

**IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR  
SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS EN LA CUENCA ALTA DEL  
RIO CHINCHINÁ (CALDAS - COLOMBIA)**

**Programa de Ingeniería Ambiental**

**DANIELA CAICEDO OVALLE**



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
MANIZALES – CALDAS  
2016**

**IDENTIFICACION DE IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS POR  
SISTEMAS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS EN LA CUENCA ALTA DEL  
RIO CHINCHINÁ (CALDAS - COLOMBIA)**

**DANIELA CAICEDO OVALLE  
MODALIDAD: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN DE AUTORÍA DE  
ESTUDIANTE**

**DIRECTORA:**

**Gloria Yaneth Flórez Yepes**

**Administradora Ambiental**

**MSc en desarrollo sostenible y Medio Ambiente**



**UNIVERSIDAD CATOLICA DE MANIZALES  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
MANIZALES – CALDAS  
2016**

## Contenido

1. RESUMEN.....	6
2. INTRODUCCION.....	7
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
4. JUSTIFICACIÓN.....	10
5. OBJETIVOS .....	12
5.1. OBJETIVO GENERAL .....	12
5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	12
6. MARCO TEORICO .....	13
6.1 Sistemas agropecuarios. ....	13
6.2. Impacto Ambiental.....	14
6.2.1. Modificación del paisaje.....	14
6.2.2. Impactos ambientales de la producción agropecuaria moderna .....	15
6.3. Evaluación de Impactos - Metodologías para la identificación y valoración del impacto ambiental .....	19
6.4. Indicadores.....	21
6.5. Contexto De La Cuenca.....	24
6.5.1. Delimitación de la cuenca .....	24
6.5.2. Características biofísicas de la región .....	29
6.5.3. Geología y geomorfología.....	30
6.5.4. Suelos .....	32
6.5.5. Flora en la cuenca .....	34
6.5.6. Fauna en la cuenca .....	37
6.5.7. Clima .....	39
6.5.8. Población.....	43
6.5.9. Uso y cobertura del suelo .....	45
7. METODOLOGIA.....	47
Localización geográfica de la cuenca del río Chinchiná .....	48
7.2. Primera fase: Identificar los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la cuenca alta del río Chinchiná .....	49
7.3. Segunda fase: Describir los impactos ambientales generados por los sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná.....	49
7.4. Tercera fase: Priorizar los impactos ambientales generados en la cuenca alta del río Chinchiná mediante el uso de matrices de valoración y Generar indicadores cualitativos de la cuenca alta del río Chinchiná .....	50
8. RESULTADOS .....	55
8.2. Desarrollo del primer objetivo propuesto - identificación de los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la cuenca alta del río Chinchiná .....	55
8.2.1. Sistemas Ganaderos .....	57
8.2.2. Sistemas Forestales .....	58
8.2.3. Cultivos Limpios .....	60
- Mora .....	60
- Hortalizas .....	61
- Frutales .....	61

8.2.4.	Ecoturismo .....	63
8.3.	Desarrollo del segundo objetivo propuesto: - descripción de los impactos ambientales generados por los sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná .....	65
8.3.1.	Impactos Generados por la Actividad Ganadera.....	65
8.3.2.	Impactos Generados por la Actividad Forestal.....	68
8.3.3.	Impactos Generados por la actividad Agrícola (Cultivos de Papa y Hortalizas).....	71
8.4.	Desarrollo del tercer objetivo propuesto- priorizar los impactos ambientales generados en la cuenca alta del río Chinchiná mediante el uso de matrices de valoración.....	72
8.4.1.	Matrices de valoración.....	72
8.4.1.1.	Matriz de impactos para el sistema ganadero.....	72
-	Interacción para el Sistema Abiótico.....	72
-	Interacción para el Sistema Biótico.....	74
-	Interacción para el Sistema Antrópico.....	75
-	Calificación de impactos del sistema ganadero .....	77
8.4.1.2.	MATRIZ DE IMPACTOS PARA EL SISTEMA FORESTAL.....	81
-	Interacción para el Sistema Abiótico.....	81
-	Interacción para el Sistema Biótico.....	82
-	Interacción para el Sistema Antrópico.....	83
o	Calificación de impactos del sistema forestal.....	84
8.4.1.3.	MATRIZ DE IMPACTOS PARA LOS CULTIVOS LIMPIOS .....	87
-	Interacción para el Sistema Abiótico.....	87
-	Interacción para el Sistema Biótico.....	88
-	Interacción para el Sistema Antrópico.....	89
-	Calificación de impactos del sistema agrícola.....	91
8.4.1.4.	INDICES CUALITATIVOS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CHINCHINÁ .....	94
a)	Índices de Magnitud de impactos en el sistema abiótico por componente:.....	95
b)	Índice de Magnitud de impactos en el sistema biótico por componente:.....	95
c)	Índice de Magnitud de impactos en el sistema abiótico por componente:.....	96
9.	CONCLUSIONES .....	97
10.	RECOMENDACIONES .....	100
11.	ANEXO 1 .....	102
12.	BIBLIOGRAFIA .....	103

## TABLAS

Tabla 1 Valoración Intensidad .....	52
Tabla 2 Valoración Magnitud.....	52
Tabla 3. Interacción Sistema Abiótico .....	73
Tabla 4. Interacción Sistema Biótico .....	74
Tabla 5. Interacción Sistema Antrópico.....	75
Tabla 6. Matriz de impactos sistema abiótico.....	77
Tabla 7. Matriz de impactos sistema Biótico .....	79
Tabla 8. Matriz de impactos sistema Antrópico .....	80
Tabla 9. Interacción para el Sistema Abiótico .....	81
Tabla 10. Interacción para el Sistema Biótico .....	83
Tabla 11. Interacción para el Sistema Antrópico .....	83
Tabla 12. Calificación de Efectos para el Sistema Abiótico.....	84
Tabla 13. Calificación de Efectos para el Sistema Biótico.....	86
Tabla 14. Calificación de Efectos para el Sistema Antrópico .....	87
Tabla 15. Interacción para el Sistema Abiótico .....	88
Tabla 16. Interacción para el Sistema Biótico .....	89
Tabla 17. Interacción para el Sistema Antrópico .....	90
Tabla 18. Interacción para el Sistema Abiótico .....	91
Tabla 19. Interacción para el Sistema Biótico .....	92
Tabla 20. Interacción para el Sistema Antrópico .....	93

## 1. RESUMEN

El presente trabajo, centra el desarrollo de sus objetivos en lograr una aproximación en la identificación de los impactos ambientales a partir de la determinación cualitativa y cuantitativa de la intensidad y magnitud de estos en la cuenca Hidrográfica del río Chinchiná, que se constituye en la principal fuente de recursos hídricos del departamento de Caldas. El proceso se desarrolló con la utilización del método investigativo exploratorio que se fundamenta en observaciones de campo, consultas bibliográficas y en conceptos de expertos, lo que permitió la construcción de matrices de valoración. Se encontró que los impactos sobre el sistema Abiótico producidos por la actividad agrícola que se encuentra representada por el establecimiento de cultivos de papa en la sección superior y hortalizas en la inferior alcanza Indicadores de magnitud 0,40 para el componente terrestre y 0,44 para el hídrico. Entre tanto para el sistema Bióticos los modelos de producción ganadera, forestal y agrícola los Indicadores fueron 0,78; 0,80 y 0,84 respectivamente. Las tendencias mostradas a partir de las observaciones de campo y validadas con la calificación de intensidad y magnitud permiten deducir que los modelos de manejo de las actividades productivas ganadera, agrícola y forestal en la cuenca alta del río Chinchiná poseen un alto grado de insostenibilidad ambiental.

### ABSTRACT

This paper focuses on the development of its objectives in achieving an approximation in the assessment of environmental impacts from the qualitative and quantitative determination of the intensity and magnitude of these in the Chinchiná river basin, which is the main source Of water resources in the department of Caldas. The process was developed using the exploratory research method based on field observations, bibliographical queries and expert concepts; Which allowed the construction of valuation matrices. It was found that the impacts on the Abiotic system produced by the agricultural activity that is represented by the establishment of potato crops in the upper section and vegetables in the lower reaches Indicators of magnitude of 0.40 for the terrestrial component and 0, 44 for the water. Meanwhile for the Biotic system, the models of livestock production, forestry and agriculture Indicators were 0.78; 0.80 and 0.84 respectively. The trends shown from the field observations and validated with the intensity and magnitude qualification allow us to deduce that the management models of livestock, agricultural and forestry productive activities in the Upper Chinchiná River Basin have a high degree of environmental unsustainability.

## 2. INTRODUCCION

Las políticas relacionadas con el manejo de los recursos naturales en Colombia han estado encaminadas en los últimos años hacia la incorporación de instrumentos que orienten las acciones de preservación de los componentes bióticos y no bióticos existentes en los diferentes ecosistemas, por tal razón la caracterización de las actividades humanas que dependen del uso de los recursos naturales se constituyen en el primer paso para identificar, valorar y corregir los impactos ambientales que tales acciones generan al entorno natural.

Partiendo de lo anterior, el desarrollo del contenido del presente trabajo pretende brindar algunos elementos adicionales que contribuyan con el fortalecimiento de la gestión que desde diferentes instancias se vienen desarrollando en materia de la ordenación de cuencas hidrográficas y, concretamente sobre la cuenca del río Chinchiná, principal fuente abastecedora de bienes y servicios ecosistémica para la ciudad de Manizales y su área de influencia.

En este sentido, el acelerado proceso de deterioro de la cuenca en estudio, producto de la actividad humana y en un menor grado por efecto de la susceptibilidad natural, amerita el desarrollo de trabajos tendientes tanto a visualizar los diferentes componentes ecosistémicos, como también a los elementos que intervienen en la degradación de los recursos naturales, llevándonos a realizar la identificación de dichas actividades y de igual manera a establecer su nivel de impacto, con el propósito de sugerir acciones de prevención, corrección y/o mitigación que contribuyan con la gestión ambiental de la región.

En consecuencia, la tipificación y valoración de las actividades humanas objeto del presente trabajo se realizó fundamentalmente sobre la cuenca alta del río Chinchiná, centrando las actividades principalmente en los sistemas de producción agropecuaria más comunes como son, los sistemas de producción ganadera

extensiva, la agricultura (cultivo de papa), plantaciones forestales, y de forma tangencial la realización de algunos comentarios sobre actividades como el ecoturismo. El presente trabajo no abordará el análisis de las actividades industriales que se dan sobre la cuenca debido a que ellos tienen como centro la cuenca media la cual no es objeto de estudio en este caso.

La metodología de trabajo incluyó la recolección de información primaria en campo a través de la descripción cualitativa de los procesos de producción y su correspondiente validación a partir de información secundaria recabada en las diferentes instituciones relacionadas con las diferentes temáticas, ellas son: Corporación Autónoma Regional de Caldas ,CORPOCALDAS, aguas de Manizales ,Universidad de Caldas, Pactos por la cuenca del río Chinchiná, entre otros, con el propósito de consolidar información conducente a determinar cada uno de los impactos más significativos e inferir conclusiones sobre el grado de afectación que estos tienen sobre el territorio y la alteración de la dinámica del recurso hídrico en la cuenca hidrográfica del río Chinchiná.

Con los resultados obtenidos, se logró la identificación y una aproximación a la valoración de impactos ambientales relacionados a sistemas productivos agropecuarios a partir de su análisis e interpretación, y sugerir algunas líneas estratégicas que eventualmente puedan fortalecer la gestión ambiental que se viene dando desde diferentes escenarios locales.



### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Colombia hace parte de los países en vía de desarrollo y gran parte de su economía depende de sistemas productivos agropecuarios, estos a su vez se relacionan con el poco crecimiento socioeconómico del país; por esto las políticas desarrolladas para el sector rural están dirigidas a la conservación de los recursos naturales y la reducción de la pobreza, las actividades agropecuarias están constituidas con múltiples variables entre las que se destacan sus insumos, tecnología y las formas de manejo y uso de los recursos dirigidos a su producción; estas actividades son dependientes de los recursos naturales con los que se cuenta e interfieren en la calidad de cada uno de ellos impactando en la dinámica de los mismos (Rivera D. A., 2013).

En vista de la importancia para la economía de nuestro país el disponer de agua, aire y suelo de calidad que redunden en mejores niveles productivos, es importante el estudio de las causas del deterioro de los mismos para así plantear soluciones que nos lleven a una sostenibilidad entre economía, ambiente, política y sociedad. Por ello el estudio de las actividades que llevan al deterioro de los recursos naturales es de vital importancia a la hora de hacer una aproximación realista de las principales actividades causantes de impactos ambientales.

De igual manera, todo centro urbano es concebido como motor de desarrollo de la economía nacional (D. A. Rivera 2013) , siendo directamente dependiente del estado de los recursos naturales y haciendo un enfoque en un segmento localizado y aplicable a todos en su metodología se visualiza desde una perspectiva inmediata en la ciudad de Manizales como centro urbano y su área de influencia y dependencia frente la cuenca alta del río Chinchiná.

Por lo anterior se plantea el siguiente cuestionamiento para el estudio de una resolución viable:

¿Cuáles son los impactos ambientales que la actividad agropecuaria en la cuenca alta del río Chinchiná genera sobre los recursos naturales?

## 4. JUSTIFICACIÓN

El campo de formación y el conocimiento que abarca la Ingeniería Ambiental, reconoce entre otros aspectos los temas relacionados con los impactos generados sobre el medio ambiente a raíz de la intervención del hombre mediante el uso de recursos naturales para crear sistemas productivos, lo que implica el uso de diferentes herramientas para su análisis y manejo, dentro de las cuales la medición de dichos impactos se constituye en una de las más promisorias para este propósito.

Desde esta perspectiva, se hace necesario incluir, para un mejor entendimiento, el alcance de la gestión ambiental en el marco del ordenamiento ambiental del territorio, el cual puede ser descrito de manera holística como lo dice la arquitecta Annie Granada en su texto de estudio, “un proceso de organización del territorio en sus aspectos sociales y económicos que permite la incorporación de componentes endógenos compatibles con las condiciones ambientales del mismo, las aspiraciones sociales, y la manutención de niveles de productividad crecientes en las actividades económicas. Se trata del proceso a través del cual se distribuye la actividad humana en forma óptima sustentable en el territorio” (GRANADA, 2011)

El trabajo realizado se enmarca dentro de esta dinámica que más allá de un ejercicio académico, brinda elementos prácticos que aporten significativamente con los procesos de ordenación del territorio.

En este sentido, se parte del hecho que el 50% de la población del departamento de Caldas está establecida en la cuenca hidrográfica del río Chinchiná y que gran parte de la economía del departamento depende de los sistemas productivos agrícolas e industriales que allí se desarrollan, es importante abordar la caracterización de dichos sistemas y así poder realizar una aproximación de los impactos más representativos sobre el territorio con el fin de inferir si afectan a la

dinámica habitual de la cuenca y qué tan significativos son; todo esto gira entorno a la eventual identificación de indicadores que sirvan como herramienta para la formulación de algunas líneas estratégicas para la gestión ambiental enfocada a la preservación y recuperación de la base natural, contribuyendo con la adaptación de nuevas herramientas para el manejo y producción sostenible, cuya adopción favorezca la restauración del equilibrio natural de la misma.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.1. OBJETIVO GENERAL**

Identificar los impactos ambientales generados por sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná

### **5.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

5.2.1. Identificar los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la cuenca alta del río Chinchiná.

5.2.2. Describir los impactos ambientales generados por los sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná

5.2.3. Priorizar los impactos ambientales generados en la cuenca alta del río Chinchiná mediante el uso de matrices de valoración.

