



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE CIENCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA
INSTITUTO DE CIENCIAS AMBIENTALES Y
ECOLÓGICAS



Transformación del paisaje de la micro cuenca de la quebrada Turmero, páramo de Turmero, Estado Mérida.

Presentado: Br. José Gabriel Barrios García

Tutor: Dr. Eulogio José Chacón Moreno

INFORME DEL JURADO NOMBRADO POR EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES PARA CONSIDERAR EL TRABAJO ESPECIAL DE GRADO DEL BACHILLER

JOSÉ GABRIEL BARRIOS GARCÍA

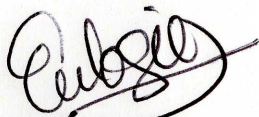
En Mérida a los 10 días del mes de Septiembre del 2008, a las 10:00 a.m. se reunieron los Profesores: Eulogio Chacón M., Michele Ataroff S. y Liccia C. Romero, de la Facultad de Ciencias, miembros del jurado nombrado por el Consejo de la Facultad de Ciencias, para revisar el Trabajo Especial de Grado que sobre el tema: **“Transformación del paisaje de la microcuenca de la quebrada Turmero, Páramo de Turmero, Estado Mérida”**, presentado por el Bachiller JOSÉ GABRIEL BARRIOS GARCÍA, titular de la Cédula de Identidad N° V-13.013.692, para optar al título de:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

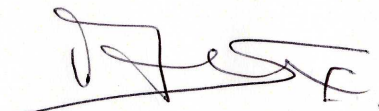
en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Los Andes. Acto seguido se procedió a oír la exposición que sobre el tema arriba mencionado realizó el Bachiller JOSÉ GABRIEL BARRIOS GARCÍA

Después del correspondiente interrogatorio, el Jurado procedió a deliberar sobre la calificación del trabajo sometido a su consideración.

Finalmente el Jurado lo declaró aprobado con la calificación de QUINCE (15) puntos.



Prof. Eulogio Chacón M.
Tutor



Prof. Michele Ataroff
Jurado



Prof. Liccia C., Romero
Jurado

Nancy Gavidia

DEPARTAMENTO DE BIOLOGÍA

Núcleo "Pedro Rincón Gutiérrez", Edificio "A", Facultad de Ciencias Mérida 5101 - República Bolivariana de Venezuela
Teléfono: (58 - 274) 240 1291 / 240 1292 - Fax: 240 1290 - Web: www.ciens.ula.ve Correo_e: dptobiologia@ula.ve

"La paciencia es uno de los mejores caminos para alcanzar nuestros propósitos"

Agradecimientos

A Dios, a la Virgen, y a todos los Santos que intercedieron por mí para lograr esta meta tan anhelada, Gracias por darme las fuerzas de no caer durante todo este largo camino y me sigan guiando en lo que me queda por vivir.

A la Universidad de los Andes por recibirme en sus aulas, durante tanto tiempo, Gracias cordiales al personal docente, administrativo, obreros y empleados de la Facultad de Ciencias y de la Facultad Geografía.

A los Profes del ICAE, que definitivamente marcaron mi vida con sus enseñanzas no solo sobre la ecología sino acerca de la vida, agradezco a los Profe, Juan Silva, Carlos Estrada, Fermín Rada, Dimas Acevedo, Anairamys Aranguren, por ese valioso apoyo que sentí desde mi primer día en este grupo.

A todo el equipo del Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas (ICAE), Zulay, Jhonny, Ydalba, Darcy, Luis, y en especial a la Abg. Nancy Gavidia, por tantas cosas que son difíciles de enumerar, Gracias de pana Gracias los quiero Mucho.

A los Profesores de Biología, quienes de una forma u otra contribuyeron a la formación de esté colega que les da las gracias en especial a, Samuel Segnini, Elis Aldana, Benito Briceño, Juan Luis Concepción, y Luisana Avilan.

A MI PADRE por ser ejemplo digno de sacrificio y enseñarme cada día que no importa que digan ni piensen de ti, lo más importante es lo que creas de ti mismo y de lo que eres capaz de lograr, te doy gracias infinitas por ser hoy quien soy, y que te sientas orgulloso de mi logro.

A MI MADRE quien me dio el ser y la vida, lo más grande amiga y compañera incondicional Gracias por estar a mi lado en las buenas y en las malas, por ser mí guía en los momentos más difíciles que he tenido que pasar, a ti dedico mi triunfo.

A mis hermanos Juan Carlos y Lismarie estar siempre ahí, dándome consejos y apoyo incondicional para seguir adelante, gracias por quererme tanto!! yo también los quiero demasiado, mi triunfo es el de Uds.

Al regalo más grandioso que me dio Dios MI HIJO LUIS ALEJANDRO pedazote de mi corazón, gracias a cada sonrisa tuya, cada paso, cada gesto, cada palabra, conseguía esas fuerzas para seguir adelante te Amo Hijo y espero que este triunfo te sirva para tu formación en tu futuro.

A una persona que Dios llamó a compartir con él, Mi Abuelita María que en vida me dio ejemplo de Amor y Carácter al hacer las cosas y que hoy desde el Cielo me cuida y guía para ser un excelente padre y hombre de provecho, Que Dios la tenga en su Gloria. Amén.

A mi Tutor Eulogio Chacón, "Eu" como le dijo, no solo me enseñaste a crecer como profesional sino a tener paciencia y dedicación, te doy gracias también por las constantes recomendaciones y regaños, me hiciste lograr esta meta tan anhelada. Gracias un millón de Gracias.

A los Jurados de Tesis, Michelle Ataroff y Liccia Romero más que mis profesores, son grandes ejemplos de profesionalismo. Gracias por su paciencia y su amistad.

A Mariely te doy las Gracias por enseñarme a incrementar esa paciencia de una forma tan espectacular, y de tantas cosas, Gracias, lo logre, este triunfo también es tuyo.

A mi Tío Emiro ejemplo de Hijo, Padre y Esposo, y Junto con mis otros Tíos y Tías fueron mi mayor fuente de información del paisaje de este trabajo, Gracias Tíos, lo logré, siempre contarán conmigo en todo momento, mi triunfo es el de Uds.

A mis primos Albornoz Barrios, y Sivoli Barrios, no sé cómo agradecerles tantos consejos, apoyo moral y espiritual que me han dado, los quiero mucho, Gracias.

A los Compa Yelitza y Luis, a los compañeros de trabajo del Chama en especial a Luis y Antonio, Gracias por la estabilidad emocional recibida de parte de cada uno de Uds. los estimo y les agradezco Muchiiiiisimooooo, este triunfo también es de Uds.

Y a todos mis compañeros de clases y amigos que hicieron de este trabajo el más ameno posible: Norca, Jhaydyn, Eloy, Leo, Alba, Virginia, Gaelle, Karina, Laura, Patricia, Juan, Elvis, David, Rocio y Liliana.

.

"La grandeza de un hombre consiste en reconocer su propia pequeñez"

Resumen

La micro cuenca Turmero es uno de los paisajes naturales de páramo que está siendo afectado por la expansión de áreas agrícolas. Posee características ambientales y geográficas como pendientes y terrazas que son susceptibles a cambios generados por el viento, agua, arado y pastoreo. Al realizar estudios de la ecología del paisaje, podemos caracterizar y entender el proceso de cambio que ha tenido este paisaje por efecto de la intervención, que en este caso es la agricultura. En este trabajo se presenta un análisis de cambio para Unidades de Paisaje, partiendo de la interpretación y análisis de imágenes de satélite y fotografías aéreas (teledetección) y de datos verificados en el campo, procesados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG). Se logró determinar diez unidades de paisaje para la micro cuenca de la quebrada Turmero, cada una con sus características propias. En los resultados se observó que las áreas de terrazas y en lugares cercanos a la quebrada Turmero, son las más intervenidas, siendo esta una de las causas de pérdida de la unidad natural del paisaje. La tasa de cambio hacia área cultivada se ha incrementado en un 50% (100,7ha) con una tasa de 2,4ha/año. Existen otras UP que son el resultado del pastoreo y cultivo, las cuales han incrementado su área en no más de un 25%. También se obtuvo que las áreas naturales mantienen un 80% su área inicial, probablemente debido a su ubicación en la cuenca, donde los factores de incidencia solar y ocurrencia de heladas no permiten que sean utilizadas para el desarrollo de actividades agrícolas.

ÍNDICE

I. Introducción

I.1 Introducción.....	08
I.2 Justificación.....	09
I.3 Hipótesis de trabajo.....	12
I.4 Objetivos:	
<i>I.4.1 Objetivo General.....</i>	13
<i>I.4.2 Objetivos específicos.....</i>	13

II. Marco Teórico.

II.1 Transformación del paisaje.....	14
II.2 Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica.....	15

III. Área de estudio.

III.1 El páramo como ecosistema.....	17
III.2 Localización de la cuenca y área de estudio.....	17
III.3 Geológica y Geomorfología.....	19
III.4 Temperatura.....	19
III.4 Precipitación.....	20
III.5 Vegetación.....	21

IV. Metodología

IV.1 Reconocimiento ecológico.....	23
IV.2 Fase de Precampo	
IV.2.1 <i>Delimitación del área de estudio</i>	23
IV.2.2 <i>Fotointerpretación</i>	25
IV.2.3 <i>Características de la imagen de satélite</i>	26
IV.2.4 <i>Procesamiento y clasificación de la imagen.</i>	26
IV.3 Fase de Campo	
IV.1 <i>Recolección de Datos.</i>	28
IV.4 Fase de PostCampo	
IV.4.2 <i>Cálculos y estadísticas</i>	30
IV.4.3 <i>Estimación del error.</i>	31
IV.4.4 <i>Creación del mapa para el año 2008</i>	31
IV.4.5 <i>Cálculo para áreas de cambio</i>	31
V. Resultados:	
V.1 Mapas y Leyendas Preliminares	
V.1.1 <i>Delimitación del área de estudio</i>	32
V.1.2 <i>Fotointerpretación y Verificación de los mapas</i>	33
V.1.3 <i>Mapa de la imagen de satélite</i>	36
V.1.4 <i>Áreas de Error</i>	38

V.2 Caracterización de las UP:	
V.2.1 <i>Unificación y reedición de las Unidades de Paisaje</i>	39
V.2.2 Análisis de los Mapas Finales.....	45
V.3 Mapas y Tablas de Cambio en cada periodo.....	48
V.3.1 Análisis de Resultados de las Áreas de cambio.....	54
VI. Discusión, Conclusión y Sugerencias.....	59
VII. Bibliografía.....	64
VIII. Anexos.....	69

Índices de Figuras

- Figura 1. Gráfico de la superficie del área cultivada en hectáreas en tres periodos, 1998, 2001, 2006 para el Municipio Miranda del Estado Mérida, Fuente MAT.....10
- Figura 2. Número de cabezas de ganado para el Municipio Miranda, del estado Mérida en tres periodos, 1998, 2001 y 2006. Fuente M.A.T. 1998, 2001, 2006.....11
- Figura 3. Grafico del Censo poblacional para las principales parroquias del Municipio Miranda desde el año 1950 al 2001.....12
- Figura 4. Gráfico que indica los valores de la longitud de onda de la luz reflejada por determinados elementos en la superficie de la tierra y adicionalmente se muestra la reflectancia que puede ser captada y analizada de cada una de las bandas de una imagen SPOT (tomado de Ruiz, 2005).....16
- Figura 5. localización de la cuenca de la quebrada Turmero representado nacional y regionalmente, con su leyenda altitudinal.....18
- Figura 6. Área de estudio basado en el DEM (ILWIS) del La Cuenca Turmero, con su leyenda altitudinal (Hernández, 2006)18
- Figura 7. Promedios de temperatura a 50 cm. del suelo, obtenidos a partir de los data loggers HOBO H8 PRO, en tres puntos altitudinales en la cuenca de la quebrada Turmero. (Hernández, 2006).....20
- Figura 8. Promedios espaciales de precipitación en la cuenca de la quebrada Turmero, (Modificado de Hernández, 2006) donde está representado las quebradas y sus vías principales.....21
- Figura 9. Diferentes tipos de vegetación que prevalecen en la cuenca de la quebrada Turmero, Páramo de Piedras Blancas, Edo, Mérida, (Chacón, 2007).....22
- Figura 10. Mosaico de fotos aéreas pertenecientes a la Misión 010323, donde está ubicada el área de estudio.....24
- Figura 11. Sección de la Imagen de Satélite SPOT para los Andes Venezolanos para el año 1998, donde está ubicada la cuenca de la quebrada el Turmero, Mérida-Venezuela.....27

- Figura 12. Mosaico de imágenes de satélite en falso color, donde se representa las diferentes combinaciones de bandas, utilizadas para la clasificación de las UP preliminares en esta imagen.....28
- Figura 13. Límite modificado del área de estudio DEM Turmero (ILWIS) de la micro cuenca Turmero (modificado de Hernández, 2006)32
- Figura 14. Mapa en ILWIS 3.2 de segmentos, creado a partir de las fotos aéreas, donde está representado el área de estudio, las quebradas y sus principales vías.....33
- Figura 15. Corte de una de las Fotografía aérea en donde se muestra el solapamiento del mapa preliminar con las posibles unidades de paisaje.....34
- Figura 16. Mapa preliminar de las UP generado a partir de las fotos aéreas del año 1966, filtrado y estandarizado en ILWIS 3.2.....35
- Figura 17. Posibles unidades de paisaje en sobre posición con la imagen de satélite en la banda 2, del páramo de Turmero, estado Mérida, representando las vías en forma de círculos de color rojo.....36
- Figura 18. Mapa preliminar de las UP generado a partir de la imagen de satélite para el año 1966, filtrado y estandarizado en ILWIS 3.2.....37
- Figura 19. Corte de una parte de la imagen de cambio donde está representado el error en la digitalización del mapa de UP de la micro cuenca Turmero.....38
- Figura 20. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 1966 y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la microcuenca del Turmero Estado Mérida.....42
- Figura 21. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 1998, y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la microcuenca del Turmero Estado Mérida.....43
- Figura 22. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 2008, y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la microcuenca del Turmero Estado Mérida.....44
- Figura 23. Área total y porcentaje para las unidades de paisaje en la cuenca del Turmero para cada año 1966, 1998 y 2008.....45

- Figura 24. Mapa de cambio entre los años 1966 y 1998, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, los cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida48
- Figura 25. Mapa de cambio entre los años 1998 y 2008, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, los cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida.....49
- Figura 26. Mapa de cambio entre los años 1966 y 2008, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, los cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida.....50

Índices de Tablas

- Tabla 1. Modelo 1 de las entrevistas semiestructuradas realizadas dentro del área de estudio en la micro cuenca de la quebrada Turmero.....29
- Tabla 2. Leyenda preliminar y clave de fotointerpretación, para la caracterización de las Unidades de Paisajes encontradas en las fotos aéreas según el criterio de Textura y Tono.....33
- Tabla 3. Error calculado para las áreas (ha) de las UP sin cambio en cada uno de los periodos.38
- Tabla 4. Modelo final de las entrevistas semiestructuradas realizadas dentro del área de estudio en la micro cuenca de la quebrada Turmero.....40
- Tabla 5. Caracterización de las Unidades de Paisajes descritas preliminarmente a partir la verificación en campo.....41
- Tabla 6. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1966 y 1998, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).....51
- Tabla 6. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1998 y 2008, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).....52
- Tabla 7. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1966 y 2008, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).....53

I. Introducción

I.1 Introducción

Unos de los ambientes más atractivos de Venezuela en cuanto a sus características ambientales y biodiversidad es el páramo andino, el cual está siendo afectado por el incremento en el área e intensidad de uso de la tierra, impactando las áreas naturales, trayendo como consecuencia la disminución del paisaje natural de páramos.

Con la construcción de la carretera transandina (1920 - 1946), las personas que vivían en lugares aislados encontraron la manera de aumentar el uso de la tierra de los páramos, entre los cuales estuvo el mayor incremento en la producción agrícola, de tal manera que comienza así un cambio en el uso de la tierra de dichas áreas (Vivas, 1992), haciendo que los ambientes de páramo no intervenido se vayan reduciendo. Por ejemplo, desde el año 1969, en algunos sitios como Chachopo y Timotes ha sido importantes centros de producción de cultivo de hortalizas por hacer uso intensivo de la tierra (Delgado, 1969). Estas parroquias están ubicadas en el Municipio Miranda, municipio en el cual está el área de estudio. Según el Ministerio de Producción y Comercio (Ministerio de Producción y Comercio, 2001), la principal actividad económica de este Municipio es la agrícola, entre los principales rubros de producción destacan papa y hortalizas (zanahoria, brócoli, repollo, acelgas, lechugas, alcachofas, entre otras).

Una de las características ambientales del área de estudio es que posee bolsones secos, franjas de menor nubosidad y baja precipitación que le da el carácter semiárido frío de estos páramos. Estas características climáticas han permitido la intensificación de los asentamientos agrarios en lugares como estos (Monasterio, 1980b).

Por otro lado la introducción del riego ha intensificado el uso del suelo, convirtiendo estas áreas en zonas de producción permanente con sucesivas cosechas durante el año (Monasterio, 1980a). En el área de estudio se instala aproximadamente el primer tanque australiano año 1995 – 96, cinco años después (2000 – 01) se instala el segundo y ya para el 2007 – 08 un tercer tanque, este

último se encuentra en el límite inferior del área de estudio (Sistema de Riego El Rincón del Picacho), intensificado así el uso del suelo en esta micro cuenca.

Este incremento en la intensidad de uso de la tierra, trajo consigo un cambio en el mejoramiento profesional y conocimientos tecnológicos por parte de los agricultores, entre los que se destacan, el uso y manejo frecuente de fertilizantes y / o agroquímicos, pesticidas entre otros, lo que ha llevado al deterioro de los suelos, promoviendo el avance de zonas agrícolas a sitios de mayor altitud o hasta lugares donde las parcelas de cultivo se superponen con zonas naturales (Molinillo. 2003). Por otro lado no sólo se superpone la agricultura sino también la ganadería en estos sitios de mayor altitud teniendo los efectos del pastoreo parte de los cambios en esta zonas (Molinillo, 1992) y por ende el cambio en las unidades de paisaje.

Gran parte de la micro cuenca Turmero está siendo afectada por este proceso de transformación. En este trabajo se presenta un análisis del cambio para estas Unidades Ecológicas del Paisaje, donde la interpretación y análisis de imágenes de satélite (teledetección) y de datos verificados en el campo, procesados mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), sirvieron como herramientas fundamentales para la interpretación de estos cambios.

I.2 Justificación:

Parte de la micro cuenca Turmero está siendo afectada por la expansión agrícola y la reducción de zonas naturales, que ocasiona una pérdida de vegetación de páramo la cual es particularmente importante ya que el porcentaje de especies endémicas es alto (Hofstede, 2003). Desde el punto de vista de la biodiversidad, las plantas que se encuentran en ecosistemas separados por valles, terrazas y laderas (otra característica del área de estudio), presentan marcados mecanismos de adaptación que les permite soportar condiciones extremas como las bajas temperaturas y la ocurrencia de heladas nocturnas (Rada *et al*, 1985). Por esto el grado de endemismo dentro del ecosistema es alto, tal y como lo señalan Briceño y Morillo (2002) para varios tipos de páramos de Venezuela, donde aproximadamente una de cada tres especies es endémica.

El área de estudio está ubicado dentro de una micro cuenca, en la que existen pendientes altas que tienden a erosionarse más fácilmente y se intensifica a medida que se deje al descubierto, bien sea por acción del agua, del viento y del arado. Por ende, las áreas donde actualmente existe vegetación (Boscosa, paramera y xerofítica), deben conservarse evitando la expansión agrícola hacia ellos ya que las mismas corresponden a áreas susceptibles de erosionarse. Estas áreas se encuentran bajo la responsabilidad del Ministerio del Poder Popular para el Ambiente, a través del manejo de áreas conocidas como Áreas bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE), las cuales cubren diferentes categorías de uso de la tierra (Hofstede, 2003). Preservar estas cuencas, permite mantener un suministro de agua, disminuir considerablemente el efecto de las sequías y garantizar así una reserva mayor de agua a bajo costo (Tricart, 1972). Kattan (2002), expone al igual que Tricart (1972) que la conservación de cualquier ecosistema evita o disminuye los procesos de escorrentía superficial, procesos de erosión, eventos de sequía pronunciada y crecimiento repentino de los cursos de agua; manteniendo la disponibilidad de agua para los sistemas productivos de los pisos ecológicos más bajos.

Otro proceso de cambio viene dado por el incremento en la intensidad de uso de las tierras. La Figura 1, muestra la superficie de área en hectáreas de cultivo para los años 1998, 2001 y 2006 del Municipio Miranda, según los potenciales agrícolas publicados por el Ministerio de Agricultura y Tierras (1998) (Anexo 1).

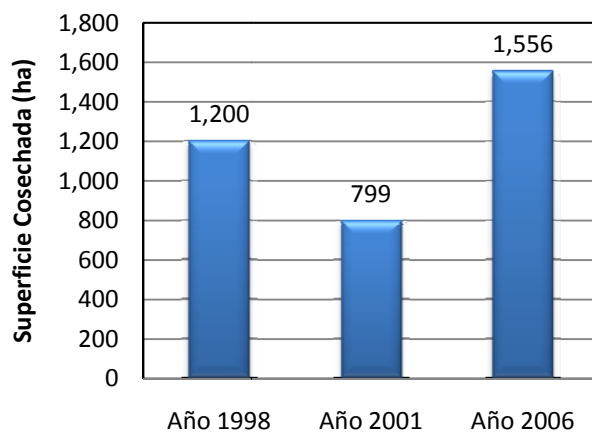


Figura 1. Grafico de la superficie del área cultivada en hectáreas en tres periodos, 1998, 2001, 2006 para el Municipio Miranda del Estado Mérida, Fuente M.A.T. 1998, 2001, 2006.

