diseñó un instrumento tipo cuestionario mixto, que según Ruiz (2002), es aquel que está integrado por preguntas abiertas y cerradas, muchas de ellas presentaban múltiples opciones de respuestas. Para diseñar el cuestionario se partió de las variables a medir, y de otras variables de interés que recomienda la FAO (1985).

A cada grupo de muestreo se le aplicó el mismo cuestionario, mediante el que se hizo posible determinar las causas de los cambios de uso/cobertura de la tierra y la identificación de los efectos ecológicos y sociales resultantes.

El instrumento de recolección de información fue estructurado en cinco partes, la primera recoge información sobre las características generales del encuestado, es decir, sexo, edad, estado civil, grado de instrucción e ingresos económicos. La segunda parte recolectó información sobre las características de la vivienda y los servicios que la misma posee, así como también aspectos vinculados a la unidad de producción, de forma tal que se hiciera posible un diagnóstico social de los productores.

La tercera parte contempla preguntas diversas, pero orientadas todas a encontrar información sobre las posibles causas de transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. La cuarta parte del cuestionario se orientó a buscar información que permitió identificar los impactos ecológicos y sociales que han resultado del proceso transformador del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra.

La quinta parte del instrumento consta de varias preguntas, todas con el propósito de indagar en el productor el nivel de consciencia y sensibilidad en el ámbito ecológico, así como la disposición de participar en actividades formativas que le permitan reorientar el manejo de ciertas prácticas agrícolas y el aprovechamiento de los recursos naturales.

El instrumento de recolección de datos fue validado mediante la técnica de juicio de cinco (5) expertos y la aplicación de una encuesta piloto a veinte (20) productores seleccionados al azar, que es, según Ruiz (2002), la cantidad generalmente utilizada y que normalmente no deben formar parte de la muestra, con ellos se verificó la organización, redacción, claridad, pertinencia, coherencia y objetividad de los ítems que conformaron el cuestionario.

2.3. Estimación de las tasas de deforestación

La tasa de deforestación es un indicador que permite medir el grado de transformación del paisaje y la destrucción de la cobertura vegetal en un lugar determinado y por un tiempo dado. Este indicador ha sido estimado en numerosas ocasiones, fundamentalmente cuando hay la necesidad de proyectar a futuro la dinámica de un ecosistema y planificar la gestión de sus recursos, especialmente los forestales.

Cuando se habla de tasas de deforestación es conveniente al menos, utilizar alguna clasificación cualitativa basada en datos numéricos que permita establecer comparaciones; en ese contexto, Hernández y Pozzobon (2002), tipifican las tasas de deforestación en las cuatro categorías que se ilustran en el cuadro 21.

Cuadro 21

Clasificación de las tasas de deforestación.

TASAS DE DEFORESTACIÓN (%/año)	CALIFICATIVO
< 0,5	Baja
0,5 - 2,0	Media
2,0 - 3,0	Alta
> 3,0	Muy Alta

(Hernández y Pozzobon, 2002). .

Para estimar las tasas de deforestación en la cuenca del río Carache en el período 1966 - 2010 se utilizó la siguiente ecuación propuesta por Hernández y Pozzobon (2002):

$$T_d = \frac{(A_1 - A_2)}{(A_1 \times n)} \times 100$$

Donde:

A₁ es superficie boscosa en el momento inicial, expresado en hectáreas

A₂ es superficie con bosque al final del período expresado en hectáreas

n es el período de tiempo en número de años entre A₁ y A₂.

3. Resultados y discusión: Causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra

Según los resultados de la presente investigación, se encontró que la transformación del paisaje y los cambios en el uso/cobertura de la tierra están asociados a muy variadas y complejas causas, entre ellas, al incremento de tierras para la práctica de la ganadería vacuna; situación que concuerda con el mismo señalamiento hecho por la FAO (2000c) para toda Venezuela.

Otras causas no menos importantes también fueron encontradas con la aplicación de la encuesta a los productores agrícolas y pecuarios de la cuenca, las mismas se explican en detalles en lo sucesivo. Entre ellas se tienen actividades de agricultura y ganadería (especialmente con prácticas agrícolas como deforestación, quemas, agricultura itinerante), extracción de leña para la venta y para el consumo en los hogares en forma de combustible, el otorgamiento de créditos para agricultura y ganadería sin un acompañamiento técnico a los productores que se traduce en intervención del espacio, ausencia de vigilancia ambiental por parte de los entes gubernamentales, pobreza y bajos ingresos económicos de los productores, bajo grado de instrucción y desconocimiento en materia jurídica ambiental. Sin embargo, debe aclararse que los resultados, por ser el producto de la opinión de los encuestados, deben tratarse con cautela, pues no siempre, la opinión emitida por éstos, significa el reflejo fiel de un hecho como tal.

3.1. Actividades de ganadería y agricultura

La práctica de la ganadería y la agricultura generalmente está ligada a procesos de deforestación (Foley, *et al.*, 2005; García, 2010; Watson, *et al.*, 2000). La primera para implantar pastizales y la segunda para practicar la agricultura en distintos rubros, como por ejemplo cafetales, mayormente en la variedad de sol, provocando la fragmentación de importantes matrices boscosas, y en otros casos, la destrucción completa de las mismas.

Se demostró con los reconocimientos ecológicos basados en el análisis e interpretación de las imágenes de percepción remota y con la opinión suministrada por los productores encuestados, que hay una expansión progresiva de tierras para la práctica de ganadería vacuna a expensas de áreas boscosas y de sistemas agrícolas tradicionales como el café de sombra, con lo que se comprueba parte de los planteamientos hipotéticos de la investigación.

3.2. Prácticas agrícolas no adecuadas empleadas en el proceso productivo como causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra.

El uso inadecuado de ciertas prácticas agrícolas y pecuarias ha sido reportado por varios autores como causales de destrucción de ecosistemas y transformación del paisaje (Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga CDMB, s/f; Nesheim, 1993 y Olexa, 1991). Encontramos igualmente que en el estado Trujillo los productores emplean prácticas dañinas entre las cuales pueden mencionarse la tala y la quema indiscriminada, la agricultura migratoria, el uso irracional y no adecuado de instrumentos de trabajo e insumos agroquímicos entre otros (FAO, 2000c),

En la cuenca del río Carache, según manifiestan los productores encuestados, se desarrollan ciertas prácticas agrícolas, que pudieran ser apropiadas desde el punto de vista económico productivo, pero que para efectos de la preservación del ambiente y de los ecosistemas no serían las más idóneas. Éstas a su vez, se convierten en causas responsables de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra. A ese respecto, se encontraron las siguientes:

a. Deforestación

La deforestación puede ser vista como una importante causa de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra (Catalán, 1990; Cayuela, 2006). De acuerdo a la información que ofrece el MARNR (2001), en los años 1998, 1999 y 2000, se deforestaron en Venezuela un total de 68.214,40 hectáreas (cuadro 22), es decir, un área casi igual a la que ocupa la unidad espacial objeto de estudio; en tanto que para el estado Trujillo, la deforestación, para los tres años ya mencionados, alcanzó la cifra de 1.260 hectáreas, entre las cuales, seguramente, se incluyen las áreas deforestadas en la cuenca del río Carache, pues la misma forma parte de la geografía de aquel estado.

Cuadro 22

Superficie deforestada con permiso administrativo en el país y el estado Trujillo. (1998-2000).

SUPERFICIE DEFORESTADA (ha)				
Entidad federal	Año 1998	Año 1999	Año 2000	Superficie total deforestada en los tres años (1998 al 2000)
Total (Venezuela)	28.870	21.858	17.486	68.214,40
Trujillo	1.329	623	498	1.260

(Adaptado del MARNR, 2001).

Como resultado de este trabajo se encontró que dentro del conjunto de prácticas agrícolas empleadas por los productores, la deforestación es una de ellas. Según los datos que arroja la encuesta aplicada, la deforestación es una práctica utilizada por un significativo número de productores, es decir, por el 61,04%, (figura 28 y cuadro 24) lo que sugiere que esta actividad tiene gran relevancia entre el conjunto de prácticas agrícolas que se emplean en la cuenca.

Sobre el particular, Peña (2002) afirma que allí la deforestación intensiva toma visos de dramatismo, porque también se realiza en zonas de pendientes muy

pronunciadas, agrega que esto se debe a métodos erróneos de cultivo que llegan a agotar los espacios dedicados a la agricultura; porque al quedar desprovistos los suelos de su bosque protector, el agua y los vientos actúan en los procesos erosivos.

Como resultado, los procesos de deforestación vienen produciendo el consecuente dinamismo y expansión de la frontera agrícola y pecuaria y la transformación del paisaje, hecho que concuerda con igual situación hallada en ciertas regiones de Panamá por la Comisión Permanente del Pacífico Sur - CPPS (2005).

Con respecto a las tasas de deforestación, se tiene que a escala mundial, para el año 1995, según Lanly (1997) fue de 1,68%, mientras que para los bosques de montaña de América Latina entre 1980 y 1990 ha sido estimada por la FAO (1995), en 1,2%; en ambos casos, según los criterios de Hernández y Pozzobon (2002), resulta ser una tasa de deforestación media.

Para Venezuela en el mismo período señalado, según estimaciones de Catalán (1990), ésta fue de 2,72%, cifra que de acuerdo a los mismos autores se ubica en la categoría de alta tasa de deforestación. En otras palabras, Venezuela presentó para esos años, tasas de deforestación con valores superiores a las que se reportaron para América Latina e inclusive para el mundo.

Para la cuenca del río Carache estimamos tasas de deforestación entre los años 1966 y 2010 en las cinco unidades de paisaje que están conformadas por bosques, siendo ellas la selva húmeda tropical, el bosque caducifolio seco, el bosque siempreverde seco montano bajo, la selva nublada y la selva semicaducifolia montana. En cada unidad de paisaje se encontraron las siguientes tasas de deforestación: 2,28; 1,73; 1,60; 1,24 y 1,72% respectivamente (cuadro 23).

Estudiando en detalle la tasa de deforestación para cada unidad de paisaje, se observa que la selva húmeda tropical perdió anualmente 4,27 hectáreas, cifra suficiente para que desapareciera por completo para el último corte cronológico estudiado. En cuanto al bosque caducifolio seco, puede decirse que está en peligro de extinción en la cuenca; éste perdió 70,43 hectáreas por año, de manera que de mantenerse esta tasa, es probable que desaparezca por completo en un período de 13,5 años.

Cuadro 23

Tasas de deforestación en cinco unidades de paisaje en la cuenca del río Carache entre 1966 y 2010.

UNIDADES DE PAISAJE	SUPERFICIE OCUPADA AÑO 1966 (ha)	SUPERFICIE OCUPADA AÑO 2010 (ha)	SUPERFICIE DEFORESTADA EN EL PERÍODO (ha)	TASA DE DEFORESTACIÓN EN EL PERÍODO (%/ año)	CATEGORÍA
Selva húmeda tropical	188,25	0	188,25	2,28	Alta
Bosque caducifolio seco	4.051,40	952,14	3.099,26	1,73	Media
Bosque siempreverde seco montano bajo	5.680,88	1.718,72	3.962,06	1,60	Media
Selva nublada	11.602,58	5.253,81	6.348,77	1,24	Media
Selva semicaducifolia montana	3.575,31	854,74	2.720,57	1,72	Media
Total para las cinco unidades de paisaje	25.098,42	8.779,41	16.319,01	1,50	Media

Para el bosque siempreverde seco montano bajo se calcularon pérdidas de 90,04 ha/año, mientras que para las selvas nublada y semicaducifolia montana fueron respectivamente de 144,29 y 61,83 ha/año. Sin embargo, debe explicarse que estos resultados son el promedio anual de un lapso de cuarenta y cuatro años, lo cual, no quiere decir que los procesos de deforestación se hayan mantenido constantes durante este tiempo, por cuanto la intervención del paisaje tiene en mucho que ver con distintas variables, como por ejemplo la económica, que como se sabe, históricamente el país, ha vivido de manera cíclica momentos de bonanza y de crisis económica. En el primero de los casos, implicando mayor intervención de áreas naturales, que al ser deforestadas pudieron orientarse hacia la ocupación de nuevas

tierras destinadas a la ganadería, agricultura y otros usos del espacio, debido a la disponibilidad de mayores recursos monetarios.

En todo caso, de mantenerse las tasas de deforestación ya señaladas, y de seguir gobernando similares procesos vinculados en la destrucción de la vegetación boscosa de la cuenca entre los años 1966 y 2010, es de esperar que el bosque siempreverde seco montano bajo, la selva nublada y la selva semicaducifolia montana sean reemplazados totalmente por otras unidades de paisaje en el transcurso de los próximos 40, 36 y 13 años respectivamente, con lo cual, al igual que ocurrió con la selva húmeda tropical y el bosque caducifolio seco, ya no se contarían entre el espectro de unidades de paisaje boscosas localizadas sobre el espacio geográfico de la cuenca en estudio.

Analizando los resultados de la tasa de deforestación encontrada para la cuenca, se tiene que la misma está en la categoría media, hecho que la ubica por debajo de la tasa de deforestación mundial (1,68%) y por encima de la de América Latina (1,2%) reportadas respectivamente por Lanly (1997) para el año 1995 y por la FAO (1995) para el período 1980 - 1990. Sin embargo, la tasa de deforestación encontrada en la cuenca es inferior a la tasa estimada por Catalán (1990) para Venezuela (2,72%), igualmente es inferior a la tasa de deforestación anual estimada por Hernández y Pozzobon (2002) para las cuencas de los ríos Nuestra Señora, en el estado Mérida y, San Pedro, en el estado Falcón, entre 1966 y 1997, ambas con valores superiores al 2%.

En definitiva, la tasa de deforestación estimada en este trabajo, debe interpretarse como un resultado del proceso de deforestación a través de los años, suficiente para destruir en un porcentaje significativo las áreas boscosas más importantes de la cuenca.

b. Agricultura migratoria

La agricultura migratoria como práctica agrícola produce fragmentación del bosque y en consecuencia transformación del paisaje (Valecillo-Rodríguez, 2009; Watters, 1971). Es una costumbre generalizada, cuando ya el suelo está agotado, que

el productor abandone ese espacio y se dirija a uno y otro de modo sucesivo (Paiva, 1998), de forma que cada vez el paisaje va sufriendo más cambios.

La agricultura migratoria es practicada especialmente por aquellos productores en permanente situación de pobreza (Watters, 1971), lo que los obliga a buscar su sustento, el que consiguen ejerciendo presión sobre el medio natural, transformando el paisaje y destruyendo progresivamente la vegetación boscosa, y creando simultáneamente cambios en el uso de la tierra, generando un círculo vicioso que termina por destruir los sistemas ecológicos primarios dando paso a la creación de nuevos ecosistemas.

Los resultados encontrados en la encuesta demuestran que la agricultura migratoria es practicada por el 17,70% de los productores (figura 30 y cuadro 24), hecho que sustenta la hipótesis de que esta actividad, junto a la deforestación implícita, son causas importantes de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache. Debe entenderse de forma adicional, que la práctica de la agricultura migratoria, pudiera llevar consigo, en un buen número de casos, a la destrucción de áreas boscosas.

c. Quemadas

Las quemadas e incendios forestales son importantes perturbadores ecológicos, por ello se consideran dentro del conjunto de causas que crean cambios a escala de paisaje en los ecosistemas (Blondel y Aronson, 1999 citado por Valecillo-Rodríguez, 2009). Es así como el fuego destruye la vegetación para dar paso a su vez, a la ocupación de tierras destinadas a otros usos, entre ellos ganadero y agrícola (Maldonado, 1997), por ello el movimiento progresivo de la frontera agrícola y el incremento de tierras dedicadas a la ganadería es incuestionable.

En determinados sectores de la cuenca del río Carache se ha determinado que las quemadas se practican sin ningún control, y que el fuego arrasa de forma indiscriminada con áreas boscosas que al quedar desnudas son utilizadas para el aprovechamiento agrícola, en algunos casos únicamente para alcanzar una o dos cosechas, y luego por tiempo indefinido para la actividad ganadera (Godoy, 1995; González, 2000).

Esta práctica empleada por el productor del campo, pese a ser tradicional, ha sido poco investigada al menos en el ámbito espacial que nos ocupa, de modo que no se conoce mucho acerca de sus dimensiones. Sin embargo Godoy (1995), señala que allí las quemas, en términos temporales, siempre se han desarrollado, precisamente para incrementar el tamaño de las áreas de uso agrícola y ganadero, hecho que se corrobora en este trabajo, pues se encontró que al menos el 15,62% de los productores agrícolas la emplean (figura 30 y cuadro 24). Esta cifra, aun cuando no es despreciable, sugiere dudas, y pudiera ser más alta, pues los encuestados conociendo que esta práctica no es ambientalmente correcta, pudieron haber respondido de manera sesgada.

Cuadro 24

Prácticas agrícolas no adecuadas empleadas por los productores agrícolas y pecuarios de la cuenca del río Carache según los resultados de la encuesta.

DEFORESTACIÓN	AGRICULTURA MIGRATORIA	QUEMAS	OTRAS
61,04%	17,70%	15,62%	5,64%

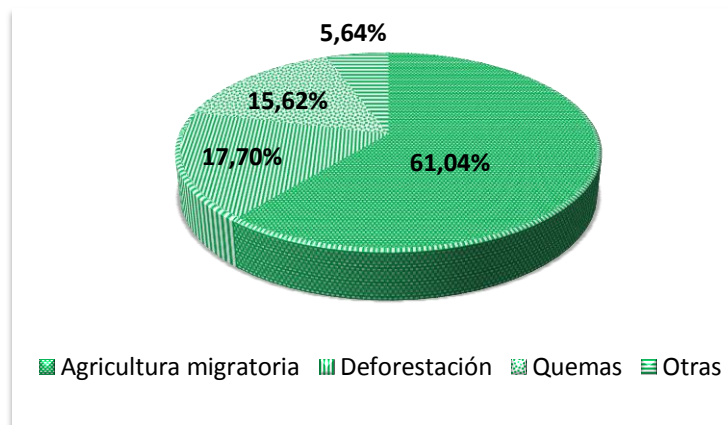


Figura 30. Prácticas agrícolas no adecuadas para la preservación del ambiente empleadas por porcentaje de productores en la cuenca del río Carache.

En otro orden de ideas, aun cuando no es objetivo de este trabajo abordar los beneficios que genera el fuego a nivel de ecología del paisaje, es de hacer notar que éste tiene aspectos positivos, por cuanto, como proceso perturbador, juega un rol

fundamental sobre la dinámica paisajística y por tanto sobre la distribución de especies (Moreira y Russo, 2007; Valecillo-Rodríguez, 2009), contribuyendo también en el mantenimiento de la heterogeneidad del paisaje. A ese respecto, sería de alto valor, investigar a futuro, para determinar, en el caso de la cuenca, los impactos del fuego en las áreas boscosas, sobre la base de las afirmaciones de Brawn, *et al.*, (2001) y Pickett y White, (1985); cuando aseveran que éste, junto a otros eventos como los que se señalan en la figura 31, actúa como elemento decisivo en el mantenimiento de la heterogeneidad del paisaje.

