



## TÍTULO

# CAMBIOS DE USO DEL SUELO EN EL ALTIPLANO (ORIENTE ANTIOQUEÑO – COLOMBIA) EN LOS ÚLTIMOS 25 AÑOS

## AUTORA

**Adelaida Londoño Soto**

Director

Curso

©

©

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2012**

Francisco Borja Barrera

Máster: Medio Natural, Cambio Global y Sostenibilidad socio-ecológica

Adelaida Londoño Soto

Para esta edición, la Universidad Internacional de Andalucía



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
  
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

**CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO EN EL ALTIPLANO  
(ORIENTE ANTIOQUEÑO - COLOMBIA)  
EN LOS ÚLTIMOS 25 AÑOS**

**ADELAIDA LONDOÑO SOTO**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA  
LA RÁBIDA- HUELVA  
2011**

**CAMBIOS EN EL USO DEL SUELO EN EL ALTIPLANO  
(ORIENTE ANTIOQUEÑO - COLOMBIA)  
EN LOS ÚLTIMOS 25 AÑOS**

**ADELAIDA LONDOÑO SOTO**

**Trabajo de grado para optar al título de magister  
Medio Natural, Cambio Global y Sostenibilidad Socio - ecológica**

**Francisco Borja Barrera  
Profesor UNIA**



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA  
LA RÁBIDA- HUELVA  
2011**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>1. PLANTEAMIENTOS GENERALES.....</b>	<b>4</b>
1.1. Área de estudio .....	5
1.2. Marco temporal de referencia .....	12
1.3. Antecedentes.....	12
1.4. Formulación del problema y objetivos .....	14
<b>2. DESARROLLO METODOLÓGICO .....</b>	<b>15</b>
2.1. Homogenización de las leyendas .....	15
2.2. Usos del suelo en 1986, 2000 y 2005.....	16
2.3. Cambios en los usos del suelo .....	17
2.4. Dirección y tendencias de cambio .....	17
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>23</b>
3.1. Usos del suelo para cada año control.....	23
3.1.1. Año 1986 .....	23
3.1.2. Año 2000 .....	25
3.1.3. Año 2005 .....	28
3.2. Evolución de los usos del suelo .....	30
3.3. Proceso y tendencias de cambio .....	37
3.3.1. Tendencia en el período 1986 - 2000.....	37
3.3.2. Tendencia en el período 2000 - 2005.....	42
3.3.3. Tendencia en el período 1986 - 2005.....	47
<b>4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>53</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>56</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Municipios que conforman el Altiplano.....	7
<b>Tabla 2.</b> Población de los municipios del Altiplano .....	8
<b>Tabla 3.</b> Resumen de las actividades económicas por municipio .....	9
<b>Tabla 4.</b> Planes de ordenamiento territorial .....	13
<b>Tabla 5.</b> Calificación de los usos del suelo .....	19
<b>Tabla 6.</b> Tendencias en los cambios de uso del suelo .....	19
<b>Tabla 7.</b> Clasificación en tendencias para cada cambio posible en los usos del suelo .....	20
<b>Tabla 8.</b> Calificación asignada al uso inicial y al final .....	21
<b>Tabla 9.</b> Valores únicos para las combinaciones de cambios posibles.....	22
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de cambio de los usos del suelo.....	36
<b>Tabla 11.</b> Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 1986 – 2000 .....	40
<b>Tabla 12.</b> Porcentajes de los cambios para los usos en el subperíodo 1986 - 2000.....	41
<b>Tabla 13.</b> Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 - 2005 .....	45
<b>Tabla 14.</b> Porcentaje de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 – 2005.....	46
<b>Tabla 15.</b> Extensión de los cambios para los usos en el período 1986 – 2005 .....	50
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de los cambios para los usos en el período 1986 – 2005.....	51

## LISTA DE GRÁFICAS

<b>Gráfica 1.</b> Localización y caracterización del Altiplano del Oriente Antioqueño .....	6
<b>Gráfica 2.</b> Relación entre las clases de suelo en Colombia y sus perturbaciones .....	18
<b>Gráfica 3.</b> Mapa de uso de suelo para el año 1986.....	24
<b>Gráfica 4.</b> Participación y extensión de los usos del suelo para el año 1986 .....	25
<b>Gráfica 5.</b> Mapa de uso del suelo para el año 2000 .....	26
<b>Gráfica 6.</b> Participación y extensión de los usos del suelo para el año 2000 .....	27
<b>Gráfica 7.</b> Mapa de uso del suelo para el año 2005 .....	29
<b>Gráfica 8.</b> Participación y extensión de los usos del suelo para el año 2005 .....	30
<b>Gráfica 9.</b> Cambio en los usos del suelo para bosque natural .....	31
<b>Gráfica 10.</b> Cambio en los usos del suelo para rastrojo y bosque plantado .....	32
<b>Gráfica 11.</b> Cambio en los usos del suelo para pastos .....	33
<b>Gráfica 12.</b> Cambio en los usos del suelo para cultivos .....	34
<b>Gráfica 13.</b> Participación de los usos del suelo en los años control .....	35
<b>Gráfica 14.</b> Tendencias de cambio para el período 1986 – 2000 .....	38
<b>Gráfica 15.</b> Participación de las tendencias de cambio en el período 1986 – 2000 .....	39
<b>Gráfica 16.</b> Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 1986-2000 .....	41
<b>Gráfica 17.</b> Tendencias de cambio para el período 2000 - 2005 .....	43
<b>Gráfica 18.</b> Participación de las tendencias de cambio en el período 2000 – 2005 .....	44
<b>Gráfica 19.</b> Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 - 2005 .....	46
<b>Gráfica 20.</b> Tendencias de cambio para el período 1986 – 2005 .....	48
<b>Gráfica 21.</b> Participación de las tendencias de cambio en el período 1986 - 2005 .....	49
<b>Gráfica 22.</b> Extensión de los cambios para los usos en el período 1986 - 2005 .....	51

## 1. PLANTEAMIENTOS GENERALES

Con este trabajo final del Máster se quiere mostrar el escenario de los cambios ocurridos en el uso del suelo en el Oriente Antioqueño durante las últimas décadas, al tiempo que se pretende proporcionar herramientas para la toma de decisiones de repercusión territorial.

El suelo se define como el conjunto de cuerpos naturales con vida o capaz de tenerla sobre la corteza terrestre. Estos cuerpos son el resultado de diversos procesos de formación, donde los principales factores son el clima y los organismos. En otras palabras, el suelo es el resultado del ambiente y sin este no puede entenderse (Malagón Castro, 1998). La cobertura son también cuerpos que cubren el suelo, que pueden ser naturales o propiciadas por el ser humano (cultivos, plantaciones forestales...). Las coberturas naturales son el resultado de la evolución ecológica que se haya dado en el territorio, mientras que las artificiales son creadas y mantenidas por el hombre (López & Bocco).

El uso del suelo, por su parte, es un concepto antropocéntrico, ya que es el resultado de actividades productivas establecidas por el ser humano para satisfacer sus necesidades. La humanidad ha transformado las coberturas del suelo, dándoles diferentes usos a lo largo de la historia. El uso del suelo es, entonces, una mezcla de factores naturales y culturales, que se combinan en diferentes proporciones dependiendo del tipo de utilización que se da a las distintas teselas del territorio.

En los últimos años se ha reconocido que las actividades antrópicas han sido las mayores causantes de los cambios que está sufriendo la biosfera (López Granados *et al.*, 2007). Los más importantes impulsores directos de la pérdida de la diversidad biológica y de los cambios en los servicios de los ecosistemas son el cambio del hábitat (incluido el cambio de uso del suelo), el cambio climático, las especies exóticas invasoras, la explotación excesiva y la contaminación (Duarte *et al.*, 2009). Debido a cambios en la población (crecimiento y migraciones), cambios en la actividad económica (crecimiento de la economía, disparidades en la riqueza y los patrones de comercio), a factores sociopolíticos (conflictos, participación del público en las decisiones), a factores culturales, y cambios tecnológicos el uso del suelo está siendo modificado en gran parte del planeta y a un ritmo acelerado, siendo su importancia incluso mayor que la del omnipresente cambio climático inducido (EMA, 2005).

En Colombia el estudio de los usos del suelo es muy reciente. Los estudios se han centrado principalmente en los conflictos generados por las tenencias inequitativas, y por las diferencias entre la vocación y utilización que se le da al suelo. Sin embargo no se han

evaluado de forma consistente los cambios que se han dado y las afectaciones que esto genera en los ecosistemas y los servicios que estos nos brindan.

Con este trabajo se pretende hacer un primer acercamiento a los cambios que se han dado en el uso del suelo y poner de relieve la necesidad de evaluar este tema para poder tomar decisiones acertadas en el tema de ordenamiento territorial.

El presente trabajo está dividido en 4 secciones. En la primera (PLANTEAMIENTOS GENERALES), se describe el área de estudio, se acota temporalmente el análisis, se traen a colación los antecedentes y por último se formula el problema y los objetivos. La segunda sección, denominada DESARROLLO METODOLÓGICO, describe paso a paso el procedimiento que se siguió para llegar a los resultados. Ésta a su vez se divide en 4: homogenización de leyendas, usos del suelo, cambios en los usos, y dirección y tendencias de cambio. Seguidamente se presentan los RESULTADOS para los usos del suelo en los distintos años control, la evolución de los usos, y el proceso y tendencias de cambios para los distintos períodos de análisis. La última sección contiene el ANÁLISIS Y CONCLUSIONES finales.

## **1.1. Área de estudio**

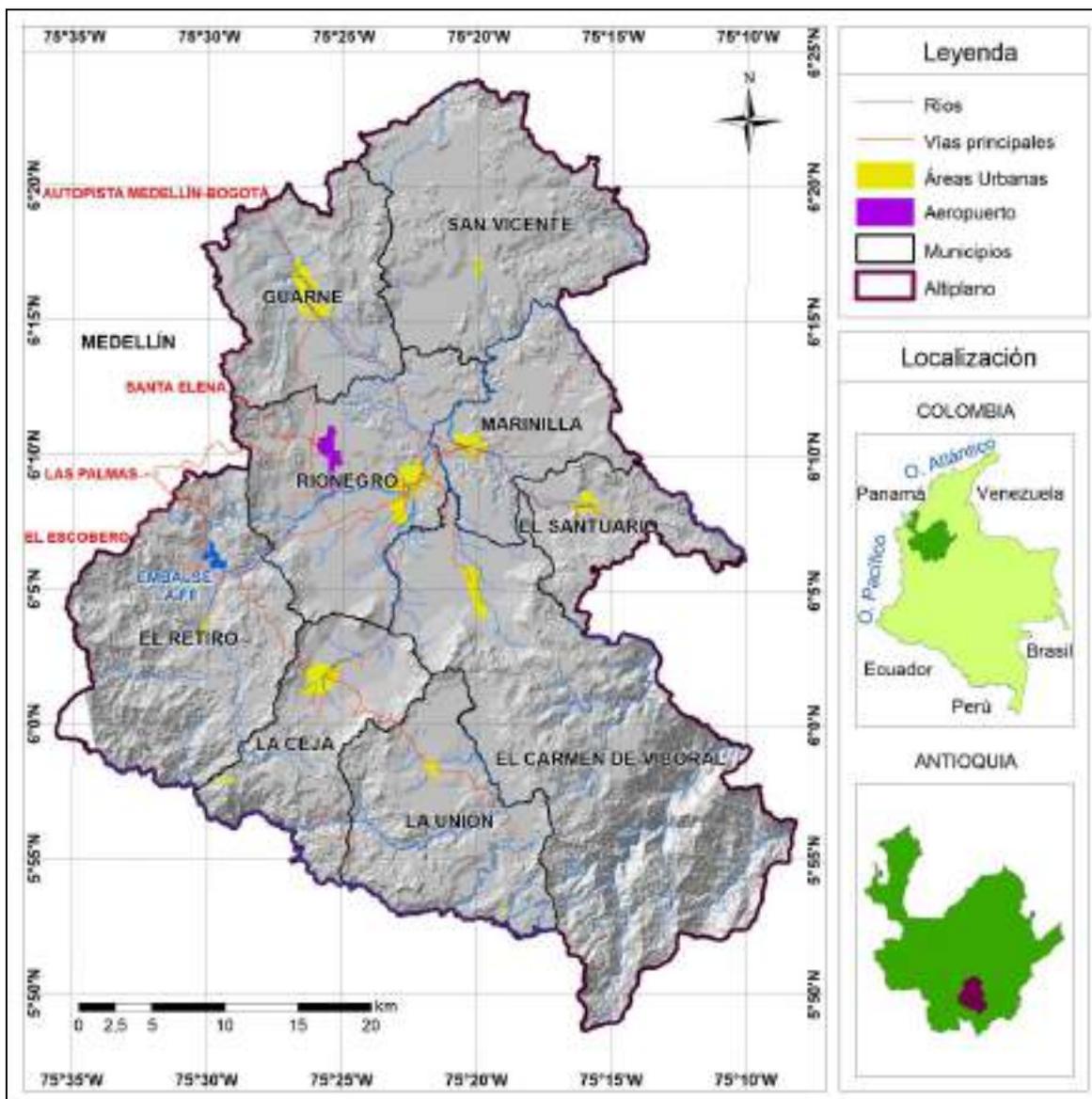
El área elegida para este estudio es el Altiplano del Oriente Antioqueño, llamado también Valles de San Nicolás (Gráfica 1). Esta región abarca 9 municipios, los cuales son Rionegro, Marinilla, El Carmen de Viboral, El Retiro, El Santuario, Guarne, La Ceja, La Unión y San Vicente (Municipios Asociados del Altiplano del Oriente Antioqueño - MASORA-). Los límites del área de estudio son político-administrativos. Se eligió esta división debido a que la información disponible de la zona se presenta por municipios o subregiones, y que, sumado a esto, el manejo ambiental que se da en Colombia también obedece, en la mayoría de los casos, a este tipo de límites.

La zona de estudio se encuentra en Antioquia, uno de los 32 departamentos que conforman el actual estado colombiano. Este departamento se divide en nueve regiones administrativas (ordenanza 41 de noviembre 30 de 1975), entre las cuales está la correspondiente al Oriente Antioqueño. Esta región está conformada por 23 municipios y ocupa el 11% del Departamento, así como el 0,6 % del territorio de Colombia (Departamento Administrativo de Planeación, 2000). A su vez, el Oriente Antioqueño se divide en 4 subregiones: Embalses, Bosques, Páramos y -la zona de estudio- el Altiplano. Esta región está localizada entre los 5° 48' 51" y los 6° 24' 19" N y los 75° 07' 09" y los 75° 34' 03" E al oeste del Meridiano de Greenwich (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 2003).

La zona está ubicada entre los dos principales ríos de Colombia, el Magdalena y el Cauca (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003). Limita al occidente con el Área

Metropolitana del Valle de Aburrá (zona que contiene la ciudad de Medellín -segunda en importancia en el país- y otros 9 municipios), lo que ha generado una articulación del Altiplano a la dinámica de expansión urbana.

**Gráfica 1.** Localización y caracterización del Altiplano del Oriente Antioqueño



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Como ya se mencionó, el área de estudio comprende 9 municipios. En la Tabla 1 se muestra cada uno de ellos según el número de corregimientos y veredas que posee, así como su extensión total y diferenciada por pisos térmicos.

**Tabla 1.** Municipios que conforman el Altiplano

Municipio	Corregimientos	Veredas	Extensión (km <sup>2</sup> )	Pisos térmicos (km <sup>2</sup> )		
				Cálido	Medio	Frío
El Carmen de Viboral	7	44	448	0	129	319
El Retiro	0	20	273	0	28	245
El Santuario	0	39	75	0	6	69
Guarne	0	33	151	0	0	151
La Ceja	1	16	131	2	30	99
La Unión	1	25	198	0	62	136
Marinilla	0	32	115	0	5	110
Rionegro	1	35	196	0	0	196
San Vicente	11	38	243	0	14	229
<b>Altiplano</b>	<b>21</b>	<b>282</b>	<b>1.830</b>	<b>2</b>	<b>274</b>	<b>1.554</b>

Fuente: modificado de (Departamento Administrativo de Planeación, 2000)

Desde el punto de vista del medio físico, la zona se encuentra en el brazo oriental de la Cordillera central colombiana, la cual es dividida en dos ramales por el río Medellín o Porce, en el Alto de San Miguel (2.600 msnm). Se encuentra por ende, en una zona montañosa, pero a su vez, pequeñas extensiones, presentan una topografía plana.

Geológicamente, la región se encuentra en el batolito antioqueño, constituido por granodioritas (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 2003). En su mayoría presenta un recubrimiento de cenizas volcánicas, que son el material parental de los suelos de esta región. También se encuentran gran cantidad de sedimentos aluviales. Lo que hace que el 40% del territorio posea una aptitud forestal o agropecuaria (30% bosques y 30% agropecuaria) (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 1998).

La zona está integrada por las cuencas del río Negro y, parcialmente, por las de los ríos Nare, Porce, Samaná Norte y Buey-Arma. La cuenca del río Negro tiene una extensión de 842 km<sup>2</sup> y de ella se toma el agua para consumo doméstico de más de 250.000 personas asentadas en el Altiplano (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 2003). Luego, este río es represado y alimenta una cadena de cinco embalses que generan el 33% de la energía del país. No solamente los habitantes del Altiplano se ven beneficiados de la hidrología de esta zona; el embalse de La Fe (ubicado en El Retiro) aporta el 25% del agua para consumo humano de Medellín y su área metropolitana.

La altitud sobre el nivel del mar varía entre 700 y 3.100 metros, y su temperatura media anual es de 17°C. La precipitación media oscila entre 2.500 mm y 3.500 mm anuales, el régimen de precipitación es bimodal y las lluvias se concentran en dos períodos: marzo - mayo y septiembre – noviembre (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003).

En la década de los sesenta había un predominio de la población rural, debido a la agricultura que imperaba en la región. Como consecuencia de los procesos de industrialización y de desarrollo vial que se empiezan a dar en los setenta, la población se va asentando en las cabeceras municipales. En la década de los ochenta y noventa, se acentúa este proceso de asentamiento urbano en torno a los ejes de desarrollo. Adicionalmente se transforma el poblamiento rural, ya que fincas agropecuarias pasan a ser de veraneo y hay una parcelación indiscriminada e incontrolada de la tierra.

En el siglo XXI se mantiene la tendencia de uso y ocupación del suelo que se venía dando. Adicional a los procesos ya mencionados, existe un fuerte desplazamiento a esta región por el conflicto armado que se da en otras zonas del departamento.

En la actualidad, el Oriente Antioqueño posee una densidad poblacional muy superior al promedio del departamento, y la zona del Altiplano concentra aproximadamente el 60% de la población del Oriente en tan solo el 26% del territorio (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003). En la Tabla 2 se muestra la población del Altiplano y su densidad según el último censo realizado en Colombia.

**Tabla 2.** Población de los municipios del Altiplano

Municipios	Población			Densidad (personas/km <sup>2</sup> )
	Cabecera	Rural	Total	
El Carmen de Viboral	22.945	18.023	40.968	91,4
Retiro	8.105	8.869	16.974	62,2
El Santuario	19.944	6.208	26.152	348,7
Guarne	13.948	25.805	39.753	263,3
La Ceja	38.572	7.794	46.366	353,9
La Unión	9.431	8.405	17.836	90,1
Marinilla	32.800	12.858	45.658	397
Rionegro	65.101	35.945	101.046	515,5
San Vicente	6.853	12.420	19.273	79,3
<b>Altiplano</b>	<b>217.699</b>	<b>136.327</b>	<b>354.026</b>	<b>193,5</b>

Fuente: modificado de (Administración Nacional de Estadística -DANE-, 2005).

