

**RELACIÓN ENTRE EL PROCESO DE DESERTIFICACIÓN DE LA CUENCA MEDIA  
DEL RÍO CHICAMOCHA Y LOS INSTRUMENTOS DE DESARROLLO  
TERRITORIAL. CASO MUNICIPIOS BOAVITA Y LA UVITA, BOYACÁ.**

**DANIEL FERNANDO GANTIVA CIFUENTES**

**1071168325**

**DIRECTORA: ADRIANA POSADA**

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS APLICADAS Y AMBIENTALES**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES E INGENIERÍAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA Y AMBIENTAL**

**BOGOTÁ, COLOMBIA**

**2018**

## **Resumen**

El proceso de desertificación es un asunto importante, ya que tiene repercusiones económicas, sociales, políticas y culturales, que van en aumento. El objetivo de este trabajo es establecer la relación entre el proceso de desertificación de la cuenca media del río Chicamocha y el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial de los municipios de Boavita y la Uvita, Boyacá, con el fin de plantear elementos que permitan prevenir y mitigar los impactos del proceso de desertificación. Se llevó a cabo en tres etapas metodológicas, en correspondencia con los resultados generados: identificación del proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, por medio de un modelo cartográfico, a través de variables biofísicas; cruce de estos resultados con los usos actuales, conflictos de uso y usos de suelos, para identificar presiones y conflictos en las zonas con procesos de desertificación; análisis del planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial de escala local y regional; y, propuesta de lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial local, en los municipios de Boavita y la Uvita, con el fin de prevenir y mitigar el impacto del proceso de desertificación, expresados con la capacidad de la ingeniería geográfica y ambiental, mediante un enfoque multiespacial, multitemporal y multiobjetiva.

Palabras Clave: desertificación, planificación, ordenamiento, territorio, lineamientos.

## **CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO 1. EL PROYECTO.</b>	10
1.1. Introducción.	10
1.2. Planteamiento del problema.	12
1.2.1 Problema de investigación.	12
1.2.2 Hipótesis.	15
1.2.3 Objetivos.	15
1.2.3.1 Objetivo General.	15
1.2.3.2 Objetivos específicos.	15
1.2.4 Justificación.	16
1.3 Metodología.	18
1.3.1 Descripción área de estudio.	19
1.3.2 Aspecto metodológico.	21
<b>CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.</b>	24
2.1 Antecedentes.	25
2.2 Marco conceptual.	28
2.3 Estado del arte.	33
<b>CAPÍTULO 3. RESULTADOS.</b>	35
3.1 Identificación del proceso de desertificación en la Cuenca Media del Río Chicamocha, departamento de Boyacá.	36

3.1.1 Descripción de variables priorizadas.	36
3.1.1.1 Clima.	36
3.1.1.2 Ecosistemas.	39
3.1.1.3 Suelos (Régimen de Humedad).	41
3.1.2 Modelo temático.	43
3.1.2.1 Zonas Susceptibles al proceso de desertificación.	44
3.1.2.2 Áreas Prioritarias de Intervención (API).	51
3.1.2.3 Escenario Prospectivo año 2041.	53
3.2. Análisis del planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local de los municipios de Boavita y La Uvita, departamento de Boyacá y la relación proceso de desertificación encontrado en la cuenca media del río Chicamocha.	56
3.2.1 Instrumentos de desarrollo Regional.	57
3.2.1.1 Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019.	57
3.2.1.2 Plan de Acción CORPOBOYACA 2016-2019.	59
3.2.1.3 Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Media del Río Chicamocha.	60
3.2.2 Instrumentos de desarrollo Local.	64
3.2.2.1 Municipio La Uvita	64
3.2.2.1.1 Esquema Ordenamiento Territorial de la Uvita.	64
3.2.2.1.2 Plan de Desarrollo Territorial 2016-2019 de la Uvita.	67
3.2.3 Plan Operativo Anual de Inversiones.	69

3.2.1 Municipio de Boavita.	69
3.2.1.1 Esquema Ordenamiento Territorial de Boavita.	69
3.2.1.2 Plan de Desarrollo Municipal de Boavita.	73
3.2.1.3. Plan Operativo Anual de Inversiones de Boavita 2016- 2019.	75
3.3. Propuesta de lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial y local en los municipios de la Uvita y Boavita, con el fin de mitigar y prevenir el impacto del proceso de desertificación.	79
3.3.1. Lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial locales.	79
3.3.2. Propuesta de un sistema multiescalar.	81
3.3.3. Propuesta para implementar el proceso de desertificación dentro de la gestión del riesgo.	84
<b>CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	<b>85</b>
4.1 ¿Es posible identificar procesos de desertificación a partir de variables biofísicas en un modelo cartográfico en una cuenca?.	85
4.1.1 Selección de variables biofísicas a utilizar en el modelo.	85
4.1.2 Identificación de zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y Áreas Prioritarias de Intervención para la prevención y mitigación del proceso.	87
4.1.3 Escenario prospectivo de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación al año 2041	90
¿Es posible establecer la relación entre el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local para dos municipios y el proceso de desertificación?.	92

¿Proponer lineamientos para ser incluidos en los instrumentos de desarrollo local en un municipio contribuye a disminuir el proceso de desertificación?.	100
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>	102
6.1 Conclusiones.	102
6.2 Recomendaciones.	105
<b>CAPÍTULO 6. REFERENCIAS.</b>	106

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Espiral descendente que conduce a la desertificación.	13
Figura 2. Esquema metodológico del proyecto de investigación.	18
Figura 3. Síntesis de resultados del proyecto de investigación.	35
Figura 4. Porcentaje de ecosistemas en la CMRCH.	39
Figura 5. Régimen de Humedad de la Cuenca Media Río Chicamocha. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
Figura 6. Modelo para la identificación de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación	43
Figura 7. Área total del municipio afectada con procesos de desertificación en la Cuenca Media del Río Chicamocha.	50
Figura 8. Área total del municipio con Áreas Prioritarias de Intervención (API) para la prevención y mitigación del proceso de desertificación.	53

Figura 9. Aumento zonas áridas, semiáridas y semihúmedas en la Cuenca Media del Río Chicamocha entre los períodos 2012-2041.	54
Figura 10. Aumento en los tipos de clima de la clasificación climática Caldas lang, periodos de 2012 a 2041.	56
Figura 11. Propuesta sistema multiescalar para la prevención y mitigación del proceso de desertificación.	81
Figura 12 Jerarquía de instrumento de desarrollo regional y local para implementar acciones para la mitigación y prevención de los procesos de desertificación.	83
Figura 13. Déficit Hídrico en los cañones.	88
Figura 14. Deshielo glaciar Parque Nacional Natural del Cocuy, comparación 1960-2016.	91
Figura 15. Tierras Muertas de Colombia 1964.	97

## **LISTA DE TABLAS**

Tabla 1. Resultado promedios de porcentajes propuestos por el semillero Geoperspectivas para la ponderación del modelo.	44
Tabla 2. Valoración de atributos para la variable Clima.	45
Tabla 3. Valoración de atributos para la variable Régimen de Humedad.	45
Tabla 4. Valoración de atributos para la variable Ecosistemas.	46
Tabla 5. Descripción de categorías de susceptibilidad en la Cuenca Media Río Chicamocha.	48
Tabla 6 Valoración de atributos para la variable Erosión.	51
Tabla 7. Análisis de diagnósticos, programas y proyectos en torno al proceso de desertificación dentro del Plan de Gestión Ambiental Regional.	58

Tabla 8. Metas en torno al proceso de desertificación para el año 2019 del PGAR.	58
Tabla 9 Proyección financiera respecto al proceso de desertificación y la planeación territorial deL del Plan de Acción 2016- 2019 de la Corporación Autónoma de Boyacá (Corpoboyacá).	59
Tabla 10. Diagnósticos, programas, proyectos enfocados al proceso de desertificación y la planificación territorial en el POMCA Cuenca Media del Río Chicamocha.	61
Tabla 11 Relación uso actual (POMCA) y proceso de desertificación en la Cuenca Media del Río Chicamocha, síntesis en hectáreas y presión de uso actual sobre el territorio respecto al grado de susceptibilidad.	63
Tabla 12 Análisis de prospectiva, diagnóstico, objetivos y programas respecto al proceso de desertificación dentro del Ordenamiento Territorial.	64
Tabla 13. Resumen relación uso aprobado por el EOT y proceso de desertificación, síntesis en hectáreas y presión de uso aprobado respecto al grado de susceptibilidad.	67
Tabla 14. Planteamiento Plan de Desarrollo Municipal respecto al proceso de desertificación	68
Tabla 15. Análisis presupuesto ejecutado en los años 2015-2016 frente al proceso de desertificación en términos de mitigación, control o afines al proceso de desertificación	69
Tabla 16. Diagnósticos y prospectiva del Esquema de Ordenamiento Territorial respecto al proceso de desertificación o procesos afines.	70
Tabla 17 Resumen relación uso aprobado por el EOT y el proceso de desertificación, síntesis en hectáreas y porcentaje respecto a la susceptibilidad biofísica al proceso.	73
Tabla 18 Diagnóstico y programas necesarios para el cumplimiento del eje estratégico una Boavita ambientalmente sostenible en relación con el proceso de desertificación	74
Tabla 19. Presupuesto eje estratégico, Boavita ambientalmente sostenible, respecto al proceso de desertificación.	75

Tabla 20. Clasificación capacidad de uso actual Municipios de Boavita y La Uvita	76
--	----

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Localización Cuenca Media Río Chicamocha	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 2. Localización Municipios de Boavita y La Uvita, Boyacá	20
Mapa 3. Clasificación Climática Caldas Lang, Cuenca Media del Río Chicamocha	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 4. Ecosistemas de la Cuenca Media Río Chicamocha	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 5. Susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación, Cuenca Media del Río Chicamocha.	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 6. Áreas Prioritarias de Intervención para la mitigación y prevención del proceso de desertificación en la Cuenca Media Río Chicamocha	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 7. Comparación de la clasificación climática Caldas Lang entre los años 2012 y 2041	55
Mapa 8. Relación espacial entre el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha y el instrumento de desarrollo territorial (POMCA)	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Mapa 9. Relación espacial entre el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha y los usos aprobados en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de La Uvita en el año 2003	66
Mapa 10. Relación espacial entre el proceso de desertificación y los usos aprobados dentro del EOT del municipio de Boavita	72
Mapa 11. Sobreposición Conflicto de uso de suelo y Susceptibilidad al proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita	77

## **CAPÍTULO 1. EL PROYECTO.**

En este capítulo se consigna la introducción al proceso de desertificación en el contexto nacional; la conceptualización del planteamiento del problema basado en la descripción de la desertificación y la relación con los instrumentos de desarrollo territorial, de tipo regional y local; la hipótesis y los objetivos de la investigación, seguido de la justificación; y por último, la metodología para lograr los objetivos propuestos.

### **1.1. Introducción**

El término desertificación es confuso para la mayor parte de la población a nivel nacional e internacional; para científicos e investigadores, la definición más utilizada corresponde a la degradación de tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de factores tales como variaciones climáticas y las actividades humanas (UNCCD, 1994), y en palabras coloquiales es una forma de decir, que las tierras se están convirtiendo en desiertos. En general, es un fenómeno global fuertemente interrelacionado con el cambio climático; son procesos lentos y complejos, las amenazas son difusas, es por esto que los estados y políticas no centran su acciones en este fenómeno (Bermúdez, 2006). La problemática es mundial. Con la excepción de la Antártida, ningún continente se escapa a la desertificación. Barbero *et al.*, (2013) consideran que los datos de áreas en el mundo con desertificación no son claros, las estimaciones oscilan entre el 10 y 25% de las zonas secas en el mundo, mientras que D'Odorico *et al.*, (2013), afirma que estas variaciones dependen de las definiciones y metodologías utilizadas en la identificación del proceso y la

degradación de tierras. La importancia del proceso radica en que afecta las condiciones de vida de las personas, sus costumbres, la convivencia, la calidad de vida, lo que repercute en la economía y la política, generando procesos migratorios masivos por falta de oportunidades afectando a poblaciones receptoras.

En Colombia, el principal avance para la prevención y mitigación de la desertificación, fue hacer parte de la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, por medio de la ley 461 de 1998 del Congreso de la República, donde se adquirieron varios compromisos como: la elaboración del Plan de Acción Nacional “lucha contra la desertificación y la sequía” (PAN) en el año 2004, a partir del cual, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en 2005 elaboró el atlas interactivo de la degradación de tierras y desertificación en Colombia a escala 1:500.000; posteriormente en el 2010 se elaboró el “Protocolo para la identificación y evaluación de degradación de suelos y tierras por desertificación” realizado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), en convenio con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y el IDEAM.

Al día de hoy, las áreas identificadas con desertificación por el PAN, no han sido utilizadas por los instrumentos de desarrollo territorial, en la planificación estratégica de escenarios a futuro, lo que ha permitido el avance significativo del proceso, sin que existan acciones que logren su disminución, por tanto, es necesario identificar las áreas con procesos de desertificación a escalas detalladas, a través del uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), que proporcionen información y faciliten el seguimiento, a su vez, establecer la relación con los instrumentos de desarrollo territorial, de tipo regional y local, para contar con elementos que permitan proponer

estrategias de ordenamiento territorial prospectivo, que conduzcan al mejoramiento de la calidad de vida de la población, en este caso, de la cuenca media del río Chicamocha.

Este trabajo de investigación, tiene como objetivo establecer la relación entre el proceso de desertificación de la cuenca media del río Chicamocha y los instrumentos de desarrollo territorial. La metodología requiere el uso de herramientas SIG y el análisis de los instrumentos regionales y locales de planificación, con lo cual, aportar elementos que conduzcan a prevenir y mitigar los impactos del proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita, departamento de Boyacá.

## **1.2. Planteamiento del problema.**

Este apartado contiene el problema de investigación, el cual, se basa en la descripción del proceso de desertificación, causas y consecuencias, la desarticulación de los instrumentos de desarrollo regional-local, la carencia en el diagnóstico y formulación propuestos, que mitiguen estos procesos dentro de los territorios; seguido de la hipótesis de investigación, el objetivo general, objetivos específicos planteados para abordar la problemática y la justificación planteada desde el punto de vista ambiental y social.

### **1.2.1 Problema de investigación.**

La desertificación es un fenómeno complejo que involucra agentes naturales y antrópicos en su origen y expansión. En la cuenca media del río Chicamocha, se evidencia el aumento del proceso de desertificación debido, entre varias causas, a la falta de formulación e implementación de propuestas que mitiguen estos procesos, por medio de los instrumentos de desarrollo regional y local. En Colombia cerca del 17% del territorio, muestra evidencias de desertificación, un 15% adicional es susceptible al mismo (IGAC *et. al.*, 2010). Las áreas del territorio nacional con alta

vulnerabilidad a desertificación son: Guajira, Atlántico, la región Caribe, valles interandinos en los departamentos de Tolima, Huila, Valle del Cauca, altiplano cundiboyacense y el cañón del Chicamocha (MADS, 2005).

Dentro de la cuenca media del Río Chicamocha, los municipios de Boavita y la Uvita, se encuentran con mayor porcentaje de área con procesos de desertificación. Según el PAN el 98,3% del área total del municipio de Boavita se encuentra con procesos de desertificación; mientras que el municipio de la Uvita cuenta con un porcentaje de 48,1% del área total con procesos de desertificación (MADS, 2004). Respecto a lo cual, Salamanca (2015), afirma que estas zonas se encuentran en moderada susceptibilidad biofísica al proceso, por la presencia de suelos con régimen de humedad ústico y ecosistemas con vegetación seca, bajo una presión socioeconómica asociada al uso del suelo. A su vez para Bello (2009), las condiciones climáticas de la zona, la ampliación de la frontera agrícola, las quemadas y la presión sobre el suelo, repercute en que la zona sea susceptible a procesos de desertificación. Esta afirmación se puede constatar con el mapa de conflicto de uso de suelo, donde los municipios de Boavita y la Uvita presenta un 70 % de su área con sobreutilización severa y el 30% restante sobreutilización ligera (IGAC, 2003), de tal manera que, estos conflictos sumados a la susceptibilidad, conllevan al proceso de desertificación, como describe el espiral descendente que conduce a la desertificación (ver figura 1).

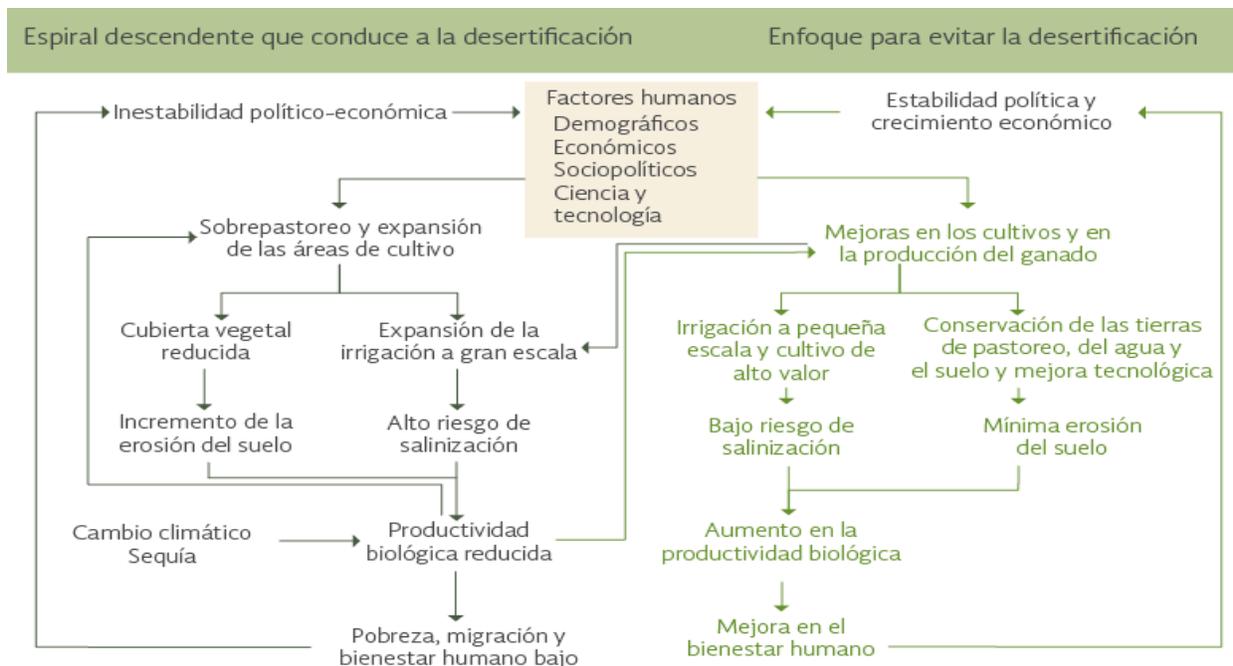


Figura 1. Espiral descendente que conduce a la desertificación. Fuente: Consejo de evaluación Ecosistemas del Milenio. (2005).

La figura 1, representa no sólo las principales causas que conllevan al problema, sino, la espiral para evitar la desertificación, donde se garantice una estabilidad política, mejora en la producción de cultivos y ganado, conservación de tierras, lo cual, permitirá el mejoramiento del bienestar de la población afectada. Desde el punto de vista social la desertificación favorece la pobreza, al romper las estructuras sociales y familiares, provoca inestabilidad económica, dan lugar a procesos migratorios de gran magnitud, que son característicos de las zonas áridas, semiáridas y tierras degradadas, (Morales, 2005). También origina la descapitalización de establecimientos ganaderos, pérdida de mano de obra rural, disminución de la atractividad del paisaje y pérdida de prácticas y/o conocimientos tradicionales ( ONDTyD, 2014).

La ausencia de elementos que prevengan y mitiguen la desertificación en la CMRCH, por parte de los instrumentos de desarrollo regional y local, se constata en el diagnóstico del programa nacional de monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y tierras en Colombia, el cual, detectó como causas directas de la problemática la deficiencia en la planeación territorial regional, la

inexistencia de control y seguimientos por parte de los instrumentos de desarrollo, (IDEAM, 2012). Por su parte, la Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA)- (2018), afirma que, la desarticulación e ineficiencia de los instrumentos de política para orientar el uso eficiente del suelo rural, ha contribuido a que el territorio presente problemas de subutilización y sobreexplotación del suelo, originando procesos de degradación del mismo. Esta desarticulación se debe según Barrero (2008), a la debilidad técnica, falta de recursos, ajustes institucionales de las normas en los últimos 15 años, sumado a que ha sido un proceso de aprendizaje en la práctica, debido a la poca experiencia de las administraciones.

Otros factores que han impedido el ordenamiento del territorio en Colombia según Massiris (2011), son la desarticulación entre las políticas de desarrollo socioeconómico, territorial y ambiental, la desarticulación horizontal (multisectorial, interinstitucional) y vertical (multinivel), la débil participación civil, corrupción en el manejo de recursos y la normatividad territorial fragmentada. Los factores mencionados han permitido que el proceso de desertificación avance en la cuenca media del río Chicamocha sin que se tomen las medidas necesarias a corto, mediano y largo plazo incluídas en los instrumentos de desarrollo regional y local; esto debido en gran parte, a que en América Latina los estudios y las medidas de gestión de los procesos de desertificación se han centrado en medidas más bien correctivas que preventivas Malhue *et al* (2011).

### **1.2.2 Hipótesis**

Al relacionar el proceso de desertificación y los instrumentos de desarrollo territorial, se contribuye con elementos que sirvan para la prevención y mitigación de los impactos derivados del proceso de desertificación, a nivel local en los municipios de Boavita y la Uvita, Departamento de Boyacá.

### **1.2.3 Objetivos**

#### ***1.2.3.1 Objetivo General***

Establecer la relación entre el proceso de desertificación en los municipios de Boavita y La Uvita, Boyacá, cuenca media del río Chicamocha y sus instrumentos de desarrollo territorial, con el fin de plantear elementos para prevenir y mitigar los impactos del proceso de desertificación.

#### **1.2.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, departamento de Boyacá.
- Analizar el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local, sobre el proceso de desertificación, en lo que respecta a los municipios de Boavita y La Uvita, departamento de Boyacá.
- Proponer lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial local, en los municipios de la Uvita y Boavita con el fin de aportar a la mitigación y prevención del impacto del proceso de desertificación.

### **1.2.4 Justificación**

La importancia de identificar procesos de desertificación en el país es muy necesaria desde la perspectiva ambiental y social, dado que éstas son las que repercuten principalmente en los procesos de desertificación. Por su parte, la academia expresa el interés de la generación de nuevo conocimiento en el tema, que aporte a las realidades locales y a futuras investigaciones, con mayor nivel de profundidad y alcance.

Es importante identificar los procesos de desertificación en áreas susceptibles, con metodologías a escalas más detalladas dentro del territorio nacional, con el fin establecer la relación entre el proceso de desertificación y los instrumentos de desarrollo territorial, puesto que son los encargados de la administración, control y el buen funcionamiento de los territorios. Dentro de la cuenca media del río Chicamocha, no se han realizado estudios a escala detallada sobre la identificación de procesos de desertificación; los usos relacionados, se han centrado en adelantar prácticas biomecánicas, con el fin de controlar la erosión. En el marco de las acciones de la UNCCD, el país adquirió entre otros compromisos internacionales por medio de la ley 461 de 1998 del Congreso de la República, la formulación y ejecución del Plan de Acción Nacional de Lucha Contra la Desertificación (PAN), el cual establece que, “El deber del Estado colombiano es adelantar acciones contra la degradación de tierras, desertificación y mitigación de los efectos de sequía, así como el manejo sostenible de ecosistemas de las zonas secas, a partir de la aplicación de medidas prácticas que permitan prevenir y detener procesos degradatorios y contribuir al desarrollo sostenible de las zonas afectadas”.

Es necesario, aportar e implementar los pocos avances que ha logrado el gobierno nacional, como el programa Nacional de monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y tierras en Colombia y protocolo de degradación de suelos y tierras por desertificación. Los efectos del proceso de desertificación desde la perspectiva ambiental son, la perturbación en el ciclo hidrológico, reducción excesiva de la biomasa, pérdida de biodiversidad, invasión de especies vegetales específicas de suelos degradados (xerofitismo), alteraciones climáticas por incremento del albedo y del contenido en polvo de la atmósfera, acidificación y salinidad (Bermúdez, 1998).

En cuanto a la perspectiva social, la desertificación contribuye al empeoramiento de las condiciones de vida, tanto de los que parten como de los que se quedan (CEPAL, 2005), lo que

ocasiona, un cambio y aumento demográfico, tanto en los territorios como en las ciudades principales, respectivamente. A su vez, este proceso mantiene una correlación entre la pobreza y la marginación social, afectando los distintos actores involucrados a nivel humano, lo que genera efectos negativos culturales y sociales, que llevan a poblaciones con pérdida de identidad a tener que trasladarse, provocando migración con peligro de superpoblación en ciudades receptoras, caída de economías personales, comunales y nacionales. Del mismo modo, obliga a ampliar las fronteras cultivables en busca de zonas aptas, generando sobreexplotación y procesos degradatorios de sus suelos (Pahlen *et al*, 2010).

Desde la óptica académica, la generación de nuevo conocimiento se expresa en la posibilidad de relacionar un tema de gran tamaño, como el proceso de desertificación, con las realidades locales en dos municipios, lo que aportará elementos para futuras investigaciones, en la medida en que esta investigación generará unas bases, pero requerirá seguir profundizando en otras localidades y de manera agregada, subregional o hasta regional.

### **1.3 Metodología**

La metodología se divide en dos componentes, la descripción del área de estudio, o el sujeto sobre el cual recae la investigación y el aspecto metodológico propiamente dicho, que a su vez se dividió en tres etapas graduales en concordancia con los objetivos establecidos en la investigación (Ver Figura 2).

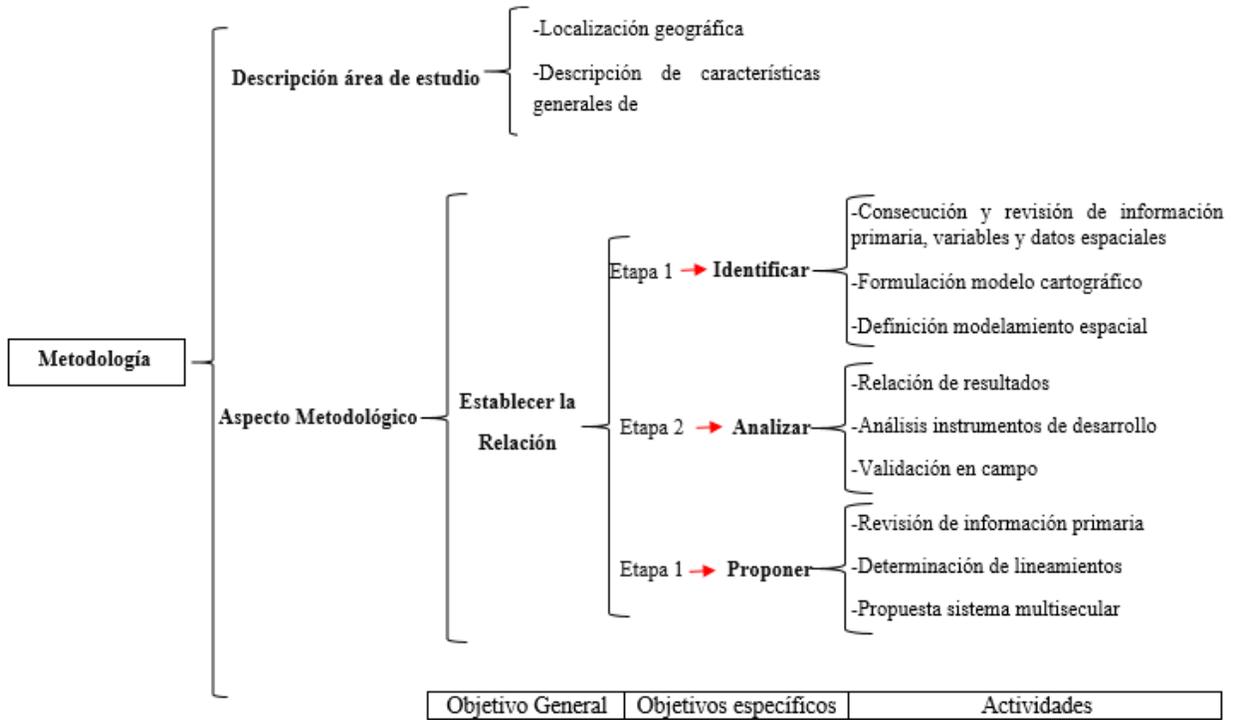
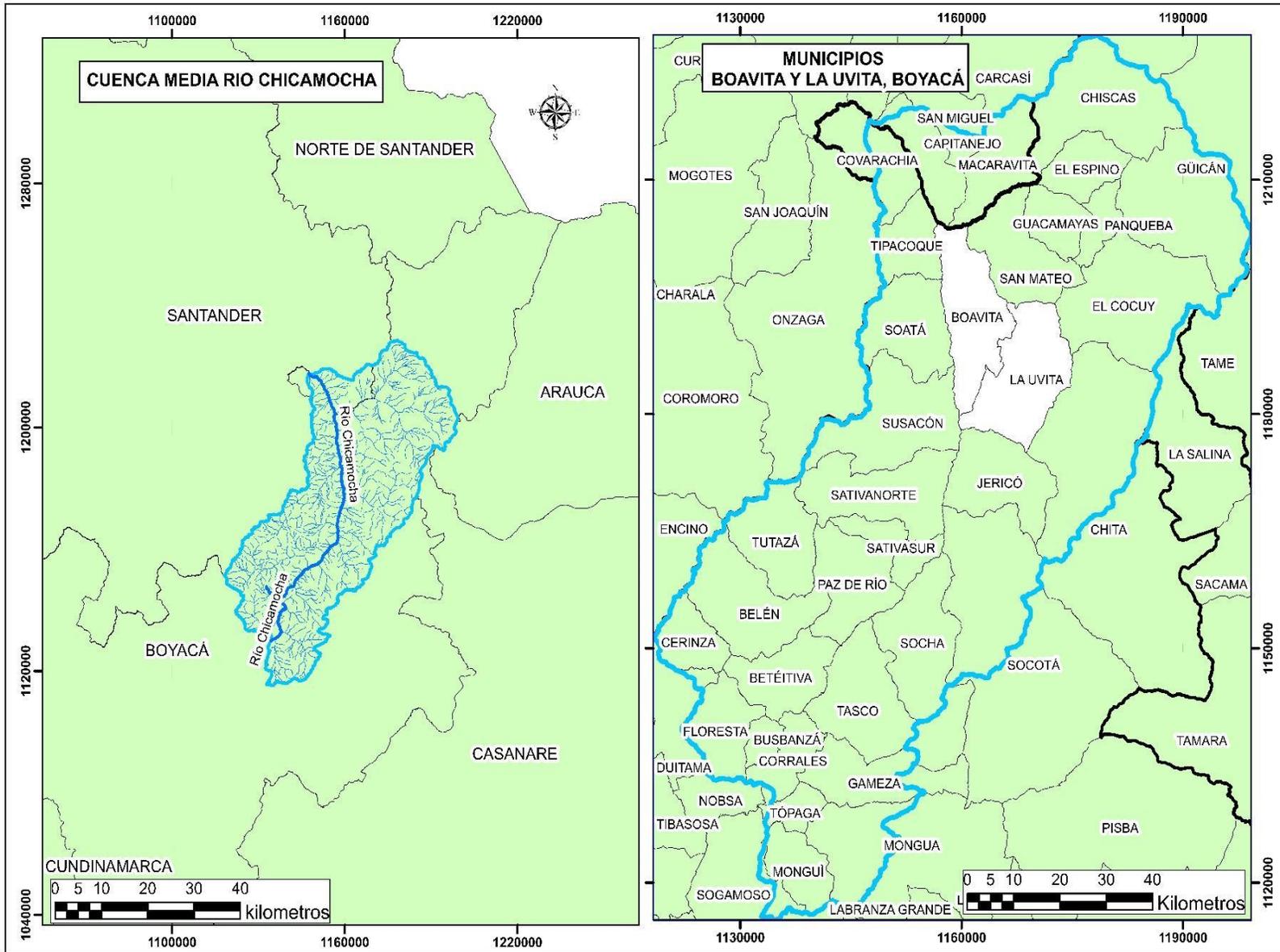


Figura 2. Esquema metodológico del proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

### 1.3.1 Descripción área de estudio.



Mapa 1. Localización cuenca media rio Chicamocha.