## **6. MARCO TEORICO**

### **6.1 Sistemas agropecuarios.**

Los sistemas agropecuarios se pueden definir como el producto de la interrelación de cierta cantidad de variables complejas con múltiples elementos recíprocamente dependientes, en donde el productor es el eje central. El concepto de sistema de producción no puede ser entendido solamente en función de las posibilidades y de las restricciones agroambientales de las áreas donde se establecen., sino que responden también a razones socio-económicas. (Fernández & Enríquez, 2010)

Una de las principales características de los sistemas productivos agropecuarios es que manifiestan un vínculo bastante estrecho con los recursos naturales y el medio ambiente en general, lo que conlleva necesariamente a deducir que las causas del deterioro ambiental están direccionadas hacia la gestión y con ello a las decisiones en función de las unidades productivas. Las actividades agropecuarios y sus sistemas de manejo no sólo son responsables de graves impactos negativos sobre los recursos naturales, sino que en términos generales han hecho un aporte poco significativo al desarrollo socioeconómico de las comunidades campesinas, por lo menos en américa latina. (Altieri, 2010)

En el anterior contexto, la realidad muestra como la escasez de recursos, sumada a la falta de alternativas de producción rentables, y a la necesidad de reducir costos de producción para mejorar su competitividad en los mercados, ha obligado a los pequeños productores a ejercer cada vez mayor presión sobre los recursos naturales. (Cortolima)

En este sentido, la actual situación muestra como a través del tiempo las comunidades se han estado ubicando progresivamente en las zonas de vertientes o valles de las cuencas hidrográficas andinas, en muchos casos, desarrollando sus propios modelos productivos a partir de su conocimiento y tecnología, los que finamente en muchos casos gozan del apoyo estatal,

haciendo uso de los recursos naturales de forma indiscriminada ya sea para la implementación de sistemas agrícolas, pecuarios o forestales. (FAO, 2002)

En este modelo de desarrollo territorial rural, uno de los recursos que mayormente se ha visto afectado es agua como eje fundamental para el éxito de las actividades agropecuarias con los consecuentes impactos que ello genera sobre la calidad y la cantidad del recurso. (UNAD, 2013)

En consecuencia, hablar de Sistemas de Producción Agropecuaria significa poder reconocer la forma como se organiza la relación entre el hombre y los recursos agua, suelo, flora, fauna, aire, en un contexto socio ambiental en el cual el eje el cual las cuencas hidrográficas se constituyen en el núcleo central del desarrollo. (FAO, 2002)

Luego en la cuenca, tienen asiento los Sistemas de Producción Agropecuaria que en gran medida proveen y soportan la base agroalimentaria de una región o de un país, lo que finalmente lleva a concluir que **“la cuenca ha sido y puede seguir siendo considerada la unidad base de planificación, y en ella los sistemas de producción como los ejes del desarrollo rural territorial”**. (Altier, 2010)

## **6.2. Impacto Ambiental**

### **6.2.1. Modificación del paisaje**

La implementación de sistemas productivos vinculados a la producción agropecuaria aparte de determinar las diferentes formas en que se utilizan los recursos naturales, incluyen también factores humanos, económicos, culturales y sociales. Esto es fácilmente apreciable en la gran diversidad de cambios que se producen sobre el medio natural a través de la modificación de los paisajes, el uso y la extracción de plantas y animales, además de la

manipulación de las aguas y los suelos. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1996)

En este sentido, uno de los impactos más visibles y frecuentes sobre la alteración del paisaje es que se da actualmente a nivel mundial sobre aquellas áreas con tierras planas y climas de inmejorable condición, con suelos fértiles y bien drenados valorados como recursos naturales de alto valor, pero que están siendo codiciadas para actividades industriales, viviendas y actividades recreativas. “Miles de hectáreas de las tierras agrícolas más productivas se pierden cada año al extenderse las ciudades, construirse carreteras y aeropuertos y crearse nuevas zonas comerciales e industriales. Los núcleos de población urbanos y rurales cubren actualmente unos 4 millones de km<sup>2</sup>”. (Fernández & Enríquez, 2010)

A través de los tiempos la civilización ha introducido una serie de modificaciones estructurales al paisaje, siendo los efectos locales los más importantes sobre la superficie terrestre y la hidrología, en el sentido que para incorporar nuevas superficies al crecimiento urbano se deben remover grandes cantidades de vegetación natural y el suelo, el subsuelo e incluso los estratos geológicos inferiores. De esto es posible encontrar ejemplos de grandes dimensiones en países como China, Indonesia, los países andinos de América del Sur y otras partes del mundo. Sólo en China hay aproximadamente 26,6 millones de hectáreas de terraplenes). El impacto de los sistemas de producción Agropecuaria sobre el medio ambiente se ha constituido en reflejo de las diferentes condiciones agroecológicas y socioeconómicas en las que viven las comunidades en todo el mundo, especialmente en zonas tropicales húmedas, tropical seca y tropical fría. (FAO, 2002)

### **6.2.2. Impactos ambientales de la producción agropecuaria moderna**

Los métodos de producción agropecuaria desde siempre han supuesto un impacto ambiental fuerte sobre el medio natural. Se hace necesario talar

bosques para obtener suelos propicios para cultivar, construir reservorios de agua para disponer de riego, canalizar fuentes de agua, etc. La agricultura y la producción pecuaria modernas han multiplicado los impactos negativos sobre el ambiente. La erosión y salinización de los suelos, la contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la deforestación o la pérdida de biodiversidad genética, son problemas de gran relevancia a los que hay que hacer frente para poder seguir disfrutando de las ventajas que la tecnología ha traído. (Echarri, 1998)

En este sentido a continuación se realiza una breve síntesis de los principales impactos negativos que la producción agropecuaria trae al medio ambiente:

**a. Erosión del suelo**

Según datos de la FAO de 1996, “La destrucción del suelo y su pérdida al ser arrastrado por las aguas o los vientos suponen la pérdida, en todo el mundo, de entre cinco y siete millones de hectáreas de tierra cultivable cada año, El mal uso de la tierra, la tala de bosques, los cultivos en laderas muy pronunciadas, la escasa utilización de técnicas de conservación del suelo y de fertilizantes orgánicos, facilitan la erosión. En la península Ibérica la degradación de los suelos es un problema de primera importancia”.

En igual sentido afirma el mismo documento que “los lugares con clima seco el viento levanta de los suelos no cubiertos de vegetación o de los pastizales sobreexplotados, grandes cantidades de polvo que son la principal fuente de contaminación del aire por partículas en estos lugares”.



**b. Salinización y anegamiento de suelos muy irrigados**

Cuando los suelos regados no tienen un drenaje suficientemente bueno se encharcan con el agua y cuando el agua se evapora, las sales que contiene el suelo son arrastradas a la superficie. Según datos de la FAO casi la mitad de las tierras de regadío del mundo han bajado su productividad por este motivo y alrededor de 1,5 millones de hectáreas se pierden cada año. (Echarri, 1998)

**c. Uso excesivo de fertilizantes y plaguicidas**

Los productos de síntesis química deben ser usados con precaución y en las cantidades adecuadas para evitar que causen impactos de consideración. Generalmente su excesivo da origen a contaminación de las aguas cuando estos productos son arrastrados por la lluvia. Este tipo de contaminación tiene como consecuencia el fenómeno conocido como eutrofización de las aguas, también causa mortandad en los peces y otros seres vivos y daños en la salud humana.

Es especialmente difícil recuperar las aguas subterráneas contaminadas con este tipo de productos. Muchos acuíferos de las zonas agrícolas se han contaminado con nitratos hasta un nivel peligroso para la salud humana.

**d. Pérdida de diversidad genética**

En este sentido, se parte del hecho que en la agricultura y ganadería tradicionales en un comienzo había un gran aislamiento geográfico entre los agricultores y ganaderos de unas regiones y otras, lo que provocó que fueran surgiendo miles de variedades de cada planta o animal domesticado.

Esto supone el origen de una gran riqueza genética que capitalizaron quienes realizaban la selección de nuevas variedades. Este trabajo ha

consistido en cruzar unas variedades con otras para obtener combinaciones genéticas que potencien las ventajas de todas ellas.

Por otra parte, la destrucción de bosques, pantanos, etc. para dedicar esos terrenos a la agricultura provoca la desaparición de un gran número de ecosistemas y con ellos su base genética.

Se debe tener presente también que, la agricultura moderna ha introducido el monocultivo, práctica en la que enormes extensiones de terreno se cultivan con una sola variedad de planta. Esto supone un empobrecimiento radical del ecosistema, con la consiguiente pérdida de habitats y de especies. (Ballesteros, 1997)

e. **Deforestación**

Según FAO (1996), “alrededor de 14 millones de hectáreas de bosques tropicales se pierden cada año. Se calcula que la quema de bosques para dedicarlos a la agricultura es responsable del 80% al 85% de esta destrucción.

La agricultura moderna no es la principal responsable de esta deforestación, porque sus aumentos de producción se han basado mucho más en obtener mejores rendimientos por hectárea cultivada que en poner nuevas tierras en cultivo. De hecho, en España, por ejemplo, todos los años disminuye la extensión de las tierras cultivadas cuando muchas de ellas son abandonadas por su baja productividad”.

Se concluye por tanto, que “la principal causa de destrucción del bosque es la agricultura de subsistencia de muchas poblaciones pobres de los países tropicales. Estos agricultores queman los bosques y la superficie así conseguida, gracias al abono de las cenizas, les permite obtener unas pocas cosechas, hasta que el terreno se empobrece tanto en

nutrientes que se hace improductivo y deben acudir a otro lugar para quemar de nuevo otra porción de selva y repetir el proceso”

**f. Consumo de combustibles fósiles y liberación de gases invernadero**

Según la universidad tecnun “Un impacto adicional de la agricultura moderna, pocas veces considerado lo constituye el gran consumo de energía necesario para producir los alimentos. Esto se traduce en un elevado consumo de petróleo y otros combustibles y la emisión a la atmósfera de gran cantidad de CO<sub>2</sub>, con el consiguiente efecto invernadero. A la vez la quema de bosques y de pastizales es responsable muy principal del aumento de CO<sub>2</sub> y de óxidos de nitrógeno en la atmósfera”.

**6.3. Evaluación de Impactos - Metodologías para la identificación y valoración del impacto ambiental**

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1991) afirma que “hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta metodologías, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: Modelos de identificación (listas de verificación causa- efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), Modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos “in situ”, con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y Modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos)”.

En este sentido, se tiene generalizado que para los trabajos de investigación ambiental los métodos más aplicables son los de carácter cuantitativo. Los métodos cuantitativos consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos, medidos originalmente en sus respectivas unidades físicas. En estos se diferencian dos grupos, el primero permite la identificación y síntesis de los impactos (listas de chequeo, matrices, redes, diagramas, métodos cartográficos), y un segundo grupo incorpora, de forma más efectiva, una evaluación pudiendo explicitar las bases de cálculo (Batelle, hoja de balance y matriz de realización de objetivos).

No obstante, cuando se trata de la evaluación de impactos ambientales surgen nuevas necesidades de valoración que obligan a combinar formas de medición tanto cuantitativas como cualitativas mediante la adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa. (Universitat de Barcelona, 2011)

En consecuencia, la decisión más confiable para la evaluación de impactos ambientales la constituyen los métodos matriciales, los cuales se definen como “técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la EIA”.

En igual sentido, se asume que “la modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proyecto en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce, describiéndose en términos de su magnitud e importancia” (Canter, 1998). “

El principio básico del método consiste, inicialmente, en señalar todas las posibles interacciones entre las acciones y los factores, para luego establecer, en una escala que puede variar entre 1 y 10, la Magnitud e

Importancia de cada impacto identificando.

Con respecto a la valoración de la Magnitud, ésta es relativamente objetiva o empírica puesto que se refiere al grado de alteración provocado por la acción sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito del proyecto.

Como un aspecto interesante a destacar se tiene que, el establecimiento de los pesos constituye uno de los puntos más críticos que se presentan en el método matricial (Leopold), dado que no explicita claramente las bases de cálculo de las escalas de puntuación de la Importancia y de la Magnitud. (Universidad Nacional de Colombia)

#### **6.4. Indicadores**

Cuando se habla de la construcción de indicadores, se hace referencia específica a un proceso mediante el cual se llega a evaluar de forma cuantitativa o cualitativa el estado y tendencia de un fenómeno sea este de enfoque económico, social o ambiental. (Quiroga, 2009)

En un concepto más amplio un indicador puede ser considerado como un signo, que a través de ciertos atributos son valorados para referir o calificar una situación o un fenómeno en particular. Un indicador ambiental incluye los siguientes conceptos: a) Son el uso y aplicación de estadísticas, parámetros y variables que proveen información para valorar el estado y tendencia concerniente a una condición o fenómeno ambiental. b) Medida que sintetiza la información relevante a un fenómeno ambiental en particular. (Ministerio del Medio Ambiente, 2011)

En este sentido, “la construcción de los indicadores ambientales se vuelve compleja cuando se encuentra que no existe una cultura institucional en el desarrollo de indicadores como instrumento de valoración y cuantificación; centralización y poco acceso a la información disponible; mecanismos poco

ágiles que permita los intercambios de información entre las entidades sectoriales de gobierno; información dispersa y una cultura de no publicación”.

Consecuentemente, “la elaboración y sostenibilidad de los indicadores ambientales requieren de la accesibilidad a una diversidad de información biofísica y socioeconómica de manera organizada, sistematizada y actualizada, hace el camino más difícil pero no imposible de realizar.” (IDEAM, 2015)

En función de lo afirmado anteriormente y desde el punto de vista de las necesidades de valoración ambiental se pueden sintetizar los indicadores se pueden clasificar de la siguiente manera:

- a. Indicadores Biofísicos:** Están orientados hacia el estudio y evaluación de las condiciones físico naturales (atmosféricas, geosféricas, etc.), biológicas (especies), bienes y servicios (función y procesos ecológicos de los ecosistemas) a considerar de un territorio, que en su conjunto se asocian a la oferta del potencial y limitación de los ecosistemas natural o del “Patrimonio Natural”.
- b. Los Indicadores Ambientales:** Su objeto del estudio considera la evaluación de la interacción entre el sistema sociocultural y el patrimonio natural, con temáticas que enmarcan los hábitos y modos antrópicos de producción y consumo; demanda y uso de recursos naturales; generación y aprovechamiento de residuos sólidos y líquidos (locales y nacionales); las tecnologías y los tipos de energía utilizados en la producción de bienes y servicios (industriales y agropecuarios) y sus problemas con contaminantes (cambio climático, adelgazamiento de la capa de ozono, entre otros). Involucra la gestión e inversión ambiental que se realiza y orienta hacia el uso sostenible, la conservación, mitigación y restauración de los recursos y del medio ambiente, educación e investigación ambiental, entre otros.
- c. Indicadores de Sostenibilidad:** Estos son indicadores ambientales,

pero potenciado con un valor agregado sobre la relación entre la sociedad y la naturaleza. Para ello, se definen los criterios y parámetros de comparación y contraste que permiten monitorear y evaluar la evolución de los indicadores en el tiempo (lecturas reales o por modelación). Ejemplo de ellos son la capacidad de carga de los ecosistemas, resiliencia o capacidad de dilución de una corriente, o los estándares o normas nacionales o internacionalmente, utilizados como referentes de un “uso sostenible” o de una gestión adecuada.

**d. Indicadores de Desarrollo sostenible:** Este tipo de indicadores integran las cuatro dimensiones tradicionalmente asociadas al concepto de desarrollo sostenible: la ambiental, la económica, la social y la institucional. No obstante existe un amplio acuerdo en que estas son las dimensiones que se deben incluirse en la definición y medición del desarrollo sostenible, no existe aún un camino suficientemente compartido para identificar y modelar las múltiples y complejas interrelaciones entre ellas y generar a partir de ellas una expresión sintética y agregada que exprese el avance obtenido en la construcción del desarrollo sostenible.