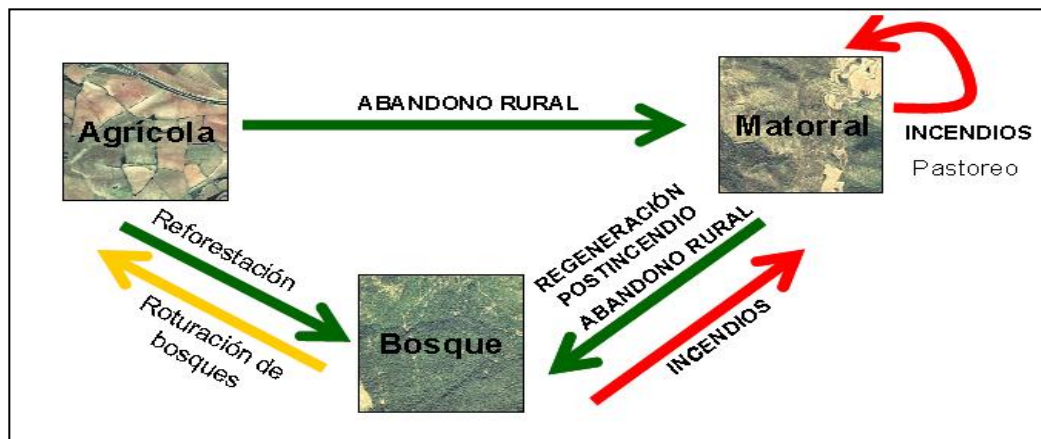
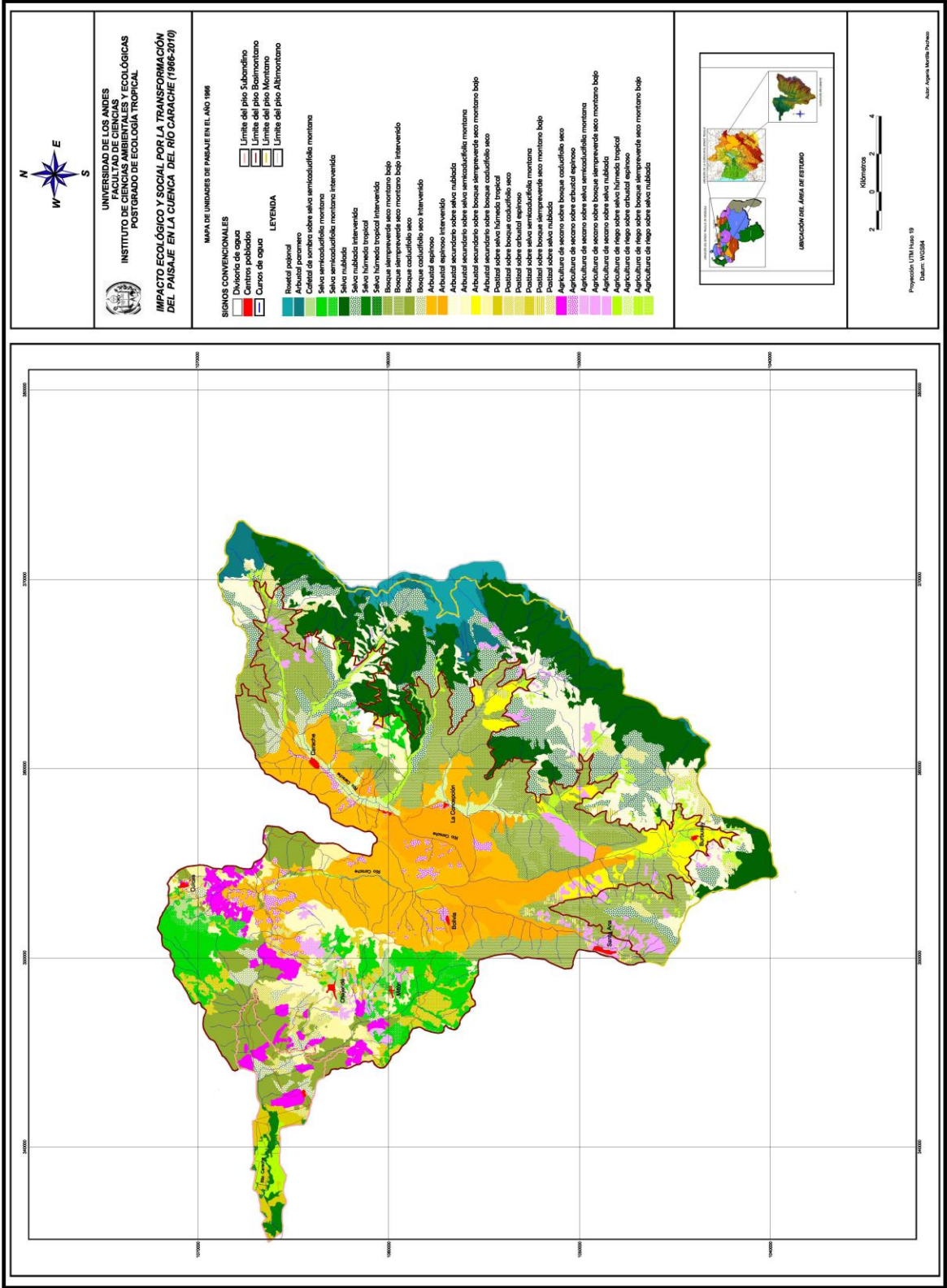
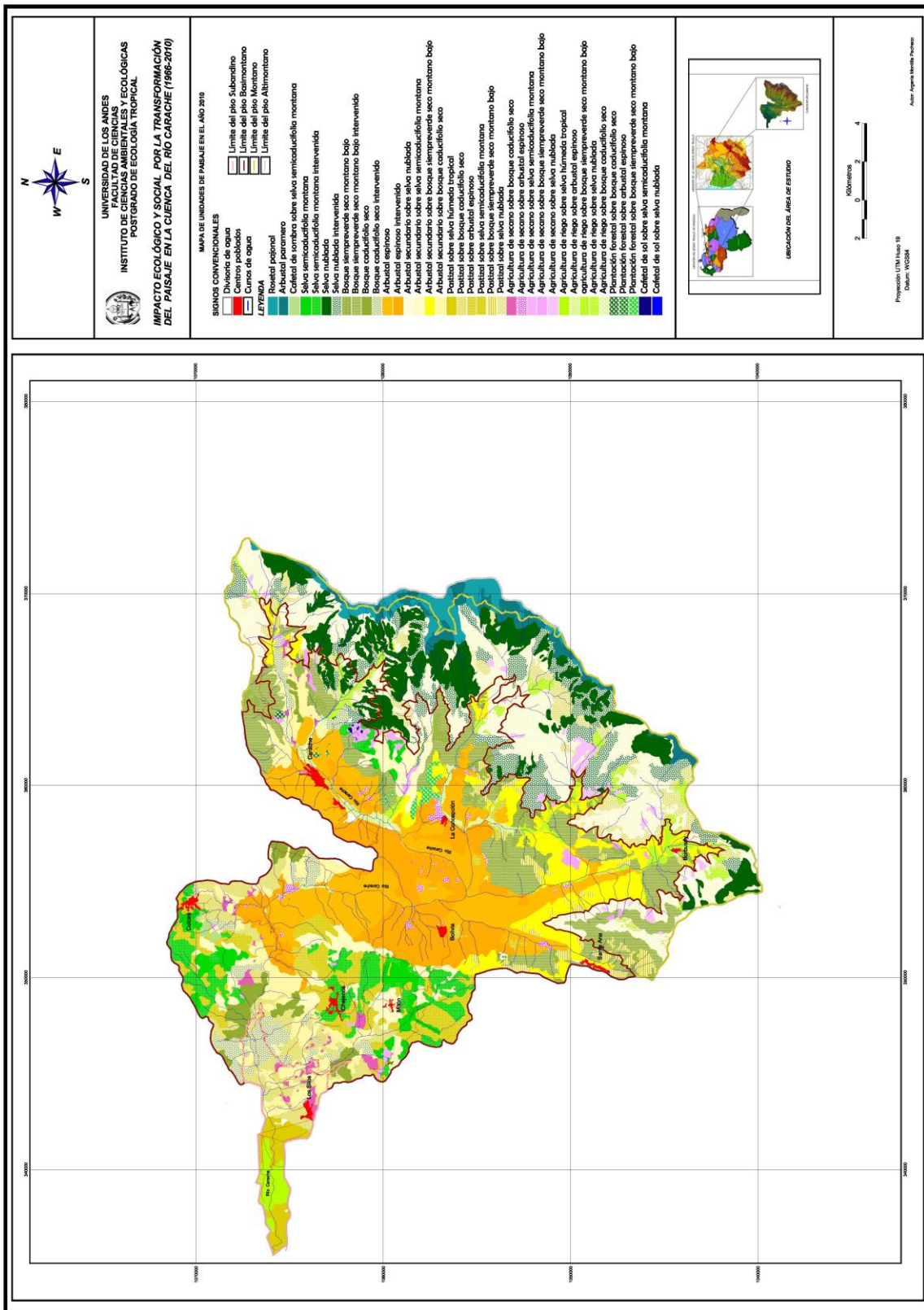


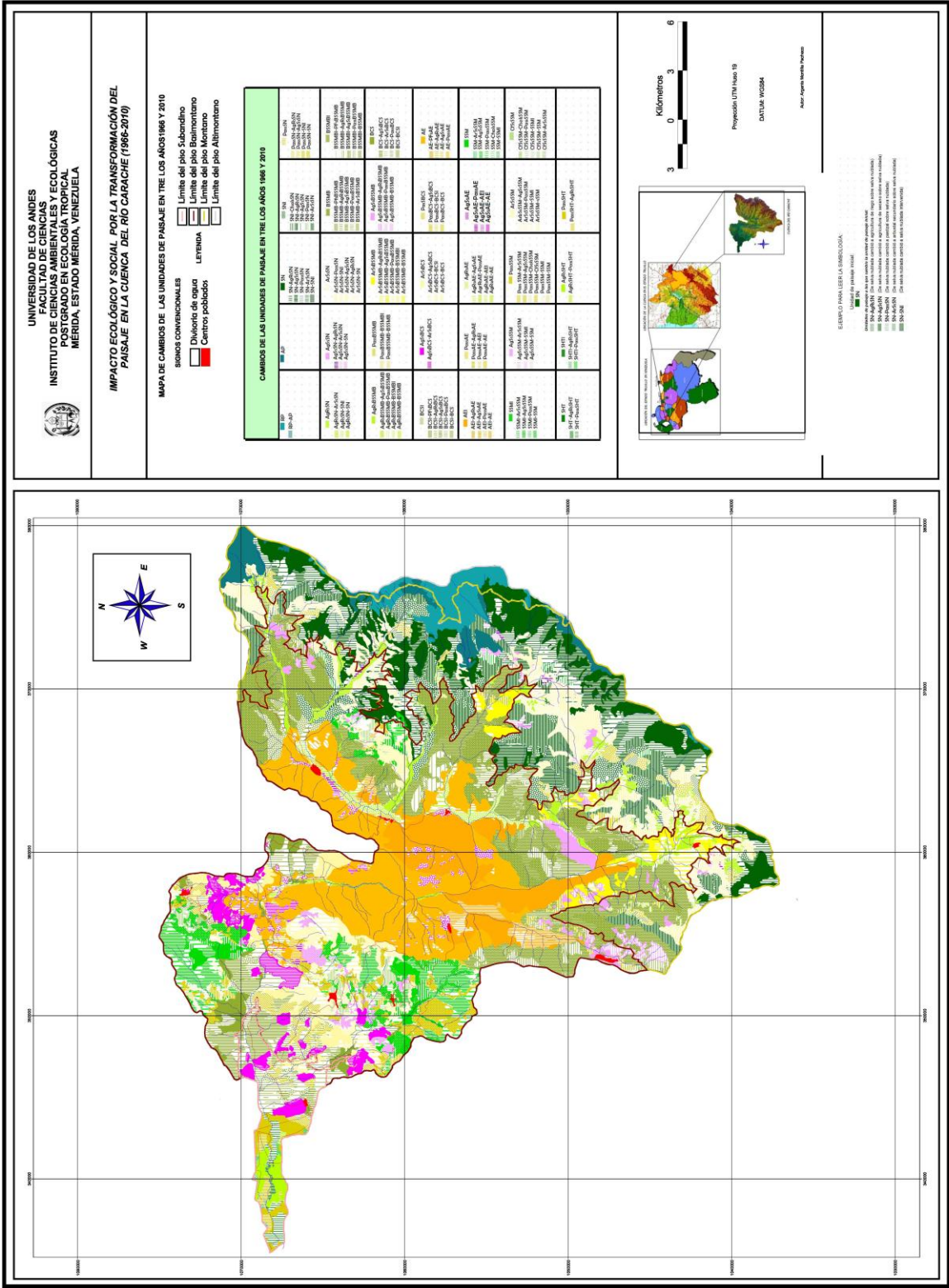
Figura 31. Procesos determinantes de los cambios en los usos del suelo a escala de paisaje. Letras mayúsculas indican mayor importancia del proceso a gran escala.

(Modificado de Moreira y Russo, 2007); por Valecillo-Rodríguez, 2009).

En conclusión, a nivel de transformación del paisaje, tal como se discutió en el capítulo V, pareciera existir una articulación entre distintas causas, tales como deforestación, agricultura itinerante y quemas, con otras no menos significativas, como la marginalidad socioeconómica y el bajo nivel educativo que presenta un alto porcentaje de los productores de la cuenca, tal como se ilustra en la figura 38. En definitiva, estas causas de transformación, serían en parte, las responsables de los cambios en la estructura del paisaje, producidos entre 1966 y 2010, los cuales pueden apreciarse en los mapas de unidades de paisaje para estos mismos años (figuras 32 y 33 en las páginas 139 y 140) así como en el mapa de cambios (figura 34 en la página 141).







3.3. Consumo de leña

La leña ha sido históricamente una fuente disponible de energía, no sólo a escala familiar sino también para la industria. Ésta, convertida en carbón sigue siendo un recurso energético importante en las ciudades, donde se emplea en asaderos y restaurantes. No obstante, hoy en día hay escasez creciente, no adecuadamente suplida por otras fuentes costosas o menos accesibles (Márquez, 2005).

Los resultados encontrados en esta investigación sugieren que en la cuenca objeto de estudio, la utilización de leña como combustible sigue teniendo relevancia, por cuanto de forma exclusiva, el 38,5% de la población encuestada manifestó utilizarla como combustible para cocinar, mientras que el resto, 61,4% dice utilizarla alternativamente con gas doméstico y kerosén (figura 35).

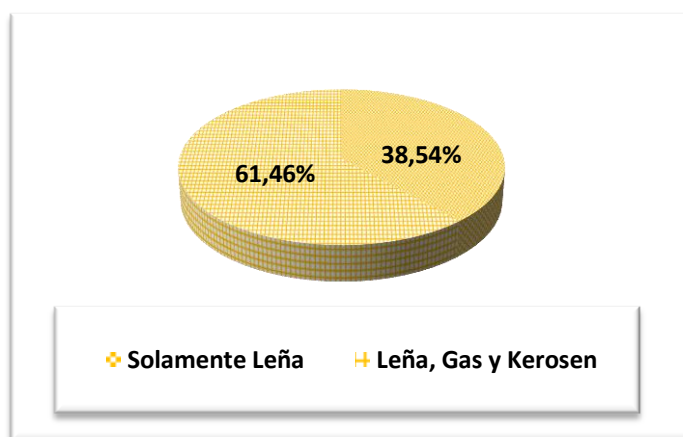


Figura 35. Combustibles utilizados para cocinar en las viviendas por porcentaje de los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache.

El alto consumo de leña encontrado pudiera atribuirse también como una de las causas que ha contribuido con la destrucción de la vegetación boscosa y obviamente en la transformación del paisaje tanto en el estado Trujillo como en la cuenca, reafirmando así los planteamientos realizados por otros investigadores (Peña, 2002; Salas, 1996), cuando sostienen que la utilización de leña ha sido la causa de la desaparición de ecosistemas boscosos en ciertos sectores de Los Andes Venezolanos; por ejemplo, para el estado Trujillo, se reporta un consumo de 28,8 m³/familia/año,

de manera que si esta cifra se hace extensible a la cuenca, se tendría un consumo total de 142.272 m³, si se asume que en ésta hay 4.940 familias.

3.4. Concesión de créditos y falta de asistencia técnica

La concesión de créditos desde los últimos veinte años para actividades de ganadería y agricultura, como lo demuestran los resultados de la encuesta, sugiere que es otra de las causas que ha motorizado la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. Aunque debe señalarse, que los créditos más altos se asignan al sector pastoril, que como se sabe, requiere de la ocupación de mayores extensiones de tierra y no exige tanta mano de obra y adhesión al sitio, respecto al caso de los cultivos (Tovar, 1982).

El capital disponible por el productor, gracias a la concesión de ayudas crediticias es utilizado para actividades de deforestación que contribuyen a la expansión de la frontera agrícola (FAO, 2000c), debido a la búsqueda permanente por parte del productor de nuevas tierras para practicar la ganadería (Catalán, 1990; Centeno, 1990; 1995; 1996; y Miranda, *et al.*, 1998).

En ese orden de ideas, al menos ciento veintitrés (123) productores, que representan el 32,03% del total de encuestados, afirman haber recibido créditos de parte del Estado, tanto para ganadería vacuna como para agricultura. Del 100% que representan esos ciento veintitrés (123), hay un 71,5% que señala utilizar parte del capital recibido para labores de deforestación en áreas que más tarde le van a permitir ejecutar sus actividades económicas, bien sean agrícolas o ganaderas, de forma tal que esta realidad concuerda con los altos niveles de transformación del paisaje y con la disminución de la cobertura boscosa encontrada en las imágenes de percepción remota del año 2010 en comparación a las del año 1966.

Igualmente, de aquellos que obtuvieron crédito, el 16,26% manifiesta que lo recibió entre hace uno y cinco años, el 46,20% entre seis y diez años, el 18% entre once y quince años y el 9,54% hace más de quince años, lo que lleva a concluir, que parte de la inversión de tales créditos, ha provocado de manera continua y sostenida en el tiempo los cambios del paisaje en la cuenca en estudio.

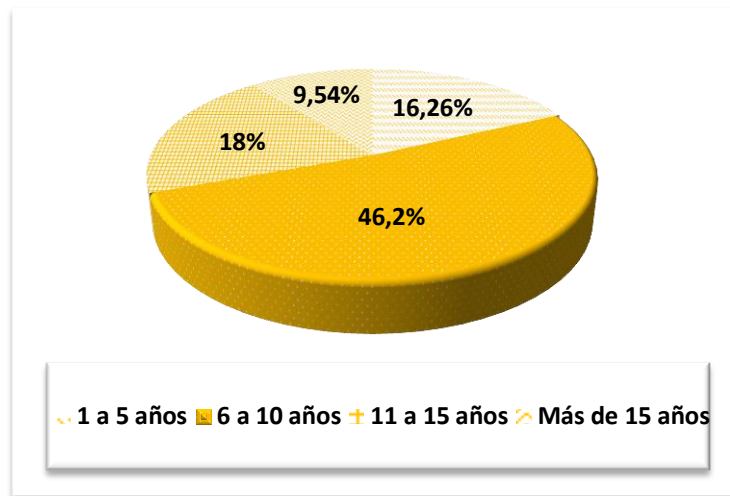


Figura 36. Años transcurridos desde el otorgamiento de créditos para actividades agrícolas y a los productores de la cuenca.

Por otra parte, importante es resaltar que del total de productores que dicen haber obtenido ayuda crediticia, la mayoría de ellos, o sea, el 87,5%, no recibe por parte de los entes del Estado ninguna asistencia técnica que les oriente en la realización de sus actividades productivas de manera sostenible, aspecto que pudiera influir en los acelerados cambios del paisaje que ha registrado la cuenca con mayor fuerza en los últimos quince años según se desprende de las respuestas dadas en la encuesta.

La situación descrita se agrava, porque una parte de los productores agrícolas y pecuarios, especialmente los que tienen mayores posibilidades de inversión, vienen utilizando desde hace al menos unos quince años, un paquete tecnológico compuesto por productos agroquímicos y maquinarias agrícolas en sus unidades de producción (figura 37), lo que ha contribuido a acelerar y profundizar los cambios del paisaje y la destrucción y alteración de los ecosistemas que se observa actualmente.

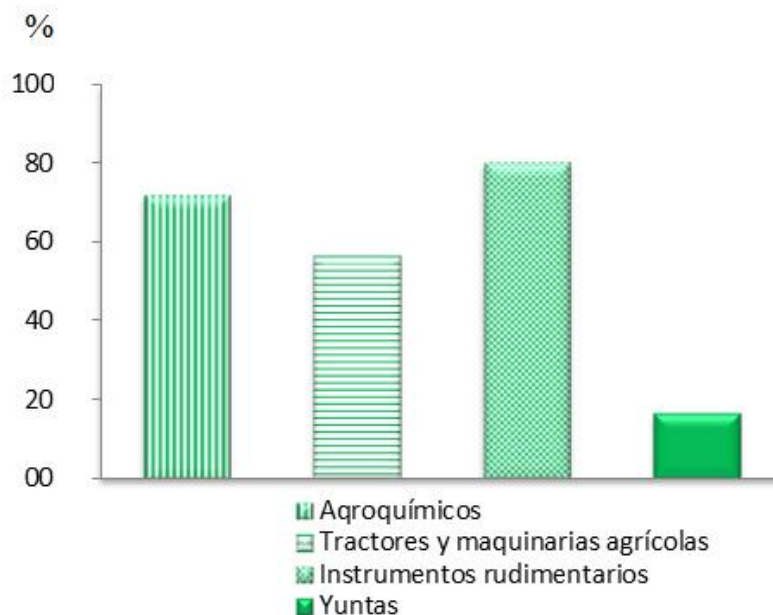


Figura 37. Insumos y equipos empleados por porcentaje de productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache.

3.5. Ausencia de vigilancia ambiental por parte de los organismos oficiales, desconocimiento del ordenamiento jurídico y falta de aplicación de ley de protección ambiental.

La falta de vigilancia ambiental por parte de los organismos oficiales que tienen como misión la protección del ambiente, pareciera no ser efectiva, pues el 93,1% de los productores encuestados así lo expresa. Esta situación, desde luego, debe entenderse también como una causa más, que impulsa, facilita y contribuye de manera significativa en la destrucción de la vegetación y consecuentemente en la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. Aunque con las respuestas de la encuesta no se precisa el tiempo que tiene operando esta causa, no hay indicios para pensar que la misma no se haya mantenido como una constante en términos cronológicos.

Por otro lado, se encontró que la mayoría de la población encuestada manifiesta no conocer el ordenamiento jurídico en materia ambiental, pues el 70,83% de los encuestados ignora el ordenamiento jurídico ambiental y el 77,20% señala que, al menos en su localidad, no hay aplicación de ley alguna para la protección de los ecosistemas.

En resumen, como puede apreciarse en la figura 38, tanto la ausencia de vigilancia ambiental, como la no aplicación de leyes y el desconocimiento del ordenamiento jurídico, se consideran causas adicionales de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca. Tal afirmación se sostiene en los altos porcentajes de respuesta que aportaron los productores agrícolas y pecuarios en relación a cada una de las mencionadas causas.

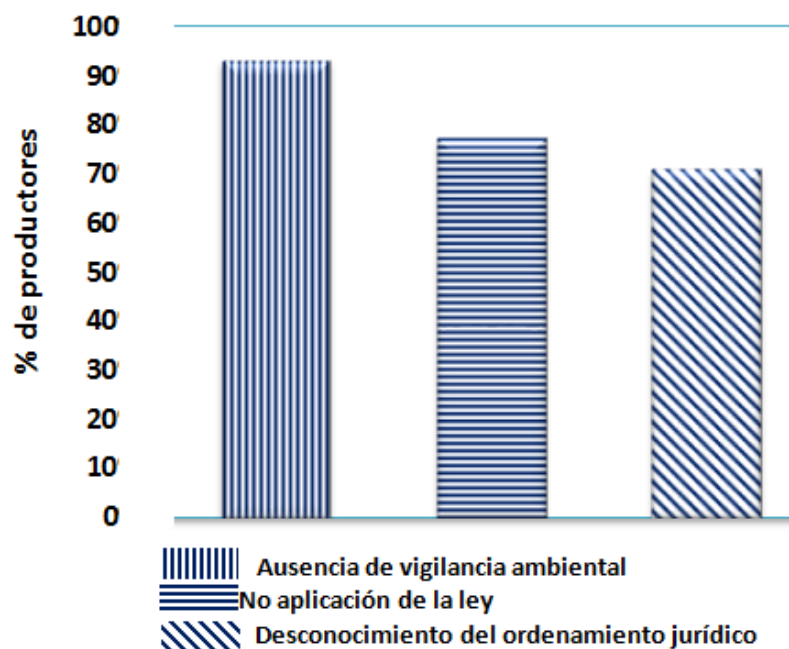


Figura 38. Causas que contribuyen a la transformación del paisaje según la apreciación de los productores encuestados.