Mapa 2. Localización municipios Boavita y la Uvita, Boyacá.

La cuenca media del río Chicamocha se caracteriza por tener un paisaje heterogéneo y complejo, con variaciones en elevación desde 850 m.s.n.m hasta las 5. 261 m.s.n.m en el nevado del cocuy, esta variación ocasiona que el clima sea variable, desde el cálido árido en el cañón del Chicamocha hasta nival sobre la cima del nevado. La ganadería, la agricultura y la minería, representan las principales actividades económicas de la cuenca. La población aproximada de la cuenca media del río Chicamocha es de 151.953 habitantes, de los cuales el 67 % corresponde a población rural y el 33% restante a población asentada en cabeceras municipales y centros urbanos.<sup>1</sup>

Por su parte los municipios de Boavita y la Uvita, abarcan una superficie de 19.123 hectáreas de la cuenca media del río Chicamocha. Pertenecen a la microcuenca río Andes, que tiene como cauce principal el río Andes que recibe aguas de la quebrada Andes, Cabuyal, El tablón y Aguasucia, para terminar desembocando en el cauce principal de la cuenca del río Chicamocha. Estos municipios se ubican en el más agreste ramal de la cordillera oriental, con relieves quebrados y poco altiplanos. Su economía tiene dos ejes fundamentales, la agricultura y la ganadería donde predomina el minifundio; entre los dos municipios suman una población de 9.602 Habitantes, en ambos casos el 58% de la población es rural y el crecimiento poblacional es negativo, se da un predominio de salidas de población sobre las llegadas. (DANE& SIGOT, 2005).

### **1.3.2 Aspecto metodológico**

Esta investigación abordó procesos de investigación cualitativa y cuantitativa, con alcance correlacional. Tiene como finalidad establecer la relación entre el proceso de desertificación de la cuenca media del río Chicamocha y los instrumentos de desarrollo territorial, con el fin de plantear

---

<sup>1</sup> Secretaria de planeación, departamento de Boyacá, Proyección DANE, censo 2005.

lineamientos que promuevan la prevención y mitigación de impactos generados por el proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita, departamento de Boyacá. Para el cumplimiento del objetivo general, esta investigación se desarrolla en tres (3) etapas, que a su vez corresponden al cumplimiento de cada objetivo específico. A continuación, se describen las actividades realizadas en cada etapa.

**ETAPA 1.** Para identificar el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, departamento de Boyacá, se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- *Consecución y revisión de información primaria, variables y datos espaciales:* De acuerdo con el análisis de la problemática, se realiza la revisión literaria del proceso de desertificación, modelos nacionales e internacionales para la identificación de procesos de degradación de suelos, a través, de herramientas SIG. Una vez identificadas las variables a utilizar en el modelo, se realizó la gestión de información cartográfica ante las entidades nacionales para usar las capas dentro del mismo.
- *Formulación de un modelo Cartográfico:* Se formuló en formato vector, por medio de variables biofísicas para identificar la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha; a partir del cruce y sobreposición de datos espaciales generando nueva información cartográfica a escala 1:100.000 para la corporación ambiental de Boyacá y los municipios de Boavita y la Uvita.
- *Definición del modelamiento espacial:* Se establecieron las operaciones SIG para ejecutar dentro del modelo, funciones como unión, relación espacial, intersección, ponderación, valoración de atributos y operaciones entre tablas de atributos generando tres mapas: Susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la CMRCH, Áreas Prioritarias de Intervención (API) para la prevención y mitigación del proceso de desertificación y el

Escenario prospectivo para el año 2041, de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la CMRCH.

**ETAPA 2.** Para analizar el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local en lo que respecta a los municipios de Boavita y la Uvita, y su relación con el proceso de desertificación de la cuenca media del río Chicamocha, se desarrollarán las siguientes actividades:

- *Análisis Instrumentos de desarrollo:* Consistió en el análisis del Plan de Gestión Ambiental, Programa de Ordenación y Manejo de la cuenca del río Chicamocha, Plan de Acción Corpoboyacá y los instrumentos de desarrollo local como, el Esquema de Ordenamiento Territorial, Plan de Desarrollo Municipal, Plan Operativo Anual de Inversiones de los municipios de Boavita y La Uvita, dentro de los cuales, se buscaron diagnósticos, prospectivas, iniciativas, programas, proyectos, presupuestos y acciones orientadas al proceso de desertificación o procesos afines.
- *Relación de resultados:* Se realizó la sobreposición de información entre los usos de suelo actual de la CMRCH, conflictos de uso de suelo y capacidad de uso, zonificación de uso de suelo aprobados en los municipios dentro del Esquema de Ordenamiento Territorial de los Municipios de Boavita y La Uvita, con el proceso de desertificación encontrado en la primera etapa.
- *Validación en campo:* Se realizó una salida de reconocimiento a la CMRCH con el semillero GEOPERSPECTIVAS, por medio de aplicaciones SIG como ArcGis Collector y Survey 123 for ArcGis, las cuales, permiten utilizar los mapas en dispositivos electrónicos para compilar datos, realizar observaciones, capturar y actualizar capas sin conexión a internet (offline). Se logró replantear la ponderación a las variables del modelo

cartográfico, verificar datos de información secundaria y tomar evidencias fotográficas en las diferentes categorías de desertificación encontradas en la cuenca.

**ETAPA 3.** Para proponer lineamientos que permitan ajustar los instrumentos de desarrollo territorial y local de los municipios de la Uvita y Boavita, con el fin de mitigar y prevenir el impacto del proceso de desertificación en la microcuenca río Andes o quebrada Ocayala, departamento de Boyacá, se desarrollarán las siguientes actividades:

- *Revisión de información primaria:* De acuerdo a los resultados obtenidos de las anteriores etapas, se realiza una revisión de lineamientos orientados a proceso de degradación, con el fin de buscar escenarios que posean la misma característica del proceso encontrado en la cuenca.
- *Determinación de lineamientos:* Se establecen los lineamientos espaciales, temporales y objetivos específicos para los instrumentos de desarrollo local de los municipios de Boavita y la Uvita.
- *Propuesta sistema multiescalar:* Se propone un sistema multiescalar, conformado por diferentes actores a escala regional y supramunicipal, con el fin de prevenir y mitigar los procesos de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha. A su vez, se integra con la inclusión de los procesos de degradación de suelos como riesgo, dentro de los requerimientos del decreto 1807 de 2014 para los Esquemas de Ordenamiento Territorial Municipal.

## CAPÍTULO 2. REVISIÓN DE LITERATURA.

Este capítulo contiene la fundamentación teórica desde los antecedentes, donde se encuentran las más recientes investigaciones y escuelas de pensamiento que han abordado el tema; pasando por el marco conceptual, el cual aborda los conceptos necesarios para la comprensión de la investigación; hasta el estado del arte, que contiene la compilación de estudios similares al tema de investigación.

### 2.1 Antecedentes

Los antecedentes se abordan desde tres perspectivas, la identificación del proceso de desertificación, el análisis de la relación del mismo con los instrumentos de desarrollo territorial y los lineamientos de los instrumentos de desarrollo territorial local. Por último, se relacionan las escuelas de pensamiento que han abordado el proceso de desertificación a nivel mundial y nacional.

A escala mundial se han realizado cumbres, congresos y encuentros, donde se destaca la importancia de la lucha contra la desertificación y la degradación de los suelos en el mundo, numerosas investigaciones se han desarrollado basados en la identificación del proceso de desertificación, donde se destacan a escala mundial, el *Seguimiento multitemporal de la desertificación, a través, del sistema de información geográfica ambiental de Andalucía* (Rodríguez *et al.*, 2005), en el cual, caracteriza la sensibilidad a la degradación-desertificación, mediante el modelo MEDALUS, para identificar áreas vulnerables o sensibles a la desertificación mediante la aplicación de indicadores biofísicos y socio-económicos. Por su parte, en la investigación *Evaluación del modelo MEDALUS para la zonificación del peligro de desertificación utilizando SIG, llanura de IYzad Khast, Irán.* (Farajzadeh, 2007), se realizó un

mapeo mediante la adición de parámetros específicos regionalmente generando una representación más precisa del proceso de desertificación en la llanura de Iyzad Khast.

A nivel nacional, se destacan investigaciones como, *Identificación de desertificación potencial en la zona hidrográfica Sogamoso-Colombia*. (Salamanca, 2015), en la que se realizó un modelo cartográfico para identificar la desertificación potencial, a partir de la susceptibilidad biofísica de los ecosistemas y la presión socioeconómica, a un mayor nivel de detalle propuesto por el IDEAM en 2005. También, se destaca la investigación, *Indicadores de riesgo de desertificación en zonas del Valle del Cauca, Colombia* (Moreno, 2015), esta investigación evaluó indicadores biofísicos y socioeconómicos, mediante un modelo metodológico multifactorial SIG, identificando escenarios de riesgo a la desertificación.

En ninguna de las investigaciones anteriormente mencionadas, se destaca la relación con los instrumentos de desarrollo territorial, en este aspecto la investigación con mayor relación a la finalidad que se pretende desarrollar en la presente es, *Escenarios territoriales para la gestión preventiva de la desertificación en la cuenca del Puangue, Chile* (Malhue et al., 2011), la cual, propone diferentes escenarios territoriales para la toma de decisiones, con el fin de prevenir los procesos de desertificación en la cuenca del Puangue a través, de la aplicación de un sistema de indicadores de la peligrosidad ambiental a la desertificación a escala local-regional.

Entre las escuelas de pensamiento que han abordado el proceso de desertificación a nivel mundial, se destacan la Convención de las Naciones Unidas de Lucha Contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD), un acuerdo internacional universal entre países en vía de desarrollo y países desarrollados, para asegurar la acción global con el fin de combatir la desertificación (ONU, 2017). La comisión europea ha desarrollado una serie de proyectos articulados para investigar el proceso

de desertificación como: “*LUCDEME* (Mitigación y control de la desertificación), *MEDALUS* (Usos del suelo y Desertificación en el Mediterráneo), (Pandi, 2011).

Estos proyectos contemplan los aspectos más relevantes de la erosión y la desertificación, con el objetivo de mejorar el conocimiento de los procesos implicados, las relaciones con el cambio climático, la evolución espacial y temporal, para la prevención de riesgos, reducción de procesos y la recuperación de las tierras afectadas.

La agencia espacial de Israel junto al Ministerio de Ciencia Tecnología y Espacio, lanzó el 15 de febrero de 2017, el “primer nanosatélite de investigación académica *BGUSAT*, con el fin de que los investigadores puedan seguir los gases atmosféricos como el CO<sub>2</sub>, comprendiendo el cambio climático, examinar los cambios en la humedad del suelo que podrían ser un indicador de la desertificación”. (LATAMISRAEL, 2017).

Por su parte, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), adelanta proyectos como el Programa de lucha contra la desertificación en América del sur, con el objetivo de establecer una base sólida frente al deterioro de las tierras áridas y la sequía en Brasil, Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador y Perú (BID, 2017). A su vez, La FAO en colaboración con la UNESCO, preparó un mapa de la desertificación en el mundo a escala 1:250.000 para la Conferencia Mundial de 1977; y en 1979 en convenio con PNUMA desarrolló la metodología de evaluación al proceso, con el cual se produjo un mapamundi de las zonas amenazadas (FAO, 2005).

A nivel nacional el MADS, en cumplimiento a los convenios adquiridos con la UNCCD y el desarrollo del Plan de Acción Nacional contra la Desertificación y la sequía (PAN), lideró el convenio con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), donde desarrollaron el Protocolo por degradación de suelos y tierras por desertificación (IDEAM *et al.*, 2010).

Por su parte el IDEAM, ha abordado la identificación y evaluación de la desertificación, a partir del modelo para la identificación de las zonas secas y evaluación de la degradación por desertificación (IDEAM 2003) y la elaboración del Atlas interactivo de la degradación de suelos y tierras por desertificación en Colombia, que permitió generar el mapa de desertificación para Colombia a escala 1:500.000 en 2005 (IGAC et al 2010).

Respecto a las universidades en Colombia que han abordado el tema desde un carácter investigativo para el apoyo científico, se encuentra la Universidad Nacional, apoyando trabajos de investigación como, *Indicadores de riesgo de desertificación en zonas del Valle del Cauca, Colombia* (Moreno 2015); La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia con temas de investigación como, *El proceso de la desertificación y la erosión en la región central andina: Tatacoa, Guatavita y Villa de Leyva* (Guerrero, 1995).

## **2.2 Marco conceptual**

El término “desertificación” fue introducido por el botánico-ecologista Aubreville en 1949, para indicar el “avance de las arenas de los desiertos” sobre las tierras fértiles (Dregne, 2002), desde entonces, ha sido un término bastante cuestionado por la comunidad científica al confundirse con términos como, desertización, degradación y desertificación. La palabra desertificación desde el diccionario etimológico, está formada por raíces latinas y sus componentes léxicos son, “el prefijo *de* (alejamiento, privación); *serere* (entrelazar, trabar); *facere* (hacer); más el sufijo *cion* (acción y efecto)”, (Etimologías, 2017). Mientras que la palabra desertización, según la Real Academia española este verbo es sinónimo de desertificar, “Transformar en desiertos amplias extensiones de tierra fértil” (DRAE, 2017) esta palabra no incluye el léxico *facere* (*hacer*), que es la diferencia con el término desertificación, pues este léxico lo representa el comportamiento del ser humano en este proceso. Por su parte Dunjo (2004), establece que los procesos de “desertificación y

“degradación”, conducen a suelos parcial o totalmente improductivos, pero no son sinónimos. La degradación se refiere a cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo que afectan el crecimiento vegetal; mientras que la desertificación está centrada en factores ambientales y antrópicos que afectan la productividad del suelo.

Respecto al término desertificación la SSPD<sup>2</sup>, define que “un municipio o distrito es desertificado, cuando no logra acreditar el cumplimiento de todos o alguno de los requisitos establecidos en el proceso de certificación” (MVCT, 2016).

En 1977, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Desertificación, definió el concepto de desertificación como, la disminución del potencial biológico de la tierra que desemboca en condiciones de tipo desértico y constituye un aspecto del deterioro generalizado de los ecosistemas y el potencial biológico, es decir, la producción vegetal y animal, con múltiples fines, que impiden el desarrollo de la población. (UPAEP, 2001).

La definición resultó inadecuada cuando en diferentes partes del mundo se trató de realizar una evaluación cuantitativa de la desertificación y se hacía necesario una definición más precisa, especialmente por la necesidad de distinguir entre la desertificación y el fenómeno de las oscilaciones cíclicas de la productividad de la vegetación en los márgenes del desierto "expansión o contracción del desierto" (Arias, 2006).

El PNUMA en Nairobi en 1990, adoptó una nueva definición de la desertificación, como el proceso complejo que reduce la productividad y el valor de los recursos naturales, en el contexto específico de condiciones climáticas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, como resultado de variaciones climáticas y actuaciones humanas adversas (UNCED, 1992).

---

<sup>2</sup> SSPD: Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios

El Consejo de Administración del PNUMA, en 1991, indicó que era necesario seguir precisando la definición del concepto de desertificación, teniendo en cuenta los descubrimientos recientes sobre la influencia de las variaciones climáticas y la capacidad de recuperación de suelos. Finalmente se adoptó la definición que hoy conocemos formulada por la Convención de las Naciones Unidas Lucha Contra la Desertificación en 1994 entendida como, la degradación de las tierras de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas como resultado de diversos factores tales como variaciones climáticas y las actividades humanas (Bermúdez, 2006).

Por su parte, en Colombia, el IDEAM (2005), define la desertificación como, el resultado de prácticas inadecuadas e insostenibles que el hombre, a través de los años, ha ejercido sobre el sistema bioproductivo terrestre que comprende el suelo, la vegetación, procesos ecológicos e hidrológicos que se desarrollan en la tierra. También el concepto de desertificación es definido por la FAO como, la expresión general de los procesos económicos, sociales y naturales incluidos por el hombre, que rompen el equilibrio del suelo, la vegetación, el aire y el agua, ruptura que ocasiona la disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra, la degradación de las condiciones de vida y la expansión de los desiertos. (SIAC, 2011).

De acuerdo con las anteriores definiciones se evidencia un sin número de autores, instituciones y organizaciones que han tratado de definir un proceso complejo a través de diferentes enfoques. Para esta investigación se decidió definir el proceso de desertificación como, “ El resultado de un conjunto de variaciones climáticas, presiones, acciones, sobreexplotaciones en el recurso suelo, inducidas por el hombre en áreas susceptibles y frágiles como las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, que se presenta en el territorio en diferente magnitud en el tiempo a través de la disminución de la calidad de vida, pérdida de capacidad productiva del suelo, pérdida de

diversidad biológica, oferta hídrica y disponibilidad de alimentos que desencadena en escenarios de desierto” (Gantiva,2018).

Esta definición, permite entender la acción negativa del ser humano en la degradación de los suelos en los territorios sin una planificación estratégica adecuada por parte de las instituciones encargadas que dentro de sus potestades tienen la planificación, entendida por Lobos (2013), como, “la función pública a través de la cual, el Estado diseña el orden y programa del desenvolvimiento de una actividad, para la consecución de determinados fines, como una herramienta de coordinación de fuerzas y de orientación del desarrollo”. Mientras que para López (1984), es un proceso continuo que requiere de constante reexamen de direcciones, tendencias y cursos de acción política, buscando adaptar y ajustar los cursos de acción política, gubernamentales con las menores pérdidas, no es un fin, sino un medio, para la mejor utilización del territorio.

Dentro del marco conceptual, operativo y administrativo de la planificación, “se encuentra la ordenación del territorio que va más allá de la delimitación de zonas. Representa en la actualidad, una opción indispensable de consenso social y económico, y un instrumento para la armonización territorial y la legibilidad espacial” (Pujadas & Font, 1998). Según la Carta Europea de la Ordenación del Territorio de 1983, el ordenamiento territorial es la expresión espacial de políticas económicas, sociales, culturales y ecológicas de la sociedad, es una técnica administrativa y política concebida con enfoque interdisciplinario global cuyo objetivo es un desarrollo equilibrado de las regiones y la organización física del espacio según un concepto rector (Aguilera. s.f).

El ejercicio de establecer lineamientos para los instrumentos de desarrollo territorial, hace parte de las orientaciones que diferentes entes promulgan para que una acción se realice de la mejor forma; según la Gobernación de Santander & Universidad Santo Tomás (2014), los lineamientos son las pautas o criterios que permiten guiar el ordenamiento territorial, la toma de decisiones

respecto a los modelos de ocupación, gestión, usos y funciones del territorio, orientando los planes y acciones de los actores con intereses sobre el uso territorial.

Es indispensable garantizar un enfoque sistémico para lograr el cumplimiento de los lineamientos de los instrumentos de desarrollo local para la prevención y mitigación del proceso de desertificación. El enfoque sistémico no descompone, ni reduce lo complejo a lo simple, sino que, permite ver sus interrelaciones, de una manera concreta e intenta complementar con visión englobadora el conocimiento especializado y analítico (Graieb, 2012).

Mientras que para Vega (1997), el enfoque sistémico utiliza una serie de conocimientos y técnicas, enfocados al cumplimiento de objetivos previamente fijados. Sus actividades están estructuradas al logro de objetivos y presenta una organización compuesta por relaciones y jerarquías, las cuales, hacen parte integral de un sistema mayor y efectúan intercambios con el sistema global.

Para aclarar terminología empleada en esta investigación, debido a que existe la confusión entre la susceptibilidad y vulnerabilidad biofísica de un territorio; para Cartaya (2006), la susceptibilidad se refiere a la posibilidad de que se genere en un territorio un proceso geológico; por su parte la Red Interamericana de Mitigación de Desastres (RIMD) (2009), describe la susceptibilidad como la predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado espacio geográfico. Por el contrario el término vulnerabilidad es definido por Cardona (2001), como la predisposición de un elemento a ser afectado o sufrir pérdida. Para el Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres (SNGRD), consiste en la fragilidad física, económica, social, ambiental o institucional que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir efectos adversos en caso de un evento físico peligroso (SNGRD, 2012).

Debido a que existe cierta dificultad en las definiciones conceptuales de variables o términos utilizados dentro del trabajo de investigación y destacando que construir un concepto es una

actividad muy importante que requiere un método; en este marco conceptual se aporta un punto de partida de lo que podría ser un acercamiento al concepto de relación espacial, construida a partir de la definición del concepto de relación y dato espacial para lograr definir la relación espacial como, la interacción de una o más variables, conceptos que tienen asociada una referencia geográfica y se puede localizar dónde sucede en un lugar dentro de un mapa.

### **2.3 Estado del arte**

La mayoría de autores coinciden en que la principal herramienta para la identificación de los procesos de desertificación son los SIG. Cabe resaltar que algunos utilizan diferentes denominaciones para definir el proceso de desertificación, en el caso de (Salamanca, 2016), lo denominó como, identificación de *desertificación potencial* en la zona hidrográfica de Sogamoso, Colombia, esta investigación consistió en el análisis espacial de variables biofísicas (Clima, ecosistemas, suelo, erosión, salinización) y socioeconómicas (uso del suelo, densidad de población), identificando las áreas con desertificación potencial. Mientras que Moreno (2015), lo denominó, indicadores de *riesgo de desertificación* en zonas del valle del Cauca Colombia, la investigación se basó en la creación de un modelo cartográfico, a partir, del análisis y combinación de indicadores biofísicos y socioeconómicos como, atributos geomorfométricos, índices climáticos, clasificación de coberturas, usos de la tierra, calidad inherente del suelo, fragilidad biofísica, impacto biofísico, capacidad de adaptación. En términos de agrupación de variables es evidente que la investigación de Moreno por la amplitud de variables utilizadas en el Valle del Cauca, es más completa que la planteada por Salamanca, pero no es así, esto se debe a la falta de información espacial en algunas zonas del territorio nacional, lo que obliga a los investigadores a replantear modelos y utilizar información más general. Para el caso del proceso de desertificación,

la variable clima por información literaria tiene mayor importancia dentro de modelos cartográficos; en el caso del Valle del Cauca, este cuenta con estaciones climatológicas automáticas de Cenicaña, mientras que muchas de las estaciones climatológicas a nivel nacional del IDEAM como el caso de Boyacá y Santander, se encuentran sin funcionamiento desde hace muchos años.

El modelo cartográfico utilizado por el IDEAM en el año (2005) para identificar las áreas desertificadas en el país, se realizó a partir de indicadores climáticos (Precipitación/Evapotranspiración potencial  $> 0,75$ ), indicadores bióticos (cobertura de ecosistemas), indicadores edáficos (suelos áridos y usticos) y califica el nivel de gravedad por medio de la degradación de suelos por erosión y salinización; actualmente este modelo es muy criticado por los investigadores especializados en el tema, se destaca que fue un avance significativo para la identificación de procesos de degradación de suelos en Colombia, pero la escala a la cual fue realizado, no representa la realidad del país para la toma de decisiones, debido a que muchas de las estaciones climatológicas están en zonas secas y se encuentran en altitudes superiores a 2000 m.s.n.m y al interpolarlas, no presentan las características climáticas de la región por el método holdridge. La cartografía de las demás variables en el modelo se encuentra a escalas muy grandes y en algunos casos, como el municipio de la Uvita y Boavita (zona de estudio de esta investigación), el 660% del área de los municipios presentaba proceso de desertificación, lo cual no representa la realidad.

Otras investigaciones como la realizada en Chile por (Malhue, *et al.* 2011), logró identificar la *sensibilidad ambiental* a la desertificación en la cuenca del Pangué, Chile donde a través de indicadores biofísicos y socioeconómicos, mediante el modelo Medalus utilizado en Europa para identificar la desertificación, los indicadores utilizados fueron (suelo, clima, gestión “intensidad

en el uso de suelo”), políticas de protección a la erosión, porcentaje de pobreza y tasa de deforestación, estos tipos de modelos utilizados, son propios para contextos locales, debido a que la información de los indicadores es muy específica y es posible convertirla en atributos espacializados, para utilizarlos en el modelo cartográfico. Los resultados de esta investigación, fueron escenarios territoriales para implementar una gestión preventiva del proceso de desertificación, los cuales fueron adoptados para que los instrumentos de planificación territorial tengan más elementos para la toma de decisiones preventivas en la cuenca.

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS.

Como se observa en la figura 3, se presentan los resultados de los objetivos específicos y en sumatoria, el correspondiente al objetivo general.

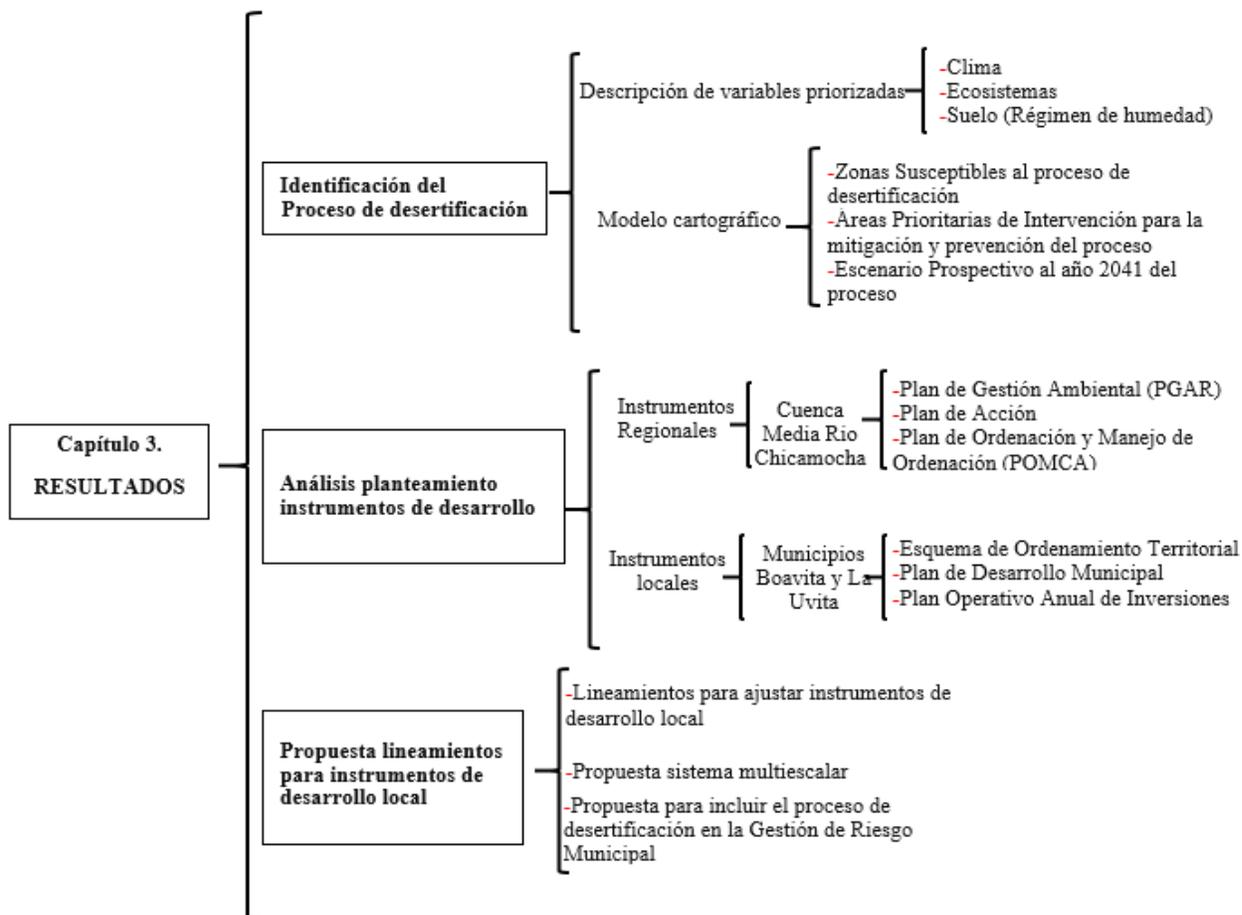


Figura 3. Síntesis de resultados del proyecto de investigación. Fuente: Elaboración propia.

### **3.1 Identificación del proceso de desertificación en la Cuenca Media del Río Chicamocha, departamento de Boyacá.**

Se presentan los resultados del primer objetivo específico, consistente en la identificación del proceso de desertificación que se logró sintetizar en un **MODELO** que consta de, descripción de tres variables priorizadas, identificación de zonas susceptibles biofísicamente al proceso de desertificación, identificación de áreas prioritarias de intervención y la descripción del escenario prospectivo de la susceptibilidad biofísica al año 2041 en la cuenca media del río Chicamocha.

#### **3.1.1 Descripción de variables priorizadas.**

La selección de las variables biofísicas utilizadas en el modelo, se realizó a partir de la revisión de información secundaria, buscando las características de la zona de estudio y utilizando la disponibilidad de información cartográfica. A continuación, se describen las variables clima ecosistemas y régimen de humedad del suelo, con su correspondiente construcción cartográfica y al final, se enfatiza su importancia dentro del modelo creado.