En el proceso de construcción de indicadores se hace necesario hacer mucho énfasis en los indicadores ambientales y en su visión de análisis integral para mejorar la percepción de los tomadores de decisiones de impacto nacional y local, sobre las condiciones ambientales y las tendencias en sus diferentes escalas; promueve una visión de análisis y evaluación más integradora, de cara a mejorar la decisiones más acertadas y armoniosas en la relación ambiente-economía y

## **6.5. Contexto De La Cuenca**

### **6.5.1. Delimitación de la cuenca**

Durante los últimos años, el estudio de la cuenca del río Chinchiná ha cobrado relevante importancia debido a que allí se asienta gran parte de la población del departamento de Caldas. En este sentido, se hace necesario referenciar, el que se constituye como el más reciente de los estudios dado que ha servido como base para desarrollar el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca, es decir el POMCA del río Chinchiná, en este se ha realizado una nueva delimitación de cuenca, valiéndose de diferentes herramientas entre las que se cuenta el modelo de elevación digital del terreno con cartografía IGAC escala 1:25.000; con lo que se han podido detectar ciertas diferencias según lo establecido desde hace algún tiempo por Corpocaldas; se infiere que estas diferencias pueden ser originadas fundamentalmente por la escala de digitalización además de la exclusión de algunas pequeñas cuencas que no son afluentes al río Chinchiná debido a que sus aguas desembocan directamente al río Cauca.

En un contexto general, el área seleccionada para desarrollar el presente trabajo se circunscribe a la cuenca del río Chinchiná, la cual se encuentra localizada en la denominada región centro sur del departamento de Caldas. Este territorio incluye áreas de los municipios de Manizales, Villamaría, Neira, Chinchiná y Palestina, los cuales son categorizados como se importancia significativa debido a que en ellos o en su área de influencia se desarrolla gran parte de la actividad económica del departamento, además de posicionarse por su gran valor ambiental.

La delimitación de la cuenca por sus accidentes naturales se establece por el norte con las cuencas del río Tapias y quebrada Llano Grande; por el occidente con parte de los municipios de Risaralda y Anserma y la cuenca del río Campoalegre; por el oriente con el municipio de Marulanda y el



departamento del Tolima y por el sur con el departamento de Risaralda. La Figura 2 ilustra el área de la cuenca del río Chinchiná, sus principales tributarios y los municipios que la conforman.



Ilustración 1. Delimitación de la Cuenca Río Chinchiná

Fuente: Elaborado por INGESAM base cartográfica CORPOCALDAS

La Figura 3, muestra el mapa de red hidrográfica donde se presentan los ríos principales y las tres subcuencas en que se subdivide la cuenca del río Chinchiná; Guacaica, Chinchiná y Río Claro.

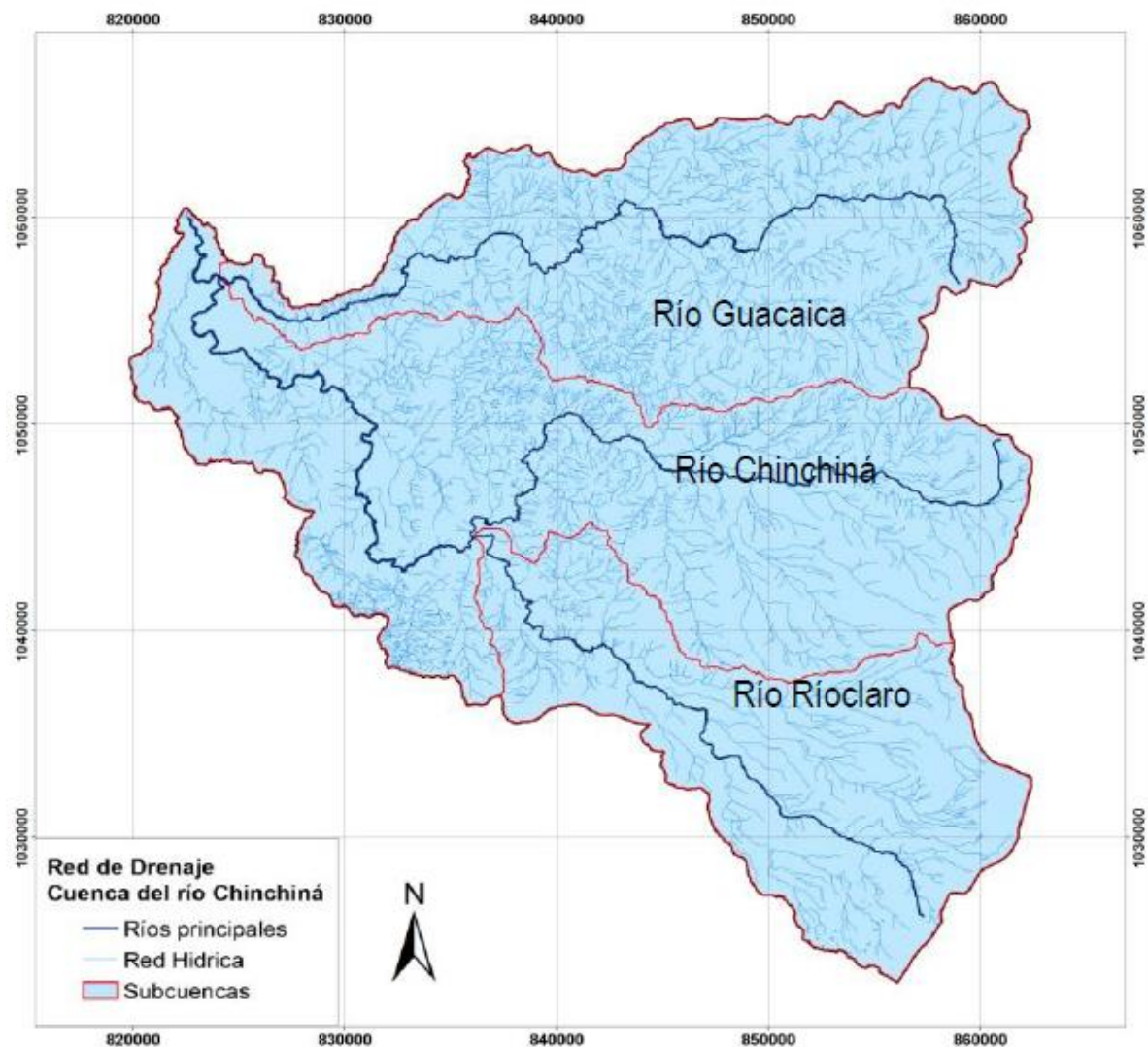
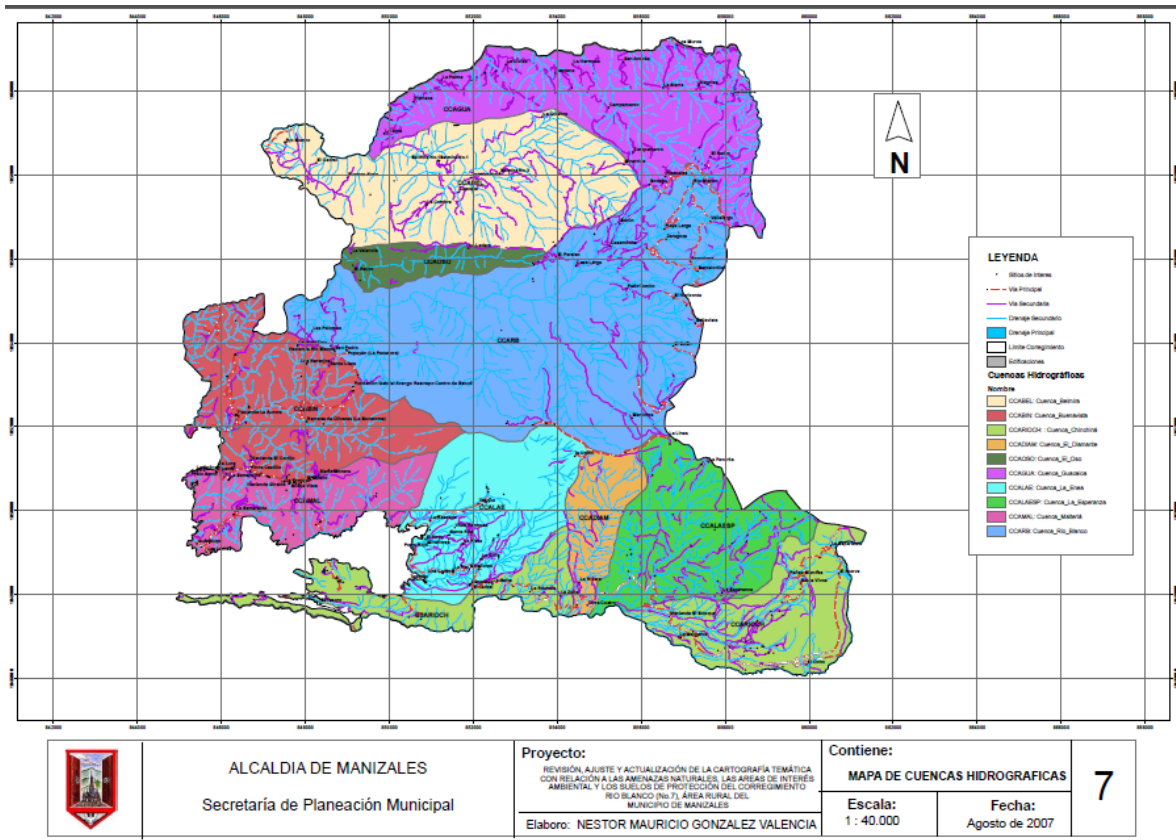


Ilustración 2.Hidrología Cuenca Rio Chinchiná

Fuente: Corpocaldas- IDEA U.N. 2013

La red de microcuencas que integran la cuenca del río Chinchiná se encuentra conformada por 11 microcuencas, tal y como aparece en la figura 4.



**Ilustración 3. Microcuencas de la cuenca del Río Chinchiná**

Fuente: Alcaldía de Manizales

La cuenca del río Chinchiná, presenta una particularidad desde el punto de vista geográfico y ambiental, en el sentido que se ocupa extensos territorios que van desde las cumbres nevadas más elevadas de la cordillera Central, que dan origen a los ríos Claro, Chinchiná y Guacaica, ubicados a una altitud de 5200 m.s.n.m., sobre las laderas del Volcán Nevado del Ruiz, hasta lo que se conoce como la cuenca baja donde confluyen los ríos Guacaica y Chinchiná, a una altura promedio de 800 m.s.n.m., hacia el río Cauca.

En el costado norte de la cuenca, hacia la parte alta se localizan alrededor de 10.000 Ha del Parque Nacional Natural de los Nevados, de las 58.000 que lo compone, el cual se encuentra catalogado como una de las grandes reservas de agua del país, si se tiene en cuenta que de sus cumbres se desprenden gran cantidad de ríos e innumerables quebradas que irrigan los costados oriental y occidental de la Cordillera Central. (CORPOCALDAS , 2010)

La Fotografía No.1 permite apreciar un paisaje típico de la cuenca alta, zona específica donde se realiza el presente trabajo.



**Ilustración 4. Fotografía de la Cueca Rio Chinchiná**

Fuente: Aguas de Manizales

En el sector occidental, las aguas que drenan del parque natural, riegan las cuencas hidrográficas de la zona cafetera de los Departamentos de Quindío, Risaralda y Caldas.

Apartándose un poco de la importancia estratégica que representa la cuenca del río Chinchiná para el sistema hídrico de la región, aparece su gran valor como nicho para la biodiversidad, teniendo en cuenta que allí se encuentran especies de flora y fauna, endémicas de la región y de las cuales en algunos casos, han sido consideradas como especies amenazadas ó en peligro de extinción. Por las anteriores razones y por ser territorio de los ya casi desaparecidos bosques de niebla, esta región posee un gran interés y potencial turístico tanto en el orden nacional como internacional.

#### **6.5.2. Características biofísicas de la región**

Las condiciones biofísicas de un paisaje natural, determina en gran medida, el tipo de cobertura que en él se puede encontrar. Aspectos como la Precipitación, Temperatura, Altitud y Pendiente, son determinantes de las condiciones climáticas y por tanto del tipo de cobertura vegetal que se adapta a tales circunstancias.

Para la región de la cuenca del río Chinchiná, las diferencias altitudinales son muy significativas, por tanto, los rangos de temperatura que se encuentran en la zona lo son de igual manera variados. En la parte baja de la cuenca las temperaturas oscilan entre los 24 y 26 °C, para la zona media, las temperaturas varían entre 18 y 22 °C, y para la zona alta de la cuenca, las temperaturas alcanzan los 2 °C.

En cuanto a la precipitación promedio para la cuenca del río Chinchiná, oscila entre los 900 y 2500 mm año-1. Las zonas bajas de la cuenca, presentan promedios de precipitación de 2500 mm año-1, mientras que en las zonas altas de la cuenca se presentan promedios de precipitación de 900 mm año-1.

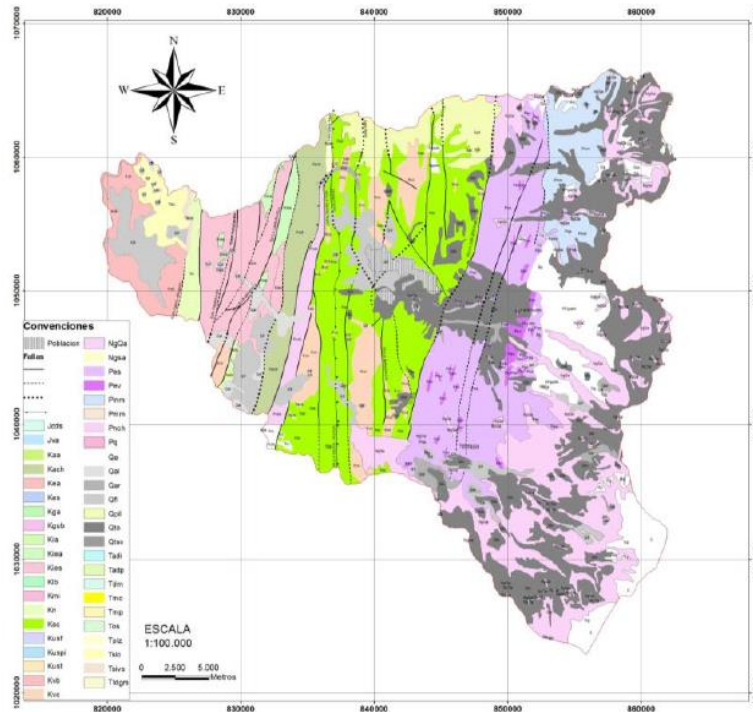
### **6.5.3. Geología y geomorfología**

El análisis de las condiciones geológicas de la cuenca del río Chinchiná es bastante complejo debido a que para únicamente se puede desarrollar basándose en los estudios que han realizados las instituciones oficiales facultadas para tal propósito, como el Instituto Geográfico Agustín Codazzi ó el INGEOMINAS, por esta razón a continuación se realiza una breve descripción circunscrita exclusivamente a la cuenca alta del río Chinchiná que corresponde al área donde se desarrolló el presente trabajo.

En virtud de lo anterior, fue posible establecer que los aspectos geológicos en la mencionada área, solo posibilitan visualizar de forma general los procesos naturales que caracterizan la zona y que han sido los responsables de moldear el paisaje. De la misma manera, este aspecto se convertido el sustento para el desarrollo de los diferentes ecosistemas que componen el territorio. Así las cosas, los procesos asociados a la glaciación al vulcanismo propios de la zona que se infiere fueron originados en épocas milenarias, se aprecian en las rocas y en general sobre el paisaje, lo que ha influido de manera directa en la formación de suelos y sus características lo que paralelamente hace que interactúen con los aspectos bióticos incluida la actividad antrópica.

En consecuencia, a continuación se muestra el mapa el mapa geológico y geomorfológico elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y adoptado por el POMCA del río Chinchiná.