En el Municipio Miranda se cultivan varias hortalizas y tubérculos, pero para la figura 1, sólo se tomó en cuenta los que son cultivados dentro del área de estudio. Esta fluctuación entre años obedece a la demanda que tiene cada rubro cosechado, y no es posible establecer un criterio fijo sino sólo observar la tendencia general. Para el año 2001 disminuyó 401ha con respecto al año 1998 en cultivos cosechados recuperándose al 2006 en 757ha estimándose un crecimiento de 356ha por tanto se tiene un 44,5ha/año en términos de tasas de cambio desde el año1998 hasta el 2006.

A la par de los cultivos también está el incremento de la ganadería en el Municipio Miranda, y en los potenciales agrícolas publicados por el Ministerio De Agricultura y Tierras (1998)(Anexos 2), contabiliza el número de cabezas de ganado por año donde el año 1998 cuenta con 437, el año 2001 es donde se representa la mayor cantidad de cabezas con 701 y para el año 2006, 606 cabezas, en general se puede estimar un incremento de 169 cabezas de ganado desde el año 1998 al 2006, como lo muestra la Figura 2.

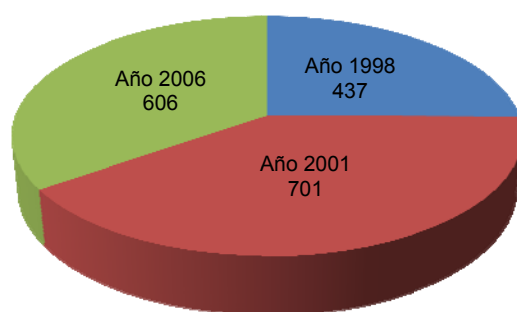


Figura 2. Número de cabezas de ganado para el Municipio Miranda, del estado Mérida en tres periodos, 1998, 2001 y 2006. Fuente M.A.T. 1998, 2001, 2006.

El incremento de la población según el Instituto Nacional de Estadística (I.N.E.) va en aumento y estiman una población para el 2010 de 23.966 habitantes en este Municipio. La Figura 3, muestra la cantidad de habitantes que hay en las dos Parroquias más importantes como son la Parroquia Andrés Eloy Blanco y la capital del Municipio Miranda, Timotes (Anexos 3). La Venta es otra de las Parroquias (Lugar donde está ubicado el área de estudio) que después del año 1981 se separo de la Parroquia Andrés Bello.

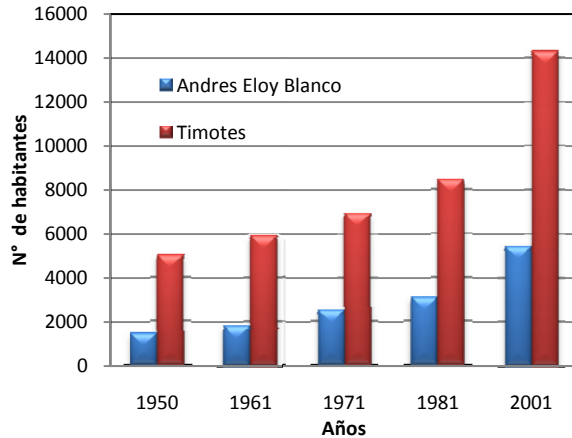


Figura 3. Censo poblacional para las principales parroquias del Municipio Miranda

Los principales problemas de este Municipio son sobre la contaminación de las aguas superficiales, el uso indiscriminado de insecticidas y plaguicidas. La falta de espacios para la disposición final de los desechos sólidos y la ausencia de un adecuado manejo de los mismos, y la degradación de suelos (M.A.R.N, 2006).

La geografía del área de estudio presenta fuentes de agua que son importantes para los pisos ecológicos que se encuentran por debajo de la zona de estudio, también presenta terrazas y pendientes, en las cuales se ha observado la expansión de las áreas cultivadas y mejoras en el sistema de riego haciéndolo así más intensivo. Entonces tener una apreciación de las unidades ecológicas del paisaje que presenta dicha micro cuenca nos dará mejores métodos para la planificación en cuanto al uso de la tierra, que no sólo va ser de gran importancia para los ecosistemas, sino también para el estudio y manejo de los agroecosistemas en general. Al realizar estudios ecológicos en esta área, podemos estudiar el proceso de cambio que ha tenido este paisaje y el posible cambio que pueda tener bajo los efectos de intervención, que en este caso es la agricultura.

I.3 Hipótesis de Trabajo:

Debido a que el avance agrícola ha sido el factor de mayor modificación del paisaje, Se esperaría observar un avance pronunciado del área de la agricultura en la zona de terraza de la micro cuenca Turmero, y que una vez ocupados estos sitios, se extienda hacia zonas de vegetación natural y hacia pendientes mayores.

I.4 Objetivos:

I.4.1 Objetivo General

- Analizar la transformación del paisaje ecológico en la micro cuenca de la quebrada Turmero, con base en la comparación espacial de distribución de unidades de paisaje en los últimos cuarenta años.

I.4.2 Objetivos específicos:

- Realizar el reconocimiento ecológico de la micro cuenca en estudio por medio de la interpretación de fotografías aéreas e imágenes de satélite para los años 1966, 1998 y 2008.
- Definir las unidades de paisaje en la micro cuenca, para cada año.
- Caracterizar el tipo de intervención o proceso de transformación.
- Cuantificar el proceso de transformación del paisaje, en términos de las tasas de cambio del espacio ocupado por las unidades de paisaje, en los últimos 40 años.

II. Marco Teórico.

II.1 Transformación del paisaje

Unas de las principales consecuencias de la transformación son los cambios a parches de tamaños y formas variables de ecosistemas. Estos parches quedan inmersos dentro de matrices de hábitats transformados. Los cambios a gran escala de los ecosistemas puede generar consecuencias en el clima y en el ambiente físico de una región, como la disminución de las precipitaciones, prolongación de la estación seca, cambios en los patrones de circulación de vientos, entre otros (Rodríguez, 2005).

En la región andina la principal transformación del paisaje viene dado por la eliminación de la cobertura vegetal para la implementación de cultivos y potreros para la ganadería, trayendo como consecuencia el aumento en la temperatura de los suelos, disminución de la capacidad de retención de agua en el suelo, el incremento en la escorrentía superficial y ocurrencias de crecidas máximas, aumento de la erosión de los suelos, incremento del arrastre de sedimentos a las partes bajas de las cuencas, disminución de las entradas de agua por intercepción de neblina, entre otros (Ataroff y Rada, 2000). Toda esta transformación de ecosistemas naturales, genera la extinción de muchas especies, como consecuencia de la reducción del área total de hábitat disponible, e incrementa el efecto borde, afectando así especies adaptadas al interior de bosque (Kattan, 2002). Un ejemplo de esto, son fragmentos aislados de bosques de *Polylepis sericea* (Van Der Hamer, 1974) que se encuentran dentro del área de estudio.

En este caso la Ecología del Paisaje juega un papel importante como herramienta fundamental en el estudio de los ambientes naturales (Rodríguez, 2005), y también como base para la solución de problemas de conservación de recursos y biodiversidad (Turner *et al.* 2001).

El paisaje natural es heterogéneo conformado por una serie de unidades llamadas Unidades Ecológicas del Paisaje (UEP) y para estudiar las características del paisaje, es fundamental analizar los datos espaciales que pueden provenir de fuentes como mapas topográficos, fotos aéreas, imágenes de satélite, donde, los dos últimos son los más empleados para el estudio de los patrones espaciales de la vegetación, donde la Unidad de Paisaje está definida como un área de tierra relativamente homogénea a una escala definida (Zonneveld, 1995).

II.2 Sensores Remotos y Sistemas de Información Geográfica

Los patrones espaciales de la vegetación pueden ser captados por sensores instalados en plataformas espaciales, y gracias a la interacción de la energía electromagnética que existe entre el sensor y la tierra (Chuvienco, 1986), esta energía reflejada o emitida por los objetos en la tierra va al sensor remoto disponible para su detección, así los Sensores Remotos (SR) intervienen captando, registrando y analizando la energía proveniente del objeto (Ruiz, 2005).

Esto facilita la percepción de las Unidades de Paisaje (UP) que se encuentran en un lugar e inferir sobre cada una de ellas (Figura 4). Esta estimación requiere el uso de técnicas y herramientas de análisis como son los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

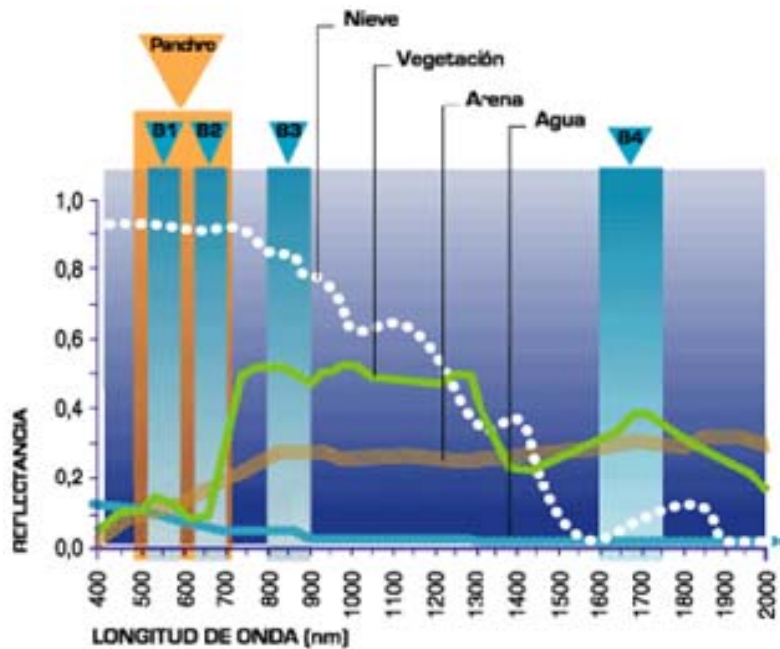


Figura 4. Gráfico que indica los valores de la longitud de onda de la luz reflejada por determinados elementos en la superficie de la tierra y adicionalmente se muestra la reflectancia que puede ser captada y analizada de cada una de las bandas de una imagen SPOT (Tomado de Ruiz, 2005).

Los SIG son programas informáticos, donde podemos manejar y analizar la información espacial, que en su mayoría se deriva de los sensores remotos (Aronoff, 1993). Además permiten analizar y modelar los diferentes procesos asociados con los cambios en el paisaje como la variación cronológica y la tasa de cambios y/o de reemplazo de ecosistemas (Skole y Tucker, 1993).

Una de las metodologías más empleadas en la Ecología del Paisaje es el reconocimiento ecológico, y junto con los sistemas de información geográficos (SIG), permite la caracterización, delimitación y clasificación de Unidades de Paisaje (UP). Este reconocimiento ecológico consta de tres etapas, una de precampo, o de recolección de información y datos espaciales de las UP y su clasificación; otra de campo, en la que se verifica las UP clasificadas, y se compara estas unidades con las presentes en el campo por medio de muestreos; y por último, una fase postcampo, para la rectificación de errores en la clasificación y la elaboración de mapa o mapas finales de las UP que incluyan su o sus leyendas (Rodríguez, 2005).

III. Área de Estudio

III.1 El páramo como ecosistema

Este ecosistema de páramo posee características como casi todos los páramos con bajas temperaturas y la variabilidad térmica diaria, la cual puede ser mensual o estacional (Sarmiento, 1986a; Rundel, 1994; Meinzer *et al*, 1994), otra de las características es la ocurrencia de heladas nocturnas durante la época de sequía (Cuatrecasas, 1968; Márquez, 2002). Existe una relación entre la temperatura y la altitud llamado gradiente altitérico, donde la temperatura varía 0,6°C por cada 100 m de elevación (Sarmiento, 1986a, Hernández, 2006). Este gradiente es continuo, lo que forma franjas o cinturones ecológicos determinando la distribución de especies y formaciones vegetales (Sarmiento, 1986a; Sarmiento, 1986b).

Otra de las características es la evidencia de ciclos glaciales e interglaciares de los últimos centenares de miles de años, que condicionó la extensión del páramo (Hofstede, 2003). El ejemplo más evidente de esta condición de periodos interglaciares son los parches de bosques de *Polylepis sericea* que surgen después de un retroceso glacial y se encuentran dentro del área de estudio.

Prácticamente el área de estudio no tiene variaciones altitudinales de precipitación, pero al parecer la incidencia solar es la que va a condicionar la distribución de las especies, debido a su orientación geográfica y aspectos orográficos y topográficos (Sarmiento, 1986a; Sarmiento, 1986b; Rundel, 1994). Estos factores no sólo determinan un límite ecológico para las especies, sino que además determinan la existencia de períodos libres de helada, equivalentes a las temporadas de crecimiento en las zonas templadas (Sarmiento, 1986b).

III.2 Localización de la cuenca y área de estudio

La cuenca y el área de estudio están ubicados en el Municipio Miranda del Estado Mérida paramo de Piedras Blancas entre los 3.000 y 4.300 m.s.n.m de

altitud, en la vertiente del Lago de Maracaibo (Figura 5), y comprende un área de 1.782,8ha desde los 3.000 hasta los 4.000 de altitud (Figura 6).

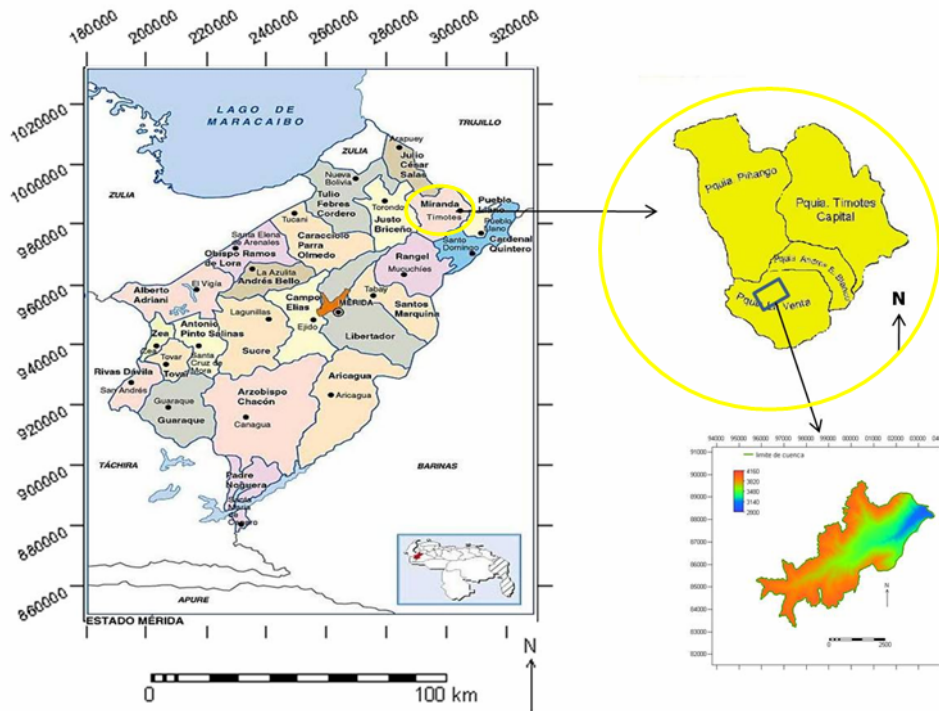


Figura 5. Localización del área de estudio en la micro cuenca de la quebrada Turmero representado nacional y regionalmente, con su leyenda altitudinal.

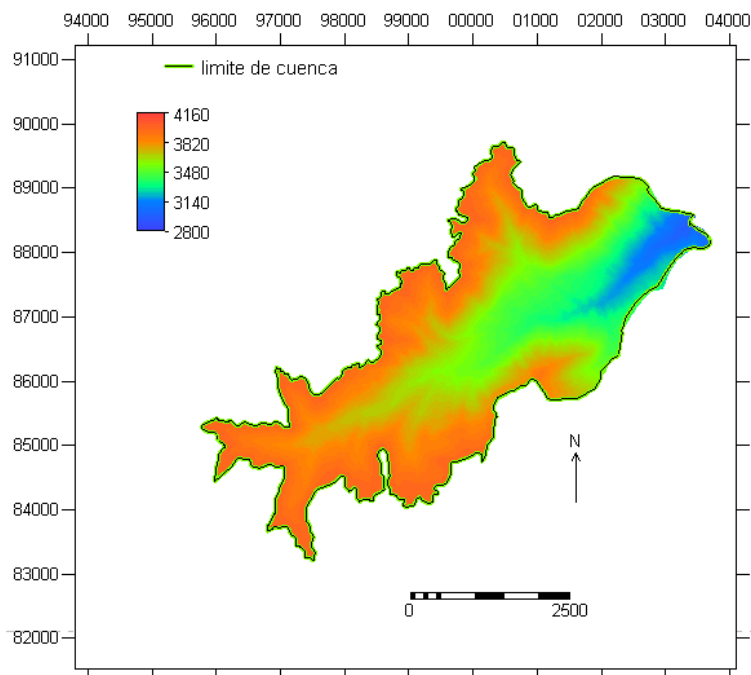


Figura 6. Área de estudio basado en el DEM (ILWIS) del La Cuenca Turmero (Hernández, 2006)

III.3 Geología-Geomorfología del área:

La zona de estudio se encuentra caracterizado por: (1) la acción intensa de la escarcha debida a la gran cantidad de días con heladas, aunque no hay congelamiento permanente (permafrost) y la escarcha penetra el suelo solo a cortas profundidades; y (2) la humedad del deshielo de la escarcha la cual ayuda al movimiento de los suelos (solifluxión) (Schubert, 1979). La sierra de la Culata tiene un núcleo de rocas metamórficas precámbricas, el cual fue intrusionado por rocas graníticas durante el Paleozoico Superior en la parte Norte (Schubert y Valastro, 1973).

Por encima de los 3500 m de altitud, las evidencias de modelado y erosión glacial se hacen más evidentes. Los principales rasgos de modelado glacial son los valles glaciales, los circos, las agujas y las aristas. Estos rasgos que pueden considerarse evidencias de la Glaciación del Pleistoceno tardío (Schubert y Valastro, 1973). Graf-Meier en el 1995 considera que la glaciación fue más intensa en la ladera opuesta de los Picos El Águila y el Gavilán. Por otro lado los glaciares avanzaron hasta los 3300m de altitud aproximadamente sumándole a esto las condiciones secas de la cuenca se formaron posiblemente morrenas de menor espesor (Briceño, 1997). También se hace evidente en la cuenca de la quebrada Turmero la existencia un modelado fluvio-glacial en las zonas más bajas de la cuenca (Hernández, 2006).

III.4 Temperatura

Según datos de Hernández (2006), existe un patrón de las temperaturas registradas en tres diferentes altitudes en la micro cuenca bajo estudio (4200; 3700; 3200m) donde las temperaturas a nivel del suelo muestran mayores variaciones que las temperaturas registradas a 50cm sobre el suelo.

Hernández (2006) relaciona la altitud y la temperatura, y obtiene una relación lineal (Fig. 7), de acuerdo a la cual, la temperatura se disminuye $0,61^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de altitud, esta relación concuerda con la reportada para los Andes, según la cual la variación es de $0,6^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de altitud (Sarmiento, 1986a; 1986b).

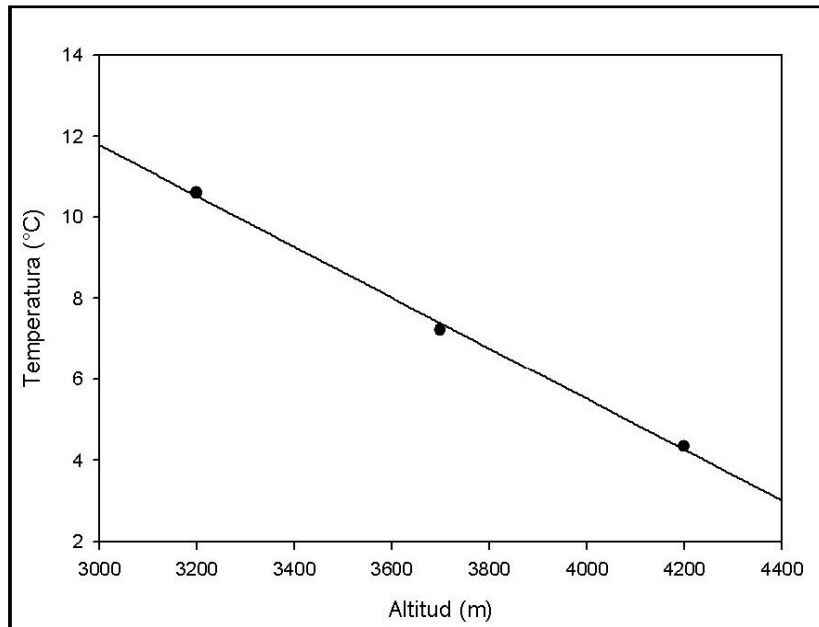


Figura 7. Promedios de temperatura a 50 cm. del suelo, obtenidos a partir de los data loggers HOBO H8 PRO, en tres puntos altitudinales en la cuenca de la quebrada Turmero. (Hernández, 2006)

III.5 Precipitación

El comportamiento de la precipitación para el área en estudio (Fig. 8), vemos como la precipitación aumenta muy poco con la altitud, manteniéndose en casi toda la micro cuenca entre los 1050 y 1150 mm de precipitación a pesar de su formación orográfica.