En la mayoría de los municipios se observa una concentración de población asentada en la cabecera, lo que entra en contradicción con la vocación agrícola de la zona y muestra como la reciente industrialización y urbanización ha generado procesos de movilidad poblacional campo–cabecera, e inmigración poblacional procedente de otros municipios de la zona y de otras subregiones, principalmente en los municipios de Rionegro, Marinilla y La Ceja.

Adicional a la población asentada en la zona (que tiene su hogar), hay mucha población flotante, debido a las fincas y parcelaciones de recreo que son habitadas solamente los fines de semana o las temporadas de vacaciones. Y existe otro tipo de población que circula por la zona (y en ocasiones pernocta en días laborales), como son los trabajadores y los estudiantes que viven en zonas aledañas, y los usuarios del aeropuerto.

Por otra parte, la región del Altiplano es muy propicia para el desarrollo de actividades económicas, gracias a cuatro factores relevantes: la riqueza natural, el clima, la gran cantidad de mano de obra y la proximidad al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Las actividades económicas del Valle de San Nicolás son muy diversas. Éstas comprenden actuaciones agropecuarias, agroindustriales, industriales, mineras, de servicios, comerciales, recreativas y de turismo. Paralelas a estas actividades se desarrollan otros sectores como transporte, telecomunicaciones, financiero, bancario y relacionadas con el comercio.

Esta región genera hasta un tercera parte del producto interno bruto (PIB) departamental y aporta distintos productos de exportación, como flores, textiles y confecciones (Tabla 3).

**Tabla 3.** Resumen de las actividades económicas por municipio

Municipio	Actividades económicas más importantes
El Carmen de Viboral	Agricultura (fríjol, maíz, papa y hortalizas). Ganadería (porcino y vacuno), cabuya. Industria de dulces y artesanías en loza o cerámicas.
El Retiro	Cultivo de hortalizas, frutales, madera y productos derivados.
El Santuario	Cultivo de hortalizas (fríjol, papa, zanahoria, repollo, remolacha, habichuela y arveja), minerales no metálicos y confecciones.
Guarne	Papa, mora, ganado porcino y explotación de madera.
La Ceja	Floricultura, agricultura (fríjol, tomate y papa) y ganadería.
La Unión	Agricultura (papa, fríjol y maíz), ganado de leche, flores, piscicultura y minerales no metálicos (caolines, caliza, arcilla y feldespato).
Marinilla	Agricultura, avicultura, leche e industria.
Rionegro	Industria, comercio, explotación de hatos lecheros, floricultura, agricultura, artesanías de cuero, minera.
San Vicente	Agricultura (papa, fríjol, maíz, curuba y tomate), pecuarios, cabuya y artesanías con base en ella.

Fuente: (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003).

Históricamente esta zona se ha considerado como despensa agrícola del departamento, aportando hasta el 60% de los alimentos básicos. Se producen hortalizas como habichuela, tomate, cebolla, repollo, zanahoria; frutales como tomate de árbol, naranja, curuba; leguminosas y tubérculos. Esta actividad es la que más empleo genera; alrededor del 40% de las familias de la zona se dedican a la agricultura. En la mayoría de los casos la producción se da en predios con extensiones menores a 3 ha y el resto no supera las 20 ha (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 2003). La forma de manejo de los cultivos es rotativa y la comercialización se realiza de forma directa, en la mayoría de los casos en las plazas de mercado más cercanas. Otra actividad agropecuaria importante es el cultivo de flores en los municipios de Rionegro, La Ceja y El Carmen de Viboral, que ocupan alrededor de 400 ha y representan el 99% del total cultivado en Antioquia y el 10% en Colombia. El 80% de la producción es exportada (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003).

La actividad pecuaria es, también, de gran relevancia. La producción vacuna es la más importante; dentro de ésta se destaca la producción lechera, seguida de doble propósito (carne y leche) y por último producción de carne. Esta actividad ha ido quitándole importancia a la agricultura, debido a las plagas, los altos costos de insumos, la incertidumbre de los precios y la debilidad del mercado agrícola; y gracias al fácil manejo del ganado, la venta segura de la leche, el cumplimiento en los pagos y la disponibilidad de pastos nativos. En la zona, específicamente en Marinilla, se encuentra la segunda plaza de ferias del departamento, donde semanalmente llegan cientos de cabezas de ganado. Son también importantes las granjas de aves y porcinos ubicados en el Altiplano, que sumados a los vacunos, emplean a casi el 10% de la población (Corporación Autónoma Regional Río Negro-Nare -CORNARE-, Asociación de Municipios del Altiplano -MASORA- y Departamento Administrativo de Planeación Departamental -DAPD-, 1995).

En general, las actividades agropecuarias se ven amenazadas en el Altiplano por las variaciones en los patrones climáticos (EMECE Producciones, 2009), la pérdida de suelos fértiles a causa de la erosión (en mayor medida en laderas con altas pendientes), la conversión de estos terrenos en fincas de recreo, la industrialización y la urbanización.

La actividad industrial, por su parte, se concentra en el corredor de la autopista Medellín – Bogotá (que une las dos ciudades más importantes del país), y en torno al aeropuerto internacional José María Córdova y su zona franca, ubicados en Rionegro. Empresas nacionales de gran importancia, tales como Nacional de Chocolates, Cementos Argos, Empresas Públicas de Medellín, Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P (ISA), Agafan, entre otras, han trasladado sus instalaciones a esta zona. Esta actividad está representada principalmente por el sector textil, de alimentos, papelerero, químico y metalmecánico. También se producen bienes intermedios como cemento, gas, pintura y maderas para la construcción; así como materias primas para la industria de la loza, el vidrio y los muebles.

Desde el punto de vista del manejo forestal, en esta zona del departamento se han hecho considerables plantaciones de cipreses, pinos y eucaliptos, en programas de reforestación de gran importancia a nivel nacional con fines de protección y comercialización.

En lo que al turismo se refiere, esta industria se viene desarrollando con gran intensidad en los últimos años, aprovechando la cercanía con el área metropolitana, los recursos naturales, los paisajes, la amabilidad de las personas y la alta diversidad paisajística de la zona.

Unido a ello, esta subregión ha tenido un importante avance en infraestructuras viéndose cruzada por la autopista Medellín-Bogotá, que es el eje principal del Oriente Antioqueño y es paso exigido para conectar al departamento de Antioquia con la capital del país. Esta autopista fue terminada a finales de los años setenta. Además cuenta con otras tres vías que la comunican con el Valle de Aburrá. La vía a Santa Elena es muy antigua, construida en la década de los veinte y en la actualidad no presenta alto flujo vehicular. La vía las Palmas fue construida a mediados de los noventa, es de doble calzada y con ella se mejoró considerablemente la comunicación entre el Valle de Aburrá y el de San Nicolás (Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-, 2003). Por último está la vía que sube por la loma del Escobero, que fue inaugurada a finales de la década de los noventa (Alcaldía de Envigado).

Adicionalmente tiene una posición estratégica como nodo de la red vial del país para la distribución de bienes y servicios, ya que une el norte y el sur del país, con los corredores del Cauca y el Magdalena que conectan las tres ciudades principales de Colombia (Bogotá, Medellín y Cali en orden respectivo de importancia); y el al occidente con el oriente, uniendo la costa Pacífica con la frontera venezolana. Así mismo, presenta la más alta densidad vial del departamento y en la actualidad se siguen realizando proyectos que reforzarían esta condición.

El aeropuerto internacional está ubicado en esta zona desde hace 25 años, lo que conecta a la región con el mundo y genera una gran dinámica gracias a la zona franca. Alrededor de este proyecto también se asientan servicios de apoyo como hoteles de alta calidad y servicios financieros.

La infraestructura para la prestación de servicios públicos es una de las fortalezas de la región, especialmente en las cabeceras.

Conjuntamente con todo lo anterior, el acelerado crecimiento demográfico y la cercanía de la región al Área Metropolitana del Valle de Aburrá han generado que esta región se vuelva el foco para la intervención y desarrollo de infraestructura, y tecnologías de punta. El desarrollo urbanístico crece aceleradamente e importantes universidades, hospitales, empresas e industrias se vienen trasladando hacia esta zona.

## **1.2. Marco temporal de referencia**

El lapso temporal para llevar a cabo el análisis de la transformación de los usos del suelo del Altiplano fue elegido atendiendo a la historia de los principales cambios operados en este ámbito colombiano, y según la información referida a los usos del suelo disponible en las corporaciones ambientales.

Para definir el período de estudio se tuvo en cuenta que la rápida transformación del Oriente es un proceso reciente. Desde este punto de vista se identificó que los impulsores de este cambio son principalmente la construcción de las vías de comunicación con el Valle de Aburrá (autopista Medellín - Bogotá y Las Palmas), y la construcción del aeropuerto José María Córdova.

Con la revisión bibliográfica se identificó que no se tiene información sobre los usos del suelo para la década de los setenta. La información más antigua sobre este tema data de 1986. Y la información más reciente es del año 2005.

Dado que la construcción del aeropuerto fue terminada en 1986, que la autopista no tenía muchos años de existencia en esta fecha y que la construcción de la vía de las Palmas es posterior, para el inicio del período de estudio se tomará el año 1986 y para el final del período el año 2005.

Adicional a los extremos del período de estudio se tomará un año intermedio para analizar los usos del suelo. Este año es el 2000. Así que los años control para el análisis del cambio de usos del suelo serán 1986, 2000 y 2005.

## **1.3. Antecedentes**

En Colombia el uso del suelo es un término relativamente reciente y en la legislación del país no aparece sino desde la década de los setenta. El decreto 2811 de 1974, en la parte VII, menciona que se debe hacer un uso adecuado de los suelos. El decreto 2857 de 1981 reglamenta la ordenación de las cuencas, donde se incluye que los suelos rurales deben ser zonificados y manejados según el uso que se les dé. Posteriormente, la ley 09 de 1989 indica que los planes de desarrollo deben incluir un plan y un reglamento de usos del suelo (Congreso de la República de Colombia, 1997).

La Constitución Nacional, erigida en 1991, contiene algunos artículos referentes al uso del suelo; el artículo 82 dispone que las entidades públicas regularán la utilización del suelo, el 313 dice que corresponde a los concejos municipales reglamentar los usos del suelo, y por último el 334, que la dirección general de la economía estará a cargo del Estado y que éste intervendrá, por mandato de la ley, en el uso del suelo (Presidencia de la República de Colombia, 1991).

Sin embargo, sólo a partir de la ley 388 de 1997, ley de desarrollo territorial (reglamentada por el decreto 879 de 1998), se ha tenido conciencia de la importancia de regular el uso de los suelos. A partir de esta ley, las municipalidades han realizado acciones que lleven a un manejo más adecuado del suelo, ya que la ley establece que los municipios deben realizar un plan de ordenamiento territorial que se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. Los planes de los municipios con más de 100.000 habitantes se denominan Planes de Ordenamiento Territorial (POT), para los municipios que tengan entre 30.000 y 100.000 habitantes, Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) y para los que poseen menos de 30.000, Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) (Congreso de la República de Colombia, 1997). Aunque algunos de los municipios del Altiplano no llegan a esta última cifra, realizaron PBOT. En la Tabla 4 se muestran los planes existentes para cada municipio.

**Tabla 4.** Planes de ordenamiento territorial

Municipios	Tipo	Acuerdo	Año
El Carmen de Viboral	PBOT	096	2000
Retiro	PBOT	020	1999
El Santuario	PBOT	02	2000
Guarne	PBOT	06	2000
La Ceja	PBOT	031	2000
La Unión	PBOT	003	2000
Marinilla	PBOT	075	2000
Rionegro	POT	104	1999
San Vicente	PBOT	005	2000

Fuente: elaboración propia a partir de páginas web oficiales de los municipios del Altiplano

Todos estos planes deben contener en su diagnóstico, un mapa de los usos actuales del suelo y uno con los usos potenciales del suelo.

Adicional a los POT o PBOT, en la zona sólo se ha hecho un estudio denominado “Homologación y Ampliación de las Áreas Elegibles para un Proyecto Forestal de Reforestación y Determinación de los Cambios en las Coberturas de Usos del Suelo en el Marco del Proyecto de Valles de San Nicolás y tres Municipios aledaños” (Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-, 2009). Este trabajo contiene mapas de los usos del suelo para tres años y un análisis de los cambios de uso, pero

exclusivamente para las coberturas de bosque natural, buscando la pérdida de este tipo de cobertura, ya que éstos son suelos potenciales para un proyecto de mecanismos de desarrollo limpio, bajo el esquema de bonos de carbono.

#### **1.4. Formulación del problema y objetivos**

El desarrollo de la industria, el comercio y la infraestructura ha llevado a que las dinámicas de la región se transformen en muy poco tiempo. Este desarrollo no ha sido planificado adecuadamente, lo que ha generado grandes inequidades y descomposiciones en el desarrollo social, así como un fuerte deterioro del medio ambiente. Las transformaciones han generado cambios importantes en la cultura y en la relación hombre-producción y hombre-naturaleza. Las áreas antes destinadas para la economía tradicional están siendo remplazadas, lo que genera un desarraigo campesino, ya que estas personas dejan sus parcelas y se van a probar suerte como trabajadores en las industrias, empleados de tiendas y restaurantes, y mayordomos de fincas.

Asimismo, la presión sobre el suelo ha generado un encarecimiento desmesurado de la tierra, lo que desplaza a la agricultura hacia zonas más alejadas (en muchas ocasiones frágiles), donde las condiciones para el cultivo y la comercialización de los productos agrícolas son más difíciles. Sumado a estas condiciones, la poca capacitación y la baja capacidad adquisitiva de los campesinos, generan un uso excesivo de químicos y sobreexplotación del recurso suelo.

Todo este proceso de cambio queda grabado en los usos del suelo y sobre este tema hay un gran vacío de conocimiento para esta región.

##### **Objetivo General**

- Evaluar los cambios en el uso del suelo en el Altiplano en los últimos 25 años.

##### **Objetivos Específicos**

- Homogenizar la información encontrada, estableciendo una leyenda común.
- Determinar los usos del suelo para los años 1986, 2000 y 2005.
- Evaluar las diferencias encontradas en estos tres momentos.
- Determinar la dirección y la tendencia de los cambios.

## 2. DESARROLLO METODOLÓGICO

### 2.1. Homogenización de las leyendas

Para esta etapa del proyecto se utilizará la información suministrada por CORNARE, sobre los usos del suelo para los tres años control. La información fue entregada en formato shapefile y para los tres momentos la leyenda es la misma, la cual contiene 10 coberturas:

- Bosque natural denso (bn1)
- Bosque natural fragmentado (bn2)
- Rastrojo (rb)
- Bosque plantado (pl)
- Pastos naturales (pn)
- Pastos manejados (pm)
- Cultivos transitorios (ct)
- Cultivos permanentes (cp)
- Áreas construidas y suelo desnudo (a)
- Embalse y cuerpos de agua (w)

**Bosque natural denso (bn1):** Unidades que cuentan con estructura vertical continúa en la que se aprecia un moderado grado de perturbación o intervención antrópica. En este tipo de bosques la especie más importante es el roble (*Quercus humboldtii*).

**Bosques natural fragmentado (bn2):** Unidad cuya estructura es heterogénea, corresponden a bosques que se regeneraron después de un aprovechamiento a tala rasa y que tienen un tiempo sucesional de 30 a 60 años. Las especies de interés comercial en su mayoría fueron extraídas pero sobreviven algunas como *Podocarpus oleifolius*, *Aniba perutilis*, *Euterpe precatoria*, *Wettinia hirsuta*, *Guarea kunthiana*, *Godoya antioquensis*, *Brunnelia subsessilis* y varias especies de la familia Lauraceae.

**Rastrojos bajos (rb):** La cobertura vegetal que predomina es de carácter herbáceo y arbustivo de bajo porte, estos son de gran importancia porque forman la primera etapa sucesional en el proceso de regeneración natural del bosque al ser abandonadas las actividades agropecuarias. En los rastrojos bajos se encuentran el helecho marranero (*Pteridium aquilinum*), la zarza (*Mimosa sp*), el chilco blanco (*Bacharis sp*) y algunas solanáceas, pastos y chusques.

**Bosque plantado (pl):** Áreas reforestadas con especies vegetales introducidas tales como pino, ciprés y eucalipto. Las plantaciones son completamente disímiles respecto a bosques secundarios, rastrojos altos y bajos.

**Pastos Naturales (pn):** Áreas destinadas para los potreros sin ningún manejo, generalmente presentan árboles dispersos como siete cueros (*Tibouchina lepidota*) y chilco colorado (*Escallonia paniculata*).

**Pastos Manejados (pm):** Áreas establecidas y abonadas por el hombre con el fin de utilizarlas racionalmente en pastoreo y obtener una mayor capacidad de cría, zonas netamente para ganadería.

**Cultivos Transitorios (ct):** Agrupa los cultivos cuyo ciclo de producción oscila entre los tres y los doce meses, como por ejemplo la piña o la badea.

**Cultivos Permanentes (cp):** cultivos permanentes son aquellos que se realizan a largo plazo por ejemplo la siembra naranja que puede durar cultivada por un año o más.

**Áreas construidas o suelo desnudo (a):** Se refiere a zonas de tipo urbano o aquellas donde no hay presencia de ningún tipo de suelo o vegetación.

**Embalses y Cuerpos de Agua (w):** Son aquellas zonas lacustres o zonas de agua creadas artificialmente.

Además de estas 10 coberturas se tienen 2 categorías adicionales: nubes y sombras.

## 2.2. Usos del suelo en 1986, 2000 y 2005.

Toda la información fue procesada por CORNARE a partir de imágenes satelitales SPOT 5, Landsat TM (path 9, row 56) y Landsat ETM (path 9, row 56). Con este tipo de imágenes se puede obtener mapas muy bien definidos con una escala de 1:30.000. A partir de la información suministrada se han realizado mapas con la ayuda de ArcGis, versión 9.3.

En la revisión bibliográfica se identificó que en Colombia no hay un código de colores establecido y por esta razón se tomó como referencia los colores utilizados en los mapas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y se ajustó para tener un mayor contraste.

A partir de los mapas se tomó la información numérica de los usos del suelo y se procesó la información para sacar la participación de cada tipo de uso en Microsoft Excel. Para los años 2000 y 2005 se tenían espacios del terreno con nubes o sombras, por lo cual se tomó como área total, en la que se distingue los usos dados al suelo. Por este motivo, la

participación asignada a cada uso, no representa el porcentaje del área total de Altiplano, sino la porción correspondiente al área con información.

### **2.3. Cambios en los usos del suelo**

Para esta parte del proyecto se graficaron independientemente cada uso del suelo en los 3 años control. Se utilizó una transparencia para ver la superposición temporal en el territorio, para así analizar que porciones no han sufrido cambios.

Con el área de cada uso para cada año se graficó con ayuda de Microsoft Excel la evolución de los usos del suelo, pudiendo observar las variaciones en el área que ocupa cada uso en cada año control.