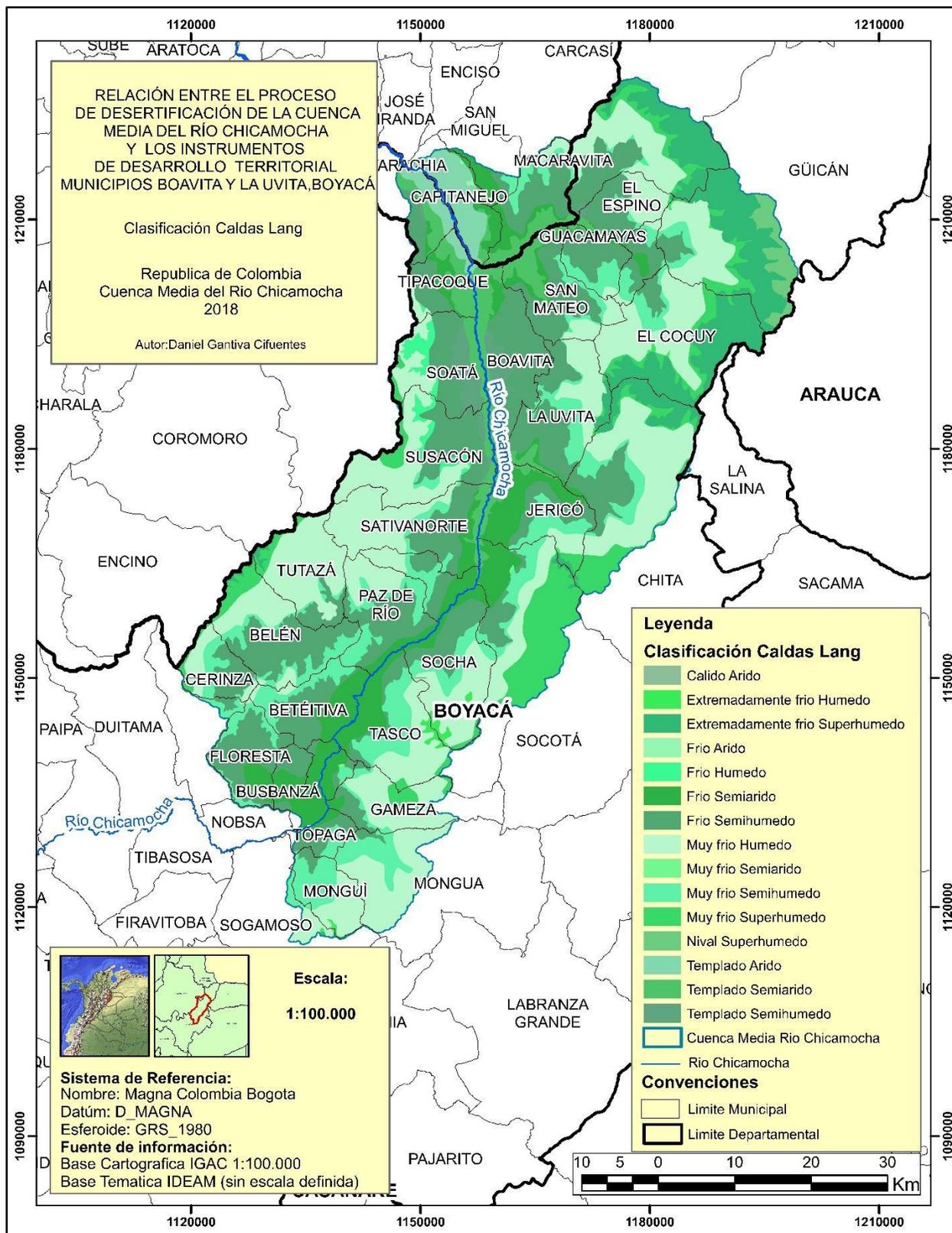
##### *3.1.1.1 Clima*

Esta variable se tiene en cuenta dentro del modelo, debido a que permite la delimitación del proceso de desertificación, como lo afirma la definición de Naciones Unidas (1994), “la desertificación es la degradación de tierras en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas”, por su parte la ley 461 de 1998, define estas zonas en las que la proporción entre la precipitación anual y la evapotranspiración potencial está comprendida entre 0,05 y 0,65, y conlleva a que sean más susceptibles a procesos de desertificación, debido a la limitación del crecimiento en la vegetación, la afectación del ciclo hidrológico generando escasez de agua. Dentro de la información

cartográfica encontrada, se decide utilizar la clasificación climática Caldas-Lang, oficial para Colombia (IDEAM, 2012).

Esta clasificación establece las zonas climáticas de acuerdo con la temperatura, la precipitación, y las variaciones altitudinales, esta información no tiene escala específica, debido a que se genera a través de la interpolación de parámetros meteorológicos medidos en la red de estaciones del IDEAM (Salamanca, 2015). Para esta investigación se decide no realizar una caracterización climática debido a las pocas estaciones climatológicas encontradas dentro de la zona de estudio, las que se encontraron estaban dispersas y en altitudes superiores a 2000 m.s.n.m y no reflejaban la realidad dentro de la cuenca, ya que al interpolarlas se repercutiría en repetir el mismo procedimiento de interpolación de información utilizado por el IDEAM. (Ver Mapa 3)

En la mapa 3 se evidencia que en la cuenca media del río Chicamocha predominan los climas nivales en el nevado del Cocuy en la zona noroccidental, los climas fríos y superhúmedos en las cercanías del nevado, por su parte los climas áridos y semiáridos se sitúan sobre la ribera del río Chicamocha, debido a los procesos eólicos y fluviales que hacen parte de la formación del cañón del Chicamocha.



Mapa 3. Clasificación Climática Caldas Lang, cuenca media del río Chicamocha,

### 3.1.1.2 Ecosistemas

Los ecosistemas son evaluados dentro del modelo a partir de las características de su vegetación debido a que las áreas con vegetación xerofítica, propias de zonas secas, son más susceptibles a procesos de desertificación. Según Márquez (2004), los ecosistemas xerofíticos y subxerofíticos son formaciones xéricas de tipo áridas y semiáridas, donde la evapotranspiración supera a la precipitación la mayor parte del año; presentan suelos limitados por la escasez de agua, la composición vegetal es dominada por especies con baja probabilidad de supervivencia, lo que permite afirmar que estos ecosistemas actúan como bioindicador de zonas secas y susceptibles a procesos de desertificación.

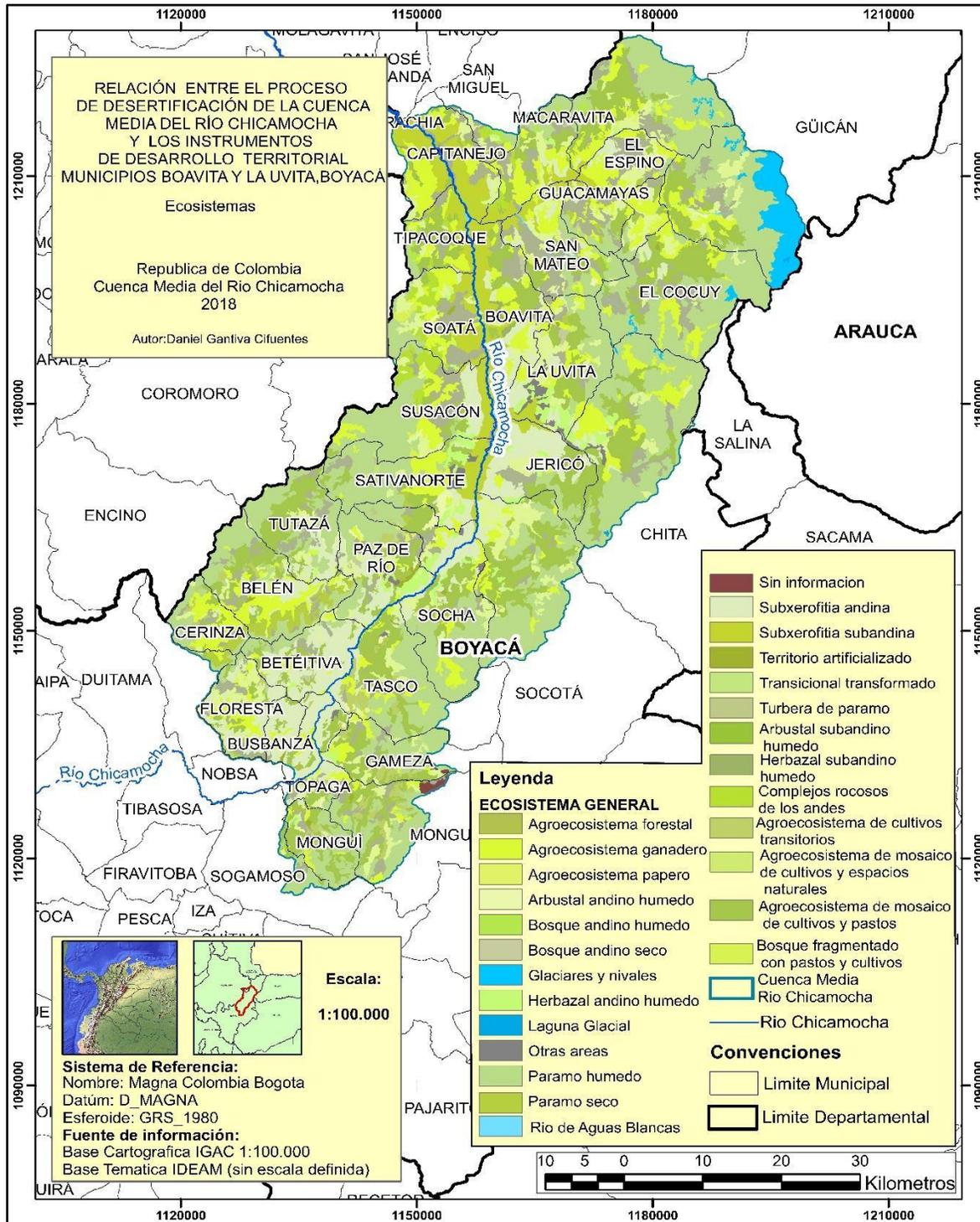
Como insumo se utilizó el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos de Colombia, escala 1:100.000 creado por MADS, *et al* (2011), que define los ecosistemas como el complejo dinámico de comunidades vegetales, animales y de microorganismos, que interactúan como una unidad funcional en un territorio, el cual presenta homogeneidad en condiciones biofísicas y antrópicas. (Ver mapa 4).



Figura 4. Porcentaje de ecosistemas en la CMRCH.

Fuente: Elaboración a partir del mapa de ecosistemas.

Se evidencia que los ecosistemas que predominan en la CMRCH son ecosistemas de páramo (30%) representando el estado de conservación de la cuenca; los agroecosistemas con (47%) representan la presión que se realiza sobre los suelos en la cuenca; y los ecosistemas xerofíticos (15%) el bioindicador de procesos de desertificación.



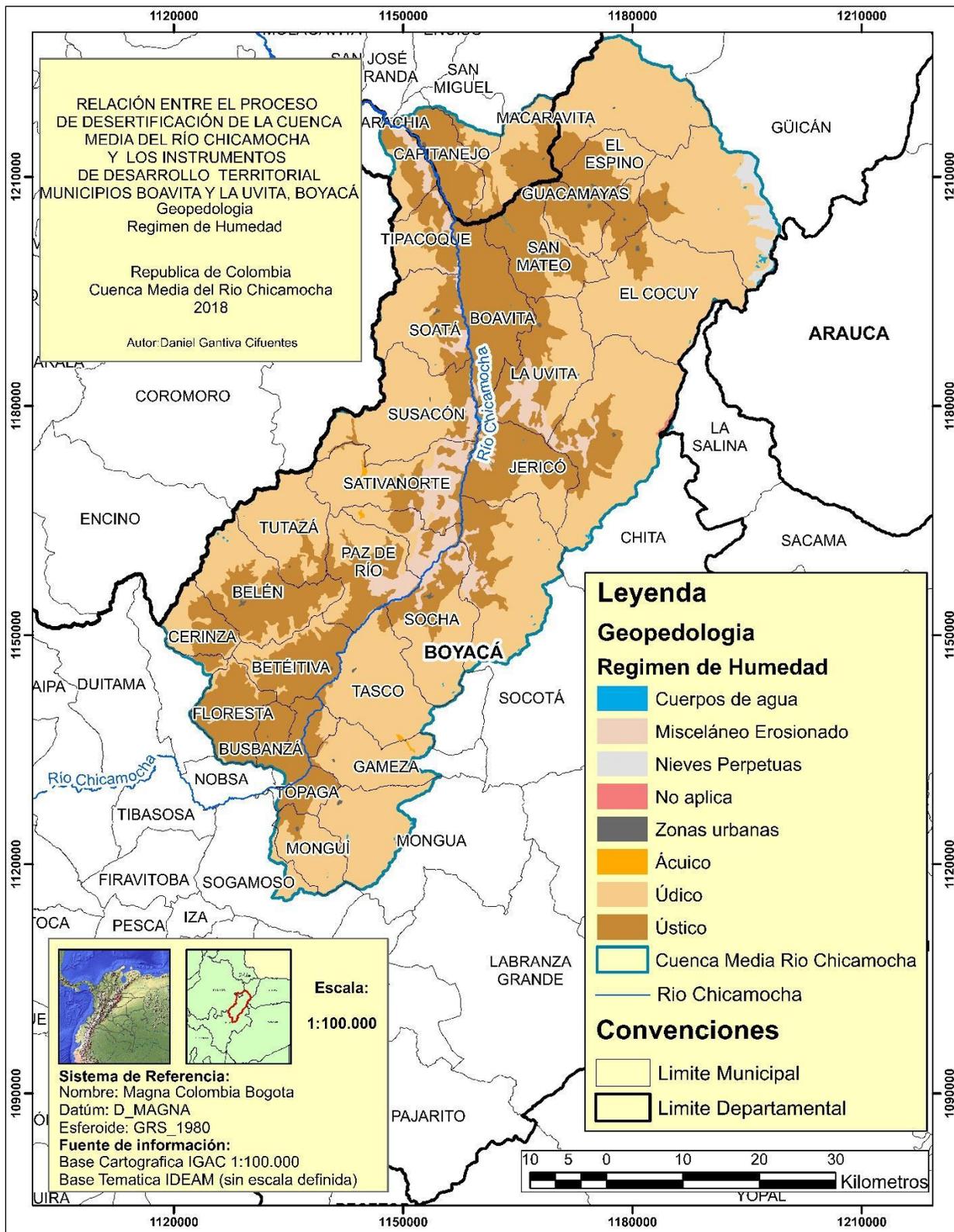
Mapa 4. Ecosistemas de la cuenca media río Chicamocha,

### 3.1.1.3 Suelos (*Régimen de Humedad*)

Esta variable fue utilizada dentro del modelo, bajo el siguiente criterio, a menor capacidad de retención de agua mayor susceptibilidad al proceso de desertificación

La geopedología, se refiere a las relaciones entre geomorfología y pedología, con énfasis en la contribución de la primera a la segunda., más específicamente, geopedología es en primera instancia un enfoque metodológico para y al servicio del inventario de suelos, a la vez que provee un marco para el análisis de los patrones de distribución geográfica de los suelos. Dentro de ese análisis se encuentra el régimen de humedad definido como “la presencia o ausencia de un nivel freático o de agua retenida a tensiones inferiores a 1500 KPa durante periodos del año, lo cual determina la retención de agua” (Baillie, 2001).

Existen cinco tipos de regímenes de humedad en el suelo, arídico, ústico, xérico, údico, ácuico. FAO, 2009 asegura que los suelos con régimen de humedad arídicos (latín *aridus*, seco) sus propiedades físicas los mantienen secos, con una superficie de corteza dura que imposibilita la infiltración de agua, se ubican en zonas áridas y semiáridas; por su parte los ústicos (Latín *ustus*, quemado; que implica sequedad) se mantienen secos al menos 90 días consecutivos o más dentro del año; mientras que los xéricos (Griego *xeros*, seco) mantienen secos 45 días o más consecutivos durante los 4 meses siguientes al solsticio de verano, en síntesis, los suelos aridicos (susceptibilidad alta), los ústicos (susceptibilidad media alta), xéricos (susceptibilidad media) mientras los otros dos mantienen una susceptibilidad baja al proceso de desertificación.



Mapa 5. Régimen de humedad de la cuenca media río Chicamocha.

### 3.1.2 Modelo temático.

Este modelo temático consiste en la expresión a una aproximación de la realidad, a través de métodos de procesamiento de información, logrado mediante análisis espacial, donde se relacionan las tres variables biofísicas entre sí, con el fin de identificar zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación. El modelo se realizó a escala 1:100.000, debido a que la información de las variables utilizadas se encuentra a esa escala y se adopta a los requerimientos de información cartográfica para los POMCA. Este resultado, se compone de varias figuras y mapas, que corresponden a la identificación de las Zonas Susceptibles al proceso de desertificación, de las Áreas Prioritarias de Intervención (API) y los elementos para un escenario prospectivo al año 2041.

A partir del análisis planteado en esta investigación se formula el siguiente modelo:

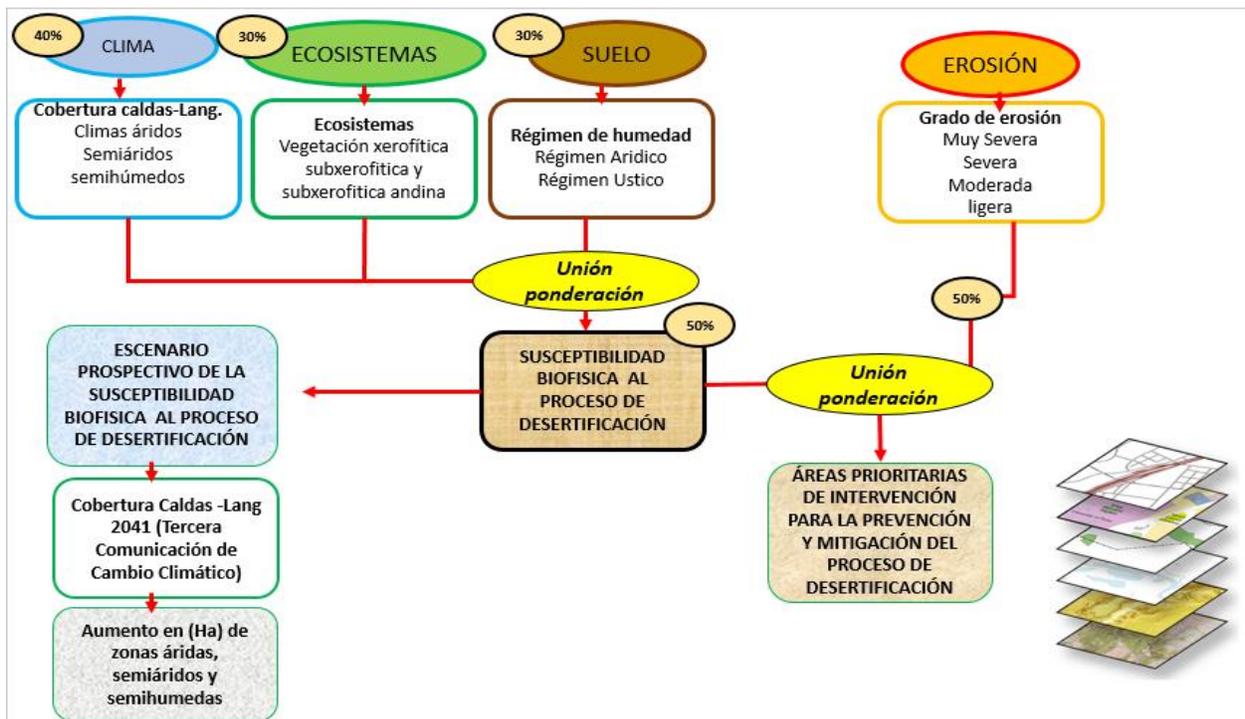


Figura 5. Modelo para la identificación de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia, adecuado de Moreno (2015) y Salamanca (2015).

La asignación de los porcentajes de las variables del modelo, se decidió mediante el consenso del semillero de investigación Geoperspectivas, basados en la metodología de Mimí y Sawalhi, (2003), donde cada investigador asigna los porcentajes dependiendo a sus conocimientos y por medio de promedio se establece el porcentaje que será utilizado dentro del modelo.

*Tabla 1. Resultado promedios de porcentajes propuestos por el semillero Geoperspectivas para la ponderación del modelo. Fuente: elaboración propia.*

	<b>Clima</b>	<b>Suelo</b>	<b>Ecosistemas</b>	<b>Total</b>
<b>Investigador 1</b>	30	25	45	100
<b>Investigador 2</b>	40	30	30	100
<b>Investigador 3</b>	30	35	35	100
<b>Investigador 4</b>	40	40	20	100
<b>Investigador 5</b>	60	20	20	100
<b>Investigador 6</b>	40	30	30	100
<b>Promedio</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	

En el caso de los porcentajes zonas susceptibles al proceso de desertificación y la degradación de suelo por erosión en común acuerdo se decidió darle el mismo valor (50-50) para obtener como resultado áreas prioritarias de intervención para la prevención y mitigación del proceso de desertificación.

### 3.1.2.1 Zonas Susceptibles al proceso de desertificación

Para la obtención de la capa zonas susceptibles al proceso de desertificación se plantean como variables biofísicas, clima, ecosistemas y régimen de humedad del suelo con base en el concepto manejado por la CNUCLD (1994), sobre desertificación; posteriormente se delimito la información cartográfica a partir de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de la clasificación climática Caldas Lang, que según la (CNUCLD,1994) y la literatura investigada son las zonas más susceptibles para la presencia de procesos de desertificación. A continuación se le asigna una

valoración de atributos para cada variable (Tabla 2, 3, 4), la ponderación de la valoración para cada parámetro se realiza a una escala de 0 a 5, siendo 5 el de mayor importancia y 0 el de menor importancia., las tablas de valoración de variables son de autoría propia del investigador a partir de la información literaria investigada.

*Tabla 2. Valoración de atributos para la variable Clima. Fuente: Elaboración propia.*

Clima		Valoración	Criterio
Áridos	Cálido árido	5	Climas secos, se caracteriza por sus escasas precipitaciones por debajo de la evapotranspiración, se localiza principalmente en zonas desérticas, debido a esto se le asigna el máximo valor
	Templado árido	4,5	
Semiaridos	Templado semiárido	4,2	Tipo de clima seco, lluvias inferiores a 400 mm anuales, características de los semidesiertos, la vegetación y el suelo se adaptan a condiciones de poca humedad y pocas precipitaciones, muy susceptibles a procesos de desertificación, se le asigna grado alto de valoración
	Frio semiárido	4	
	Muy frio semiárido	3,5	
Semihumedos	Templado semihumedo	3	Clima considerado seco, presenta temporadas secas y húmedas, esto disminuye el grado de susceptibilidad por ende se les asigna el valor medio de valoración
	Frio semihumedo	2	
	Muy Frio semihumedo		
Otros climas		0	A partir del criterio de la relación P/ETP es baja. Lo cual permite que la vegetación y los suelos tengan disponibilidad de agua durante la mayor parte del año, por tanto no se considera susceptible biofísicamente este tipo de climas

*Tabla 3. Valoración de atributos para la variable Régimen de Humedad. Fuente: Elaboración propia.*

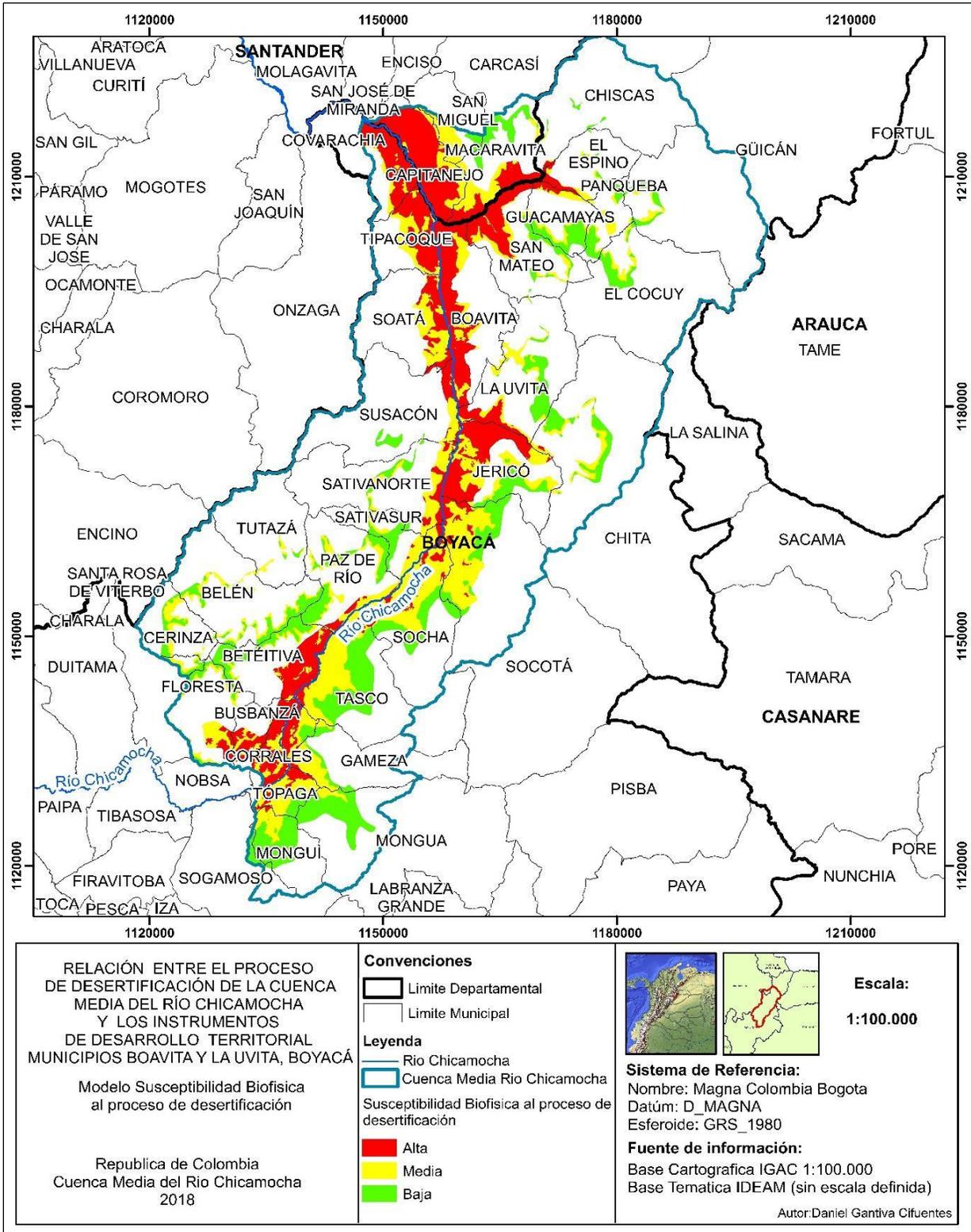
Régimen de Humedad	Valoración	Criterio
Áridico	5	Cuenta con propiedades físicas que los mantienen secos, con una superficie de corteza dura que imposibilita la infiltración de agua, se ubican en zonas áridas y semiáridas
ústico	4	Mantienen secos al menos 90 días consecutivos o más dentro del año, lo cual los hace muy susceptibles al proceso de desertificación
Otros	0	No se consideran susceptibles biofísicamente al proceso de desertificación

Tabla 4. Valoración de atributos para la variable Ecosistemas. Fuente: Elaboración propia.

<b>Ecosistema</b>	<b>Valoración</b>	<b>Criterio</b>
<b>Vegetación xerofítica andina</b>	5	Ecosistemas propios de zonas áridas y semiáridas, la evapotranspiración supera a la precipitación la mayor parte del año
<b>vegetación subxerofítica subandina</b>	4	Vegetación expuesta a sequia durante largos periodos del año, suelos limitados por la escasez de agua.
<b>Otros</b>	0	La vegetación presenta condiciones favorables en cuanto a niveles de precipitación y humedad, no se consideran susceptibles al proceso de desertificación

Luego de la valoración de los atributos de cada variable, éstos se multiplican por el porcentaje asignado dentro del modelo a cada variable biofísica (clima, ecosistemas, régimen de humedad) posteriormente a través de la unión espacial de la suma de los resultados del producto entre la valoración del cada variable y el porcentaje de las tres variables (Producto Clima + Producto Ecosistemas + Producto Régimen de Humedad) se obtiene como resultado la capa zonas susceptibles biofísicamente al proceso de desertificación.

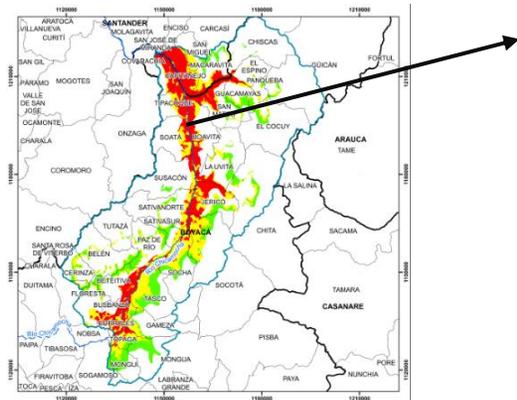
Dentro de la revisión literaria utilizada en esta investigación, no se evidencia metodologías para la clasificación y valoración de las categorías de susceptibilidad, cada autor bajo criterio propio establece los rangos y la valoración. Para el caso de esta investigación se determinó asignar tres grados de susceptibilidad (Alto, Medio, Bajo) debido a que se observaba una tendencia homogénea en los datos, que permite la utilización de estos grados de susceptibilidad, el resultado mayor de la operación de unión espacial, se dividió en las categorías establecidas (3) para determinar las zonas susceptibles al proceso de desertificación.



Mapa 6. Susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación, Cuenca Media del Río Chicamocha.

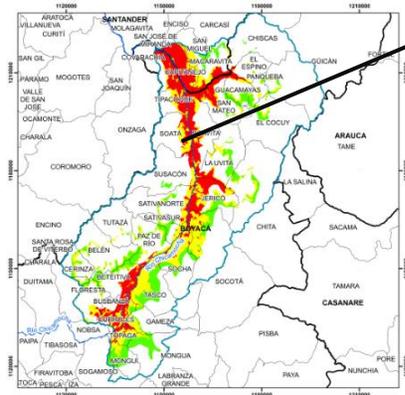
A partir de los datos recopilados en la salida de campo se decide realizar la descripción de las categorías establecidas en el mapa para la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, donde se contraste con las evidencias fotográficas obtenidas en la validación en campo.