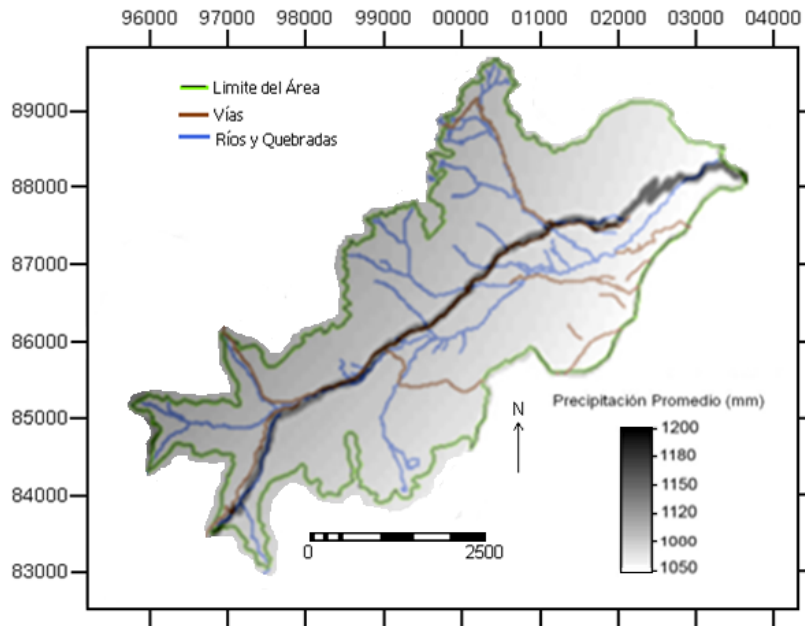


Fig 8. Promedios espaciales de Precipitación en la cuenca de la quebrada Turmero (Modificado de Hernández, 2006), donde esta representado el área de estudio, las quebradas y sus vías principales.

III.5 Vegetación

Tal y como lo señalan Monasterio (1980a, b) y Vivas (1992), el gradiente climático vertical propio de esta región, genera a su vez un escalonamiento en la vida vegetal, que determina la localización de los diferentes cinturones de vida, tipos de suelo, procesos de modelado del relieve y el uso de la tierra para las actividades agrícolas.

Este gradiente incluye dos pisos altitudinales definidos por Monasterio (1980) como andino y altiandino. El límite entre ambos pisos ecológicos se puede ubicar entre los 3800m y 4300m, dependiendo del volumen de precipitación.

En general la vegetación típica del área de estudio es caracterizado por gramíneas y arbustos de pequeño porte (0 – 2m) y de gran porte (2 – 7m), arbustos siempre verde, rosetas caulescentes, plantas herbáceas. (M.A.R.N, 2006). Algunos de los representantes de la vegetación de este lugar son lo reportados por León (1991) y Briceño y Morillo (2002):

Espeletia schultzii Wedd, *Coespeletia timotensis*, y *Coespeletia spicata* (rosetas caulescentes), *Hypericum laricifolium* y *Valeriana parviflora* (arbustos), *Acaena cylindrostachya* y *Calandrinia acaulis* (rosetas acaules).

También se encuentran individuos entre 3 y 7 metros de altura dominado por las especies *Polylepis sericea*; *Gynoxis moritziana*, y *Senecio grenmaniaus*.



Figura 9. Diferentes Unidades de vegetación que prevalecen en la cuenca de la quebrada Turmero, Páramo de Piedras Blancas, Edo, Mérida, (Fotografía: Chacón, 2007).

IV. Metodología

IV. 1 Reconocimiento Ecológico

El reconocimiento ecológico como herramienta metodológica es un procedimiento que permite generar como productos un mapa de Unidades Ecológicas o Unidades de Paisaje que son caracterizadas a través de una leyenda extensiva. Las Unidades Ecológicas o Unidades de Paisaje (UP) son entes o elementos homogéneos del Paisaje que pueden ser definidos como ecosistemas o sistemas ecológicos con estructura y función (Chacón-Moreno, 2007).

El reconocimiento ecológico consta de varias fases. Primero una fase precampo o fase preliminar, definida como la recopilación bibliográfica del lugar, descripción de las características preliminares como la delimitación del área de estudio, interpretación de las fotos aéreas, y caracterización de la imagen satelital con el fin de establecer una leyenda y crear los primeros mapas de unidades del paisaje. Luego en la fase de campo (segunda fase), por medio de observación visual y de entrevistas semiestructuradas a personas que habitan y habitaron en la zona, y junto con valores marcados con el GPS a lo largo del área de estudio se obtendrá una leyenda definitiva conllevando a la creación de los mapas finales. Y una última fase de postcampo (tercera fase), con toda la información recopilada en las fases anteriores y con la ayuda de un programa SIG se genera los mapas finales de cambio de las Unidades de Paisaje que generaran tablas de cambio las cuales se utilizaron para calcular las tasas de cambio para cada UP.

A continuación se presentaran con más detalle cada una de las fases que implica el reconocimiento ecológico.

IV.2 Fase de Precampo

IV.2.1 Delimitación del área de estudio

Para la delimitación del área de estudio y la posterior realización de la fotointerpretación se tomó como base un Modelo Digital de Elevación (DEM, por sus siglas en inglés), realizado a partir de curvas de nivel digitalizadas por el ICAE,

y presentado por Hernández (2006), a partir de mapas de cartografía Nacional, escala 1:25.000, hojas 6042-IV-NE y 6042-IV-SE.

Con base en el DEM se creó un mapa de segmentos en el programa ILWIS 3.2., a partir del cual se delimitó el área de trabajo entre los 3000 y los 4000msnm.

Con la intención de obtener el menor error posible en la digitalización, las coordenadas del área de trabajo son cartográficamente georreferenciadas por medio de una colección de puntos obtenidos por medición *in situ*, a través del Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés GPS). Con este sistema se fue identificando puntos visibles de importancia tanto en la foto como en campo, como lo son las vías y las quebradas.

Al obtener esta información, se crea un mapa de puntos el cual se lleva a un mapa de segmentos para carreteras y quebradas dentro de la cuenca, utilizando el programa ILWIS 3.2, obteniendo así una mayor exactitud de georreferenciación para el área.

Una vez delimitado el área de estudio se comenzó a digitalizar sobre pantalla las fotografías aéreas a una escala de 1:15.000. Las fotografías aéreas escogidas fueron: 1123; 1124; 1142; pertenecientes a la misión 010323, Cuenca del Río Motatán, fecha de vuelo 1966 (Figura 10).

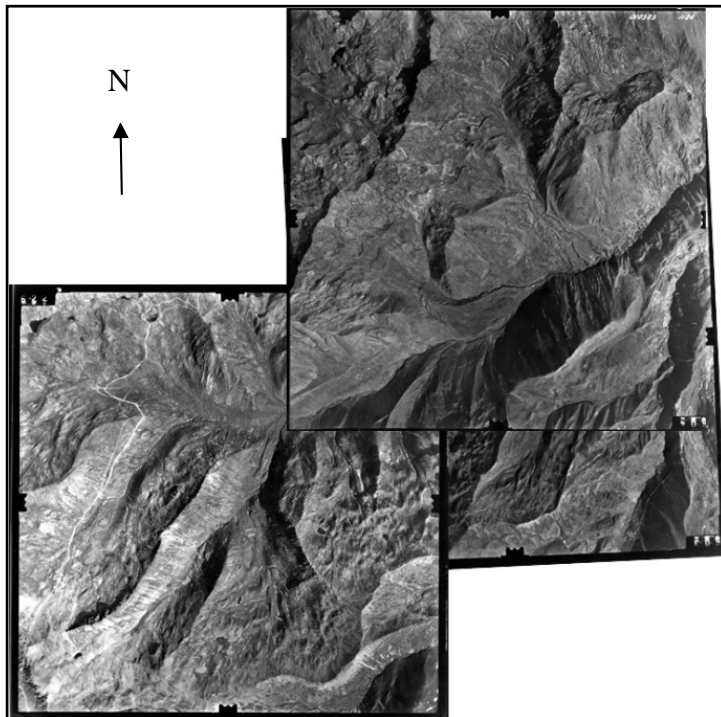


Figura 10. Mosaico de fotos aéreas pertenecientes a la Misión 010323, donde está ubicada el área de estudio

Para la georreferenciación se utilizó, mapas de cartografía nacional digitalizados a partir de su original. Los dos mapas utilizados son: el mapa de Chachopo que tiene una Edición 1 – DCN para el año 1964, hoja: 6042-IV-NE y el mapa Pico el Águila que tiene una Edición 1 – DCN para el año 1974, hoja: 6042-IV-SE, los cuales se encuentran a escala 1:25.000 con una proyección UTM Zona 19, Spheroid international 1909, provisional South American 1956 (PSAD56 Venezuela), con el Datum de Venezuela, Norte.

IV.2.2 Fotointerpretación

Con el mismo programa ILWIS, 3.2 se creó un mapa de polígonos en el cual se fueron diferenciando los elementos fotográficos, por medio de niveles de reflectancia distintos que tienen los objetos dentro de las imágenes aéreas, tomando en cuenta la textura y tono como características fundamentales. Donde la textura se divide en tres niveles de observación: fina, media, gruesa, suponiendo así el tipo de vegetación, por ejemplo para una textura fina se suponía que era pastizales (todo tipo de gramíneas), rosetales y/o arbustos de mediano o pequeño porte (arbustos entre cero a un metro de altura), a los árboles y/o arbustos de gran porte (arbustos desde un metro de altura en adelante) se les asignó una textura gruesa. Con respecto al tono, está referido a la degradación del color real de la foto aérea que va de blanco al negro, donde el blanco constituía los claros o áreas desnudas, el gris eran todas las clases de pastizales, rosetales y / o arbustos de mediano o pequeño porte, al negro se le hizo la referencia de sombra y / o árboles y/o arbustos de gran porte.

Al combinar las características propias de las fotos se construyó una tabla preliminar que constituirá la leyenda de las posibles UP que tendrá la micro cuenca del Turmero.

Esta leyenda preliminar es tomada como base principal para la construcción de un mapa de polígonos, el cual se realizó bordeando cada una de las posibles UP. Se personalizó los segmentos por medio de una herramienta en el programa ILWIS, 3.2 llamada Customize Segment Editor, tomando en cuenta los siguientes parámetros:

Snap tolerance (m) = 10.000

Snap tolerance (pixels) = 3

Tunnel tolerance (m)= 1.

En este punto se tomó en cuenta la combinación que tienen algunas unidades, entonces el primer nombre de la unidad será la que posea la mayor proporción de vegetación de esa unidad con respecto a la otra; por ejemplo, arbustal rosetal, esta unidad en principio tiene mayor cantidad de arbustos que de rosetas, otra unidad sería el rosetal pastizal, contiene mayor cantidad de rosetas que pastizales.

Una vez creado el mapa de polígonos con las posibles UP se rectificó solapando con cada una de las fotografías aéreas por debajo del mapa preliminar obteniendo un mayor detalle o una mejor apreciación de cada una de las posibles UP.

IV.2.3 Características de la imagen de satélite

La imagen SPOT 4 fue tomada en el año 1998 para los andes venezolanos y ocupa una extensión total de aproximadamente 360.000ha, de la cual se recortó un área total de 6.708,7ha, el cual cubre el área de estudio. La imagen venía georreferenciada y se llevó al tipo de proyección utilizada en la imagen del mapa de polígonos realizado (Proyección: UTM Zona 19, Spheroid international 1909, provisional South American 1956 (PSAD56 Venezuela), Datum de Venezuela, Norte). La imagen contiene 3 bandas espectrales, un tamaño de píxel de 20m, y por medio de combinación de las bandas se generó imágenes en falso color (Figura 11). A partir de este tamaño de píxel, la escala de trabajo que mejor se adapta para la interpretación de las UP es a 1:25.000, escala que se usó también en la interpretación con las fotografías aéreas.

IV.2.4 Procesamiento y clasificación de la imagen.

Como las imágenes poseen diferentes tipos de longitudes de onda debido a la reflectancia de los objetos geográficos que dependen de una relación entre la cobertura de la superficie de la tierra. Los valores de reflexión pueden distinguir

diferentes firmas espectrales por medio de las cuales se podrán identificar las características de las UP (Fig. 11). En este caso se clasificó partiendo del método de clasificación supervisada de la imagen (Ruiz, 2005).

La clasificación supervisada se realizó por medio de una serie de operaciones, mediante la identificación de píxeles con características similares (firmas espectrales) las cuales eran evaluadas y editadas en un “Signature Editor” componente del programa; siguiendo el manual ERDAS.

Las combinaciones de bandas utilizadas para la clasificación de la UP se muestran como un mosaico en la Figura 12.

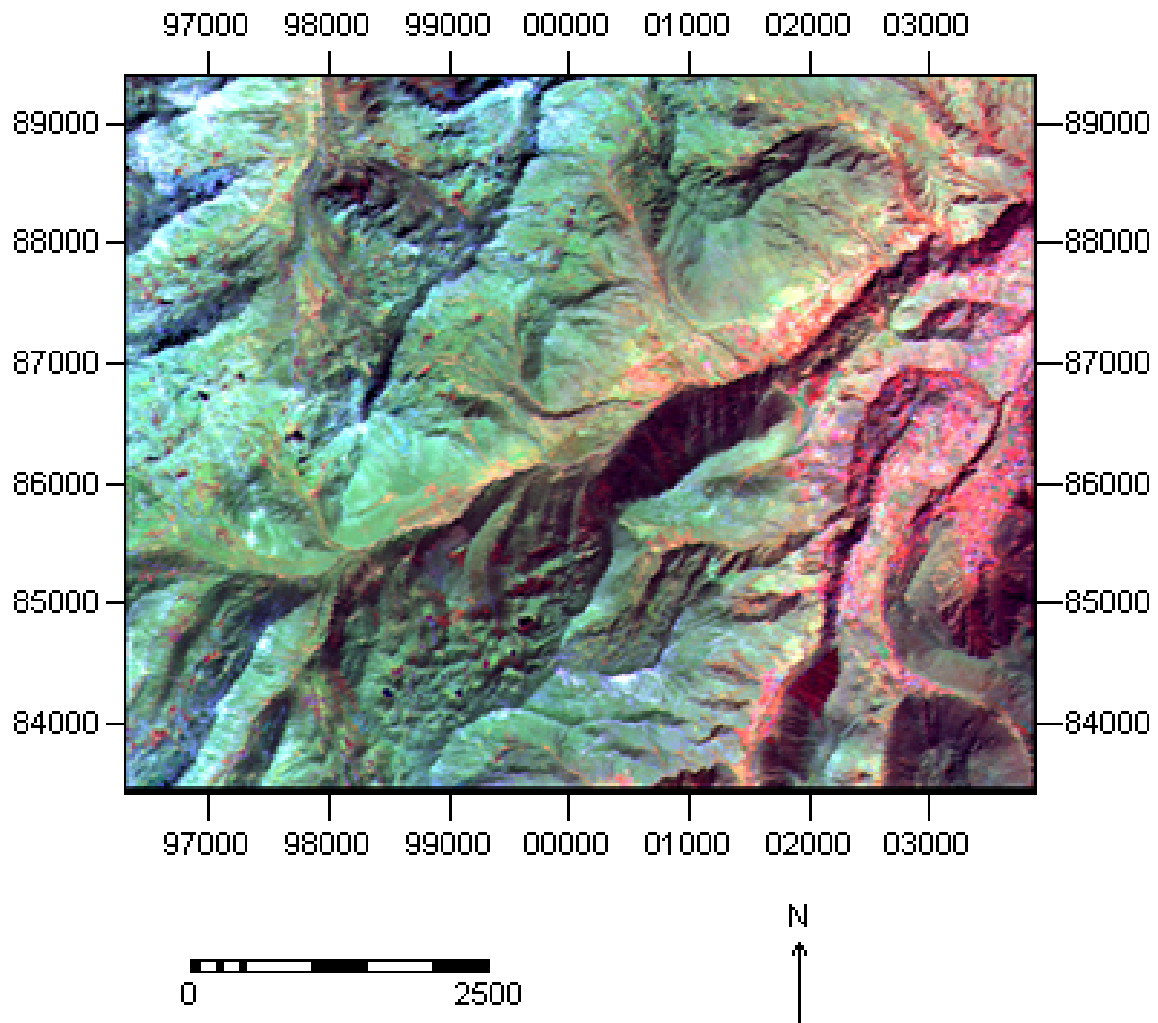


Figura 11. Sección de la Imagen de Satélite SPOT para los Andes Venezolanos para el año 1998, donde está ubicada la cuenca de la quebrada el Turmero, Mérida-Venezuela.

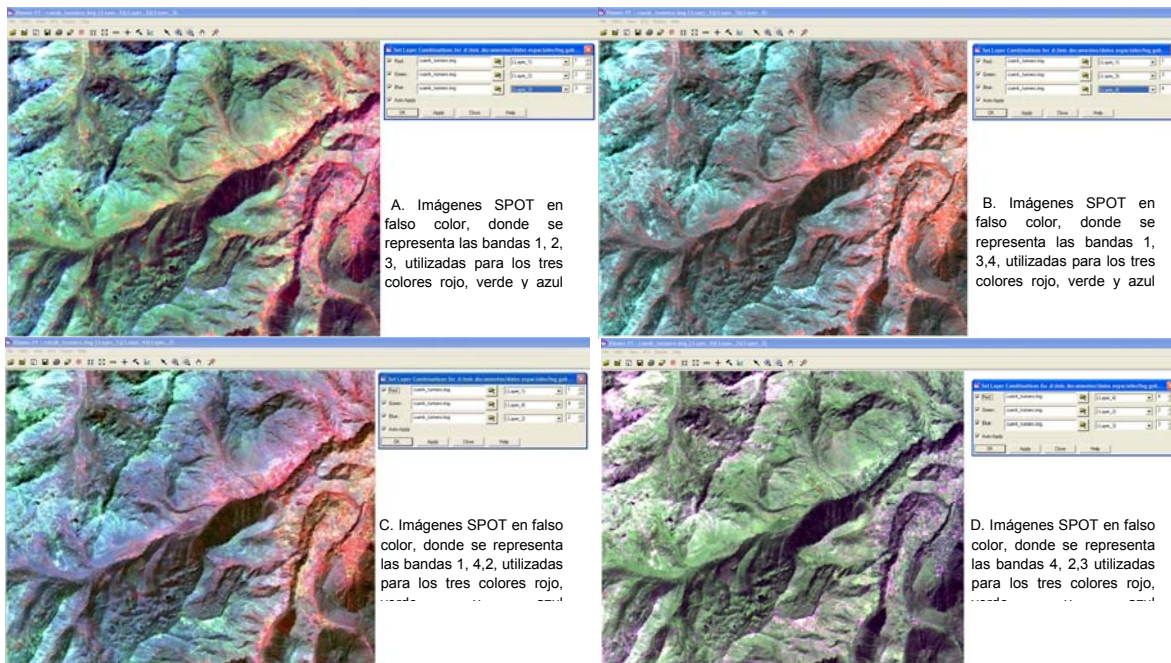


Figura 12. Mosaico de imágenes de satélite en falso color, donde se representa las diferentes combinaciones de bandas, utilizadas para la clasificación de las UP preliminares en esta imagen.

EL mapa resultante de la interpretación de la imagen de satélite se llevó a ILWIS 3.3 para ser editado y se le aplicó un proceso de filtrado de 7 x 7, para eliminar aquellos puntos sobresalientes del área original (Ruiz, 2005). Aplicándose este proceso al mapa obtenido a partir de las fotografías aéreas, de manera de estandarizar y hacer las comparaciones respectivas. El área final contará con 1.782,84ha. Para cada uno de los mapas manteniendo en cada mapa una escala de 1.25.000.

Estos mapas en formato raster fueron poligonizados para su impresión y trabajo en campo de tal manera de hacer la verificación de las UP descritas preliminarmente.

IV.3 Fase de Campo

IV.3.1 Recolección de datos

Se realizaron 6 salidas de campo con la finalidad de reconocer y caracterizar las posibles UP determinadas en la clasificación previa de las

imágenes. Para esto se realizó en campo cuarenta entrevistas semiestructuradas a los habitantes del lugar y también a los que habitaron en esta zona. Las preguntas de las entrevistas están dirigidas a los encargados o dueños a lo largo de la micro cuenca relacionadas con el tamaño de la parcela, tiempo de uso del terreno y la actividad principal de uso de la tierra como se muestra en la Tabla 1.