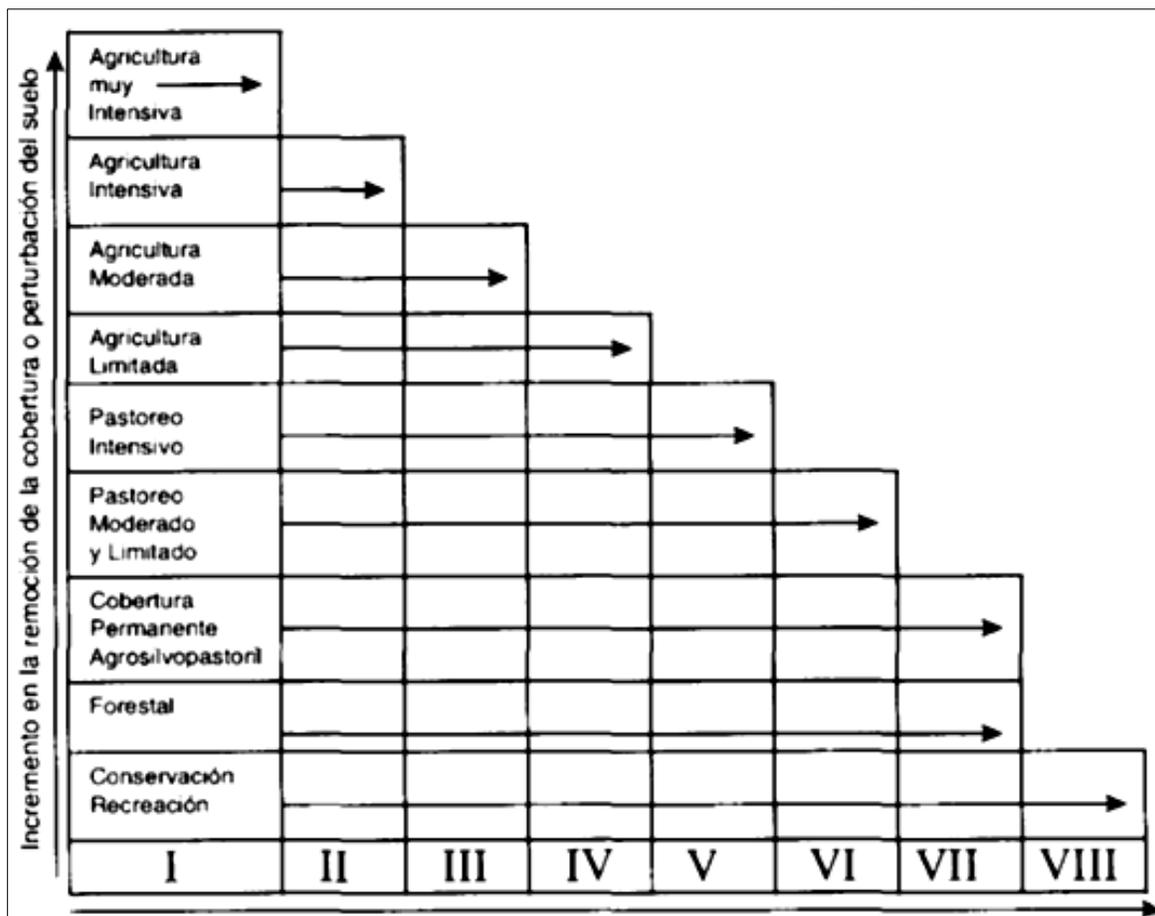
También se calculó el porcentaje de cambio que se ha dado para cada cobertura, en los subperíodos (1986-2000 y 2000-2005) y el período 1986-2005. La ecuación utilizada fue:

$$\% \text{ de cambio} = \frac{(\text{área final} - \text{área inicial})}{\text{área inicial}} * 100\%$$

### **2.4. Dirección y tendencias de cambio**

Para analizar las tendencias de cambio, lo primero que se hizo, fue una calificación de los usos que se utilizaron en los numerales anteriores. Para esto se utilizó la siguiente gráfica, la cual muestra las diferentes clases de suelo en Colombia y capacidad de ser perturbado.

**Gráfica 2.** Relación entre las clases de suelo en Colombia y sus perturbaciones



Fuente: (Malagón Castro, 1998)

A partir de la Gráfica 2 se le dio una calificación a cada uso del suelo, ajustando las coberturas descritas en la gráfica, a los usos con los que se ha trabajado en el presente trabajo de grado.

Es importante aclarar que a la categoría de *Embalse y Cuerpos de Agua* se le da una puntuación tan baja, debido a que la aparición de este uso a la escala del trabajo en la zona, se asocia a embalses y este uso genera impactos al recurso suelo de gran magnitud, ya que elimina toda cobertura que tenga el suelo y modifica la estructura del mismo.

La clasificación quedó de la siguiente manera:

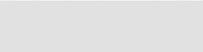
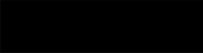
**Tabla 5.** Calificación de los usos del suelo

Uso del suelo	Calificación
Bosque natural denso	10
Bosque natural fragmentado	9
Rastrojo	8
Bosque Plantado	7
Pastos Naturales	6
Pastos Manejados	5
Cultivos Transitorios	4
Cultivos Permanentes	3
Embalse y Cuerpos de Agua	2
Áreas construidas	1
Nubes	100

Fuente: elaboración propia

Con ayuda de ArcGis 9.3, se le dio este valor a cada uso del suelo y posteriormente utilizando el álgebra de mapas, se restó para cada porción del territorio los valores correspondientes al uso del suelo. Para agrupar en tendencias, se dividieron los valores posibles en 6 grupos, los cuales se muestran en la siguiente tabla.

**Tabla 6.** Tendencias en los cambios de uso del suelo

Leyenda	Valores	Tendencia
	- 9 a - 5	Alta Naturalización
	- 4 a - 1	Naturalización
	0	Sin cambio
	1 a 4	Desnaturalización
	5 a 9	Alta desnaturalización
	- 99 a - 90 y 90 a 99	Nubes

Fuente: elaboración propia

Para poder observar los cambios que se pueden dar y los valores que se obtendrían, se presenta a continuación una matriz que relaciona el uso inicial, el uso final y el valor de la resta.

**Tabla 7.** Clasificación en tendencias para cada cambio posible en los usos del suelo

Uso final \ Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanentes	Embalse y Cuerpos de Agua	Áreas construidas	Nubes
Bosque natural denso	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	- 90
Bosque natural fragmentado	- 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	- 91
Rastrojo	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5	6	7	- 92
Bosque Plantado	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5	6	- 93
Pastos Naturales	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	5	- 94
Pastos Manejados	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	4	- 95
Cultivos Transitorios	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	3	- 96
Cultivos Permanentes	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	2	- 97
Embalse y Cuerpos de Agua	- 8	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	1	- 98
Áreas construidas	- 9	- 8	- 7	- 6	- 5	- 4	- 3	- 2	- 1	0	- 99
Nubes	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	0

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

A partir de los siguientes grupos de valores, se graficó en ArcGis 9.3 las diferentes tendencias de cambio de usos del suelo para los 2 subperíodos y el período total del estudio. Adicionalmente se tomaron los datos de área total para cada tendencia y en Microsoft Excel se graficó la participación de cada tendencia en todos los período.

De igual modo se usó el álgebra de mapas para determinar con exactitud los cambios y tendencias que se han dado en el período de estudio. Para esto se le dio un valor diferente al uso inicial y al uso final de la siguiente manera:

**Tabla 8.** Calificación asignada al uso inicial y al final

Uso del suelo	Clasificación	
	Uso inicial	Uso final
Bosque natural denso	100	10
Bosque natural fragmentado	90	9
Rastrojo	80	8
Bosque Plantado	70	7
Pastos Naturales	60	6
Pastos Manejados	50	5
Cultivos Transitorios	40	4
Cultivos Permanentes	30	3
Embalse y Cuerpos de Agua	20	2
Áreas construidas	10	1
Nubes	1000	800

Fuente: elaboración propia

A partir de la tabla anterior se puede obtener un único valor para cada cambio y así conocer con exactitud qué uso ha precedido al uso final. Con estos valores se quiere mostrar claramente los cambios exactos que han sucedido.

En la Tabla 9 se observan los valores obtenidos para cada combinación de usos de las diferentes categorías.

**Tabla 9.** Valores únicos para las combinaciones de cambios posibles

Uso final \ Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanentes	Embalse y Cuerpos de Agua	Áreas construidas	Nubes
Bosque natural denso	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	-700
Bosque natural fragmentado	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	-710
Rastrojo	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	-720
Bosque Plantado	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	-730
Pastos Naturales	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	-740
Pastos Manejados	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	-750
Cultivos Transitorios	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	-760
Cultivos Permanentes	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	-770
Embalse y Cuerpos de Agua	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	-780
Áreas construidas	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	-790
Nubes	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	200

Fuente: elaboración propia

A partir de los valores anteriores se utilizó Microsoft Excel para tabular y graficar los valores arrojados por ArcGis. Se tabuló la extensión de cambio y los porcentajes de terreno que representa cada uso final, con relación al uso inicial. No se espacializaron estos valores para en el área de estudio, debido a la gran cantidad de combinaciones que existen, y dada la escala del trabajo, no se observarían claramente estos cambios.

### **3. RESULTADOS**

#### **3.1. Usos del suelo para cada año control**

Las siguientes 3 gráficas representan los usos del suelo que se presentaban en los años 1986, 2000 y 2006.

##### **3.1.1. Año 1986**

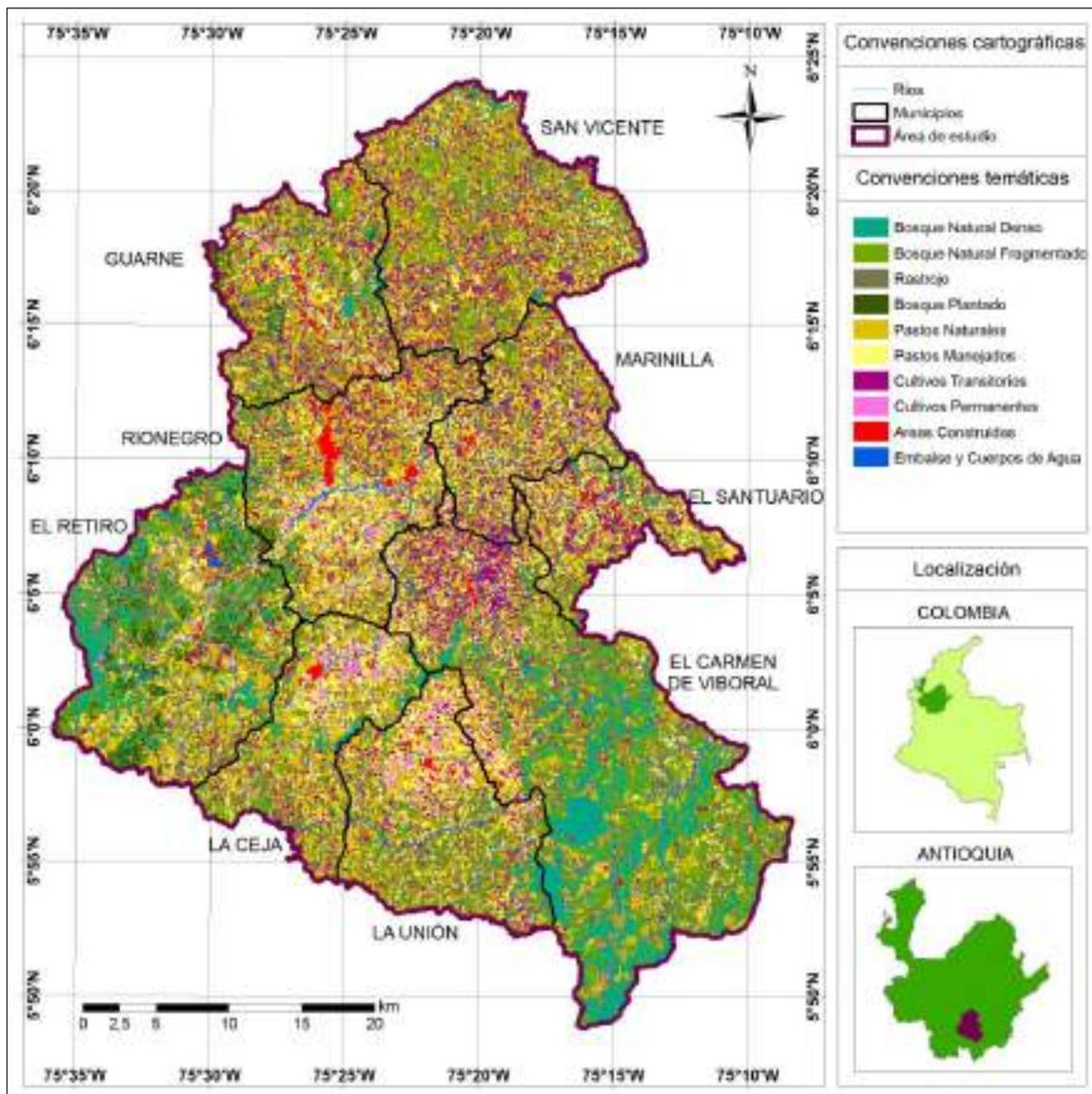
En la Gráfica 3 se presenta la distribución espacial de los distintos usos del suelo presentes en el Valle de San Nicolás. En ésta se puede ver que en el año 1986 hay una prevalencia de pastos, en su mayoría naturales. Los espacios amarillos se distribuyen por todo el territorio, pero en menor medida en el municipio de El Carmen de Viboral y en la parte oriental de El Retiro, donde se observa mayor cantidad de bosques. Además se observan relictos de bosque natural denso en La Ceja, Guarne, San Vicente y El Santuario, y en los demás municipios (Rionegro, Marinilla y La Unión) hay muy poca presencia de esta cobertura del suelo. Para el bosque natural fragmentado se presenta la misma situación, con diferencia de que en La Unión sí hay buena cantidad.

Las plantaciones de bosques sólo se encuentran en El Retiro, Guarne y un poco en Rionegro. Los rastrojos se distribuyen en todos los municipios, pero por su pequeño tamaño, no se alcanzan a diferenciar muy bien a simple vista.

Para los cultivos transitorios se observa una mayor concentración en la parte norte de El Carmen de Viboral, sin embargo hay también presencia de este tipo de uso en los demás municipios. Para los permanentes se observa que los municipios de Rionegro, El Retiro, La Ceja y La Unión tienen más tierra destinada a este uso que los demás municipios.

En el entorno de las cabeceras municipales, se observa una concentración de áreas construidas sobre la autopista Medellín-Bogotá y alrededor del embalse de la Fe.

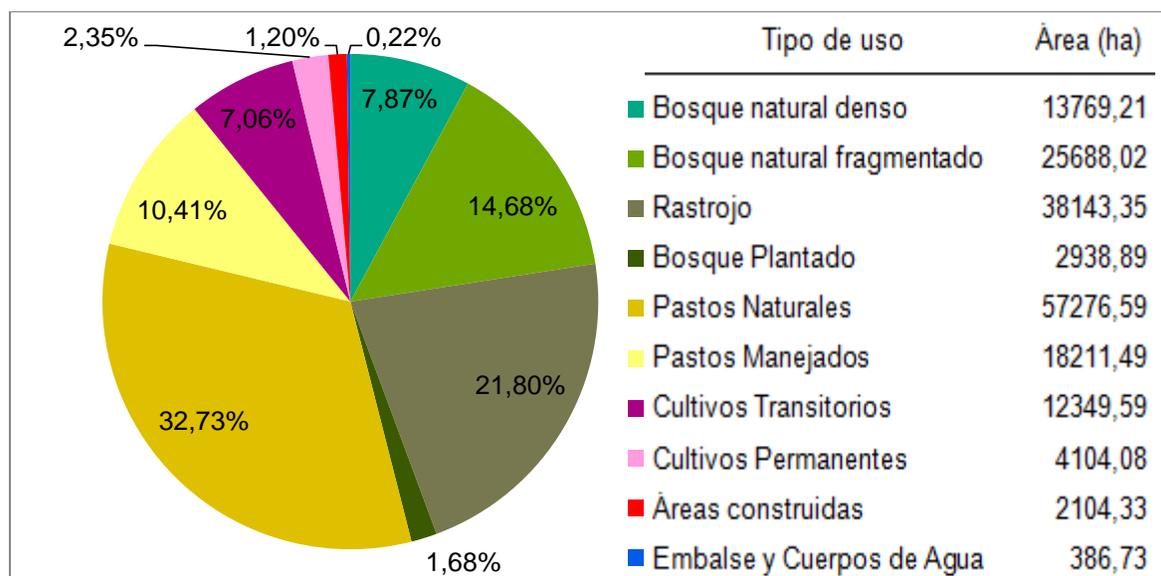
**Gráfica 3.** Mapa de uso de suelo para el año 1986



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Para complementar la información y el análisis, se presenta en la Gráfica 4 los porcentajes de participación de cada tipo de uso del suelo y su extensión.

**Gráfica 4.** Participación y extensión de los usos del suelo para el año 1986



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Al ver la participación de cada uso, se ratifica que el suelo está cubierto en su mayoría por pastos. Los naturales representan un poco menos de la tercera parte del territorio.

Seguido de los pastos, van los rastrojos con casi 40 mil hectáreas. Como ya se mencionó, aunque este tipo ocupe gran parte del territorio, no se observa fácilmente en la Gráfica 3 debido a que esta cobertura se encuentra por lo general en pequeñas extensiones.

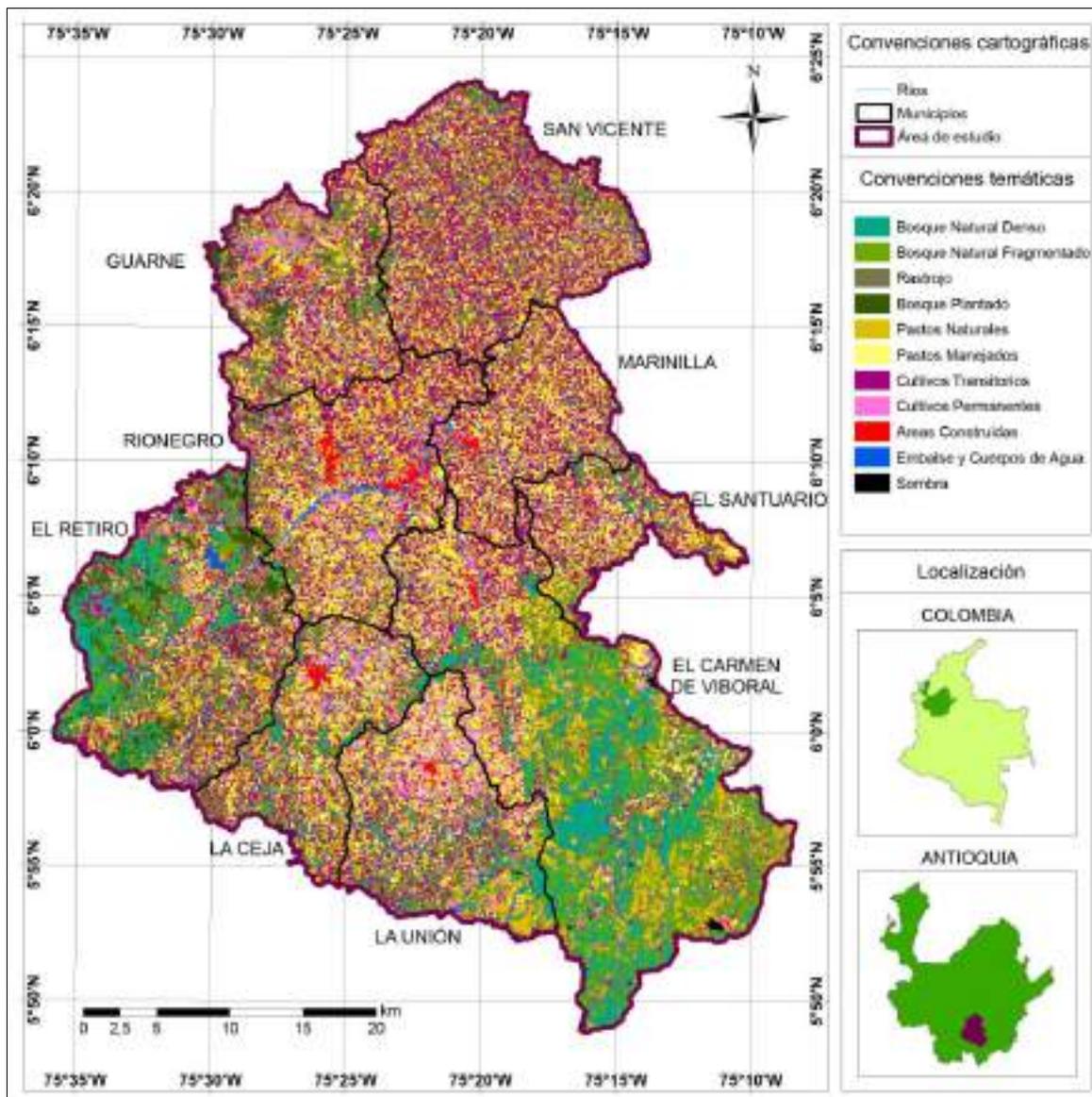
Por otra parte, se puede decir que el suelo está muy poco intervenido en una parte importante del territorio, ya que el bosque natural sigue presente en más del 20 % de la zona.