3.6. Pobreza y bajos ingresos económicos de los productores agrícolas y pecuarios

Los asuntos relacionados con la pobreza y los bajos ingresos económicos de la población en las áreas rurales siempre se han vinculado con la transformación de los ecosistemas, a tal punto que se piensa que la pobreza es causa y a la vez efecto de tales transformaciones (Hernández, s/f; Koop y Tole, 2001; Miranda, *et al.*, 1998).

La situación antes descrita sería entonces atribuible en la cuenca, pues según los resultados de la encuesta, la mayoría de la población que allí reside, ha padecido históricamente serios problemas de carácter socioeconómico, como ingresos económicos muy bajos, de tal forma que el 80,6% obtenían ingresos inferiores al

suelo mínimo establecido para aquella fecha, mientras que sólo el 10,4% tenía ingresos por encima del mismo (figura 39).

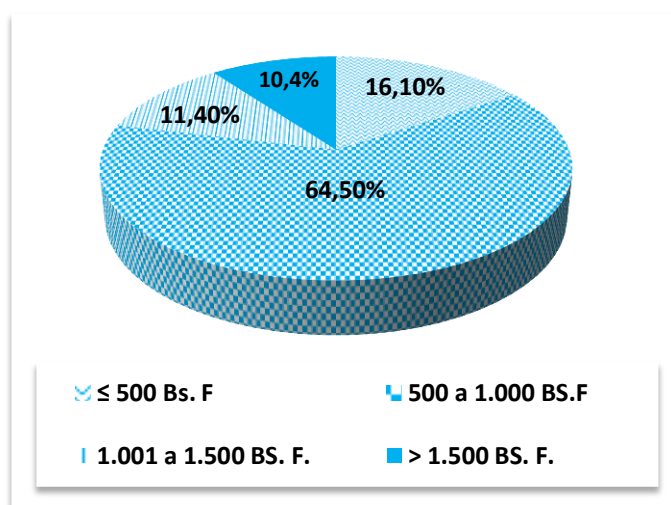


Figura 39. Ingresos económicos mensuales por porcentaje de productores agrícolas y pecuarios de la cuenca del río Carache.

El ingreso económico de los productores agrícolas y pecuarios de la cuenca, según los resultados de la encuesta es de distintas procedencias, pues el 13,5% de los encuestados lo obtienen de sueldo por la realización de trabajos ocasionales, en tanto que el 72,9% recibe los ingresos por la venta de su producción agrícola; el 18,7% por la venta de productos lácteos, fundamentalmente leche a puerta de corral, y el 9,7% manifiesta que obtiene ingresos de otras actividades no especificadas.

La pobreza socioeconómica que se manifiesta en el área de estudio se refleja además por otros indicadores como son la insuficiencia en los servicios públicos y las precarias condiciones de habitabilidad, aun cuando en la mayoría de los casos, es decir, el 93,40% de los productores, son propietarios de la vivienda que habitan. En ese sentido, se encontró que el 88,50% posee vivienda tipo casa, en las cuales, los materiales con los que están construidas las paredes, en un 68,75% son de bloque, mientras que los pisos en un 97,14% son de cemento y, techos de zinc en el 91,90%.

En cuanto a los servicios públicos denotan los resultados que la gran mayoría de las viviendas sólo cuentan con dos de ellos, electricidad y agua, en un 100% y 93,75% respectivamente. El resto de los servicios públicos, tales como telefonía fija

y televisión por cable, apenas está disponible en el 37,50% y 8,85% respectivamente (figura 40).

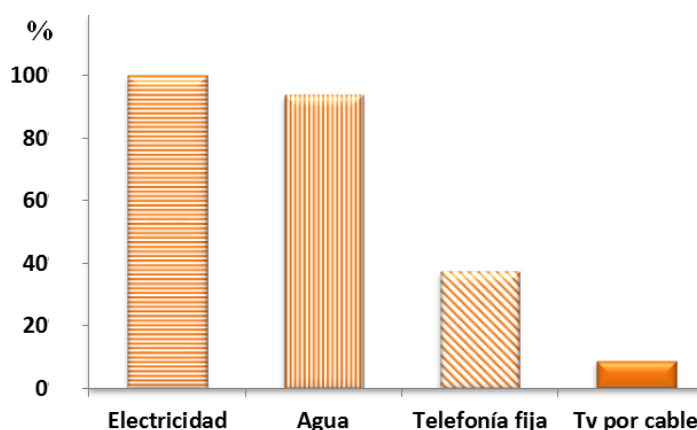


Figura 40. Porcentaje de productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache que cuentan con servicios públicos en sus viviendas.

Fuente: Cálculos propios.

3.7. Bajo nivel educativo en los productores agrícolas y pecuarios

Durán (2004); Ozyuvac, *et al.*, (2004) y Sessano (2004); han señalado que el bajo nivel educativo y la falta de conocimientos en materia jurídica ambiental pueden constituirse en causas que provocan y estimulan la transformación del paisaje y los cambios en el uso de la tierra por medio de la destrucción de muchos ecosistemas, especialmente aquellos de tipo boscoso.

En el contexto arriba descrito, tales señalamientos cobran fuerza en la cuenca del río Carache, pues como ya se indicó, el bajo grado de instrucción que posee un grueso de la población es puesto en evidencia, cuando se encontró que el 44,77% de los encuestados no culminaron siquiera la educación primaria, mientras que el 22,90% tampoco lo hizo en la educación secundaria. Sólo el 11,40% logró alcanzar el grado de bachiller; en tanto que a nivel universitario, apenas llegó el 12,40%, de los cuales, 10,40% alcanzaron título universitario y 2% no lograron culminar su carrera; el porcentaje restante, 8,60% corresponde a productores que manifestaron ser analfabetas, lo que concuerda también con similares resultados hallados por Becerra *et al.*, (2006) en una investigación desarrollada en fincas cafetaleras en otro sector del estado Trujillo. Sin embargo, no en todos los casos se puede demostrar que

exista una relación directa entre la destrucción de los ecosistemas y los bajos niveles de instrucción de los productores, especialmente cuando éstos, por las limitaciones económicas que presentan, no tienen acceso a los instrumentos necesarios para transformar el paisaje en grandes proporciones.

4. Conclusiones

En este capítulo se discutieron aspectos asociados a las causas de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache. A partir de los resultados hallados con la aplicación de la encuesta y la relación que éstos guardan con los que se encontraron en el análisis de las imágenes remotas, se llegó a concluir que son múltiples las causas de la mencionada transformación, pero en cualquier caso, se relacionan con el incremento de áreas destinadas a la ganadería y agricultura, así como también con prácticas agrícolas aplicadas de manera no apropiada, como deforestación, agricultura itinerante y quemas, a lo que se suman además hechos puntuales, como por ejemplo el consumo de leña.

La concesión de créditos para agricultura y ganadería con ausencia de asistencia técnica apropiada y permanente, y en especial, la denunciada ausencia de vigilancia ambiental de los entes oficiales, junto a la falta de aplicación de leyes de protección al ambiente y la situación de pobreza, expresada entre otras cosas en bajos ingresos económicos de los productores, se sintetizan y se conjugan para crear un cuadro difícil, que tal como se describió, ha generado como resultado una cuenca seriamente intervenida desde el punto de vista ecológico ambiental.

Por otra parte, aunque no pueda concluirse que las causas mencionadas con antelación son las únicas responsables de la transformación del paisaje en la cuenca, es lógico intuir la relevancia que éstas tienen sobre los cambios encontrados a nivel de paisaje.

Igualmente creemos pertinente, que además de identificar las causas de origen humano sobre la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura en la cuenca, se debe acceder al conocimiento de las causas naturales y su influencia en la misma transformación. Ello sería tarea pendiente para futuras investigaciones, de

forma tal, que puedan ponerse en práctica estrategias apropiadas y efectivas para contribuir en la reducción de la problemática ecológica ambiental; pues necesario es precisar, que cuando se estudian cuencas con presencia humana, como la que en esta oportunidad nos asiste, muchas veces se atribuyen a las actividades humanas como las únicas causas responsables de los cambios del paisaje, cuando lo cierto es, que también se manifiestan fenómenos naturales diversos que pueden alterar y degradar, desde el punto de vista de su ocupación y uso, el espacio de las mismas.

Dentro de ese conjunto de fenómenos naturales, la actividad tectónica y la inestabilidad geológica, las lluvias de alta intensidad, las pendientes pronunciadas en faldeos montañosos, los eventos meteorológicos extremos y los incendios forestales, son sólo algunas causas de transformación y cambios del paisaje, que deben ser bien estudiadas y conocidas, porque forman parte de la dinámica que se suscita en el paisaje.

Finalmente, podemos afirmar también, que el conocimiento alcanzado con esta investigación, respecto a los procesos sociales y a la dinámica económica implantada en la cuenca, pudiera ser representativo de similares transformaciones ocurridas en otras cuencas de Los Andes venezolanos; no obstante, si pensamos que las transformaciones que se dan en el paisaje, tal como señalan Foley, *et al.*, (2005) pueden mostrar trayectorias muy variables entre un lugar y otro, entonces habría una excelente oportunidad para estudiar los impactos que producen los cambios del paisaje sobre aspectos ecológicos y sociales a una escala espacial más ambiciosa, como por ejemplo toda la región andina nacional. Igualmente debe dejarse planteado, respecto a la transformación del paisaje de la cuenca, que fueron muchas las causas encontradas, y que las mismas operaron a lo largo del período de estudio.

CAPÍTULO VII

IMPACTOS ECOLÓGICOS Y SOCIALES DERIVADOS DE LA TRANSFORMACION DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO CARACHE. PERÍODO 1966 - 2010.

1. Introducción

En el entendido que la transformación del paisaje y los cambios de uso de la tierra tienen una serie de implicaciones ecológicas y sociales (Turner, 1989; Valecillo-Rodríguez, 2009; Vitousek, 1994), es propósito de este capítulo, discutir los impactos resultantes de tales procesos en la unidad espacial objeto de esta investigación. Al respecto ya se ha señalado que la cuenca del río Carache se encuentra bajo un régimen de perturbaciones recurrentes, intensificadas a partir del uso creciente de los recursos naturales y la deforestación del bosque debido al aumento del pastoreo y de áreas agrícolas, por una población cuya economía está basada por tradición en esas actividades económicas.

Actualmente la cuenca se avista fuertemente intervenida y se evidencia con los resultados de los reconocimientos ecológicos la reducción de la superficie de los ecosistemas boscosos, con mayor fuerza en los pisos subandino y basimontano, como en la parte inferior del piso montano, lo cual, al igual que en otros casos, implicaría una larga cadena de efectos ecológicos y sociales (Serey, *et al.*, 2005), de los que hay suficientes indicios, tal como se explicará en el presente capítulo.

2. Metodología

Para establecer los impactos derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca, se empleó la metodología descrita en el capítulo VI. En ese sentido, la encuesta que mencionábamos en aquel capítulo, contempló una serie de preguntas que permitieron indagar acerca de los impactos resultantes de los procesos transformadores del paisaje ecológico.

Para complementar la información y reconocer si la transformación del paisaje tuvo implicaciones en el acceso a las plantas medicinales, se realizaron entrevistas a informantes claves, que fueron personas reconocidas por trabajar con este tipo de plantas y productos medicinales derivados de las mismas. A ese respecto, las

entrevistas se hicieron sólo en los pisos basimontano y montano, ya que en los otros pisos no se localizaron personas dedicadas a trabajar con ellas. El propósito de tal entrevista fue ver si los cambios del paisaje y del uso/cobertura de la tierra han provocado o no, la disminución en la oferta y disponibilidad de plantas medicinales.

La información etnobotánica fue recogida mediante entrevistas a los diez informantes más reconocidos por dedicarse a vender plantas. La identificación de las plantas se hizo de acuerdo al nombre local que le dio cada informante al momento de la entrevista y las aplicaciones medicinales que tiene cada planta se describió según la información aportada por éstos.

3. Resultados y discusión: Impactos derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache.

3.1. Impactos ecológicos y sociales

Diversos son los impactos tanto de carácter ecológico como social que pudieran resultar de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra llevados a cabo por la acción humana (Collado y Dellafiore, s/f; Forman, 1995; Williams y Bradstock, 2008). Desde ese punto de vista, García (2010) apunta que la conversión de ecosistemas naturales en agroecosistemas constituye una práctica generalizada a nivel mundial y sobre todo en el trópico, cuyo propósito es incrementar la superficie de suelo para la actividad agrícola con el fin de satisfacer la demanda creciente de alimentos (FAO, 1994; 1995).

Entre los impactos ecológicos se encontraron en la cuenca los siguientes: Desaparición completa de la selva húmeda tropical en el piso subandino, así como cambios de tamaño de las unidades de paisaje boscosas en el piso basimontano, tales como la selva semicaducifolia montana y el bosque caducifolio seco, en contraposición al aumento de tamaño de otras unidades de paisaje donde hay de alguna forma control antrópico, como pastizales y arbustales secundarios. En el piso Montano iguales cambios se produjeron, pero con menores niveles de agresividad, pues los mismos se restringen a la faja inferior de la selva nublada. Todos estos cambios se pueden apreciar en detalle cuando se comparan los mapas de unidades de paisaje de los años 1966 y 2010, como también el mapa de áreas de cambios.

Los efectos encontrados en esta investigación son similares a los que reportan Borman y Likens (1979) cuando describieron y clasificaron los procesos de transformación en las selvas que han sido perturbadas en tres categorías principales: a) reducción y pérdida de la cantidad de hábitat disponible, b) conversión de la selva naturalmente estructurada y regenerada por plantaciones o cultivos, y c) separación del hábitat remanente en parches pequeños y aislados como consecuencia de la transformación del paisaje.

Otros impactos importantes, lo constituye la fragmentación del bosque encontrada al momento de interpretar las imágenes remotas, así como la disminución de la oferta de leña acusada por los encuestados. Todos estos impactos ecológicos son conocidos por su incidencia sobre el mantenimiento de los servicios ambientales (Figueroa, 2005), como la oferta de agua, producción de madera, alimentos y muchos otros.

a. Cambios de tamaño de las unidades de paisaje

En el área de estudio, la dinámica impuesta por los grupos humanos en la transformación del paisaje fue diferenciada a nivel de pisos ecológicos, es así como en el piso subandino, por haber estado sometido a fuertes actividades humanas, no se habla de fragmentación, sino de la desaparición o reemplazo completo de ecosistemas boscosos; mientras que al hacer referencia a los pisos basimontano y Montano, aun cuando la intervención también fue significativa, es más apropiado hablar de fragmentación. En relación al piso altimontano, donde se localiza el ecosistema páramo, los cambios son poco perceptibles, y se corrobora cuando se comparan los mapas de unidades de paisaje de los años 1966 y 2010.

Muchas de las transformaciones del paisaje y del uso de la tierra ya analizados, están asociados al cambio de un rubro agrícola por otro, o bien por el reemplazo de bosques por pastizales, pues se encontró que cerca de la mitad de los productores encuestados practicaban anteriormente otro rubro o actividad productiva diferentes a los que desarrollan actualmente. Del tal manera que el 56,25% manifiestan haber cultivado entre diez y quince años atrás café de sombra, el 14,61% café de sol; el 8,10% frutales diversos, y el 5,54% lo hacía con caña de azúcar para la fabricación de panela, todos ubicados sobre el piso basimontano y en la faja inferior del piso

montano. El resto, o sea, el 15,5% practicaba fundamentalmente la ganadería vacuna (figura 41).

Los resultados anteriores sugieren que en todos los pisos ecológicos a excepción del altimontano, la agricultura tenía una gran supremacía sobre la ganadería, situación que ha cambiado, pues los datos de la encuesta revelan que hoy en día, la ganadería es practicada por el 26,30% de los productores, cifra que supera ampliamente al anterior 5,10%. Debe entenderse que este 26,30% es bastante significativo, pues normalmente las unidades de producción agropecuaria son notablemente superiores en superficie respecto a las unidades de producción agrícola.

Con estos resultados se confirman las hipótesis de trabajo que hacían suponer que la expansión progresiva de tierras para la ganadería vacuna se daba a expensas de áreas boscosas y sistemas agrícolas tradicionales como las plantaciones de café de sombra; y que la expansión de aquella actividad económica, vale decir, la ganadería, tenía para el último año del período de estudio una mayor presencia espacial, realidad que se confirma con el incremento de las áreas ocupadas por pastizales, fundamentalmente en el piso basimontano, pues en otros pisos, como el subandino sigue gobernando la actividad agrícola en cuanto a ocupación espacial se refiere, lo cual se puede evidenciar los mapas de unidades de paisaje de los años 1966 y 2010.

Lo anterior conduce entonces a señalar que los cambios de tamaño de las unidades de paisaje, bien sea, expresados en avances o en pérdidas, se constituyen en un impacto resultante de la transformación del paisaje impuesta por los grupos humanos.

Este cambio de actividad productiva, según precisan los encuestados, se debe a varias causas, pero fundamentalmente a las de tipo económico, pues si se toma en cuenta los vaivenes de la economía nacional, debe precisarse que entre el período de estudio, se han presentado alternativamente momentos de bonanza económica que aceleran la intervención del paisaje, así como momentos de crisis en los que los procesos de intervención se ven frenados por la no disponibilidad de recursos monetarios. Este hecho se refleja en la cuenca, por ejemplo en el piso basimontano, cuando se encontró que plantaciones de café de sombra fueron reemplazadas por

pastizales, ya que los bajos precios del grano y la necesidad de mayores ingresos por parte de los productores, condujeron a la incursión en nuevas actividades.

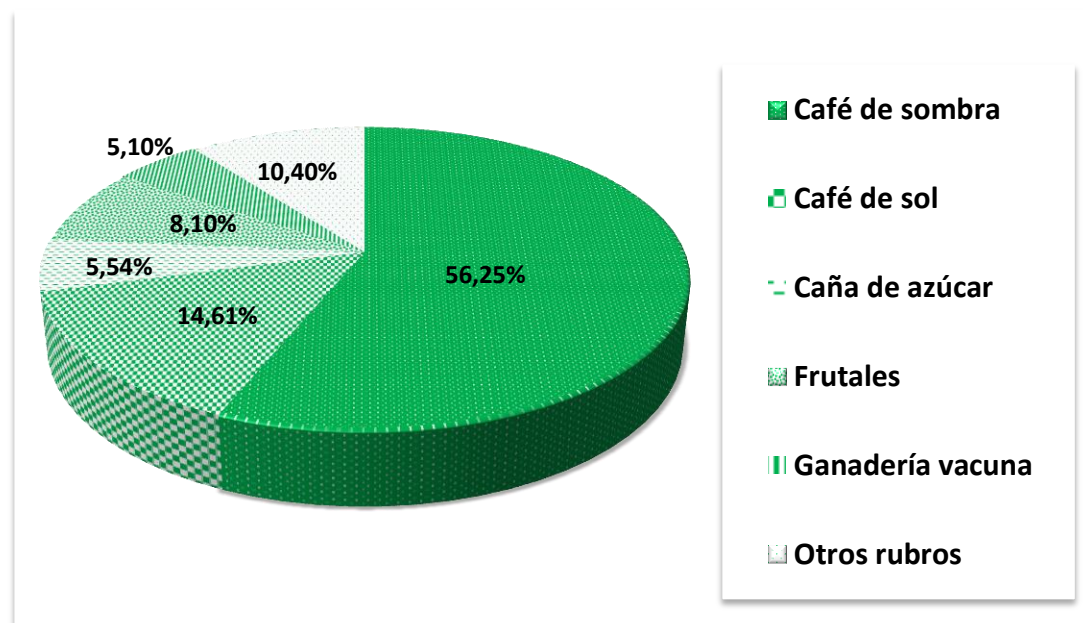


Figura 41. Actividades económicas que se desarrollaban quince años según porcentaje de productores agrícolas y pecuarios encuestados.

Fuente. Cálculos propios.

Los resultados de la encuesta reafirman el anterior planteamiento, cuando el 40,90% de los encuestados señala que la actividad cafetalera no es rentable, al tiempo que el 31,81% dice que la actividad que desarrollan en el presente, basada en otros rubros o en otras actividades como la ganadería es económicamente más rentable. El resto de los encuestados 27,27% atribuye el cambio de actividad económica a la falta de mano de obra, lo que permite afirmar que la agricultura, al contrario de la ganadería, requiere un mayor número de trabajadores (figura 42).

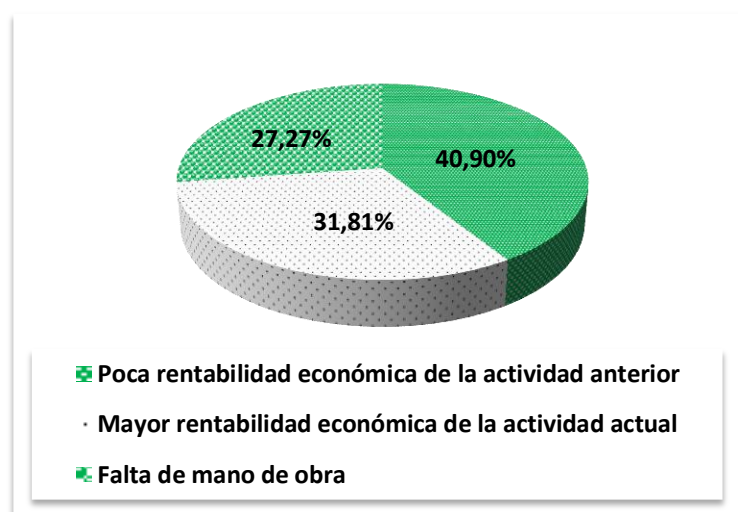


Figura 42. Causas que han motivado el cambio de actividad económica según porcentaje de los productores agrícolas y pecuarios.