Sector:			Fecha:	
Nombre del entrevistado:			Edad:	
Años en el Lugar:				
Tamaño y condición de las tierras:				
Propia	A medias	Alquilada		
Actuales y /o Predominantes:				
Usos Secundarias:				
Tipo de vegetación anterior:				
Tipos de cultivos:		Perennes:	Anuales:	
Tipos de fertilizantes:		Orgánicos:	Inorgánicos:	
Tipos de pesticidas:				
Otros agroquímicos:				
Tipo de arados:		Yuntas:	Tractores:	
Utilización de riego:				
Actividad ganadera:			Potreros establecidos:	
Propósito:			¿Son fertilizados?	
Carne	Leche	Ambas		

Tabla 1. Modelo 1 de las entrevistas semiestructuradas realizadas dentro del área de estudio en la micro cuenca de la quebrada Turmero.

Las dos primeras salidas se realizaron en enero y marzo del año 2007 con la finalidad de ubicar espacialmente y geográficamente las unidades ecológicas del paisaje utilizando el GPS a lo largo de toda la micro cuenca. Se georreferenció toda la vía marcando puntos y lugares más representativos como las uniones de quebradas y sus afluentes más importantes, y rocas que se observaban en la fotografías aéreas.

En la tercera y cuarta salida (Junio y Agosto) se realizaron cuarenta entrevistas a las personas que habitan y habitaron estos lugares, con la cual se determinó aproximadamente el área de vegetación existente para la fecha en que fueron tomadas las imágenes (1966 fotos aéreas y 1998 imagen de satélite), georreferenciándose algunos de los puntos y compararlos en base a los mapas preliminares obtenidos.

A partir de estas referencias se realiza una quinta salida de campo (Diciembre de 2007) en la se crea un mapa de puntos con el GPS, con el objetivo

de verificar *in situ* las UP en los mapas preliminares llevados a campo (imágenes fotográficas y de satélite), y con observación en campo se realizó la unificación de clases y la reedición de las UP definidas preliminarmente.

Las UP que poseen los nombres definidos preliminarmente como rosetas o rosetales son en su mayoría rosetas caulescentes entre ellas: *Espeletia schultzei* Wedd, *Coespeletia timotensis*, encontrándose en diferentes tamaños entre 0-1 metro pequeño porte y de 1 a 3 metros de gran porte. Los arbustos entre 0 - 1, encontramos *Hypericum laricifolium* y *Valeriana parviflora*, y los individuos entre 3 y 7 metros de altura dominado por las especies *Gynoxis moritziana*, y *Senecio grenmanianus*.

Por último se realizó una salida de campo en febrero del presente año (2008), en donde se georreferenció algunos bordes donde la agricultura había tomado parte de otra UP. Este trabajo sirvió de base para la creación de un nuevo mapa actualizado de las UP, ya que el cambio actual era notable con respecto a las unidades de paisaje que existían para el año 1998.

IV.4 Fase de PostCampo

IV.4.1 Cálculos y Estadísticas

Utilizando las herramientas del SIG, se realizó un cruce de información entre los diferentes mapas de UP generados para las fechas estudiadas. Uno de los resultados es una matriz que presenta los valores de cambio para cada una de las UP entre dos fechas diferentes.

Se cruzó el mapa de 1966 con el del año 1998, luego el del 1998 con el del 2008 y por último se cruzó el mapa de 1966 con el del 2008, todo esto con el fin de obtener una tasa de cambio medida en porcentaje de área para cada una de las UP, y con ello la dirección a la cual está siendo desplazada una unidad de paisaje por otra.

IV.4.2 Estimación del error

A partir de la matriz de cambio obtenida de los cruces entre mapas, se calculó las tasas de cambio para cada UP; las tasas de cambio sin valores no se tomaron en cuenta y a su vez las hectáreas de cuales se obtenían estas tasas. Por otro lado se calculó los porcentajes de cambio, los cuales se compararon con las tasas que no presentaban valores y se encontró que el mínimo porcentaje de cambio para el cálculo de las tasas era del 0,2%. Este 0,2% de cambio por medio de una simple regla de tres: donde el 100% es el Área Total de la unidad de paisaje el 0,2% será el error del área de cada UP como muestra la Tabla 4.

IV.4.3 Creación del mapa para el año 2008.

Con la información anterior se creó un tercer mapa para la fecha actual (2007- 2008), a partir del mapa de la imagen de satélite creado para el año 1998. Este se realizó con base en la comparación y verificación hecha en la última salida de campo, tomando algunos puntos de georreferenciación para ubicar así cada una de las unidades del paisaje que fueron cambiando o se mantuvieron en los últimos diez años.

IV.4.5 Cálculo para áreas de cambio.

Estos cálculos se realizaron por medio de las siguientes fórmulas:

A_{up} = Área de la unidad de paisaje,

AT_{up} = Σ A_{up}; Donde AT_{up} = Área Total de la unidad de paisaje.

A_p = Área de permanencia de la UP.

A_c = Área de cambio de la UP.

AT_c = Σ A_c; Donde AT_c = Área Total de cambio de cada UP.

P = $A_{up} / AT_{up} \times 100$; Donde **P** = Porcentaje de Permanencia

TC = $AT_c / \text{Año Final del periodo} - \text{Año inicial del periodo}$;

Donde **TC** = Tasa de Cambio

Las áreas de cada UP y las áreas de cambio están expresadas en hectáreas y las tasas en hectáreas/año.

V. Resultados

V.1 Mapas y Leyendas Preliminares

V.1.1 Delimitación del área de estudio

En la figura 13, se ve el mapa a partir del DEM donde se aprecia el límite del área de estudio en color verde y en la figura 14 se muestra el mapa de la georreferenciación de las vías y quebradas a lo largo de la micro cuenca Turmero.

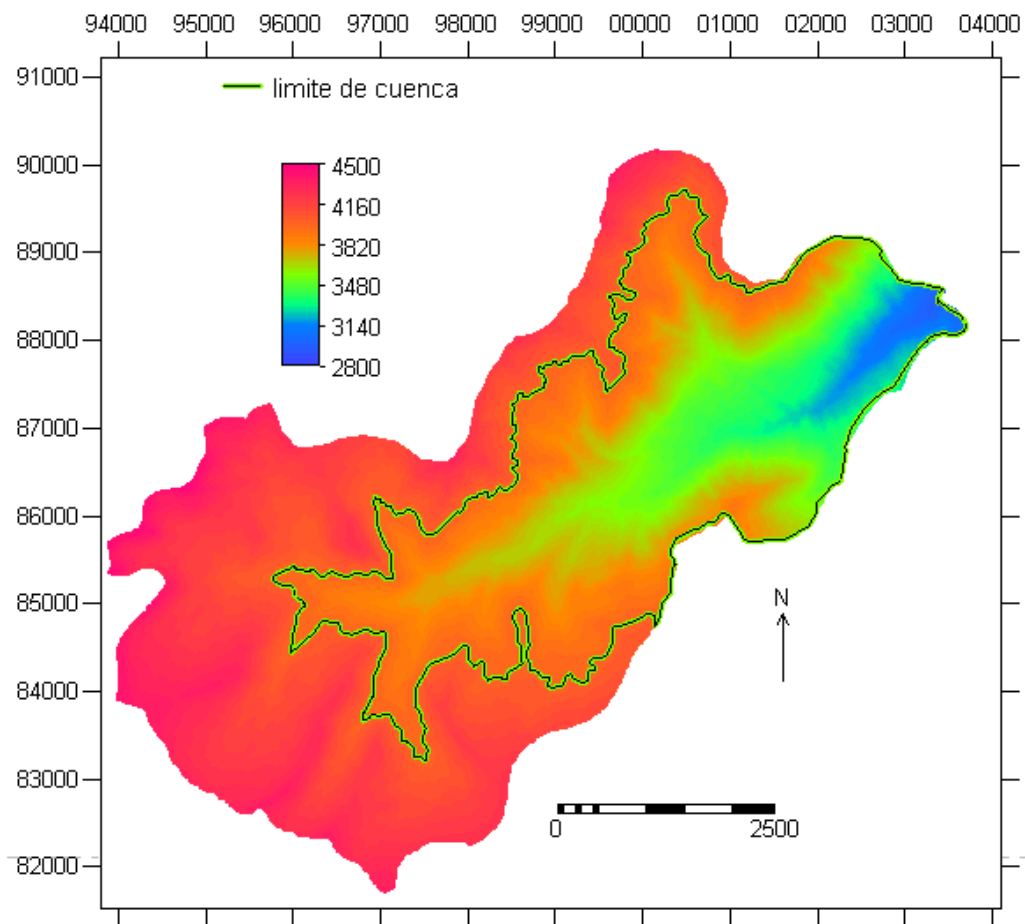


Figura 13. Límite del área de estudio modificado a partir de un DEM (ILWIS) de la microcuenca Turmero (modificado de Hernández, 2006)

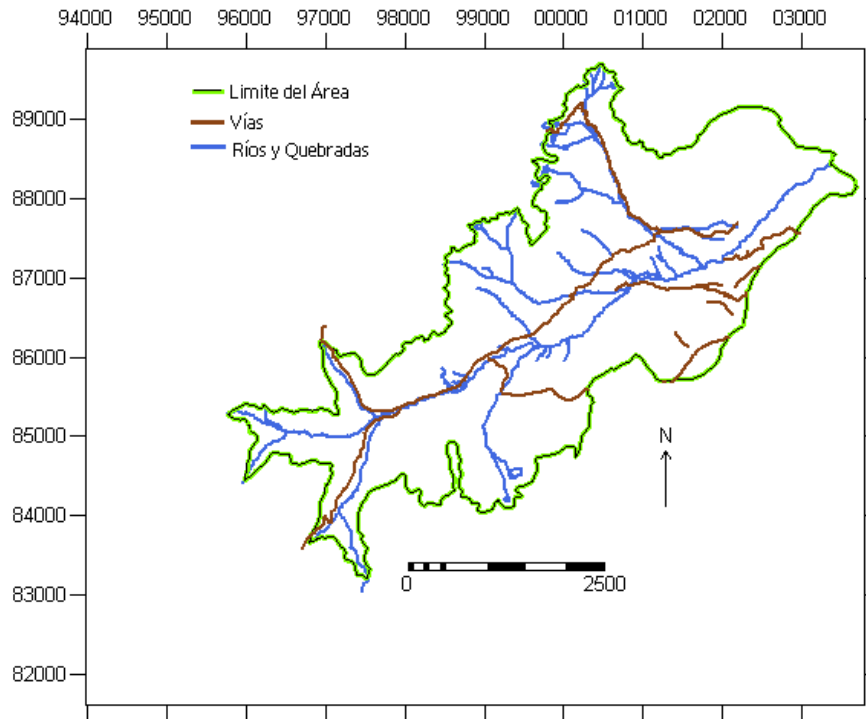


Figura 14. Mapa en ILWIS 3.2 de segmentos, creado a partir de las fotos aéreas, donde está representado el área de estudio, las quebradas y sus principales vías.

V.1.2 Fotointerpretación y Verificación de los mapas

Tabla preliminar de las posibles UP y por ende la elaboración de la leyenda preliminar que tendrán los mapas para la micro cuenca del Turmero.

Unidades de paisaje (UP)	Abreviatura	Tono o Color	Textura	Observaciones
Área Desnuda	AD	Blanco y Blanco Luna	Fino	
Arbustal Rosetal	AR	Gris oscuro	entre fino y grueso	
Arbustal Pastizal	AP	Gris Claro	entre fino y grueso	
Pastizal Humedal	PH	Gris Claro	Fino	Cerca de quebradas
Rosetal Arbustal	RA	Gris Claro	Grueso y fino	
Cultivos	C	Gris Claro	muy fino	Cercanos a las quebradas o afluentes
Sombra	S	Negro	Fino	Lugares donde no se aprecia ninguna textura
Rosetal	R	Gris muy claro	Grueso	

Unidades de paisaje (UP)	Abreviatura	Tono o Color	Textura	Observaciones
Arbustal	A	Gris oscuro	Grueso	
Rosetal Pastizal	RP	Gris Claro	entre grueso y fino	
Bosque Polylepis	BP	Pts. negros consecutivos	Grueso	
Árboles, Rosetas, Pasto	ARP	Gris Claro, Pts. Negros	Grueso y fino	
Área Cultivada	AC	Gris	Fino	Cercanos a las quebradas o afluentes
Pastizal	P	Gris Claro	Fino	Fuera del margen de los Ríos
Pastizal Rosetal	PR	Gris Claro	Fino y Pts. gruesos	

Tabla 2. Leyenda preliminar y clave de fotointerpretación, para la caracterización de las Unidades de Paisajes encontradas en las fotos aéreas según el criterio de Textura y Tono.

La figura 15 muestra la rectificación de las UP por medio del solapamiento con una de las fotografías aéreas. Y el mapa representado en la figura 16 es el primer mapa preliminar obtenido a partir de esta rectificación.

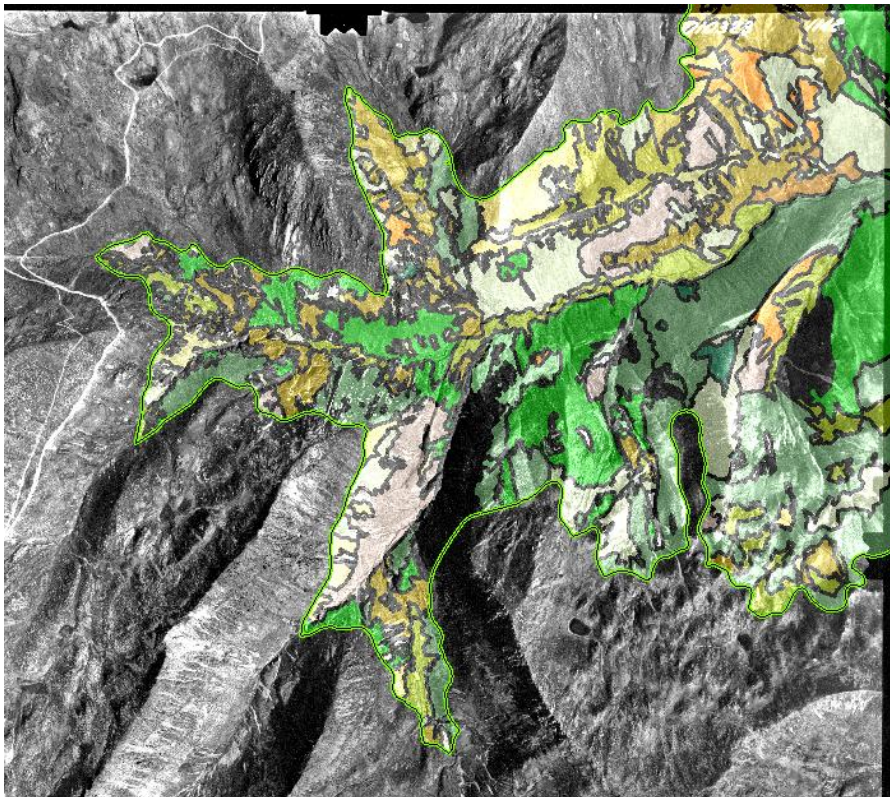


Figura 15. Corte de una de las Fotografía aérea en donde se muestra el solapamiento del mapa preliminar con las posibles unidades de paisaje.

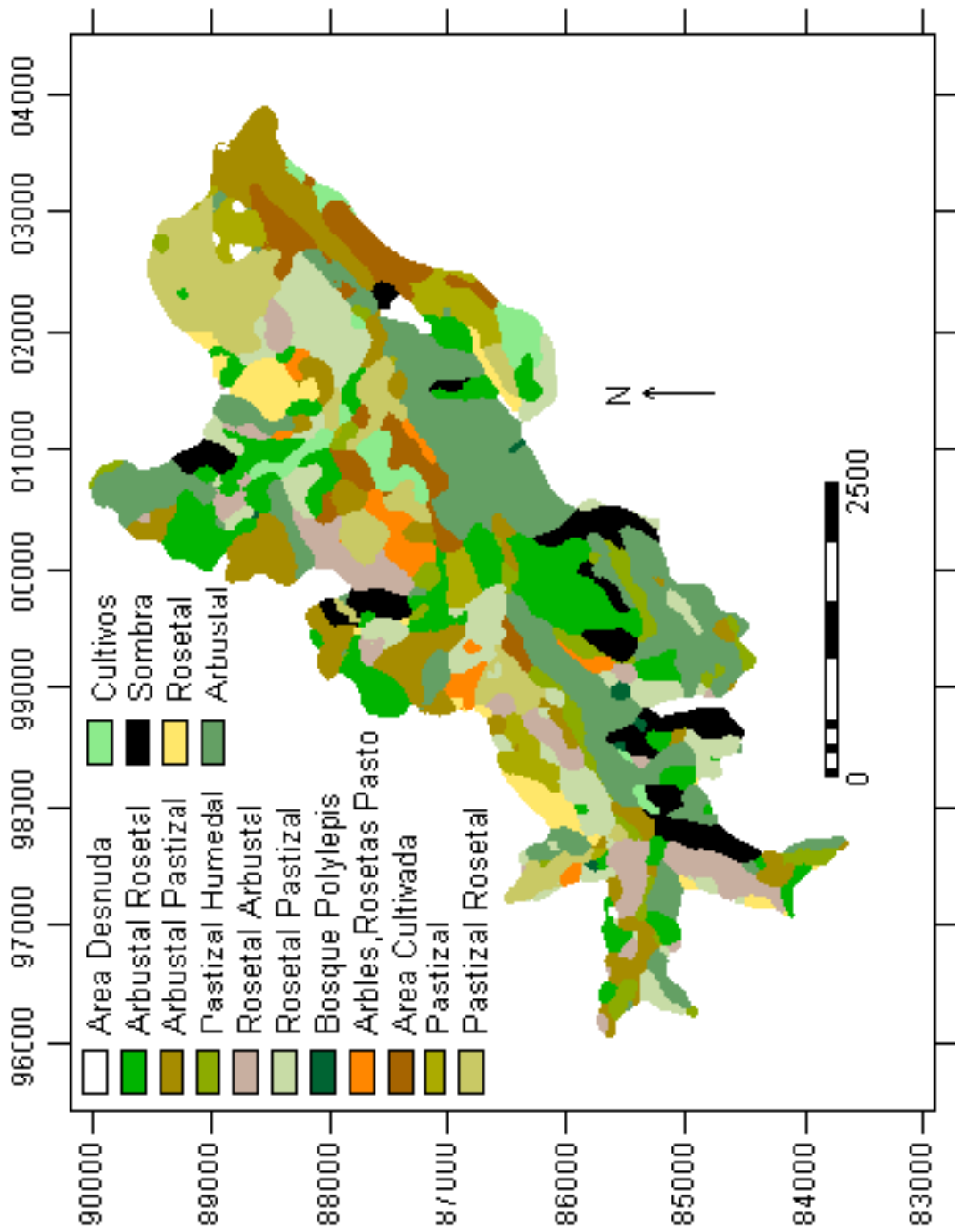


Figura 16. Mapa preliminar de las UP generado a partir de las fotos aéreas del año 1966, filtrado y estandarizado en ILWIS 3.2.

V.1.3 Mapa de la imagen de satélite

Al igual que en las fotografías aéreas la figura 17 muestra la rectificación de las UP por medio del solapamiento en la imagen satelital. Y el mapa representado en la figura 18 muestra el primer mapa preliminar obtenido a partir de esta rectificación.

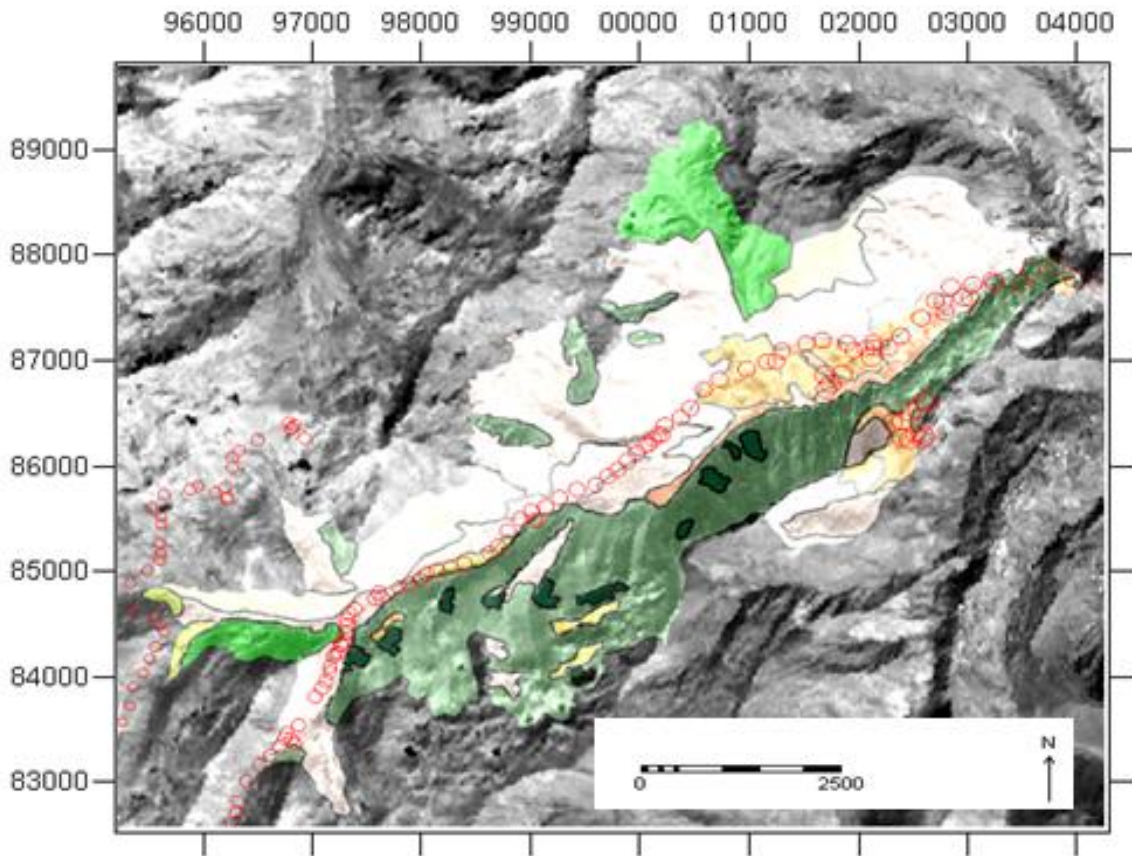


Figura 17. Posibles unidades de paisaje en sobre posición con la imagen de satélite en la banda 2, del páramo de Turmero, estado Mérida, representando las vías en forma de círculos de color rojo.