Tabla 5. Descripción de las categorías de susceptibilidad en la Cuenca Media Río Chicamocha. Fuente: Elaboración propia, registro fotográfico semillero Geoperspectivas U.D.C.A 2017.

Categoría Susceptibilidad	Descripción	Evidencia
<p style="text-align: center;"><b>Alto</b></p>	<p>Zonas localizadas sobre topografía fuertemente ondulada y quebrada, pendientes fuertemente escarpadas, presentan climas áridos y semiáridos, régimen de humedad ústico, se caracteriza por una vegetación subxerofítica andina con áreas abiertas sin vegetación.</p> 	

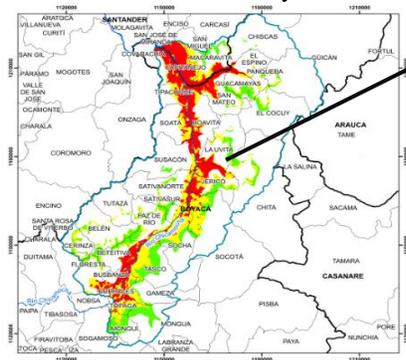
**Medio**

zonas localizadas sobre topografía ligeramente ondulada, presentan climas semiáridos y semihúmedos, pendientes moderadas, régimen de humedad del suelo ústico y údico, predominan ecosistemas subxerofíticos subandinos, con herbazales abiertos y densos, agroecosistemas ganaderos, de mosaico de cultivos y territorios artificializados



**Bajo**

Zonas localizadas sobre, topografía ligeramente plana a ligeramente ondulada, presentan climas semihúmedos, régimen de humedad del suelo údico, predominan agroecosistemas de mosaico de pastos y espacios naturales, ganaderos y paperos, herbazal andino húmedo con vegetación de arbustal abierto y denso



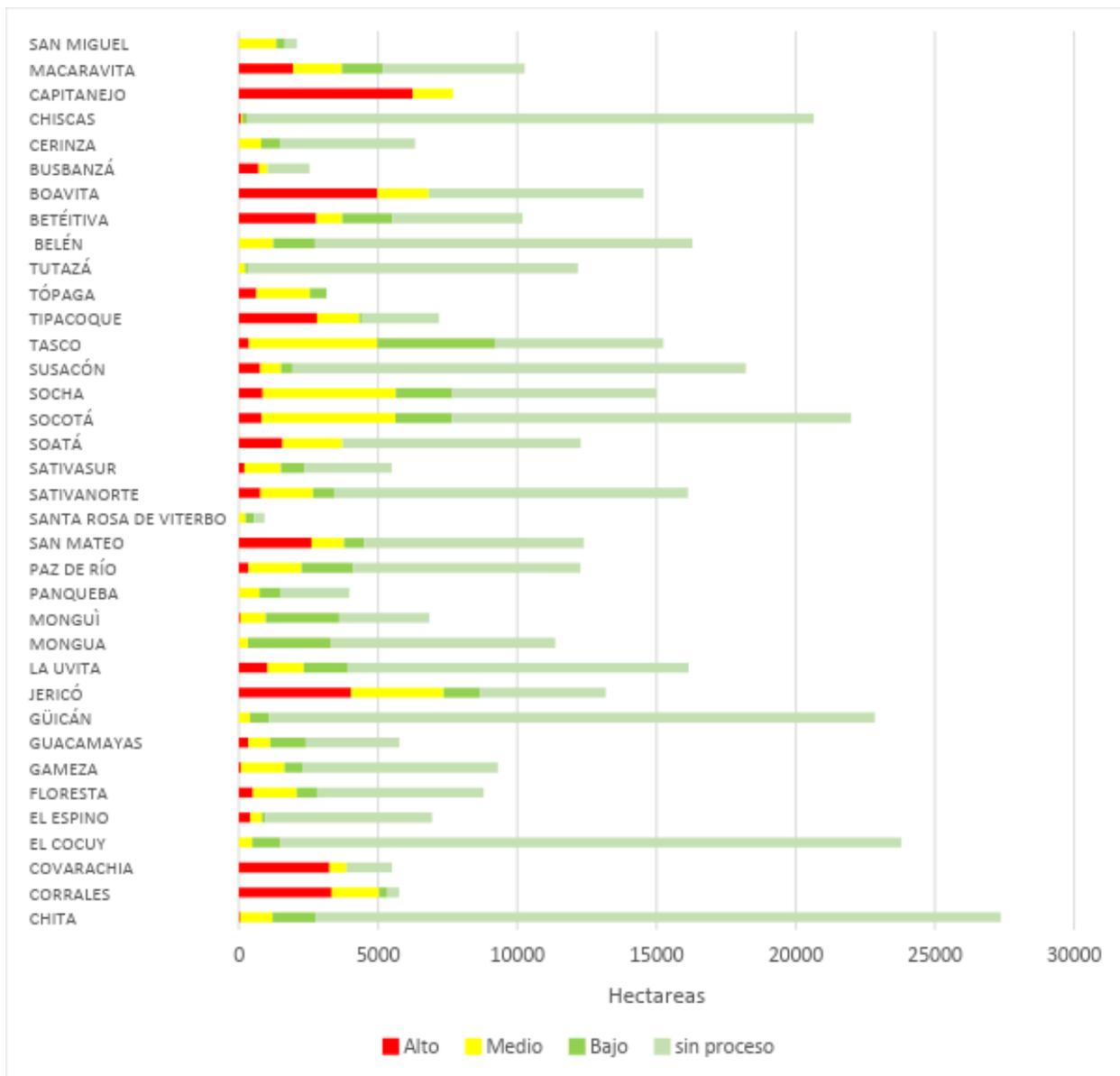


Figura 6. Área total del municipio afectada con procesos de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha. Fuente: Elaboración propia a partir, del mapa de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la CMRCH.

El mapa 6 permite evidenciar que de las 412. 684 (Ha) que abarca el área total de la cuenca media del río Chicamocha, 129.904 hectáreas (30%) presentan susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación dividida de la siguiente manera, 28% susceptibilidad alta, 32% media y 40% baja; mientras que la figura 7 representa como está dividida la susceptibilidad en cada uno de los

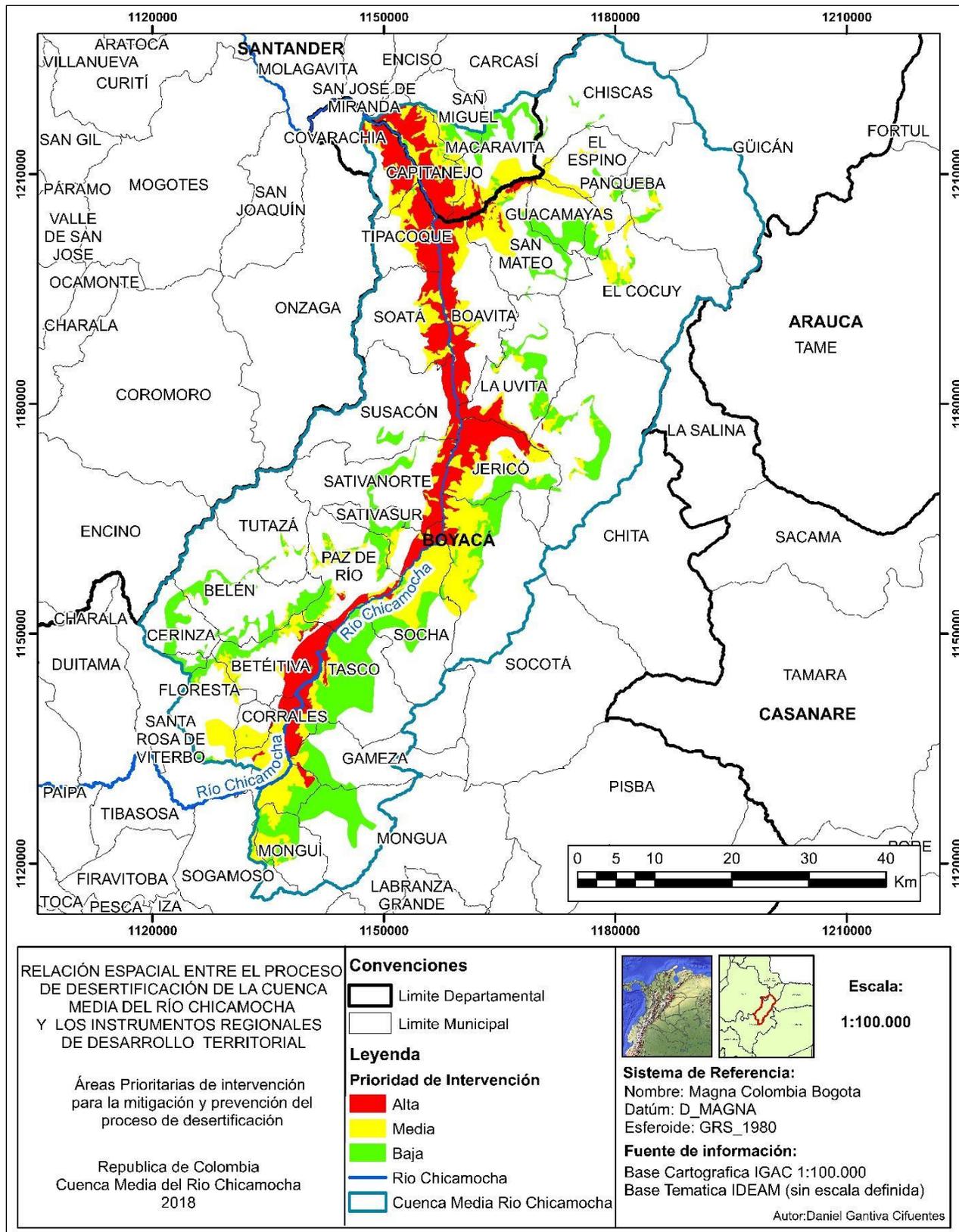
municipios que hacen parte de la cuenca. Se destacan que los municipios con mayor área con porcentajes de desertificación son Capitanejo, Boavita y Jericó

### 3.1.2.2 Áreas Prioritarias de Intervención (API)

Para la obtención de las Áreas Prioritarias de Intervención (API) se decide realizar la unión espacial con la degradación de suelos por erosión, definida como la pérdida de la capa superficial de la corteza terrestre por acción del agua y/o del viento, que es mediada por el ser humano, y trae consecuencias ambientales, sociales, económicas y culturales (IDEAM-U.D.C.A, 2015). Esta unión permite generar un mayor nivel de detalle del producto final, a su vez permite identificar las zonas que siendo susceptibles biofísicamente al proceso de desertificación y a su vez tienen procesos de erosión muy severa, severa y moderada, requieren de la intervención y control inmediato para la recuperación de estos suelos. En primer lugar, se le asigna una valoración a los atributos de la variable erosión (Ver tabla 6), posteriormente se halla el producto entre la valoración y el promedio asignado a cada variable (en este caso 50% para cada variable). Finalmente, la unión espacial genera las Áreas Prioritarias de Intervención para la prevención y mitigación del proceso.

*Tabla 6. Valoración de atributos para la variable Erosión.*

<b>Grado de Erosión</b>	<b>Valoración</b>	<b>Criterio</b>
<b>Muy Severa</b>	5	Pérdida total de horizontes del suelo, existen mínimas posibilidades de recuperación y control (caracterización de zonas críticas de degradación de suelos)
<b>Severa</b>	4	Pérdida del horizonte A y parte del horizonte B, presencia de cárcavas, hundimientos, asentamientos (escenario de alta degradación)
<b>Moderada</b>	3	Se presenta una degradación parcial del horizonte A, los servicios ecosistémicos se ven disminuidos.
<b>Ligera</b>	1	Se observan pérdidas inferiores 25% de la capa superficial, suelos que deben ser tratados para impedir que dentro de la clasificación aumenten.
<b>Sin evidencia</b>	0	No se considera importante en la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación



Mapa 7. Áreas Prioritarias de Intervención para la mitigación y prevención del proceso de desertificación en la Cuenca Media Río Chicamocha.

En el mapa 7, se evidencia que 129.904 hectáreas (31%) del área total de la cuenca son Áreas Prioritarias de Intervención (API) para la prevención y mitigación del proceso de desertificación, 8% prioridad de intervención alta, 12% media y 11% baja. Por su parte la figura 7 muestra que los municipios con mayor Áreas de Prioridad para la intervención son Jericó, Corrales, Covarachia, Tasco, y Capitanejo, las cuales requieren de atención inmediata para restaurar los suelos.

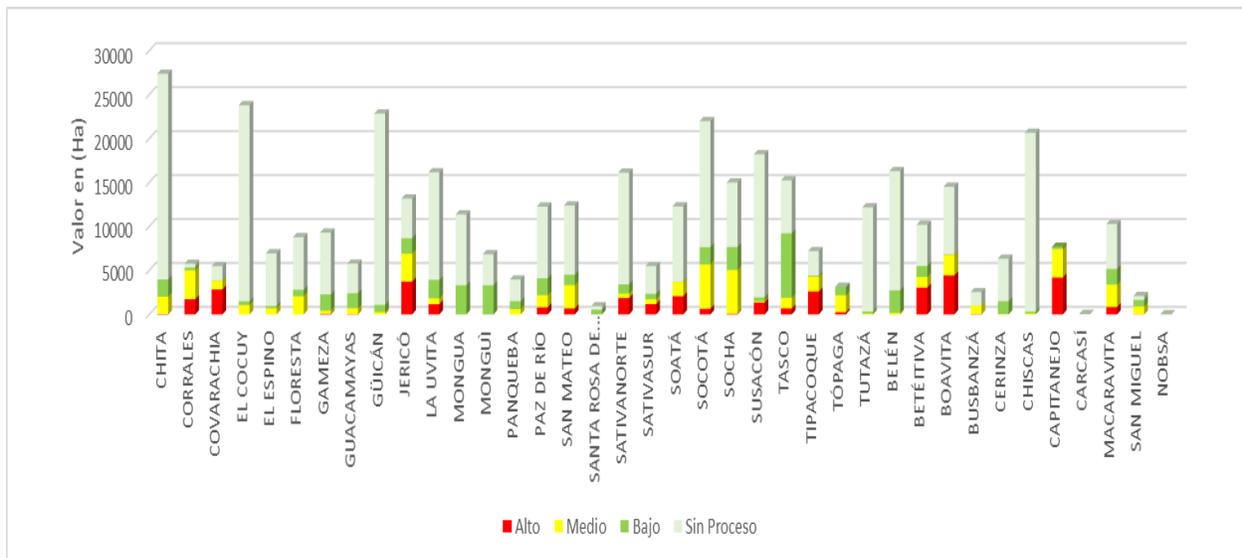
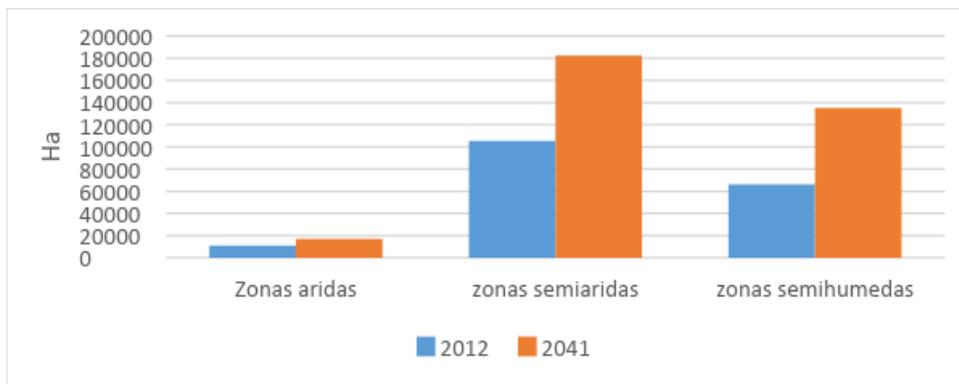


Figura 7. Área total del municipio con Áreas Prioritarias de Intervención (API) para la prevención y mitigación del proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia a partir, del mapa de Áreas Prioritarias de Intervención.

### 3.1.2.3 Escenario Prospectivo año 2041.

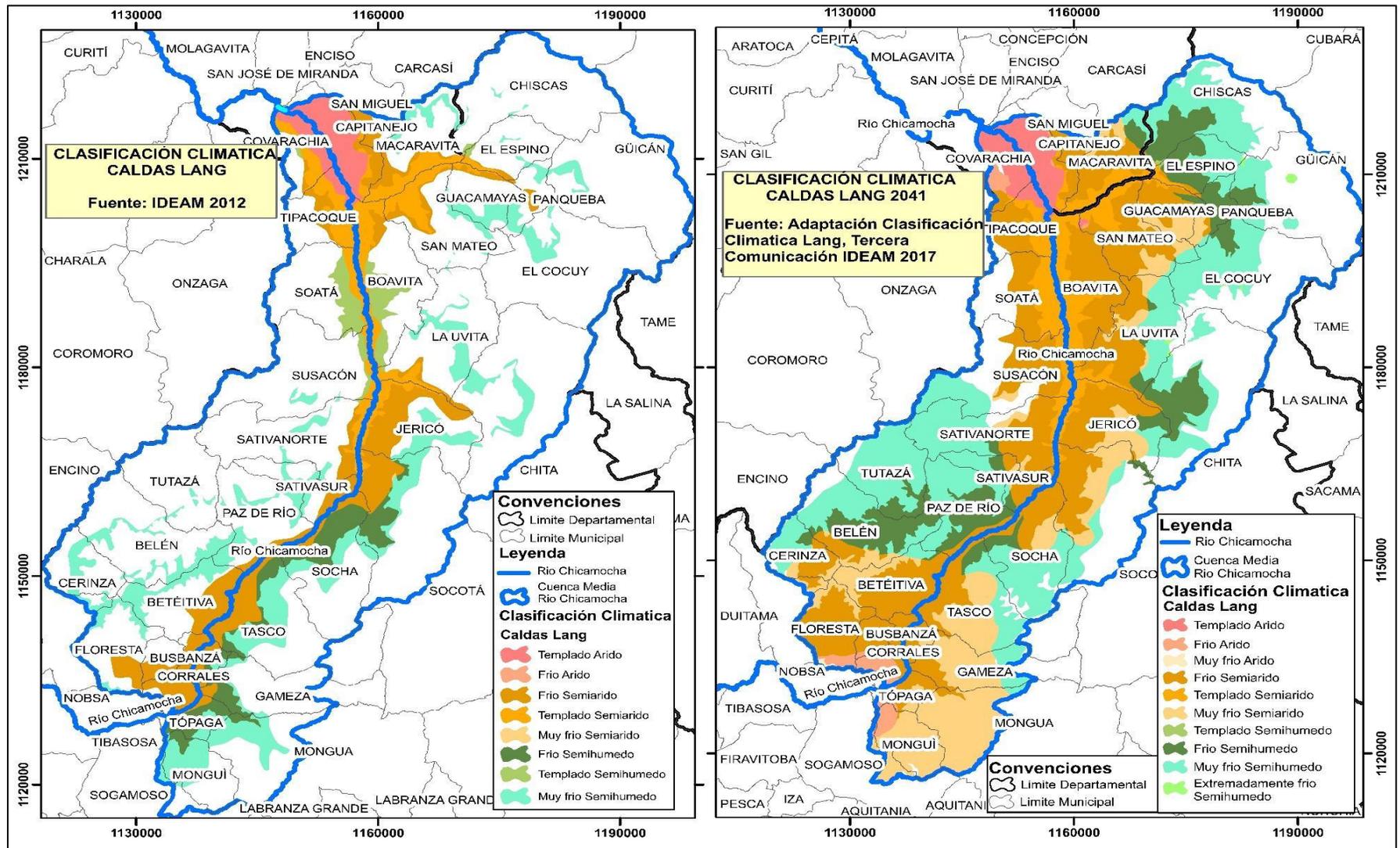
El escenario prospectivo de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la CMRCH, se obtuvo a partir de la clasificación climática de Lang 2041-2070 de los escenarios de Cambio Climático para Colombia, por metodológicas propuestas por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC) (IDEAM, 2015). Esta cobertura se modificó a través de la sobreposición espacial y el análisis de información cartográfica, para generar una aproximación de la clasificación climática caldas lang 2041, para poder contrastarla con la clasificación de 2012 y generar el mapa comparativo de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación entre estos

dos años.(Ver mapa 8) el cual permite evidenciar el aumento significativo de las zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas en la cuenca media del río Chicamocha, de 182.576 Ha en el año 2012 a 334.638 Ha para el escenario 2041, el aumento de estas zonas y debido a sus características por la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación representa una alerta a las corporaciones regionales y alcaldías locales de desarrollo territorial para implementar estrategias de prevención, mitigación y adaptación al proceso de desertificación en la cuenca media del Río Chicamocha.



*Figura 8. Aumento zonas áridas, semiáridas y semihúmedas en la Cuenca Media del Río Chicamocha entre los periodos 2012-2041. Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas de clasificación climática Caldas-Lang de los años 2012-2041.*

En términos de la clasificación climática de Caldas Lang se refleja un aumento significativo en los climas frío semiárido de 35.268 a 103.840 Hectáreas y el clima frío semihúmedo de 48.850 a 91,884 Hectáreas, y en menor proporción los climas muy frío y frío árido y templado, muy frío y frío semihúmedos como se evidencia en la figura 9.



Mapa 8. Comparación de la clasificación climática Caldas Lang entre los años 2012 y 2041.

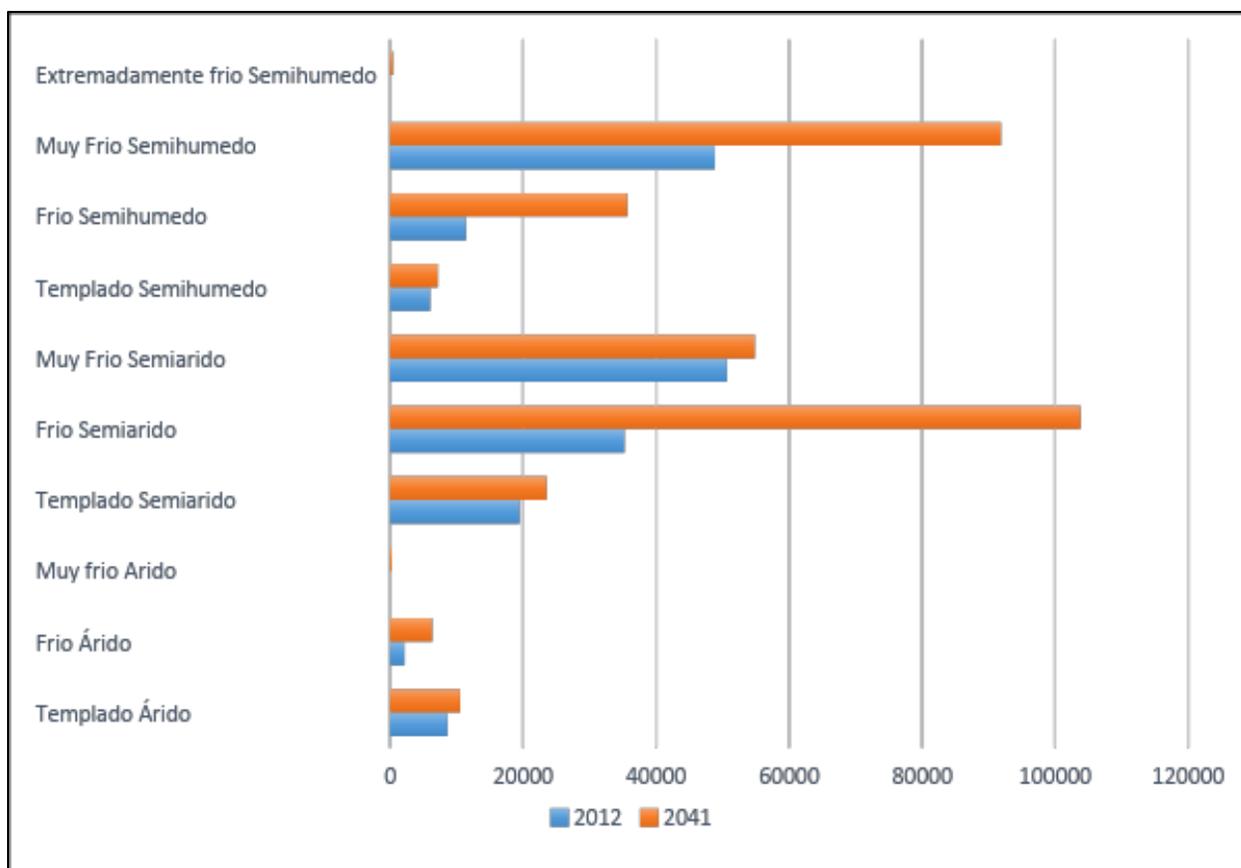


Figura 9. Aumento en los tipos de clima de la clasificación climática Caldas lang, periodos de 2012 a 2041. . Fuente: Elaboración propia a partir de los mapas de clasificación climática Caldas-Lang de los años 2012-2041.

### 3.2. Análisis del planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local de los municipios de Boavita y La Uvita, departamento de Boyacá y la relación proceso de desertificación encontrado en la cuenca media del río Chicamocha.

Esta sesión contiene el resultado del segundo objetivo específico, en el cuál se logró analizar el planteamiento de nueve instrumentos de desarrollo territorial, en torno al proceso de desertificación y a los procesos afines, en dos niveles: el regional y el local. En el nivel regional, se logró analizar tres instrumentos: el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR), el Plan de Acción de la corporación de Boyacá (Corpoboyacá) y el Programa de Ordenación y Manejo Ambiental (POMCA). En el nivel local, se logró analizar seis instrumentos: los dos Esquemas de

Ordenamiento Territorial de la Uvita y de Boavita; los dos Planes de desarrollo Municipal; y los dos Planes Operativos Anuales de Inversiones de los municipios respectivos.

El análisis de la relación entre el proceso de desertificación encontrado en la etapa uno de la investigación y que fue definido como el resultado de un conjunto de variaciones climáticas, presiones, acciones, sobreexplotaciones en el recurso suelo inducidas por el hombre en áreas susceptibles y frágiles como las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, se representa en el territorio en diferente magnitud en el tiempo a través de disminución de la calidad de vida, capacidad productiva del suelo, diversidad biológica oferta hídrica y disponibilidad de alimentos que desencadena en escenarios de desierto” Gantiva, 2018., y los instrumentos de desarrollo regional y local consiste en la revisión minuciosa de los diagnósticos, propuestas, programas, proyectos, iniciativas, prospectiva, presupuestos respecto al proceso de desertificación o procesos afines dentro de los instrumentos de desarrollo

### **3.2.1 Instrumentos de desarrollo Regional.**

Se presenta el instrumento de largo plazo de CORPOBOYACÁ, así como el de corto plazo. Y el plan específico de la Unidad cuenca.

#### **3.2.1.1 Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019.**

El análisis de la relación entre el PGAR y el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha se basa en que el PGAR orienta las acciones de los actores regionales con el fin de lograr un desarrollo hacia la sostenibilidad, el análisis de este instrumento permite identificar las acciones orientadas hacia el diagnóstico, prevención y mitigación del proceso de desertificación.

Tabla 7. Análisis de diagnósticos, programas y proyectos en torno al proceso de desertificación dentro del Plan de Gestión Ambiental Regional. Fuente: Elaboración propia, a partir del PGAR Corpoboyacá (2009).

Diagnostico	Programas – Proyectos
Desconocimiento del territorio, las normas y los instrumentos de planificación ambiental.	Consolidación del Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) Corpoboyacá como estrategia regional articuladora y de largo plazo para el manejo y conservación de la biodiversidad
Falta de implementación de los instrumentos indicados en los ordenamientos territoriales.	Inexistentes
Deficiencia en la formulación de Esquemas de ordenamientos territoriales de los municipios.	Inexistentes
El 42% de zonas con procesos de desertificación ubicadas en las Cuencas Hidrográfica de los ríos Chicamocha y Suárez.	Convenio entre la Corporación y el MADS, Fondo Nacional de Regalías para la intervención en áreas con procesos de desertificación y sequía, en la cuenca del Río Sutamarchán,
Insuficiente aplicación de los instrumentos de planificación territorial en los municipios de la jurisdicción	Formulación de proyectos de investigación científica regional en biodiversidad para la generación de conocimiento y la toma de decisiones
Incumplimiento de la norma en materia de protección de rondas de ríos de la Cuenca	Gestión de la Información para el Fortalecimiento de Línea base Ambiental
Falta de continuidad en los procesos participativos para la sostenibilidad de la Gestión ambiental	Proyecto piloto indicadores para el monitoreo de la calidad del suelo bajo los sistemas de conservación en el valle del alto Chicamocha mediante sistemas de información.
Conflictos de uso del suelo dentro de la jurisdicción	Conservación de Agua y Suelos PROCAS

El PGAR traza una serie de metas para el año 2019 con base en el documento visión 2019 del gobierno nacional con el fin de reducir procesos que deterioren el deterioro ambiental en la cuenca.

Tabla 8. Metas en torno al proceso de desertificación para el año 2019 del PGAR. Fuente: Elaboración propia, a partir del PGAR Corpoboyacá (2009).

Metas	Situación 2019
Mantener en su nivel actual la extensión de las áreas afectadas por procesos de desertificación	19.000.000 ha objeto de programas de prevención y mitigación
Formulación e implementación de la reglamentación para la lucha contra la desertificación y la sequía.	Procesos de evaluación y ajuste de la regulación.

La tabla 7 representa que el diagnóstico, y formulación, los programas y proyectos del PGAR son insuficientes respecto a la prevención y mitigación de los procesos de degradación de suelos que se presentan en la cuenca media del río Chicamocha, mientras que la tabla 8 muestra unas metas a realizar sin cifras iniciales de áreas con procesos de desertificación en el diagnóstico del PGAR.

### 3.2.1.2 Plan de Acción CORPOBOYACA 2016-2019

Este análisis de este plan concreta las metas y objetivos propuestos en el Plan de Gestión Ambiental Regional mediante las acciones de inversión. Permite evidenciar el presupuesto destinado al proceso de desertificación que se formuló dentro del Plan de Gestión Ambiental Regional.

Tabla 9. Proyección financiera respecto al proceso de desertificación y la planeación territorial dentro del Plan de Acción 2016- 2019 de la Corporación Autónoma de Boyacá (Corpoboyacá). Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan de Acción, 2016-2019.