Fuente. Cálculos propios.

b. Fragmentación del bosque

La fragmentación se conoce como la transformación de un bosque continuo en muchas unidades más pequeñas y aisladas entre sí, dando paso al reemplazo de grandes masas boscosas originales por otros tipos de ecosistemas o agroecosistemas, dejando claramente observable la reducción y pérdida del hábitat natural en un paisaje y la separación en parches más pequeños y ecológicamente aislados, contribuyendo con la pérdida de conectividad e impactando la biodiversidad al provocar la extinción de especies vegetales y animales (Bustamante y Grez, 1995; Collado y Dellafiori, s/f; Saravia, 2006) como se ilustra en la figura 43.

Los reconocimientos ecológicos realizados para los años 1966 y 2010, demuestran que en la cuenca en estudio hubo un cambio significativo del tamaño de las unidades de paisaje, algunas aumentaron y otras disminuyeron según se apreció en capítulos precedentes. Esos cambios de tamaño, pudieron darse de distintas formas, bien sea por procesos de fragmentación de las matrices de bosque (cuadro 25), o bien por un cambio directo y sin fragmentación del bosque hacia unidades de paisaje destinadas a la agricultura o ganadería, siguiendo los procesos que se ilustran en la figura 44.



Figura 43. Cadena de efectos ecológicos resultantes de la fragmentación de bosques. (Adaptado de Bustamante y Grez, 1995).

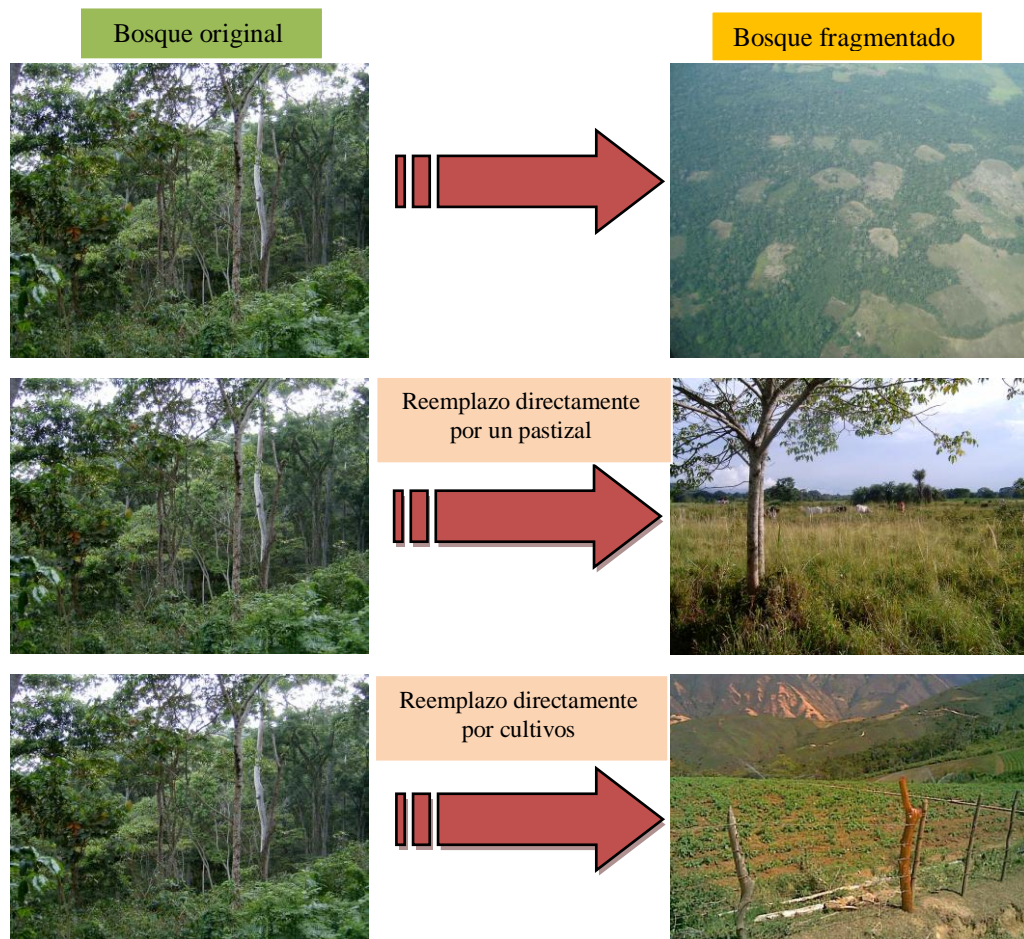


Figura 44. Diagrama en el que se representan las formas posibles de cambio de un bosque hacia otros tipos de cobertura, con o sin fragmentación.

En el piso subandino la matriz boscosa de la unidad de paisaje selva húmeda tropical, que se estructuraba para el año 1966 en siete fragmentos, fue reemplazada por completo para el año 2010, de forma tal que para este último año no quedó ningún fragmento. La misma situación ocurrió con la unidad de paisaje selva húmeda tropical intervenida al pasar de diez a ningún fragmento en el 2010.

Para el año 1966 la matriz de bosque de las unidades de paisaje selva semicaducifolia montana y selva semicaducifolia montana intervenida estaban constituidas respectivamente por cincuenta y tres y cincuenta y un fragmentos. La primera de estas unidades de paisaje tuvo una pérdida de veintiocho fragmentos, mientras que la otra perdió dieciséis, quedando reducidas para el año 2010 en 25 y 35 fragmentos respectivamente.

La matriz de las unidades de paisaje bosque caducifolio seco y bosque caducifolio seco intervenido, tuvieron una disminución significativa en el número de fragmentos. Es así como entre 1966 y 2010 la primera de estas unidades de paisaje pierde treinta y nueve fragmentos de los cincuenta y tres que la constituían, quedando reducida sólo a catorce. Por su parte el bosque caducifolio seco intervenido se redujo a dieciséis fragmentos después de perder dieciocho entre los años 1966 y 2010, hechos que permiten afirmar que los cambios más complejos, producto también de una compleja intervención espacial se registraron sobre el piso basimontano.

Al contrario de las unidades de paisaje arriba descritas, la selva nublada presentó un incremento notorio del número de fragmentos, pues pasó de cincuenta a noventa y un fragmentos entre los años 1966 y 2010; al tiempo que la selva nublada intervenida no presentó ninguna variación al encontrarse cincuenta y seis fragmentos tanto para el año 1966 como para 2010. A pesar de estos procesos de fragmentación encontrados en el piso montano, concretamente en la selva nublada, debe señalarse que la intervención se restringió a las fajas inferiores, lo cual comparativamente hablando, fue mucho menor la intervención en el piso montano respecto a los pisos subandino y basimontano, tal como se aprecia en los mapas de unidades de paisaje de los años 1966 y 2010.

Cuadro 25

Número de fragmentos para cada una de las unidades de paisaje boscosas en la cuenca del río Carache en los años 1966 y 2010.

UNIDAD DE PAISAJE	NÚMERO DE FRAGMENTOS EN 1966	NÚMERO DE FRAGMENTOS EN 2010	VARIACIÓN EN NÚMERO DE FRAGMENTOS ENTRE 1966 Y 2010
Selva húmeda tropical	7	0	-7
Selva húmeda tropical intervenida	10	0	-10
Selva semicaducifolia montana	53	25	-28
Selva semicaducifolia montana intervenida	51	35	-16
Bosque caducifolio seco	53	14	-39
Bosque caducifolio seco intervenido	34	18	-16
Selva nublada	50	91	+41
Selva nublada intervenida	56	56	0
Total fragmentos	314	239	-758

c. Disminución de la oferta de leña

La disminución de la oferta de leña para uso doméstico en la cuenca, también es un efecto de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra, según se desprende de los resultados de la investigación.

Al aplicar la encuesta, se encontró que la mayoría de quienes usan leña se ubican en el piso basimontano, donde el 75,67% de los productores que manifestaron el uso de la misma, señalan que de ésta ya no hay suficiente disponibilidad, siendo este fenómeno una respuesta estrechamente vinculada a los fuertes procesos de intervención del paisaje impuesto sobre este piso ecológico; el resto de los encuestados, 24,32% sostienen lo contrario, es decir, que hay suficiente leña. Al interpretar estos resultados, se sugiere que en aquellos sectores donde reside el 75,67% de los productores que revelaron la ausencia de leña, es por el fuerte reemplazo de unidades boscosas, mientras que el otro porcentaje, 24,32%, que

manifestaron la suficiente disponibilidad del referido recurso, es porque se asientan en otros pisos ecológicos donde la transformación no ha sido tan agresiva, o en específico en los pocos sectores donde todavía se conservan ecosistemas boscosos proveedores de leña en el piso basimontano.

Cuando se indagó sobre la ubicación de la leña, con respecto a la distancia de la vivienda del productor, se encontró que el 72,97% de los encuestados acusó no encontrarla en los mismos sitios que antes. En consecuencia, en el pasado, el 95,20% de los productores que utilizan leña como combustible la encontraban entre cerca y muy cerca de su vivienda, por tanto, puede puntualizarse que anteriormente, parte importante de la cuenca presentaba una vegetación boscosa muy superior a la de hoy, pues cuando se indaga acerca de la distancia actual entre la vivienda del productor y la ubicación de la leña, se halló que el 54% la encuentra de lejos y 16,2% muy lejos de la misma, hecho que guarda relación con la disponibilidad de aquella, pues mientras menor es la oferta de leña, más lejos es la distancia en la que se consigue (figura 45).

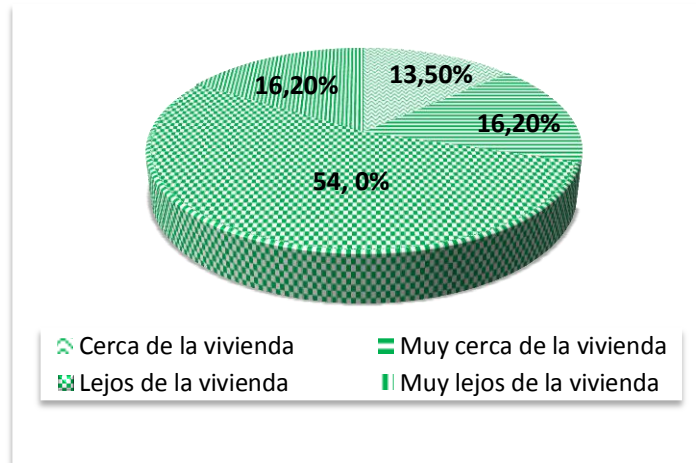


Figura 45. Distancia en la que a partir de la vivienda, consiguen la leña los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache.

Finalmente, cuando se indagó sobre la disponibilidad de leña, los resultados ofrecidos por los encuestados conducen a afirmar que la oferta y disponibilidad del recurso, en general, ha disminuido, según señala el 64,58% de los productores que dicen utilizarla como combustible, en tanto que el 19,79% sostiene que ha

aumentado, frente al 15,62% que asegura que se mantiene igual (figura 46). Se deduce que el porcentaje que manifiesta el aumento de la disponibilidad de leña es porque está asentado en lugares donde se han dado procesos de cambios que condujeron a la regeneración de ecosistemas boscosos, con recuperación del estrato arbóreo o bien el surgimiento de ecosistemas emergentes según se plantea en la teoría ecológica de los nuevos ecosistemas.



Figura 46. Comportamiento de la disponibilidad actual de leña según porcentajes de los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca del río Carache.

d. Disminución de la presencia de plantas medicinales

Las plantas medicinales constituyen un recurso valioso en los sistemas de salud de los países en desarrollo. Aunque a nivel mundial no existen datos precisos para evaluar el uso global de plantas medicinales, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha estimado que más de 80% de la población del mundo emplea la medicina tradicional para sus necesidades de atención primaria de salud y que gran parte de los tratamientos tradicionales involucran el uso de extractos de plantas o sus principios activos (Giraldo, *et al.*, s/f; Figueroa, 2005).

El grupo de especies de plantas medicinales es un conglomerado muy representativo (Editorial Cultural, 1997), y en especial dentro de la agrobiodiversidad de las zonas altoandinas venezolanas (Bermúdez, 2007). Las poblaciones rurales que habitan estos ecosistemas son muy apegadas a tradiciones y creencias religiosas,

folclóricas y culturales, que están relacionadas con costumbres y usos etnobotánicos (Figueroa, 2005; Hofstede, 2003).

El uso de plantas medicinales en la cuenca que estudiamos, quedó demostrado cuando el 92,13% de los productores encuestados manifiesta utilizar con frecuencia, algunas plantas medicinales para mejorar o mantener su salud. Sin embargo, debido a la acción desmedida del hombre, en relación al aprovechamiento de los recursos naturales, la disponibilidad de este tipo de plantas, al menos en la cuenca referida, ha disminuido notablemente, según señala el 88,20% de los entrevistados.

La disminución en la disponibilidad de plantas con propiedades medicinales se comprueba además, porque del total de los encuestados que afirmaron utilizarlas, aseguran en el 95% de los casos, que este tipo de plantas, se encontraba en el pasado con mayor facilidad, situación contraria a la realidad actual, pues de aquel mismo total, el 70,78% sostiene que ahora las mismas no se consiguen fácilmente, porque han desaparecido, o bien, porque han quedado reducidas a lugares muy distantes y de difícil acceso. Los entrevistados en su mayoría señalaron que para encontrar plantas medicinales deben recorrer grandes distancias, generalmente las obtienen en los lugares de menor acceso del piso basimontano, como también en la parte más alta de los pisos montano y altimontano.

En definitiva, este hallazgo pudiera indicar una disminución en la disponibilidad de plantas medicinales, lo cual es también un impacto ecológico y a la vez social, producto de la transformación del paisaje, que recae directamente de forma negativa en el bienestar de los pobladores de la cuenca en cuestión.

Dentro del conjunto de plantas medicinales, los informantes claves entrevistados, manifiestan, que a través del tiempo, las especies más empleadas en asuntos de salud han venido desapareciendo. Muchas de ellas son las que se muestran en el cuadro 26, las mismas coinciden con algunas de las plantas que son vendidas en diferentes herbolarios (Giraldo, *et al.*, s/f; Rodríguez, 1979).

e. Disminución de la disponibilidad de agua

Los impactos sociales derivados del uso de la tierra y de la transformación de las unidades de paisaje pueden ser definidos como situaciones que afectan sensiblemente

al ambiente, a la biodiversidad y al ser humano. Pero es necesario considerar que éstos también pueden ser causados por eventos o manifestaciones ocasionales de la naturaleza. En cualquiera de los casos, los efectos se dejan sentir sobre los ecosistemas y sus componentes, es decir, sobre el agua, suelo, vegetación y fauna, así como del hombre mismo.

Según la opinión de los encuestados la disminución progresiva de la oferta de agua es una realidad, pues aunque el 63,9% señaló que hay disponibilidad de la misma, un importante porcentaje, 36,04%, al momento de responder el cuestionario puntualizó que no hay agua disponible todo el año. Este resultado debe considerarse como un impacto que deriva de los procesos de transformación del paisaje en la cuenca, en especial como consecuencia de la destrucción de las áreas boscosas, siendo más evidente a partir de los últimos diez años según señala el mayor porcentaje de encuestados (figura 47).

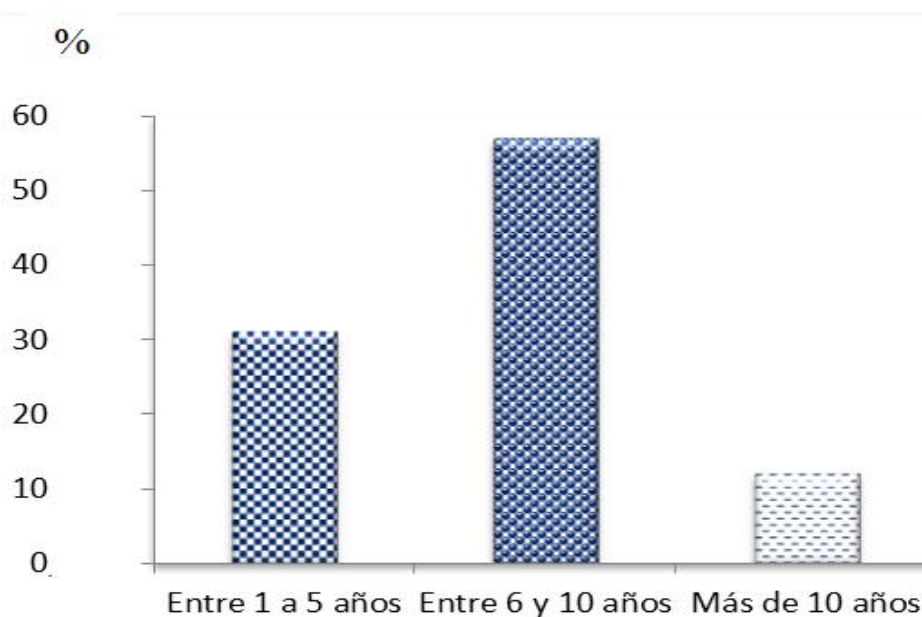


Figura 47. Tiempo desde el cual el agua no es disponible de forma permanente en las viviendas y en las unidades de producción en la cuenca del río Carache.

Al indagar sobre las causas de la no disponibilidad del recurso hídrico de forma permanente, se encontró que de aquel porcentaje de productores, el 15% lo atribuyen

al derroche de agua, al tiempo que el 67% se lo atribuye a la disminución de la oferta de este recurso, mientras que el 18% señala que tal situación, obedece al incremento de la demanda en los últimos años (figura 48), hecho que no debe dejarse a un lado, ya que la población de la cuenca, como de todo el estado Trujillo y del país, ha aumentado.

Por otra parte, la implantación de nuevos cultivos bajo riego y el incremento en la cantidad de productores agrícolas, debido al reparto de tierras a partir del establecimiento de la Reforma Agraria, impactaron negativamente en la disponibilidad del agua, de forma tal que la disminución de la oferta de este recurso pudiera interpretarse como un efecto resultante de la transformación del paisaje, especialmente de la destrucción de la vegetación en la parte alta de la cuenca.

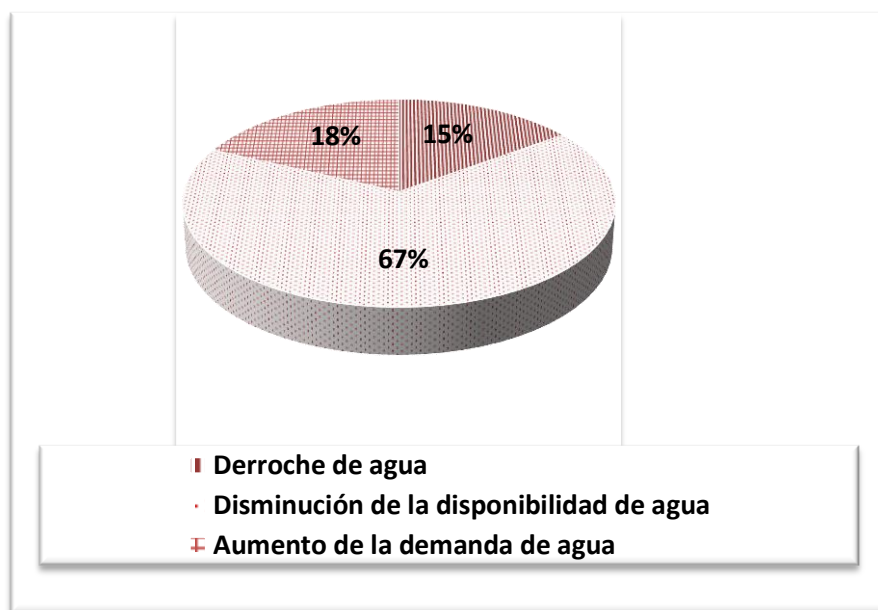


Figura 48. Causas que provocan la disponibilidad de agua en las viviendas y en las unidades de producción en la cuenca del río Carache.

Cuando se revisó los lugares donde se aplicó el cuestionario, se encontró que el 83% de los que manifestaron la disminución de la oferta de este recurso se asientan sobre el piso basimontano, específicamente en algunas localidades como Valle Hondo, Casa de Zinc, Cuicas y Lomas de Bonilla, entre otros; siendo esta una demostración contundente, que da más fuerza al planteamiento que hemos reiterado

con anterioridad de que ha sido el piso basimontano el escenario más importante de las transformaciones del paisaje en comparación a los demás pisos ecológicos presentes en la cuenca. Por ejemplo en Cuicas, donde se reemplazaron por pastizales los bosques caducifolios y selvas semicaducifolias montanas circundantes, el problema del agua tiende a agudizarse a medida que el tiempo avanza.

f. Migraciones humanas y abandono del campo

El Estado venezolano a través de los diferentes gobiernos ha tratado de impulsar el desarrollo rural, partiendo de una reforma agraria que hasta ahora no ha dado todos los frutos deseados. En 1960 se produce el primer intento oficial de reorientar el agro venezolano por medio de la promulgación y ejecución de la Reforma Agraria (Casanova, 1998), acaparando la atención hacia el sector agrícola en los primeros años de esa década. No obstante, su repercusión en el comportamiento de la agricultura fue realmente menor de lo que se esperaba, pues aunque se observó un aumento en la producción agrícola, la situación social del campesino no mejoró sustancialmente, ya que los niveles de ingreso dentro del sector siguieron siendo notablemente bajos, con lo cual, lo planteado en la Reforma Agraria, quedó de un lado y no se alcanzaron ni en el país, ni en la cuenca en estudio, los objetivos y propósitos de la misma.

En la cuenca del río Carache, la tenencia de la tierra, al menos en lo que reporta la información recogida en esta investigación, no es un problema de primer orden, pues según los resultados de la encuesta, el 90,62% de ellos son propietarios de la tierra que trabajan (figura 49), y la han adquirido de distintas formas (figura 50).

El tiempo que los productores tienen aprovechando la unidad de producción también es variable, sin embargo, los mayores porcentajes indican que el 91,65% de los mismos tiene cuando menos once años (figura 51).