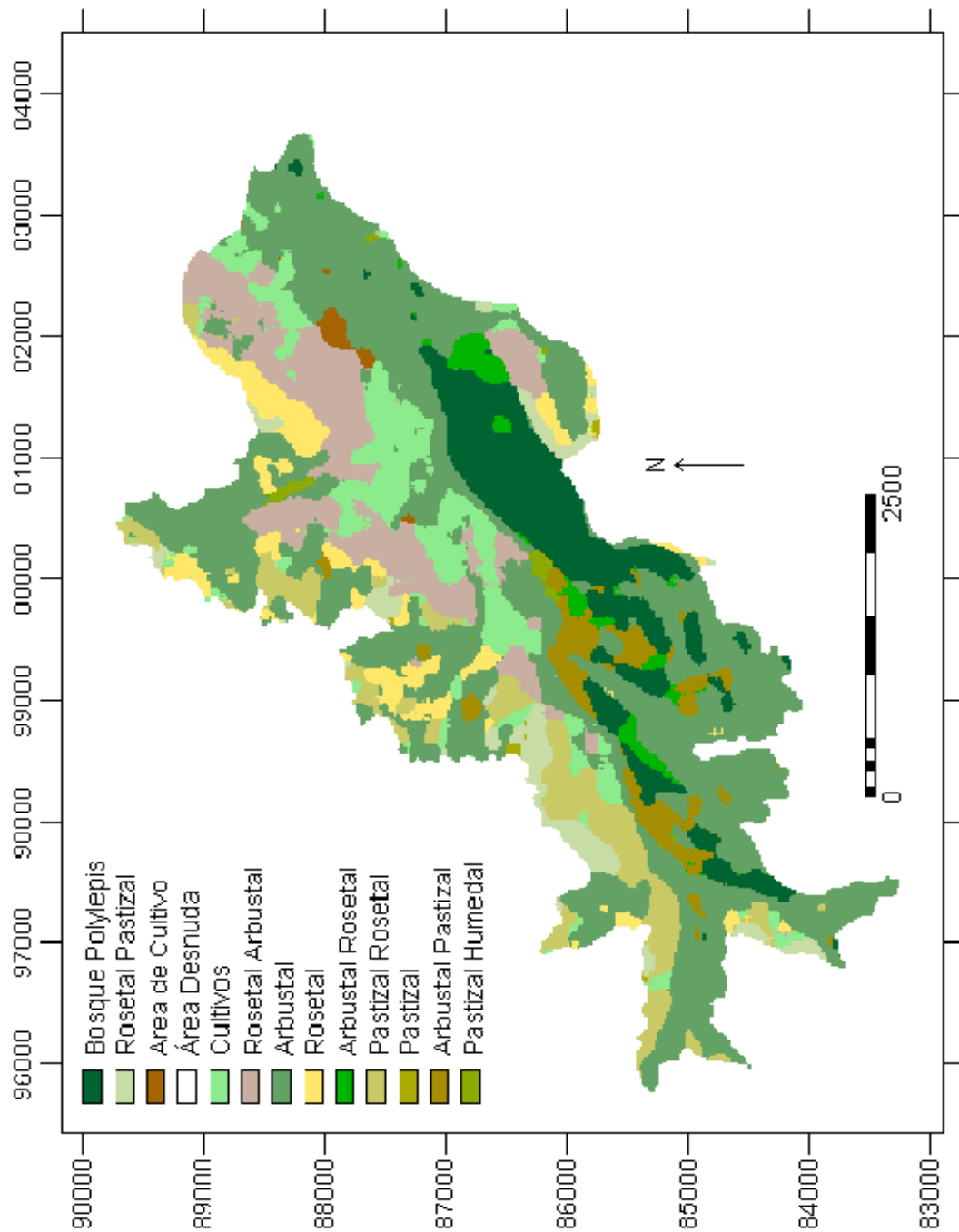


Figura 18. Mapa preliminar de las UP generado a partir de la imagen de satélite para el año 1966, filtrado y estandarizado en ILWIS 3.2.

V.1.4 Áreas de Error

En la Figura 19, se muestran en color negro como se ven los errores en escala 1:25.000, para una parte del mapa. Se debe tener en cuenta que algunas de las UP se superponen entre sí, por lo que no será sólo el error de una UP sino la suma de cambio en cada una de ellas.

Unidades de Paisajes	Error del área Total		
	Año 1966	Año 1998	Año 2008
Arbustal (A)	536,36 ± 1,07	543,26 ± 1,09	540,14 ± 1,08
Arbustal Pastizal (AP)	40,14 ± 0,08	47,59 ± 0,10	56,62 ± 0,11
Arbustal Rosetal (AR)	151,9 ± 0,30	146,6 ± 0,29	147,83 ± 0,30
Área Cultivada (AC)	67,17 ± 0,13	104,63 ± 0,21	174,43 ± 0,35
Bosque Polylepis s. (BPs)	30,77 ± 0,06	28,9 ± 0,06	27,44 ± 0,05
Pastizal Humedal (PH)	35,37 ± 0,07	25,45 ± 0,05	27,55 ± 0,06
Pastizales (P)	14,04 ± 0,03	22,81 ± 0,05	41,05 ± 0,08
Rosetal (R)	165,56 ± 0,33	149,2 ± 0,30	148,99 ± 0,30
Rosetal Arbustal (RA)	655,46 ± 1,31	645,9 ± 1,29	557,73 ± 1,12
Rosetal Pastizal (RP)	86,07 ± 0,17	68,5 ± 0,14	61,06 ± 0,12

Tabla 3. Error calculado para las áreas (ha) de las UP sin cambio en cada uno de los periodos.

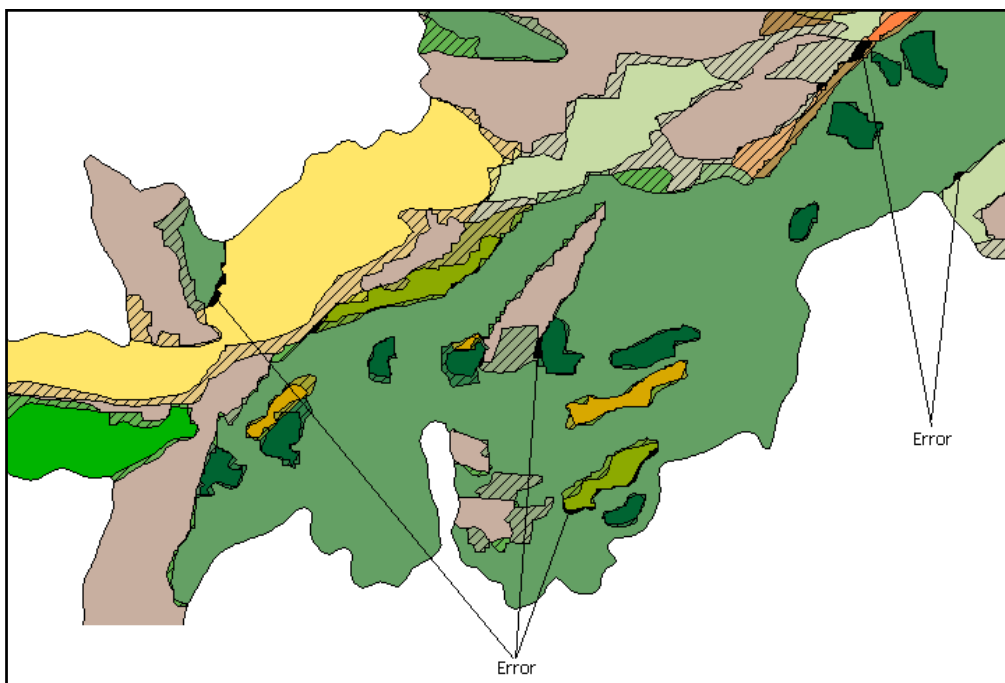


Figura 19. Corte de una parte de la imagen de cambio donde está representado el error en la digitalización del mapa de UP de la micro cuenca Turmero.

V.2 Caracterización de las UP

V.2.1 Unificación y reedición de las Unidades de Paisaje

A partir de la Tabla 2, se realizó la unificación y reedición de las UP, y se construyó la tabla de descripción de las UP que generará la leyenda final que se usará en la interpretación de los mapas, donde:

A) El área desnuda (UP descrita en el mapa preliminar a partir de las fotografías aéreas) quedó descartada debido a que su presencia estaba por encima del límite del área de estudio (4000m de altitud) y en muy pequeños parches.

B) La sombra (UP descrita en el mapa preliminar a partir de las fotografías aéreas) no era una Unidad de paisaje específica sino ubicaba lugares donde la interpretación sobre pantalla daba niveles de reflectancia de cero y quedaba descartado la presencia de cuerpos de agua. En campo se observó que esta clase en su mayor parte pertenecía a la UP descrita como arbustal.

C) La UP descritas como cultivo y área de cultivo se unificaron en una sola UP llamada área cultivada. Por sus características observadas en campo eran las mismas.

D) La UP pastizal rosetal en campo poseía las mismas características que la UP rosetal pastizal por lo que se unificaron esta última.

E) La UP definida preliminarmente como rosetas, pasto y arbustos en campo se observó que la cantidad de rosetas era insignificante con relación al pastizal y a la de arbustos, resumiéndose en la UP arbustal rosetal.

Esta caracterización se basó en gran parte a los datos suministrados por las entrevistas realizadas que para los fines del trabajo la tabla original se resumió y se elaboró una nueva tabla con el nombre del entrevistado, condición de la tierra, el tiempo que ocupa u ocupó el lugar, tipo de vegetación que existía antes del cultivo, el tipo cultivo y el uso principal de sus tierras.

Nombre del entrevistado:			
Años en el Lugar:			
Condición de las tierras:	Propia	A medias	Alquilada
Tipos de cultivos			
Usos Predominantes:		Actividad ganadera: N° de cabezas de ganado:	
Tipos de vegetación anterior a la intervención:			

Tabla 4. Modelo final de las entrevistas semiestructuradas realizadas dentro del área de estudio en la micro cuenca de la quebrada Turmero.

De estas entrevistas se logro conocer que las tierras de está micro cuenca pertenecía a dos hermanos y actualmente desde los 3500m de altitud hasta los 3000m las tierras se encuentra en manos de nietos de uno de los hermanos. Desde los 3500m en adelante las tierras pertenecen a 8 dueños diferentes. El 90% de los entrevistados habitan en la zona y trabajan a medias. Sólo el 10% de los entrevistados son dueños de las tierras y trabajan en ellas. Sus principales cultivos son la papa y hortalizas (Anexo 1), y por ende su uso predominante es el agrícola pero la actividad ganadera siempre ha estado en constante actividad durante años con presencia de ganado y caballos. Al comparar la cantidad de ganado en la zona con la del municipio representa el 1% del último año tomado (2006 con 606cabezas de ganado), por tanto no se hizo énfasis a la cantidad de ganado sino a la UP que está siendo afectada, como el arbustal pastizal y los rosetales pastizales, mientras que el área cultivada ha tomado parte del rosetal arbustal y del rosetal pastizal.

La Tabla 5, muestra la descripción de cada una de las UP por realizada en conjunto con las entrevistas en campo y la observación en el mismo, que conformara la leyenda final, con la que se definirán los mapas.

Unidades Ecológicas del Paisaje	Abreviatura	Descripción
Arbustal	A	Está ubicado en la vertiente sureste del área de estudio por lo que la incidencia solar no es muy favorable durante el año, escasos afluentes de agua, un suelo poco definido y rocoso. Ejemplares de gran y mediano porte.
Arbustal Pastizal	AP	Se encuentra en la terraza de la cuenca entre las zonas de cultivo, también entre los principales afluentes de la quebrada del Turmero, uso la ganadería y pequeños cultivos. Son de gran y mediano porte.
Arbustal Rosetal	AR	Está ubicado en dos partes, una en la parte suroeste y la otra en la parte norte del área de estudio entre un valle y se expande hacia una ladera opuesta a la salida del sol, ambas partes están entre los 3.600 a 4.000m.s.n.m de altitud. Posee también un gran cantidad de afluentes de agua en su entorno y tiene diferentes tipos de porte, tanto el arbustal como el rosetal.
Área Cultivada	AC	Se encuentra a lo largo la terraza de la cuenca en la parte noroeste, cercana a los principales afluentes de la quebrada del Turmero. También en la zonas de pendientes
Bosque <i>Polylepis</i> s. (BPS)	BPs	Los bosques están como parches en su mayor parte, sobre derrubios rocosos, en la parte de sureste del área en cuestión.
Pastizal Humedal	PH	Están ubicados en varios sitios entre los 3.500m – 4.000m de altitud en su mayoría alrededor de lagunas. Y en la parte media del fondo de valle existen varios afluentes de aguas los cuales han formado el pastizal humedal.
Pastizales	P	Ubicados a lo largo de la cuenca, fuera del margen de los Ríos y quebradas, en su mayoría es el efecto susecacionales por parte de cultivos y por el pastoreo de ganado.
Rosetal	R	Las zonas donde están ubicadas estas áreas son exclusivas de la parte noroeste del área de estudio, poseen un suelo poco definido debido a su alta pedregosidad.
Rosetal Arbustal	RA	Ocupa gran parte de la superficie del área de estudio desde los 3000m hasta los 4000m de altitud, se encuentran en pequeños parches en la zona sureste, una gran extensión en la parte noroeste de la cuenca. El arbustal de esta UP es de pequeño porte
Rosetal Pastizal	RP	Está ubicado entre los 3.200m – 3.500m de altitud en su mayoría en la parte media del fondo de valle. Con mucha presencia de ganado.

Tabla 4. Caracterización de las Unidades de Paisajes descritas preliminarmente a partir la verificación en campo.

Al tener caracterizada cada UP se estableció la leyenda final que tendrá cada uno de los mapas que se muestran a continuación para cada año, posteriormente se cruzarán estos mapas para obtener los Mapas Finales de Cambio.

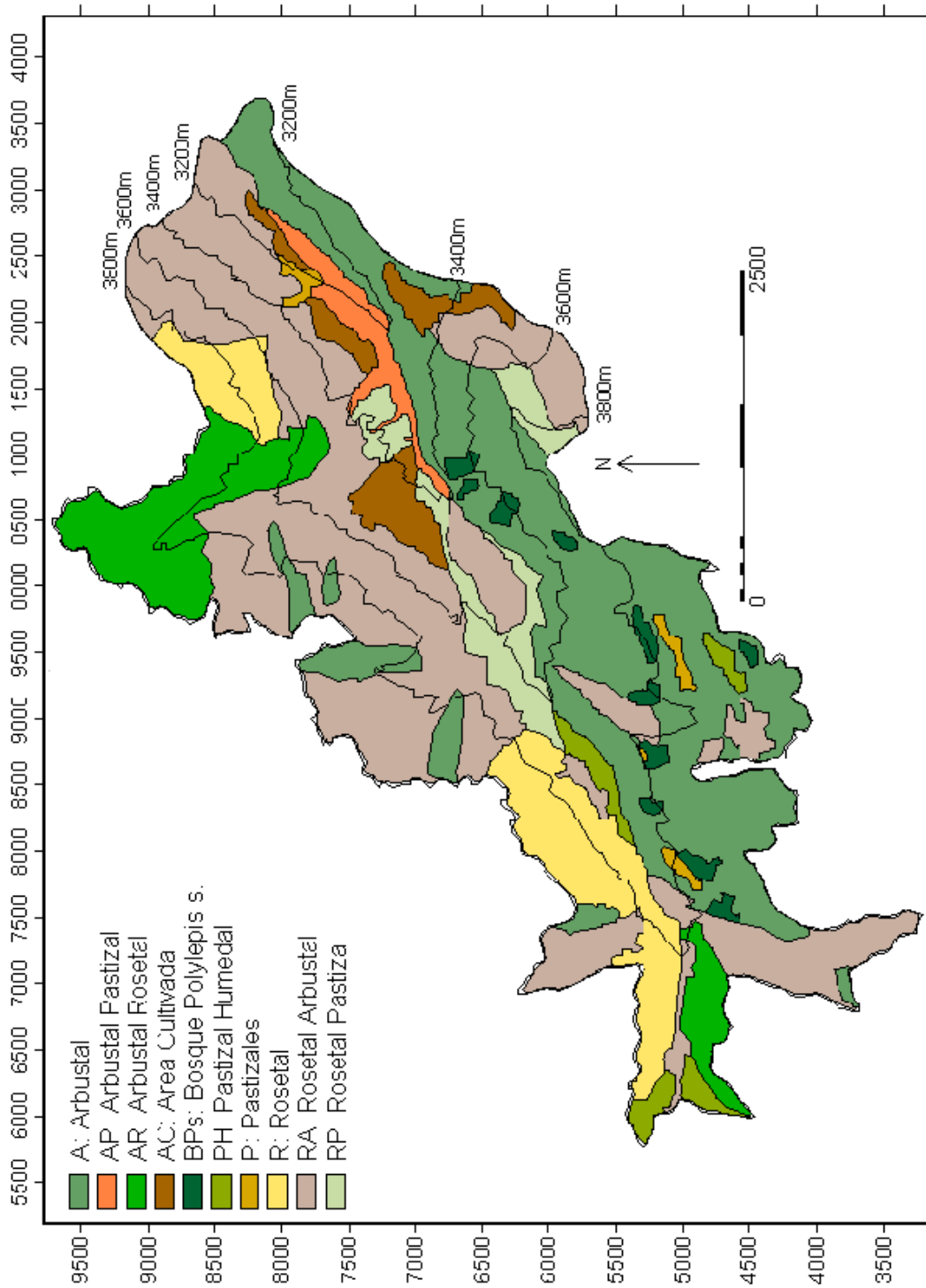


Figura 20. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 1966 y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la micro cuenca del Turmero Estado Mérida.

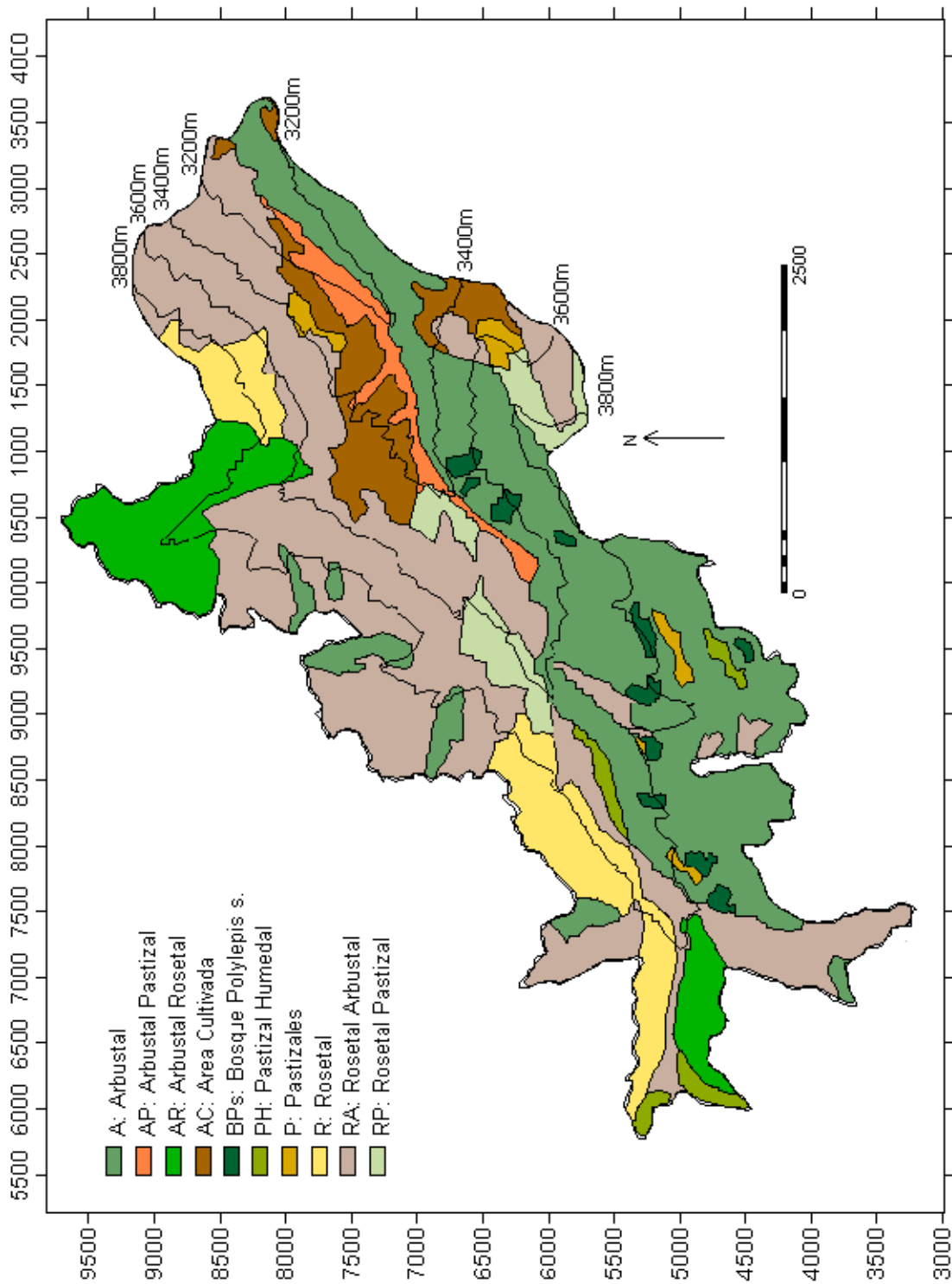


Figura 21. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 1998, y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la micro cuenca del Turmero Estado Mérida.