Línea Estratégica	Proyectos	Proyección financiera			
		2016	2017	2018	2019
Gestión Ambiental y Ordenamiento del Territorio	Asistencia técnico-jurídica y seguimiento de Ordenamiento Territorial Municipal				
	Asesoramiento a los POT en determinantes ambientales				
	Implementación y armonización de los instrumentos de planificación				
	Elaboración de los instrumentos de planificación corporativos entre los municipios.				
		\$15.248.244.855			
		*Valor para el cuatrienio, no se especificó presupuesto anual para cada proyecto*			
Gestión del Riesgo y adaptación al cambio climático	Formulación e implementación de acciones para la gestión del riesgo y/o adaptación al cambio climático	\$620.000.000	\$727.022.493	\$100.000.000	\$846.000.000
Manejo y protección del suelo	Implementación de estrategias de recuperación de suelos priorizados en el mapa de erosión	\$144.886.244	\$99.000.000	\$50.000.000	\$127.000.000
Procesos productivos sostenibles, prevención y control de la contaminación y deterioro ambiental	Manejo y protección del suelo dentro de la jurisdicción	\$144.886.244	\$144.886.224	\$99.000.000	\$127.000.000
	Negocios verdes sostenibles para recuperar ecosistemas estratégicos	\$0	\$721.000.000	\$400.000.000	\$100.000.000
	Desarrollo de procesos educativos y				

Formación de cultura para la sostenibilidad ambiental	fortalecimiento de la cultura ambiental a través de jóvenes de ambiente	\$40.160.000	\$282.007.440	\$38.905.100	\$192.331.068
	Asistencia técnica de programas como CIDEAS, PROCEAS Y PRAES.	\$148.846.723	\$158.000.000	\$149.477.340	\$342.016.840
Gestión de Información y desarrollo tecnológico	Implementación, actualización y mantenimiento del sistema de información Geo- Ambiental	\$39.156.000	\$25.000.000	\$23.452.550	\$23.487.950
<b>Total</b>	-	<b>\$12.349.227.951,00</b>	<b>\$13.933.787.456,00</b>	<b>\$10,777.000.000</b>	<b>15,533,952,789</b>

Esta tabla 9 permite evidenciar la desarticulación entre la formulación y el presupuesto del PGAR y el Plan de acción, debido a que los proyectos formulados en el PGAR no tienen presupuesto para los planes de acción realizados en el periodo de 2009 a 2019, se destaca las iniciativas respecto a la adaptación del cambio climático, prevención y control del deterioro ambiental, la gestión de información y desarrollo tecnológico, la formación de cultura para la sostenibilidad ambiental por medio de la educación ambiental en los CIDEAS, PROCEAS, PRAES.

### 3.2.1.3 Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca Media del Río Chicamocha

El análisis de la relación entre el POMCA y el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, se realizó mediante la búsqueda de diagnósticos, programas y proyectos enfocados al proceso de desertificación y la planificación territorial en las diferentes fases del POMCA. Se toma como base de partida los cinco principios orientadores del desarrollo que son, la sostenibilidad ambiental, integralidad, visión territorial, participación, información y conocimiento, coordinación interinstitucional, equidad social al acceso de los recursos naturales, deben ser coherentes en términos de diagnóstico, formulación y prospectiva dentro del Plan, (ver tabla 10). Es importante resaltar que de los 73.554.703.431 millones de pesos del presupuesto total

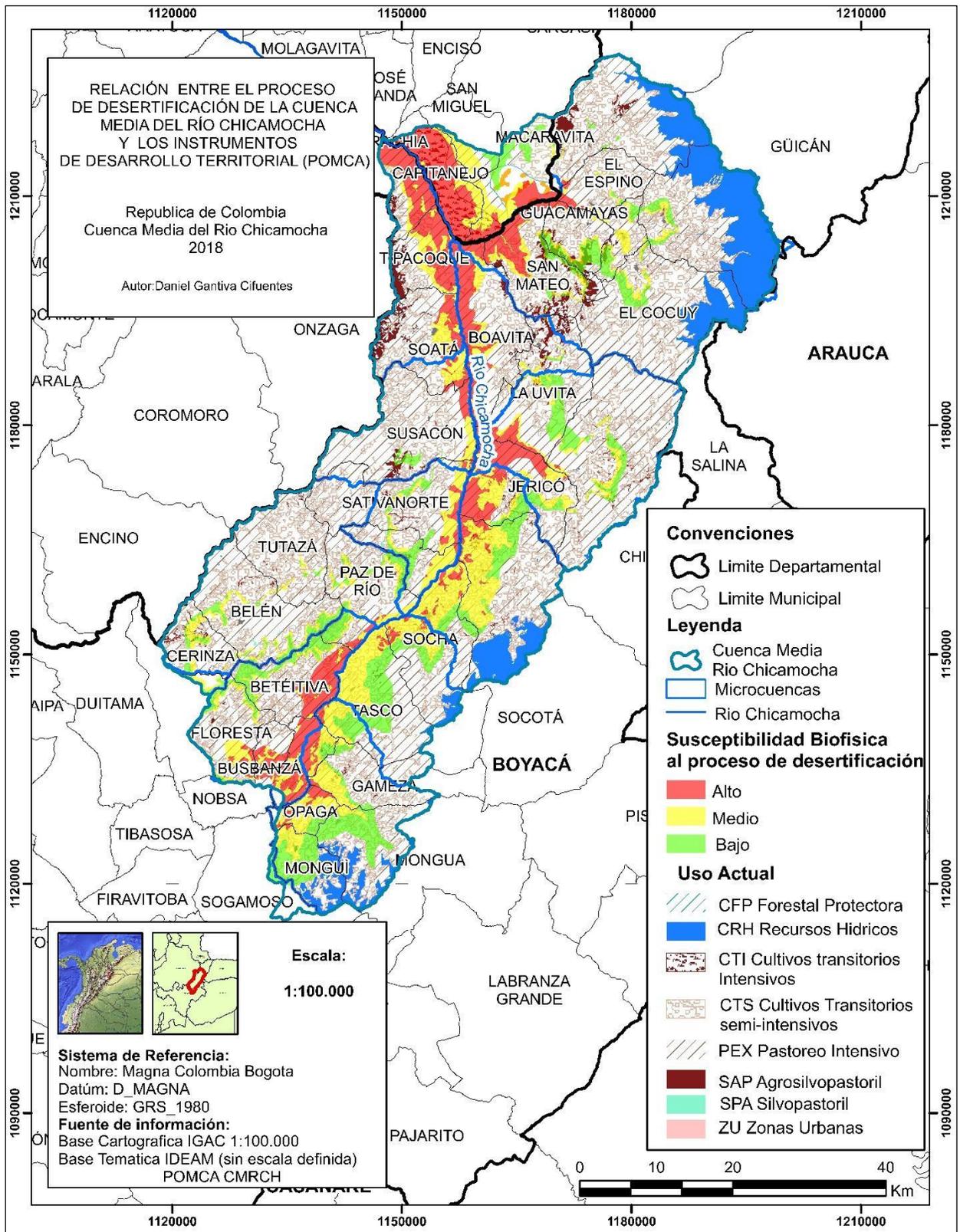
del POMCA, el 48% está representado en proyectos mantienen relación con la mitigación y prevención del proceso de desertificación en la CMRCH

*Tabla 10. Diagnósticos, programas, proyectos enfocados al proceso de desertificación y la planificación territorial en el POMCA Cuenca Media del Río Chicamocha. Fuente: Elaboración propia, a partir del POMCA, 2009.*

<b>Fase</b>	<b>Proyectos- contexto</b>	<b>Presupuesto</b>
APRESTAMIENTO	Fase preparatoria para construir el POMCA.	No Aplica
DIAGNOSTICO (identificación situación ambiental)	Conflictos uso de suelo, degradación de suelos, debilidad institucional, falta de educación ambiental, deficiente gestión del riesgo.	No Aplica
FORMULACIÓN (requerimiento para alcanzar las metas propuestas)	Armonización de los instrumentos con el POMCA.	\$4.085.705.472
	Gestión para la prevención y atención de desastres.	\$883.567.720
	Restauración de coberturas naturales y manejo de la biodiversidad.	\$7.838.581.537
	Generación de proyectos productivos sostenibles	\$14.726.501.040
	Control de la erosión.	\$520.246.650
	Fortalecimiento de la autoridad ambiental.	\$4.763.502.070
	Acompañamiento y fortalecimiento de PRAES Y PROCEAS	\$2.053.134.920
	Gestión de la información Ambiental	\$658.005.920
PROSPECTIVA (Diseño de escenarios futuros)	Inversión social, equilibrio, equidad, fortalecimiento de la educación ambiental, explotación agrícola y pecuaria sostenible, población viviendo en armonía y paz, aumentar la cantidad de áreas de protección ambiental, desarrollo de actividades económicas sostenibles, mayor participación ciudadana en la toma de decisiones	No Aplica
SEGUIMIENTO Y FORMULACIÓN	Instrumentos e indicadores para evidenciar el cumplimiento del plan.	No Aplica

La Tabla 10, permite evidenciar que dentro del POMCA existe un diagnóstico con avances en la cartografía como erosión, conflicto de uso vocación, capacidad de uso, zonificación ambiental, zonificación de amenazas naturales que no se ven reflejados en la formulación de proyectos para disminuir los impactos ambientales negativos identificados en el diagnóstico.

Dentro del diagnóstico del POMCA la corporación elaboro el mapa a escala 1:100.000 de uso actual del suelo de la cuenca media del río Chicamocha. Se decide realizar la superposición entre este insumo y la susceptibilidad al proceso de desertificación encontrado en la primera etapa (ver mapa 8) para evidenciar la dinámica de ocupación y presión sobre el recurso suelo en la cuenca y poder cuantificar las hectáreas que presentan conflictos en relación al uso actual y la susceptibilidad al proceso de desertificación.



Mapa 9. Relación espacial entre el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha y el instrumento de desarrollo territorial (POMCA)

La relación entre el proceso de desertificación y el uso actual se debe a la fuerte presión sobre los territorios con prácticas el pastoreo extensivo para ganadería, cultivos transitorios semi-intensivos, que intensifican el proceso de desertificación en la CMRCH, la (tabla 11) representa la presión del uso sobre el territorio y el porcentaje de hectáreas en la categoría de susceptibilidad al proceso de desertificación.

*Tabla 11. Relación uso actual (POMCA) y proceso de desertificación en la Cuenca Media del Río Chicamocha, síntesis en hectáreas y presión de uso actual sobre el territorio respecto al grado de susceptibilidad. Fuente: Elaboración propia, a partir del mapa de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y los usos actuales de la CMRCH.*

Susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación	Área (Ha)	Uso	Área (Ha)	% del área dentro de susceptibilidad al proceso de desertificación
<b>Alto</b>	41604	Pastoreo Extensivo (PEX)	36376	<b>87%</b>
		Recursos Hídricos (CRH)	80	0,2%
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS)	4886	<b>12%</b>
		Agrosilvopastril (SAP)	34	0,1%
		Silvopastoril (SPA)	99	0,2%
		Zonas Urbanas (ZU)	12	0,0%
		Otros usos	118	0,3%
<b>Medio</b>	52322	Recursos Hídricos (CRH)	496	0,9%
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS)	26433	<b>50,5%</b>
		Otros usos	186	0,4%
		Pastoreo Extensivo (PEX)	23484	<b>44,9%</b>
		Agrosilvopastril (SAP)	900	1,7%
		Silvopastoril (SPA)	433	0,8%
		Zonas Urbanas (ZU)	391	0,7%
<b>Bajo</b>	35977	Recursos Hídricos (CRH)	25	0,1%
		Cultivos Transitorios Semiintensivos (CTS)	16744	<b>46,5%</b>
		Otros usos	104	0,3%
		Pastoreo Extensivo (PEX)	17866	<b>49,7%</b>
		Agrosilvopastril (SAP)	1109	3,1%
		Silvopastoril (SPA)	67	0,2%
		Zonas Urbanas (ZU)	62	0,2%

Se evidencia que dentro de las zonas susceptibles, los usos que predominan son el pastoreo extensivo, los cultivos transitorios semiintensivos y en menor proporción los usos agrosilvopastoril y silvopastoril, esto permite evidenciar la influencia de los usos actuales de la cuenca media sobre el proceso de desertificación.

### 3.2.2 Instrumentos de desarrollo Local

Para cada uno de los dos municipios trabajados, se analizaron sus tres instrumentos más relevantes y estos resultados se presentarán a continuación, por cada entidad territorial, La Uvita y luego Boavita.

#### 3.2.2.1 Municipio La Uvita

##### 3.2.2.1.1 Esquema Ordenamiento Territorial de la Uvita.

El análisis de la relación del proceso de desertificación encontrado en la cuenca media del río Chicamocha y el Esquema de Ordenamiento Territorial se generó a partir de búsqueda de diagnósticos, prospectiva, programas, proyectos y objetivos relacionados al proceso de desertificación y procesos afines.

*Tabla 12. Análisis de prospectiva, diagnóstico, objetivos y programas respecto al proceso de desertificación dentro del Ordenamiento Territorial. Fuente: Elaboración propia, a partir del EOT del municipio La Uvita, 2003.*

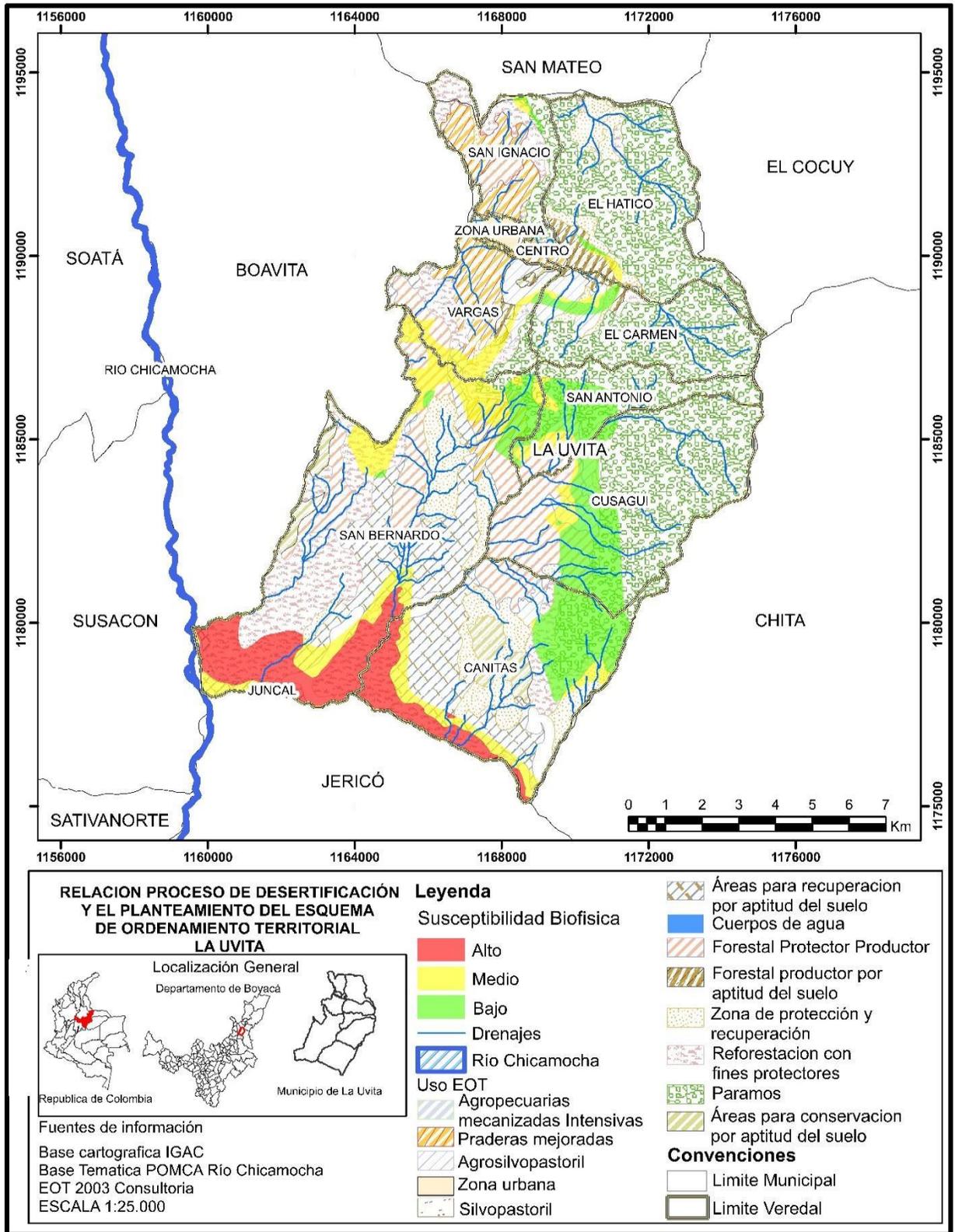
<b>Prospectiva</b>	<b>Diagnostico</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Programas- Proyectos</b>
En diez años un municipio consolidado en su viabilidad financiera, promotor del desarrollo económico de sus pobladores, preservante del ambiente, con la participación comunitaria en la toma de decisiones públicas y trabajando en la reafirmación de los valores y	Pérdida de suelo por factores antrópicos (cría de caprinos y malas prácticas agrícolas)  Deterioro de suelos debido a la alta convección natural derivada del	<i>En lo relativo al uso del suelo:</i> Propiciar el desarrollo del municipio mediante el uso adecuado del suelo dentro de criterios de <i>SUSTENTABILIDAD</i> , restaurar la infraestructura biótica, física, social e institucional  <i>En lo relativo al medio ambiente:</i> Garantizar el uso racional sostenible y sustentable de los recursos naturales  Determinar áreas de conservación (páramos, sub-páramos, zonas de recarga	Formulación de la delimitación de áreas de reserva (Distrito de conservación de suelos y restauración ecológica del área del cañón del río Chitano, afluente del Río Chicamocha, debido a que son zonas desérticas y por sus condiciones para el manejo de actividades agropecuarias o forestales estas

preservación de los bienes culturales que identifican a los uvitanos.	cañón del Chicamocha, la cual reseca los suelos e impide el establecimiento de especies vegetales protectoras en la parte sur del municipio.	de acuíferos, áreas de amortiguación de áreas protegidas y territorios con pendientes superiores al 50%), Determinar categorías de manejo y administración ambiental dentro del territorio municipal: (Distritos de conservación de suelos y restauración ecológica)	severamente limitadas por la insuficiencia de agua.  Adecuar tierras, reforestar, revegetalizar o recuperar y cofinanciadamente los lugares del territorio identificados como de reserva.
---	--	--	---

Este análisis del Esquema de Ordenamiento Territorial permite evidenciar que contempla la amenaza de la degradación de suelos por causas antrópicas y características biofísicas del municipio. También plantea programas para determinar áreas de conservación y reserva en lugares estratégicos y zonas desérticas del municipio.

A partir del mapa de uso suelo aprobado por acuerdo No. 016 de junio 24 de 2003 dentro del municipio se decide comparar este insumo con la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la cuenca media de río Chicamocha (Figura 14) para identificar las zonas que estén siendo utilizadas en actividades que tengan mayor presión sobre el territorio y las áreas más susceptibles al proceso de desertificación.

La comparación entre la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y los usos aprobados en el Esquema de Ordenamiento (Ver mapa 10, Tabla 13) permiten identificar que los usos aprobados dentro del EOT del año 2003 tienen un mínimo conflicto con las zonas susceptibles a procesos de desertificación, debido a que en las zonas de susceptibilidad biofísica al proceso se encuentran los usos de reforestación con fines protectores, áreas de recuperación por aptitud del suelo, áreas de páramo, forestal protector productor y en menores proporciones usos silvopastoril y agrosilvopastoriles



Mapa 10. Relación espacial entre el proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha y los usos aprobados en el Esquema de Ordenamiento Territorial del municipio de La Uvita en el año 2003.

Tabla 13. Resumen relación uso aprobado por el EOT y proceso de desertificación, síntesis en hectáreas y presión de uso aprobado respecto al grado de susceptibilidad. Fuente: Elaboración propia, a partir del mapa de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y el mapa de usos aprobados en el EOT, 2003.

Susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación	Área (Ha)	Uso Aprobado EOT	Área (Ha)	% respecto susceptibilidad	
<b>Alto</b>	1037	Silvopastoril	20	1,9%	100%
		Reforestacion con fines protectores	977	<b>94%</b>	
		Forestal protector por aptitud del suelo	0,4	0,03%	
		Áreas para recuperacion por aptitud del suelo	41	3,9%	
<b>Medio</b>	1293	Silvopastoril	82	6%	100%
		Agrosilvopastoril	69	5%	
		Areas para recuperacion por aptitud del suelo	385	<b>29%</b>	
		Cuerpos de agua	0,6	0,04%	
		Forestal productor por aptitud del suelo	19	1,4%	
		Forestal protector por aptitud del suelo	96	7,4%	
		Forestal Protector Productor	244	<b>18%</b>	
		Páramo	40	3,1%	
		Praderas meoradas	72	5,5%	
		Reforestacion con fines protectores	285	<b>22%</b>	
Silvopastoril	3,1	0,24%			
<b>Bajo</b>	1596	Reforestacion con fines protectores	233	14%	100%
		Praderas meoradas	4	0,24%	
		Páramo	386	<b>24%</b>	
		Forestal protector productor	424	<b>26%</b>	
		Forestal protector por aptitud del suelo	188	11%	
		Forestal productor por aptitud del suelo	13	0,84%	
		Areas para recuperacion por aptitud del suelo	4,5	0,28%	
		Agrosilvopastoril	248	<b>15%</b>	
		Silvopastoril	95	5%	

### 3.2.2.1.2 Plan de Desarrollo Territorial 2016-2019 de la Uvita

El Plan de desarrollo es analizado a partir del diagnóstico dimensional ambiental y las estrategias operativas involucradas en el mismo orientadas a la prevención y mitigación del proceso de desertificación.

Dentro del diagnóstico se destaca el 40% del municipio tiene vocación de áreas de conservación dentro del cual se encuentran ecosistemas frágiles, bosque seco andino, áreas con extremas

pendientes, vegetación rala y espinosa, adaptada para tolerar altas temperaturas y aprovechar las mínimas humedades matinales. (Alcaldía La Uvita, 2016)

En términos de formulación destaca la articulación con los objetivos para el desarrollo sostenible, 15 y 16 (Promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y frenar la pérdida de la diversidad biológica) los cuales se tiene en cuenta para la elaboración de la dimensión ambiental descritos en la tabla 14.

*Tabla 14. Planteamiento del Plan de Desarrollo Municipal respecto al proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019.*

<b>Dimensión</b>	<b>Objetivos priorizados por dimensión</b>	<b>Eje estratégico</b>	<b>Objetivos del eje estratégico</b>
AMBIENTAL	Disminución de los impactos ambientales negativos	¡La uvita biodiversa, un tesoro para compartir!	Reforestar zonas estratégicas desérticas con especies nativas
			Incentivos a dueños de predios aledaños a las cuencas hídricas para que reforesten y cuiden
	Implementar acciones a través del plan de gestión de residuos		Acompañamiento al sector minero para un ejercicio legal y responsable con el medio ambiente.
	Implementación de acciones establecidas en el Plan de gestión de riesgos		Protección de áreas de biodiversidad
			Aumentar el conocimiento, monitoreo, análisis y evaluación de amenazas dentro del municipio.
			Aumentar la capacidad de respuesta financiera no solo ante la ocurrencia de un evento adverso, sino en acciones de prevención.

Esta tabla resume, permite determinar que los objetivos priorizados para la dimensión ambiental se quedan cortos en cuanto a que no abarcan toda la problemática ambiental respecto a la disminución de impactos negativos como la degradación de los suelos, los cuales son notorios dentro del municipio.

### 3.2.3 Plan Operativo Anual de Inversiones

Dentro del análisis de recursos disponibles para la financiación de los programas del Plan de Desarrollo municipal, se evidencia que no existen recursos destinados para ningún programa de la dimensión ambiental, debido a que dentro de la información entregada por el municipio no fue entregado el POAI y en reiteradas ocasiones negaron la solicitud de entrega del documento, por lo que, se decide analizar el presupuesto ejecutado del municipio, por concepto de programas, proyectos relacionados con los procesos de desertificación en términos de mitigación, control o afines. Entre los años 2015-2016, debido a que son los últimos años que permite visualizar la contaduría general de la nación.

*Tabla 15. Análisis presupuesto ejecutado en los años 2015-2016 frente al proceso de desertificación en términos de mitigación, control o afines al proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia, a partir de información suministrada por la Contaduría General de la Nación, 2017.*

<b>Municipio</b>	<b>Año</b>	<b>Concepto de inversión</b>	<b>Presupuesto</b>
La Uvita	2015	Reforestación y control de erosión	14.000.000
		Adquisición de predios de reserva hídrica y zonas de reserva natural	8.072,140
	2016	Adquisición de áreas de interés para acueductos municipales y pago de servicios ambientales (art. 210 ley 1450 de 2011)	62.292,740
		Reforestación y control de erosión	14.000,000

### 3.2.1 Municipio de Boavita

#### 3.2.1.1 Esquema Ordenamiento Territorial de Boavita.

El esquema de ordenamiento es analizado desde el diagnóstico, las estrategias, objetivos y las acciones implementados en torno al proceso de desertificación o procesos afines.

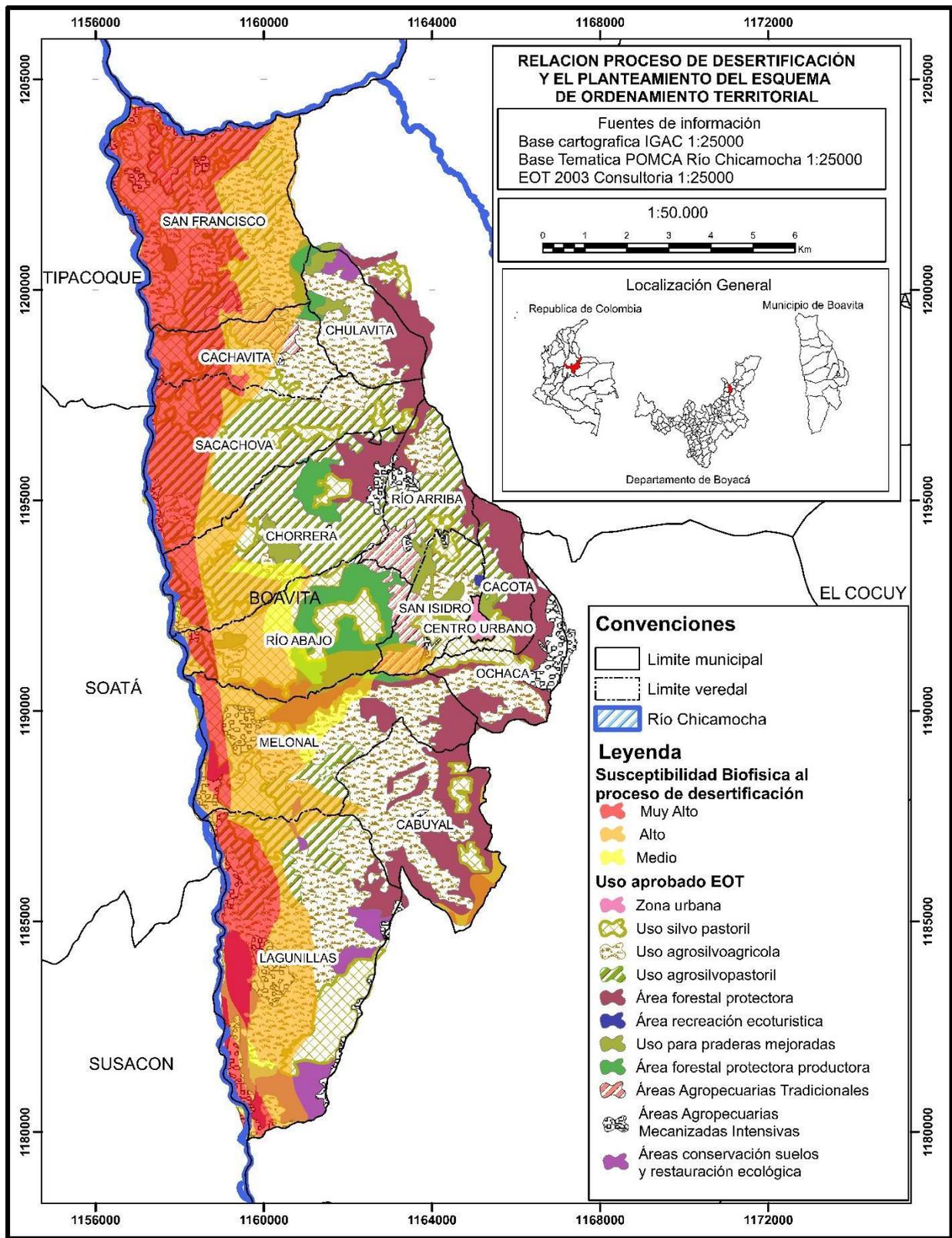
Tabla 16. Diagnósticos y prospectiva del Esquema de Ordenamiento Territorial respecto al proceso de desertificación o procesos afines. Fuente: Ajustado de EOT, 2002, Boavita Boyacá.

Diagnostico	Prospectiva		
	Estrategias	Objetivos	Acciones
El 40,9% del municipio se encuentra en conflicto de uso, por actividades como la agricultura, ganadería, uso irracional de agua, presión sobre las zonas de protección ambiental.	Establecer un sistema de incentivos económicos y sociales y de educación ambiental, encaminados a la recuperación, protección y conservación de zonas de gran valor ambiental	Implementar programas de recuperación, protección y conservación de zonas degradadas y de interés ecológico local y regional con el fomento de proyectos participativos sostenibles.	Desarrollar con las autoridades competentes, municipios y la comunidad en general un plan de manejo ambiental de las zonas estratégicas de interés ambiental, ubicada en las áreas compartidas con los municipios de San Mateo, La Uvita y Boavita.
Aumento de zonas frágiles y susceptibles de amenazas antrópicas	Adoptar e implementar, en el corto plazo mecanismos e instrumentos (económicos, financieros) para la solución de conflictos ambientales regionales. (Zona de límite con La Uvita y San Mateo)	Reducir los niveles de impacto a nivel general y por veredas de los diferentes eventos de amenaza, tales como deslizamientos, incendios forestales, contaminación y erosión	Restauración ambiental de las zonas deterioradas debido a los fenómenos de erosión y arrastre de suelos por la acción antrópica.
Pérdida del suelo por acción de desvegetalización y procesos erosivos.	Concertación de programas y proyectos interregionales para la solución a los problemas físico-bióticos entre los municipios y la corporación	Promocionar la conservación y el uso sostenible de los bosques, incentivar su restauración ecológica y fortalecer la incorporación del sector forestal en la economía municipal y regional.	Desarrollar investigaciones de manera conjunta con autoridades ambientales, centros de investigación y comunidad, referente a la biodiversidad existente en las zonas definidas como de conservación y protección absoluta.
Importancia del ecosistema regional cuenca media del Río Chicamocha, debido a que integra más de 80 municipios de Boyacá y Santander, es el responsable de condiciones ambientales de la región y funciona como un regulador hídrico y climático del municipio debido a la variación altitudinal que en el municipio está desde los 1254 m.s.n.m. hasta los 2927m.s.n.m	Fomento y aplicación de procesos de restauración ecológica ambiental, para disminuir los niveles de erosión del suelo (Quebrada Ocalaya y Cácuta),	Promover prácticas de manejo sostenible de suelos que fortalezcan la producción agropecuaria, la seguridad y diversidad alimentaría limpia.	Aplicar incentivos o castigos económicos y sociales de acuerdo a la norma, a la población que promueve la conservación o por el contrario atenta contra su equilibrio.