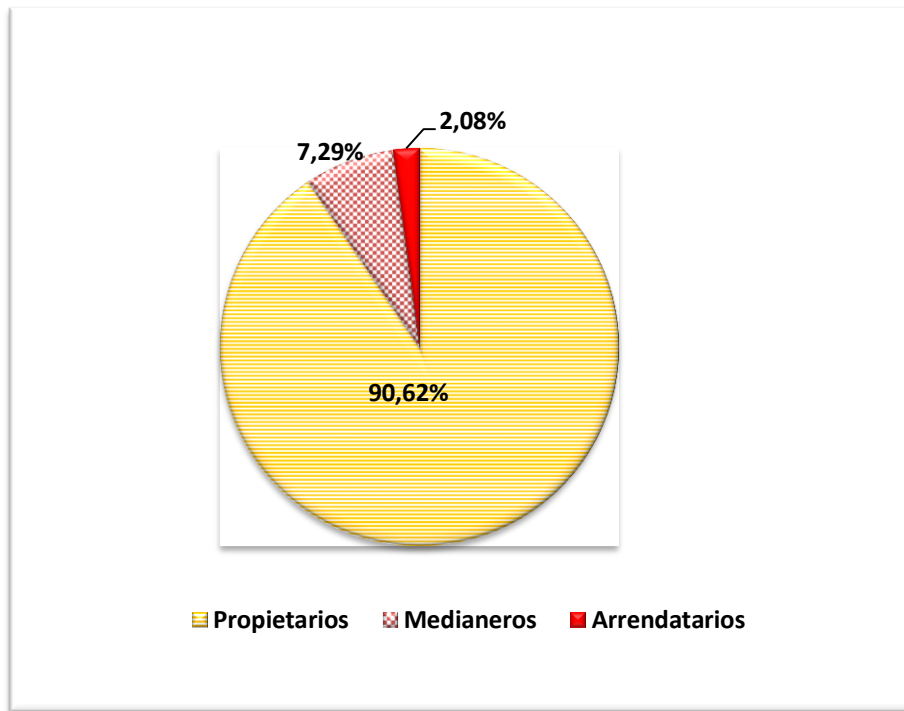


Figura 49. Situación de la tenencia de la tierra de los productores agrícolas y pecuarios en la cuenca.

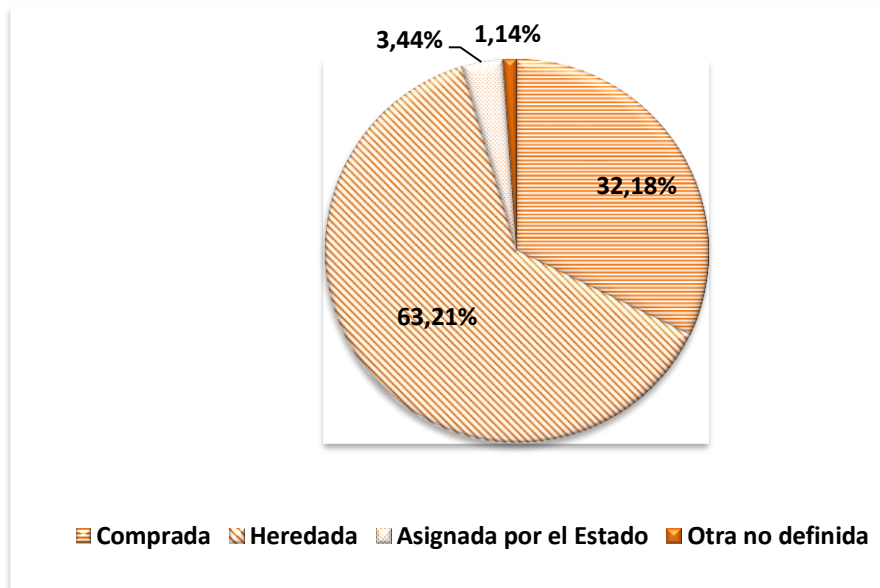


Figura 50. Formas de adquisición de las unidades de producción por los productores agrícolas y pecuarios de la cuenca.



Figura 51. Tiempo (en número de años) que los productores (en %) tienen aprovechando su unidad de producción agrícola y/o pecuaria en la cuenca.

Respecto a la distribución de la tierra, se encontró que las mayores extensiones se concentran en pocas manos, mientras que el grueso de los productores, aun cuando son propietarios, sólo poseen extensiones muy reducidas, generalmente sus unidades de producción son menores de quince (15) hectáreas (figura 52), tamaño que coincide con iguales resultados encontrados en otro sector del estado Trujillo por Becerra, *et al.*, (2006).

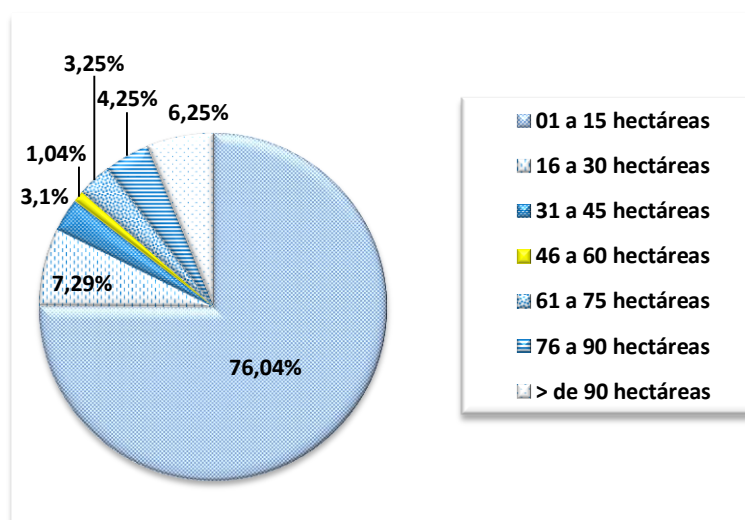


Figura 52. Unidades de producción en % de acuerdo al tamaño en hectáreas en la cuenca.

Como consecuencia de lo expresado anteriormente, se encontró que en todos los pisos ecológicos que conforman la cuenca, se produjeron migraciones humanas y abandono del campo. Algunos habitantes emigraron hacia las grandes ciudades como Caracas, Maracaibo, Valencia y Maracay, contribuyendo a engrosar, por un lado, los cinturones de miseria urbana, y por el otro, a crear una crisis en las áreas rurales expresada en la decadencia de la agricultura.

Este fenómeno que se presentó en la cuenca, como se sabe, no fue un caso aislado, sino más bien, una expresión generalizada que tuvo alcance nacional y regional, y que fue similar a lo que ocurriera a nivel de casi todos los países de América latina.

Al respecto Tudela (1999), señala que:

La movilización de amplios contingentes humanos de las zonas rurales de la región estuvo determinada por la implantación de un modelo de desarrollo que otorgó de manera explícita una neta prioridad al desarrollo del sector urbano, industrial y de servicios. El crecimiento social de los asentamientos urbanos regionales se relacionó con un proceso de expulsión de pobladores rurales y refleja una aguda crisis en las sociedades campesinas tradicionales. Las condiciones de vida en el campo latinoamericano han sido objeto, durante las últimas décadas, de un continuo deterioro relativo e incluso, en ocasiones, absoluto.

No obstante a la idea anterior, sería oportuno indagar en la cuenca, el comportamiento actual de los movimientos migratorios campo ciudad; pues las dificultades que ahora implica emigrar de las áreas rurales a las áreas urbanas se han acentuado, el problema de vivienda y el acceso a puestos de trabajo es difícil de resolver, especialmente en las grandes ciudades.



Figura 53. Causas que motivan la emigración de personas desde la cuenca del río Carache hasta otros lugares del estado Trujillo y del país según porcentaje de productores encuestados.

Los resultados de la investigación sugieren que los movimientos migratorios se hicieron presente en la cuenca, pues del total de productores encuestados, el 85,41% manifiestan que algunos de los miembros de su grupo familiar más cercano se mudaron a otras partes del estado Trujillo o bien, a otras regiones del país, motivados por la falta de oportunidades de trabajo y por las difíciles condiciones de vida y de pobreza en su comunidad.

Aquel hecho es similar al que señala Márquez (2007) para Colombia, cuando sostiene que a medida que la población se empobrece se va haciendo más vulnerable, incluso ante la presencia de eventos naturales como el fenómeno “El Niño”, que en el caso de Colombia, ha incidido gravemente en las áreas rurales más deforestadas. Sobre el mismo particular, Rojo (1985) apunta que:

El movimiento de población hacia los centros poblados urbanos pone de manifiesto la incapacidad del sector agrario para retener la población en su lugar de origen. Existen numerosas causas que pueden señalarse como elementos de dispersión de la población rural; pero solamente mencionaremos aquellos que han golpeado más a nuestra población campesina. Entre ellos podemos mencionar la concentración latifundista de la tierra, la poca efectividad de la llamada “Reforma Agraria,” la pobreza en que viven densos sectores de la población campesina y las precarias condiciones de vida de las zonas rurales.

En resumen, son numerosos los impactos sociales que pueden resultar de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra, porque cuando se aprovechan los recursos naturales sin una planificación que procure la preservación del medio, se producen impactos que de una u otra forma recaen sobre el ambiente natural y sobre la sociedad.

En ese orden de ideas, en la unidad espacial objeto de estudio se hallaron impactos sociales que también han sido reportados para otros lugares en los que ha habido transformación del paisaje y cambios de uso de la tierra, como por ejemplo, en El Chocó colombiano, donde Ramírez (2007), encontró como efectos el desplazamiento forzado o migración campesina, el empobrecimiento paulatino de la población local y la disminución de la oferta de empleo en actividades agrícolas como consecuencia del incremento de áreas destinadas a la ganadería.

g. Disminución de la oferta de empleo en la agricultura y empobrecimiento paulatino de la población.

Los costos económicos derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra pueden ser muy altos. Por ejemplo, cuando se destruye una selva para emplazar un agroecosistema y aumentar las tierras cultivadas se ganan puestos de trabajo de manera inmediata pero no sostenible, sin embargo, este hecho, a la par, estaría atentando contra la producción del agua, con lo cual, la oferta de este recurso potencialmente colapsaría en el término de poco tiempo, ayudado además por la sobreexplotación. Por ello, las oportunidades de trabajo que se habrían creado, desaparecerían de manera irreversible afectando directamente a quienes labran la tierra y utilizan sistemas de irrigación, como ha venido ocurriendo en la cuenca según la opinión de los productores encuestados.

El problema de la falta de empleo en la agricultura y el empobrecimiento paulatino de la población, según hallamos en esta investigación, es uno de los impactos sociales resultantes de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra.

Los resultados indican que la disminución en la oferta de empleo en la agricultura, aunque pareciera ser contradictorio frente al aumento en la concesión de créditos en

años recientes, es un hecho evidente, en parte, porque los créditos más elevados se orientan a la ganadería, que como ya se explicara, comparativamente exige menos trabajadores que las labores de cultivo.

Por ejemplo, en siete unidades de producción animal ubicadas en la cuenca, que en conjunto suman aproximadamente 1.600 hectáreas, sólo emplean en total unos veinte trabajadores, que en las primeras horas de su jornada diaria cumplen labores de ordeño, y el resto del día, en reparar alambrados y otros menesteres propios de la actividad. Otras faenas, como vacunación y desparasitación de animales y eliminación de malezas entre los pastizales, las llevan a cabo con menos frecuencia.

Otro hecho que llama la atención, y que valdría la pena investigar posteriormente, es que al no haber un control por parte de los entes que otorgan los créditos, algunos beneficiarios terminan empleando el capital en otras cosas que no tiene nada que ver con la actividad económica que manifestaron desarrollar al momento de solicitar la ayuda crediticia. En consecuencia, todo este conjunto de acciones se conjugan para frenar el aumento de la oferta de empleo en la agricultura, lo que atenta con la seguridad alimentaria de la población.

A fin de cuentas, una cantidad considerable de habitantes dedican parte de su tiempo a otras actividades diferentes a las agrícolas. Los datos de la encuesta demuestran que un significativo porcentaje, es decir 22,87% de los encuestados trabajan también de manera ocasional en actividades del sector terciario, situación que no les da ninguna seguridad o estabilidad laboral, por cuanto son jornadas de corta duración, que entre otras cosas, no le ofrece al trabajador más beneficios socioeconómicos distintos al sueldo.

4. Conclusiones

Como producto de la investigación se precisaron en la cuenca abundantes evidencias de impactos ecológicos y sociales derivados de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra, por tanto, se comprueba otra de las hipótesis de trabajo planteadas en esta investigación. Dentro del conjunto de consecuencias resultantes, asociadas a los impactos que genera la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra, se puede puntualizar la variación

en los patrones de escorrentía, que ya se ha expresado en fuertes crecidas de algunos cursos de agua con pérdidas humanas en distintas localidades asentadas en el área de estudio. Igualmente, se han registrado pérdidas materiales, tales como viviendas, cultivos y vehículos, así como daños a múltiples estructuras viales, entre ellas carreteras, pasarelas, puentes y alcantarillas.

A la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra también se agrega la recolección indiscriminada de ciertas especies de plantas medicinales silvestres, que según Giraldo, *et al.*, (s/f) y Figueroa (2005), se convierte en una grave amenaza no sólo para sus poblaciones naturales sino también para los ecosistemas donde se encuentran. En ese sentido, sería de mucho interés ampliar los estudios referidos al comercio y extracción de plantas medicinales en la cuenca, pues por ser ésta una actividad económica marginal, generalmente no se recogen las estadísticas oficiales, por lo que es poco conocido su impacto ecológico, económico y cultural (Guánchez, 2000) a sabiendas de que los resultados encontrados en esta investigación, dejan ver que la conservación de estas especies es de sumo valor para los habitantes de la cuenca.

CAPITULO VIII

SÍNTESIS Y CONCLUSIONES GENERALES DEL PROCESO TRANSFORMADOR DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA CUENCA DEL RÍO CARACHE.

Como producto de los resultados de la investigación, y especialmente de la interpretación de los mismos, llegamos a muchas conclusiones que se expresan a continuación.

Una parte significativa de la población que reside en la cuenca es rural, según registra el censo del año 2001, tal como se observa en los datos presentados en el cuadro 6, ubicado en el capítulo III.

La población se dedica tradicionalmente a las actividades propias del sector primario, concretamente ganadería y agricultura. Hay una actividad ganadera basado en dos tipos, es decir, ganadería bovina y caprina; la primera, de mayor importancia en cuanto a producción se refiere, en tanto la segunda, es más rudimentaria, con fines básicamente de subsistencia y se asienta casi con carácter de exclusividad en las áreas semiáridas, donde las condiciones de clima seco, son adversas y poco favorables para el desarrollo de otras actividades productivas del sector primario.

La ganadería vacuna es la actividad económica que domina en toda la cuenca, y de manera especial en el piso basimontano, donde impacta profundamente al paisaje ecológico, en el que se ha visto implicada la fragmentación de áreas boscosas y su reemplazo.

Se determina que dentro del espectro de acciones antrópicas responsables de la transformación del paisaje y de los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca se encuentra la ganadería vacuna y la agricultura. La primera de estas actividades, como ya afirmáramos, domina el porcentaje más alto en lo que a ocupación espacial se refiere, seguido de la agricultura.

La agricultura que se practica en la cuenca está basada en diferentes rubros; en el piso subandino se cultiva la caña de azúcar con preponderancia sobre otros cultivos, que con fines de subsistencia son adelantados por pequeñas familias, entre ellos maíz, yuca y plátanos. En el piso basimontano no hay una dominancia clara de un

cultivo en particular, por el contrario, hay una variedad compleja de rubros, como maíz, piña, caña panelera, cultivos hortícolas y café; éste, en ciertos sectores y a pesar de las fluctuaciones de los precios en los mercados, todavía es de relativo interés entre los agricultores.

Algunos frutales y otros cultivos sin continuidad espacial, muy dispersos y de poca relevancia desde el punto de vista económico también se desarrollan en este piso ecológico.

En la parte baja del piso montano, la población se dedica casi por entero a cultivos hortícolas de piso frío, que parecen dar buenos resultados económicos de acuerdo a informaciones recabadas en la zona; de manera tal que con frecuencia se observan en fondos de valle, como en ciertas laderas montañosas, parcelas dedicadas al cultivo de papa, zanahoria, lechuga, y remolacha, entre otros.

Por otra parte, se ha encontrado una gran heterogeneidad del paisaje de la cuenca, la misma es resultante de complejos procesos transformadores, impulsados especialmente por la acción humana, sin dejar de ignorar también, la influencia que ha tenido un conjunto de fuerzas naturales, como el fuego, la inestabilidad geológica, el tectonismo y las altas pendientes topográficas.

Las unidades de paisaje en su totalidad presentan complejas respuestas ante los cambios de uso/cobertura a que son sometidas a través del tiempo. El nivel de respuesta ante la ocurrencia de los cambios del paisaje es variable y depende de la constitución de cada unidad de paisaje en particular; por ejemplo, en aquellas unidades que comprenden áreas boscosas, las respuestas al cambio se manifiestan en impactos tanto de carácter ecológico como social, ya discutidos en capítulos precedentes, entre ellos:

- a. Disminución de la oferta de leña
- b. Disminución de la presencia de plantas medicinales
- c. Disminución de la disponibilidad de agua
- d. Fragmentación de matrices boscosas y otros

En líneas generales, como lo demuestran los resultados expuestos en los capítulos V, VI y VII, el mayor nivel de impacto humano se observó en los pisos ecológicos subandino y basimontano, donde se manifiesta con la escasa presencia de

vegetación boscosa original, pues parte importante de la misma ha sido reemplazada por cultivos y por pastizales en áreas dedicadas a la actividad ganadera, al tiempo que otra parte está cubierta por arbustales secundarios.

Desde el punto de vista de los servicios ambientales, es oportuno señalar que en estos pisos ecológicos, los mismos están más comprometidos debido a lo fuerte que han sido los procesos de intervención del paisaje. Cuando estos servicios se ven afectados negativamente, fenómenos como la escasez pronunciada de agua en temporadas secas, provocan que ciertas actividades que dependen de niveles adecuados de este recurso incurran en costos adicionales, afectando incluso a usuarios que no son responsables de situaciones creadas por externalidades (Quintero, *et al.*, 2005).

En los cuarenta y cuatro años que abarca el período de estudio, la cuenca perdió 15.051,89 hectáreas de bosque original, pasando de 38.517,35 en 1966 a 23.465,46 hectáreas en el año 2010. Contrariamente ocurrió con las áreas de pastizales que tuvieron un incremento de 5.460 hectáreas, al pasar de 4.902 a 10462 hectáreas en el año 2010. La superficie destinada a la agricultura sufrió pocas variaciones al acusar apenas un incremento de 205 hectáreas para el año 2010, tal como se aprecia en la figura 54.

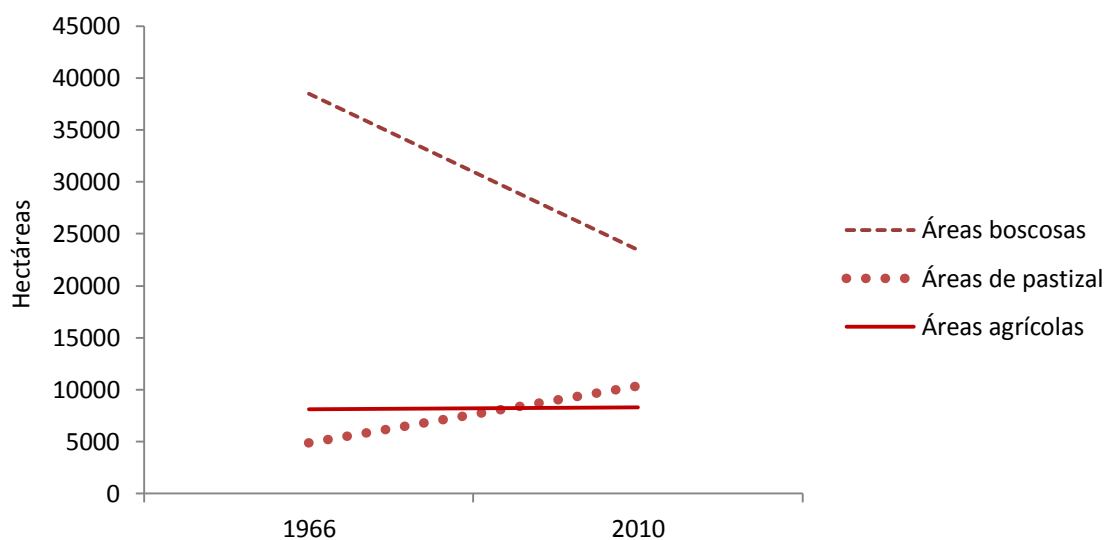


Figura 54. Áreas cubiertas por bosques, pastizales y cultivos en la cuenca del río Carache en los años 1966 y 2010. (Cifras expresadas en hectáreas).

Respecto a lo anterior, la situación es más grave, porque si se suman las áreas boscosas que están muy intervenidas y con tendencia a desaparecer, calculadas en 14.686,02 hectáreas se tiene una cifra total de 29.737,91 hectáreas, que en términos porcentuales, significa una pérdida de 77,20% de las áreas boscosas de la cuenca.

Los resultados obtenidos indican también la presencia de algunas matrices del bosque, sobre todo en la faja más alta del piso montano, que se mantienen sin alteración, presumiblemente por el difícil acceso en que se encuentran y por lo accidentado del relieve que en cierta forma limita o frena el avance de la ganadería vacuna y la agricultura. Sin embargo, las mismas se sienten bajo presión y amenaza, debido al notorio cambio de uso forestal a agropecuario puesto en evidencia cuando se aprecian nuevas áreas deforestadas convertidas en pastizales. Es de hacer notar, que muchos propietarios de fincas proceden a esta práctica sin contar con la permisología respectiva, convirtiéndose tal situación, en una suerte de reacción en cadena, que es seguida por un importante número de dueños de fincas, tal como corroboran los resultados arrojados por la encuesta que fuera aplicada.