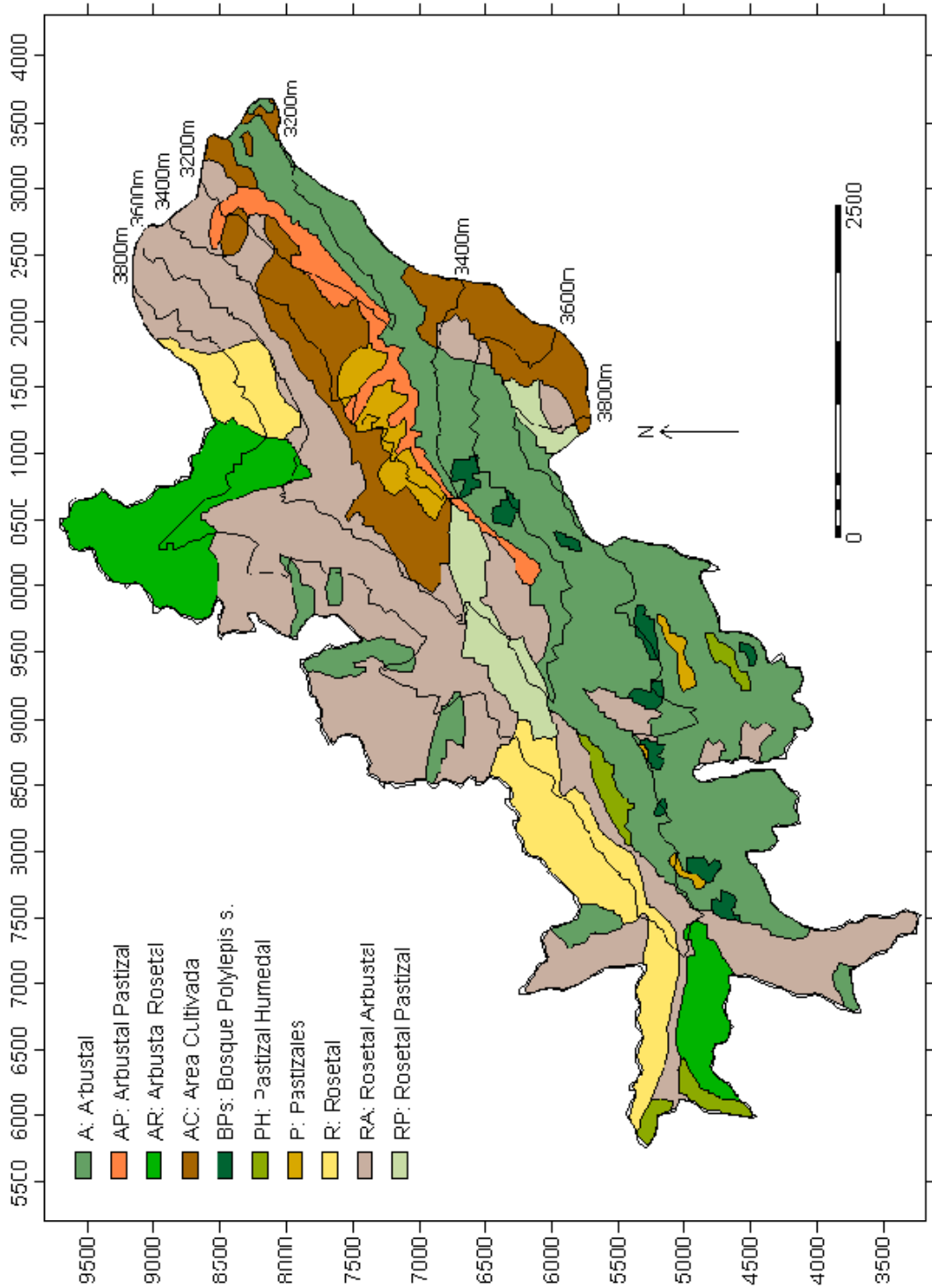


Figura 22. Mapa que representa la distribución de cada una de las UP para el año 2008, y las curvas de nivel cada 200m, en ILWIS 3.3. para la micro cuenca del Turmero Estado Mérida.

V.2.2 Análisis de los Mapas Finales

La Figura 23 se muestra el área total y el porcentaje de las UP en cada periodo, (1966, 1998 y 2007 – 08), en la micro cuenca Turmero.

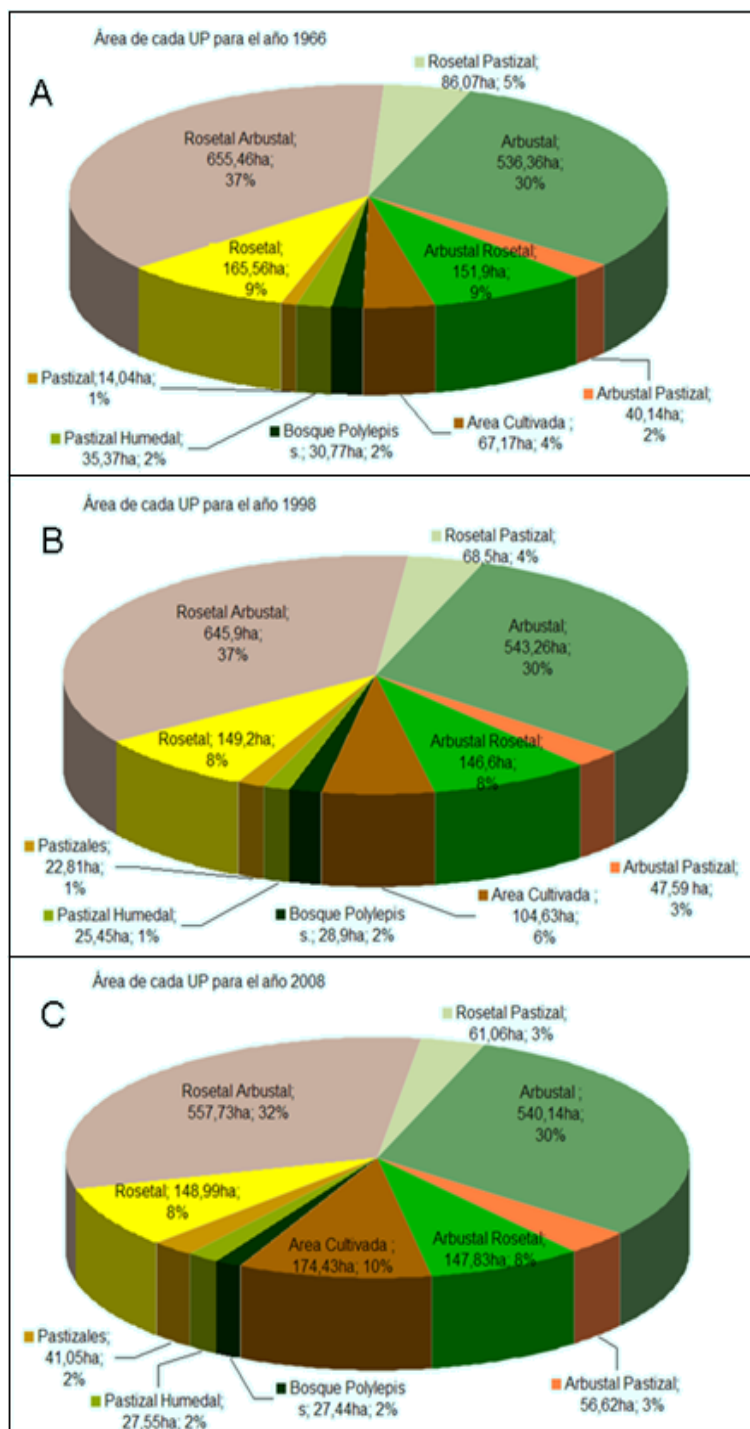


Figura 23. Área total y porcentaje para las unidades de paisaje en la cuenca del Turmero para cada año 1966, 1998 y 2008.

En esta figura (Figura 23) se observa que la UP de **arbustal** en cada uno de los años, no muestra diferencias, manteniéndose en un 30% en promedio. Se puede deber a que la mayor parte del área posee un 83% de pendiente. Como está ubicado en la vertiente sureste del área de estudio la incidencia solar no es muy favorable durante todo el año.

En la unidad **arbustal pastizal** se puede apreciar el incremento en hectáreas, ya en porcentaje sólo se observa un aumento del 1% del año 1966 al 1998 y no se distingue muy bien el crecimiento que ha tenido esta unidad. Para el año 1966 cuenta con 40,14ha, en el año 1998 ya contaba con 49,57ha teniendo un crecimiento de 9,43ha en esos 30 años y terminado en un 56,62ha para el año 2007-08 lo que equivale a un 7,05ha de expansión en solo 10 años. Según los comentarios obtenidos en las entrevistas el ganado en esta zona no se encuentra en parcelas o potreros establecidos, y como dicen los lugareños “andan a la buena de Dios”.

El **arbustal rosetal** tampoco ha tenido un cambio, pero se puede apreciar que tuvo una disminución del 1% en los primeros treinta años lo que equivale a 5,3ha del año 1966 – 98, para luego mantenerse en un 8%.

El **área cultivada** tiene para el año 1966 un 4%, aumentando para el año 1998 en 6%, del año 1998 al 2007 – 08, el uso en la actividad agrícola incrementa 4%, para culminar en un 10%, este incremento del 6% en cuarenta años, indica el crecimiento del área de la agricultura. Se obtuvo también por medio de las entrevistas que el lugar está dedicado en su mayoría a la siembra de papa y en los últimos 10 años existen mejoras en el sistema de riego.

En el caso del **bosque de *Polylepis sericea***, este no presenta un cambio en el porcentaje como tal, pero se aprecia en la cantidad del área que si ha cambiado en cada periodo ya que para el año 1966 contaba con 30,77ha, disminuyendo para el año 1998 a 28,9ha y para el 2008 presento un 27,4ha, esto representa un porcentaje de aproximadamente del 1,33% de pérdida en cada periodo. A manera de comentario en las entrevistas a las personas que tenían más de 25 años en el lugar, utilizan estos árboles como leña ya que dura mucho su brasa y también para cercas provisionales.

El **pastizal humedal** en el años 1966 contaba con el 2% y treinta años más tarde disminuyó en un 1% lo que equivale a 10ha aproximadamente con respecto al área que tenía en el año 66, recuperando en el 2008 2,5ha de lo que perdió.

Los **pastizales** a pesar de mantener el menor porcentaje de cobertura con respecto a las otras unidades en los primeros treinta años con el 1%, va a tener un incremento del 1% en los últimos diez años.

El **rosetal** es también otra unidad que va a tener una disminución del 1% entre el periodo (1966 y 1998), que equivale aproximadamente a 16.36Ha, manteniéndose en un 8% en los diez años siguientes (2007 – 08).

El **rosetal arbustal** es una de las unidades de paisaje que ocupa una mayor parte de la superficie del área de estudio, que según el porcentaje de área ha tenido una disminución del 1% de su área entre el 66 y el 98, y una disminución importante del 5% que equivale a 68.2Ha en los últimos 10 años.

El **rosetal pastizal** representa solo el 5% en el año 1966 y en los treinta años siguientes disminuyó su porcentaje en 1%, ubicándolo para estos últimos años en un 4%. En cuanto a su cantidad en hectáreas se aprecia una disminución consecutiva en los tres períodos, comenzando desde el año 66 con 86,07ha, para disminuir a 68,5ha en el 98 y ya para el 2007 – 08 se ubico en 61,06ha, esta diferencia implica que casi se esté cambiando siete hectáreas aproximadamente cada 7 años.

Partiendo de esta base se les realizo los cruces siguientes: el mapa de 1966 con el del año 1998, luego el del 1998 con el del 2008 y por último se cruzo el mapa de 1996 con el del 2008, con el fin de obtener las tasas de cambio para cada UP, si están siendo desplazada por otra (por ejemplo: de área cultivada a pastizales) y también saber si algunas áreas no han sufrido cambio alguno.

V.3 Mapas y Tablas de Cambio en cada periodo

Las siguientes figuras muestran el cambio ocurrido en cada uno de los cruces entre mapas de las figuras anteriores (Figuras, 20,21, y 22), donde las unidades de cambio están representadas en rayas diagonales, las unidades que no presentan cambios continúan en sus colores originales.

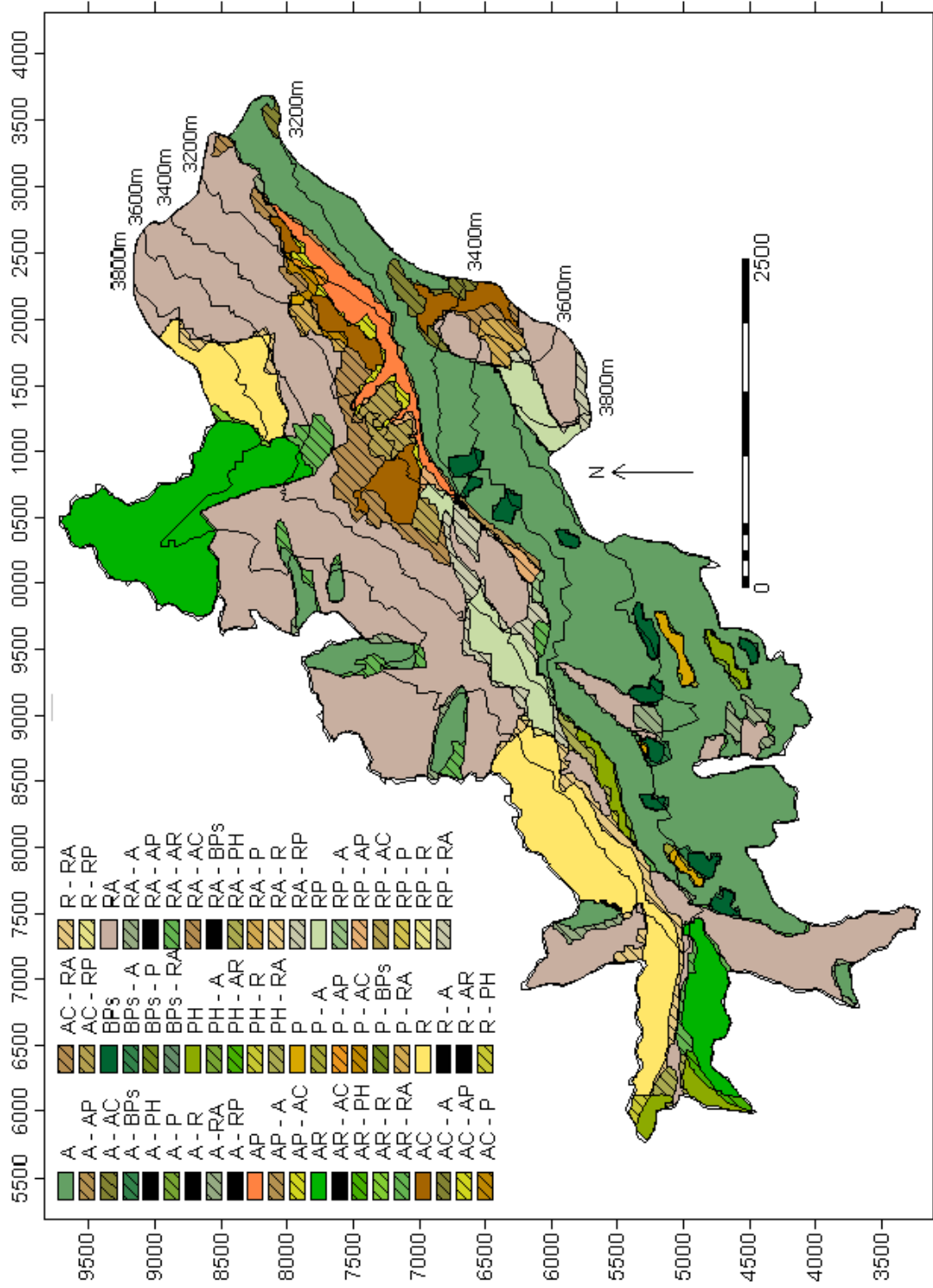


Figura 24. Mapa de cambio de las Unidades de Paisaje entre los años 1966 y 1998, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, las UP con cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida.

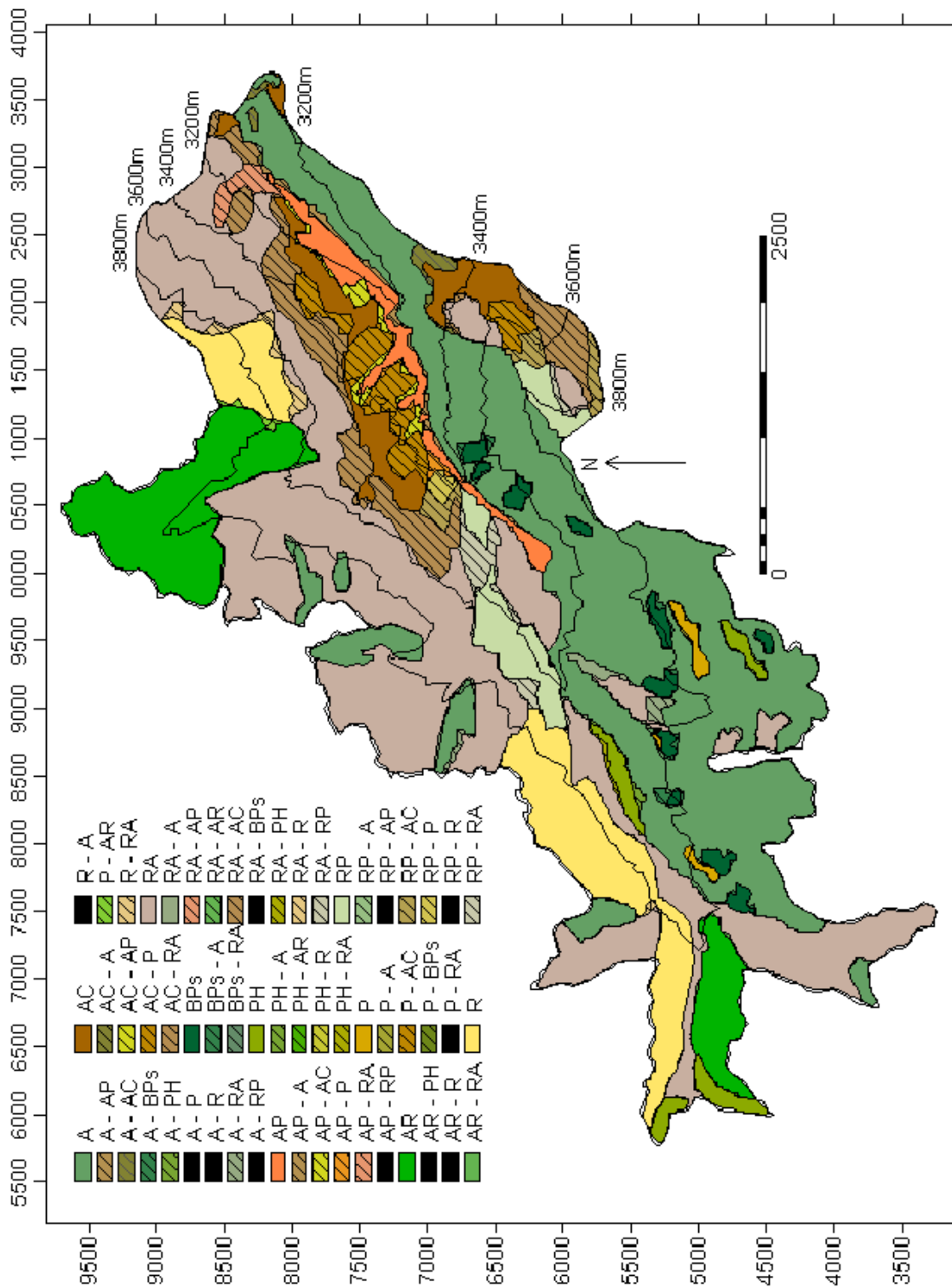


Figura 25. Mapa de cambio de las Unidades de Paisaje entre los años 1998 y 2008, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, las UP con cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida.