La tabla 16 permite evidenciar el EOT dentro del diagnóstico e identifica procesos de degradación de suelos por agricultura y ganadería, destaca la importancia de la cuenca como unidad y regular hídrico y climático, pérdida de suelo por acciones antrópicas. Mientras que las estrategias, objetivos y acciones van encaminadas a la interregional para la solución de problemas ambientales. Promueve la educación, fomenta los incentivos o castigos para la población para promover la conservación dentro del municipio

A partir del mapa de uso suelo aprobado por acuerdo No. 02 de Noviembre 24 de 2002 dentro del municipio se decide comparar este insumo con la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación (Figura 14) para identificar las zonas que estén siendo utilizadas en actividades que tengan mayor presión sobre el territorio en áreas susceptibles biofísicamente al proceso de desertificación. (Ver mapa 10, tabla 17)

Es posible evidenciar dentro del mapa 10 la relación entre la susceptibilidad al proceso de desertificación y el uso aprobado dentro del esquema de ordenamiento territorial debido a que las zonas con susceptibilidad alta y media fueron aprobados usos como uso silvopastoril, industrial, áreas agropecuarias mecanizadas intensivas y praderas mejoradas para ganaderías, estos usos generan fuerte presión sobre el suelo, lo que genera un aumento del proceso de desertificación. Mientras que la tabla 17 muestra en mayor porcentaje de hectáreas dentro de las zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación los usos agrosilvoagricolas (37%), áreas agropecuarias mecanizadas intensivas (13%) y uso silvopastoril (11%) en menor proporción área forestal protectora y área forestal productora.



Mapa 11. Relación espacial entre el proceso de desertificación y los usos aprobados dentro del EOT del municipio de Boavita.

Tabla 17. Resumen relación uso aprobado por el EOT y el proceso de desertificación, síntesis en hectáreas y porcentaje respecto a la susceptibilidad biofísica al proceso. Fuente: Elaboración propia, a partir del mapa de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y el mapa de usos aprobados en el EOT, 2002

Susceptibilidad Biofísica al proceso de desertificación	Área (Ha)	Uso Aprobado EOT	Área (Ha)	% Respecto Susceptibilidad	
Alto	4987	Área forestal protectora	87	1,7%	10 0%
		Área forestal protectora productora	22	0,4%	
		Áreas Agropecuarias Mecanizadas Intensivas	449	<b>8,9%</b>	
		Áreas Agropecuarias Tradicionales	87	1,7%	
		Áreas conservación suelos y restauración ecológica	227	4,5%	
		Uso agrosilvoagícola	1867	<b>37%</b>	
		Uso agrosilvopastoril	602	12%	
		Uso para praderas mejoradas	33	0,6%	
		Uso Silvopastoril	1378	<b>27%</b>	
		Propuesta Área Industrial	70	1,4%	
		Área forestal protectora	166	3,3%	
Medio	1884	Área forestal protectora productora	177	9,4%	10 0%
		Áreas Agropecuarias Mecanizadas Intensivas	252	<b>13%</b>	
		Áreas Agropecuarias Tradicionales	153	8%	
		Áreas conservación suelos y restauración ecológica	77	4%	
		Uso agrosilvoagícola	607	<b>32%</b>	
		Uso agrosilvopastoril	205	<b>10%</b>	
		Uso para praderas mejoradas	156	8%	
		Uso Silvopastoril	226	<b>11%</b>	
Propuesta Área Industrial	30	1,5%			

### 3.2.1.2 Plan de Desarrollo Municipal de Boavita.

Este plan de desarrollo es analizado en el diagnóstico ambiental, los programas y proyectos articulados al eje estratégico ambiental dentro del cual se tenga en cuenta el proceso de desertificación o procesos afines, (Ver tabla 18). Por lo cual, el eje estratégico una Boavita ambientalmente sostenible, reconoce la riqueza ambiental del municipio e invita a crear conciencia de la importancia de la conservación, reforestación y generar cultura de adaptación frente al cambio climático, con el fin del desarrollo social y productivo de Boavita.

Tabla 18. Diagnóstico y programas necesarios para el cumplimiento del eje estratégico una Boavita ambientalmente sostenible en relación con el proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019.

<b>Eje estratégico: una Boavita ambientalmente sostenible</b>			
<b>Diagnostico</b>	<b>Nombre del programa</b>	<b>Objetivo del programa</b>	<b>Productos del programa</b>
Vocación territorial dividida en 46% áreas de bosques, 18 % cultivos agrícolas, 36% áreas dedicadas a otros usos	<b>Adaptación al cambio climático</b>	Concientizar a la población boavitana sobre el impacto que tiene el cambio climático en la región y las consecuencias de la no prevención.	-Programa de sensibilización del impacto del cambio climático -Prevención y promoción del cuidado de nuestros recursos naturales. -Programa de incentivos a la reforestación de especies nativas
31 áreas de reserva forestal y/o áreas protegidas, (sin información cartográfica)		<b>Ambientes controlados</b>	Restaurar y recuperar las fuentes de agua, rondas hídricas y ecosistemas estratégicos, logrando conectividad entre lo ecológico y el desarrollo.
Afectación en las especies de flora y fauna nativa debido a la deforestación para actividades de tala, ganadería y minería	<b>Reducción del riesgo, prevención y atención de desastres</b>		Aportar a la el bienestar, la calidad de vida y el desarrollo sostenible, a través del seguimiento, la reducción del riesgo y la atención de desastres.

Esta tabla síntesis evidencia un diagnostico insuficiente en términos de identificación de problemáticas ambientales y por el contrario refleja que los objetivos planteados abarcan una línea estratégica ambiental a partir de la educación, programas de conservación y recuperación, adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo.

### 3.2.1.3. Plan Operativo Anual de Inversiones de Boavita 2016- 2019.

El plan operativo representa el presupuesto del cuatrienio para cumplir las promesas establecidas dentro de los objetivos y los productos del eje estratégico Boavita ambientalmente sostenible del Plan de desarrollo Municipal.

*Tabla 19. Presupuesto eje estratégico, Boavita ambientalmente sostenible, respecto al proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia, a partir del Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019.*

Programa	Meta	Presupuesto para el cuatrienio			
		2016	2017	2018	2019
Planificación territorial para un desarrollo sostenible	Evaluar y actualizar en un 100 el EOT durante el periodo de gobierno	\$ 186.469	\$0	\$0	\$0
Adaptación al cambio climático y educación ambiental	Llegar al 100% de la población con el programa de adaptación al cambio climático	\$3000	\$3600	\$3000	\$3600
Ambientes controlados	Proteger las 32 zonas de reserva identificadas en el municipio	\$35.000	\$82.000	\$82.000	\$82.000
Reducción del de riesgo, prevención y atención de desastres	Apoyar al 100% de la población que reporte una emergencia latente de desastre durante el periodo de gobierno.	\$47.000	\$56.200	\$47.000	\$56.200

(Valores en miles de pesos)

El Plan operativo anual de inversiones representa que el presupuesto para el ajuste y actualización del EOT, es mínimo respecto a los costos de financiación del mismo. Por otra parte, se evidencia que el presupuesto del sector ambiental representa el 10% del presupuesto municipal para el cuatrienio, lo cual permite una inequidad en la asignación de presupuestos dentro del POAI.

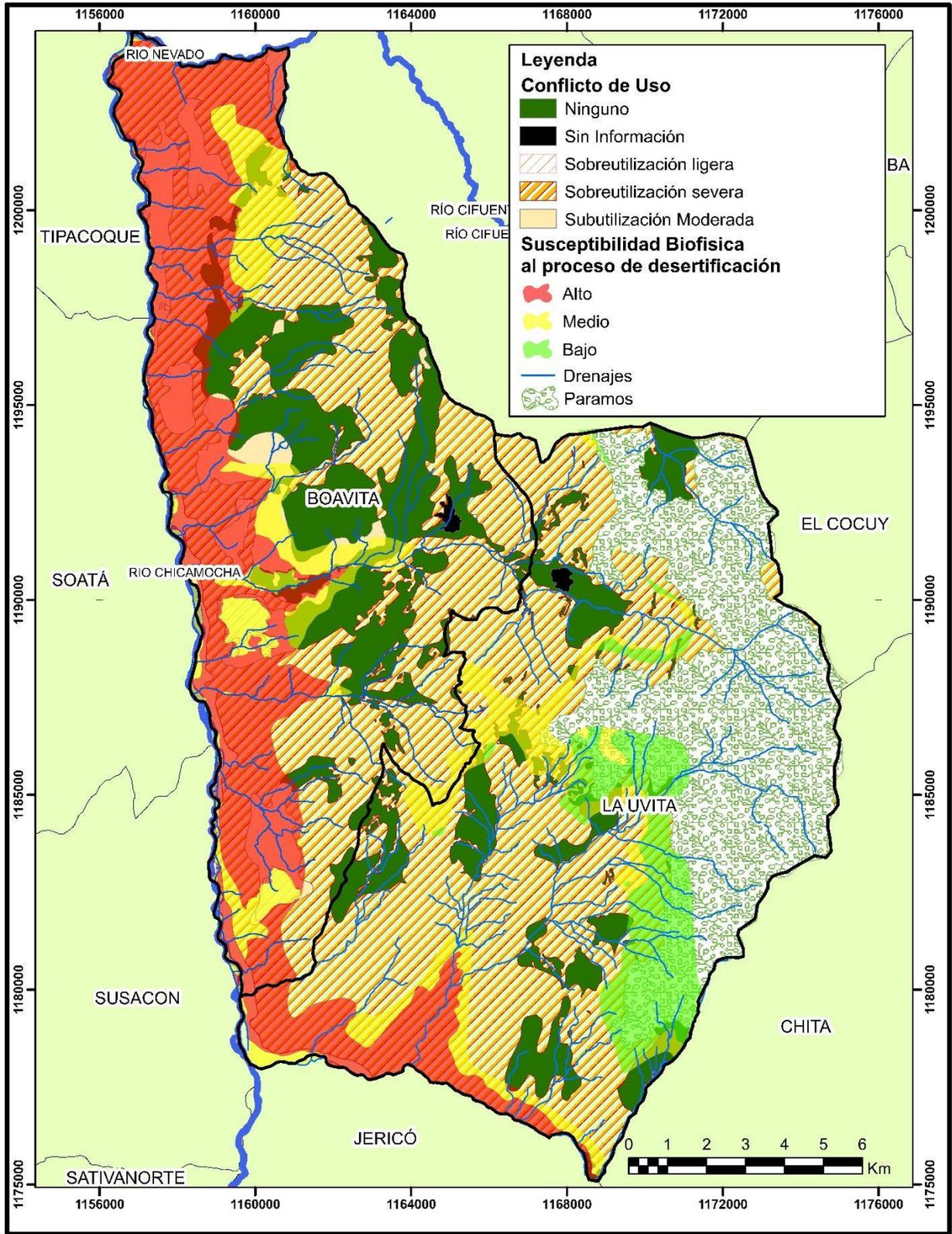
Para ampliar el análisis respecto a la presión de los usos de suelo en los municipios de Boavita y La Uvita se decide realizar la sobreposición de información entre las capas de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación con las capas de conflicto de uso de suelos y capacidad de uso realizados en el diagnóstico del POMCA en 2008, ( Ver Mapa 11 y 12) aunque estas capas se encuentran a escala 1:100.000 permiten evidenciar que las zonas con susceptibilidad biofísica al

proceso de desertificación coinciden con áreas con sobreutilización severa donde en las tierras en las cuales, el uso actual supera en tres o más niveles; la clase de vocación de uso principal recomendado, se presenta degradación avanzada de los recursos, con procesos erosivos severos y disminución de la productividad de las tierras; también coinciden con conflicto de uso por sobreutilización ligera, donde la tierra está cercano al uso principal, pero se evalúa con un nivel de intensidad mayor al recomendado. Estos resultados permiten identificar que los usos actuales no son acordes a su vocación, lo cual ha causado el avance del proceso de desertificación en los municipios.

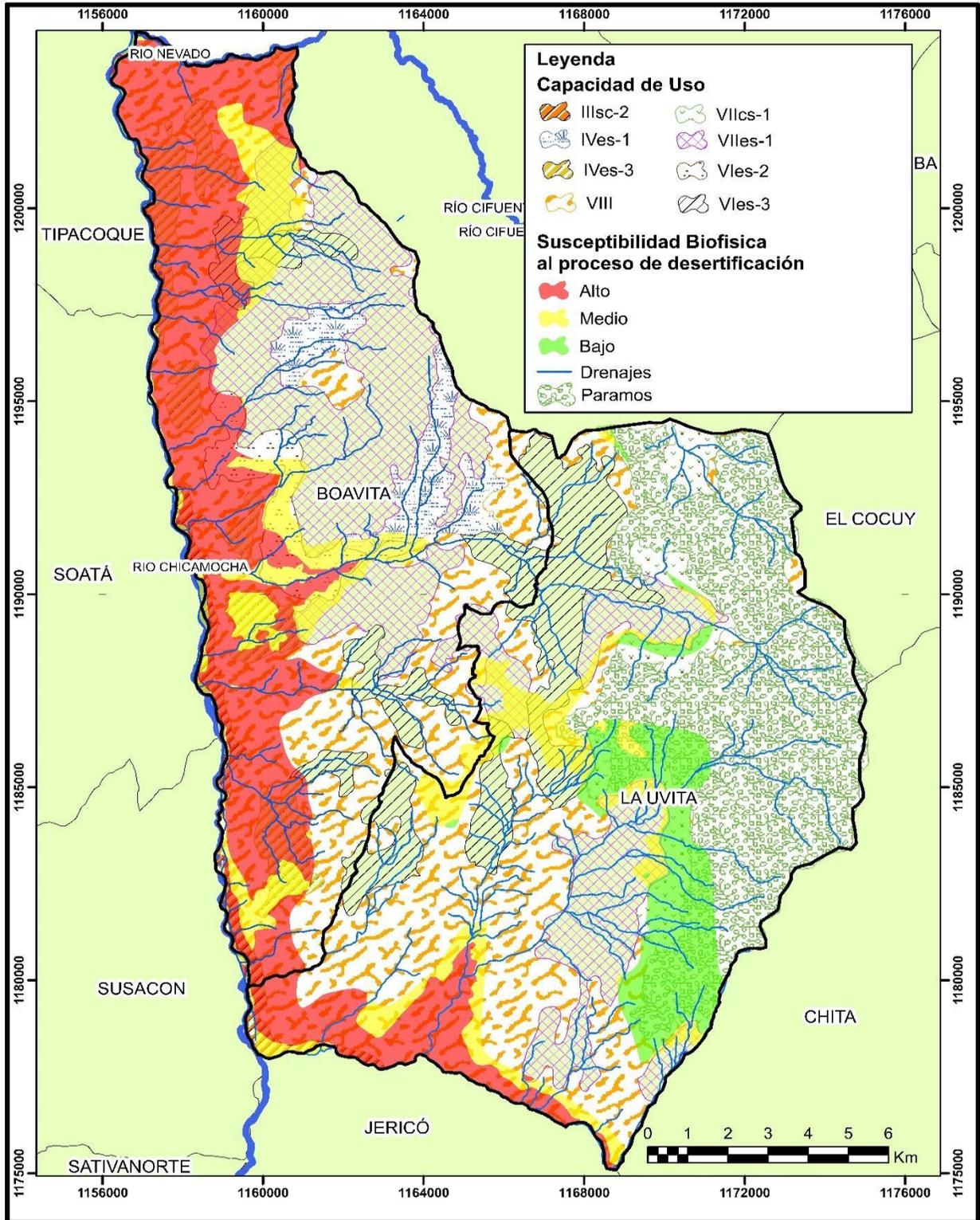
Respecto a la comparación con la capa de capacidad de uso se identifica que las zonas con susceptibilidad son las mismas que presentan factores limitantes y se debe acatar una serie de recomendaciones y garantizar su uso potencial. (Ver Tabla 20)

*Tabla 20. Clasificación capacidad de uso actual Municipios de Boavita y La Uvita.*

Clase	Grupo Manejo	Factores limitantes	Uso Actual	Uso Potencial	Recomendaciones
VII	VIIes-1	Pendiente moderada y fuerte, susceptibilidad fuerte a la erosión, suelos muy superficiales y moderadamente profundos, nivel toxico de aluminio	Ganadería extensiva, agricultura de subsistencia	Ganadería extensiva con baja carga, frutales de hoja caduca, bosques protectores	Frutales en terrazas individuales, ganadería con rotación de potreros y fertilizar anualmente
	VIIes-3	Pendientes fuertes, susceptibilidad a la erosión, suelos muy superficiales, niveles tóxicos de aluminio	Ganadería Extensiva	Sistemas silvo-pastoriles	Aprovechamiento forestal selectivo, sistemas silvopastoriles, rotación de potreros para evitar sobrepastoreo
VIII	VIII	Pendientes muy fuertes, afloramientos rocosos, erosión severa y muy severa, susceptibilidad alta a movimientos en masa	Bosque Natural, arbustales, herbazales y cultivos de subsistencia	Ecoturismo, recreación, conservación del recurso hídrico	Favorecer la regeneración natural, programas de manejo de suelos erosionados, revegetalización con especies nativas, recuperación paisajística



Mapa 12. Sobreposición Conflicto de uso de suelo y Susceptibilidad al proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita



Mapa 13. Sobreposición Conflicto de uso de suelo y Susceptibilidad al proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita, Boyacá

### **3.3. Propuesta de lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial local en los municipios de la Uvita y Boavita, con el fin de mitigar y prevenir el impacto del proceso de desertificación.**

Esta sección contiene los resultados del tercer objetivo, que se logró con los resultados de los anteriores objetivos y con la puesta en práctica del esquema mental de los Ingenieros Geógrafos y Ambientales, en cuanto a la capacidad, multiespacial, multitemporal y multiobjetivo, de dar respuestas en un caso determinado. La propuesta contiene, los lineamientos propiamente dichos, las bases de un sistema multiseccional para ser implementado en la cuenca media del río Chicamocha, como posible proyecto piloto para los municipios de Boavita y la Uvita; y por último, una propuesta para implementar el proceso de desertificación dentro del capítulo de gestión de riesgo, que deben implementar los municipios para el respectivo ajuste del esquema de ordenamiento territorial.

#### **3.3.1. Lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial locales.**

Para garantizar la mitigación y prevención en el impacto del proceso de desertificación dentro de los municipios de Boavita y La Uvita, Boyacá, se realiza la propuesta de lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo local y que sean las pautas que permitan guiar el ordenamiento territorial, la toma de decisiones, la gestión, y así lograr orientar los planes y acciones de los actores con intereses sobre el uso territorial dentro de los municipios.

Los lineamientos están subdivididos en tres categorías: espacial, temporal y de objetivos específicos. Los primeros proponen las pautas necesarias para identificar el proceso de desertificación y la gestión del recurso suelo; los segundos plantean las directrices para la construcción de escenario sostenible y el tiempo requerido para realizarlo; y los terceros, plantean orientaciones y criterios puntuales para garantizar la prevención y mitigación del proceso de

desertificación. La premisa es que la prevención es el conjunto de medidas cuyo objeto es impedir o evitar que aumente el proceso de desertificación a nivel local, mientras que la mitigación son las acciones orientadas a disminuir el impacto del proceso encontrado.

Tabla 21. Lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo local con el fin de mitigar y prevenir el impacto del proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia.

<b>Local (Municipal)</b>		
<b>Lineamiento</b>	<b>Prevenir</b>	<b>Mitigar</b>
<b>Espacial</b>	Actualizar la cartográfica base y temática de los municipios a escala detallada. (escala 1:25.000)	Crear un sistema de alertas tempranas a través de aplicaciones SIGweb que sean manipuladas por la comunidad
	Formular un modelo cartográfico a escala municipal (1:25000) para identificar los procesos de desertificación a través de variables propuestas por la comunidad, las corporaciones y la academia.	Desarrollar una plataforma interactiva como los Hub (Plataformas virtuales de interacción) para mantener informada a la comunidad acerca de los avances en la mitigación del proceso
	Articular la información cartográfica con la corporación y las entidades encargadas como IDEAM, SIGOT, IGAC	
<b>Temporal</b>	Crear un mapa de veredas prioritarias de intervención donde se crucen diferentes tipos de degradación como la erosión, salinización y desertificación	Adoptar la tercera comunicación de Cambio Climático para adelantar las acciones mitigación y adaptación dentro de los municipios
	Establecer un plan operativo anual de intervención en los municipios frente al proceso de desertificación	Rehabilitación de ecosistemas degradados a través del manejo de la sucesión natural, reforestación y conservación de especies nativas
	Articular el Esquema de Ordenamiento Territorial, el POAI y el Plan de desarrollo municipal mediante estrategias y prospectiva.	Establecer el uso del suelo dentro de los municipios con base en la susceptibilidad a los procesos de degradación de suelos
	Actualizar el Esquema de Ordenamiento Territorial Municipal	Garantizar la articulación de los Planes de desarrollo Municipal y el Esquema de Ordenamiento Territorial
<b>Objetivos específicos</b>	Dar a conocer la importancia del proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha en los municipios de la jurisdicción a través de programas de divulgación en las comunidades	Incentivar la educación ambiental a través de los instrumentos de educación e investigación (PEI, PRAUS, PRAES, PROCEDAS)
	Articular el Esquema de Ordenamiento territorial los lineamientos del Plan de Acción Nacional Lucha contra la desertificación, el POMCA, y el PGAR	

	Establecer indicadores entre la comunidad y la administración para medir el proceso de desertificación dentro de los municipios	Articular las iniciativas y metodologías con el proyecto PRAIS de la UNCCD para el seguimiento y evaluación del proceso de desertificación.
	Elaborar campañas de sensibilización y educación a nivel de: área política, autoridades de gobiernos regionales y usuarios de la tierra dentro de los municipios.	Implementar el Kit pedagógico sobre desertificación (UNESCO) para que sea desarrollado en las JAC de las veredas.

### 3.3.2. Propuesta de un sistema multiescalar.

Por medio del análisis de los instrumentos de tipo regional y local, se crea una propuesta para un sistema multiescalar aplicado en la cuenca media del río Chicamocha con el fin de prevenir y mitigar el proceso de desertificación en los municipios de Boavita y La Uvita.

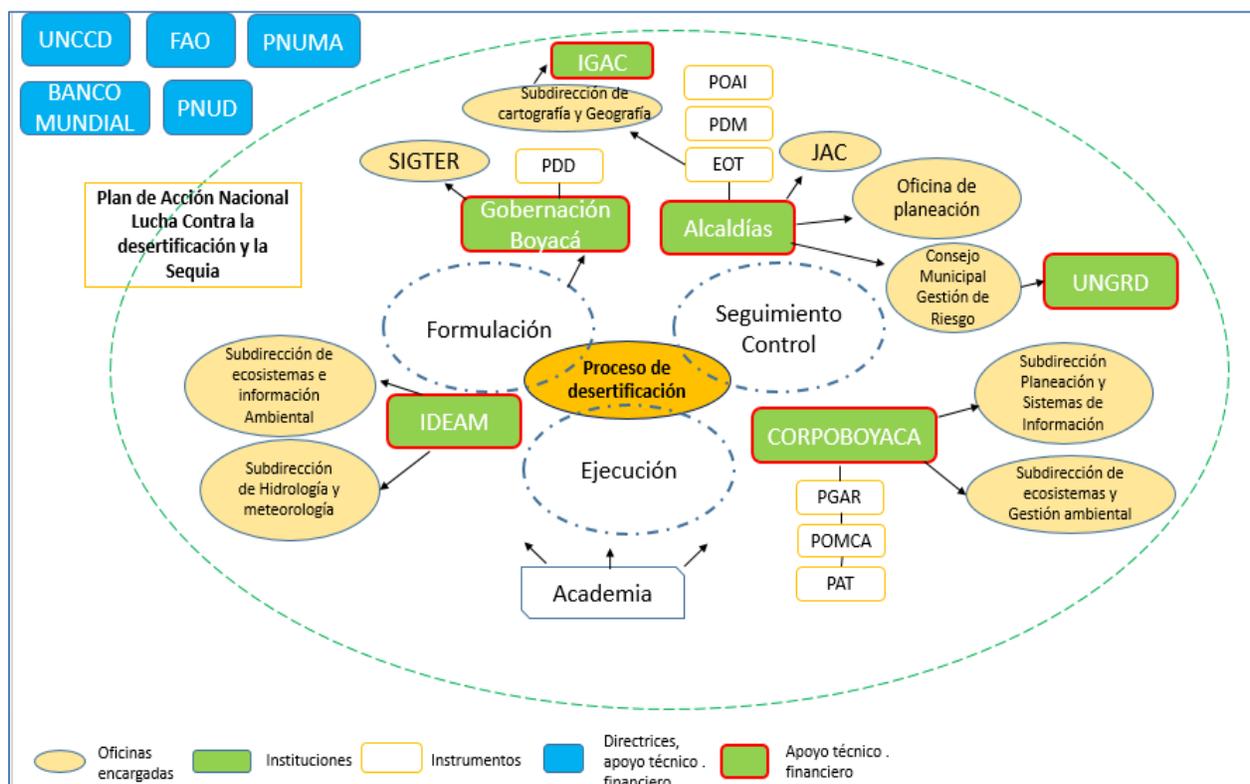


Figura 10. Propuesta sistema multiescalar para la prevención y mitigación del proceso de desertificación. Fuente: Elaboración propia.

Debido a las características financieras y técnicas de los municipios de Boavita y la Uvita es necesario implementar un sistema multiescalar que permita el acople de los lineamientos para

adoptar medidas de prevención y mitigación frente al proceso de desertificación. Este sistema basado en tres componentes estratégicos, formulación, ejecución y seguimiento y control.

El sistema está conformado por las alcaldías de los municipios de Boavita y la Uvita, la corporación autónoma regional de Boyacá (CORPOBOYACA), la gobernación de Boyacá y el Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), la Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación (UNCCD), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente (PNUMA), Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas Para el desarrollo (PNUD) y la academia, conformada por las diferentes universidades de orden nacional que pretendan hacer parte del sistema y pueden brindar apoyo en cualquier institución involucrada dentro del sistema, la Unidad Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD) se puede articular a los consejos municipales de Gestión del Riesgo para mantener un control y seguimiento permanente del proceso; por su parte, el IGAC por medio de la subdirección de geografía y cartografía brindar apoyo en la formulación de los Esquemas de Ordenamiento Territorial para los municipios. Por último la UNCCD, FAO, PNUMA, PNUD y el Banco Mundial aportan en el modelo las directrices que se estipulan en el Plan de Acción Nacional y el apoyo técnico y financiero para la formulación, ejecución, seguimiento y control del proceso de desertificación. Por otro lado, las entidades como el IDEAM, UNGRD, CORPOBOYACA, y la gobernación de Boyacá por medio del SIGTER brindan el apoyo técnico y financiero. Los municipios que estén involucrados dentro, que al ser un sistema multiescalar pueden unirse a Boavita y la Uvita deben cumplir con el apoyo logístico para que el modelo funcione.



Figura 11. Jerarquía de instrumento de desarrollo regional y local para implementar acciones para la mitigación y prevención de los procesos de desertificación. Fuente: Elaboración propia.

Estos instrumentos se deben articular desde las prospectivas, estrategias, programas y proyectos desde la escala nacional con el Plan de Acción Nacional lucha contra la desertificación, hasta la escala municipal con el Plan de Desarrollo municipal. Para garantizar la articulación se debe establecer el cumplimiento de los lineamientos.

1. Establecer las competencias entre los diferentes instrumentos de desarrollo territorial, para garantizar la articulación, por medio de la unificación de criterios, conceptos y los propios principios establecidos en las leyes orgánicas de planeación, presupuesto y ordenamiento territorial y las normas ambientales.
2. Unificar la cartografía temática utilizada por los diferentes instrumentos de desarrollo territorial para la toma de decisiones en las diferentes entidades.

3. Implementar unidades técnicas de apoyo, las cuales, tengan representación de cada entidad del sistema para definir metodologías, objetivos y metas.
4. Buscar proyectos cofinanciados por las entidades involucradas y la empresa privada en busca de convenios para apoyo técnico y financiero.
5. Evaluar anualmente los procesos de desarrollo para observar avances, dificultades e impactos para retroalimentar y reorientar acciones en el territorio.

### 3.3.3. Propuesta para implementar el proceso de desertificación dentro de la gestión del riesgo.

Una forma de articular los diferentes planes de desarrollo territorial en torno al proceso de desertificación, es aprovechar la necesidad inminente de trabajar sobre la gestión del riesgo. Lo que se busca, es que, dentro de la gestión de riesgo se implementen los procesos de degradación del suelo dentro del diagnóstico municipal para la zonificación de usos de suelo, a partir de la entrada en vigencia del decreto 1807 de 2014, el cual, incorpora la gestión del riesgo en los Esquemas de Ordenamiento Territorial y resalta que es prioritario para los municipios considerar la zonificación de amenazas y riesgos como principal elemento para el modelo de ocupación en los planes de ordenamiento.

*Tabla 22. Condiciones técnicas para la elaboración de estudios básicos y detallados. Fuente: Elaboración propia a partir del decreto 1807 de 2014*

	Tipo de estudio	Clase de Suelo	Escala
<b>Básico</b>	Se realizan como requisito para adelantar procesos de revisión de POT	Urbano	1:5000
	Permiten priorizar las zonas en donde se requiere adelantar estudios que permitan categorizar riesgo	Expansión Urbana	1:5000
		Rural	1:25.000
<b>Detallado</b>	Se pueden plantear en el contenido programático del POT con el fin de que se desarrollen en su implementación	Urbano	1:5000
	Permiten categorizar el riesgo y establecer las medidas de intervención estructurales para el manejo	Expansión Urbana	1:5000
		Rural	1:25.000

Al considerar el riesgo como “el conflicto entre la dinámica de los ecosistemas y las comunidades que consiste en una probabilidad de ocurrencia de pérdida, producto de eventos externos. (U. Chile, 2017). Es indispensable dentro de los requisitos del decreto 1807 de 2014, contemplar la degradación de suelos por erosión, salinización y desertificación como un riesgo debido a que representan una amenaza al igual que los movimientos en masa, las inundaciones y los sismos. Ésta inclusión, con las condiciones técnicas estipuladas para las otras amenazas, permitirá propuestas de medidas de mitigación de carácter estructural y no estructural, a su vez, la asignación de recursos del Fondo Territorial de Gestión del Riesgo, el cual pretende subsidiar a municipios categoría financiera baja (5 y 6), dentro de los que se encuentran Boavita y La Uvita.