**Ilustración 5.GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGIA**

Fuente: POMCA adaptado del IGAC, 2010

A manera descriptiva el citado documento de (Universidad nacional de Colombia, IDEA, 2013 ) refiere que “Las vertientes de montaña están constituidas por rocas de origen ígneo y metamórfico, principalmente, y están cubiertos en grandes extensiones de mantos de una cubierta de caída piroclástica con espesores variables, dependientes de la topografía previa a la depositación de materiales de ceniza y lapilli (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2004; Duque et al., 2009; Duque, 2013). La zona cuenta con una gran variedad de unidades geológicas de diferentes edades y orígenes, que muestran el basamento de la Cordillera Central y su historia volcánica reciente y subreciente e incluyen en orden cronológico de la más antigua a la más reciente las siguientes (INGEOMINAS, 1993; Alcaldía de Manizales, 2003; Duque et al., 2009; Duque, 2013): Complejo Cajamarca (Pzc), Intrusivo Gnésico Sintectónico (Pinm), Complejo Arquía (Kslp), Complejo Quebradagrande, Stock de Manizales (Kscm), Gabros de Chinchiná-Santa Rosa (Kdg), Secuencia Vulcano-Sedimentaria Irra-Tres Puertas (Tsic - Tsiv), Unidad de Flujos Vulcanoclásticos (Tsmc), Lavas

indiferenciadas (Tqa), Ignimbrita del Guacaica (Tsig), Depósitos de Caída Piroclástica (Qto), Depósitos recientes (Qr).”

En su documento de, Estudio sobre el estado actual de los páramos del departamento de caldas (GEF, INEP, CONDENSAN, 2010), CORPOCALDAS, afirma que, “las formaciones geológicas de la zona de estudio se encuentran cubiertas por coladas basálticas con dirección de flujo este-oeste y depósitos de caída piroclástica procedentes de la actividad volcánica del complejo Ruiz-Tolima”, en tanto que “las rocas más antiguas en el área (basamento) corresponden a la secuencia polimetamórfica del Complejo Cajamarca, cuyo primer metamorfismo es posiblemente del Paleozoico temprano,  $\pm$  530 millones de años (m.a.), mientras que en el Plioceno (5.3 – 1.8 m.a.) se intruyeron cuerpos hipoabisales porfiríticos de composición andesítica y dacítica”.

En igual sentido sostiene el referido estudio que “después de la glaciación Pleistocénica (1.8 - 0.01 m.a.) se presentó un nuevo periodo de reactivación volcánica inicialmente efusiva y que se torna explosiva. La presencia de capas piroclásticas que fosilizaron perfiles de suelo, indican que el vulcanismo continuó hasta épocas recientes con manifestaciones actuales en la actividad del volcán Nevado del Ruiz, que produjo cenizas y grandes flujos de lodo volcánico (Thouret et-al, 1985)”. Esta serie de estudios y trabajos relacionados con la formación y origen de la cuenca les permitió a los autores considerar que “La intensa erosión fue acelerada por el levantamiento regional a través del Cuaternario y también por la actividad humana que ha contribuido a dar al área su configuración actual”.

#### **6.5.4. Suelos**

Al igual que el componente geológico de la cuenca, los estudios y referencias asociados al conocimiento de los suelos, ha sido desarrollado casi en su totalidad por el IGAC, en su trabajo denominado, Los Suelos de



Caldas, a partir del cual se ha podido extraer la información que sostiene que los suelos de la cuenca del río Chinchiná están fuertemente influenciados por la actividad tectónica volcánica propia de la región, asociada a los volcanes nevados del Ruiz y del Tolima.

En el estudio de suelos de Caldas se afirma que en general, las unidades de suelos más representativas para el área de estudio, corresponden a la Consociación Chinchiná, Asociación Chinchiná – Azufrado, la Consociación Santa Isabel y la Asociación Villamaría – Santa Isabel, las cuales se caracterizan por poseer un horizonte A variable en su espesor y contenido de elementos como el calcio, magnesio, potasio y fósforo asimilable, con altos contenidos de materia orgánica. Los suelos presentan una estructura fina, con una buena capacidad de retención de humedad y ligeramente evolucionados. Hacia la parte alta de la cuenca 1.900 – 3.000 m de altitud, se hallan suelos de origen volcánico, profundos y con buen drenaje, los cuales poseen buena cantidad de materia orgánica.

De manera generalizada, es posible afirmar que los suelos que integran las unidades cartográficas antes mencionadas y que están ubicadas entre los 2.000 y 3.000 m.s.n.m. se caracterizan por presentar un relieve suavizado por capas espesas de cenizas volcánicas, que van desde ligeramente ondulados hasta fuertemente quebrados y escarpados, de domos redondeados y con pendientes cortas y largas, de grado 3-7-12-25-50% y mayor de 50%.

En la actualidad el uso más frecuente que se da a estos suelos se encuentra orientado a la producción ganadera predominantemente con pasto Kikuyo, en tanto que los sistemas agrícolas se encuentran conformados por agricultura de subsistencia en áreas muy pequeñas. Actividades antrópicas asociadas con la deforestación progresiva de los bosques y el equivocado uso de los suelos han propiciado fenómenos de

erosión de diferente índole, deslizamientos y movimientos de masa de variada magnitud.

Los suelos del conjunto Santa Isabel ilustran un horizonte A (capa superficial) espeso, de color oscuro, que descansa sobre materiales también muy profundos, de color par do amarillento. Presentan un buen desarrollo de estructura y una adecuada porosidad y aireación; las texturas en el campo se aprecian entre francas y franco arcillosas, pero en el laboratorio estas texturas se manifiestan como franco arenosas o arenoso francas, debido a que los suelos por su alto contenido de alófana son de muy difícil dispersión. Desde el punto de vista químico son ácidos y ligeramente ácidos, ricos en materia orgánica, de una capacidad catiónica de cambio alta a muy alta, contenidos de calcio, magnesio y potasio bajos a muy bajos y una disponibilidad muy baja de fósforo asimilable por las plantas sostiene el (INSTITUTO GEODRAFICO AGUSTIN CODAZZI, Suelos de Caldas. , 2004).

#### **6.5.5. Flora en la cuenca**

El componente florístico de la cuenca alta del río Chinchiná, es quizás uno de los menos estudiados junto con la fauna, es por esta razón que las fuentes de información son un tanto reducidas y poco actualizadas. No obstante, a continuación se destacan los trabajos realizados por CORPOCALDAS en esta materia, y que se encuentra referido por la síntesis del POMCA y en el Estudio sobre el estado actual de los páramos del departamento de caldas.

Refieren los citados trabajos que en el área de influencia de la cuenca alta se estiman unas 1266 especies de plantas vasculares, las cuales se encuentran distribuidas en 146 familias y 508 géneros, de las cuales 181 especies corresponden al grupo de los Pteridofitos o helechos y 1085 al grupo de las Angiospermas o plantas con flor.

En igual sentido, se afirma en el citado estudio que “Las familias más diversas, de acuerdo con el número de géneros fueron, en su orden, Orchidaceae (47), Asteraceae (38), Rubiaceae (17) y Solanaceae (16) y en cuanto al número de especies, Orchidaceae (123), Asteraceae (76), Solanaceae (53), Piperaceae (52) y Araceae (50). Aparecen como las localidades con mayor riqueza de especies Los Bosques de la CHEC, Monteleón, río Blanco y Torre IV”, los cuales se posicionan como los de mayor relevancia para la zona de trabajo desde el punto de vista de su cobertura boscosa lo que los hace de igual manera los más representativos en términos de biodiversidad.

Desde el punto de vista del grado de amenaza, los estudios reportan un total de 156 especies (346 registros) de plantas con categorías de amenaza de la UICN y en el apéndice II del CITES. El 97% de los registros (346) se encuentran localizados en áreas tales como Río Blanco, Torre Cuatro.

El estudio denominado RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE LAS CUENCAS HIDRÓGRAFICAS DE RÍO BLANCO Y QUEBRADA OLIVARES, PLAN DE MANEJO elaborado por CORPOCALDAS, reporta para que otras secciones de la cuenca se han registrado 18 409 especies y morfoespecies, distribuidas en 220 géneros y 97 familias de plantas vasculares, de las cuales, 12 presentan alguna categoría de riesgo a la extinción, dos en estado crítico, cinco con categoría de vulnerables y tres en peligro.

Todos los estudios, coinciden en afirmar que las áreas intermedias o de transición entre el bosque alto andino o bosque de niebla y el páramo, en la actualidad reportan las más altas tasas de desprotección vegetal, lo que inevitablemente conlleva a aumentar el riesgo de afectar significativamente

la diversidad biológica propia de estos ecosistemas y con ello el negativo efecto sobre la regulación hidro-climática.

Desde un contexto histórico de la región, y soportado en las referencias documentales, se puede afirmar que gran parte de las áreas que hoy se encuentran cubiertas por bosques, hacia mediados del siglo XX estuvieron dominadas por pastizales. El cambio de cobertura se atribuye principalmente a la intervención de las instituciones las cuales en mayor o menor medida y con diferentes propósitos iniciaron diferentes procesos de reforestación con especies como el Aliso y el Urapán. (Pérez-Arbelaez, 1996; citado por Alvear, 2000).

En igual sentido, CORPOCALDAS, en su plan de manejo para áreas de reserva de la cuenca, establece que “Los perfiles estructurales más interesantes en cuanto a composición vegetal se encuentran localizados en las áreas con mayor pendiente de la Cuenca, ésta es la única garantía de conservación ofrecida durante muchos años para estos ecosistemas (CORPOCALDAS , 2010). Pero de igual forma provoca inestabilidad en la dinámica sucesional, debido a la caída de individuos muy grandes inducidas por la misma pendiente (Zotz & Andrade, 2002)”.

En consecuencia, los estudios referenciados concluyen que, la estructura y composición florística es muy similar en las diferentes zonas de vida de la cuenca; en general, una concentración de individuos y especies de hábito arbustivo, al igual que en otras regiones andinas e incluso tropicales, representa el patrón de distribución vertical más común, concentrando la mayor riqueza en estratos inferiores a 9 cm. de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho). Teniendo en cuenta el registro final de especies, se puede afirmar que la cuenca posee una alta diversidad si se comparan los datos con otros inventarios realizados en las mismas zonas de vida (CORPOCALDAS , 2010).

### **6.5.6. Fauna en la cuenca**

Con el fin de realizar una aproximación de la fauna que se encuentra presente para la cuenca del río Chinchiná se llevó a cabo la revisión basados en la recopilación de información secundaria para algunas zonas; esto se realiza para las diferentes especies de fauna (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos).

Se tiene que, en el caso de la avifauna presente y según estudios que se han desarrollado para la región como los realizados por Corpocaldas Calidris (2010) y Aguas de Manizales 2010 y, el inventario realizado en Plan de Manejo de los Páramos del Departamento de Caldas, se construyó una base de datos la cual registró un total de 643 especies de aves de las cuales 34 poseen algún grado de amenaza. Por su parte, en la recopilación y consolidación de los estudios, reportes e inventarios de la mastozoofauna del departamento de Caldas, (Castaño, 2010), se encuentra para la cuenca del río Chinchiná un total de 101 especies de mamíferos, de las cuales 10 pertenecen al municipio de Palestina, 15 a Neira, 31 a Villamaría, 32 a Chinchiná y 82 especies a Manizales; y se registra un total de 23 especies con algún grado de amenaza (CORPOCALDAS , 2010).

La conformación faunística de la cuenca necesariamente se debe asociar a las cuencas circunvecinas debido rango de movilidad de las diferentes especies; es así como para la cuenca del Rio Blanco se tienen reportadas en total 344 especies, pertenecientes a 48 familias, sobresaliendo las siguientes: Tyrannidae (43 sp.), Thraupidae (39 sp.), Trochilidae (32 sp.), (Fringillidae 23 sp.) y Furnariidae (21 sp.), encontrando que el 46% de las especies se agrupan en 5 familias (CORPOCALDAS , 2010).

Dentro de la Convención internacional sobre el comercio de fauna y flora amenazada (CITE), se reportan 60 especies en el apéndice II20 y 1 especie en el apéndice III21.

Según el Plan de Manejo de la reserva Río Blanco, elaborado por Corpocaldas y Aguas de Manizales, “Cerca de la mitad de las especies de aves clasificadas como en peligro para la cuenca, viven en ambientes poco intervenidos de interior de bosque, siendo poblaciones fácilmente fragmentadas por no soportar áreas abiertas como las creadas por el hombre. Dos especies viven la parte alta. La primera es una especie de colibrí bien representado en la selva alto andina del eje cafetero; La segunda especie es el tucán “Terlaque andino”, especie frugívora de hábitos gregarios” (CORPOCALDAS , 2010).

Resalta el mismo estudio que la “cotorra montañera” (*Hapalopsittaca amazonina* ), subespecie tipo, descubierta originalmente en la reserva Río blanco a principios de los noventa y dedicada a Jesús H. Vélez E. Ex director del Museo de Historia Natural de La Universidad de Caldas. Desde entonces ha sido observada en otros reductos como en el de la CHEC e igualmente en Risaralda y Quindío”.

Refiere el Plan de Manejo que “En cuanto a los Mamíferos, se reportan en total 41 especies de Mamíferos, pertenecientes a 11 ordenes y 23 familias, los órdenes más representativos son: Carnivora (10 sp.), Rodentia (9 sp.), Chiroptera (7 sp.) y Marsupialia (4 sp.)”.

La situación para los grandes mamíferos de montaña presentes en la cuenca alta del río Chinchiná hoy, es más dramática, debido a que una gran mayoría han desaparecido o se encuentran en peligro de extinción, teniendo como principal agente causal, en primer lugar la destrucción de su hábitat natural por la agresiva actividad antrópica, y en segundo término las

prácticas de cacería que han diezmando considerablemente las poblaciones de mamíferos, que de por sí son bastante escasas debido a sus hábitos reproductivos y alimenticios que en algunos casos determinan requerimientos espaciales muy amplios; es el caso del “oso andino” (*Tremarctos ornatus*), la “danta conga” (*Tapirus pinchaque*), el “Jaguar” (*Panthera onca*) y el “venado coliblanco” (*Odocoileus virginianus*), los cuales no cuentan con reportes recientes para la zona.

No obstante, la situación antes descrita, en la actualidad el área de reserva forestal Bosques de CHEC cuenta con importantes registros de una gran diversidad de mamíferos y aves.

En este mismo sentido, la misma entidad reporta, para zonas más bajas de la cuenca, avistamientos esporádicos de individuos de otras especies como herpetos y reptiles, pero estos realmente no llegan a formar poblaciones significativas.

El mismo Plan de Manejo reporta “Hacia la parte inferior de la cuenca, 2.200 m.s.n.m., límite superior del hábitat, especies como el “armadillo coiletrapo” (*Cabassous centralis*), el “tamandúa” (*Tamandua tetradactyla*), la “fara lanuda” (*Caluromys derbianus*), el “zorro gatuno” (*Urocyon cinereoargenteus*), “cuica” (*Marmosops impavidus*), y la “ocilla” o “gato montés” (*Herpailurus yagouaroundi*). Los pequeños gatos manchados como el “tigrillo” y el “tigre lancharo”, pueden igualmente encontrarse en mejores condiciones, por su dieta compuesta en buena parte por aves y pequeños vertebrados sobreviviendo hasta en los gélidos páramos”.