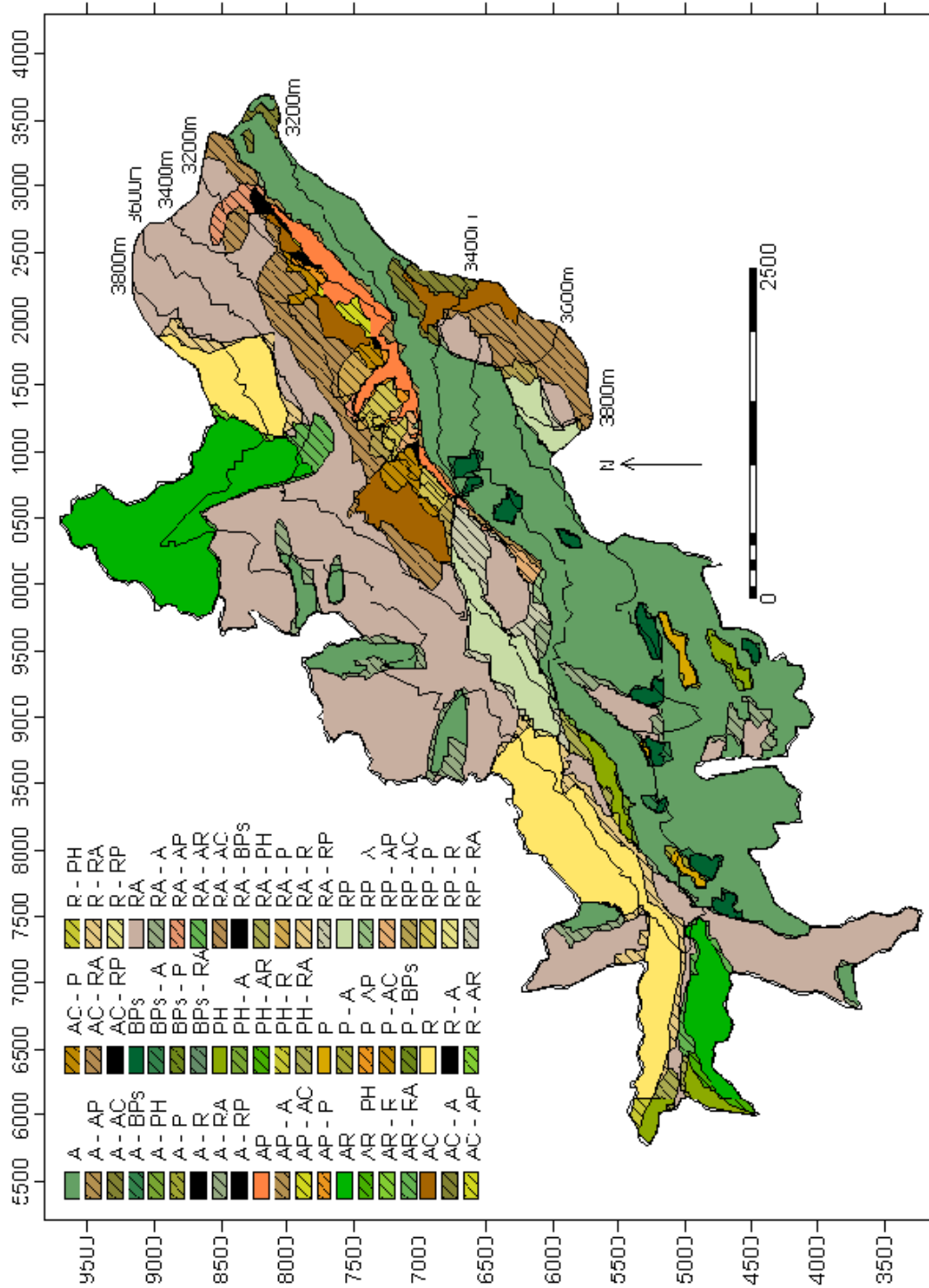


Figura 26. Mapa de cambio de las Unidades de Paisaje entre los años 1966 y 2008, en la micro cuenca de la quebrada Turmero, las UP con cambios están representados en líneas diagonales, y la leyenda muestra del lado derecho la unidad que permanece y del lado izquierdo la UP a la que cambió la unidad de paisaje definida.

		Año 1998									
UP		Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales
Año 1966	Arbustal	501,39		7,59	2,25	0,73	0,51	17,3	0,29	5,2	1,1
	Arbustal Rosetal		138,97	0,05		1,45	1,9	9,53			
	Área Cultivada	5,8		40,44				12,83	5,01	2,01	1,08
	Bosque Polylepis s.	3,99			26,13			0,44			0,21
	Pastizal Humedal	2,97	1,71			21,47	1,85	7,37			
	Rosetal	0,15	0,02			0,44	142,11	22,35	0,49		
	Rosetal Arbustal	21,6	5,9	33,44	0,4	1,36	2,53	561,1	15,69	0,81	12,63
	Rosetal Pastizal	3,19		14			0,3	14,88	47,02	6,55	0,13
	Arbustal Pastizal	2,46		6,17						31,51	
	Pastizales	1,71		2,94	0,12			0,1		1,51	7,66

	Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales
ATup (ha)	536,36	151,9	67,17	30,77	35,37	165,56	655,46	86,07	40,14	14,04
ATc(ha)	35,0	12,9	26,7	4,6	13,9	23,5	94,4	39,1	8,6	6,4
TC(ha/año)	1,1	0,4	0,8	0,1	0,4	0,7	2,9	1,2	0,3	0,2

Tabla 6. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1966 y 1998, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).

		Año 2007-2008									
UP	Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales	
	Año 1998	Arbustal	522,93		6,34	2,58	1,67	0,07	6,26	0,3	2,69
	Arbustal Rosetal		145,01			0,03	0,07	1,49			
	Área Cultivada	1,1		59,66				9,17		7,25	27,45
	Bosque Polylepis s.	4,11			24,6			0,19			
	Pastizal Humedal	0,56	0,18			24,32	0,22	0,17			
	Rosetal	0,13	1,33				143,75	3,99			
	Rosetal Arbustal	6,18	1,31	76,73	0,16	1,53	4,8	533,2	13,47	8,52	
	Rosetal Pastizal	0,16		14,45			0,08	3,16	47,27	0,04	3,34
	Arbustal Pastizal	4,17		2,68				0,09	0,02	38,12	2,51
	Pastizales	0,8		14,57	0,1			0,01			7,33

	Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales
ATup (ha)	543,26	146,6	104,63	28,9	25,45	149,2	645,9	68,5	47,59	22,81
ATc(ha)	20,3	1,6	45,0	4,3	1,1	5,5	112,7	21,2	9,5	15,5
TC(ha/año)	2,0	0,2	4,5	0,4	0,1	0,5	11,3	2,1	0,9	1,5

Tabla 7. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1998 y 2008, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).

		Año 2007 – 2008									
UP		Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales
Año 1966	Arbustal	493.96		12.08	2.89	1.57	0.45	18.9	0.29	5.13	1.09
	Arbustal Rosetal		138.98			1.39	1.22	10.31			
	Área Cultivada	5.36		45.35				0.63	0.06	4.42	11.35
	Bosque Polylepis s.	6.21			24.05			0.39			0.12
	Pastizal Humedal	2.76	1.81			22.11	2.07	6.62			
	Rosetal	0.16	0.53			0.51	140.06	23.82	0.48		
	Rosetal Arbustal	22.45	6.51	100.7	0.32	1.97	4.77	487.95	15.55	8.66	6.58
	Rosetal Pastizal	3.24		8.66			0.42	9.11	44.68	6.58	13.38
	Arbustal Pastizal	3.97		4.22						29.96	1.99
	Pastizales	2.03		3.42	0.18					1.87	6.54

	Arbustal	Arbustal Rosetal	Área Cultivada	Bosque Polylepis s.	Pastizal Humedal	Rosetal	Rosetal Arbustal	Rosetal Pastizal	Arbustal Pastizal	Pastizales
ATup (ha)	536.36	151.9	67.17	30.77	35.37	165.56	655.46	86.07	40.14	14.04
ATc(ha)	42.4	12.9	21.8	6.7	13.3	25.5	167.5	41.4	10.2	7.5
TC(ha/año)	1,0	0,3	0,5	0,2	0,3	0,6	4,0	1,0	0,2	0,2

Tabla 8. Matriz de cambio en Hectáreas para cada una de las UP generado por los cruces entre los mapas 1966 y 2008, para la microcuenca Turmero, Estado Mérida, donde está representado el área total del paisaje al inicio del periodo (ATup), el área total de cambio (ATc) y su tasa de cambio (Tc).

V.3.1 Análisis de resultados de las Áreas de cambio

Una vez obtenido los mapas de cambio se procedió a calcular las tasas de cambio. Para ellos se llevo la matriz de porcentajes a hectáreas para cada UP en cada uno de los periodos manteniendo el 0,2 % como error (Metodología). En las Tablas 6, 7 y 8 está representada el área al inicio de cada periodo (ATup), el área total de cambio (ATc), y su respectiva tasa (Tc) para cada una de las UP en cada periodo.

Analizando los resultados tenemos que el **arbustal** para el primer periodo (1966 – 1998) cuenta con un cambio de 34,97ha, a una tasa de 1,1ha/año. De esta área el rosetal arbustal ocupa la mayor parte del cambio (17,3ha), seguido del área cultivada (7,59ha) y del arbustal pastizal (5,2ha). Para el segundo periodo (1998 – 2008) el cambio fue de 20,33ha, y según su tasa (2,0ha/año) el incremento fue del doble comparado con el periodo anterior representa, en este periodo se van a mantener los mismos cambios: a área cultivada (6,34ha), en rosetal arbustal (6,26ha) y en arbustal pastizal (2,69ha). Ahora comparando los últimos cuarenta años (1966 – 2008) la tasa de cambio va a tener 1,0ha/año, donde se sigue manteniendo el cambio a rosetal arbustal (18,9ha), al área cultivada (12,08ha) y al arbustal pastizal (5,13ha). Por medio de las entrevistas realizadas, se supo que estos cambios son consecuencia de intervenciones agrícolas y de pastoreo.

El **arbustal pastizal** para el primer periodo (1966 – 1998) cuenta con un cambio de 8,63ha, a una tasa de 0,3ha/año, donde el cambio hacia área cultivada (6,17ha), fue la mayor transformación que tuvo esta UP, las 2,46ha restantes pasaron a ser un arbustal. En el periodo siguiente (1998 – 2008) cuenta con un incremento de tres veces más en solo diez años a una tasa de 0,95ha/año, el área de cambio (9,47ha) donde el arbustal (4,17ha) es el mayor de sus cambios, área cultivada (2,68ha) y en pastizales (2,51ha). Para el último periodo (1966 – 2008) el área de vegetación del arbustal pastizal es de 10,8ha, por lo que en cuarenta años se estima una tasa de 0,24ha/año. Las unidades a las cuales

cambio esta unidad sigue siendo las mismas: área cultivada (4,22ha), pastizales (1,99ha), y 3,97ha pertenece a él arbustal, indicando su posible regeneración en este lugar por medio de un descanso prolongado después de una intervención.

El arbustal rosetal tiene un cambio de 12,93ha lo que representa una tasa de 0,4Ha/año, en el periodo de 1966 – 1998, de este cambio el área que ocupa más del 50% de esta área es el rosetal arbustal (9,53ha), seguido del rosetal (1,9ha) y de un pastizal humedal (1,45ha). En el segundo periodo (1998 - 2008), el cambio solo fue de 1,59ha ocupándolo en su mayoría el rosetal arbustal (1,49ha), las otras dos unidades a las cuales se fragmentó están dentro del error. En los últimos cuarenta años (1966 – 2008) su tasa de cambio es de 0,32ha/año, manteniendo el área de cambio (12,9ha) y las áreas a las que se fragmentó iguales que en el primer periodo (rosetal arbustal con 10,31ha, el 1,39ha el pastizal humedal y 1,22ha el rosetal).

El área cultivada cuenta con un área total de 67,17ha de las cuales 26,73ha cambiaron entre el año 1966 y 1998, con una tasa del 0,8ha/año, y su principal cambio es hacia el rosetal arbustal con 12,83ha, seguido del arbustal (5,8ha), el rosetal pastizal (2,0ha) y de un pequeño pastizal (1,0ha). En el segundo periodo (1998 – 2008) el área que ocupa dicha UP es de 104ha, encontrándose una tasa de cambio de 4,5ha/año lo que equivale a 45ha en solo diez años. En estos últimos diez años el cambio se debe principalmente al incremento de pastizales con 27,45ha, seguido de 9,17ha del rosetal arbustal, y un 7,25ha para el arbustal pastizal. Tomando en cuenta los últimos cuarenta años (1966 – 2008) la tasa de cambio es de 0,5ha ha/año con un área de cambio de 21,82ha y la área de cambios se sigue manteniendo como en el primer periodo, donde su cambio más importante ha sido hacia un pastizal (11,35ha), seguido de: arbustal (5,36ha), arbustal pastizal (4,42ha) y rosetal arbustal (0,63ha). Estos resultados muestran el uso de las tierras se está manejando por medio de descansos entre cultivos y observándose cambios sucesionales en distintas etapas después de el proceso de intervención.

El bosque *Polylepis sericea* cuenta con un área de cambio de 4,6ha en el primer periodo (1966 – 1998) a una tasa de 0,1ha/año. De esta área de cambio sólo 4,0ha corresponde al arbustal, siendo este su cambio más importante. En el segundo periodo (1998 – 2008) el área de cambio es de 4,3ha un poco menor que en el período anterior pero su tasa de cambio aumento a 0,4ha/año, el arbustal sigue siendo la UP en la mayor cantidad de área (4,11ha) a la que cambia el bosque. En cuarenta años (último periodo), se tiene un cambio de 6,7ha a una tasa de 0,2ha/año, manteniéndose como su área principal de cambio el arbustal con 6,21ha. Estos resultados y junto con los obtenidos en las entrevistas parecer este bosque cuando se deja un tiempo de pues de una intervención (talado) la tendencia es recuperar su área en arbustos.

El pastizal humedal se tiene para el periodo 1966 - 1998 un cambio de 13,9ha, indicando que su tasa es de 0,4ha/año, las áreas principales de este cambio son a: rosetal arbustal (7,37ha), arbustal (2,97ha), Rosetal (1,85ha) y por último a un arbustal rosetal (1,71ha). En el segundo periodo (1998 – 2008), su cambio fue mucho menor que el anterior (1,1ha) a una tasa de cambio de 0,1ha/año; las áreas de cambio siguen siendo las mismas que en el periodo anterior. Al tomar en cuenta el último periodo (1966 – 2008), su tasa de cambio es la misma que en el primer período (0,4ha/año) y el área de cambio es de 13,3ha, de este cambio la UP que va a ocupar más de la mitad de este cambio es el rosetal arbustal (6,62ha), las otras UP a las cuales cambió son arbustal (2,76ha), a arbustal rosetal (1,18ha), y a rosetal (2,07ha). En las observaciones hechas en campo la parte media tiene varios afluentes de aguas las cuales han formado un pastizal humedal (entre los 3.500m – 3.700m de altitud), lugar llamado por los habitantes como “Los Pantanitos”, el cual es utilizado por ellos para el pastoreo de animales, siendo un indicador del posible cambio ya que el pastoreo es uno de los mayores modificadores del paisaje en el páramo (Molinillo, 2003).

Los pastizales tienen 6,4ha de cambio, a una tasa de 0,2ha/año, donde el área cultivada va ser el área de cambio más importante con casi 3,0ha, aproximadamente para este cambio, luego tenemos al arbustal (1,71ha) y al

arbustal pastizal (1,51ha), en el primer periodo (1966 – 1998). Para los años 1998 – 2008 (segundo periodo), aumenta el área de cambio (15,5ha) a una tasa del 1,5ha/año. Su cambio principal sigue siendo el área cultivada (14,57ha). Ahora el cambio en los últimos cuarenta años (1966 – 2008, último periodo), va ser de 7,5ha, donde solo el área cultivada representa casi el 50% (3,42ha) del área de cambio, seguido del arbustal (2,03ha) y de un arbustal pastizal (1,87ha). Junto con las entrevistas y observaciones en campo esta UP es producida en su mayoría por un efecto antrópico ligado al de los cultivos y al pastoreo comprobando que todavía se deja un cierto tiempo de descanso entre cultivos y dándonos una idea de cómo es su regeneración.

Los rosetales tiene 23,5ha de cambio, lo que equivale aproximadamente a una tasa de 0,7ha/año, en el primero periodo (1966 - 1998), y casi todo esta área de cambio es hacia un rosetal arbustal (22,35ha), las otras UP en las que cambió son: rosetal pastizal (0,49ha), a pastizal humedal (0,44ha) y a arbustal (0,15ha). En el segundo periodo (1998 – 2008) cuenta con un cambio del 5,5ha a una tasa de 0,55ha/año. Su mayor cambio sigue siendo al rosetal arbustal (4,0ha). De la mismo forma ocurre para los años 1966 – 2008 (último periodo), pero con un área de cambio de 25,5ha, a una tasa de 0,6ha/año y el rosetal arbustal (23,82ha) su principal cambio, las otras UP de este cambio van a ser las mismas que en el primer período. Al parecer estos resultados muestran una colonización en el rosetal por parte de arbustal y que sigue un proceso de regeneración después de intervenciones o son efectos del pastoreo.

El rosetal arbustal en el primer periodo (1966 – 1998), va a tener un cambio de 94,4ha, a una tasa de 2,9ha/año, este cambio va a estar fragmentado en: área cultivada (33,44ha), arbustal (21,6ha), rosetal pastizal (15,69ha), pastizales (12,63ha), arbustal rosetal (5,9ha), rosetal (2,53ha), pastizal humedal (1,36ha), y a arbustal pastizal (0,81ha). En el segundo periodo (1998 – 2008), va a contar con un cambio de 112,7ha, donde la su mayor área de cambio va a ser hacia el área cultivada (76,73ha), seguido del rosetal pastizal (13,47ha), como cambios principales. En el último periodo (1966 – 2008), se tiene un cambio es de

167,5ha, a una tasa de 4,0ha/año. De esta área de cambio se obtuvo las mismas áreas de fragmentación que en el primer periodo: donde el área cultivada es su cambio principal con 100,7ha, seguido de las mismas UP que en el primer periodo. Esta UP es la que ha sufrido el mayor proceso de cambio debido a la transformación de su área en casi todas las demás UP y al parecer sirve para inferir como el intermedio entre cambios sucesionales de casi todas las unidades.

El rosetal pastizal posee un cambio de 39,1ha a una tasa de 1,2ha/año aproximadamente en el primer periodo (1966 – 1998), donde sus mayores áreas de cambio están dirigidas hacia el rosetal arbustal (14,8ha), y al área cultivada (14ha). En el segundo periodo (1998 – 2008), el cambio es de 21,2ha, siendo su tasa de 2,1ha/año en este periodo las mayores áreas de cambio van hacia el área cultivada (14,45ha), la otra parte del área se va a dividir en el pastizal (3,34ha) y en el rosetal arbustal (3,16ha). En el último periodo (1966 – 2008), se tiene un cambio de 41,4ha a una tasa de 1,0ha/año aproximadamente y en cuarenta años sus mayores cambios están dirigidos hacia los pastizales (13,8ha), rosetal arbustal (9,11ha), área cultivada (8,66ha), arbustal pastizal (6,58ha), arbustal (3,24ha) y a rosetal (0,42ha). En campo se observó que esta unidad no es del todo natural ya es utilizado para cultivos y en su mayor parte para el pastoreo de animales, y de las entrevistas nos dicen que por muchos años esta UP ha tenido un constante balance entre la parte natural y la intervenida.

VI. Discusión

Las actividades agropecuarias se han mantenido por mucho tiempo en esta zona y según sus habitantes, siempre está en constante cambio. Jaimes (2000), comenta que en Colombia las comunidades de especies donde ocurre una intervención antrópica necesitan periodos largos de descanso para iniciar su establecimiento, llevando consigo una serie de beneficios para la estabilidad del ecosistema, como en este caso particular la recuperación de la fertilidad del suelo por efecto del arado y pastoreo.

Las unidades donde están presentes los pastizales, el arbustal pastizal, rosetal pastizal y el pastizal humedal, están siendo aprovechadas por las personas que habitan a lo largo de la cuenca para el uso de la ganadería. En los resultados se muestra una expansión de 7,05ha en sólo 10 años. Este incremento de la ganadería en la zona en los últimos diez años (1998 - 2008) ha traído como consecuencia el daño de algunos cultivos por parte del ganado; por ende, las personas se han visto en la necesidad de crear parcelas, talando arbustos de sus alrededores para construir las cercas. Actualmente el ganado se ha ido ubicando en estas parcelas que generalmente están cercanas a los cultivos, orillas de quebradas y afluentes que se encuentran dentro y fuera del área de estudio.

Para el **arbustal**, y para el **arbustal pastizal** el cambio ha sido por efecto antrópico ya que este es talado para un área de cultivo y/o para el pastoreo del ganado respectivamente por un periodo prologando (años o décadas), luego dejado en descanso o en abandono regenerándose así en un rosetal arbustal y en arbustal pastizal como lo muestra los mapas de cambio. El arbustal a pesar de tener una tasa de 1,1ha/año, se ha mantenido por encima de un 90% (Anexo 4), puede deberse a la escasa incidencia solar y a sus pocos afluentes de agua un suelo poco definido y rocoso, los cuales son necesarios para usos agropecuarios. Caso contrario al arbustal pastizal ubicado cercano a la quebrada el Turmero cuenta con una tasa en cuarenta años de 0,3ha/año pero con un cambio del 25% de su área total de cambio (Anexo 4).