Ante la presencia de los efectos mencionados se confirma la intervención humana como la acción más importante en cuanto a transformación del paisaje, favoreciendo el surgimiento de procesos degradantes de los ecosistemas. En ese orden de ideas, para la conservación del ambiente, resultaría necesaria una planificación sistemática a escala de paisaje a la hora de aprovechar los recursos que hay en la cuenca.

En suma, la mayor parte de la cuenca en análisis, según los resultados de esta investigación, presenta una fuerte intervención, con graves problemas ambientales, entre los que se cuentan la progresiva desaparición o disminución de especies animales y vegetales reportada por los entrevistados, hecho que es coincidente con los que señala el MARNR (1996a), y Peña (2002), quienes aseguran que en la zona estudiada, cerca de diez especies se hallan en situación de amenaza o peligro de extinción, entre éstas, el oso frontino (*Tremarctos ornatos*), oso palmero (*Mymecophaga tridáctila*), el cardenalito (*Carduelos cucullata*), el jaguar (*Pantera onca*), el cunaguaro (*Leopardos pardales*) y la onza (*Herpailurus vaguaroundi*).

Por otra parte, creemos que los resultados alcanzados con esta investigación pueden ser de ayuda, por cuanto se constituyen en herramientas novedosas para apoyar, cuando sea el caso, la gestión local ligada al ordenamiento territorial y el manejo de los recursos naturales de la cuenca. Además estos resultados tendrán un importante valor desde el ámbito científico, pues son el producto de la utilización de sensores remotos, hecho que implica un significativo avance con relación a metodologías tradicionales.

Recomendaciones

Tomando en cuenta que el uso agrícola y pecuario tiende a desplazar y minimizar las áreas boscosas en diferentes sectores de la cuenca, deben buscarse propuestas que permitan frenar y mitigar oportunamente los procesos de degradación ambiental, especialmente para resguardar las áreas que se mantienen intactas, así como para restaurar todas las que sean posibles. En este caso deben buscarse mecanismos para incorporar a los entes más inmediatos por estar dentro de la superficie de la cuenca, por ejemplo las alcaldías de los municipios Carache, Pampán, Boconó y Candelaria.

Entre las propuestas se sugiere involucrar a las instituciones educativas de todos los niveles presentes en la cuenca, para que incluyan en sus proyectos pedagógicos, actividades relacionadas con la educación ambiental y con el uso racional de los recursos naturales, con énfasis en los educandos de los primeros grados, quienes serán los encargados de tomar decisiones en el futuro. En este sentido, incorporar a las escuelas y liceos ubicados en las localidades de Cuicas, Carache, Bolivia, Santa Ana, Mitón y Chejendé sería de mucho valor, para que desde ellos se realicen permanentemente procesos formadores que redunden en beneficios para la conservación de los ecosistemas.

En vista de la problemática encontrada en la cuenca se recomienda a los organismos competentes, en conjunto con las organizaciones comunales de cada sector, implementar talleres de capacitación a los productores agrícolas y pecuarios, como a otros miembros de las comunidades, pues es una acción que se ha empleado con buenos resultados en diferentes localidades del país, y pareciera ser viable en la

cuenca, pues el 95% de los productores encuestados manifestó la voluntad y el deseo de participar en actividades de esta índole.

A escala de la cuenca, es importante también, que organismos públicos en conjunto, como el Ministerio de Agricultura y Tierra, el Ministerio del Ambiente e INPARQUES, adelanten planes de gestión y ordenación del territorio, pues éstos podrían contribuir en la mitigación de impactos negativos sobre los ecosistemas y la biodiversidad en general.

Asumir el reto en la reordenación del paisaje, deberá hacerse entonces desde una planificación con base ecológica, de manera que cada actividad a desarrollar sobre los espacios de la cuenca, se haga en los lugares más apropiados desde todo punto de vista; si esto se hace así, se estaría dando cabida a los principios de la ecología del paisaje, cuando se acepta que ésta es una herramienta indispensable para la planificación, la cual ha de hacerse desde un enfoque integrador de especialidades y expertos, con el propósito de brindar soluciones efectivas a los problemas que derivan del uso de los recursos naturales (Morello, 2007).

Se recomienda brindar asesoría técnica permanente y continua a los productores agropecuarios en la búsqueda de alternativas que minimicen los efectos perniciosos al ambiente; especialmente cuando se sabe que existen interesantes estrategias para la preservación, que al ser puestas en práctica pueden brindar protección y continuidad tanto a la flora como a la fauna, permitiendo que la conservación de la biodiversidad pueda integrarse a los otros usos de la tierra, lógicamente sin impedir el avance de la agricultura en los casos en que ésta ofrezca un significativo nivel de rentabilidad económica, pero también social.

Por otra parte, se considera oportuno afirmar que el conocimiento alcanzado con esta tesis, es una contribución para entender los procesos de origen humano que impactan la cuenca debido al cambio de uso de la tierra, sin embargo, no es el mismo caso en cuanto al conocimiento de los procesos naturales, razón por la cual, sería pertinente en el tiempo por venir, realizar otros estudios, cuyos resultados sirvan de base para buscar estrategias apropiadas y efectivas que contribuyan en la reducción de la problemática ecológica ambiental.

En todo caso, tales estudios pudieran orientarse a la obtención de información más completa acerca de la interacción entre el patrón espacial y los procesos ecológicos presentes en la cuenca, pero también sobre los efectos resultantes de la transformación del paisaje, a objeto de mejorar las predicciones sobre futuros cambios en los usos de la tierra, hecho que sería imprescindible para diseñar programas dirigidos a la conservación del ambiente.

Finalmente, el presente trabajo complementa otros estudios que a escala de paisaje se han venido desarrollando. Desde esa perspectiva, los resultados encontrados en el área estudiada, son expresión de las transformaciones que se vienen produciendo no sólo en la cuenca, sino también en el estado Trujillo y sobre toda la región andina.

Debe señalarse que este trabajo contiene otro aporte importante, al proponer como metodología pertinente la aplicación de la teledetección y los sistemas de información geográfica en los estudios del paisaje. Consecuentemente el mismo genera información que puede ser tomada en cuenta por los responsables en gestión y manejo de recursos naturales, así como por todos los agentes comprometidos con el desarrollo agrícola en la zona de estudio.

Dadas las limitaciones de información que encontramos durante la investigación, pensamos que sería de alto valor, y se recomienda a los entes competentes, que incluyan en sus políticas, la instalación, ampliación y mantenimiento de redes de estaciones climatológicas, sismológicas y de otra índole, de manera que se pueda tener una base de datos más sólida, que sirva de apoyo a futuras investigaciones.

Dada la vocación agrícola que tiene la cuenca, se sugiere adelantar proyectos que conlleven a más información edáfica, geomorfológica y climática en mayor detalle.

Por la complejidad ecológica de muchas cuencas andinas, como por ejemplo la que nos ocupa, proponemos que a la hora de adelantar proyectos de investigación, se aborden desde el enfoque por pisos ecológicos, pues cuando se estudian cuencas tan complejas sin hacer diferenciaciones entre uno y otro piso, se corre el riesgo de caer en generalidades que no ayudan a entender la verdadera dinámica de la misma, y por tanto, dificultades para contribuir en la resolución de problemas ecológicos y sociales.

REFERENCIAS

- Ablan, M., Andressen, R., Casanova, E., Gómez, C., Guada, C., Jaimez, R., Núñez, L., Torrens, R., y Urdaneta M. (2001). Sistema de Información Bioclimática en la región del Sur del Lago de Maracaibo. Universidad de Los Andes, Mérida. Disponible en: [http://www.cecalc.ula.ve/redbc/documentos de interes/Redbio30-4.pdf](http://www.cecalc.ula.ve/redbc/documentos%20de%20interes/Redbio30-4.pdf). [Consulta: 2010, julio, 14].
- Alberti, M., y Parquer, D., (1991). Indice of evironmental quality – The search for credible measures. *Environmental impact assessment review*. 2 (11): 95 - 101.
- Alvarado, B., Chazdon, R. y Milla Quesada, V. (s/f). Dinámica de la regeneración en cuatro bosques secundarios tropicales de la región Huetar Norte, Costa Rica. Su valor para la conservación o uso comercial. *Recursos Naturales y Ambiente* (55):118-128.
- Álvarez, R. (2007). Evolución histórica de las migraciones en Venezuela. Breve recuento. *Aldea Mundo*. año/vol. 11(022):89-93.
- Acevedo, M., McGregor, K., Andressen, R., Ramirez, H., (2001). Relations of climate variability in Venezuela to tropical Pacific SST anomalies. Final Proc. 10th Symposium on Global Change Studies, American Meteorological Society. San Antonio Texas, USA, pp. 1.31–1.36.
- Andressen, R., y Díaz de Pascual, A. (2000). Influencia de la altitud y la distancia al lago de Maracaibo en la caracterización pluviométrica del estado Trujillo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. Maracay* (26):107-124.
- Angel, C. (1993). Aportes a la Etnobotánica Médica: Aplicación de la Medicina Tradicional Herbolaria por Parteras de Tuñame, Estado Trujillo. Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Escuela de Antropología. Universidad Central de Venezuela. Caracas.
- Arcila, E. (1979). El régimen de la encomienda en Venezuela. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Instituto de Investigaciones, Caracas, Venezuela.
- Aronoff, S. (1993). Geographic Information Systems. WDL Publications. Ottawa, Canada.
- Ataroff, M. (2001). Venezuela. Pp 397- 442 En: Kappelle, M., Brown, A. (Eds). *Bosques Nublados del neotrópico*. Editorial IMBIO, Costa Rica.
- Ataroff, M. y Monasterio, M. (1993). Estudio comparativo de cafetales de sol y sombra en los Andes Venezolanos: Balance hídrico y erosión durante un ciclo anual. En: M. A. Rabey (Ed.): *El Uso de Recursos Naturales en las Montañas: Tradición y Transformaciones*, 79 - 100. MAB-UNESCO, ORCYT, Montevideo, Uruguay.

- Ataroff, M. y Monasterio, M. (1997). Cambios ecológicos producto de cambios tecnológicos en sistemas cafetaleros de Los Andes venezolanos. En *Desarrollo sostenible de Ecosistemas de Montaña: Manejo de áreas frágiles en Los Andes*. M. Liberman y C. Baied (Eds): 201-212.
- Ataroff, M. y Rada, F., (2000). Deforestation impact on water dynamics in a Venezuelan Andean Cloud Forest. *Ambio* (29) 7: 440 - 444.
- Ataroff, M. y Sarmiento, L. (2003). Diversidad en Los Andes de Venezuela. I Mapa de Unidades Ecológicas del Estado Mérida. CD-ROM, Ediciones Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Aymard, G., L. J. Dorr y L. Barnet. (1993). Phytogeographical relationships of cloud forest and Páramo on the Montañas de Guaramacal, estado Trujillo, Venezuela. En: *Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation*, Abstracts From a Symposium at the New York Botanical Garden, 21-26 June 1993 (Balslev,ed.), pp. 13. AAU Reports 31.
- Azócar, A. (1974). Análisis de las características de diferentes formaciones de páramo. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Barrios, G. (2008). Transformación del paisaje de la microcuenca de la quebrada Turmero, páramo de Turmero, Estado Mérida. Trabajo especial de grado para optar al título de Licenciado en Biología. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Becerra, L. Arellano, R, y Pineda, C. (2006). Diagnostico agro socioeconómico de las fincas cafetaleras de la microcuenca del rio Monaicito, estado Trujillo Venezuela. *Geografica Venezolana*: (47) 1: 11 - 28.
- Benedetto, G. y O. Odreman, (1977). Nuevas evidencias paleontológicas en la formación La Quinta. Su edad y correlación con las unidades aflorantes en la sierra de Perijá y cordillera oriental de Colombia. *V Cong. Geol. Venez.*, Mem., 1: 87-106.
- Bennett, A. (2003). Linkages in the Landscape: The Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation. Switzerland and Cambridge, UK. 254 pp.
- Bermúdez, A. (2007). Plantas medicinales del estado Trujillo: usos, ecología y propuestas para su conservación. Tesis Doctoral. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela.
- Bermúdez, A. y Velásquez, D. (1999). Plantas Medicinales que se venden en los Herbolarios del estado Trujillo. Universidad Central de Venezuela. Vol. 2: 137-140.

- Bermúdez, T., Páez, G., Velásquez, S. y Motte, E. (s/f). Cambio del uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas de Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana*: 21- 26.
- Berticci, A. (1996). Municipio Carache. *Turística Berticci*. 2: 22.
- Billings, W. (1966). Plants and the ecosystem. California: by Wadsworth.
- Bixby, L. y Palloni, A. (1997). Población y Deforestación en Costa Rica. Reunión de Expertos en Conservación del Bosque. Academia Nacional de Ciencias. San Rafael de Heredia, Universidad de Costa Rica.
- Borman, F. y Likens, G. (1979). Pattern and process in a forested ecosystem. En Gustafson E. J. (Eds) *Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of Art?* Springer-Verlag. New York.
- Bosque, M. (1983): "Los estudios sobre el pensamiento geográfico en España (1940-1982)". *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, (3): 251-264.
- Brawn, J. Robinson, S. y Thompson F. (2001). The role of disturbance in the ecology and conservation of birds. *Annual Review Ecological Systems* (32): 251 – 276.
- Briceño, J. (1972). Geografía del estado Trujillo. Segunda edición actualizada por Jesús Briceño. Trujillo, Venezuela.
- Briceño-Valero, A. (1920). Geografía del estado Trujillo. Trujillo, Venezuela.
- Brito, F. (1983). La estructura económica de la Venezuela colonial. Ediciones de La Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.
- Bustamante, R. y Grez, A. (1995). Consecuencias ecológicas de la fragmentación de los bosques nativos. *Ambiente y Desarrollo*. VOL. XI N° (2), 58 - 63.
- Caniago, I. y Siebert, S.. (1998). Medicinal Plants Ecology, Knowledge and Conservation in Kalimantan, Indonesian. *Econ. Bot.* 52 (3): 229 - 250.
- Cardozo, G. 2005. Maracaibo y su circuito agroexportador en el siglo XIX. Memorias, *Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe*, 2:1-56.
- Cartaya, S. (2005). Adaptación y aplicación de un modelo para el análisis espacial de la susceptibilidad a deslizamientos empleando SIG, en la micro-cuenca de drenaje de la quebrada Curucutí, Estado Vargas. Trabajo de ascenso. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas, Venezuela.

- Cartaya, S., Méndez, W, y Pacheco, H. (2006). Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfico, *Interciencia* 9 (93) 638 – 646.
- Casanova, E. (1996). Introducción a la ciencia del suelo. 2da. Edición. Universidad Central de Venezuela, Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas, Venezuela.
- Casanova, R. (1998). Vigencia de la Reforma Agraria. *Derecho y Reforma Agraria*. 19: 89 - 105.
- Castillo, J. (1975). Clasificación de algunos suelos de Los Andes venezolanos según el método numérico y la 7° aproximación. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. O.E.A. Turrialba.
- Catalán, A. (1990). El proceso de deforestación en Venezuela entre 1975 – 1988. Suplemento revista *Ambiente*, N° 49. Fundación de Educación Ambiental. Caracas.
- Cayuela, L. (2006). Deforestación y fragmentación de bosques tropicales montanos en los Altos de Chiapas, México. Efectos sobre la diversidad de árboles. *Ecosistemas* 15 (3): 192 - 198.
- Cea D´Ancona, M. (2001). Metodología cuantitativa. Estrategias y técnicas de investigación social. Editorial Síntesis, S.A. España.
- Ceballos, B. (1999). La formación del espacio venezolano. Una propuesta para la investigación y enseñanza de la geografía nacional. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.
- Centeno, J, (1990). El desarrollo forestal en Venezuela. Instituto Forestal Latinoamericano. Venezuela. Mérida, Venezuela.
- Centeno, J. (1995). Forest Concesión Policy in Venezuela. The World Resources Institute, Washington D.C. Disponible en: http://www.fao.org/docrep/006/ad671s/ad671s07.htm#P1445_52232.
- Centeno, J. (1996). Deforestation out of control in Venezuela. Forwarded e-mail from Uemura (SDWO, FAO). Disponible en: <http://www.fao.org/docrep>. [Consulta: 2012, enero, 24.
- Centeno, J. C. 2001. Caen los Bosques de Venezuela. *Revista Agroservicios*. 2(3):8-10. Disponible en: <http://www.ecoloxistesasturies.org/venweb/articulos/deforest.htm>.
- Centro Educativo para el Desarrollo Local (CEDELEA) (1996). Diagnóstico Integral del municipio autónomo Carache. Tomo I, Mimeografiado. Carache, estado Trujillo, Venezuela.

Chacón-Moreno, E. (2007). Ecological and spatial modelling: Mapping ecosystems, landscape changes, and plant species distribution in Llanos del Orinoco, Venezuela. PhD Thesis. International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, and Wageningen University. ISBN 90-8504-559-2. Enschede, The Netherlands.

Chazdon, RL. (2003). Tropical forest recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 6: 51-71.

Chémery, L. (2003). Los climas. Cambios en la atmósfera. Editorial Larousse. Barcelona, España.

Chen, M. (1991). Medicina Tradicional del Páramo de Cabimbú. Trabajo de Grado. Escuela de Antropología. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Chuvieco, E. (2007). Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio. Editorial Ariel. Barcelona, España.

Colinvauc, P. (1993). Pleistocene Biogeography and Diversity in Tropical Forest of South America. En: *Biological Relationships between Africa and South America* (P. Goldblatt, ed.), (473 – 499). Yale University Press. New Haven, USA.

Collado, A. y Dellafiore, M. (s/f). Influencia de la transformación del paisaje sobre la población del venado de Las Pampas en el sur de las provincias de San luís. *Ría* 31 (2): 39 - 56.

Comisión Permanente del Pacífico Sur – CPPS (2005). Plan de Acción para la Protección del Medio Marino y Áreas Costeras del Pacífico Sudeste. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente - PNUMA. Reunión sobre Desarrollo e Implementación del Programa de Acción Nacional para la Protección del Medio Marino Frente a las Actividades Realizadas en Tierra. Guayaquil-Ecuador, 5 - 7 de abril de 2005. Informe de la Reunión.

CORPOANDES (1975). Estudio geológico – económico de las calizas de la región de Cuicas, distrito Carache, estado Trujillo. Mérida, Venezuela. Mimeografiado.

CORPOANDES (2004). Dossier del estado Trujillo. Trujillo, Venezuela.

Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB). (s/f). Protección, recuperación, conservación y manejo de cuencas hidrográficas abastecedoras de acueductos y sistemas productivos. Disponible en: <http://www.cdmb.gov.co/gdi/resoluciones/>. [Consulta: 2011, Febrero, 18].

Cortes, A., C. Chamorro. y A. Vega. (1990). Cambios en el suelo por la implantación de praderas, coníferas y eucaliptos en un área aledaña al Embalse del Neusa (Páramo de Guerrero). Investigaciones Subdirección Agrológica IGAC: 101-114.

Cuello, N. (1997). Floristic Diversity and Structure of Montane Cloud Forest of Cruz Carrillo National Park in the Venezuelan Andes. Master Thesis. University of Missouri – St. Louis. U.S.A.

Cunill, P., Arcaya, P. y González, H. (1993). Los tres primeros siglos de Venezuela 1.498 - 1.810. Editorial Grijalbo. Caracas, Venezuela.

Dalias, P., Anderson, J., Bottner, P. y Cotteaux, M. (2001). Temperature responses of carbon mineralisation in conifer forest soils from different regional climates incubated under standard laboratory conditions. *Global Change Biology* 6, 181 - 192.

Díaz, J., Materano, G. y Royero, G. (1999). Estado actual de la erosión hídrica en la cuenca del río Motatán sector Monay - Torococo - Mitón *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 1999, 16 Supl. 1: 161-170.

Duellman, W. (1982). Compresión climática cuaternaria en los Andes: efectos sobre la especiación. En: *Zoología Neotropical* (P.J. Salinas, ed.), pp. 177-201. Actas del VIII C.L.A.Z. Univ. de los Andes, Mérida, Venezuela.

Duna, R. (2004). Recovery of faunal communities during tropical forest regeneration. *Conservation Biology* 18: 302-309.

Durán, D. (2004). Educación Ambiental y Geográfica en Crisis. Editorial Troquel, Buenos Aires, Argentina.

Durán, E., Jiménez, E., Medina, E. y Meléndez, G. (1994). Diagnóstico sobre la problemática de manejo de suelos en el municipio Carache, estado Trujillo. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela.

Cultural (Editorial Cultural S.A.) (1997). Atlas de las plantas medicinales y curativas: la salud a través de las plantas. Cultural, S.A., Madrid, España.

Eustaquio, C. (2004). Aplicación de sistemas de información geográfica en la determinación de áreas vulnerables a riesgos naturales. Lima, Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil, proyecto Sistema de Información Geográfica (GEODECI). Lima, Perú.

Ewel J., Madriz A., y Tosi J. (1968). Zonas de vida de Venezuela. 2ª Ed. Edit. Sucre. MAC. FONAIAP. Caracas, Venezuela. 268 pp.

FAO. (1986). Anuario de productos forestales. 1973 - 1984. Colección FAO: Montes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Roma, Italia.

FAO (1994). El desafío de la ordenación forestal sostenible: Perspectivas de la silvicultura mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. FAO Forestry Paper , Roma, Italia.

FAO (1995). The tropical forest zone. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Italia.

FAO (2000a). Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Boletín de tierras y aguas número 9. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas de la FAO. Roma, Italia.

FAO (2000b). The global forest resources assessment 2000: Summary report. Comité on forestry. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

FAO (2000c). Bibliografía comentada Cambios en la cobertura forestal en Venezuela. Programa de Evaluación de recursos Forestales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia.

Farnworth, E. y Golley, F. (1977). Ecosistemas frágiles. Editorial Fondo de cultura económica. Ciudad de México, México. 381 pp.