#### **6.5.7. Clima**

El documento síntesis del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Chinchiná, realiza una recopilación de las principales variables que

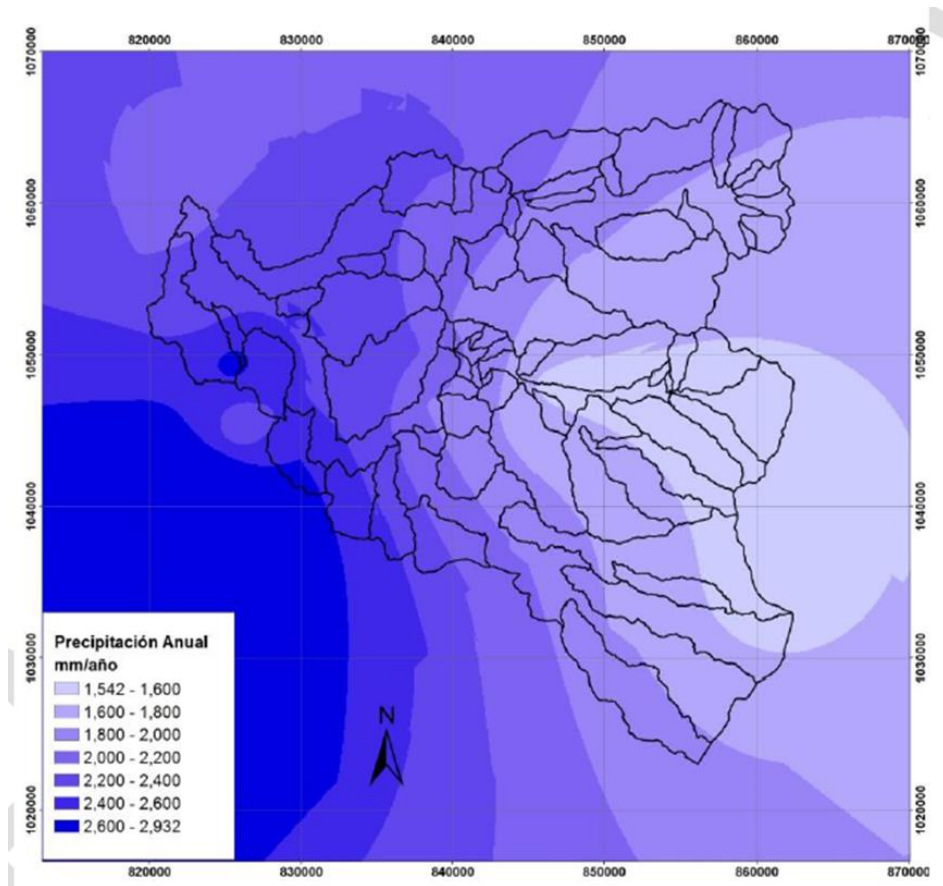
determinan las condiciones climáticas de la cuenca, definiendo que “está influenciado por el movimiento de la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT), la circulación atmosférica del Pacífico, los vientos del oeste del Chorro del Chocó y los factores locales asociados con la orografía”

Como es de esperarse, la zona no es ajena a los procesos de variabilidad climática interanual que imponen los fenómenos El Niño - La Niña, los cuales llegan a producir cambios que generan modificaciones en la precipitación hasta del 25%. Consecuentemente, las instituciones de investigación han logrado evidenciar efectos de cambio climático, los cuales se pueden apreciar en las tendencias crecientes en las temperaturas medias en las diferentes estaciones localizadas en la cuenca.

Las variables climatológicas que permiten constatar los efectos antes mencionados se relacionan esencialmente con la temperatura del aire, la humedad relativa, el viento y la precipitación, entre otras. Sin embargo, las que en mayor medida permiten un mejor análisis son las que tiene que ver con temperaturas medias mensuales y los regímenes de precipitación, debido a son variables independientes, en tanto que las demás variables están relacionadas entre sí. Los valores promedios de estas variables permiten definir el clima.

La zona central colombiana en general sigue un comportamiento estacional bimodal típico de la precipitación, reportando los mayores valores en los meses de abril a mayo y de octubre a noviembre. Los valores promedios de la precipitación anual se presentan en la ilustración 6.





**Ilustración 6. Precipitación de la cuenca del Río Chinchina**

Fuente: Corpocaldas- IDEA U.N. 2013

En consecuencia, las temperaturas tienen un comportamiento bimodal típico. Para la espacialización de la información realizada para el Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Chinchiná, se partió de los modelos de correlación de la temperatura con la altitud, los cuales indican una tasa de variación de  $6.4^{\circ}\text{C}$  por km. Basados en la temperatura media, se evidencia la presencia de todos los pisos térmicos en la cuenca como se muestra en la Ilustración 7.

## Clasificación Climática de Caldas Cuenca del río Chinchiná 1981-2010

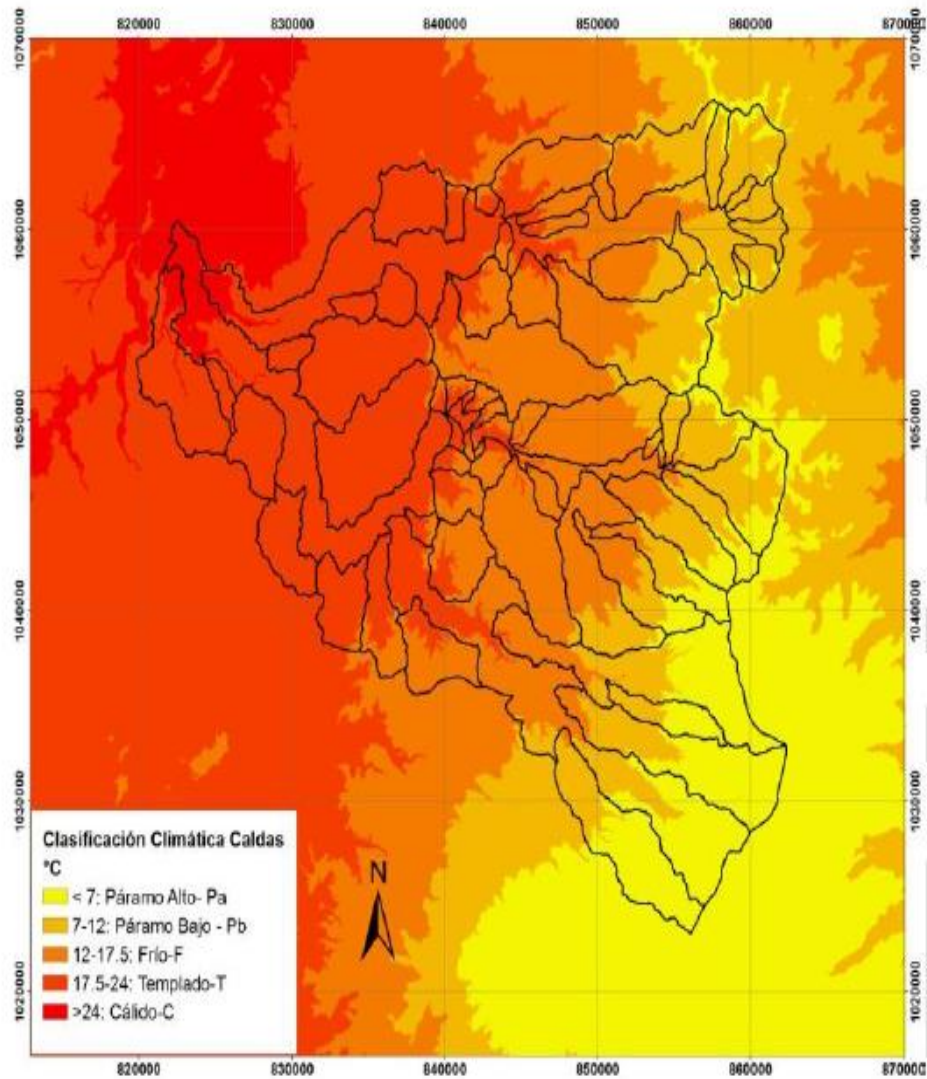


Ilustración 7. Clasificación Climática de Caldas Cuenca del río Chinchiná

Fuente: Corpocaldas- IDEA U.N. 2013

Basados en la misma fuente de información, en la cuenca predomina el clima húmedo como se observa en el mapa de clasificación climática de Lang Caldas que se ilustra en la Ilustración 8.

## Clasificación Climática de Lang-Caldas Cuenca del río Chinchiná

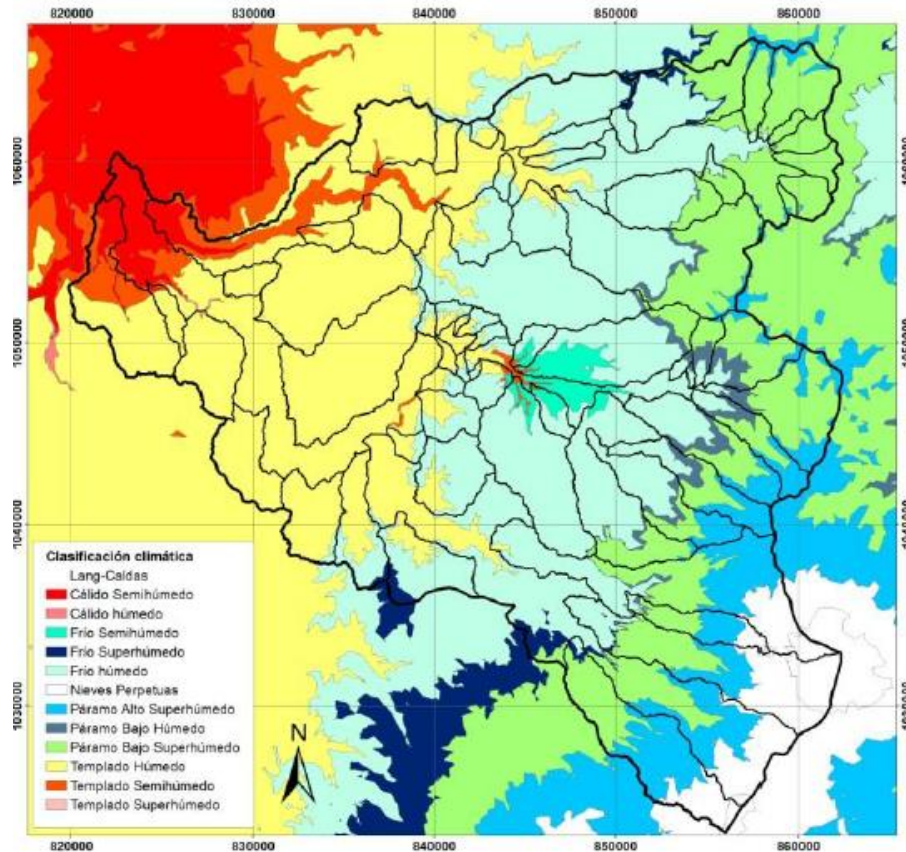


Ilustración 8. Clasificación Climática de Lang-Caldas Cuenca del río Chinchiná

Fuente. Corpocaldas- IDEA U.N. 2013

### 6.5.8. Población

Castaño Uribe, 1996; González y Cárdenas, 1995 en su documento Páramos de Colombia afirma que “No son pocos los documentos y relatos que dan cuenta de la existencia de numerosas evidencias que confirman la presencia humana en zonas de paramo, desde épocas muy antiguas. Esto es posible afirmarlo gracias a que se dispone de registros antropológicos y

arqueológicos que señalan la presencia del hombre en páramos colombianos desde hace más de 10.000 años. Aunque se debe hacer precisión que para la época por efecto de las glaciaciones, las zonas páramos se encontraban a menor altitud (2.800 m.s.n.m) que en la actualidad lo que hacía de la sobrevivencia algo más llevadero y, un uso de recursos mejor adaptados al medio”.

Para nuestros días, la situación de los páramos ha sufrido grandes cambios, cuandoquiera que su uso se encuentra dominado por plantaciones de papa y ganadería extensiva para la producción lechera y en menor proporción de carne, donde la propiedad de la tierra, salvo pocas excepciones, se encuentra en manos de grandes terratenientes que hacen de la producción un proceso netamente extractivo menoscabando el propósito ambiental de esta áreas.

La evidencia confirma que el progresivo deterioro de los páramos se originó gracias a la destrucción progresiva de su vecino ecosistémico, el bosque de niebla, para la introducción del sistema de rotación pasto-papa, donde tras un período de cinco años de uso en pastura se rota con uno o dos ciclos de papa, con el consecuente efecto sobre la flora, la fauna y el equilibrio de las cuencas especialmente en materia de recarga de acuíferos.

Con el tiempo la colonización de estas áreas se dinamizó con la llegada de inmigrantes de los departamentos de Boyacá Cundinamarca y Tolima principalmente.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda adelantado por el DANE en el 2005 y publicados el 27 de octubre de 2006, en esta región se concentra el 56.7 % de los habitantes del departamento de Caldas, el 83.6% ubicado en la zona urbana y el resto en la zona rural,

región correspondiente aproximadamente al 19.9 % del área departamental (1482.22 Km<sup>2</sup>).

En cuanto a la población rural se observa que el municipio que ha aumentado su número de habitantes rurales es Villamaría; mientras que en Manizales disminuyó. Las razones de este comportamiento y en el desplazamiento de población rural hacia las ciudades tienen que ver tanto con razones de seguridad por problemas de orden público como con la busca de mejores oportunidades laborales, vivienda, educación y salud, que en general les permita mejorar la calidad de vida.

#### **6.5.9. Uso y cobertura del suelo**

De acuerdo con el mapa de uso actual del suelo de la cuenca, escala 1:40.000 elaborado por la secretaría de planeación del municipio de Manizales en 2007, las principales coberturas que están presentes en esta sección de la cuenca del río Chinchiná (ilustración 9) corresponden a Forestal, Pastos y en menor proporción Cultivos Agrícolas.

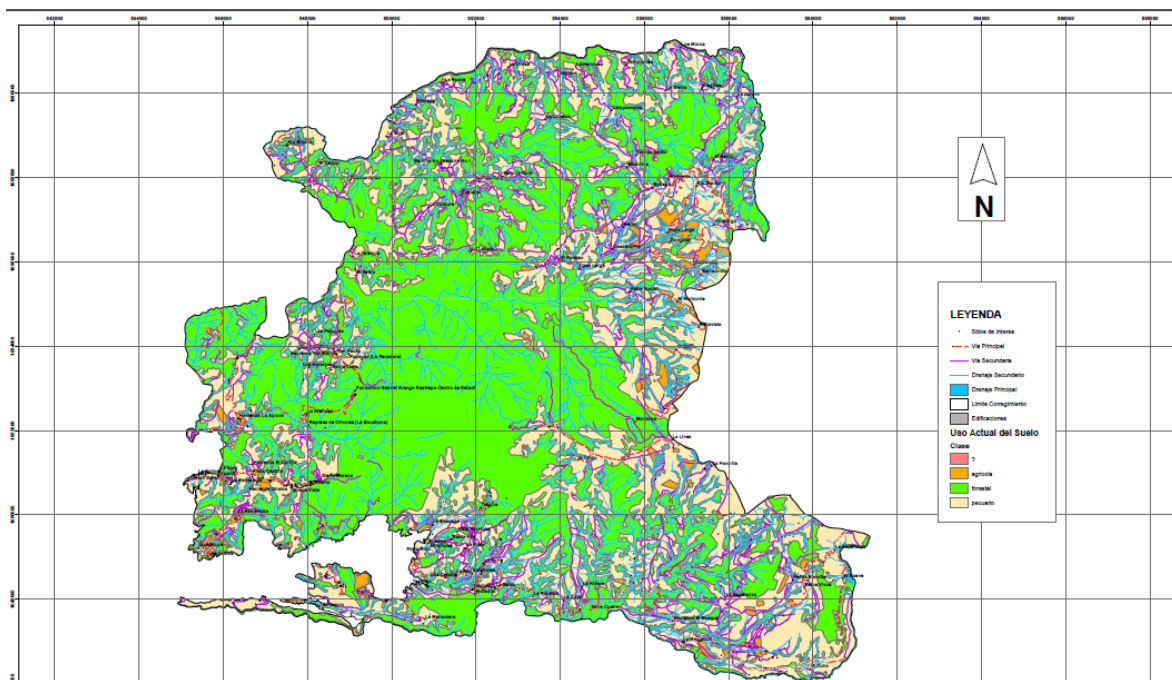


Ilustración 9. uso actual del suelo de la cuenca Río Chinchina

Fuente: Corpocaldas- IDEA U.N. 2013

La cuenca alta del río Chinchiná ocupa aproximadamente un 65% del total, es decir aproximadamente unas 68.396 Ha.; de estas alrededor del 60% corresponde a la clase denominada Territorios Forestales y se destacan por su predominancia las coberturas de Bosques y áreas seminaturales; en ella se enfatizan las coberturas de Bosque Denso Alto de tierra firme, Bosque fragmentado y plantaciones forestales comerciales. Un 32% del área de la cuenca alta se encuentra cubierta con pastos cultivados y nativos, como los pajonales que hacen parte de la zona de páramo. El área restante, aproximadamente 8%, se encuentra ocupada por cultivos.