El **arbustal rosetal** que se encuentra en la parte media de la micro cuenca y cercano a las zonas de cultivo es el que está siendo afectado o por el aumento en la proporción de rosetas o por periodo largo de descanso después de una intervención como se muestra en las figuras 25 y 27, ya que ahora esa parte es un rosetal arbustal. Los resultados muestran que va a tener una tasa de cambio de 0,3ha/año y en términos de porcentaje indica que esta unidad se ha mantenido en un 75% aproximadamente en su forma original en los últimos cuarenta años.

Una de las posibles causas del avance del **área cultivada** hacia zonas naturales son las mejoras en el sistema de riego (1997 – 1998 y 2001 – 02), facilitando así la permanencia de cultivos durante todo el año (Monasterio, 1980). Otra de las causas es la mayor incidencia solar que reciben los cultivos en las zona de la terraza de la micro cuenca, pero su avance hacia pisos altitudinales se ha limitado a consecuencia de las heladas a pesar del importe de semillas resistentes a ellas (para la papa). Los resultados muestran que ésta unidad de paisaje va a tener cambios susecionales en distintas etapas después de un proceso de intervención, como por ejemplo su mayor porcentaje de cambio está dirigido hacia el pastizal estimándose que sea su primera etapa susecional, y al comparar con las superficie de hectáreas de los pastizales nos da una idea de la cantidad de hectáreas que está en descanso.

En el caso del **bosque de *Polylepis seríceea***, se puede observar en los mapas finales, y comparando con la bibliografía que la distribución de este bosque es el resultado de las glaciaciones, quedando luego dispersos en el páramo (Van Der Hammen, 1979). Esta unidad se ha mantenido por encima del 80% en su forma original y en el general (los últimos cuarenta años) por encima del 75% ya que su tasa de cambio en un de 1 a 2ha/año. Este árbol es utilizado como leña ya que dura mucho su brasa y también es utilizado para cercas provisionales. Los resultados muestran que el mayor cambio está dirigido hacia el arbustal y una de las posibles explicaciones de esta regeneración puede ser tomada como error en la digitalización ya que estos bosques están inmersos dentro de un arbustal extenso, en campo se ve que se solapan con el arbustal, pero su densidad es

apreciable. Otra explicación posible es la regeneración después de una intervención.

Al analizar los resultados de **pastizal humedal** se debe tomar en cuenta la altitud a la que se encuentran (3800 – 4300m.s.n.m), ya que según los habitantes de mayor tiempo de permanencia en la micro cuenca no dicen que los lugares donde existía agua en forma de laguna o de humedales ha disminuido sus niveles de agua en el primer periodo (en 30 años). El resto de las UP a las cuales cambió dicha UP puede estar relacionado a el incremento de la ganadería en la zona, el cual es un factor de modificación del paisaje en zonas de páramo (Molinillo, 2003). La permanencia de ganado durante la época de sequía, puede que haya contribuido a la disminución de los niveles de agua en los primeros años del estudio (1966). Con respecto a su tasa de cambio (0,4ha/año), va a permanecer por encima de un 60% desde el año 1966 al 2008, y su mayor cambio está dirigido a un rosetal arbustal.

Como en su mayoría los **pastizales** son efectos susecionales por parte de cultivos y por el pastoreo de ganado, indicando que en ésta micro cuenca todavía se deja un cierto tiempo de descanso entre cultivos propiciando así su regeneración. La mayor tasa de cambio registrada es en los últimos 10años (0,5ha/año), corresponde al año donde se observa la mayor extensión en hectáreas de cambio que tuvo el área cultivada.

El poco cambio en el **rosetal** puede deberse a que las zonas donde están ubicadas estas áreas poseen un suelo muy pobre debido a su alta pedregosidad. Esto no impide que no se esté fragmentando ya que los resultados obtenidos están siendo colonizados por arbustos de mediano porte, cambiando en un periodo prolongado la proporción y por ende transformarse a un rosetal arbustal. Al obtener el rosetal arbustal más de un 90% como primer cambio de esta UP (23ha de 25ha de cambio), puede suponerse dos cosas un efecto de regeneración después de una intervención o simplemente a la colonización de arbustos en esta zona debido al avance de la ganadería o un proceso susecional. Esta UP en los tres periodos se va a mantener por encima del 80% de permanencia (Anexo 4).

La disminución del **rosetal arbustal** puede deberse a que está cercana a la ruta de acceso a la cuenca, lo que implica que los agricultores ha aprovechado parte de su extensión para cultivos. En la figura 1 se muestra un incremento en la superficie cultivada en estos últimos años y se ve reflejado en estos resultados ya que de 168ha de cambio, 100ha está dirigido hacia el área cultivada con la mayor tasa de cambio en cuarenta años de 4ha/año, de esas 2,4ha/año va a hacer la contribución del área cultivada. Esto indica que el avance de la agricultura en esta zona está afectando su paisaje natural.

En el rosetal pastizal existe una marcada intervención antrópica generado por sus cambios hacia pastizales (13,8ha), área cultivada (8,66ha), arbustal pastizal (6,5ha), y el rosetal arbustal (9,11ha), como se dijo anteriormente esta unidad no es del todo natural y como se encuentra en la zona del valle de la cuenca el efecto del arado y del pastoreo se ha hecho más constante.

Según los resultados obtenidos por las entrevistas la micro cuenca ha estado en constata actividad agropecuaria desde mucho años previos al estudio, por tanto las unidades de paisaje que están ubicadas en las áreas de terrazas, los cercanos a afluentes de agua y por donde pasa la quebrada Turmero, no son del todo naturales como el arbustal pastizal, rosetal pastizal, sino que han sido modificadas por estas actividades agropecuarias siendo las causas de pérdida de las unidades naturales del paisaje.

El aumento en estas actividades ha traído como consecuencia el crecimiento poblacional en la zona y reflejado para el Municipio (Fig. 3). Al enfocar este crecimiento en nuestra área de estudio se observó que la unidad que está siendo afectada por el área cultivada es el rosetal arbustal y ocupa más del 50% (100,7ha) de su cambio. Otra de las unidades que ha incrementado su área a partir áreas naturales es la del arbustal pastizal ya que es usada para el desarrollo de la ganadería, favorecida por estar localizada sobre los márgenes de la quebrada, implicando así la pérdida de la unidad natural del paisaje.

Conclusión

A partir de la interpretación sobre pantalla de las fotografías y de la imagen satelital se lograron determinar con el uso de herramientas del SIG, diez unidades de paisaje para la micro cuenca de la quebrada Turmero.

Los resultados obtenidos contesta la hipótesis plateada, por tanto, existe un cambio en el paisaje para la micro cuenca Turmero debido a la intervención agrícola, y esta a su vez se está expandiendo hacia lugares de vegetación natural, causando su pérdida.

Cada una de las unidades de paisaje obtuvo un cambio, donde las áreas de terrazas y las adyacentes a la quebrada Turmero, son las más afectadas, siendo esta una de las causas de pérdida de la unidad natural del paisaje

Las UP menos afectadas (arbustal, arbustal rosetal, bosque de *Polylepis* s. y el rosetal) debido lugar donde están ubicadas la incidencia solar en muy poco favorable y también se encuentran sobre pendientes bastante pronunciadas en las cuales su accesibilidad impide el avance y el desarrollo de la agricultura.

La unidad rosetal arbustal es la UP que está siendo más intervenida. En 30 años aumento 18ha y en solo 10 años aumento 55ha, donde el área cultivada ocupa más del 50% de este cambio (100,7ha), teniendo la mayor tasa de cambio (4,2ha/año). Y la menor tasa de cambio pertenece al bosque de *P. sericea* (0,2ha/año), y su cambio principal está dirigido hacia una UP natural como el arbustal.

Sugerencias

Promover variedades de cultivo que requieran de un menor impacto sobre estas zonas protectoras de cuencas.

Contabilizar por medio de entrevistas el tiempo de regeneración de las áreas de cambio de cada UP, después de una intervención antrópica.

X. Bibliografía

- Aronoff, S. 1993. Geographic information System: A management perspective. WDL Publications Canada.
- Ataroff, M. y Rada, F. 2000. Deforestation Impact on Water Dynamics in a Venezuela Andean Cloud Forest. *Ambio*. 29: 440-444.
- Briceño, B. y Morillo, G. 2002. Catálogo Abreviado de las plantas con flores de los páramos de Venezuela. Parte I. Dicotiledóneas (Magnoliopsida). *Acta Botánica Venezolana*. 25 (1): 1-46.
- Briceño, J. 1997. Zonas de Vida durante la Glaciación Mérida. TEG. Universidad de los Andes. Facultad de Ciencias Ambientales y Forestales. Escuela de Geografía. Mérida-Venezuela.
- Chacón-Moreno, E. 2007. Ecological and spatial modeling: Mapping ecosystems, landscape changes, and plant species distribution in Llanos del Orinoco, Venezuela. PhD Thesis. Wwgingen University, The Netherlands.
- Chuvieco, E. y Sancho, J. 1986. Tratamiento visual y digital de las imágenes espaciales: Aplicaciones docentes. *Didáctica Geográfica*, Vol. 14. Madrid, España.
- Cuatrecasas, J. 1968. Paramo vegetation and its life forms. *En*: Troll, C. (ed.). *Geocology of the mountains regions of the tropical Americas*. Pp. 163-186. Proceedings of the UNESCO Mexico Symposium.
- Delgado, M. 1969, Aspectos Geográficos del Uso de la Tierra en los Andes Venezolanos. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias Forestales, Escuela de Geografía. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Forman, R.T.T y Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons: New York, USA.
- Graf. Meier, K. 1995. Áreas morrénicas en el Parque Nacional Sierra Nevada. Informe de trabajo dirigido a Inparques-Mérida. Instituto de Geografía, Universidad de Zurich-Suiza. 6p. Informe Inédito.

- Hernández, L. 2006. Distribución de seis especies de plantas bajo escenarios de cambio climático, por temperatura, en un páramo de Mérida. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Hofstede, R. 2003. Los páramos en el mundo, su diversidad y sus habitantes. En: Hofstede, R., Segarra, P., Mena, P., (Eds) Los páramos del mundo.
- Instituto Nacional de Estadística. 1983. XI Censo Poblacional y Vivienda, 20 de octubre de 1981. Censos desde 1950 – 1981, Población total por Entidades Federales, Distritos y Municipios, Sexos y Grupos de Edad, Caracas, Venezuela.
- Instituto Nacional de Estadística. 2007. Corporación Merideña de Turismo: Características Territoriales del Municipio Miranda Estado Mérida. <http://www.merida.gob.ve/merida/Municipios/miranda.php>
- Jaimes, V. 2000. Estudio ecológico de una sucesión secundaria y recuperación de la fertilidad en un ecosistema de Páramo. Trabajo Especial de Grado (Magíster Scientiae). Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Post-grado en Ecología Tropical. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Kattan, G. H. 2002. Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies. Pp 561-559. *In*. Guariguata, M. R. y G. H. Kattan: Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales. Ediciones LUR. Costa Rica.
- Lowry, W. 1970. Weather and life: An introduction to biometeorology. Academic Press. Estados Unidos de America.
- Márquez, E. 2002. Distribución Altitudinal de gramíneas de páramo como respuesta a las rutas metabólicas y los mecanismos de resistencia a las bajas temperaturas. Tesis de Maestría Universidad de los Andes, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Postgrado en Ecología Tropical. Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Mérida. Venezuela. 93 pp.
- Meinzer, F, Goldstein G, y Rada, F. 1994. Paramo microclimate and leaf thermal balance of Andean giant rosette plants. En: Rundel, P, Smith, A y

Meinzer, F. (Eds). Tropical Alpine Environments. Plant form and function. Cambridge University Press. 45-59 Pp.

- Ministerio de Agricultura y Tierras, (M.A.T.). 1998. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario (U.E.D.A), Mérida, Venezuela.
- Ministerio de Agricultura y Tierras, (M.A.T.). 2001. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario (U.E.D.A), Mérida, Venezuela.
- Ministerio de Agricultura y Tierras, (M.A.T.). 2006. Unidad Estatal de Desarrollo Agropecuario (U.E.D.A), Mérida, Venezuela.
- Ministerio de agricultura y Tierras, Alcaldía de Timotes. Municipio Andrés Eloy Blanco, Sistema de riego El Rincón del Picacho, Turmero, Mérida, Venezuela.
- Ministerio de Producción y Comercio, (M.P.C.). (2001). División de planificación y Estadística. U.E.M.P.C. – Mérida, Venezuela.
- Ministerio del Ambiente y de Recursos Naturales (M.A.R.N). Corporación Merideña de Turismo: Características Territoriales del Municipio Miranda Estado Mérida.
<http://www.merida.gob.ve/merida/Municipios/miranda.php>
- Molinillo, M. 1992. Pastoreo en Ecosistemas de Páramo: Estrategias culturales e Impacto sobre la vegetación en la Cordillera de Mérida. Trabajo Especial de Grado (Magíster Scientiae). Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Post-grado en Ecología Tropical. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Molinillo, M. 2003. Patrones de Vegetación de Pastoreo en Ecosistemas Altiandinos: una comparación de casos de estudio en páramos y punas. Trabajo Especial de Grado (Doctorado en Ecología Tropical). Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas, Post-grado en Ecología Tropical. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Monasterio, M. 1980a. Poblamiento humano y uso de la Tierra en los altos Andes de Venezuela. En Monasterio, M. (Ed) Estudios ecológicos en los páramos andinos. Universidad de los Andes. Mérida – Venezuela. pp 170-198

- Monasterio, M. 1980b. Los páramos andinos como región natural características biogeográficas generales y afinidades con otras regiones andinas. en: Monasterios, M., (ed.). Estudios ecológicos en los páramos andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.15-27 pp.
- Monasterio, M. 1980c. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela. En: Monasterio, M., (ed.). Estudios ecológicos en los páramos andinos. Ediciones de la Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.93-158 pp.
- Rada, F., Goldstein, G., Azocar, A y Meinzer, F. 1985. Freezing avoidance in Andean giant rosette plants. *Plant, Cell and Environment*. 8: 501-507.
- Rodríguez, M. 2005. Cambio en el Paisaje en la cuenca del Río Capaz. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela.
- Ruiz, L. 2005. Sistema agroecológico Piaroa en la Reserva Forestal Sipapo. Un enfoque ecológico del paisaje. Trabajo Especial de Grado. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Instituto de Ciencias Ambientales y Ecológicas. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 27-30 pp
- Rundel, P. 1994. Tropical Alpine Climate. En: Rundel, P, Smith, A., y Meinzer, F. (Eds). *Tropical Alpine Environments. Plant form and function*. Cambridge University Press. 21- 44 Pp.
- Sarmiento G. 1986a. Ecological features of climate in high tropical mountains. *En: Vuilleumier F y Monasterio, M. (Eds). High altitude tropical biogeography*. Oxford University Press.
- Sarmiento G. 1986b. Los Principales Gradientes ecoclimáticos de los Andes tropicales. Simposio de ecología de tierras altas. Anales del VI congreso Latinoamericano de Botánica. Vol 1. Colombia.
- Schubert, C. 1979. La zona del páramo: Morfología glacial y periglacial de los andes de Venezuela. En: Salgado- Labouriau, M (ed.). *El Medio Ambiente Páramo*. Ediciones Centro de Estudios avanzados. IVIC, Caracas. Venezuela.

- Schubert, C. y Valastro, S. 1973. Páramo de la Culata, Estado Mérida: Glaciación del Pleistoceno Tardío. Boletín Informativo de la Sociedad Venezolana de Geología, Minería y Petróleo. Vol. 16.
- Skole, D. and Tucker, C. 1993 Tropical deforestation and habitat fragmentation in the Amazon: Satellite data from 1.987 to 1.988. Science. 260: 1905-1910.
- Tricart, J. 1970. Geomorphology of cold environments. Macmillan. London
- Turner, M., Gardner R. y O'Neill R. 2001. Landscape Ecology, In Theory and Practice, Pattern and Process. Springer-Verlag New York. Inc.
- Van Der Hammen, T., 1974. The Pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. Journal of Biogeography, 1, 3-26.
- Vivas, L. 1992. Los Andes Venezolanos. Academia Nacional de la Historia. Caracas. Venezuela.
- Zonneveld, I. 1995. Land Ecology. SPB Academic Publishing bv. Amsterdam.

ANEXOS

Rubros	Año 1998	Año 2001	Año 2006
Ajo	12.5	2.0	2.50
Ajo porro	128.0	128.0	141.25
Alcachofa	216.0	19.0	19.67
Brocoli	145.0	114.0	202.25
Cebollin	73.0	76.0	103.00
Cilantro	98.0	51.0	106.25
Coliflor	152.0	113.0	200.75
Papa	114.5	105.0	549.25
Perjil	49.0	59.0	58.75
Habas	73.0	16.0	27.00
Zanahoria	139.0	116.0	145.00
Total (ha)	1,200.0	799.0	1,555.67

Anexo 1. Producción en hectáreas de superficie cosechada para los años 1998, 2001 y 2006 de los principales rubros agrícolas, que son cosechados en la microcuenca Turmero del Municipio Miranda del estado Mérida.

	Años		
	1998	2001	2006
Nº de cabezas de ganado	437	701	606.00

Anexo 2. Producción en el Nº de cabezas de ganado para los años 1998, 2001 y 2006 para el Municipio Miranda del estado Mérida.

Parroquias	Años				
	1950	1961	1971	1981	2001
Andres Eloy Blanco	1461	1833	2541	3102	5451
Timotes	5028	5906	6969	8479	14309
Total	6489	7739	9510	11581	19760

Anexo 3. Censo poblacional para las principales parroquias del Municipio Miranda desde el año 1950 al 2001

	% de Permanencia			% de Cambio		
	1966vs1998	1998vs2008	1966vs2008	1966vs1998	1998vs2008	1966vs2008
Arbustal	93.5	96.3	92.1	6.5	3.7	7.9
Arbustal Pastizal	78.5	80.1	74.6	21.5	19.9	25.4
Arbustal Rosetal	91.5	98.9	91.5	8.5	1.1	8.5
Area Cultivada	60.2	57	67.5	39.8	43	32.5
Bosque Polylepis s.	84.9	85.1	78.2	15.1	14.9	21.8
Pastizal Humedal	60.7	95.6	62.5	39.3	4.4	37.5
Pastizales	54.6	32.1	46.6	45.4	67.9	53.4
Rosetal	85.8	96.3	84.6	14.2	3.7	15.4
Rosetal Arbustal	85.6	82.6	74.4	14.4	17.4	25.6
Rosetal Pastizal	54.6	69	51.9	45.4	31	48.1

Anexo 4. Porcentaje de Permanencia y de Cambio para cada Unidad de Paisaje descrita en la cuenca de la Quebrada Turmero, obtenido a partir de cada uno de los cruces entre periodos

Rubros	Año 1998	Año 2001	Año 2006
Ajo	12.5	2.0	2.50
Ajo porro	128.0	128.0	141.25
Alcachofa	216.0	19.0	19.67
Brocoli	145.0	114.0	202.25
Cebollin	73.0	76.0	103.00
Cilantro	98.0	51.0	106.25
Coliflor	152.0	113.0	200.75
Papa	114.5	105.0	549.25
Perjil	49.0	59.0	58.75
Habas	73.0	16.0	27.00
Zanahoria	139.0	116.0	145.00
Total (ha)	1,200.0	799.0	1,555.67

Anexo 1. Producción en hectáreas de superficie cosechada para los años 1998, 2001 y 2006 de los principales rubros agrícolas, que son cosechados en la microcuenca Turmero del Municipio Miranda del estado Mérida.

	Años		
	1998	2001	2006
Nº de cabezas de ganado	437	701	606.00

Anexo 2. Producción en el Nº de cabezas de ganado para los años 1998, 2001 y 2006 para el Municipio Miranda del estado Mérida.

Parroquias	Años				
	1950	1961	1971	1981	2001
Andres Eloy Blanco	1461	1833	2541	3102	5451
Timotes	5028	5906	6969	8479	14309
Total	6489	7739	9510	11581	19760

Anexo 3. Censo poblacional para las principales parroquias del Municipio Miranda desde el año 1950 al 2001

	% de Permanencia			% de Cambio		
	1966vs1998	1998vs2008	1966vs2008	1966vs1998	1998vs2008	1966vs2008
Arbustal	93.5	96.3	92.1	6.5	3.7	7.9
Arbustal Pastizal	78.5	80.1	74.6	21.5	19.9	25.4
Arbustal Rosetal	91.5	98.9	91.5	8.5	1.1	8.5
Area Cultivada	60.2	57	67.5	39.8	43	32.5
Bosque Polylepsis s.	84.9	85.1	78.2	15.1	14.9	21.8
Pastizal Humedal	60.7	95.6	62.5	39.3	4.4	37.5
Pastizales	54.6	32.1	46.6	45.4	67.9	53.4
Rosetal	85.8	96.3	84.6	14.2	3.7	15.4
Rosetal Arbustal	85.6	82.6	74.4	14.4	17.4	25.6
Rosetal Pastizal	54.6	69	51.9	45.4	31	48.1

Anexo 4. Porcentaje de Permanencia y de Cambio para cada Unidad de Paisaje descrita en la cuenca de la Quebrada Turmero, obtenido a partir de cada uno de los cruces entre periodos