## CAPITULO 4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En este capítulo, además de interpretar los resultados obtenidos en el mismo orden en que se desarrollaron; se va realizando una reflexión paralela sobre las implicaciones de estos resultados y se hace a la luz, no solo los objetivos propuestos en este proyecto, sino, de otros datos adicionales que ayudan a mostrar las limitaciones de la investigación y sus potencialidades para que se siga profundizando este tema.

### **4.1 ¿Es posible identificar procesos de desertificación a partir de variables biofísicas en un modelo cartográfico para una cuenca?**

A continuación, se responde la pregunta de acuerdo a cada una de las actividades realizadas para la identificación del proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha.

#### 4.1.1 Selección de variables biofísicas utilizadas en el modelo.

La identificación de la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación se realizó a partir de la selección de variables biofísicas, para ser utilizadas dentro del modelo cartográfico, sobre las cuales, se origina una discusión puntual sobre la pertinencia dentro del modelo, mostrada a continuación:

La variable clima (Ver mapa 3), esta variable fue utilizada dentro del modelo con un porcentaje del 40%, debido a que permite delimitar las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, que son las zonas susceptibles al proceso de desertificación, donde según Flórez (2003) esta variable es indispensable para identificar zonas susceptibles, dado que en las cuencas con geomorfología en cañón como es el caso de la CMRCH existe una variabilidad climática por la posición transversal del cañón respecto a las corrientes de viento húmedo que descargan humedad de barlovento; por

tanto a sotavento, sobre todo las laderas bajas y fondo de los cañones, reciben poca humedad por encontrarse en posición de sombra (ver figura 12); a su vez, para Prias, (2016) la variable clima funciona como un indicador bioclimático para establecer las áreas áridas que son susceptibles a estos procesos de degradación por sus características de déficit hídrico. Por su parte Merlano (2013), identifica que los procesos de epigénesis en el río Chicamocha sobre los suelos sedimentarios ocasionó las paredes casi verticales de la cuenca, esta geomorfología, la profundidad y longitud del cañón ocasiona los climas subhúmedos en las partes altas, semisecos en alturas medias y climas secos en las partes bajas con una vegetación subxerofítica de arbustos espinosos y cactus bioindicadores de procesos de desertificación.

La variable ecosistemas (ver mapa 4), fue evaluada a partir de las características de su vegetación, con un porcentaje con un 30% debido a que la vegetación xerofítica y subxerofítica, son susceptibles a sufrir procesos de desertificación y tienen menos capacidad de resiliencia. Según FAO (2007), esta vegetación es propia de ambientes con precipitación menor que la evapotranspiración, pero sin llegar a condiciones de extremada sequía; se encuentran plantas heliofilas, árboles pequeños y los arbustos achaparrados, se caracterizan por un estrés hídrico frecuente, un bajo contenido de materia orgánica y un bajo nivel nutritivo. También Márquez (2004), plantea que la vegetación xerofítica y subxerofítica tiene múltiples adaptaciones morfológicas y fisiológicas, microfilia, tallos, fotosintetizadores, espinas, esclerofilia, succulencia y otras formas de acumulación de agua, estas características lo convierten en un elemento bioindicador de procesos de desertificación en modelos cartográficos.

La variable régimen de humedad (ver mapa 5), con un porcentaje 30% dentro del modelo, representa la presencia o ausencia de un nivel freático o de agua retenida a tensiones inferiores a 1500 KPa, durante periodos del año, lo cual, determina la retención de agua (Baillie, 2001). Por

su parte FAO (2009), en el proyecto LADA define que los regímenes de humedad áridos y ústicos son más susceptibles a sufrir procesos de desertificación debido a que limitan el crecimiento y la colonización vegetal, dado que sus propiedades físicas los mantienen secos la mayor parte del año, se destaca que en la cuenca media del río Chicamocha el 35 % tiene este régimen de humedad ústico, lo que la convierte en una cuenca muy susceptible a procesos de desertificación.

#### 4.1.2 Identificación de zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y Áreas Prioritarias de Intervención para la prevención y mitigación del proceso.

Posteriormente a la selección de variables, se ejecutó el modelo cartográfico para generar los mapas de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y el mapa de Áreas Prioritarias de Intervención para la mitigación y prevención del proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha.

Los resultados del modelo cartográfico permitieron catalogar que el 30% (129.904 Hectáreas) de la cuenca media del río Chicamocha es susceptible al proceso de desertificación. Estas zonas se caracterizan por encontrarse en las riberas del río Chicamocha, puesto que la geomorfología del cañón ocasiona un déficit hídrico por la posición transversal a los vientos que impiden la descarga de humedad en las partes bajas del mismo (Ver Figura 12), y esto se ve representado en los climas áridos y semiáridos, los regímenes de humedad ústicos y vegetación xerofítica en las partes bajas del cañón, donde se encuentran las zonas susceptibles al proceso de desertificación identificadas en el modelo. Según Flórez (2013), estos escenarios también se presentan en cañones como el Guáitara-Juanambú-Patía, de los ríos Suaza, Cabrera, Chicamocha y Lebrija (afluentes del Magdalena).

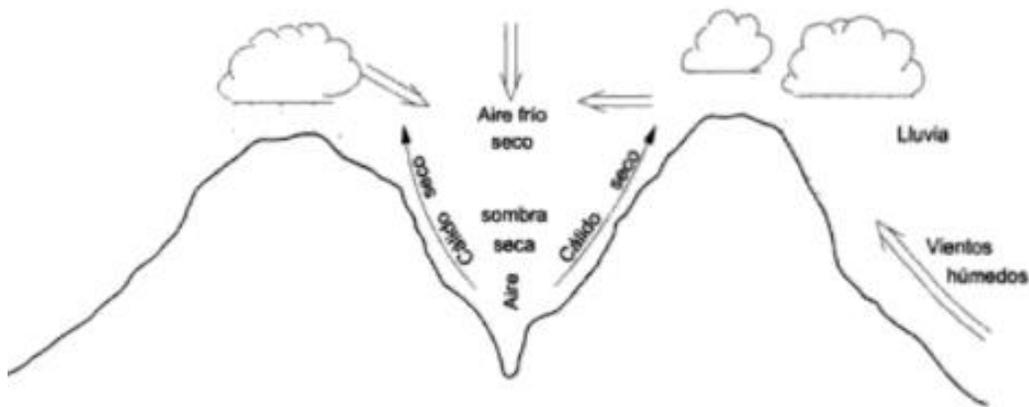


Figura 12. Déficit hídrico en los cañones. Fuente: Flórez, 2013.

Por su parte el mapa de degradación de suelos y tierras por desertificación para Colombia a escala 1:500.000 año 2003, identificó que los municipios de Boavita y la Uvita presentan un 98,3 % y 48,1% respectivamente del área del municipio con proceso de desertificación. Mientras que, los resultados de esta investigación identificaron que la susceptibilidad para el municipio de Boavita era del 18% del área del municipio y 23% para el municipio de la Uvita. Aunque el modelo del IDEAM y el planteado en esta investigación tienen similitud en la ponderación y la utilización de variables, la diferencias entre escalas se ve reflejada en la diferencia de porcentajes de áreas con procesos de desertificación en los municipios. Por último, en la tabla 5, se evidencia que las zonas identificadas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la cuenca coinciden con los datos recolectados en campo donde muestran las características de degradación en cada una de las categorías.

El resultado de las Áreas Prioritarias de Intervención (API) para la prevención y mitigación del proceso de desertificación muestran que los municipios con mayor porcentaje de áreas prioritarias de intervención (Ver Figura 8) son los municipios de Capitanejo con (84%) del área del municipio, seguido de Santa Rosa de Viterbo con el (82%), Covarachia (81%), Topaga (87%), Tipacoque

(61%), Beteitiva (52%) y Boavita (46%), estos municipios se caracterizan por ser categoría 6 debido a que tienen una población igual o inferior a 15.000 habitantes y con ingresos anuales no superiores a 15.000 smlv (Contaduría General, 2017). Esta situación permite evidenciar que se requiere el apoyo financiero por parte de la corporación (CORPOBOYACÁ) y el departamento para iniciar las acciones necesarias en estas áreas para recuperar los suelos degradados antes de que sea demasiado tarde y costoso.

El mapa propuesto, se obtuvo a partir de la unión espacial entre la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y la degradación de suelos por erosión, este tipo de degradación representa un estado real de pérdida de calidad de los suelos y lo convierte en un escenario así mismo real para la presencia de procesos de desertificación; A su vez, el resultado de esta unión permite la delimitación específica con zonas reales con degradación. En la opinión del investigador, la erosión hace parte del proceso de desertificación (Ver mapa 6). En el modelo cartográfico, del IDEAM en 2005 para la identificación de procesos de desertificación, la variable erosión definía el nivel de gravedad del proceso de desertificación, otras investigaciones como las realizadas por Salamanca (2015), en la zona hidrográfica de Sogamoso y Moreno en (2015), en la zona del valle del Cauca, la variable erosión delimitaba las zonas de importancia dentro del proceso de desertificación y obtuvieron resultados que se acercaban a la realidad de las zonas de estudio. Lo que permite indicar que la degradación de suelos por erosión es un variable que acerca, a mayor nivel de detalle los procesos de desertificación.

4.1.3 Escenario prospectivo de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación al año 2041.

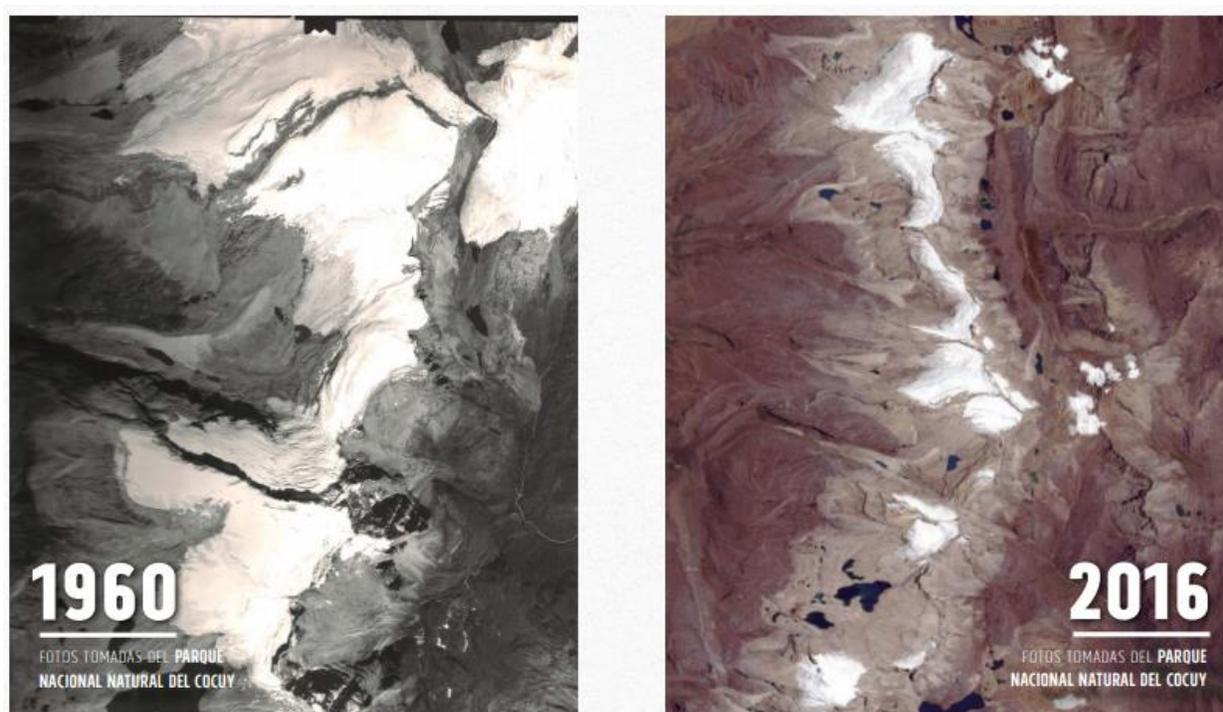
El escenario prospectivo permite realizar una aproximación de los cambios en la clasificación climática de caldas Lang al año 2041, a partir de la adaptación de la clasificación climática de Lang 2041-2070 de los escenarios de cambio climático para Colombia del IDEAM (2016). Para poder contrastarla con la clasificación climática actual del año 2012 y generar el mapa comparativo entre estos años (Ver mapa 7).

Los resultados del mapa 7 reflejan el aumento porcentual del 58% de las zonas áridas de 10.840 a 17.171 Hectáreas, en el caso de las zonas semiáridas el aumento es del 73% de 105 a 182 Hectáreas en contraste con las zonas semihúmedas que aumentan en un 104% de 66,323 a 135.211 Hectáreas (Ver figura 8).

Estos resultados revelan los cambios significativos del clima en la cuenca media del río Chicamoha que pueden repercutir en que el aumento de zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas, originando el aumento de zonas susceptibles al proceso de desertificación, según Sánchez (2012) estas variaciones climáticas ocasionan alteraciones en la cantidad y localización de la lluvia, aumento de eventos de sequía prolongada, afectación directa de la productividad de cultivos, reducción de rendimientos, pérdidas económicas, cambios en la composición a nivel de ecosistemas y zonas de vida, repercute en la eliminación de cobertura del suelo por avance de la frontera agrícola y desaparición de flora debido a cambios en las condiciones climáticas de humedad y temperatura del suelo.

Por su parte dentro del informe de la tercera comunicación de cambio climático para el escenario 2041-2070 se afirma que, la disminución del 10% (porcentaje de precipitación) y el aumento de la temperatura media anual de 1.6 °C en el departamento de Boyacá y la cuenca media del río Chicamocha ocasionará mayor incidencia en fenómenos climáticos extremos, reducción en la capacidad agropecuaria, disminución de la productividad de los suelos agrícolas y aceleración e

intensificación de procesos de desertificación (IDEAM, 2016). Estos resultados se están viendo reflejados actualmente en la cuenca, específicamente en el Parque Natural del Cocuy con el deshielo en el nevado (Ver Figura 13).



*Figura 13. Deshielo glacial Parque Nacional Natural del Cocuy, comparación 1960-2016. Fuente: IDEAM-PNUD, 2016.*

Estos nevados son sensibles a cambios climáticos y a las condiciones atmosféricas locales, su observación y medición es el estudio del clima, su dinámica es respuesta del comportamiento de la atmosfera. Según el IDEAM –PNUD (2016), el área glacial se ha reducido un 60% en los últimos 50 años y con una tendencia actual de disminución anual de 3%. Estos escenarios permiten analizar que los resultados del escenario de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación para el año 2041 son acordes con la realidad que se está viendo en la cuenca, si continúa la tendencia de disminución del 3% anual de área glacial en el nevado del Cocuy, esto generará que el efecto albedo aumente la temperatura y provoque mayor deshielo, lo cual, potenciará una

variación climática en la cuenca que repercutirá en el aumento de áreas secas y por lo tanto susceptibles a procesos de desertificación.

Los resultados de la primera etapa de la investigación representa que es posible identificar procesos de desertificación a través de variables biofísicas en un modelo cartográfico para una cuenca, a lo que Moreno (2015) afirma que, las variables biofísicas utilizadas en los modelos cartográficos son una aproximación metodológica que permiten diferenciar áreas con procesos de desertificación e identificar la influencia de las variables en el proceso. Salamanca (2015) coincide en que las variables biofísicas utilizadas en modelos cartográficos permiten hacer una aproximación a los procesos de desertificación, pero se requiere de insumos a menor escala para optimizar los resultados del modelo; por su parte el proyecto LADA/FAO (2013) han tenido resultados exitosos en la evaluación de proceso de desertificación a través de modelos cartográficos mediante la utilización de variables biofísicas ya que permiten establecer alertas para implementar acciones de prevención y mitigación.

**¿Es posible establecer la relación entre el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local para dos municipios y el proceso de desertificación?**

A continuación se responde la pregunta de acuerdo a los análisis de los instrumentos regionales y locales respecto a la prevención y mitigación del proceso de desertificación.

Respecto al planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial se encuentran instrumentos regionales con una serie de datos cualitativos y cuantitativos respecto al proceso de desertificación, en el caso de los instrumentos regionales, el Plan de Gestión Ambiental Regional (PGAR) establece un diagnóstico (Ver tabla 7) sobre el número de hectáreas con procesos de desertificación (sin soporte cartográfico), enfatiza la falta de aplicación y desconocimiento en los

instrumentos de planificación ambiental en la cuenca y conflictos de uso, pero en general representa un diagnóstico muy superficial respecto a los problemas de degradación de suelos evidenciados en la cuenca. Por otra parte, formula una serie de programas enfocados a la conservación, investigación de áreas protegidas y programas de monitoreo de la calidad de los suelos, en términos de prospectiva (ver tabla 8), estipula dos metas que deben ser cumplidas para el año 2019, pero a menos de un año, no se ven avances significativos para el cumplimiento de estas metas, dado que no se especificó el número de hectáreas y según Imbol (2014), el único mapa oficial de desertificación para Colombia se encuentra a escala 1:500.000 y representa un porcentaje significativo de error en términos de exactitud para determinar hectáreas dentro de una cuenca.

Adicional a lo anterior, el instrumento regional Plan de Acción Corpoboyacá (2016-2019), el cual concreta los programas y proyectos propuestos en el PGAR mediante las acciones de inversión, representa que de lo prometido, tiene presupuesto para ser cumplido en el periodo establecido dentro de este instrumento (tabla 9), en donde denota seis líneas estratégicas que pueden aportar a prevenir y mitigar el proceso de desertificación con un 39% del presupuesto para el cuatrienio, pero no especifica presupuesto para los proyectos de cada línea estratégica formulados en el PGAR (ver tabla 9), incluso la línea estratégica “Gestión Ambiental del territorio y ordenamiento” no especifica presupuesto anual para el cuatrienio. De otro lado, las líneas estratégicas y los proyectos formulados en cada una (ver tabla 8), permiten aportar significativamente a la prevención y mitigación del proceso de desertificación, desde el fortalecimiento de la cultura ambiental, el fortalecimiento de la línea base ambiental y adaptación al cambio climático, debido a que el proceso de desertificación representa un síntoma de ese cambio, la gestión de información para establecer alertas tempranas y poder implementar acciones de monitoreo y control de los suelos

de la cuenca media del río Chicamocha, en lo que respecta al manejo y protección de suelos, el presupuesto tan solo representan el 1% para el cuatrienio. Permitiendo concluir, que no es una prioridad para el periodo 2016-2019 dentro de la corporación.

También se destaca la desarticulación entre el PGAR y el Plan de Acción, debido a que ningún proyecto o programa formulado en el PGAR, se encontraba articulado presupuestalmente en el Plan de Acción (ver tabla 9).

El último instrumento de desarrollo territorial regional analizado fue el Plan de Ordenación y Manejo Ambiental (POMCA) de la cuenca media del río Chicamocha. Este instrumento en la etapa diagnóstico aporta información cartográfica donde identifica procesos de erosión, amenazas naturales, deforestación, conflicto de uso y capacidad de uso, debido a esto en la etapa de formulación propone 8 proyectos relacionados con la prevención y mitigación del proceso de desertificación, para ser ejecutados en la vigencia del POMCA donde se destacan la armonización de los instrumentos de desarrollo territorial municipal con el POMCA, control de erosión, conservación y el fortalecimiento en la educación ambiental. Estos proyectos representan el 48% del presupuesto del POMCA.

Se decidió realizar la sobreposición de la capa de susceptibilidad al proceso de desertificación y el uso actual identificado en el diagnóstico del POMCA para identificar la presión sobre el recurso suelo en las áreas susceptibles y dio como resultado (mapa 8, tabla 11) donde evidencian que en las zonas susceptibles al proceso de desertificación, predominan los usos de pastoreo extensivo para ganadería y los cultivos transitorios semi intensivos. Según el proyecto LADA/FAO (2013) el uso de fertilizantes, el agotamiento de acuíferos que originan los cultivos, y el exceso de carga ganadera junto a las condiciones de aridez propias de la ecorregión hacen que la disminución de pastos y otras especies sea evidente, ayudado por el pisoteo del ganado, que provoca una

compactación del suelo y por consiguiente la disminución en la germinación y la cobertura vegetal, lo que representa que los usos de suelo en la cuenca están generando el aumento del proceso de desertificación en la cuenca.

En cuanto a los instrumentos de desarrollo territorial local en los municipios de Boavita y la Uvita se encuentran algunos avances en términos de diagnóstico, formulación y presupuesto respecto al proceso de desertificación.

Para el caso del municipio de La Uvita, el Esquema de Ordenamiento Territorial (tabla 12), permite evidenciar una prospectiva orientada hacia un municipio preservante del ambiente. Por su parte en el diagnóstico destaca la pérdida de suelo por causas antrópicas y el deterioro de los suelos en la cuenca, mientras que los objetivos y los programas, planteados se destaca el criterio de sustentabilidad para el uso adecuado del suelo y la formulación de áreas de reserva para la conservación de suelos, estos objetivos deberían ser coherentes con los usos de suelos aprobados en el año 2003 y por eso se decidió compararlos con la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación (ver mapa 9, tabla 13), donde se evidencia que los usos que predominan en las zonas susceptibles son los de reforestación con fines protectores, áreas de recuperación y los usos agrosilvopastoriles, lo que representa una mínima presión de los usos aprobados en el EOT sobre las zonas susceptibles al proceso de desertificación

Respecto al Plan de Desarrollo Municipal y el Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI) que deben estar articulados al Esquema de Ordenamiento Territorial, se observa que dentro de la dimensión ambiental se plantean objetivos para la disminución de impactos negativos ambientales a través de la educación, incentivos tributarios y la protección y conservación de ecosistemas estratégicos, estos objetivos deben estar articulados con el POAI pero el documento no fue

entregado por la alcaldía para ser analizado, por eso, se decidió analizar el presupuesto ejecutado frente al proceso de desertificación en los años 2015-2016 (últimos años disponibles por la Contaduría general de la Nación), donde se refleja que el presupuesto fue destinado a la adquisición de predios para reserva hídricas y proyectos de reforestación para control de erosión; esto representa la desarticulación de los instrumentos de desarrollo en el municipio de la Uvita .

En el caso del municipio de Boavita, el Esquema de Ordenamiento Territorial refleja dentro del diagnóstico el conflicto de uso por agricultura y ganadería, pérdida de suelo y destaca la importancia de la cuenca como sistema de regulación hídrica y climática, dentro del escenario prospectivo establece estrategias, objetivos y acciones enfocados al manejo ambiental de zonas estratégicas, incentivos económicos ambientales, restauración de zonas deterioradas y proyectos interregionales para la solución de problemáticas ambientales (ver tabla 16) que se quedaron en tan solo buenas intenciones, debido a que no se encontró proyectos que articulen más de dos municipios.

En la comparación entre la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y los usos aprobados dentro del Esquema de Ordenamiento del año 2002 (ver mapa 10, tabla 17) se observó que los usos que predominan en las zonas susceptibles al proceso de desertificación son áreas agropecuarias mecanizadas intensivas, y cultivos silvopastoriles, donde según Geist & Lambin (2001) la ampliación de la frontera agrícola es una de las principales causas de los procesos de desertificación y estos usos representan un uso intensivo del suelo alto según la clasificación de Kosmas *et al* (1999).

Respecto al Plan de Desarrollo Municipal y el Plan Operativo Anual de Inversiones (POAI), se identificó en el diagnóstico que el 46 % de la vocación del suelo, se encuentra representada en áreas de conservación y 31% áreas de reserva forestal, (información sin evidencia cartográfica).

También se destaca la afectación de fauna y flora causada por la deforestación, por la ampliación de la frontera ganadera y minería. En cuanto a la prospectiva, formulan tres programas (ver tabla 18) orientados a la sensibilización del impacto ambiental del cambio climático, reforestación ecológica y acción para enfrentar el cambio climático. Estos programas se encuentran articulados dentro del presupuesto del POAI para el cuatrienio (ver tabla 19). También se logró observar que tan solo existe presupuesto para el año 2016 para la actualización y ajuste del Esquema de Ordenamiento Territorial, al día de hoy no se encuentra actualizado como se prometió en el Plan de Desarrollo. Por otro lado, los programas relacionados directa o indirectamente al proceso de desertificación representan el 2% del presupuesto para el cuatrienio del Plan de Desarrollo Municipal.

Debido a que Molano en 1964 estableció como tierras muertas la zona de la cuenca media del río Chicamocha dadas sus características de zona árida y semiárido (ver figura 14).



Figura 14. Tierras Muertas de Colombia 1964. Fuente: Molano, 1964

Esta clasificación de tierra muerta en la cuenca media del río Chicamocha, conllevaría a pensar de que, en la cuenca se presenta un proceso de desertización causado por efectos naturales, por tal motivo se decide realizar la sobreposición de la cobertura de conflicto de uso de suelo y la capacidad de uso, de los municipios de Boavita y La Uvita, realizada en el diagnóstico del POMCA

2008 con la capa de susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación en la cuenca media del río Chicamocha, identificada previamente en esta investigación, donde permitió identificar (Ver mapa 11) que las zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación coinciden con áreas de sobreutilización severa, que originan procesos de degradación avanzada de los recursos y la disminución productiva de las tierras; también se encuentran áreas con sobreutilización ligera, donde el uso actual se acerca al recomendado, pero genera conflicto debido a su incompatibilidad, estos resultados reflejan que existe una fuerte presión sobre el suelo, que permite el aumento del proceso de desertificación. Estos conflictos de uso generan pérdida de productividad biológica, pérdida de resiliencia del recurso suelo (Barchuk, 2017); también ocasiona la afectación de sistemas productivos, lo cual, causa el avance del proceso de desertificación. Respecto a la capacidad de uso (ver mapa 12, tabla 20) se observa que las áreas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación presentan factores limitantes como, fuertes pendientes, suelos superficiales y procesos de erosión severa y muy severa. Para hacer uso de estas áreas se debe seguir una serie de recomendaciones estipuladas por el POMCA, las cuales, no acata la comunidad debido al desconomiento y falta de control de las instituciones. Aunque la cartografía de este análisis se encuentra a escala 1:100.000 permite identificar la relación entre la fuerte presión sobre el suelos en los municipios de Boavita y la Uvita respecto al aumento del proceso de desertificación.

El común denominador de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local analizados, es la desarticulación entre los instrumentos en términos de diagnósticos, formulación y presupuestos, el Plan de Acción lucha Contra la desertificación y la Sequía (PAN), que entre sus requerimientos estableció que los lineamientos del Plan debían estar articulados dentro de los Planes de Gestión

Ambiental de las corporaciones, en este caso no se vio reflejado. En ese mismo orden de ideas, la guía técnica para la formulación de Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas hidrográficas (POMCAS) (Ministerio de Ambiente, 2014) debían incluir en su componente de gestión de riesgo, la evaluación de amenaza por desertificación o desertización, el POMCA de la cuenca media del río Chicamocha no lo incluye dentro del diagnóstico, sumado a que los instrumentos de menor jerarquía como los Esquema de Ordenamiento Territorial, los Planes de Desarrollo y los Planes Operativos Anual de Inversiones desconocen los diagnósticos de la corporación, esto corrobora el análisis de IDEAM (2012) donde afirma que la problemática de la degradación de suelos, radica en la deficiencia en la formulación, planeación de los instrumentos de desarrollo territorial, donde coincide con las conclusiones de UPRA (2018), que establecen como principal factor de la degradación de suelos en el territorio nacional a la desarticulación e ineficiencia de los instrumentos de política para orientar el uso eficiente del suelo.

Los Esquemas de Ordenamiento de Boavita y La Uvita Fueron formulados en los años 2003 y 2002 respectivamente con diagnósticos superficiales a partir de información secundaria, la cartografía se encuentra en formatos obsoletos actualmente, estos instrumentos perdieron vigencia desde el año 2011 y se encuentran en procesos de ajuste, esto se ve reflejado en la formulación de los Planes de Desarrollo que no cuentan con un soporte diagnóstico y prospectivo actualizado para elaborar sus diagnósticos y articular sus programas y proyectos. Según Barrero (2008) esta debilidad técnica, sumado a la falta de recursos y los ajustes institucionales de las normas en los últimos años, junto a que ha sido un proceso de aprendizaje en la práctica debido a la poca experiencia de las administraciones. Son factores que han impedido la planificación integral de los territorios.

Ante la pregunta inicial, la respuesta es afirmativa, debido a que si es posible establecer relaciones entre el planteamiento de los instrumentos y el proceso de desertificación en términos espaciales con el uso de los sistemas de información geográfica que permite convertir datos cuantitativos y cualitativos a datos espaciales para ser analizados y comparados.

Los usos de suelos aprobados en los Esquemas de Ordenamiento Territorial resumen la planificación y prospectiva del municipio y a su vez permiten identificar las presiones, conflictos de uso y capacidades de los suelos sobre las zonas susceptibles o con procesos de desertificación identificadas previamente. Según Abraham (2005), el resultado de la interacción entre la planificación y el proceso de desertificación permite realizar un diagnóstico de la situación ambiental actual, para orientar acciones para el uso sostenible de las tierras en un municipio.

### **¿Proponer lineamientos para ser incluidos en los instrumentos de desarrollo local en un municipio contribuye a disminuir el proceso de desertificación?**

A continuación, se responde la pregunta de acuerdo al desarrollo de los resultados de la tercera etapa de la investigación

Al evidenciar la relación entre el planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial con el proceso de desertificación en los municipios de Boavita y la Uvita, departamento de Boyacá, y partiendo de la hipótesis inicial de esta investigación, “al relacionar el proceso de desertificación y, los instrumentos de desarrollo territorial, se contribuye con elementos que sirvan para la prevención y mitigación de los impactos derivados del proceso de desertificación, a nivel local en los municipios de Boavita y la Uvita, Departamento de Boyacá”.