Los cultivos tienen poca participación a pesar del potencial agrícola de la zona. Las plantaciones tampoco juegan un papel importante, lo que entra en contradicción con la aptitud forestal del suelo del Altiplano.

### 3.1.2. Año 2000

Para observar la distribución en el territorio de los diferentes usos que se le da al suelo en el Altiplano, se muestra a continuación una gráfica de esta zona correspondiente al año 2000.

Gráfica 5. Mapa de uso del suelo para el año 2000



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

En la Gráfica 5 se observa una fuerte coloración amarilla y violeta. Los pastos siguen distribuyéndose por todo el territorio, pero se observa en los naturales, una tendencia a concentrarse en el sur del municipio de El Carmen de Viboral. Los cultivos permanentes también se van asentando principalmente en La Unión y Guarne.

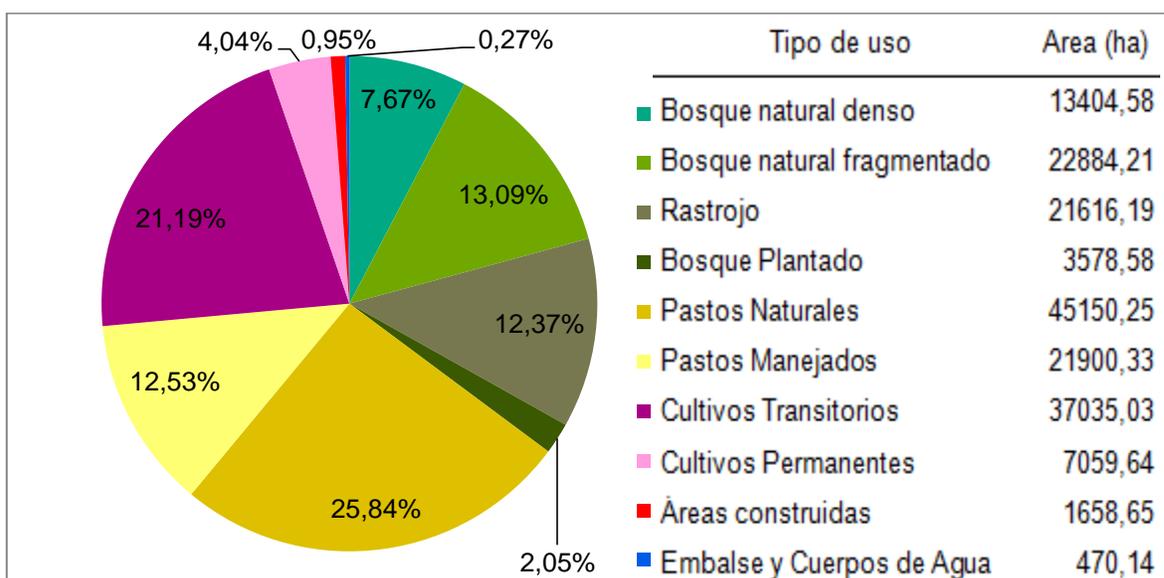
Los bosques naturales densos y fragmentados se ubican en su mayoría en El Retiro y El Carmen de Viboral, mientras que en Rionegro, Marinilla y San Vicente quedan muy pocos fragmentos destinados a este uso. Es posible que esta ubicación obedezca a las pendientes del terreno, ya que estos son los dos municipios más escarpados.

Los rastrojos se distribuyen por todo el territorio, pero se asocian principalmente a los bosques existentes. Las plantaciones de bosques se ubican solamente en los tres municipios más cercanos al Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Esto se explica por la facilidad en el transporte del material forestal, que responde a la demanda dada en Medellín y sus municipios aledaños.

Para las áreas construidas se observa una gran concentración en la cabecera municipal del municipio de Rionegro.

Para complementar el análisis se muestra a continuación una gráfica con los porcentajes de extensión pertenecientes a cada uso (Gráfica 6).

**Gráfica 6.** Participación y extensión de los usos del suelo para el año 2000



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

La Gráfica 6 ratifica la predominancia de pastos y cultivos sobre los otros usos. Los pastos abarcan más de la tercera parte del territorio y se observa mayor cantidad de naturales que de manejados.

En el caso de los cultivos, los cuales ocupan un cuarto de la zona, se observa una mayoría de transitorios y muy poca participación de los cultivos permanentes.

Los bosques naturales también ocupan una porción considerable, ya que entre densos y fragmentados cubren una quinta parte de la zona.

Los rastrojos tienen una extensión aproximada de 20 mil hectáreas, lo que sumado a la extensión de bosques, muestra que una tercera parte del territorio no ha sido muy intervenida. Las plantaciones de bosques cubren apenas alrededor de 4 mil hectáreas, lo

cual demuestra que esta actividad es muy reciente y no tiene mucha participación en la zona.

### **3.1.3. Año 2005**

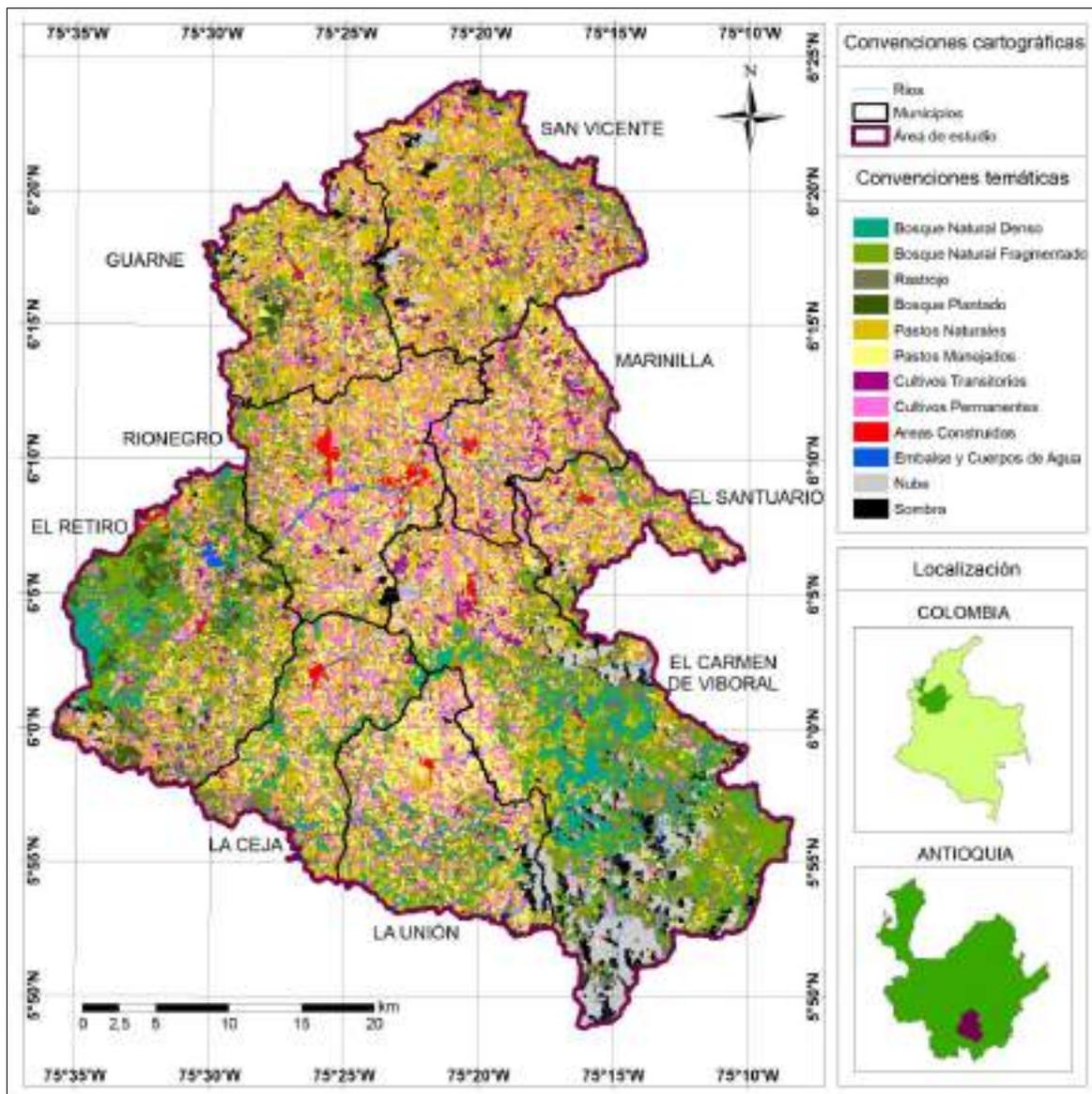
Al igual que para los demás años control, se grafica la distribución espacial de los diferentes usos del suelo que se adjudican al terreno de la zona para el año 2005.

La Gráfica 7 muestra el predominio de los pastos. Los espacios amarillos se distribuyen por todo el territorio. Se observa fragmentos de pastos, en su mayoría naturales, entre los relictos de bosques.

Se observa una coloración violeta clara bastante extendida por la zona. A diferencia de los otros años, donde predominaban los cultivos transitorios, se ve que para el año 2005 los permanentes se van asentando fuertemente en Rionegro, Marinilla y el norte de El Carmen de Viboral. Esta situación obedece a la ubicación del aeropuerto internacional y la facilidad para transportar flores para la exportación. Aunque los cultivos transitorios siguen estando presentes en todos los municipios, su extensión ha disminuido considerablemente.

Los bosques naturales siguen ubicados en su mayoría en El Retiro y El Carmen de Viboral. En la parte más cercana al casco de Rionegro, aproximadamente 10 kilómetros a la redonda, la presencia de bosques naturales es muy escasa.

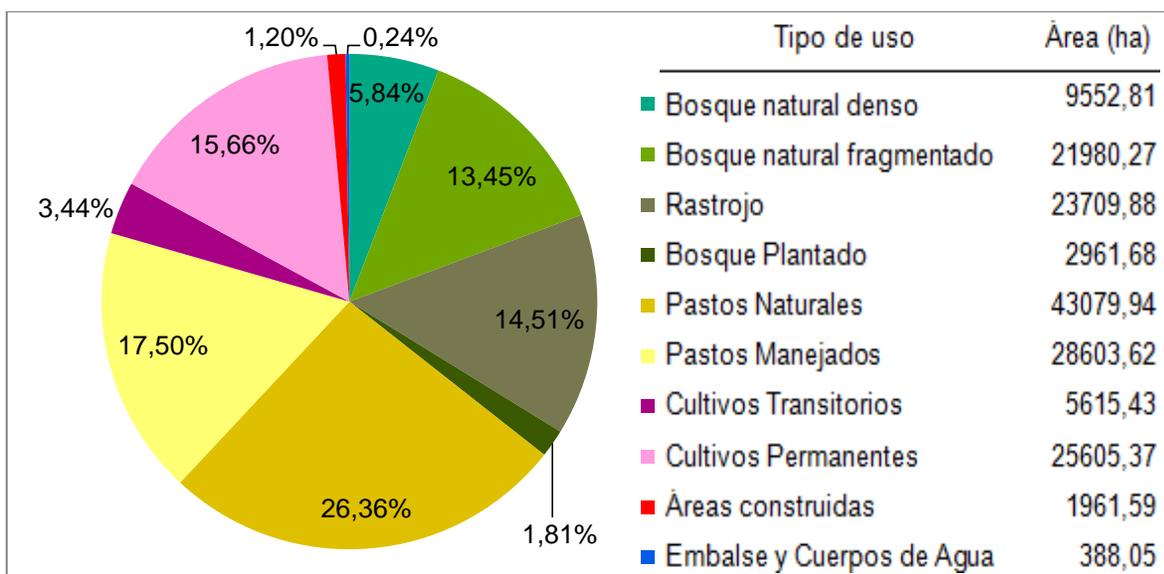
Gráfica 7. Mapa de uso del suelo para el año 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Para complementar el análisis se presenta a continuación la participación de cada uso del suelo en la siguiente gráfica.

**Gráfica 8.** Participación y extensión de los usos del suelo para el año 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

La Gráfica 8 muestra claramente que los pastos son la cobertura más abundante en la zona en 2005. Aunque los pastos naturales siguen siendo más representativos, los manejados empiezan a tener gran importancia, debido a que son el segundo uso más abundante, incluso por encima de los cultivos permanentes.

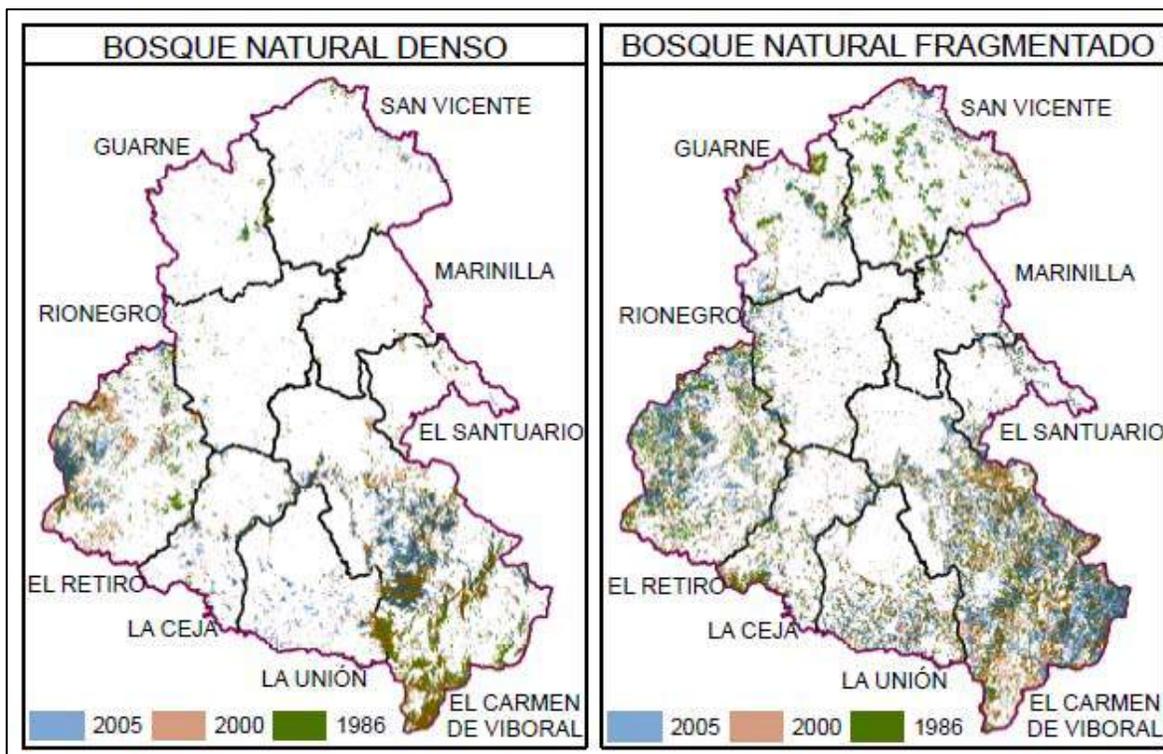
A diferencia de los otros años, los cultivos que más terreno ocupan en 2005, son permanentes, mientras que los transitorios no alcanzan a estar en el 4% del territorio.

Los bosques naturales ocupan menos de una quinta parte del terreno y especialmente los bosques densos están presentes en una porción muy pequeña del territorio; condición desfavorable para la obtención de servicios ambientales por parte de la comunidad.

### 3.2. Evolución de los usos del suelo

Después de analizar los usos del suelo en los diferentes años control, es importante ver la transformación de cada uso y cómo se ha distribuido espacialmente en los diferentes años. Al graficar al tiempo la misma cobertura para 3 años diferentes se puede analizar en qué zonas el uso se ha mantenido o hacia qué zonas se ha desplazado. En las siguientes gráficas se mostrará por parejas las distintas transformaciones. Para las zonas construidas y los cuerpos de agua no se graficará, ya que estos usos son muy estables y no varían significativamente en el espacio para un período de tiempo tan corto y con una escala de información tan pequeña.

**Gráfica 9.** Cambio en los usos del suelo para bosque natural

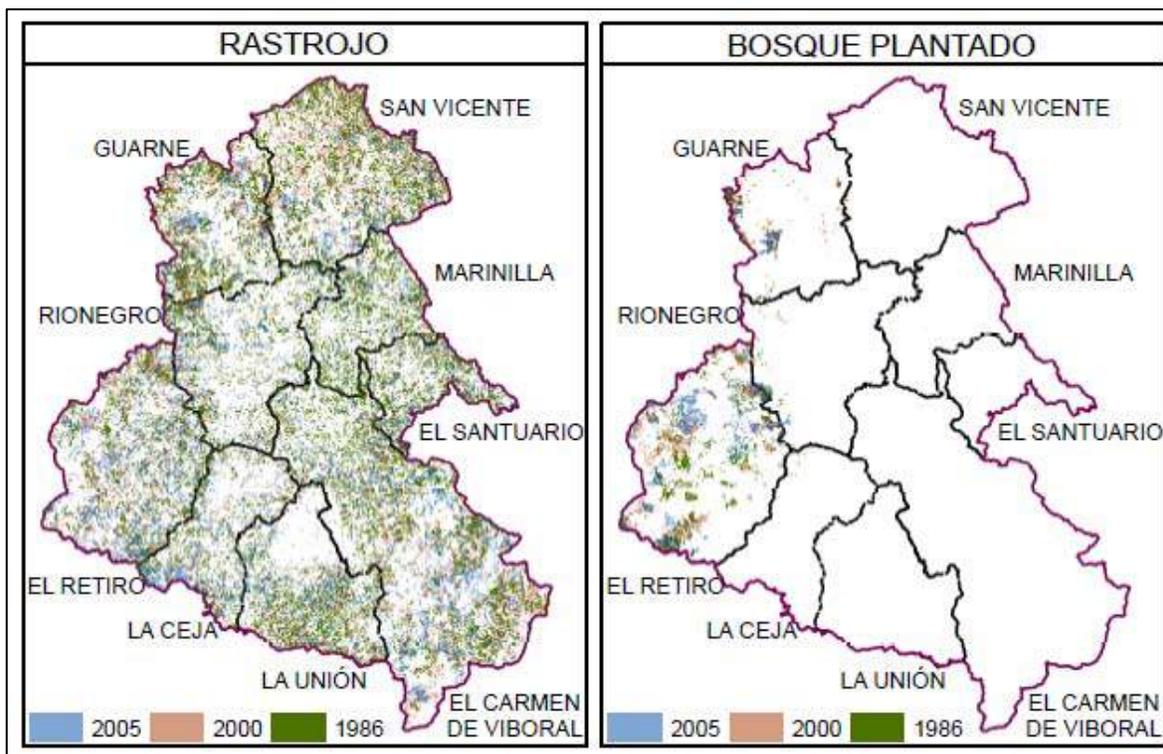


Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Para el bosque natural denso se observan coloraciones marrones y azules oscuras que indican la superposición de este uso para más de un año control. Se observan amplias zonas donde este uso está presente en los diferentes años, en su mayoría en El Carmen del Viboral y El Retiro. Se presenta una situación anormal, que puede ser debida al procesamiento de los datos de los usos, ya que aparecen porciones de bosque natural, en años más recientes, en lugares donde antes no había. El bosque natural no se forma en tan poco tiempo y la existencia de esta cobertura en esta zona se debe a procesos muy antiguos de formación del bosque, más no a restauración de este tipo de vegetación.