Figueroa, J. (2005). Valoración de los productos forestales no maderables (PFNMs) en la reserva forestal Imataca, bajo el enfoque de la economía ecológica: caso de estudio cuenca alta del río Botanamo, Estado de Bolívar. Venezuela. Tesis doctoral no publicada. Universidad Nacional Experimental de Guayana, Ciudad Bolívar, Venezuela.

Flores-López, F. y Scott, C. (2000). Superficie agrícola estimada mediante análisis de imágenes de satélite en Guanajuato, México. International Water Management Institute. (IWMI), Serie Latinoamericana: N°. 15. México. 63 pp.

Foghín, S. (2002). Tiempo y clima en Venezuela. Aproximación a una geografía climática del territorio venezolano. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. 86 pp.

Foghín, S. (2004). Hubo una vez un geógrafo... Pablo Vila, pedagogo de la geografía de Venezuela. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. 145 pp.

Foley, J. A. y otros (2005). Global consequences of land use. *Science* 309: 570 - 574.

Forman, R. (1995). Land mosaics. The ecology of landscapes y regions. Cambridge University prees, Cambridge.

Forman, R. y Godron, M. (1986). Landscape ecology. . John Wiley & Sons, New York, United States Of America. 620 pp.

FUDECO (1973). La vegetación actual de la Región Centro-occidental. Un resumen ecológico de acuerdo a la interpretación de fotografías aéreas. Boletín informativo número 3. Barquisimeto, Venezuela.

Fundación para la defensa de la naturaleza (S/F). [Página web en línea]. Disponible-en-<http://www.fudena.org.ve/programaandes.html>.-[Consulta: 2005, febrero 10].

García, E. (2010). Efecto de la conversión de ecosistemas naturales en agroecosistemas sobre las comunidades microbianas del suelo en los Andes venezolanos. Tesis doctoral, Postgrado de Ecología Tropical. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

García, O. (1991). El potencial lechero de la cabra en los trópicos y sus perspectivas en Venezuela. *Fonaiap Divulga* N° 36 abril - junio.

Gentry, A. (1982). Neotropical floristic diversity; phytogeographical connections between Central and South America, Pleistocene climatic fluctuations, or an accident of the Andean orogeny? *Ann Missouri. Bot. Garden* 75:1-34.

Gentry, A. (1995). Patterns of diversity and floristic composition in Neotropical Montane Forest. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests. Proceedings of the Neotropical Montane Forest Biodiversity and Conservation Symposium* (S. Churchill, H. Baslev, E. Forero, and J. Luteyn, eds.), pp. 103-126.

Giraldo, D., Baquero, E., Bermúdez, A. y Oliveira, M. (2009). Caracterización del comercio de plantas medicinales en los mercados populares de Caracas. *acta bot. venez.* 32 (2): 267-301.

Godoy, A. (1995). Diagnóstico de la ocurrencia de incendios forestales en la cuenca de los ríos Carache y Jirajara (período 1984 – 1993). Trabajo especial de grado para optar al título de Técnico Superior Agrícola. Universidad de Los Andes: Núcleo Universitario Rafael Rangel, Departamento de Ciencias Agrarias. Trujillo, Venezuela.

Godoy, P. y Briceño, S. (1986). Diagnóstico físico conservacionista de la cuenca del río Carache. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Agrícola. Universidad de Los Andes: Núcleo Universitario Rafael Rangel, Departamento de Ciencias Agrarias. Trujillo, Venezuela.

Goldbrunner, A. (1984). El Clima de Venezuela y su clasificación. Servicio de Meteorología de la Fuerza Aérea Venezolana. Ministerio de la Defensa. Caracas, Venezuela.

Gómez, H., Guerra, F. y González, J. (2003). Los sistemas de información geográfica (SIGs) en la detección de áreas inestables. *Geoenseñanza*. Vol. 8 no.1: 33 - 48.

González de Juana, C., J. M. Iturralde de Arozena, X. PICARD Cadillat. (1980). Geología de Venezuela y sus Cuencas Petroleras. Ediciones FONINVES. Caracas.

González, F. (1986). Trujillo: el equilibrio fatalista. Fondo Editorial Portujillo. Trujillo, Venezuela. 201 pp.

González, L., Lara, S., Marcucci, E. y Suárez C. (2002). Vargas. Un intento de explicación. Caracas: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

González, F. (2000). Cambios de los sistemas de producción tradicional como alternativa de desarrollo de la ganadería caprina en el Sector de Burere, Coyobo y El Pantano del municipio Torres estado Lara. Universidad Centrooccidental Lisandro Alvarado, Barquisimeto, Venezuela. Disponible en:<http://www.cdc.fonacit.gob.ve/cgi-win/be>. [Consulta: 2010, Marzo, 11].

González, M, y Lima de Montes, Y. (2001). Cartografía del riesgo a los deslizamientos en la zona central del principado de Asturias. Disponible: <http://www.mappinginteractivo.com> [Consulta: 2009, Marzo, 22].

Guánchez, F. (2000). Apoyo para un mejor uso y comercio de plantas medicinales en América del Sur, caso venezuela. Propuesta Técnica para TRAFFIC América del Sur. Cornell University. New York, USA.

Guerra, F. (2010). Estimación y caracterización de la precipitación para el estado Táchira utilizando técnicas geoestadísticas. Tesis de maestría en geografía física. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela.

Gutiérrez, J. y Moreno, V. (2001). Pasado presente y futuro de la teledetección de alta resolución. El satélite ikonos. Departamento de Teledetección. *Mapping*, (64): 34-40.

Hernández, A. (1997). Carache y La Concepción. Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

Hernández, D., Arguello, G., y Zerpa, A. (2000). Producción e investigación en caña panelera en Trujillo. *Divulga* 46. Julio - Septiembre.

Hernández, E. (s/f). Estrategias para el fortalecimiento del manejo de cuencas hidrográficas de montañas tropicales. Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela 249- 257. Disponible en: <http://www.agua.org.mx/index.php> [Consulta: 2011, Diciembre, 10].

Hernández, E. y Pozzobon, E. (2002). Tasas de deforestación en cuatro cuencas montañosas del occidente de Venezuela. *Revista Forestal Venezolana*: 46 (1): 35 - 42.

Hernández de, J., y Prato, N. (1986). Las relaciones de producción en la agricultura venezolana y sus transformaciones (1900 – 1980). Caracas, *Cuadernos del CENDES*: La agricultura en Venezuela. (6): 13-67. (6): 13-67.

Hernández, L., Castellanos, H., Stanford, Z. y Plonczah, M. (2005). Desarrollo sustentable del bosque húmedo tropical. Características, ecología y uso (Con énfasis en Venezuela) Lionel Hernández y Nay Valero Editores. Caracas, Venezuela.

Hobbs, R., Arico, Salvatore., Aronson, J., Baron, J., Bridgewater, P., Cramer, V., Epstein, P., Ewel, J., Klink, C., Lugo, A., Norton, D., Ojima, D., Richardson, D., Sanderson, E., Valladares, F., Vila, M., Zamora, R., y Zoble, M. (2007). Novel Ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. *Global Ecology and Biogeography* 15: 1- 7.

Hobbs, R. (2007). Setting effective and realistic restoration goals: key directions for research. *Restoration Ecology* 15 (2) 354-357.

Hofstede, R. (1997). El impacto ambiental de plantaciones de Pinus en la sierra del Ecuador. Proyecto EcoPar, Universidad de Amsterdam, Larenstein Colegio Universitario Internacional, Velp, Holanda. 54 pp.

Hofstede, R. (1998). Impactos ecológicos de plantaciones forestales. En: Hofstede, R., J. Lips, W. Jongsma & J. Sevink. (Eds). Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador. Editorial Abya Yala. Quito, Ecuador.

Hofstede, R. (2003). Los páramos en el mundo: Su diversidad y sus habitantes. En: HOFSTEDÉ, R., P. SEGARRA y P. MENA V. (Eds.) 2003. Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Hofstede R., Coppus, R., Mena, V., Segarra, P., Wolf, J y Sevink, J. (2002). El estado de conservación de los páramos de pajonal en el Ecuador. *ECOTROPICOS* 15(1):3-18.

Huber, O. y Alarcón, C. (1988). Vegetación de Venezuela. MARNR. Disponible en [http://200.44.163/atlas ecológico](http://200.44.163/atlas%20ecol%C3%B3gico). [Consulta: 2005, febrero 10].

- Hurtado, M. (1986). La república agropecuaria y rural. 1830-1935. Resumen de su proceso histórico. Guías de estudio. Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela.
- INE. (2004a). Población total según entidad federal, 2000-2015. [Datos en línea] En INE: XIII Censo General de Población y Vivienda Disponible en www.ine.gov.ve. [Consulta: 2005, Enero 01].
- INE. Instituto Nacional de Estadística. (2004b). Censo 2001. Caracas, Venezuela.
- IPROGA. Instituto de Promoción para la Gestión del Agua (1996). Metodología para la elaboración de planes maestros de cuencas. Lima, Perú.
- Irastorza, P. (2006): Integración de la Ecología del Paisaje en la planificación territorial. Aplicación a la Comunidad de Madrid, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid., Madrid, España.
- Irazabal, C. (1980). Venezuela esclava y feudal. Caracas: Editorial Ateneo de Caracas, Venezuela.
- Jensen, J. y Toll, D. (1982). Detecting residential land use development at the urban fringe. *Photogrammetric Engineering and remote sensing*. 48:629-643.
- Jiménez, L., Mezquida, E., Benito, M. y Rubio A. (2007). Cambio en las propiedades del suelo por transformación de áreas boscosas en pastizales en Zamora-Chinchipe (Ecuador). *Cuad. Soc. Esp. Cienc. For.* (22): 65-70.
- Josse C., Cuesta F., Navarro G., Barrena V., Cabrera E., Chacón-Moreno E., Ferreira W., Peralvo M., Saito J. y Tovar A. (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Secretaría General de la Comunidad Andina, Programa Regional ECOBONA-Intercooperation, CONDESAN-Proyecto Páramo Andino. Lima, Perú.
- Kelly, D., Tanner, E., Lughadha E. y Kapos, V. (1994). Floristic and biogeography of a rain forest in the Venezuelan Andes. *Journal of Biogeography* 21: 421-440.
- Koop, G. y Tole, L. (2001). Deforestation, distribution and development. *Global Environmental Change* 11: 193 - 202.
- La Marca, E. (1997). Origen y Evolución Geológica de la Cordillera de Mérida. Cuadernos de la Escuela de geografía, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela *ULA* 1: 5-110.
- La Marca, E. y P. Soriano. (2004). Reptiles de Los Andes de Venezuela. Fundación Polar, Conservación Internacional, CODEPRE-ULA, Fundacite Mérida, BIOGEOS. Mérida, Venezuela. 173 pp.

Lanly, J. (1997). Forest and woodland resources. Proceeding of the XI World Forestry Congress. Antalya, Turkey.

Lara, S., González, L., y Marcucci, E. (2002). Vargas. Un intento de explicación. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela. 86pp.

Lillesand, M. Kiefer, W. y Chipman, W. (2004). Remote sensing and Image Interpretation. 5ta. Edition. John Wiley Sons. New York, USA. 763 pp

Lima, Y. y González, M. (2000). Sistema de Información Geográfica (SIG) para generar mapas de riesgo a los deslizamientos [Documento en DC]. *En Seminario internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela*, Caracas. Disponible: Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela, Jornadas de investigación de la Facultad de Ingeniería 2000. Caracas: Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Instituto de Mecánica de Fluidos.

Llambí, L. (1986). El grupo Acarigua: Surgimiento y consolidación de una burguesía regional con base agrícola. Caracas, *Cuadernos del CENDES: La agricultura en Venezuela*. (6): 69-96.

López, R. y Cervantes, J. (2002). Unidades del paisaje para el desarrollo sustentable y manejo de los recursos naturales. *Revista de información y análisis*: 20: 43- 49.

Loreto, C. (1988). El período 1920-1945 en los orígenes de la marginalidad y la especulación urbana en Venezuela. *Tierra Firme*: (24) 400-403.

Lozano, F. (1997). Pasalidos: Distribución y efectos de la deforestación en el transecto altitudinal Tumaco-Chiles (Nariño). *Boletín Mus. Ent. Univ. Valle*. 5 (1). 13-24.

Machado, D. (2005). Un enfoque agroecosistémico para el manejo eficiente del suministro de nitrógeno en el cultivo de papa en los Andes venezolanos. Tesis de doctorado, Postgrado de Ecología Tropical, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Maldonado, H. (1997). El uso de plaguicidas, la salud y la educación Agrícola. *Geoenseñanza*, 2 - (2): 62 - 75.

Maldonado, H. (2001). El proceso histórico para poblar Los Andes Venezolanos. *Geoenseñanza*. 6 (1): 137-148.

Marcano, A. (2010). Zonificación de amenazas por procesos de remoción en masa en las cuencas comprendidas entre Camuri Chico y Punta Tigrillo, estado Vargas, Venezuela. Tesis de maestría en Geografía Física. Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Caracas, Venezuela.

MARNR (s/f). Sistema de información geográfica de suelos al norte del río Orinoco. Caracas, Venezuela.

MARNR (1969). Hojas seccionales 6144 y 6145. Dirección de Cartografía Nacional [Mapa Escala 1:100.000]. Caracas, Venezuela.

MARNR (1982). Mapa de vegetación de Venezuela. Escala: 1: 500.000. Caracas

MARNR (1983). Metodología para la elaboración de los mapas de vegetación, uso actual y potencial agrícola. Caracas, Venezuela.

MARNR (1996a). Plan Maestro de Desarrollo Hidráulico, Agrícola, Agroindustrial y de Manejo de la Cuenca del río Motatán. Programa para el desarrollo de la cuenca del río Motatán. Documento anexo número 1 (Aspectos físicos básicos). Sistema Hidráulico Trujillano, Valera, Estado Trujillo, Venezuela.

MARNR (1996b). Estudio agrológico integral y recursos de tierra de la cuenca del río Motatán estado Trujillo. Servicio Autónomo de Conservación de Suelos y Cuencas Hidrográficas. Dirección de Suelos y Aguas, Centro Edafológico de la Región Andina. Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

MARNR (1996c). Balance ambiental de Venezuela. Caracas, Venezuela.

MARNR (2001). Superficie deforestada con permiso administrativo por entidades federales (1997-2000). Dirección General Sectorial del Recurso Forestal. Caracas, Venezuela.

MARNR (2003). Hoja de datos climáticos para estaciones de la zona 7 estado Trujillo. Trujillo, Estado Trujillo, Venezuela.

Márquez, G. (2005). Transformación de ecosistemas y condiciones de vida en Colombia. Tesis de doctorado, Postgrado de Ecología Tropical, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

Marrero, L. (1964). Venezuela y sus recursos. Caracas: Ediciones Meffe, G. y Carroll, C. (1994). Principles of conservation biology. En Turner M. G (Eds) Landscape Ecology. Oxford University Press Inc. New York.

Maya, A. (2008). El reto de la vida: ecosistema y cultura. Una introducción al estudio del medio ambiente. Ecofondo, Bogotá, Colombia. 238 pp.

Melesio-Nolasco. (1991). Bases teóricas de la percepción remota. Apuntes del curso "Satélites y agricultura: el ejemplo Spot". In: Soran. V., L. Cajuste y E. Ojeda (ed). Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.

Mendoza, J., Costa, C. y Renjifo, L. (2006). Metodología para la preparación de imágenes con fines de estudiar el cambio de la cobertura vegetal en paisajes de alta montaña. Caso de estudio: cañón del río Barbas y la Reserva Forestal Bremen, Quindío Colombia., Bo, Colombia.

MAT (Ministerio de Agricultura y Tierras) (2004). Superficie cosechada por rubros para el estado Trujillo. Oficina de Trujillo. Trujillo, estado Trujillo, Venezuela.

Miranda, M., Blanco, A., Hernández, L., Ochoa, J., y Yerena, E. (1998). No todo lo que brilla es oro; Hacia un nuevo equilibrio entre conservación y desarrollo en las últimas fronteras de Venezuela. Instituto de Recursos Mundiales. Iniciativa sobre fronteras forestales. Washington D.C. USA: WRI.

Mogollón, F. y Comerma, J. (1986). Suelos de Venezuela. Palmaven, Caracas, Venezuela.

Molina, L. (1986). Inventario de ecosistemas en el área del futuro parque nacional "Los Páramos". Estados Táchira y Mérida. Tesis de grado, Postgrado de Ecología Tropical. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Monasterio, M. (1980). Poblamiento humano y usos de la tierra en los Altos Andes de Venezuela. En Estudios ecológicos en los páramos andinos. Monasterio, M. (ed.) Ediciones de La Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

Monasterio, M. y Molinillo, M. (2003). El Paisaje y su diversidad. El ambiente páramo. En: HOFSTEDE, R., P. SEGARRA y P. MENA V. (Eds.) 2003. Los Páramos del Mundo. Proyecto Atlas Mundial de los Páramos. Global Peatland Initiative/NC-IUCN/EcoCiencia. Quito, Ecuador.

Monistrol, O. (2007). El trabajo de campo en investigación cualitativa (II). *Nure Investigación*, nº 29. 1-4.

Montaldo, P. (1966). Principios ecológicos en la determinación de unidades básicas y su aplicación para el estado Aragua, Venezuela. *Revista de la facultad de agronomía de la Universidad Central de Venezuela*. 10: 1 - 85.

MOP (1969). Comentarios sobre la problemática de la erosión en las cuencas superiores de Venezuela. Departamento de información básica. División de Hidrología, Caracas, Venezuela.

Mora, B. (2010). Análisis de tendencias y variación anual e interanual de precipitaciones en la cuenca del río Boconó, estado Trujillo, Venezuela. Período: 1957 – 2006. Tesis de maestría en geografía física. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Caracas. Caracas, Venezuela.

Moreira, F. y Russo, D. (2007). Modelling the impact of agricultural abandonment and wildfires on vertebrate diversity in mediterranean Europe. *Landscape Ecology* 22: 1461- 1476.

Morello, J. (2007). Evolución de la ecología de paisaje en un país en desarrollo. En panorama de la ecología de paisajes en Argentina y países sudamericanos. Editora Silvia Matteucci. Buenos Aires, Argentina.

Moreno, A. (1998). Desarrollo histórico de la organización del espacio en la región andina (estados Trujillo, Mérida y Táchira). *Tierra Firme*: 89- 97.

Murray, I., Blázquez, M. y Rullan, O. (2005). Los cambios en la cobertura de la Tierra. Una revisión bibliográfica desde la geografía. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, Vol. X: (571).

Nesheim, O. (1993). Best management pesticides to protect ground water from agricultural pesticides. University of Florida, Florida Cooperative Extension Service. Fact Sheet PI-1.

OCEANO (2000). Enciclopedia Océano de Venezuela. Tomo II. España: Océano grupo editorial. Caracas, Venezuela.

OCEI (1994). Nomenclador de centros poblados. Oficina central de Estadística e Informática, Caracas, Venezuela.

OCEI (1993). Resumen general de los censos de población y vivienda. Oficina central de Estadística e Informática, Caracas, Venezuela.

Olexa, M. (1991). Agricultural chemicals and water pollution. University of Florida, Cooperative Extension Service. Fact Sheet Fre - 77. USA.

Organización de Naciones Unidas (ONU) (2005). Situación de los bosques en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y el Desarrollo. FAO, Roma, Italia.

Osyuvac, N., Osan, S. y Gorcelioglu (s/f). La ordenación integrada de cuencas para el desarrollo sostenible de los recursos naturales renovables. Estambul, Turquía.

Otero, L., Contreras, A. y Barrales M. (1994). Efectos ambientales del reemplazo de bosque nativo por plantaciones (estudio en cuatro microcuencas en la provincia de Valdivia). *Infor (1) 2:12-56*.

Ovalles, F., Rodríguez, M., Espinoza, Y., Cortez, A. y Otros (2007), Uso de imágenes de satélite de alta resolución para evaluar la copa de los árboles en lotes experimentales en ensayos silvopastoriles. Instituto Nacional de Investigaciones

- Agrícolas (INIA). Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Caracas, Venezuela.
- Pacheco, C. (1999). Evolución de cambios de uso de la tierra de las microcuencas Burbusay y Miquía. Período 1967-1997. Mérida. Trabajo especial de grado para optar al título de ingeniero forestal. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Paiva, J. (1998). La Agricultura migratoria en un sector de la cuenca media del río Guanare. Proyecto de Aplicación de Conocimientos. Programa de Recursos Naturales Renovables. UNELLEZ. Guanare, Venezuela.
- Parra, F. (1977). Características geo-culturales (Prehispánicas) del estado Trujillo. Trabajo de ascenso. Universidad de Los Andes, Trujillo, Venezuela.
- Paruelo, J., Guerschman, J. y Verón, S. (2005). Expansión agrícola y cambios en el uso del suelo. *Ciencia hoy*. Volumen 15 N° 67: 14-23.
- Peña, S. (2002). Cuenca del río Motatán y la contaminación de su ambiente. Impreso en los talleres de Universo Gráfico, Valera, Estado Trujillo, Venezuela.
- Peñuelas, J. y Boada, M. (2002). Biome shift in the Montseny mountains in response to climate change. *Global Change Biology*. 131-140.
- PDVSA (1997). Código estratigráfico de las cuencas petroleras de Venezuela. Código Geológico de Venezuela. PDVSA INTEVEP, Caracas, Venezuela.
- Peñaloza, M. (2001). Ilustrando el calentamiento global terrestre: Introducción básica al “efecto invernadero” por la contaminación antropogénica del aire. *Geoenseñanza*. 6 (1): 257- 278.
- Pickett, S. y White, P. (1985). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press, Orlando, Florida, USA.
- Pimm, S., Russell, J. Gittleman, y Brooks, T. (1995). The future of biodiversity. *Science* 269: 347 – 350.
- Pincheira-Ulbrich, J., Rau, J. y Pena-Cortes F. (2009). Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Piton* (2009) 78: 121-128.
- Pittier, H. (1926). Manual de las plantas usuales de Venezuela. Caracas: Fundación Mendoza. Primera edición (3° reimpresión). Publishing Company, Inc.
- Pouyllau, M. (1989). Geomorphologie du Venezuela: Carte a 1:4.000.000 et Bibliographie Selective. *Venezuela, Environnements et Changements*, 63 (2): 5-36. CEGET, CNRS. Bordeaux.