## 7. METODOLOGIA

La metodología empleada en el presente trabajo, no permite en principio abordar un diseño estadístico convencional a razón de su configuración dentro del método de investigación conocido como Investigación Exploratoria y descriptiva, debido a que no intenta dar una explicación al problema, sino recoger e identificar antecedentes generales, temas y tópicos y cualificaciones cuantificadas, del problema investigado, orientado a generar sugerencias de aspectos relacionados que deberían examinarse en profundidad en futuras investigaciones, por lo anterior no se establece un marco de discusión.

De acuerdo con esto la investigación del presente trabajo basó su desarrollo en un proceso de carácter descriptivo el cual se hace posible a través de visitas de campo que se apoyaron en la revisión documental existente para cada uno de ellos, esto con el propósito primordial de referenciar algunas características fundamentales de los impactos que se generan en forma conjunta sobre el territorio analizado. Se utilizan criterios sistémicos que permiten poner de manifiesto la estructura o comportamiento del recurso impactado. De esta forma es posible obtener una visión muy aproximada de la realidad estudiada.

Su objetivo es documentar ciertas experiencias, examinar temas o problemas poco estudiados o que no han sido abordadas antes. Por lo general investigan tendencias, identifican relaciones potenciales entre variables y establecen el “tono” de investigaciones posteriores más rigurosas.(Hernández S., 2006).

Esta metodología posibilita una serie de comparaciones sistemáticas, fundamentadas en la información cualitativa proveniente del análisis matricial, que brindan las diferentes variables estudiadas al interior de cada uno de los sistemas productivos presentes en la cuenca y, que facilitan su comparación entre sí, pero se debe destacar que para las comparaciones generales se toma como referencia el comportamiento de la cobertura de bosque natural, debido a que en alguna medida es la única cobertura del suelo que se presume, aún conserva en cierto grado sus condiciones en equilibrio desde el punto de vista de los componentes del ecosistema, dado que aparte de la intervención humana para la extracción de

madera o su esporádica afectación producto del fraccionamiento, son las áreas ideales en la región para llevar a cabo este tipo de análisis comparativos. (Rivera, 2014).

### Localización geográfica de la cuenca del río Chinchiná

Según lo establecido desde el Plan de Ordenación y Manejo para la cuenca del río Chinchiná (POMCA), ésta se encuentra localizada en la región Centro-Sur del departamento de Caldas, sobre la vertiente occidental de la cordillera Central; pertenece a la zona Hidrográfica Magdalena-Cauca y es el afluente más importante del río Cauca por su margen derecha. La extensión de la cuenca, es de 1052.25 km<sup>2</sup>, que corresponden al 14% del área total del departamento de Caldas. En la Figura 1 se presenta el mapa de localización geográfica de la cuenca.

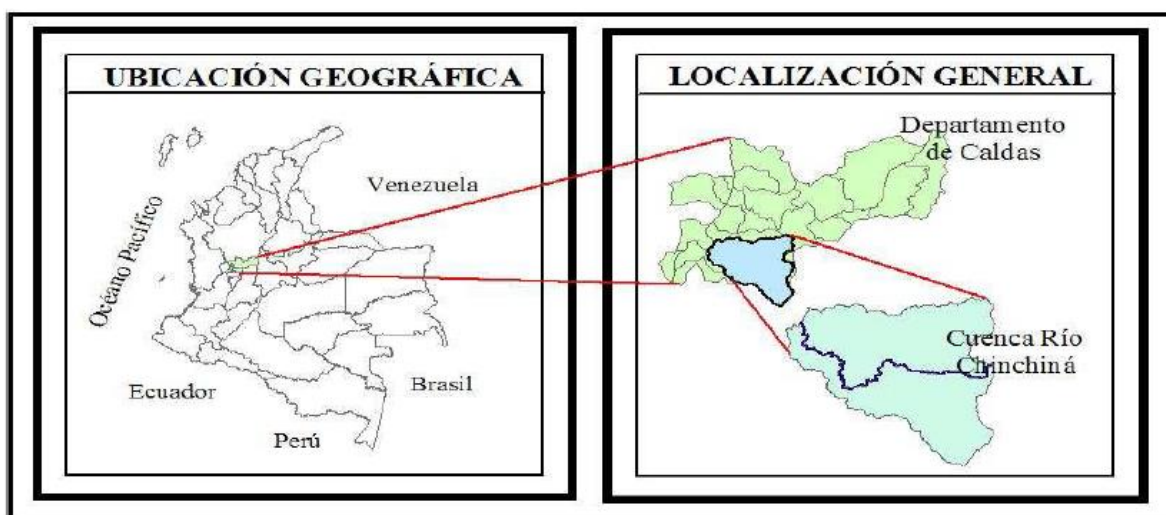


Ilustración 10. Localización cuenca Río Chinchiná

Fuente: Corpocaldas- IDEA U.N. 2013



## **7.2. Primera fase: Identificar los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la cuenca alta del río Chinchiná**

En este orden de ideas y, teniendo en cuenta la actual distribución de usos del suelo en la cuenca del río Chinchiná, se realizó una selección de los sistemas de producción agropecuaria predominantes en la cuenca alta partiendo de información secundaria, entrevistas con expertos y visitas de campo, lo que permitió definir que los sistemas más frecuentes en el área de estudio correspondieron a plantaciones forestales, ganaderías extensivas y cultivos independientes (Papa), además de contemplar algunos impactos sobre la actividad ecoturística.

En igual sentido, la selección de los sitios, se desarrolló basados en la cartografía y formatos disponibles, provenientes de las fuentes institucionales de la región (mapas veredales, mapas de suelos, mapas de uso actual, mapas de microcuencas, entre otros) con el propósito de seleccionar los sectores de mayor significancia para el propósito del estudio.

En consecuencia, la zona sobre la cual se desarrollaron las observaciones se ubica en el piso altitudinal de 2.000 a 3.000 m.s.n.m, o cuenca alta cuyas unidades cartográficas de suelos más representativas corresponden al conjunto Santa Isabel y, los sistemas productivos más representativos, Potreros, Plantación forestal en bloque (Ciprés), Cultivo de papa y actividad ecoturística.

## **7.3. Segunda fase: Describir los impactos ambientales generados por los sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná**

Para las respectivas estimaciones, conducentes a describir los impactos ambientales producto de las actividades agropecuarias identificadas. se

tuvieron en cuenta aspectos como cobertura, sistemas de manejo, vías de acceso, uso de recursos externos, entre los más importantes.

Para el muestreo de cada sistema productivo o uso del suelo, se consignó la información más relevante en un libro de campo y esta estuvo apoyada por un registro fotográfico.

Ver anexo 1.

#### **7.4. Tercera fase: Priorizar los impactos ambientales generados en la cuenca alta del río Chinchiná mediante el uso de matrices de valoración y Generar indicadores cualitativos de la cuenca alta del río Chinchiná**

El siguiente momento se relaciona con la organización y análisis de la información susceptible de ser llevada a un ejercicio de evaluación, el cual se desarrolló bajo la metodología de matrices, donde se calificó la información en diferentes niveles de análisis con el propósito de obtener finalmente la aproximación a la valoración de impactos que condujera a establecer las estrategias de manejo más acorde a cada situación.

Los métodos matriciales “son técnicas bidimensionales que relacionan acciones con factores ambientales; son básicamente de identificación. Los métodos matriciales, también denominados matrices interactivas causa-efecto, fueron los primeros en ser desarrollados para la EIA. La modalidad más simple de estas matrices muestra las acciones del proceso estudiado en un eje y los factores del medio a lo largo del otro. Cuando se prevé que una actividad va a incidir en un factor ambiental, éste se señala en la celda de cruce, describiéndose en términos de su Intensidad y Magnitud”. (canter, 1998).

Con respecto a la valoración de las diferentes variables, según La Universidad Nacional de Colombia “ésta es relativamente objetiva o empírica ya que se refiere al grado de alteración provocado por la acción

sobre el factor medioambiental. Por otra parte, la puntuación de la Importancia es subjetiva, ya que implica atribución de peso relativo al factor afectado en el ámbito de cada actividad productiva”.

En tal sentido, para el caso concreto del área de estudio, es decir, la cuenca alta del río Chinchiná, los impactos visibles producidos por las diferentes actividades sobre los elementos del ecosistema, se medirán desde el punto de vista de su Intensidad en una escala de 1 a 4, siendo 1 la más baja y 4 Muy Alto. De la misma manera, la calificación de la Magnitud estará asociada a la medición de impactos sobre los Componentes, a los cuales por su complejidad ecosistémica se le asignarán valores comprendidos entre los rangos 0 a 0,25 el más bajo, hasta 0,76 a 1,0 el más alto. Tabla 1 y Tabla 2.

Para la valoración de impactos se tendrá en cuenta fundamentalmente la intensidad, entendida como el vigor con que se manifiesta el cambio por la acción de la actividad. Basados en una calificación subjetiva, se estableció la predicción del cambio neto en las condiciones del entorno bajo el efecto del sistema productivo. El valor numérico de la intensidad se relaciona con el Indicador de calidad ambiental del indicador elegido, variando entre 1 y 4 considerando una intensidad nula con valor de “0”. Adicionalmente se establecerán rangos de valoración bajo la categoría de Magnitud del componente, el cual se convierte en un indicador igualmente subjetivo que sintetiza la intensidad, la duración e influencia espacial del impacto como productos de la interacción de impactos. Es un criterio integrado. (<http://www.fao.org/>).

La calificación de los impactos busca unificar las condiciones del medio siempre y cuando la actividad productiva se encuentre en funcionamiento. La cuantificación de la matriz se lleva a cabo mediante la ayuda de la escala de valoración que se define a continuación, se logra establecer si el

modelo productivo analizado cumple con los objetivos de preservación y mantenimiento del medio.

### Valoración de Intensidad

Bajo	1	Cuando el efecto o impacto altera superficialmente el equilibrio pero es resiliente en el corto plazo.
Medio	2	Cuando el efecto o impacto implica un grado perceptible de daño e implica mínimas medidas de compensación.
Alto	3	Cuando el efecto o impacto implica un grado significativo de daño que amerita acciones de compensación específicas
Muy Alto	4	Cuando el efecto o impacto implica un grado de daño que amerita acciones integrales de restauración y compensación.

*Fuente: autoría propia basado en Rodríguez D. Héctor 2008. Estudios de impacto ambiental. Guía metodológica Escuela de Ingeniera. Bogotá*

**Tabla 1 Valoración Intensidad**

### Indicadores de Magnitud

		Rangos de Valoración para Componentes
Bajo	0 - 0.25	
Medio	0.26- 0.50	
Alto	0.51 - 0.75	
Muy Alto	0.76 - 1.0	

*Fuente: autoría Rodríguez D. Héctor impacto ambiental.*

*propia basado en 2008. Estudios de Guía metodológica*

*Escuela de Ingeniera. Bogotá*

**Tabla 2 Valoración Magnitud**

La línea base sobre la cual se realizó la calificación que permite medir los correspondientes impactos para Intensidad y Magnitud, proviene de la información secundaria lograda a partir de los diferentes estudios

disponibles para cada uno de los componentes biótico (Flora y Fauna) y abiótico (Suelo, Agua, Aire), lo que permitió inferir su condición en el tiempo y, su posteriormente a partir de la verificación con observaciones de campo evaluar su estado actual y consecuentemente poder derivar un juicio y valoración objetivos.

El Indicador de magnitud se cuantifica mediante la sumatoria del peso de cada componente que no puede superar la unidad.

$M_i = \text{Indicador de Magnitud}$

$$M_i = W_a + W_t + W_h = 1$$

El peso de cada componente surge de dividir la sumatoria de los elementos en el total de la sumatoria de las actividades:

$W_a = \text{Peso del componente atmosférico}$

$W_t = \text{Peso del componente terrestre}$

$W_h = \text{Peso del componente hídrico}$

Es justamente este ejercicio el que brinda la plena garantía que los resultados de la calificación sean diferentes si se aplicara la metodología en otro tipo de cuencas, debido a que la información de referencia que da cuenta del estado y dinámica de las mismas es completamente diferente y con ello el juicio de valor.

De otra parte, en el presente estudio contó con el asesoramiento de un profesional externo, Ingeniero Agrónomo, Magister en Sistemas de Producción Agropecuaria con énfasis en Dinámica de Sistemas, con amplio conocimiento en el área de impactos ambientales y de las dinámicas del territorio. Adicionalmente, se realizaron entrevistas con productores agropecuarios con el objetivo de facilitar la caracterización de los modelos

productivos desde la perspectiva del manejo, tal y como se aprecia en el capítulo de resultados y discusión, lo que evidentemente aporta al proceso de calificación de las diferentes variables.

## **8. RESULTADOS**

Los resultados propuestos para el trabajo de investigación se desarrollan en los siguientes renglones.

### **8.2. Desarrollo del primer objetivo propuesto - identificación de los sistemas de producción agrícolas y pecuarios de la cuenca alta del río Chinchiná**

El proceso de identificación de sistemas productivos se realizó a partir de un reconocimiento de campo efectuado a través de las veredas La Esperanza, La Enea Parte Norte y el Desquite, ilustración 11, las cuales hacen parte de la cuenca alta del río Chinchiná. En este sentido, se debe precisar con respecto a la vereda la Enea Parte Alta, que algunas de las verificaciones se realizaron sobre la cota inferior, hacia los 2.300 m.s.n.m.

Con respecto a las determinaciones realizadas para la recolección de información primaria, fue necesario diferenciar dos elementos fundamentales. En primer lugar, hacia la parte inferior de la cuenca alta, es decir hacia el costado Nor-Occidental de la vereda La Enea Parte Alta (con mayor cercanía a la ciudad de Manizales), se pueden evidenciar sistemas productivos más diversos tanto en el componente agrícola como en el pecuario, aunque sus escalas de producción suelen ser muy pequeñas; y en segundo término que, el renglón productivo de mayor significancia lo constituye la actividad ganadera extensiva, que es finamente sobre la cual se realizará la evaluación de impactos en el presente trabajo.

En este sentido, fue posible determinar que los sistemas productivos pecuarios de pequeña escala más frecuentes son:

- Porcicultura.
- avicultura.

- Apicultura.
- Equinos.

Todos estos renglones no son utilizados como producciones comerciales, sino que los habitantes de los predios se benefician de los animales y de sus productos para su autoconsumo o como el caso de los equinos son utilizados para transporte o trabajo.

Como complemento al reconocimiento ocular, y se aplicó el instrumento desarrollado para la recolección de información primaria, es decir la entrevista con algunos productores, en función de los sistemas de manejo, especialmente para actividades ganaderas y agrícolas debido a que estas son las que requieren de mayor detalle, dada la especificidad de algunas prácticas como aplicación de productos de síntesis química.