Para el bosque natural fragmentado se observa algo similar al denso. En los municipios del Carmen del Viboral y El Retiro hay grandes extensiones de terreno donde este uso del suelo ha estado presente por varios años. Al oriente de El Carmen, se observa una fuerte coloración azul, lo que indica que para el año 2005 hay mayor presencia de bosque fragmentado que en los otros 2 años. Por el contrario, al norte del territorio de ven fragmentos de terreno solamente verdes, lo que indica que para el año 2000, grandes extensiones de bosque fragmentado desaparecieron.

**Gráfica 10.** Cambio en los usos del suelo para rastrojo y bosque plantado

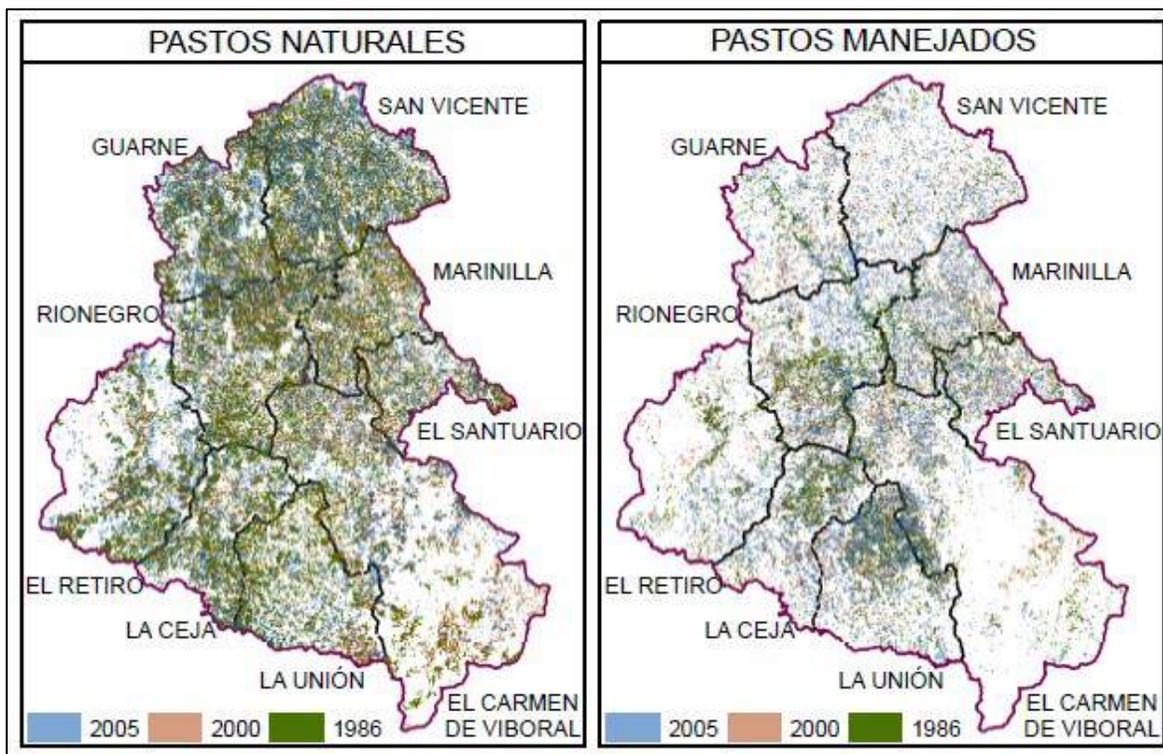


Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Para el rastrojo se puede observar que su distribución es en pequeños fragmentos, pero está ubicada por todo el territorio. Los fragmentos en el año 1986 tenían una área promedio de 4.8 ha, en 2000 2.9 ha y finalmente en 2005, 3.9 ha. Muchos de los fragmentos se mantienen en el tiempo, otros desaparecieron y algunos aparecieron.

Las plantaciones de bosque en algunas partes del terreno se han superpuesto, lo que indica que las plantaciones son jóvenes y todavía no están en época de tala. Pero también se observan plantaciones existentes en un año control y en el siguiente, ya no están presentes, por lo cual se intuye que fueron talados para aprovechamiento forestal. Adicionalmente se observa gran cantidad de nuevas plantaciones en 2005 en la parte oriental de El Retiro. Por el contrario, en Guarne no se observan nuevas plantaciones en 2005, sino que las existentes se ubican en el mismo terreno que las ya plantadas en 1986.

**Gráfica 11.** Cambio en los usos del suelo para pastos

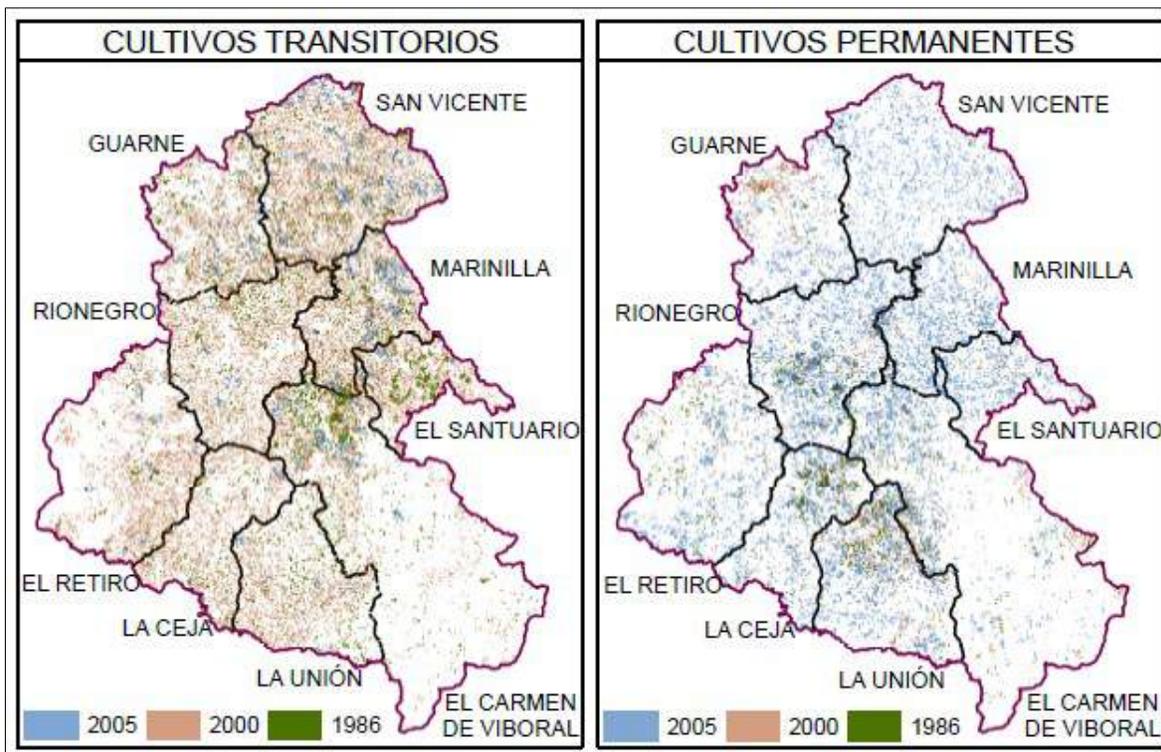


Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Los pastos naturales se distribuyen por todo el territorio en diferentes extensiones. Para el año 1986 se observa presencia de este tipo de uso en todos los municipios y con muy buena participación. Para los años 2000 y 2005, se mantienen muchos terrenos con este uso, desaparecen unos y en otros se empieza a dar este uso. Se observa claramente la alta densidad de este uso en todos los municipios, a excepción del sur y oriente de El Carmen de Viboral y el occidente de El Retiro.

En 1986 los pastos manejados también están presentes en todo el territorio, con mayor densidad en La Unión, La Ceja y Rionegro. En 2000 se mantienen muchos terrenos en La Unión y La Ceja destinados a este uso, desaparecen algunas porciones principalmente en Guarne y Rionegro, pero se crean pequeños terrenos de pastos manejados por toda la zona. En 2005, el proceso que predomina es la creación de nuevos pastos manejados en todos los municipios, aunque también se mantiene muchos terrenos destinados a este uso en 2000.

**Gráfica 12.** Cambio en los usos del suelo para cultivos



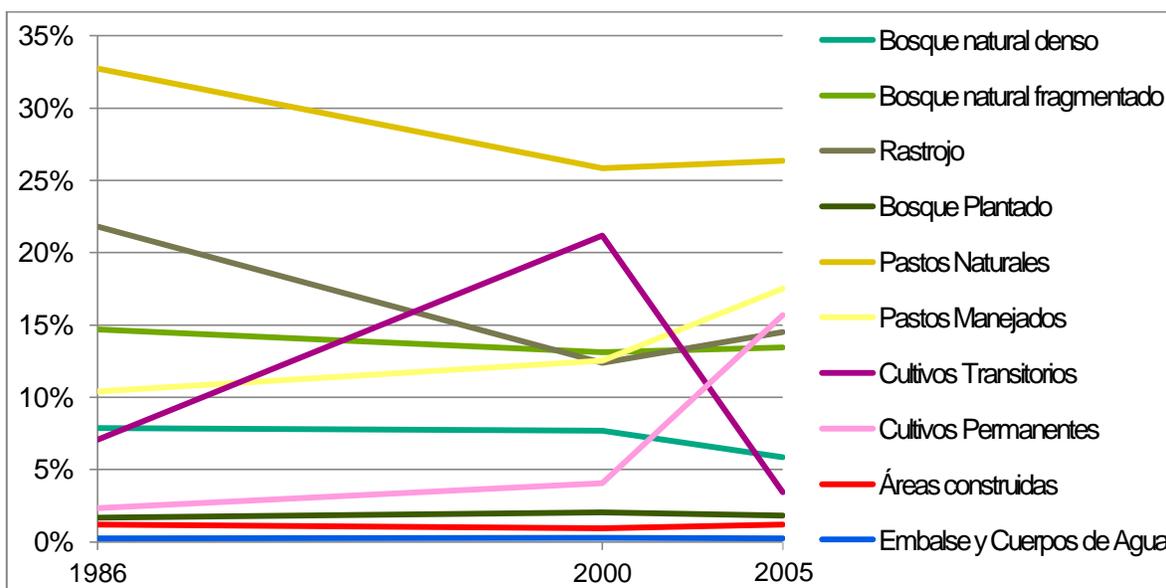
Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

Para los cultivos transitorios se observa que en 1986 este tipo de uso se distribuía por todo el territorio en pequeñas parcelas, con una mayor concentración en el norte de El Carmen de Viboral y El Santuario. En el año 2000 se ve una mayor abundancia de porciones de cultivos transitorios, mas se sigue manteniendo la amplia distribución. Mucha parte del terreno mantiene su uso y en otros lugares aparece en gran medida este tipo de cobertura. Pero para el año 2005 se ve un decaimiento de este tipo de uso. Se mantiene cultivada una proporción del terreno, se crean nuevos cultivos, pero la mayoría del terreno en el que se tenían cultivos en 2000, ya no se observa este tipo de uso 5 años después. Adicionalmente se observa un desplazamiento de los cultivos transitorios hacia el norte, principalmente hacia Marinilla y San Vicente.

Los cultivos permanentes tienen una evolución muy diferente a los transitorios. En 1986 eran muy pocos los trozos del territorio destinados a este uso. En 2000 muchos terrenos se mantienen con este uso y aumenta un poco su distribución. Adicionalmente se ve una alta concentración en el norte del municipio de Guarne. Pero en el año 2005 se observa una amplia distribución de cultivos por toda la zona, con una mayor concentración en Rionegro y los municipios aledaños.

Para complementar el análisis de la evolución de los diferentes usos del suelo, se muestra a continuación una gráfica que muestra la participación porcentual de todos los usos en los tres años control.

**Gráfica 13.** Participación de los usos del suelo en los años control



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

La Gráfica 13 muestra claramente la baja representación del bosque natural denso. En el año 1986 fue cuando mayor extensión tenía y no llegaba a expandirse por el 10% del territorio. En el año 2000 tiene menor representatividad y para el año 2005 el porcentaje de este uso disminuye casi a tan solo 5%. En el caso del bosque fragmentado, la participación es mayor que para el denso en todos los años. En 1986 casi 15% de la zona estaba cubierta por este tipo de uso. En 2000 disminuyó un poco el porcentaje, llegando a 13%. En 2005 aumentó nuevamente, sin embargo no alcanzó los niveles que tenía en 1986. El aumento de bosque natural fragmentado, se puede deber a la tala en parcelas de bosque denso, para establecer cultivos o meter animales rumiantes.

El rastrojo en el año 1986 era la segunda cobertura más abundante, con más del 20%. Pero disminuyó casi a la mitad para el año 2000. Esta variación pudo ser debida al fuerte crecimiento que tuvieron los cultivos en este período. Para el año 2005 el área cubierta por rastrojo aumentó un poco, llegando casi a 15%. Las plantaciones de bosque no son muy representativas en la zona y en los tres años control la participación está alrededor de 2%.

Los pastos naturales son la cobertura más abundante en la zona en todo el período de estudio, sin embargo también han sufrido unas variaciones considerables de 1986 a 2000. Para el primer año se tenía una participación del más de 32% y en el segundo, ésta bajó a

un 25%. En 2005 su área aumentó un poco con respecto al año 2000, pero su participación no alcanzó los niveles anteriores. Los pastos manejados han tenido un comportamiento muy distinto, ya que en todo el período han aumentado su participación, pasando del 10% en 1986, a 12% en 2000 y finalmente a 17% en 2005.

Los cultivos transitorios son el uso del suelo que más ha variado en el tiempo en la zona del Altiplano. En 1986 contaba con una representación del 7%, en 4 años logró ocupar hasta un 21%, pero en el año 2005 se extendía en tan solo el 3 % del territorio. Por su lado, los cultivos permanentes han tenido una dinámica muy diferente. Al comienzo del período de estudio, ocupaban menos de un 3%. Para el año 2000 aumentaron muy poco su representación en la zona, pero al final del período alcanzaron una expansión en la zona del 15%. Dentro de estos cultivos, las flores para exportación han jugado un papel muy importante y esto explica que el área se haya expandido 3 veces.

Las áreas construidas y los cuerpos de agua en este período de tiempo presentan ocupaciones poco variables y poco considerables. Las construcciones constituyen alrededor del 1% del territorio y los cuerpos de agua 0.2%.

Adicional a la Gráfica 13, se presenta una tabla con las variaciones porcentuales de los diferentes tipos de uso del suelo para cada sub período de tiempo y para el período completo de la investigación.

**Tabla 10.** Porcentaje de cambio de los usos del suelo

Uso	1986 - 2000	2000 - 2005	1986 - 2005
Bosque natural denso	-2,53%	-23,81%	-25,74%
Bosque natural fragmentado	-10,81%	2,69%	-8,41%
Rastrojo	-43,26%	17,27%	-33,46%
Bosque Plantado	21,92%	-11,52%	7,87%
Pastos Naturales	-21,07%	2,01%	-19,49%
Pastos Manejados	20,40%	39,64%	68,13%
Cultivos Transitorios	200,26%	-83,79%	-51,33%
Cultivos Permanentes	72,23%	287,77%	567,85%

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

La anterior tabla reafirma lo dicho anteriormente sobre los cambios de los diferentes usos del suelo. Para el bosque natural denso se ve que la extensión disminuye en todo el tiempo del proyecto. En el período 1986 - 2000, disminuye un poco, pero de manera significativa en el siguiente período. El bosque fragmentado disminuye un 10% en el

primer período y en el segundo crece un poco, sin embargo este uso disminuyó un 8% en el período de 1986 a 2005.

El rastrojo disminuyó considerablemente en el primer período, pero recuperó un poco en el segundo. Pero al igual que el bosque fragmentado, para el período total, el cambio fue negativo. Las plantaciones de bosque aumentaron más del 20% en el primer período y casi un 8% en el total, aunque en el segundo disminuyeron un poco.

Los pastos naturales se redujeron alrededor del 20% en el primer período y aumentaron un 2% en el segundo, para tener en total una disminución de 19%. El caso de los manejados es diferente, ya que estos aumentaron en los 2 períodos (y en el total).

Los cultivos (permanentes y transitorios) son los usos que mayor variación han sufrido en este período. Los transitorios triplicaron su extensión en el primer período, pero en el segundo, disminuyeron más del 80%. En total, la extensión de este tipo de uso se redujo a la mitad en 2005, en comparación con el área ocupada en 1986. Los cultivos permanentes aumentaron en los dos períodos y por lo tanto en el total, llegando casi a multiplicar por 6 la extensión inicial.

En términos generales se puede decir que las coberturas naturales han disminuido su extensión en el período de 1986 a 2005; el bosque natural, el rastrojo y los pastos naturales han perdido extensión y se ha reemplazado este uso natural por plantaciones de bosque, pastos manejados y en gran medida, por cultivos permanentes.