Ante la pregunta inicial planteada Salamanca (2016) plantea que la identificación del proceso de desertificación por medio de herramientas SIG a través de modelos temáticos, se convierte en un

instrumento técnico de planificación nacional, regional e incluso local que apoya la gestión del territorio, mientras que para Laurelli *et al.* (2007) afirma que el ordenamiento territorial y la lucha contra la desertificación son dos vertientes del conocimiento con gran valor en sí mismos, no es frecuente que sus enfoques y perspectivas se articulen, lograr la integración de ambas, genera desarrollos teóricos, metodológicos y propuestas de intervención capaces de mitigar el aumento del proceso de degradación, acorde a esta afirmación Malhue *et al.*, (2011) señala que en América Latina los estudios y las medidas de gestión de los procesos de desertificación se han centrado en medidas más bien correctivas que preventivas debido a esto mediante el enfoque multitemporal, multiespacial y multiobjetivo que posee el Ingeniero Geógrafo y Ambiental (IGA) se establecieron lineamientos espaciales, temporales y objetivos específicos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial local de los municipios de Boavita y La Uvita, que garanticen la prevención y mitigación del proceso de desertificación en los municipios (ver tabla 21), orientados a las necesidades de los municipios, logrando el cumplimiento en el corto y mediano plazo. Debido a las necesidades técnicas y financieras de estos municipios, las cuales se corroboran con la correlación entre la pobreza y la marginación que arrasa consigo el proceso de desertificación (Pahlen *et al.*, 2010). Es por esto que desde precisión de la ingeniería y la complejidad de lo geográfico y ambiental, mediante el enfoque sistémico del IGA se propone un sistema multiescalar para la prevención y mitigación del proceso de desertificación (ver figura 10), este sistema se caracteriza por la cooperación técnica, financiera y logística entre instituciones articuladas que permitan la prevención y mitigación del proceso de desertificación, para finalizar, y ante los avances en la integración de gestión de riesgo en los POT's por medio del decreto 1807 de 2014, esta investigación generó la propuesta de incluir el proceso de desertificación dentro de la categorización de amenazas y riesgos para utilizarlo dentro de los diagnósticos para la zonificación

de uso de suelo municipal para garantizar un desarrollo sostenible y se sume a las iniciativas planteadas por la guía metodológica para incorporar la prevención y la reducción de riesgos en los procesos de Ordenamiento Territorial realizada por el MADS en el año 2005, la cual preciso dentro de las recomendaciones la identificación de amenazas el proceso de desertificación, como amenazas o eventos socio naturales ,el aporte de esta guía no tuvo mayor repercusión debido a que el proceso de desertificación es un proceso lento y complejo de identificar.

Estas iniciativas de proponer lineamientos a escala local fueron establecidas como objetivos a lograr en la estrategia decenal 2008-2018 por la UNCCD y la alineación del Plan de Acción Nacional (IDEAM, 2008) mediante el proyecto PRAIS destinado a la evaluación y seguimiento del proceso de desertificación, el cual busca replantear el alcance del conocimiento acerca del estado de la degradación de tierras y su vinculación con el POT's.

## **CAPITULO 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Este capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones que el autor realiza en relación al proyecto de investigación desarrollado, formuladas en función de los objetivos planteados, el proceso investigativo y el aporte de la ingeniería geográfica y ambiental en el ejercicio de establecer relaciones entre los procesos de degradación y los instrumentos de desarrollo territorial.

### **6.1 Conclusiones**

El 30 % (129,904 hectáreas) de la cuenca media del río Chicamocha presenta susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación, la cual está determinada por las características geomorfométricas del cañón del Chicamocha que ocasiona un déficit hídrico en las partes bajas del cañón y se ve reflejado en los régimen de humedad ústicos, ecosistemas con vegetación xerofítica y subxerofítica y climas secos en la zona de influencia del cañón. Por otra parte las Áreas Prioritarias de Intervención para prevenir y mitigar el proceso de desertificación representan el 31% del área de la cuenca media del río Chicamocha, estas áreas requieren de intervención inmediata debido a que presentan susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación y procesos de degradación de suelos por erosión severa y moderada, estas áreas se encuentran en municipios categoría 5 y 6, donde requiere apoyo técnico y financiero de la corporación y el departamento para implementar acciones inmediatas para la recuperación de estos suelos, por último según los escenarios de cambio climático para Colombia las zonas áridas, semiáridas y semihúmedas secas tendrán un aumento significativo en área dentro de la cuenca del 58%, 73%, 104% respectivamente, lo que generará el aumento de las zonas susceptibles a procesos de desertificación.

La principal relación del planteamiento de los instrumentos de desarrollo territorial y el proceso de desertificación se debe a la desarticulación de los instrumentos de desarrollo territorial regional y local de los municipios de Boavita y La Uvita en términos de diagnóstico, prospectiva y presupuesto en relación a los procesos de degradación de suelos, lo cual ha conllevado al aumento del proceso de desertificación en los municipios y la cuenca media del río Chicamocha, sumado a la desactualización de los Esquemas de Ordenamiento Territorial en los municipios de Boavita y la Uvita, la administraciones locales desconocen la información del POMCA y el PGAR, lo cual se ve representado en formulación de los Planes de Desarrollo Municipal y Planes Operativos Anuales de Inversión, debido a que carecen de un soporte diagnóstico detallado, que permite articular programas y proyectos encaminados a las problemáticas evidenciadas en el diagnóstico de la degradación de suelo.

El uso de suelo actual en la cuenca, y los usos aprobados en los Esquemas de Ordenamiento Territorial de los municipios de Boavita y la Uvita que resumen la planificación y prospectiva de los municipios, representan la fuerte presión del recurso suelo en las zonas con susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación, donde predominan los usos de pastoreo extensivo para ganadería, cultivos transitorios semiintensivos y áreas agropecuarias mecanizadas intensivas, puesto que las zonas con susceptibilidad biofísica presentan conflicto de uso de suelos por sobreutilización y subutilización y respecto a la capacidad de uso presentan factores limitantes para su utilización, lo que representa que los usos de suelo aprobados en fueron adoptados por la comunidad, ni las administraciones locales ejercen control y seguimientos de lo acordado en los Esquemas de Ordenamiento Territorial

El ejercicio de proponer lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial local para prevenir y mitigar el proceso de desertificación, se convierte en una herramienta útil para las

administraciones locales para lograr instrumentos que aporten al desarrollo sostenible de los municipios, Igualmente debido a las características técnicas y financieras de los municipios de Boavita y La Uvita se propone un sistema multiescalar que permita el acople de los lineamientos con instituciones y organizaciones de mayor jerarquía que brinden el apoyo técnico y financiero para lograr con el fin de lograr la prevención y mitigación del proceso de desertificación en la cuenca y los municipios. Por último la propuesta de implementar la desertificación dentro de la gestión del riesgo se convierte en una forma de articular los planes de desarrollo al proceso y se convierte en un insumo del diagnóstico municipal para la zonificación de usos del suelo.

El estudio de relaciones entre procesos de degradación de suelos y los instrumentos de desarrollo territorial, es un tema que aún no se ha desarrollado a profundidad, asunto que se evidencia en la búsqueda de estudios e investigaciones, esto limita la discusión de resultados con otros actores.

El uso de herramientas SIG como los modelos cartográficos, con representación vectorial a escala 1:100.000 por medio de operación de variables biofísicas, con una ponderación definida a partir del consenso entre los integrantes de un semillero de investigación, permite una modelación detallada de la susceptibilidad biofísica al proceso de desertificación, la cual facilita la planificación de los instrumentos de desarrollo territorial para prevenir y mitigar los impactos del proceso de desertificación en el territorio nacional.

En la mayoría de las regiones del país, la poca cantidad de estaciones climatológicas con las que cuenta el IDEAM, no permite realizar una caracterización climática detallada para generar precisión en los resultados, debido a la insuficiencia de información en las estaciones o la ubicación de las estaciones no representa la realidad de las zonas de estudio.

## 6.2 Recomendaciones

Para la obtención de resultados más precisos respecto a la zonificación del grado de susceptibilidad, el modelo requiere de insumos a escalas más detalladas (1:25.000), es recomendable la inclusión de nuevas variables biofísicas como índices morfométricos, tipos de degradación química y biológica y el uso de imágenes captadas por sensores remotos (teledetección) que permitan corroborar los datos del modelo y realizar un seguimiento y control del proceso de desertificación identificado.

En cuanto al análisis de los instrumentos de desarrollo territorial es necesario ampliar el análisis a instrumentos de carácter nacional, como CONPES, Planes de Desarrollo departamental con el fin de identificar avances que puedan ser articulados con los instrumentos de desarrollo territorial local que permita prevenir y mitigar el proceso de desertificación en el territorio nacional

Se hace necesario que el IDEAM como entidad encargada del proceso de desertificación en Colombia, defina una definición detallada del proceso de desertificación, y diseñe metodologías a escala regional y local para la identificación, evaluación y control del proceso de desertificación, basados en los avances realizados por la academia como la universidad nacional, la UDCA y la pedagógica, para que las corporaciones ambientales las implementen en los instrumentos de desarrollo territorial y puedan ser articuladas con los instrumentos de desarrollo local municipal.

Respecto al ejercicio de proponer lineamientos para ajustar los instrumentos de desarrollo territorial es necesario el apoyo de las comunidades de los municipios, la corporación autónoma, debido a que conocen las características de la región, las dinámicas y los objetivos prospectivos que tienen para el desarrollo sostenible de los municipios.

Establecer relaciones entre un proceso de degradación de suelo y el planteamiento de los instrumentos de desarrollo se convierte en un tema complejo que requiere un enfoque sistémico y un aporte multidisciplinario, lo que exige la participación del ingeniero geógrafo y ambiental capaz de aportar su enfoque multiespacial, multitemporal y multiobjetivo que le permite identificar una problemática, analizarla en el tiempo y el espacio para aterrizar los lineamientos necesarios para garantizar el desarrollo sostenible en un territorio.

## CAPITULO 6. REFERENCIAS.

Abraham, M. (2005) Desertificación: Bases conceptuales y metodológicas para la planificación y gestión.

Aportes a la toma de decisiones, Instituto Argentino de Investigaciones de las zonas Áridas.

Recuperado de: [revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rza/article/download/717/69](http://revistas.lamolina.edu.pe/index.php/rza/article/download/717/69)

Aguilera, S. (s.f) Principios de la planificación territorial. Recuperado de:

<https://constructopostnormal.files.wordpress.com/2007/06/tema-1.pdf>

Alcaldía de Boavita. (2003) Esquema de ordenamiento territorial Boavita Boyacá 2002-2010.

Recuperado de: [http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20-%20cuencas%20-%20boavita%20\(78%20pag%20-%20220kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Documentos%20PDF/pot%20-%20cuencas%20-%20boavita%20(78%20pag%20-%20220kb).pdf)

Alcaldía de Boavita. (2016) Plan de Desarrollo Territorial 2016-2019, honestidad y trabajo compromiso

de todos.

Alcaldía de La Uvita. (2002) Esquema de ordenamiento Territorial La Uvita Boyacá. Recuperado de:

[http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/L/la\\_uvita\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_2002\\_-\\_](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/L/la_uvita_-_boyaca_-_eot_-_2002_-_)

[2010/la\\_uvita\\_-\\_boyaca\\_-\\_eot\\_-\\_2002\\_-\\_2010.asp](http://cdim.esap.edu.co/BancoConocimiento/L/la_uvita_-_boyaca_-_eot_-_2002_-_2010/la_uvita_-_boyaca_-_eot_-_2002_-_2010.asp)

Alcaldía de la Uvita. (2016) Plan de desarrollo Territorial 2016-2019 la uvita: biodiversa, productiva y

solidaria.

Arias, R. (2006) Deforestación y desertificación. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/soudakiki/monografia-reforestacion-y-desertificacion>

Baillie, C. (2001) Soil Survey Staff 1999, Soil taxonomy a basic system of soil classification for making

and interpreting soil surveys. Agricultural Handbook 436. 57-60, doi: 10.1079/SUM200057

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2017). TC0101072: Programa de Lucha contra la Desertificación en América del Sur. Recuperado de: <http://www.iadb.org/en/projects/project-description-title,1303.html?id=tc0101072>
- Barbero, C, Marques, M, Ruiz, M. (2013) the case of urban sprawl in Spain as an active and irreversible driving force for desertification. *Journal of arid environments* (90) ,95-102
- Barchuk, A. Consecuencia de los cambios de cobertura y usos de suelo: desertificación y pérdida de servicios eco sistémicos. Recuperado de: [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_alicia\\_barchuk\\_0.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_alicia_barchuk_0.pdf)
- Barrero, G. (2008). Debilidades del nivel regional en el ordenamiento territorial colombiano. Aproximación desde la normatividad política y administrativa. *Arquitectura, Ciudad y Territorio*. Recuperado de: [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/.../9\\_GUSTAVO-CARRION.pdf](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/.../9_GUSTAVO-CARRION.pdf)
- Bello, D. (2009). *Aporte al diagnóstico ambiental de la cuenca media del Río Chicamocha, departamento de Boyacá* (tesis de pregrado). Universidad Distrital Francisco José de caldas
- Bermúdez, F, Asunción, R. (1998). Erosión y desertificación: implicaciones ambientales y estratégicas de investigación. Papeles de geografía.
- Bermúdez, F. (2006) desertificación, revisiones de conceptos y definiciones. Recuperado de: [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58791/1/Homenaje-Alfredo-Morales\\_43.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/58791/1/Homenaje-Alfredo-Morales_43.pdf)
- Cardona, O. (2001). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. Una crítica y una revisión necesaria para la gestión. In International Work-Conference on

vulnerability in Disaster Theory and practice (pp. 29-30). Wageningen, Holanda: Disaster Studies of Wageningen University and Research Centre.

Cartaya, S.; Mendez, W.; Pacheco, H. (2006). Modelo de zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información geográfica. Interciencia,

Comisión Económica Para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2005) Pobreza, desertificación y degradación de recursos naturales. Recuperado de:

Congreso de Colombia (04/08/1998) Por medio de la cual se aprueba la "Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular África", hecha en París el diecisiete 17 de junio de mil novecientos noventa y cuatro 1994 (ley 461 de 1998) Recuperado de:  
[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1998/ley\\_0461\\_1998.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/1998/ley_0461_1998.pdf)

Congreso de Colombia (19/10/2014). Por el cual se reglamenta el artículo 189 del Decreto-ley 019 de 2012 en lo relativo a la incorporación de la gestión del riesgo en los planes de ordenamiento territorial y se dictan otras disposiciones. Recuperado de:  
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=59488>

Consejo de Evaluación de ecosistemas del Milenio (2005) Ecosistemas y bienestar humano, síntesis sobre desertificación. Recuperado de:  
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.796.aspx.pdf>

Convención de las Naciones Unidas para la Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD). 1994. united nations convention to combat desertification in those countries experiencing serious drought and/or desertification, particularly in Africa. United Nations Environment Programme. Recuperado de: <https://www2.unccd.int/convention/about-convention>

Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA) (2016) Plan de Acción 2016-2019.

Recuperado de: [http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR\\_PLAN\\_DE\\_ACCION\\_2016-2019.pdf](http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2016/04/BORRADOR_PLAN_DE_ACCION_2016-2019.pdf)

Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA), (2008) Formulación del plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca media del río Chicamocha conforme los principios y directrices señalados en el decreto 1729 de agosto 6 de 2002, Fase diagnóstico y formulación. Departamento de Boyacá, 2008

Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA), (2008) Formulación del plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca media del río Chicamocha conforme los principios y directrices señalados en el decreto 1729 de agosto 6 de 2002, Fase aprestamiento. Departamento de Boyacá, 2008.

Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACA). (2016) Plan de Gestión Ambiental Regional 2009-2019. Recuperado de: <http://www.corpoboyaca.gov.co/cms/wp-content/uploads/2015/10/pgar-final.pdf>

D'Odorico, P (2013). Global desertification: drivers and feedbacks. *Advances in Water Resources* (51), 326-344. doi:10.1016/j.adwatres.2012.01.013

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005) Boletín, perfil Boavita, Boyacá  
Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/files/censo2005/perfiles/boyaca/boavita.pdf>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2005) Boletín, perfil La Uvita, Boyacá  
Recuperado de:  
[https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL\\_PDF\\_CG2005/15403T7T000.PDF](https://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/15403T7T000.PDF)

Diccionario de la Real Academia Española (DRAE) definición desertificación. Recuperado de <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=desertificaci%C3%B3n>

Dregne, H. (2002) Land degradación in the drylands, arid land research and management (16), 99.132.doi:10.1080/153249802317304422

Dunjo, G. (2004). Developing a desertification indicator system for a small Mediterranean catchment: A case study from the Serra de Rodes, Alt Empordà, Catalunya, NE Spain. Tesis Doctoral. Universidad de Girona,

Etimologias.dechile.net. (2017).Desertificación, recuperado de: <http://etimologias.dechile.net/?desertificacio.n>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2017) Responsabilidades y contribuciones de la FAO a la lucha contra la desertificación. Recuperado de: [http://www.fao.org/docrep/V0265S/V0265S04.htm#Responsabilidades y contribuciones de la FAO a la lucha contra la desertificación](http://www.fao.org/docrep/V0265S/V0265S04.htm#Responsabilidades_y_contribuciones_de_la_FAO_a_la_lucha_contra_la_desertificaci3n)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2007) Secuestro de Carbón en tierras áridas. Roma. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=1IUU2R3N95UC&pg=PA11&dq=vegetacion+desertificaci3n&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj\\_nJrwtc7aAhVQvIMKHfDyAK8Q6wEITzAI#v=onepage&q=vegetacion%20desertificaci3n&f=false](https://books.google.com.co/books?id=1IUU2R3N95UC&pg=PA11&dq=vegetacion+desertificaci3n&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwj_nJrwtc7aAhVQvIMKHfDyAK8Q6wEITzAI#v=onepage&q=vegetacion%20desertificaci3n&f=false)

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), (2009) Guía para la descripción de suelos. Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-a0541s.pdf>

Farajzadeh, E. (2007). *Evaluation of MEDALUS model for desertification hazard zonation using GIS*. (I. P. 2622-2630., Editor) doi:2622-2630

Flórez, A. (2003). Colombia: evolución de sus relieves y modelados. Recuperado de: [https://books.google.com.co/books?id=bOZIGkStun8C&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.co/books?id=bOZIGkStun8C&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)

Geist, H, Lambin, F. 2004. Dynamic Causal Patterns of Desertification. *BioScience*. Vol. 54. No. 9. 817-829

Gobernación de Santander, Universidad Santo Tomas (2014) Lineamientos y directrices de ordenamiento territorial del Departamento de Santander. Recuperado de: <http://www.santander.gov.co/index.php/gobernacion/documentacion/finish/359-lineamientos-y-Directrices-del-ordenamiento-territorial/5969-lineamientos-y-directrices-de-ordenamiento-territorial-del-departamento-de-santander>

Grabied J. (2012) Enfoque sistémico de problemas ambientales. Recuperado de <https://www.mendoza-conicet.gov.ar/asades/modulos/averma/trabajos/1999/1999-t001-a012.pdf>

Guerrero, M (1995).El procesos de la desertificación y la erosión en la región central andina: Tatacoa, Guatavita y Villa de Leyva. Recuperado de: <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=5375>

Imbol, R. (2014)\_Herramientas SIG en el análisis de zonas en riesgo de desertificación. Recuperado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/3347>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). 2016. Tercera Comunicación Nacional de Colombia a la convención

marco de las naciones unidas sobre cambio climático, Recuperado de:  
[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_TCN  
CC\\_COLOMBIA.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023732/RESUMEN_EJECUTIVO_TCN_CC_COLOMBIA.pdf)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2012). Programa nacional de monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y tierras en Colombia. Recuperado de:  
[http://www.ideam.gov.co/documents/11769/153422/Adicionalmente+consulste\\_C2-C-RE-  
S%C3%A1nchez%2C+R.pdf/d5a21efa-18e7-486c-b925-80560ae91b3c](http://www.ideam.gov.co/documents/11769/153422/Adicionalmente+consulste_C2-C-RE-S%C3%A1nchez%2C+R.pdf/d5a21efa-18e7-486c-b925-80560ae91b3c)

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (IGAC), (2002) Zonificación de los conflictos de uso de las tierras del país. Recuperado de:  
[http://observatorio.unillanos.edu.co/portal/archivos/99Zon conf uso tierra \(cap.4%20Uso conf  
lic\).pdf](http://observatorio.unillanos.edu.co/portal/archivos/99Zon%20conf%20uso%20tierra%20(cap.4%20Uso%20conf%20lic).pdf)

Kosmas, C, Kirkiby, Y. (1999). Introduction. In: KOSMAS, C.; KIRKBY, M.; GEESON, N. (eds.), The Medalus project: Mediterranean desertification and land use. Manual on key indicators of desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification. Project report. European Commission.

LATAMISRAEL. (2017) Israel Lanza hoy su primer nanosatelite de investigación academica Recuperado de: <https://latamisrael.com/israel-lanza-su-primer-nanosatelite/>

Laurelli, E, Montaña, E, Pastor, G. (2007). Encuentro del Ordenamiento territorial y la contra la desertificación. Recuperado de: <https://journals.openedition.org/cal/2085>

Lobos, P. (2013). De los instrumentos de planificación territorial como actos administrativos de potestad de carácter discrecional (tesis pregrado) recuperado de:  
[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113347/de-gonzalez\\_p.pdf?sequence=1](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/113347/de-gonzalez_p.pdf?sequence=1)

López J. (1984) Planeamiento Urbano Regional y Formación profesional en el Perú, orígenes, desarrollo y desarticulación 1961-1984. (Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Recuperado de: <http://docplayer.es/69456474-Tesis-para-obtener-el-titulo-de-maestria-en-planificacion-urbana-y-regional.html>

Malhue, H. Aguilera, C. Barca, N. Espejel, I. Cerecada, P. (2011). *Escenarios territoriales para la gestión preventiva de la desertificación en la cuenca del Puangue, Chile*. Investigaciones geográficas universidad de chile.

Márquez, G. 2004. Ecosistemas estratégicos de Colombia. Bogotá, Sociedad Geográfica de Colombia. Disponible en: <http://www.sogeocol.edu.co/documentos/07ecos.pdf>

Massiris, A (2011) Desarrollo, Territorio y Medio Ambiente y América Latina: una integración necesaria, revista proyección Vol. V No.11 *Revista Proyección*, Vol. V. No. 11, diciembre. Mendoza (Argentina). Recuperado de: [www.massiris.com/2012/09/libro-politicas-latinoamericanas-de.html](http://www.massiris.com/2012/09/libro-politicas-latinoamericanas-de.html)

Merlano, J. (2013) Cañones de Colombia. Recuperado de: <https://imeditores.com/banocc/canones/>

Mimi, Z, Sawalhi, B (2003) A Decision Tool for Allocating the waters of the Jordan River Basin between all Riparian Parties. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1023/B:WARM.00000004959.90022.ba>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas, Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA\\_DE\\_POMCAS.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/cuencas-hidrograficas/GUIA_DE_POMCAS.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2014) Guía técnica para la formulación de los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas, anexo Gestión de Riesgo. Recuperado de: [http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Gu%C3%ADa\\_POMCAs/3\\_ANEXO\\_B\\_Gesti%C3%B3n\\_del\\_Riesgo.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/GestionIntegraldelRecursoHidrico/pdf/Gu%C3%ADa_POMCAs/3_ANEXO_B_Gesti%C3%B3n_del_Riesgo.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). (2005) Plan de Acción Nacional Lucha Contra la desertificación y la Sequía. Bogotá, Colombia. UNCCD-PNUD

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2010) Protocolo para la identificación y evaluación de los procesos de degradación de suelos y tierras por desertificación. Bogotá, Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2005). Atlas interactivo de la degradación de tierras por desertificación en Colombia, Bogotá.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), El Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP), Parques Nacionales Naturales (PNN), Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC). 2011. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia, escala 1:100.000 convenio marco no. 4206 de 2011. Recuperado de:

<http://www.ideam.gov.co/documents/11769/222663/Presentaci%C3%B3n+final+mapa+ecosistemas.pdf/c33bef40-e727-49db-8fb7-4201cfa37af>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2005). *Incorporando el Riesgo en los Planes de Ordenamiento Territorial*. Recuperado de:

<https://www.boyaca.gov.co/SecInfraestructura/images/CDGRD/Guias%20Planes%20Gesti%C3%B3n%20del%20Riesgo/Incorporando%20el%20Riesgo%20en%20los%20POT.pdf>

Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio (MVCT) (2016). *Lineamientos generales, Gestión para departamentos con municipios descertificados en SGP-APSB*. Recuperado de:

<http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/Gesti%C3%B3n%20para%20departamentos%20con%20mun%20descertificados%20APSB.pdf>

Molano, J. (1964) *Zonas áridas de Colombia*. Recuperado de:

[https://www.sogeocol.edu.co/documentos/084\\_zon\\_arid\\_de\\_col.pdf](https://www.sogeocol.edu.co/documentos/084_zon_arid_de_col.pdf)

Morales, P. (2005) *Pobreza, desertificación y degradación de los recursos naturales*. Recuperado de:

[http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2448/1/S0500967\\_es.pdf](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2448/1/S0500967_es.pdf)

Moreno, D. (2015). *Indicadores de riesgo de desertificación en zonas del Valle del Cauca, Colombia*.

Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/48844/1/29831729.2015.pdf>

Observatorio Nacional de la Degradación de Tierras y Desertificación (ONDTyD). (2014) *Causas y*

*consecuencias de la degradación de tierras*. Recuperado de: <http://www.desertificacion.gob.ar/wp-content/uploads/2014/06/Causas-y-Consecuencias-de-la-Degradaci%C3%B3n-de-Tierras1.pdf>

Organización de las Naciones Unidas (ONU), (2017). *Organización de las Naciones Unidas*. Recuperado

de: <http://www.onu.cl/onu/unccd/>

Pahlen, A. Campo, M. Sosisky, L. (2010). La desertificación en argentina problemas ocasionados por la intervención humana. Buenos Aires. Recuperado de:

[http://www.economicas.uba.ar/wpcontent/uploads/2017/08/T\\_Pahlen\\_Campo\\_Desertificacion.pdf](http://www.economicas.uba.ar/wpcontent/uploads/2017/08/T_Pahlen_Campo_Desertificacion.pdf)

Pandi, Z. (2011) Desertificación en el mediterráneo, *economía y territorio*, Recuperado de:

[http://www.iemed.org/observatori-es/arees-danalisi/arxiu\\_adjunts/anuari/med.2011/Zdrulli\\_es.pdf](http://www.iemed.org/observatori-es/arees-danalisi/arxiu_adjunts/anuari/med.2011/Zdrulli_es.pdf)

Prias, D. (2016). Cálculo del índice de aridez como herramienta para el seguimiento de la desertificación,

Recuperado de

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7709/1/C%C3%81LCULO%20DEL%20C3%8DNDICE%20DE%20ARIDEZ%20COMO%20HERRAMIENTA%20PARA%20EL%20SEGUIMIENTO%20DE%20LA%20DESERTIFICACI%C3%93N.pdf>

Pujadas, R. Font, J. (2005). *Ordenación y planificación territorial*. Madrid, Recuperado de:

<http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a360071e58.79575639.pdf>

Ravelo, C. Planchuelo, A, Abraham, E, Navone, S. (2013). Resultados del proyecto LADA/FAO.

Recuperado de:

[http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/LADA\\_docs/Libro\\_LADA\\_COMPLETO.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/documents/LADA_docs/Libro_LADA_COMPLETO.pdf)

Red Interamericana de Mitigación de desastres (RIMD), (2009). Definición de Susceptibilidad,

Recuperado de: <http://www.rimd.org/advf/documentos/4921a360071e58.79575639.pdf>

Rodríguez, M. Moreira, J. Quijada, J. Corzo M. Jiménez, Y. 2005 *Evaluación y seguimiento multitemporal*

*de la Desertificación a través del Sistema de Información Geográfica Ambiental de Andalucía.*

Recuperado de:

[https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques\\_Tematicos/Cooperacion\\_Internacional\\_En\\_Materia\\_De\\_Medio\\_Ambiente/Iniciativas\\_Comunitarias/Interreg\\_III/Mediterraneo\\_occidental/desernet\\_II/documentos\\_andalucia/publicaciones/mrsPOSTERdesertnetII\\_3.pdf](https://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/web/Bloques_Tematicos/Cooperacion_Internacional_En_Materia_De_Medio_Ambiente/Iniciativas_Comunitarias/Interreg_III/Mediterraneo_occidental/desernet_II/documentos_andalucia/publicaciones/mrsPOSTERdesertnetII_3.pdf)

Salamanca, A. (2015) *Identificación de desertificación potencial en la zona hidrográfica de Sogamoso*

(tesis de maestría). UNIGIS. Sogamoso. Recuperado de:

[https://issuu.com/unigis\\_latina/docs/merged\\_15](https://issuu.com/unigis_latina/docs/merged_15)

Sánchez, G. (2012). Sequía y desertificación en Chanrayo, san Agustín Acasaguastlán, el progreso.

Recuperado de: <http://glifos.unis.edu.gt/digital/tesis/2012/28259.pdf>

SIAC (2011) Sistema de Información Ambiental de Colombia. Recuperado de:

<https://www.siac.gov.co/contenido/contenido.aspx?catID=439&conID=531>

Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) desertificación, conceptos y metas

Sistema Nacional Gestión del Riesgo de desastres (SIGRD) Terminología sobre gestión de riesgo de

desastres y fenómenos amenazantes. Recuperado de:

<http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/20761/Terminologia-GRD-2017.pdf;jsessionid=C5397A5D321D01E4001DEA54D04BFA59?sequence=2>

### Tercera comunicación

Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA)-(2018) Fortalecimiento de la planificación del uso

eficiente del suelo y la adecuación de tierras a nivel nacional. Recuperado de:

[https://spi.dnp.gov.co/App\\_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/2013011000145.pdf](https://spi.dnp.gov.co/App_Themes/SeguimientoProyectos/ResumenEjecutivo/2013011000145.pdf)

United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) (1992). The earth Summit and agenda 21, Recuperado de: [http://www.unesco.org/education/pdf/RIO\\_E.PDF](http://www.unesco.org/education/pdf/RIO_E.PDF)

Universidad de Chile. [Uabiertadechile], (2017. Abril. 23). Lección 1.1 Vulnerabilidades ante desastres sicionaturales [archivo de video] Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=zYWATmDIgY&feature=youtu.be>

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP) (2001) El concepto de la desertificación recuperada de: [https://virtual.upaep.mx/bbcswebdav/institution/portales/ingenierias/bachilleratos/Contaminacion del Suelo/Que la Desertificacion.pdf](https://virtual.upaep.mx/bbcswebdav/institution/portales/ingenierias/bachilleratos/Contaminacion_del_Suelo/Que_la_Desertificacion.pdf)

Vega, L (1997) *Gestión Ambiental Sistémica*. Bogotá, Colombia. SIGMA