#### Veredas La Enea Parte Alta, La Esperanza y el Desquite

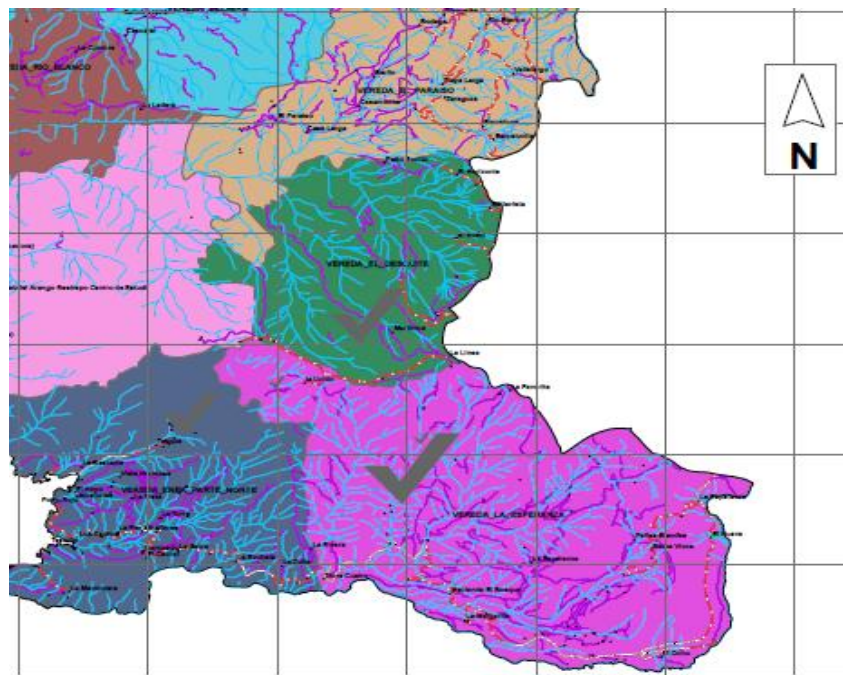


Ilustración 11. Veredas La Enea Parte Alta, La Esperanza y el Desquite

Fuente: Adaptado de Mapa Veredal Alcaldía de Manizales. 2007



### 8.2.1. Sistemas Ganaderos

#### - Ganadería Extensiva (Potreros)

Potrero de pasto Kikuyo (*Penisetum clandestinum*) o pasto grama (*Paspalum notatum*) en donde se utilizan grandes extensiones de terreno para una baja carga (0.5-1.5 animales/hectárea). Las razas más comunes son Normando, Holstein y en menor cantidad Pardo suizo y Jersey, para la producción de leche y carne. El control de malezas se realiza mediante desmatos y ocasionalmente aplicación de herbicidas. La aplicación de fertilizantes es poco frecuente y eventualmente se aplica cal para corregir acidez.

El sistema productivo pecuario comercial que prevalece según lo observado es el ganadería bovina.

En donde se encuentran sistemas orientados a la producción de carne, leche y doble propósito, y se manejan ganaderías intensivas rotacionales, en unos pocos casos.

En este sentido, se debe precisar según lo anotado en el capítulo anterior, que alrededor de 21.886 Ha de la cuenca se encuentran cubiertas por pastos lo que determina consecuentemente su uso en ganadería y, dentro de este sistema el modelo extensivo se define como el de mayor predominancia.

Concretamente, con respecto al manejo del sistema ganadero extensivo evidenciado para toda la zona de estudio, en mayoría de los predios se aplican prácticas de manejo similares, las cuales en términos generales presentan las siguientes características:

- Los animales tienen acceso directo a las fuentes hídricas.
- El sobrepastoreo ha generado problemas erosivos como terraceo o pata de vaca y derrumbes localizados.
- El hábito gregario del ganado lo concentra de manera intensiva en pendientes superiores al 50%.

- Se Utilizan herbicidas para el control de arvenses.
- La cobertura vegetal que predomina son pastizales, en donde se observa la eliminación de las coberturas de bosque nativo.
- Se utiliza el plan de vacunación propuesto por el ICA en la zona, del mismo modo también se utilizan baños para el control de parásitos externos.

El anterior contexto permite inferir como los diferentes componentes del ecosistema se ven afectados por los actuales modos de producción, para lo que el siguiente paso del análisis se orientará a realizar las correspondientes comparaciones mediante el uso de matrices con el propósito de medir y priorizar los impactos que se están generando a partir de esta actividad.

### **8.2.2. Sistemas Forestales**

Está referida a plantaciones comerciales de árboles maderables, en su mayoría de pino (*Pinus patula*) y en menor proporción ciprés (*Cupressus lusitanica*). Sólo se tienen en cuenta plantaciones con edad superior a dos años, debido a que ello garantiza la presencia de impactos sobre el suelo por uso y manejo, el cual está determinado por los esquemas establecidos convencionalmente para este tipo plantaciones forestales.

Se estima que solamente el 4,56% de área correspondiente a la cuenca alta del río Chinchiná se encuentra dedicada a la actividad forestal comercial, es decir que 3.120 Ha corresponden a esta cobertura. (Corpocaldas, asocars, Nacional, & Cuenca)

En términos generales las áreas visitadas reportan condiciones similares en cuanto al proceso de establecimiento, manejo y aprovechamiento debido fundamentalmente a que todas hacen parte del proyecto PROCUENCA, el

cual se ha constituido en el principal promotor de esta actividad desde hace más de 15 años en la cuenca alta del río Chinchiná.

A continuación se describe el proceso realizado para adelantar cada una de mencionadas etapas:

**Siembra:** Usualmente las áreas que se van a incorporar a este sistema provienen de potreros, por lo que se suelen aplicar grandes cantidades de herbicida para desecar los pastizales y posteriormente realizar lo que se conoce como “plateo”, lo que corresponde al lugar donde finalmente se plantará el árbol y, si se tiene en consideración que normalmente la extensión de los terrenos a plantar es bastante grande, lo que desde ahora permite pensar que existe un efecto muy importante desde el punto de vista de impactos sobre el suelo y el aire.

**Manejo:** El manejo posterior de la plantación incurre en una serie de actividades que incluyen nuevamente el uso de herbicidas para el control de malezas pero adicionalmente como en cualquier otro cultivo convencional, demanda en sus primeros dos años de desarrollo, el uso frecuente de agroquímicos para el control fitosanitario, además de los fertilizantes para una correcta nutrición de los árboles.

**Cosecha:** Esta actividad se constituye en una de las más impactantes especialmente para el recurso suelo, debido a que emplea gran cantidad de implementos, equipos motorizados y de tracción animal para el apeo, transporte y transformación *in situ* de la madera, generando impactos nocivos para el suelo, el agua y el aire principalmente.

### 8.2.3. Cultivos Limpios

Cultivos establecidos en su mayoría sobre terrenos de alta pendiente que provienen de pastos. La representación de estos sistemas, en cuanto al área se refiere, es bastante reducida en comparación con los bosques, plantaciones forestales y potreros. Las extensiones normalmente no sobrepasan las 5.0 hectáreas (continuas) para el caso de la Papa y se encuentran en forma dispersa. Las prácticas culturales empleadas para el manejo de las especies en mención son muy similares a las de otras regiones e incluyen aplicaciones frecuentes de productos de síntesis, como son las plaguicidas, herbicidas y los fertilizantes químicos, además de un fuerte sobre laboreo del suelo.

Para el análisis de este tipo de cultivos es preciso diferenciar dos aspectos significativos: El primero, como se ha mencionado con anterioridad, tiene que ver con las actividades agrícolas que se desarrollan hacia el extremo inferior de la cuenca (vereda la Enea Parte Alta) y que se describen a continuación:

#### - **Mora**

Dentro de estos sistemas productivos se determinó que el manejo del cultivo se realiza de manera tradicional, es decir con prácticas permanentes de remoción de suelos para actividades de aporque y deshierba, las que dejan desprotegido el suelo por largos períodos. Adicionalmente, se evidenció la aplicación de productos de síntesis química usados para el control de plagas.

La aplicación de Herbicidas se realiza esporádicamente, no utilizan coberturas nobles y, la fertilización suele realizarse con productos de síntesis química, como urea.

- **Hortalizas**

Como cebolla, repollo, pimentón, cilantro, entre otros. En este caso aunque las áreas no suelen ser muy representativas, el manejo dado a estas parcelas hace uso de prácticas como las descritas para el cultivo de Mora, es decir uso frecuente de agroquímicos y uso de herramientas como el azadón para el manejo del suelo.

- **Frutales**

Aguacate, tomate de árbol, granadilla. Aunque las áreas de cultivo son mínimas, estos son renglones a considerar a futuro debido al gran potencial productivo que presenta la región.

El manejo agronómico dado a estos cultivos (hortalizas y frutales) se caracteriza por que generalmente no hacen uso coberturas nobles, se siembran a favor de la pendiente, utilizan herbicidas, insecticidas y fungicidas para el control de malezas plagas y enfermedades, respectivamente.

El segundo aspecto de este componente, es el relacionado con el cultivo de papa, el cual se localiza fundamentalmente hacia la parte alta de la cuenca, en las veredas La Esperanza y El Desquite y, que tiene significativa relevancia en la dinámica de la misma debido a que, a pesar de ocupar áreas de cultivo relativamente pequeñas, estas se encuentran muy dispersas a lo largo y ancho de la cuenca alta invadiendo incluso zonas de páramo y zonas amortiguadoras del Parque Nacional Natural los Nevados, lo que hace la situación más compleja, debido a que es allí donde se presenta la principal zona de recarga de acuíferos que surten los acueductos de los centros poblados de la cuenca.

En este sentido, se destacan a continuación los aspectos más importantes que giran alrededor de este sistema productivo en el área de estudio:

El Ministerio del medio ambiente desarrollo la Guía Ambiental para el cultivo de la Papa en la cual afirma que “La amplia dispersión de la producción limita el acceso de los agricultores a la información, a semilla certificada y a mercados mayoristas o especializados, al tiempo que las condiciones ambientales determinan la respuesta de los cultivos en términos de rendimiento, calidad y problemas fitosanitarios. Los cultivos son diversos, es decir que emplean variedades comerciales como *Parda Pastusa*, *Diacol Capiro*, *Ica Chitagá*, *Tuquerreña*, *Sabanera*, *Salentina*, *Argentina*, *Papa Criolla* y variados materiales nativos, en pequeña escala. Predominan los sistemas productivos tradicionales y medianamente tecnificados que no tienen planificación en las etapas de siembra y cosecha. Es común que los agricultores adopten, al mismo tiempo, prácticas tradicionales y tecnificadas dentro de su sistema productivo, dependiendo de la disponibilidad de recursos económicos, de mano de obra y de los factores culturales o topográficos, sin que hasta el momento se tenga en cuenta la fragilidad del ecosistema que se interviene para desarrollar el cultivo.

La topografía donde se realiza el cultivo es muy variada, desde moderadamente ondulada y quebrada, con inclinaciones complejas que van desde zonas planas en la montaña hasta muy inclinadas y de alta montaña, abarcando diferentes ecosistemas, superando en ocasiones hasta los 3.000 metros de altitud, como ya mencionó y, en los que se utiliza tecnología tradicional con pocas posibilidades de rotación”, la cual generalmente se hace con potreros cada cinco años en promedio.

- **Cultivo de Papa**

El cultivo de la papa en la cuenca alta es un cultivo de carácter transitorio del que se obtienen generalmente dos cosechas al año. La producción comercial se realiza entre los 2.500 y 3.000 m.s.n.m, las zonas de producción óptima en función de la calidad y cantidad del producto pertenecen a fincas localizadas entre los 2.800 y los 3.000 m.s.n.m. Existen dos zonas de producción marginal en las cuales los principales factores limitantes son: enfermedades y plagas hacia el clima templado (2.500 m, y heladas en las zonas altas entre 3.500 y 4.000 de altitud. El 90% de la producción comercial de papa se realiza en terrenos de ladera y el 10% en suelos planos mecanizables.

#### **8.2.4. Ecoturismo**

Se desarrolla fundamentalmente en el área del Parque Nacional Natural los Nevados y en algunos pocos predios particulares y, hace expresa referencia a la actividad relativa al disfrute y contemplación de los atractivos naturales de este sector de la cuenca, realizado generalmente en forma concentrada.

Las actividades ecoturísticas de alta montaña identificadas tanto para el área directa del Parque Nacional Natural los Nevados como para su zona de influencia comienzan a destacarse por su alta densidad de uso y, aunque se encuentran reglamentadas, (para su desarrollo se debe tramitar un permiso ante la sede administrativa del Parque), ello no las exime de generar impactos negativos debido a las dificultades existentes para ejercer un control eficaz (Parques Nacionales Naturales).

Las siguientes son las actividades permitidas en el Parque:

- Escalada en roca.

- Escalada en hielo.
- Ascenso hasta la segunda meseta del Nevado del Ruiz y la cumbre del Nevado Santa Isabel.
- Ciclomontañismo.
- Conciertos de Luna.
- Senderismo

Entre los principales senderos que se encuentran al interior del Parque Nacional Los Nevados, se pueden mencionar:

- Refugio del Ruiz - Borde Glaciar Nevado del Ruiz (4.816 - 5.146 msnm)
- Cisne - Mirador de Laguna Verde (4.150 - 4.460 msnm)

Sendero Objetos de conservación:

- Sendero Cisne - Conejera - borde de glaciar Nevado Santa Isabel (4.000 - 4.800 msnm)
- Bosque del Edén (4000 msnm).

Se debe destacar que aunque hace ya algún tiempo, el acceso vehicular al sitio denominado El Refugio, se encuentra suspendido debido a la actividad del Volcán Nevado del Ruiz y sólo se permite hasta el paraje llamado Valle de Las Tumbas, fue posible evidenciar el alto impacto que producen los vehículos desde el punto de vista de la emisión de gases, ruido y sobre las vías.



### **8.3. Desarrollo del segundo objetivo propuesto: - descripción de los impactos ambientales generados por los sistemas productivos agropecuarios en la cuenca alta del río Chinchiná**

Después de revisar en forma detallada cada uno de los sistemas productivos más frecuentes en la zona de estudio desde el punto de vista de su implementación y manejo, a continuación se describen los impactos negativos más relevantes asociados a los mismos, los cuales en su gran mayoría fueron apreciados en forma directa para el propósito del estudio, en tanto que para otros se hizo necesario recurrir a fuentes secundarias para el proceso de verificación.

#### **8.3.1. Impactos Generados por la Actividad Ganadera**

Se evidenció en campo, como el sobrepastoreo que se ve favorecido por el hábito gregario del ganado bovino, especialmente en zonas con gradientes de pendiente muy altos, es una de las principales causas de deterioro de los recursos naturales en la cuenca alta del río Chinchiná, los cuales se manifiestan, entre otros sobre el recurso suelo, a través de lo que comúnmente se denomina “pata de vaca” o terraceo, efecto que finamente puede desencadenar una serie de pequeños derrumbes que en sumatoria generan significativos desprendimientos de tierra con los consecuentes impactos no solo para el ecosistema sino también para el normal desarrollo de las comunidades llegando incluso a deteriorar vías de comunicación e infraestructura de servicios, tales como acueductos.

Como se referenció en capítulos anteriores, la naturaleza edafológica de los suelos de la cuenca alta del río Chinchiná, especialmente por su origen volcánico y altas pendientes, le proporcionan significativas posibilidades productivas pero también alta susceptibilidad al deterioro, por lo que se hace necesario considerar los impactos producidos sobre las

características físicas, químicas y biológicas de los mismos, entendidas cada una de ellas a través de los procesos de compactación con la consiguiente modificación de la estructura del suelo producto del pisoteo frecuente del ganado, la alteración de algunos elementos químicos presentes en el mismo como es el caso del potasio y el nitrógeno, los cuales incrementan considerablemente su concentración producto de la orina y las heces excretadas por el ganado.



**Ilustración 12. Fotografía de la cuenca alta del Rio Chinchiná**

Fuente: propia

Desde el punto de vista de los impactos sobre el componente biológico del suelo, el efecto de mayor significancia recae sobre la actividad microbiana, la que se ve drásticamente afectada en términos diversidad y cantidad, como resultado de la ya mencionada compactación, la cual reduce el número y tamaño de los poros del suelo necesarios para la aireación y flujo del agua requeridos no solamente para el desarrollo de microorganismos, sino que reduce las posibilidades para la supervivencia de macro invertebrados propios del mismo.

Desde otra perspectiva, es de significativa importancia revisar como la actividad ganadera que se realiza en la cuenca alta se encuentra afectando considerablemente el recurso hídrico, fundamentalmente en términos de calidad, debido a que en la gran mayoría de los casos fue posible apreciar como el ganado tiene acceso directo a las fuentes de agua debido en gran parte a la ausencia de bebederos en los diferentes lotes de pastoreo, situación que está favoreciendo la contaminación directa de las aguas con las excretas del ganado y sus consecuentes impactos adversos para la salud humana

En igual sentido, también es necesario referenciar que en algunas áreas de la cuenca se ha presentado en un efecto colateral que evidentemente pero de manera poco perceptible para muchos, viene afectando la cantidad del recurso hídrico y, que se encuentra relacionado con la ampliación de áreas para la incorporación de nuevos potreros a expensas de la eliminación de bosques naturales, los cuales como es sabido actúan como reguladores de caudales y son pieza fundamental para el adecuado funcionamiento del ciclo hidrológico en la cuenca.