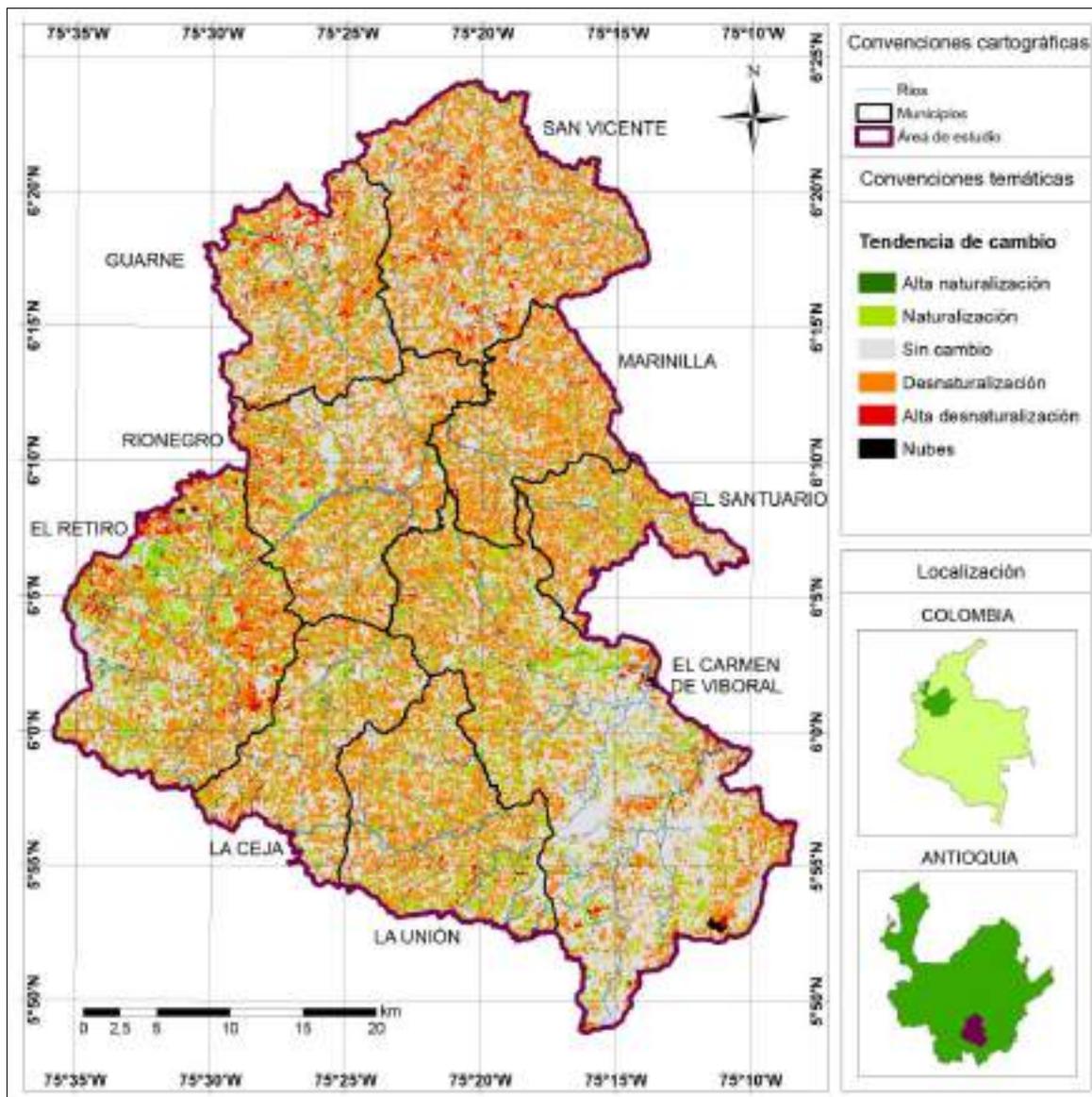
### **3.3. Proceso y tendencias de cambio**

Adicional a los análisis hechos anteriormente, se pretende establecer la dirección de los cambios que han surgido en el área de estudio. Observar los cambios que han sufrido cada uno de los usos es de gran importancia, pero determinar que tendencia predomina nos permite analizar más a fondo, las dinámicas de la región.

#### **3.3.1. Tendencia en el período 1986 - 2000**

En la siguiente gráfica se observan las direcciones de los cambios que han sufrido los usos del suelo entre el año 1986 y el 2000.

**Gráfica 14.** Tendencias de cambio para el período 1986 – 2000



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

En la gráfica anterior se puede ver que en todos los municipios se da alta desnaturalización, sin embargo está más presente en los municipios de El Retiro, Guarne y San Vicente, y un medianamente en el oriente de El Carmen de Viboral. Las porciones que presentan esa tendencia están dispersas y no se observa que sigan algún patrón específico. También se presenta en todo el territorio desnaturalización con alta intensidad, pero en menor medida en el sur de El Carmen de Viboral y el occidente de El Retiro.

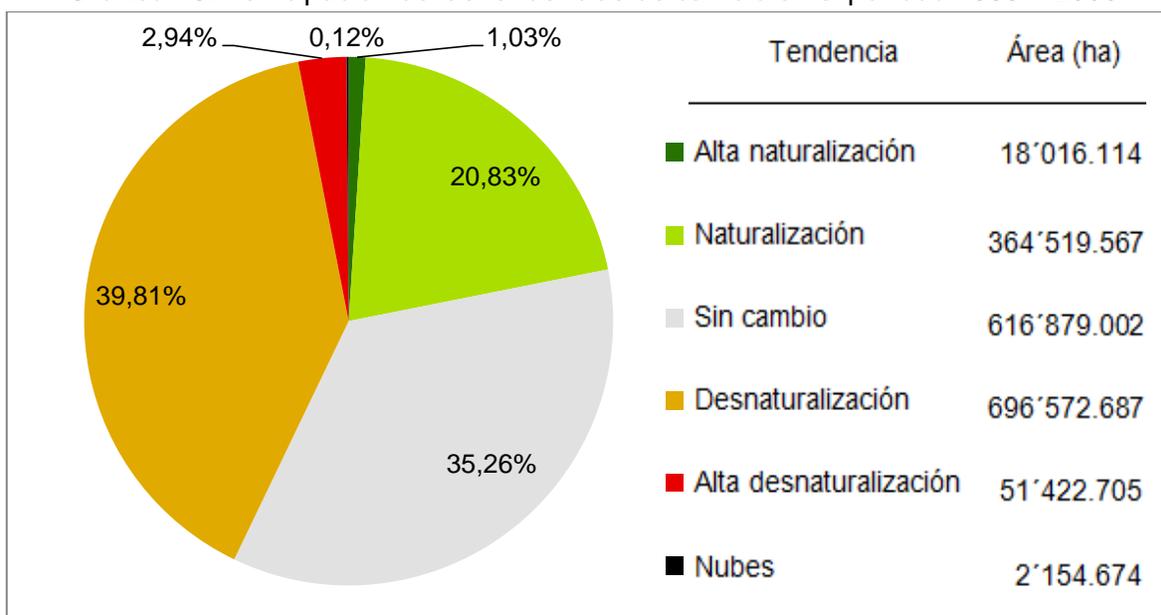
En todos los municipios hay trozos de terreno que no sufrieron ningún cambio en este período. En la totalidad del territorio se observan pequeñas áreas sin cambio, y en los

municipios de El Carmen de Viboral, Rionegro, Guarne, La Ceja y El Retiro hay porciones de gran extensión inmutables.

Para el caso de la naturalización, esta tendencia también se distribuye por todo el territorio en pequeñas fragmentos; y en mayor medida hacia el sur de la zona. La alta naturalización se presenta también en todos los municipios, pero en menor medida y en trozos menos extensos que las otras tendencias. Al ser tan pequeñas las áreas altamente naturalizadas no se observan con claridad en la gráfica. Esta tendencia se ubica también más en los municipios del sur de la zona.

Para poder observar con claridad los porcentajes de áreas de cada una de las tendencias, se grafica a continuación la participación porcentual de cada una de las tendencias antes mostradas en la Gráfica 14.

**Gráfica 15.** Participación de las tendencias de cambio en el período 1986 – 2000



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

Esta gráfica muestra claramente que la tendencia que siguen los usos en este período es en su mayoría de desnaturalización. Más el dos quintas partes del territorio han sufrido un cambio que desfavorece los procesos ecológicos presentes en la zona de estudio. La porción del territorio que se ha venido desnaturalizando altamente, no llega a 3%, sin embargo son en estos territorios donde se ha dado un cambio en el uso del suelo más agresivo.

La porción del territorio que permanece inmutable alcanza un 35% y es la tendencia que ocupa el segundo lugar en extensión. Esta situación favorece la continuidad de los procesos (económicos, sociales, biológicos y ecológicos).

Por otro lado, más de una quinta parte del territorio se ha transformado hacia un uso que genera menor presión al suelo. Alrededor de un 20% del terreno, goza de una naturalización debido al nuevo uso que se le daba en el año 2000. Pero solamente en un 1% se presenta una alta naturalización.

En términos generales se puede decir que el balance neto de las tendencias en este período es hacia una mayor presión sobre el recurso suelo.

Al comparar las tendencias en este período con lo dicho en

Evolución de los usos del suelo, se puede ver que son complementarios estos 2 análisis, ya que para el período 1886 – 2000, los usos que se redujeron su extensión son los más “naturalizados” y aumentaron la mayoría de los usos que mayor presión ejercen al recurso suelo. Esta situación reafirma la tendencia a desnaturalización para este subperíodo.

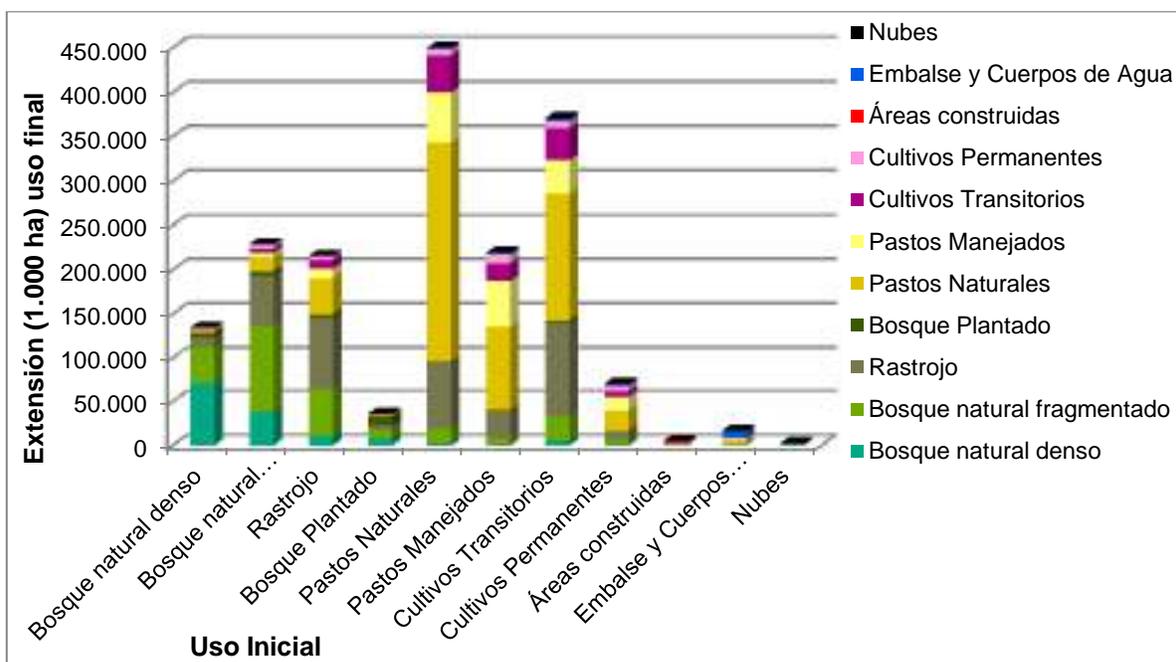
Adicional a las tendencias anteriores, se quiere mostrar la extensión de cada combinación de uso inicial y uso final (Tabla 11 y Gráfica 16), y el porcentaje que ésta representa con relación al uso inicial (Tabla 12).

**Tabla 11.** Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 1986 – 2000

Uso final (1.000 ha)	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y C. de Agua	Áreas construidas	Nubes	TOTAL
Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y C. de Agua	Áreas construidas	Nubes	TOTAL
Bosque natural denso	70.967	37.988	10.670	7.583	2.602	618	5.301	961	68	138	859	137.754
Bosque natural fragmentado	40.468	97.715	53.121	10.001	16.414	6.810	27.125	4.624	186	193	496	257.154
Rastrojo	11.667	57.134	81.137	4.864	75.011	32.470	106.912	10.569	550	642	368	381.323
Bosque Plantado	4.887	4.806	4.046	10.472	1.187	795	2.671	307	49	70	54	29.344
Pastos Naturales	2.837	16.020	40.717	1.399	247.648	94.633	143.460	22.914	496	3.629	266	574.018
Pastos Manejados	822	4.971	10.894	247	56.910	51.539	37.588	15.800	449	2.445	24	181.691
Cultivos Transitorios	1.240	4.963	10.507	623	41.452	19.928	36.685	6.096	338	659	68	122.559
Cultivos Permanentes	1.243	4.127	3.551	577	7.024	10.436	6.960	6.275	275	301	5	40.772
Embalse y C. de Agua	76	273	321	15	212	131	408	389	2.006	48	5	3.885
Áreas construidas	140	557	523	41	4.528	1.213	3.070	2.232	291	8.462	10	21.067
Nubes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>134.346</b>	<b>228.556</b>	<b>215.487</b>	<b>35.822</b>	<b>452.987</b>	<b>218.574</b>	<b>370.180</b>	<b>70.166</b>	<b>4.707</b>	<b>16.586</b>	<b>2.155</b>	

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

**Gráfica 16.** Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 1986-2000



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

**Tabla 12.** Porcentajes de los cambios para los usos en el subperíodo 1986 - 2000

Uso final (ha) \ (ha) Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y Cuerpos de Agua	Áreas construidas	Nubes
Bosque natural denso	51,5%	27,6%	7,7%	5,5%	1,9%	0,4%	3,8%	0,7%	0,0%	0,1%	0,6%
Bosque natural fragmentado	15,7%	38,0%	20,7%	3,9%	6,4%	2,6%	10,5%	1,8%	0,1%	0,1%	0,2%
Rastrojo	3,1%	15,0%	21,3%	1,3%	19,7%	8,5%	28,0%	2,8%	0,1%	0,2%	0,1%
Bosque Plantado	16,7%	16,4%	13,8%	35,7%	4,0%	2,7%	9,1%	1,0%	0,2%	0,2%	0,2%
Pastos Naturales	0,5%	2,8%	7,1%	0,2%	43,1%	16,5%	25,0%	4,0%	0,1%	0,6%	0,0%
Pastos Manejados	0,5%	2,7%	6,0%	0,1%	31,3%	28,4%	20,7%	8,7%	0,2%	1,3%	0,0%
Cultivos Transitorios	1,0%	4,0%	8,6%	0,5%	33,8%	16,3%	29,9%	5,0%	0,3%	0,5%	0,1%
Cultivos Permanentes	3,0%	10,1%	8,7%	1,4%	17,2%	25,6%	17,1%	15,4%	0,7%	0,7%	0,0%
Embalse y C. de Agua	2,0%	7,0%	8,3%	0,4%	5,5%	3,4%	10,5%	10,0%	51,6%	1,2%	0,1%
Áreas construidas	0,7%	2,6%	2,5%	0,2%	21,5%	5,8%	14,6%	10,6%	1,4%	40,2%	0,0%
Nubes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

La gráfica y las tablas anteriores son muy buen elemento de análisis para un uso del suelo en particular, discusión que se sale un poco de los objetivos de este trabajo.

Sin embargo, para un análisis de conjunto se puede deducir que para 6 de los usos iniciales (bosque natural denso, bosque natural fragmentado, bosque plantado, pastos naturales, embalse y cuerpos de agua, y áreas construidas), el mayor porcentaje presentado se da en un uso final igual que el inicial, lo que quiere decir que una buena representatividad del terreno permanece con el mismo uso.

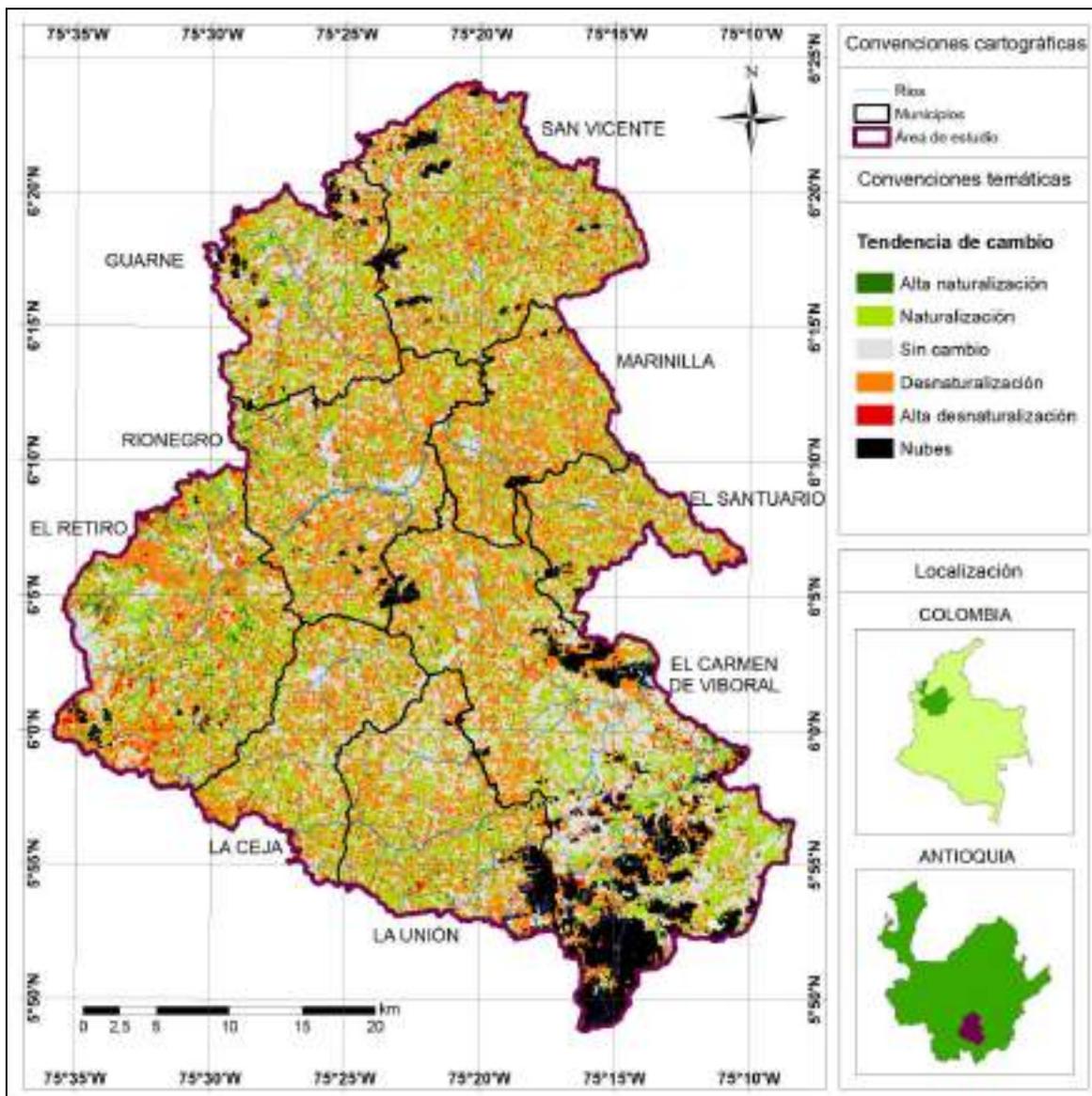
En el caso del rastrojo (como uso inicial), el uso final que más lo reemplazó fueron los cultivos transitorios, situación que corrobora lo mostrado en la Gráfica 13. Los pastos manejados fueron reemplazados en su mayoría por naturales.

Aunque los cultivos aumentaron su extensión en el período 1986 – 2000, los terrenos destinados a este uso en 1986 fueron reemplazados en gran medida por pastos. Sin embargo, una gran extensión de terreno fue utilizada para cultivos en 2000, en terrenos antes destinados a tener pastos y rastrojo. Esta situación representa la gran variabilidad que se da en el Altiplano con respecto a los usos que la población otorga al suelo.

### **3.3.2. Tendencia en el período 2000 - 2005**

A continuación se grafica para el segundo subperíodo las tendencias que sufrieron los usos del suelo para la zona de estudio.