- Pozzobon, E. (2003). Manual de ejercicios de laboratorio manejo de información espacial. Mimeografiado. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Pozzobon, E. y Osorio, R. (2002). Evolución de las deforestaciones en la Reserva Forestal de Ticoporo, Estado Barinas – Venezuela, en base al análisis multitemporal de imágenes de percepción remota. *Geográfica venezolana* 43 (2): 215 - 235.
- Pulido, N., Rojas, I., Goldstein, I., Mejía, J. y Molina, Z. (2005). Áreas emergentes: Una herramienta metodológica en el estudio de los paisajes. *Geográfica venezolana* 46 (2): 311 - 317.
- Quintero, M., Estrada, R. y Girón, E. (2005). Mecanismos de pago por servicios ambientales en la region de Moyobamba. Estudio Piloto: Microcuencas Miskiyacu y Rumiyacu. Proyecto Cuencas Andinas - GTZ-CONDESAN-CIAT. Cali, Colombia.
- Ramakrishna, B. (1997). Estrategias de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas. Conceptos y experiencias. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica.
- Ramírez, B., y Delgado, V. (1989). Mapa síntesis de administración del ambiente, área N° 4. Carache. Trabajo especial de grado para optar al título de Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Ramírez, G. (2007). Efectos de las actividades socio-económicas (minería y explotación maderera) sobre los bosques del departamento del Chocó. *Biodiversidad*. 2007 (26): 58 - 65.
- Remolina Angarita, F. (2006). Propuesta de tipología de corredores para la Estructura Ecológica Principal de Bogotá. Subdirección Científica, Jardín Botánico de Bogotá. *Nodo* (1): 13-20.
- Rivera-Vásquez, E., Vargas-Perez, S., Terrazas-Dominguez, F, Gavi-Reyes. F. (2002). Utilización de imágenes de satélite para determinar áreas con problemas de lixiviación e nitratos. *Chapigo* 001: 31-37.
- Rodríguez, M. (2005). Cambio del paisaje en la cuenca del río Capaz. Mérida: Universidad de Los Andes. Trabajo especial de grado para optar al título de lic. en Biología. Facultad de Ciencias, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Rodríguez, P. (1979). Plantas de la medicina popular de venta en herbolarios. Publicación de la Sociedad Venezolana de Ciencias Naturales. (CONICIT). Caracas, Venezuela. 267 pp.

- Rojo, Z. (1985). Población y migración en el estado Trujillo 1941 – 1981. Trabajo de ascenso. Universidad de Los Andes. Trujillo, Venezuela.
- Romero, J. (1998). Perspectivas de la ganadería de altura. *Derecho y Reforma Agraria* 19:147 - 154.
- Romero, L. (1995a). El ecosistema selvático del Sur del Lago de Maracaibo y sus sistemas de reemplazo: Balance de una transformación. Tesis de grado. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Romero, L. (1995b). La evaluación ecológica de la ganaderización de selvas húmedas tropicales y los nuevos retos para la Ecología respecto al desarrollo en estas áreas. Universidad de los Andes. CIELAT. Mérida, Venezuela.
- Romero, L. y Monasterio, M. (1996). Los costos ecológicos y socioeconómicos del autoabastecimiento lechero. El caso del Sur del lago de Maracaibo. *Agroalimentaria* 3:79 - 85.
- Ruiz, C. (2002). Instrumentos de investigación educativa. Procedimiento para su diseño y validación. Centro de Investigación y Desarrollo en Educación y Gerencia. Barquisimeto, estado Lara, Venezuela.
- Sabins, F. (1987). Remote sensing principles and interpretation. 3rd edn W. H. Freeman and Company. New York, USA.
- Salas, M. (1996). Encantadores pueblos trujillanos. Publicaciones Merenap. Mérida, Venezuela.
- Sánchez, J. (2002). El clima regional. *Aula y Ambiente*. 3: 17 - 22.
- Sanoja, M., y Vargas, I. (1974). Antiguas formaciones y modos de producción venezolanos. Monte Ávila Editores. Caracas, Venezuela. 109 pp.
- Santaella W. (2005). Cambio del paisaje en la línea transicional páramo-selva nublada, sector La Aguada vertiente norte de la Sierra Nevada de Mérida. Trabajo de Grado presentado por para optar al título de Licenciado en Estudios Ambientales. Facultad de Humanidades Universidad Yacambú. Barquisimeto, edo. Lara.
- Santos-Niño, M., Licata, A. y Rivero-Caro, J. (1997). Caracterización botánica del páramo y subpáramo del Cendé, Parque Nacional Dinira, estado Trujillo, Venezuela. *Biollania* 13:97-110.
- Sarmiento, G., Monasterio, M., Azócar, A., Castellano, E. y Silva, J. (1971). Estudio integral de la cuenca de los ríos Chama y Capazón. Sub - proyecto N° III. Mérida: Oficina de Publicaciones Geográficas Instituto de Geografía y Conservación de los

- Recursos Naturales. Escuela de Geografía Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Serey, I, De la Barrera, F. y Moreira, D. (2005). Biodiversidad en ecosistemas y paisajes a escala regional. Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- Sessano, P. (2004). Educación ambiental en el sistema educativo de Buenos Aires. *Revista Anales de la Educación Común*, n° 8: Educación y ambiente. 84-87.
- Soria, R. J., Ortiz S., C.A., Islas G., F. y Volke H. V. (1998). Sensores Remotos Principios y Aplicaciones en la Evaluación de Recursos Naturales, Experiencias en México. CONACYT. Chapingo, México.
- Strahler, A. (1970). Introduction to physical geography. Second Edition. USA: Ediciones John Wiley y Sons, Inc.
- Suárez, C. (1988). Terrazas aluviales. Colección “Difusión” N° 1. Universidad Pedagógica Experimental Libertador – Instituto Pedagógico de Caracas, Departamento de Ciencias de la Tierra, Caracas, Venezuela.
- Suárez, D. (2005). Heterogeneidad del paisaje de selva semicaducifolia montana en tres cuencas de los Andes venezolanos. Trabajo especial de grado para optar al título de licenciada en Biología. Mérida. Universidad de Los Andes.
- Tamayo, F. (1955). Mapa fitogeográfico preliminar de la República de Venezuela. Escala 1:2.000.000.
- Tamayo, F. (1964). Ensayo de Clasificación de las sabanas de Venezuela. Escuela de Geografía, Facultad de Humanidades, Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela. 63pp.
- Tovar, R. (1982). Perspectiva geográfica de Venezuela. Vadell Hermanos editores. Valencia, Venezuela.
- Troll, C. (1968). Geocology of the mountainous regions of the tropical. Edited by Carl Troll. México. 56 pp.
- Tudela, F. (1999). Medio Ambiente y Desarrollo en América Latina y El Caribe: Una visión Evolutiva. México.
- Turner, M. (1989). Landscape ecology: the effect of pattern on process. *Annual Review of Ecological Systems* 20: 171 – 197.
- Turner, M., Gardner, R. y O’Neill, R. (2001). Landscape ecology: In Theory and practice. Pattern and y process. Printed in the United States of America.

UFORGA (1998). Proyecto de recuperación ambiental de áreas críticas en las microcuencas de Burbusay y Miquía, subcuenca río Carache, cuenca del río Motatán, estado Trujillo. Volumen UFO - P - 052. Mérida: UFORGA - CIDIAT – ULA.

Urban, D., O'Neill, R. y Shugart, H. (1987). Landscape Ecology. *Bio Science* 37:119 - 127.

Valecillo-Rodríguez, S. (2009). Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de especies: Modelización y aplicación a la conservación de las aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos. Tesis de doctorado. Universidad de Lleida, España.

Van der Hammen, T. (1995). Global change, Biodiversity, and Conservation of Neotropical Montane forests. En: *Biodiversity and Conservation of Neotropical Montane Forests* (S.Churchill, H.Balslev, E. Forero, and J.Lutheyn, eds.), pp.603-607. The New York botanical garden, Bronx.

Van der Hammen, T. (1974). The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical south América. *Journal of Biogeography* (1974) 13 - 26.

Van der Hammen, T., Pabón-Caicedo, J., Gutiérrez, H. y Alarcón J. (2002). El cambio global y los ecosistemas de Alta Montaña de Colombia. En: C. Castaño-Urbe (ed.) *Páramos y ecosistemas Alto Andinos de Colombia en Condición hotspot y global climatic*. *Tensor*: 163-209. IDEAM, Bogotá, Colombia.

Vareschi, V. (1970). Flora de los páramos de Venezuela. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. 425 pp.

Vega, A. (2005). Estudio multi-temporal de cambio de coberturas en un sector de los municipios de Circasia y Filandia (Quindío, Colombia). Una aproximación desde los Modelos Basados en Agentes (ABM). Trabajo de grado. Pontificia Universidad Javeriana Facultad de Estudios Ambientales y Rurales. Bogotá, Colombia.

Veillon, J. P. (1976). Las deforestaciones en la región de Los Llanos Occidentales de Venezuela, desde 1950 hasta 1975. Venezuela, en *Conservación de los bosques húmedos de Venezuela*, Sierra club y Consejo del Bienestar Rural, Caracas, Venezuela.

Velásquez, N. (1994). Estrategias productivas en la población prehispánica de Los Andes Venezolanos: La importancia de las fuentes arqueológicas y etnohistóricas. En boletín N° 3 Museo Arqueológico de Quibor. Quibor, estado Lara.

Velásquez, N. (2003). Ambiente, sociedad e historia en los valles altos andinos de Venezuela. (1930-1999). *Rev. Ven. de Sociología y Antropología*. (036): 38-54.

- Velásquez, N. (2004). Modernización agrícola en Venezuela. Los valles altos andinos 1930 - 1999. Fundación Polar. Caracas, Venezuela. 325 pp.
- Vila, J., Varga, D., Llausàs, A. y Ribas, A. (2006). Conceptos y métodos fundamentales en ecología del paisaje (*landscape ecology*). Una interpretación desde la geografía. *Anàl. Geogr.* 48, 2006 151-166.
- Vila, M. (1966a). Aspectos geográficos del estado Trujillo. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Vila, M. (1966b). Aspectos geográficos del estado Lara. Corporación Venezolana de Fomento. Caracas, Venezuela.
- Vila, P. (1960). Geografía de Venezuela, 1: El territorio nacional y su ambiente físico. Ministerio de Educación. Caracas, Venezuela.
- Vitousek, P. M. (1994). Beyond global warming – ecology and global change. *Ecology* 75: 186 -187.
- Vivas, L. (1992). El Cuaternario. Consejo de Publicaciones, Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Wagner, E. (1978). Los Andes venezolanos arqueología y ecología. *Cultural*. En *Ibero Amerikanisches Archiv*. N. F. 4 (1) pp. 81-91.
- Watson, R., Noble, I., B., Ravindranath, N., Verardo, D., y Dokken D. (2000). Land use, land use change, and forestry. A special report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University. Cambridge.
- Watters, R. (1971). La agricultura migratoria en América Latina. FAO. Cuadernos de fomento forestal. Roma, Italia.
- Wilhelm, L. (1979). La posición de los páramos en la estructura del paisaje de Los Andes Tropicales. El Medio Ambiente Páramo. Editor María L. Salgado Labouriau. Mérida, Venezuela.
- Williams, R. y Bradstock (2008). Large fires and their ecological consequences: introduction to the special issue. *International journal of wild land fire* 17: 685 - 687.
- Wolf, P. y Brinker, R. (2000). Topografía. Novena edición. Ediciones Alfaomega. Bogotá, Colombia.
- Yerena, E., Padrón, J., Vera, R. y Martínez, Z. (2004). Building consensus on biological corridors in the Venezuelan Andes. p. 143-148.

ANEXO



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y ECOLÓGICAS
POSTGRADO EN ECOLOGÍA TROPICAL
MÉRIDA, ESTADO MÉRIDA, VENEZUELA

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Distinguido encuestado:

Este instrumento ha sido diseñado con el objetivo de recabar información que permita identificar las causas de la transformación del paisaje y los cambios de uso/cobertura de la tierra en la cuenca del río Carache, así como los efectos ecológicos y sociales resultantes. En tal sentido y dada la importancia que representa las respuestas que usted suministrará, se le agradece ampliamente la mayor objetividad posible al momento de responder a cada una de las preguntas.

No olvide, cualquier duda consulte con el encuestador.

GRACIAS...

Lugar y fecha:

PARTE I. IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTOR SELECCIONE CON UNA X				
01. ¿A cuál de las siguientes opciones corresponde su sexo?				
Masculino:		Femenino:		
02. ¿En cuál de las siguientes categorías se encuentra su edad?				
Menor de 20 años:		Entre 20 y 40 años:		
Entre 41 y 60 años:		Mayor a 60 años:		
03. ¿A cuál de las siguientes opciones corresponde su estado civil?				
Casado:		Soltero:	Divorciado:	Viudo:
04. ¿A cuál de las siguientes opciones corresponde su nivel educativo?				
Universitaria completa:		Universitaria incompleta:	Secundaria incompleta:	
Secundaria completa:		Básica completa:	Básica incompleta:	
Analfabeta:				
05. ¿Cuál de las siguientes opciones es la fuente de sus ingresos económicos?				
Sueldo:	Producción agrícola:	Producción Ganadera:	Otros:	
06. ¿Cuál de las siguientes opciones en Bolívares Fuertes corresponde con su ingreso mensual?				
500 o menos:	501 a 1000:	1001 a 1.500:	más de 1.500:	
PARTE II. CONDICIONES DE ALOJAMIENTO, IDENTIFICACIÓN DE LA VIVIENDA Y SERVICIOS CON QUE CUENTA. IDENTIFICACIÓN DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN SELECCIONE CON UNA X				
07. ¿Cuál de las siguientes opciones es el tipo de vivienda que usted posee?				
Quinta:	Casa:	Rancho:	Otro (especifique):	
08. ¿Cuál es la condición de tenencia de la vivienda que usted habita?				
Propia:	Hipotecada:	Alquilada:	Prestada:	
09. ¿Con cuáles de los siguientes materiales está construida su vivienda?:				
09.1. Las Paredes:				
	Bahareque:	Tapia:	Bloque:	Otro:
09.2. El Piso:				
	Tierra:	Madera:	Cemento:	Otro:
09.3. El Techo:				
	Teja:	Zinc:	Platabanda	Otro:
10. ¿Cuáles de los siguientes servicios posee su vivienda?				
Electricidad:	Teléfono:	Agua:	TV por cable:	
11. ¿Cuáles de los siguientes combustibles se utilizan en su vivienda para cocinar?				
Leña:	Kerosén:	Gas:	Otro:	
12. Si utiliza leña para cocinar señale: ¿Hay suficiente leña en su entorno?: Si No :				
13. ¿Dónde encuentra la leña que utiliza actualmente en su vivienda: Cerca de su casa: Muy cerca de su casa: Lejos de su casa: Muy lejos de su casa:				
14. ¿Si utiliza leña en su casa, la ha encontrado siempre en la distancia señalada en la anterior pregunta? Si: No: Explique:				

15. ¿Si respondió negativamente a la pregunta anterior, señale dónde se encontraba en el pasado la leña que utilizaba en casa como combustible para cocinar? Cerca de su casa: Muy cerca de su casa: Lejos de su casa: Muy lejos de su casa:
16. ¿Cuál es la condición de tenencia de la finca o unidad de producción que usted aprovecha? Propietario: Medianero: Arrendatario: Pisatario: Otra (especifique):
17. Si usted es dueño de la finca que trabaja, señale: ¿Cómo la adquirió? La Compró: La heredó de sus familiares: Se la asignó el Estado: Otro (especifique):
18. Señale el número de años que tiene aprovechando su unidad de producción: 1 a 5: 6 a 10: 11 a 15: 16 a 20: Mas de 20:
19. ¿A cuál de las siguientes opciones corresponde el tamaño de su finca o unidad de producción? 1 a 15 ha: 16 a 30 ha: 31 a 45 ha: 46 a 60 ha 61 a 75 ha: 76 a 90 ha 91 a 100 ha: más de 100 ha:
PARTE III. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES CAUSAS DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DE LOS CAMBIOS DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA. A. Identificación de prácticas agrícolas, asistencia técnica, crediticia e inversiones económicas empleadas por el productor como posibles causas de transformación del paisaje y de los cambios de uso de la tierra Seleccione con una X
20. ¿Cuál de los siguientes tipos de actividad desarrolla actualmente en su finca o unidad de producción? Agrícola: Ganadera: Mixto:
21. ¿Hace cuantos años práctica esa actividad?:
22. ¿Desarrollaba anteriormente una actividad económica distinta a la que practica actualmente? Si: No:
23. Si la respuesta anterior es afirmativa, señale cuáles de las siguientes actividades desarrollaba: Cultivo de Café de sombra: Cultivo de Café de sol: Cultivo de Maíz: Cultivo de Caña de azúcar: Frutales: Ganadería vacuna: Otra (especifique):
24. Si anteriormente practicaba una actividad económica distinta a la actual, señale brevemente las razones que le hicieron cambiar:

25. ¿Ha recibido ayuda crediticia para el desarrollo de la actividad económica que práctica en su unidad de producción? Si: No:
26. Si ha recibido ayuda crediticia, quien se la ha prestado? Banca pública: Banca privada: Un particular: Otro ente del estado (especifique):
27. Si ha recibido ayuda crediticia, señale, cuantos años hace que recibió el último crédito? 1 a 5: 6 a 10: 11 a 15: mas de 15:
28. ¿Si ha recibido asistencia crediticia invierte parte del crédito para deforestar áreas que le permitan desarrollar su trabajo como productor? Si: No:
29. ¿Ha recibido asistencia técnica de manera permanente para el desarrollo de sus actividades económicas en su finca o unidad de producción? Si: No:
30. ¿Cuáles de las siguientes o prácticas emplea en su finca o unidad de Producción? Deforestación: Quemaz: Agricultura itinerante: Otra (especifique):
31. ¿Cuáles de los siguientes insumos y equipos utiliza en sus labores agrícolas y pecuarias? Riego: Agroquímicos: Tractores y otras máquinas: Machete: Escardilla: Yuntas: Otros:
B. Identificación de conocimientos en materia jurídica ambiental por parte del productor como posibles causas de transformación del paisaje y de los cambios de uso de la tierra Seleccione con una X
32. ¿Conoce usted el ordenamiento jurídico legal que regula y protege al ambiente y los recursos naturales, tanto a nivel nacional, como en su región y localidad? Si: No:
33. ¿Existen en su jurisdicción ordenanzas municipales orientadas a proteger el ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales? Si: No:
34. ¿Se aplican en su localidad las leyes que protegen el ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales? Si: No:
35. ¿Cree usted que los organismos oficiales encargados de la vigilancia y protección del ambiente, los ecosistemas y los recursos naturales cumplen a cabalidad sus funciones en su localidad? Si: No:
PARTE IV. IDENTIFICACIÓN DE POSIBLES EFECTOS ECOLÓGICOS Y SOCIALES RESULTANTES DE LA TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE Y DEL CAMBIO DE USO/COBERTURA DE LA TIERRA. SELECCIONE CON UNA X
36. ¿Algunos de los miembros de su núcleo familiar se han mudado a otras regiones del país o del estado Trujillo? Si: No:

<p>37. ¿Si la anterior respuesta es afirmativa, señale cuál de las siguientes razones cree usted que ha motivado el cambio de residencia de alguno de los miembros de su núcleo familiar hacia otras regiones del país o del estado Trujillo?</p> <p>Disminución de oportunidades de trabajo: Falta de oportunidades de estudio: Falta de servicios públicos: Otro (especifique):</p>
<p>38. ¿Cree usted que a través de los últimos años la disponibilidad de leña que se utiliza como combustible para cocinar en su vivienda?</p> <p>Ha aumentado: Ha disminuido: Se mantiene igual:</p>
<p>39. ¿Han utilizado en su vivienda o comunidad, plantas medicinales para curar o aliviar algunas enfermedades?</p> <p>Si: No:</p>
<p>40. De ser afirmativa la respuesta anterior, responda: ¿Las plantas medicinales que se utilizan en su vivienda o comunidad se encontraban anteriormente con facilidad?</p> <p>Si: No:</p>
<p>41. ¿Las plantas medicinales que se utilizan actualmente en su vivienda o comunidad se encuentran con facilidad?</p> <p>Si: No:</p>
<p>42. Si la respuesta anterior es negativa, señale: ¿Porqué cree usted que en la actualidad no se encuentran con facilidad las plantas medicinales en su comunidad?</p>
<p>43. ¿La disponibilidad de agua en su vivienda y en su unidad de producción es permanente durante todo el año?</p> <p>Si: No:</p>
<p>44. Si la respuesta anterior es negativa, señale: ¿Cuántos años hace que la disponibilidad del agua no es permanente?</p>
<p>45. Si la respuesta anterior es negativa, señale: ¿A que atribuye que no haya agua disponible de forma permanente en su vivienda y en su unidad de producción?</p>
<p>Parte V. Identificación de conocimientos, valores y actitudes en el ámbito ecológico Seleccione con una X</p>
<p>46. ¿Sabe usted que es un ecosistema?</p> <p>Si: No:</p>
<p>47. ¿Considera usted que es importante preservar los ecosistemas de su entorno?</p> <p>Si No:</p>
<p>48. ¿Considera necesario y pertinente continuar deforestando para incrementar las áreas destinadas a la ganadería y la agricultura?</p> <p>Si: No:</p>
<p>49. ¿Está usted de acuerdo en recibir capacitación para mejorar el uso de los recursos naturales y proteger los ecosistemas de su entorno o comunidad?</p> <p>Si: No:</p>