**Gráfica 17.** Tendencias de cambio para el período 2000 - 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

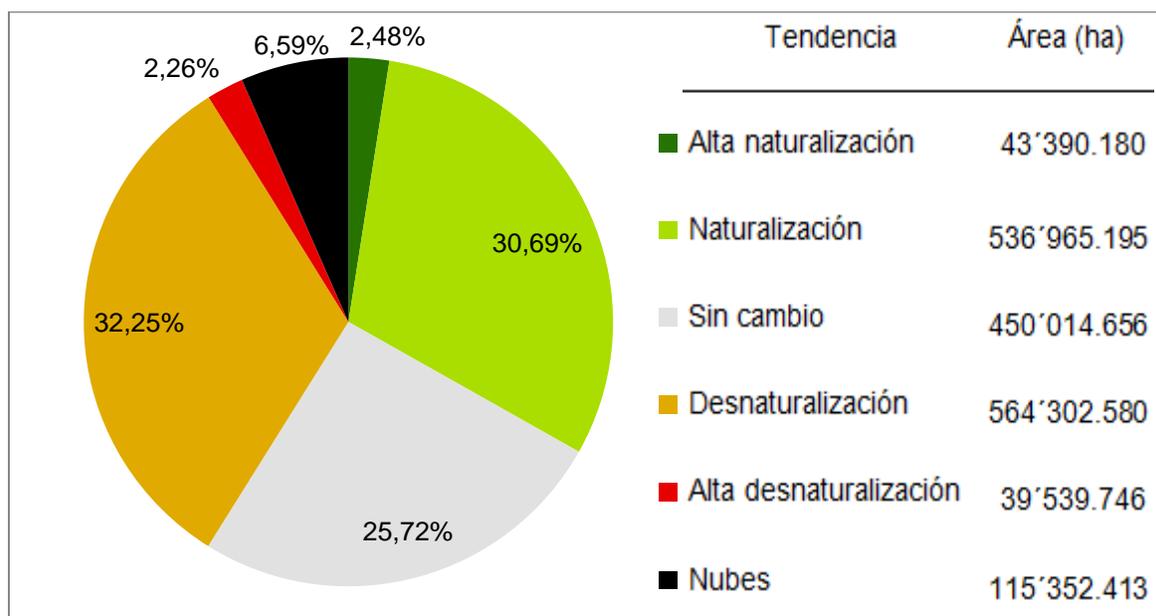
Para el período 2000 – 2005 se observan porciones rojas dispersas por todo el territorio, lo cual indica alta desnaturalización. Esta tendencia es un poco más fuerte en San Vicente y El Retiro; y aunque no se observe claramente, se puede asegurar que no hay un municipio que no presente esta dirección de cambio en el uso del suelo. Para el caso de la desnaturalización, se puede observar que al igual que la tendencia anterior, se distribuye por todos los municipios. Sin embargo se observan fragmentos del terreno en el sur de El Carmen de Viboral y en el oriente de El Retiro, donde no está muy presente esta tendencia.

Los fragmentos del suelo que no sufrieron cambios se distribuyen por todos los municipios. A diferencia de las otras tendencias, se presentan grandes áreas de terreno que permanecen destinadas al mismo uso.

En la Gráfica 17 se observa una gran coloración verde clara, lo que indica una naturalización en gran parte del territorio y sin ningún patrón aparente. Para el caso de la alta naturalización se observa una mayor concentración en El Retiro, sin embargo aunque no se puede observar muy claramente por la escala de la gráfica, está presente en todos los municipios.

Adicional a la Gráfica 17, se presenta una gráfica que muestra la participación de cada tendencia en el subperíodo de 2000 a 2005.

**Gráfica 18.** Participación de las tendencias de cambio en el período 2000 – 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

En esta gráfica se ve claramente que las tendencias están muy repartidas y se observa un comportamiento muy similar entre la naturalización y la desnaturalización (incluidas las altas). Alrededor de un 35% del territorio sufrió una desnaturalización y en casi la misma cantidad, una naturalización. El resto del terreno, en donde se pudo analizar los cambios, permaneció con el mismo uso asignado.

Aunque se podría pensar que el balance neto es prácticamente nulo, no se puede asegurar, debido a que más del 70% del territorio sufrió algún tipo de cambio, lo cual genera alteraciones en los ecosistemas y para determinar que la presión neta en todo el territorio es nula, se tendrían que hacer estudios ecosistémicos detallados.

Al comparar esta situación con lo dicho en Evolución de los usos del suelo, se observa que para este subperíodo, los usos que disminuyeron y los que aumentaron no se pueden agrupar de acuerdo a las presiones que ejercen en el suelo, y por lo tanto no nos da ninguna idea de las tendencias de cambio que se dieron en este subperíodo.

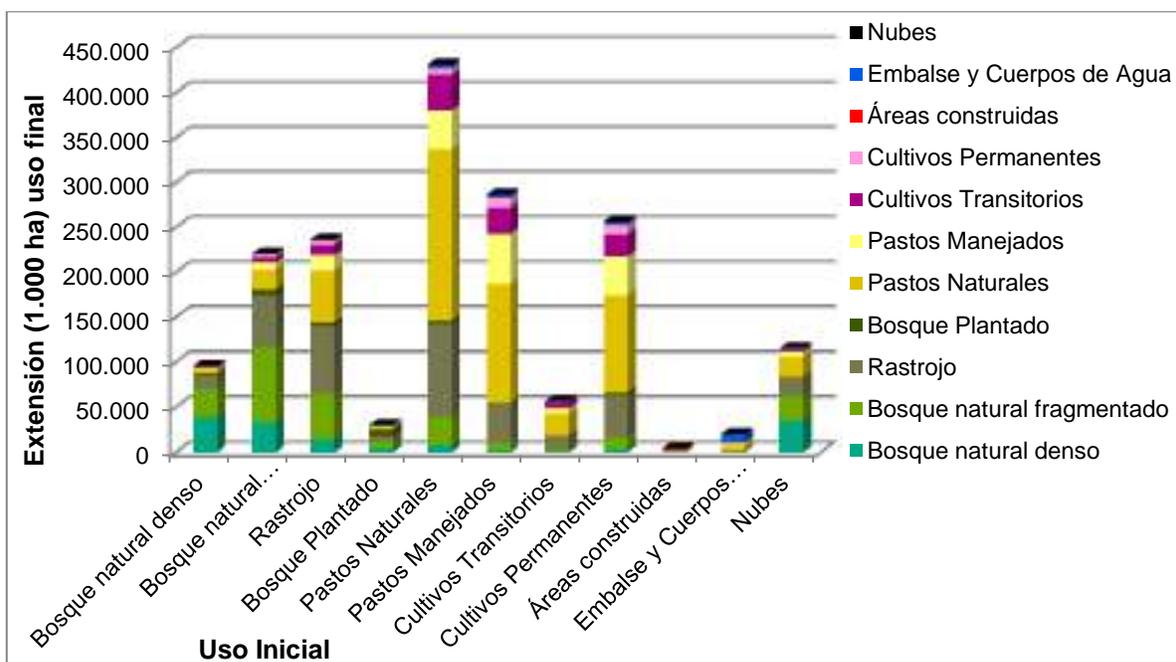
Para complementar el análisis se muestra a continuación la extensión de cada cambio puntual (todas las combinaciones de uso inicial y uso final) y el porcentaje que éstas representan con relación al uso inicial (Tabla 13, Gráfica 19 y Tabla 14).

**Tabla 13.** Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 - 2005

Uso final (1.000 ha)	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y C. de Agua	Áreas construidas	Nubes	TOTAL
Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y C. de Agua	Áreas construidas	Nubes	TOTAL
Bosque natural denso	39.028	32.389	14.412	4.064	7.768	2.003	502	3.221	94	171	34.132	137.783
Bosque natural fragmentado	31.538	83.638	50.082	8.100	31.055	8.485	2.359	13.255	145	645	27.895	257.197
Rastrojo	13.435	58.093	74.920	5.636	103.223	43.038	15.055	46.518	440	990	20.087	381.437
Bosque Plantado	2.736	6.052	4.362	7.351	3.800	991	187	3.099	0	52	706	29.336
Pastos Naturales	5.270	22.946	58.098	2.491	190.836	132.300	24.802	108.313	906	4.815	23.248	574.024
Pastos Manejados	1.304	7.516	16.916	733	43.047	55.962	5.674	42.578	398	3.119	4.438	181.685
Cultivos Transitorios	1.265	5.341	11.347	447	39.676	28.838	6.572	25.092	267	883	2.750	122.480
Cultivos Permanentes	789	3.431	4.562	674	7.332	11.187	800	10.175	100	431	1.224	40.706
Embalse y C. de Agua	41	230	713	81	456	290	51	558	1.313	43	102	3.877
Áreas construidas	88	391	1.156	148	3.686	2.840	311	3.228	187	8.459	544	21.038
Nubes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>95.493</b>	<b>220.028</b>	<b>236.568</b>	<b>29.725</b>	<b>430.879</b>	<b>285.935</b>	<b>56.314</b>	<b>256.037</b>	<b>3.849</b>	<b>19.608</b>	<b>115.126</b>	

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

**Gráfica 19.** Extensión de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 - 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

**Tabla 14.** Porcentaje de los cambios para los usos en el subperíodo 2000 – 2005

Uso final (ha) / (ha) Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y Cuerpos de Agua	Áreas construidas	Nubes
Bosque natural denso	28,3%	23,5%	10,5%	2,9%	5,6%	1,5%	0,4%	2,3%	0,1%	0,1%	24,8%
Bosque natural fragmentado	12,3%	32,5%	19,5%	3,1%	12,1%	3,3%	0,9%	5,2%	0,1%	0,3%	10,8%
Rastrojo	3,5%	15,2%	19,6%	1,5%	27,1%	11,3%	3,9%	12,2%	0,1%	0,3%	5,3%
Bosque Plantado	9,3%	20,6%	14,9%	25,1%	13,0%	3,4%	0,6%	10,6%	0,0%	0,2%	2,4%
Pastos Naturales	0,9%	4,0%	10,1%	0,4%	33,2%	23,0%	4,3%	18,9%	0,2%	0,8%	4,0%
Pastos Manejados	0,7%	4,1%	9,3%	0,4%	23,7%	30,8%	3,1%	23,4%	0,2%	1,7%	2,4%
Cultivos Transitorios	1,0%	4,4%	9,3%	0,4%	32,4%	23,5%	5,4%	20,5%	0,2%	0,7%	2,2%
Cultivos Permanentes	1,9%	8,4%	11,2%	1,7%	18,0%	27,5%	2,0%	25,0%	0,2%	1,1%	3,0%
Embalse y C. de Agua	1,1%	5,9%	18,4%	2,1%	11,8%	7,5%	1,3%	14,4%	33,9%	1,1%	2,6%
Áreas construidas	0,4%	1,9%	5,5%	0,7%	17,5%	13,5%	1,5%	15,3%	0,9%	40,2%	2,6%
Nubes	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

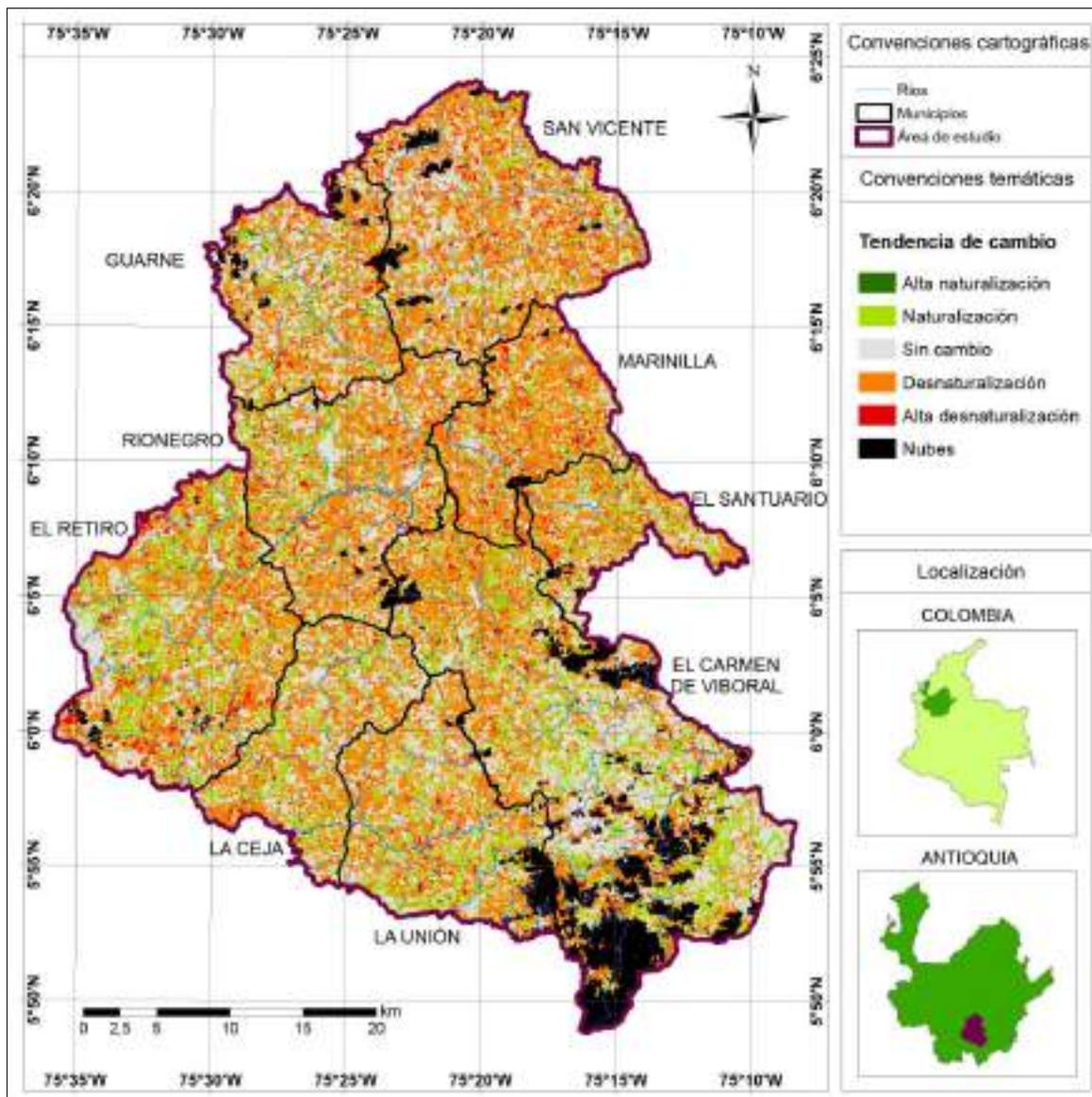
En el periodo 2000 – 2005 la mayoría de los usos permanecieron estables. El bosque natural denso, bosque natural fragmentado, rastrojo, bosque plantado, pastos naturales, pastos manejados, embalse y cuerpos de agua, y áreas construidas continuaron establecidos en gran parte de terreno inicial.

El área destinada a cultivos en el año 2000 fue utilizada para pastos en su mayoría en el año 2005. Sin embargo, en este mismo año, los cultivos permanentes experimentaron un fuerte auge y llegaron a ocupar grandes terrenos antes destinados a pastos y rastrojos.

### **3.3.3. Tendencia en el período 1986 - 2005**

Para finalizar el análisis de las direcciones de cambio, se grafican las tendencias para el período completo.

**Gráfica 20.** Tendencias de cambio para el período 1986 – 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

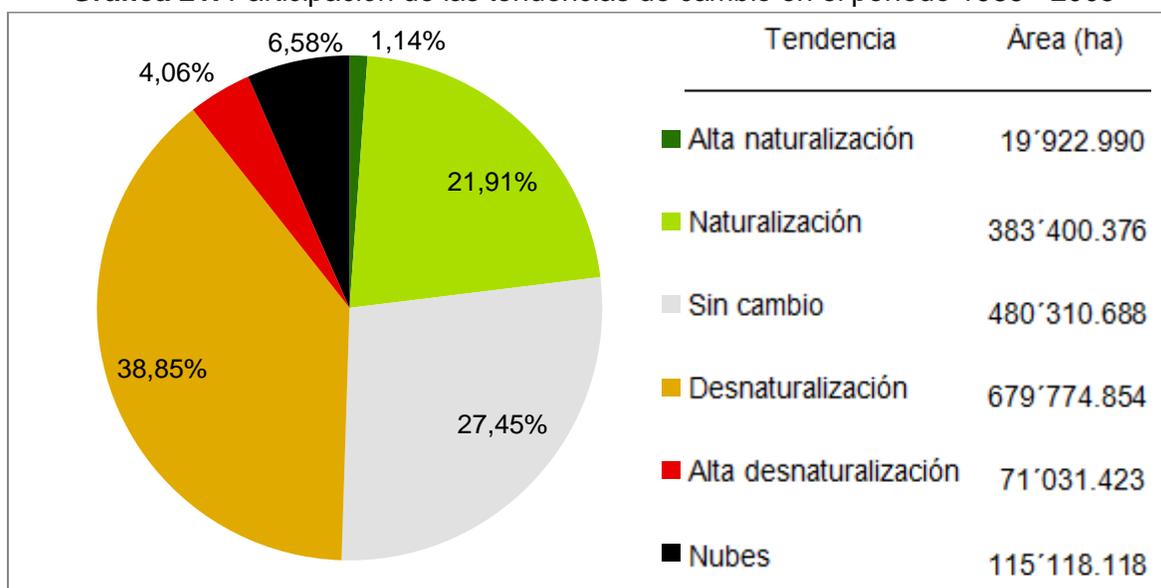
Los cambios registrados en la totalidad el período muestran que la tendencia a una alta desnaturalización se ha presentado más en estos años en el norte de la zona. Las porciones del territorio que han sufrido una alta desnaturalización en esta parte de la zona, son de poca extensión. Otra situación muy distinta se presenta en El Retiro, donde no hay muchos sitios con esta tendencia, pero los que existen son de gran extensión. En la mayor parte de esta porción del territorio se asentaban en 1986 bosques naturales. La desnaturalización se distribuye por toda la zona, pero con mayor intensidad en la parte norte y central. Esta tendencia se presenta en fragmentos del terreno de todas las extensiones, incluyendo unos terrenos de gran amplitud (que pueden alcanzar 1 km<sup>2</sup>).

En todo la zona se distribuyen trozos de terreno que han permanecido inmutables y no se observa una concentración mayor en algún municipio. Algunas partes en las que no se observa ningún cambio en el uso del suelo, corresponden a los centros poblados de los municipios y en Guarne se puede observar claramente que estos terrenos corresponden a los retiros de los cuerpos de agua. Sin embargo se observa que el fragmento más grande de alguna tendencia se ubica en el Retiro y equivale a un bosque natural denso que ha permanecido en el tiempo.

La naturalización se ha dado en pequeñas porciones y no se observa una distribución ordenada o que siga algún patrón. Esta tendencia se observa en todos los municipios, pero no se encuentra alguna concentración específica. La alta naturalización se da muy poco y es en pequeñas porciones en toda la zona.

Para complementar el análisis de las tendencias durante el período de estudio completo, se presenta a continuación la Gráfica 21 donde se muestra la participación porcentual de cada tendencia.

**Gráfica 21.** Participación de las tendencias de cambio en el período 1986 - 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE

De la anterior gráfica se puede decir que la alta desnaturalización representa un porcentaje bajo de participación, lo que hace que en la Gráfica 20 no se pueda observar con claridad esta tendencia. Igualmente, esta tabla reafirma que la desnaturalización es la tendencia más presente en este período en la zona del Valle de San Nicolás. Ésta representa casi un 40% y sobrepasa a las demás por mucha cantidad.

Alrededor de un 27% del territorio permaneció inmutable en el período de estudio y se constituye en la segunda tendencia en extensión.

Más de un 30% del terreno experimentó una naturalización. Este es la tendencia que ocupa el tercer lugar en extensión. Y por último se observa que la alta naturalización es la tendencia de menor lugar ocupa en la zona. Tan sólo alrededor de un 1% del territorio ha experimentado una fuerte disminución en la presión del recurso suelo.

A partir de los resultados anteriores se podría decir que la tendencia que predomina en el período de estudio es la desnaturalización de las coberturas del suelo. Al comparar esta afirmación con Evolución de los usos del suelo, se reitera que en este período los usos que menor presión ejercen al suelo han disminuido, a la par con los cultivos transitorios y los pastos naturales. Y a su vez el bosque plantado, los pastos manejados y los cultivos permanentes (2 de los usos más agresivos con el suelo) han aumentado su participación en este período.

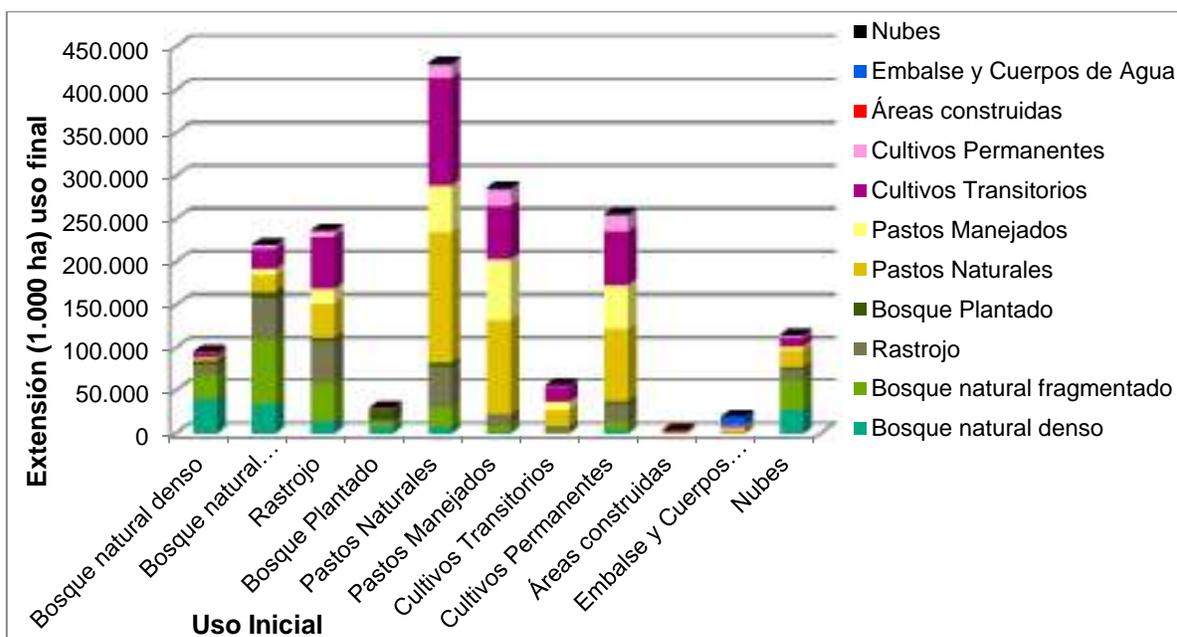
Adicional a las tendencias, se muestra a continuación la extensión de todas las combinaciones posibles de uso inicial y uso final, y el porcentaje que ésta representa de acuerdo al uso inicial (Tabla 15, Gráfica 22 y Tabla 16).

**Tabla 15.** Extensión de los cambios para los usos en el período 1986 – 2005

Uso final (1.000 ha) Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y C. de Agua	Áreas construidas	Nubes	TOTAL
Bosque natural denso	40.565	33.286	13.664	6.992	6.818	1.544	223	3.741	41	76	27.262	134.212
Bosque natural fragmentado	27.343	75.028	44.928	5.547	23.758	6.364	1.892	9.925	126	111	33.735	228.756
Rastrojo	12.321	50.342	48.704	3.436	46.871	12.463	5.861	20.705	274	293	14.250	215.519
Bosque Plantado	4.311	5.981	4.164	11.047	4.885	954	84	2.785	26	81	1.484	35.803
Pastos Naturales	3.564	20.073	39.553	493	151.785	110.250	18.859	84.254	617	3.148	20.138	452.734
Pastos Manejados	1.054	6.750	17.797	283	54.556	71.238	9.547	51.530	306	974	4.557	218.591
Cultivos Transitorios	5.541	23.943	60.217	1.534	125.352	61.695	18.088	62.115	543	1.688	9.620	370.335
Cultivos Permanentes	568	3.595	6.463	210	14.660	19.090	1.492	18.591	300	2.508	2.683	70.160
Embalse y C. de Agua	59	195	656	154	673	380	79	743	1.577	18	176	4.710
Áreas construidas	100	76	375	46	1.248	1.997	79	1.626	53	10.754	246	16.598
Nubes	86	668	75	0	236	16	45	81	0	0	944	2.151
<b>TOTAL</b>	<b>95.511</b>	<b>219.936</b>	<b>236.596</b>	<b>29.741</b>	<b>430.843</b>	<b>285.990</b>	<b>56.248</b>	<b>256.096</b>	<b>3.863</b>	<b>19.652</b>	<b>115.094</b>	

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

**Gráfica 22.** Extensión de los cambios para los usos en el período 1986 - 2005



Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

**Tabla 16.** Porcentaje de los cambios para los usos en el período 1986 – 2005

Uso final (ha) \ (ha) Uso inicial	Bosque natural denso	Bosque natural fragmentado	Rastrojo	Bosque Plantado	Pastos Naturales	Pastos Manejados	Cultivos Transitorios	Cultivos Permanente	Embalse y Cuerpos de Agua	Áreas construidas	Nubes
Bosque natural denso	30,2%	24,8%	10,2%	5,2%	5,1%	1,2%	0,2%	2,8%	0,0%	0,1%	20,3%
Bosque natural fragmentado	12,0%	32,8%	19,6%	2,4%	10,4%	2,8%	0,8%	4,3%	0,1%	0,0%	14,7%
Rastrojo	5,7%	23,4%	22,6%	1,6%	21,7%	5,8%	2,7%	9,6%	0,1%	0,1%	6,6%
Bosque Plantado	12,0%	16,7%	11,6%	30,9%	13,6%	2,7%	0,2%	7,8%	0,1%	0,2%	4,1%
Pastos Naturales	0,8%	4,4%	8,7%	0,1%	33,5%	24,4%	4,2%	18,6%	0,1%	0,7%	4,4%
Pastos Manejados	0,5%	3,1%	8,1%	0,1%	25,0%	32,6%	4,4%	23,6%	0,1%	0,4%	2,1%
Cultivos Transitorios	1,5%	6,5%	16,3%	0,4%	33,8%	16,7%	4,9%	16,8%	0,1%	0,5%	2,6%
Cultivos Permanentes	0,8%	5,1%	9,2%	0,3%	20,9%	27,2%	2,1%	26,5%	0,4%	3,6%	3,8%
Embalse y Cuerpos de Agua	1,3%	4,1%	13,9%	3,3%	14,3%	8,1%	1,7%	15,8%	33,5%	0,4%	3,7%
Áreas construidas	0,6%	0,5%	2,3%	0,3%	7,5%	12,0%	0,5%	9,8%	0,3%	64,8%	1,5%
Nubes	0,5%	4,0%	0,5%	0,0%	1,4%	0,1%	0,3%	0,5%	0,0%	0,0%	5,7%

Fuente: elaboración propia a partir de información cartográfica suministrada por CORNARE.

Para el análisis del período total de estudio se puede decir que 7 de los 10 usos mantuvieron su uso actual en un porcentaje mayor que el resto de cada uso de los usos finales. El bosque natural denso, bosque natural fragmentado, bosque plantado, pastos naturales, pastos manejados, embalse y cuerpos de agua, y áreas construidas continuaron establecidos en una parte de terreno inicial.

Los cultivos y el rastrojo aunque tiene una representatividad alta en la zona, son los usos que más han variado en el tiempo, tanto espacial como en extensión.

En general se puede decir los usos del suelo se han mantenido estables, sin embargo, también se presenta una gran cantidad de variaciones de uso en el suelo del Altiplano, especialmente en las coberturas vegetales mantenidas por el hombre.

## **4. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES**

### **Usos del suelo en años control**

En 1986 se tenía una distribución concreta de algunos usos del suelo, donde se observa claramente la presencia del bosque natural en el occidente de El Retiro y el sur de El Carmen de Viboral, zonas que presentan las mayores pendientes de la zona (como se observa en la Gráfica 1). En el norte de El Carmen de Viboral se observa una alta concentración de cultivos transitorios y cerca de las cabeceras municipales de La Ceja y La Unión, cultivos permanentes.

En el año 2000 se presenta un fuerte auge de los cultivos transitorios en el norte de la zona, y de cultivos permanentes asociados nuevamente a cabeceras municipales, principalmente en Guarne, Marinilla, Rionegro (3 municipios que son cruzados por la autopista Medellín - Bogotá), La Ceja y La Unión.

El año 2005 se caracteriza por la fuerte presencia de cultivos permanentes, asentados con mayor intensidad hacia el centro de la zona donde se ubica el aeropuerto José María Córdova. Acompañando a este uso, se observa una gran extensión de pastos, lo que reafirma la consolidación de la actividad pecuaria en este año.

Para la distribución de los usos se puede concluir que en 1986 predominaban los usos más naturales y que requieren menos intervención antrópica; para el año 2000 disminuyen un poco, pero siguen prevaleciendo sobre los demás usos. Pero por otro lado, se nota un fuerte crecimiento de los cultivos transitorios. Finalmente en el año 2005 se ve una alta demanda de suelo para las actividades productivas agropecuarias.

### **Evolución de los usos del suelo**

Para el bosque natural denso, se puede concluir que es el uso que menor distribución presenta a lo largo del tiempo, ya que sólo tiene buena presencia en El Retiro y El Carmen de Viboral. Este uso acompañado del bosque natural fragmentado, es el único que presenta una tendencia negativa a lo largo del período de estudio.

Para el bosque natural se observa que en 2000 y 2005 ocupaba zonas donde antes no estaba presente. Esta situación sólo es posible con un proceso de regeneración del bosque, el cual que lleva un período largo de tiempo y por esto sólo se puede dar si antes el uso que tenían esas zonas era rastrojo. Pero se observa claramente que se presenta casos donde el bosque está en años posteriores, en zonas que antes tenían todas las demás coberturas.

El rastrojo se distribuye por toda la zona en todos los años control y presentó una tendencia negativa en el primer período y una positiva, en el segundo. La presencia de

este uso puede deberse a abandono de actividades económicas donde se da el primer paso en la sucesión para un proceso de regeneración natural del bosque; o a la situación contraria, donde un bosque fue talado y se asientan las plantas que conforman el rastrojo.

El bosque plantado tiene muy baja participación y su distribución se da hacia el occidente de la zona, en los municipios de El Retiro, Rionegro y Guarne, los cuales presentan una mayor cercanía y mejores vías de comunicación con el área metropolitana del Valle de Aburrá, donde se comercializa el recurso forestal.

Los pastos naturales se distribuyen abundantemente por toda la zona (a excepción del Oriente de El Retiro y el Sur de El Carmen de Viboral), pero se observa un fuerte decaimiento en el primer subperíodo.

Para el caso de los pastos manejados se observa una clara concentración en el norte de la Unión (y la zona colindante de El Carmen de Viboral), La Ceja y Rionegro; pero también un aumento en su extensión y distribución en la zona durante el período de estudio.

Los cultivos transitorios se ubicaban en 1986, en su mayoría en el norte de El Carmen de Viboral. Este uso experimentó un auge en 2000, cuando se expandió por casi toda la zona, sin embargo para el año 2005 su extensión se redujo considerablemente y su distribución se limitó prácticamente al norte de El Carmen de Viboral, al oriente Marinilla y San Vicente, desde donde es relativamente fácil sacar los productos para su venta en las plazas de mercado regionales.

En el caso de los cultivos permanentes se ha visto una gran expansión en el último subperíodo. En los años 1986 y 2000 se observaba muy poco terreno destinado a este uso, pero en el año 2005 se tiene una fuerte presencia en el territorio, con concentraciones principalmente a 10 km a la redonda del aeropuerto José María Córdova. Esta situación se entiende debido al apogeo de las flores colombianas en los mercados internacionales, principalmente de Estados Unidos.

La agricultura ha experimentado 2 fuertes expansiones (con cultivos transitorios en el año 2000 y permanentes en 2005). En estos procesos, la instalación de este uso ha incluido zonas muy alejadas de los centros poblados, lo cual puede deberse a que la alta urbanización y parcelación en lotes cercanos a las cabeceras municipales ha desplazado este uso a zonas de más difícil acceso, lo que impacta directamente a la población rural.

### **Proceso y tendencias de cambio**

Las tendencias de cambio encontradas, no siguen ningún patrón específico y los cambios no se ubican ordenadamente en el territorio. Adicionalmente se observa que los cambios ocurridos en el período de estudio no se dan en grandes extensiones, sino por el contrario, en pequeñas porciones.

Por fuentes secundarias es sabido que el Altiplano ha experimentado un cambio hacia industria, comercio, urbanización y turismo, sin embargo esto no se ve reflejado en los

usos del suelo de los mapas elaborados, debido a la escala de la información. En términos ambientales, las porciones que deberían permanecer con el mismo uso, son los suelos de protección. Debido a la escala no es posible ver claramente si estas porciones del terreno se han conservado con el mismo uso; sin embargo, se puede intuir que la mayoría de estos terrenos no permanecieron con el mismo uso debido al poco porcentaje de terreno que permanece con el mismo uso a lo largo del período de estudio.

Por otra parte, debido a la leyenda de clases de usos que se utilizó, no se puede identificar el cambio de modelo de ocupación del territorio ocasionado por las parcelaciones de casa de campo.

Las tendencias de cambio que se presentan pueden ser acumulativas, lo que significa que es posible que en una parte de terreno en los 2 subperíodos se haya dado una desnaturalización, pero la suma de estas dos tendencias, dan como resultado una alta desnaturalización para el período total de estudio.

La infraestructura de la zona ha sido parte de los impulsores de los cambios en la zona de estudio. El norte de la región presenta la mayor densidad vial, lo que ha generado unas dinámicas más intensas. Adicionalmente la autopista Medellín – Bogotá generó cambios en el uso, debido a la rapidez que ofrece para el transporte de los productos cultivados.

En las cercanías del aeropuerto José María Córdova se puede observar claramente el impacto sobre los usos del suelo que esta infraestructura provocó a lo largo del período de estudio. Este equipamiento generó un fuerte posicionamiento de los cultivos, debido a la facilidad de exportación de productos, tales como las flores.

## BIBLIOGRAFÍA

- Administración Nacional de Estadística -DANE-. (2005). *DANE*. Recuperado el 21 de Febrero de 2011, de Censo General 2005: [www.dane.gov.co](http://www.dane.gov.co)
- Alcaldía de El Carmen de Viboral. (s.f.). *Sitio oficial de El Carmen de Viboral*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.elcarmendeviboral-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de El Retiro. (s.f.). *Sitio oficial de El Retiro en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.elretiro-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de El Santuario. (s.f.). *Sitio oficial de El Santuario en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.elsantuario-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de Envigado. (s.f.). *Alcaldía de Envigado*. Recuperado el 27 de Febrero de 2011, de [www.envigado.gov.co](http://www.envigado.gov.co)
- Alcaldía de Guarne. (s.f.). *Sitio oficial de Guarne en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.guarne-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de La Ceja. (s.f.). *Sitio oficial de La Ceja en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.laceja-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de La Unión. (s.f.). *Sitio oficial de La Unión en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.launion-antioquia.gov.co/>
- Alcaldía de Marinilla. (s.f.). *Sitio oficial de Marinilla en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.marinilla-antioquia.gov.co>
- Alcaldía de Rionegro. (s.f.). *Portal de Rionegro*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.rionegro.gov.co/>
- Alcaldía de San Vicente. (s.f.). *Sitio oficial de San Vicente en Antioquia, Colombia*. Recuperado el 01 de marzo de 2011, de <http://www.sanvicente-antioquia.gov.co>
- Congreso de la República de Colombia. (1997). *Ley 388 de 1997*. Bogotá: Diario oficial de la República de Colombia.
- Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-. (1998). *Plan de gestión ambiental*. El Santuario.
- Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-. (2003). *Plan de manejo sostenible y participativo de los bosques en San Nicolás, Antioquia-Colombia*. Rionegro.
- Corporación Autónoma Regional del Río Negro-Nare -CORNARE-. (2009). *Homologación y Ampliación de las Áreas Elegibles para un Proyecto Forestal de Reforestación y*

*Determinación de los Cambios en las Coberturas de Usos del Suelo en el Marco del Proyecto de Valles de San Nicolás y tres Municipios aledaños.* Medellín.

Corporación Autónoma Regional Río Negro-Nare -CORNARE-, Asociación de Municipios del Altiplano -MASORA- y Departamento Administrativo de Planeación Departamental -DAPD-. (1995). *Pueblos*. Medellín.

Departamento Administrativo de Planeación. (2000). *Gobernación de Antioquia*. Recuperado el 24 de Julio de 2010, de Anuario estadístico de Antioquia: [www.antioquia.gov.co](http://www.antioquia.gov.co)

Durte, C. M., & al, e. (2009). *Cambio Global. Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra*. Madrid: CSIC.

EMECE Producciones. (05 de Octubre de 2009). *Inforiente*. Recuperado el 9 de Junio de 2010, de Agricultores sudan la gota fría: [www.inforiente.com](http://www.inforiente.com)

Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. (2005). *Millennium Ecosystem Assessment*. Recuperado el 15 de Febrero de 2011, de Informe Síntesis: [www.maweb.org](http://www.maweb.org)

López Granados, E., Mendoza, M., & Acosta, A. (27 de Agosto de 2007). *Instituto Nacional de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Morelia*. Recuperado el 3 de Marzo de 2011, de Cambio de cobertura vegetal y uso de la tierra. El caso de la cuenca endorreica (1) del lago de Cuitzeo, Michoacán: [www2.ine.gob.mx](http://www2.ine.gob.mx)

López, E., & Bocco, G. (s.f.). *Centro de Investigaciones en Ecosistemas*. Recuperado el 5 de Marzo de 2011, de Cambio de cobertura y uso del suelo: [www.oikos.unam.mx](http://www.oikos.unam.mx)

Malagón Castro, D. (1998). El recurso suelo en Colombia -Inventario y problemática-. *Rev. Acad.Colomb. Cienc.*(22), 13-52.

Municipios Asociados del Altiplano del Oriente Antioqueño -MASORA-. (s.f.). Recuperado el 24 de Agosto de 2010, de [www.masora.gov.co](http://www.masora.gov.co)

Oriente Antioqueño. (s.f.). *Oriente Antioqueño*. Recuperado el 20 de Agosto de 2010, de [www.orientiantioqueno.com/](http://www.orientiantioqueno.com/)

Plan Estratégico de Antioquia -PLANEA-. (2003). *Perfil Subregional Oriente Antioqueño*. Medellín.

Presidencia de la República de Colombia. (1991). *Colombia. Presidencia de la República*. Recuperado el 2 de Febrero de 2011, de [wsp.presidencia.gov.co](http://wsp.presidencia.gov.co)