Consecuentemente con lo anteriormente expuesto, es necesario mencionar que la actividad ganadera en la cuenca alta se encuentra formado parte de una de las mayores problemáticas que en la actualidad vienen afectando no solamente a las comunidades allí asentadas, sino al planeta en general, debido a que contribuye de cierta manera con las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), si se tiene en cuenta que el gas metano y dióxido de carbono producto del proceso digestivo de los rumiantes se han convertido en uno de los mayores aportantes a esta condición que hoy enfrenta la humanidad, ubicándolo en el segundo lugar después de la combustión de combustibles fósiles, con la emisión de 7,1 gigatoneladas de GEI anuales (Gutman, 2015)

Las actividades relacionadas con el uso de fertilizantes y herbicidas para el manejo de pasturas, que aun cuando no es una constante para las fincas de la cuenca, si se desarrolla eventualmente en algunas de gran tamaño y, el manejo sanitario del ganado, se constituyen en fuente de segundo orden que contribuyen ostensiblemente a generar impactos adversos sobre algunas variables del ecosistema.

La afectación sobre el componente de Biodiversidad se presenta en aquellos casos donde la eliminación de cobertura boscosa se realiza para la conformación de nuevas áreas de potrero y la obtención de materiales para la construcción de cercos y algún tipo de infraestructura asociada (corrales y establos). No obstante, en la actualidad ésta ya no suele ser una práctica muy frecuente en la cuenca alta, si se tiene en cuenta que en los últimos años la acción de las instituciones ha propiciado nuevos espacios de entendimiento con las comunidades locales, lo que ha arrojado como resultado que se reduzca en alguna medida esta práctica.

### **8.3.2. Impactos Generados por la Actividad Forestal**

Desde el punto de vista de los impactos que la actividad forestal ejerce sobre los sistemas hídricos de la cuenca y, teniendo en cuenta las características y el alcance del presente estudio, no es posible determinar cuantitativamente por el método científico la medida de los impactos, sin embargo, los análisis se realizarán teniendo en cuenta fundamentalmente las condiciones que brinda la fisiografía y morfometría de la cuenca, las cuales le brindan características muy definidas que particularizan los impactos producto de las plantaciones forestales.

En este sentido, es necesario reconocer que la cuenca del río Chinchiná corresponde con la fisiografía de la Cordillera central, la cual se caracteriza por una topografía abrupta; por tanto, el río presenta las características

típicas de una corriente de montaña: altas pendientes y lecho rocoso, aunado a condiciones de alta porosidad de los suelos circundantes.

Para el caso, uno de los aspectos más relevantes que permite relacionar impactos negativos frente a esta actividad lo constituye el hecho de modificar la cobertura vegetal, debido especialmente a que según algunos estudios comparativos revelan que plantaciones forestales muestran una evapotranspiración mayor y una escorrentía reducida en comparación con vegetación baja (pasturas naturales). (Jara, 2011)

Bosch y Hewlett (1982) concluyeron, que bosques de *Pinus* y *Eucalyptus* causan en promedio una reducción de 40 mm en escorrentía anual por cada 10% de cambio en cobertura respecto a pastos, en zonas de paramo (Bosch).

Desde la perspectiva del balance hídrico, se define también que en zonas con precipitaciones relativamente bajas, como es el caso de la cuenca alta (1542 a 1800 mm/año), esta variable se ve afectada en forma considerable debido a que grandes masas de bosque plantado ejercen una mayor interceptación de la lluvia reduciendo así la escorrentía y la infiltración.

Existe un impacto directo sobre la dinámica de la materia orgánica en el suelo el cual se encuentra en relación con el origen volcánico de los suelos de la cuenca y la bajas temperaturas frente a la velocidad de descomposición de las hojas del *pinus patula*, situación que cambia la calidad del material orgánico muerto esencial en la formación de suelo, si se compara con la vegetación herbácea propia de esta zona.

Igualmente es un hecho que las plantaciones de *Pinus* tienen un mayor uso de agua, lo que produce una tendencia a que el suelo se seque, entre otras cosas por la mayor presencia de poros en los suelos volcánicos. En el caso

de secarse, los suelos pierden la conexión entre partículas minerales y orgánicas, el contenido de materia orgánica disminuye y los suelos se transforman de retenedores de agua a repelentes de agua (Jara, 2011). Así el costo de tener un beneficio económico por lo que se cultiva encima del suelo, es la pérdida de dos importantes beneficios ambientales del suelo del páramo: agua y carbono (Aguirre, 1999).

Con relación a los impactos sobre la vegetación nativa, el impacto más evidente se evidencia en aquellos casos en donde los bosques de especies exóticas de rápido crecimiento desplazan la vegetación nativa con los consecuentes cambios desde los puntos ya analizados y también del paisaje en sí mismo.

Acerca del efecto de plantaciones forestales sobre ecosistemas, se confirma que los mayores impactos se presentan durante las etapas de establecimiento (trazo, ahoyado, siembra, controles fitosanitarios, fertilizaciones y aplicación de herbicidas), pero de forma más severa durante el corte de la plantación. Si la cosecha está hecha a tala rasa, y adicionalmente los desechos son quemados, el flujo de sedimento se aumenta hasta 10 veces, la pérdida de nutrientes es hasta 60% y la vegetación del sotobosque se desaparece totalmente. (Waterloo, 1994)

### 8.3.3. Impactos Generados por la actividad Agrícola (Cultivos de Papa y Hortalizas)

El modelo de manejo utilizado en la zona suele tener una alta dependencia de agroquímicos para el control de plagas y enfermedades cuya toxicidad es generalmente alta, es decir productos con categoría I, II y III que pueden ser de origen azufrado, clorinado o fosforado.

La preparación del suelo para la siembra y labores culturales de los cultivos se realiza en forma mecanizada en los alrededores de la vereda la Esperanza hacia la parte superior de la cuenca donde las pendientes posibilitan el uso de este tipo de maquinaria. Sin embargo, en la mayoría de fincas se utiliza la preparación manual del suelo tanto para la siembra como para las labores de desyerba y aporque. En cualquiera de los casos, el efecto negativo sobre el suelo es generalmente bastante muy severo.

**Ilustración 13. Fotografía Cuenca alta Rio Chinchiná**



**Ilustración 14. Fotografía Cuenca alta Rio Chinchiná**

Fuente: autoría propia



**Ilustración 15. Fotografía Cuenca alta Rio Chinchiná**

Fuente: autoría propia

#### **8.4. Desarrollo del tercer objetivo propuesto- priorizar los impactos ambientales generados en la cuenca alta del rio Chinchiná mediante el uso de matrices de valoración.**

##### **8.4.1. Matrices de valoración**

##### **8.4.1.1. Matriz de impactos para el sistema ganadero**

Una vez conocidos los impactos se elabora la matriz de interacción en la cual se resume el relacionamiento que existe entre cada una de las variables que intervienen en las diferentes actividades productivas, frente a cada uno de los elementos ambientales. Esto se traduce en la identificación de las actividades que influyen negativamente sobre el elemento. Esta interacción se denotará con una flecha. A partir de la identificación de este relacionamiento se realizará posteriormente la calificación, como se mencionó en el componente metodológico.

##### **- Interacción para el Sistema Abiótico**



SISTEMA	ABIOTICO						
COMPONENTE	ATMOSFERICO			TERRESTRE		HIDRICO	
ELEMENTO	CLIMA	AIRE	RUIDO	GEOMORFOLOGIA	SUELOS	CALIDAD	CANTIDAD
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno		➡	➡		➡		➡
Siembra de pasturas					➡		
Control químico de malezas		➡			➡	➡	
Fertilización	➡				➡	➡	
Establecimiento cercos							➡
Manejo sanitario del ganado		➡				➡	
Pastoreo	➡			➡	➡	➡	

Tabla 3. Interacción Sistema Abiótico

Del anterior relacionamiento se infiere para el sistema abiótico, que el desarrollo de la actividad ganadera en la cuenca alta del río Chinchiná, muestra una marcada concentración de impactos en los componentes terrestre e hídrico, alcanzando el 50% de los impactos para los elementos suelo y agua, especialmente en la calidad de esta última, asignándole un 27,7% para el primero y, 22,2% el segundo.

Ilustración 16. Alteración Geomorfológica



Fuente: autoría propia

- Interacción para el Sistema Biótico

SISTEMA COMPONENTE ELEMENTO	BIOTICO					
	TERRESTRE				ACUATICO	
	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA
<b>ACTIVIDAD</b>						
Adecuación Terreno	➡	➡	➡	➡		
Siembra de pasturas	➡		➡	➡		
Control químico de malezas		➡	➡	➡	➡	➡
Fertilización			➡		➡	➡
Establecimiento cercos	➡	➡				
Manejo sanitario del ganado			➡	➡		➡
Pastoreo	➡	➡	➡		➡	

Tabla 4. Interacción Sistema Biótico

Continuando con la misma lógica de análisis, las afectaciones para el sistema biótico como consecuencia de la actividad ganadera bajo el modelo extensivo de producción utilizado en la cuenca alta, se concentran fundamentalmente sobre el componente terrestre, concentrando el 75% de ellas y, dejando recaer el 33,3% de esos impactos sobre el elemento suelo. Solamente el 25% de los impactos en este caso se concentran sobre el componente acuático.

Ilustración 17. Alteración del paisaje y vegetación



Fuente autoría Propia

- **Interacción para el Sistema Antrópico**

SISTEMA COMPONENTE ELEMENTO	ANTROPICO						
	RECURSOS			INFRAESTRUCTURA		ESTRUCTURA	
	VEGETACION	AGUA	TURISMO	VIAS	ACUEDUCTOS	SOCIAL	OCUPACION DE LA TIERRA
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡
Siembra de pasturas						➡	➡
Control químico de malezas		➡	➡		➡	➡	
Fertilización		➡			➡		
Establecimiento cercos	➡					➡	
Manejo sanitario del ganado		➡				➡	
Pastoreo	➡	➡		➡	➡		➡

Tabla 5. Interacción Sistema Antrópico

Para el análisis de esta interacción, llama la atención como las actividades relacionadas con la adecuación del terreno (incluye intervención de cobertura boscosa) y el pastoreo propiamente dicho, transversalizan sus impactos a través de todos los elementos constitutivos de cada componente

con lo que se infiere un impacto significativo sobre las variables que soportan el sistema antrópico, es decir que se evidencian impactos importantes sobre las variables socioeconómicas de la región. Puesto en términos porcentuales, quiere decir que las dos actividades citadas se encuentran afectando el 40% del sistema.

- **Calificación de impactos del sistema ganadero**

o **Calificación de impactos para el Sistema Abiótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>ABIOTICO</b>							<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>ATMOSFERICO</b>			<b>TERRESTRE</b>		<b>HIDRICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	CLIM A	AIR E	RUID O	GEOMORFOLOGI A	SUELO S	CALIDA D	CANTIDA D	
<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno	0	1	2	0	4		4	<b>11</b>
Siembra de pasturas	0	0	0	0	1			<b>1</b>
Control químico de malezas	0	2	0	0	3	4		<b>9</b>
Fertilización	2	0	0	0	1	3		<b>6</b>
Establecimiento cercos	0	0	0	0			2	<b>2</b>
Manejo sanitario del ganado	0	1	0	0	0	1	0	<b>2</b>
Pastoreo	4	0	0	3	4	4		<b>14</b>
	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>			<b>15</b>		<b>18</b>		<b>45</b>

Tabla 6. Matriz de impactos sistema abiótico

Wa = Peso del componente atmosférico

Wt = Peso del componente terrestre

Wh = Peso del componente hídrico

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$W_a + W_t + W_h = 1$$

$$M_i: 0,26 + 0,34 + 0,40 = 1$$

Medido desde la particularidad del efecto que cada actividad del sistema productivo ganadero ejerce sobre los diferentes elementos, se confirma, con respecto al primer ejercicio de interacción, que la mayor presión se encuentra ejercida sobre el recurso suelo (13) y sobre la calidad del agua (12), sin embargo, al momento de asignarle

valores acumulados a los impactos se aprecia como la proporción se invierte para los componentes, dejando la calidad del agua con un 40% del peso, mientras al suelo le corresponde el 33,3% de los mismos. En igual sentido se ratifica que las actividades más impactantes en conjunto sobre los tres componentes analizados, corresponden al pastoreo y la adecuación de terrenos con 31,1% y 24,4% respectivamente.

En igual sentido y, partiendo del efecto integrador del Indicador de magnitud, se concluye que el estado actual de deterioro desde la perspectiva del sistema abiótico de la cuenca alta del río Chinchiná, como consecuencia acumulativa de la actividad ganadera se clasifica en un nivel medio (51%), lo que es consistente con algunos reportes consultados para el presente estudio y que han sido realizados específicamente para medir este aspecto de la cuenca a partir solamente de variables edafológicas. (RIVERA, 2014)

Complementariamente, se debe destacar como el efecto sobre el clima comienza a cobrar significativa importancia en el sentido que el criterio de valoración se realizó sobre la base del eventual aporte de gases efecto invernadero que realiza la actividad a través de la emisión de gas metano a la atmosfera como producto de las excretas del ganado, alcanzando el 13,3% de los impactos.

○ **Calificación de impactos para el Sistema Biótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>BIOTICO</b>						<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>TERRESTRE</b>				<b>ACUATICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA	
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno*	4	4	3	4	0	0	<b>15</b>
Siembra de	4	0	2	3	0	0	<b>9</b>

pasturas							
Control de químico de malezas	0	3	4	2	3	3	<b>15</b>
Fertilización	0	0	3	0	3	2	<b>8</b>
Establecimiento cercos	3	3	0	1	0	0	<b>7</b>
Manejo sanitario del ganado	0	0	1	2	0	3	<b>6</b>
Pastoreo	4	3	4	0	2	0	<b>13</b>
	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>				<b>16</b>		<b>73</b>

\* Incluye deforestación

**Tabla 7. Matriz de impactos sistema Biótico**

Wt = Peso del componente terrestre

Wa = Peso del componente acuático

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wt + Wa = 1$$

$$Mi: 0,78 + 0,22 = 1$$

Sosteniendo la misma tendencia evidenciada en el análisis del sistema abiótico, se aprecia para el sistema biótico que las actividades de adecuación de terrenos que incluyen deforestación, junto con las actividades específicas del pastoreo se encuentran dentro de las más significativas, alcanzando 20,54% y 17,8% respectivamente. No obstante esta situación, el control químico de malezas aparece con un 20,54% de afectación, pero este se puede catalogar como un efecto emergente dado que no es de masiva representación en el contexto.

Desde La perspectiva de los elementos afectados, se aprecia que tanto la biodiversidad del suelo y el paisaje se encuentran altamente impactado con relación a las demás variables analizadas, mostrando niveles de representatividad en su orden del 20,54% y 23,28%.

Con respecto al comportamiento sobre los componentes, el Indicador de magnitud muestra que mientras el efecto sobre la vida acuática se clasifica como bajo con un Indicador de 0,22, para las variables constitutivas del componente terrestre este alcanza un Indicador de 0,78, posicionándolo en la categoría de Muy Alto deterioro.

○ **Calificación de impactos para el Sistema Antrópico**

<b>SISTEMA</b>	<b>ANTROPICO</b>							<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>RECURSOS</b>			<b>INFRAESTRUCTURA</b>		<b>ESTRUCTURA</b>		
<b>ELEMENTO</b>	VEGETACION	AGUA	TURISMO	VIAS	ACUEDUCTOS	SOCIAL	OCUPACION DE LA TIERRA	
<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno*	2	4	3	2	4	3	4	<b>22</b>
Siembra de pasturas	0	0	0	0	0	4	4	<b>8</b>
Control químico de malezas	0	4	1	0	2	1	0	<b>8</b>
Fertilización	0	4	0	0	2	1	0	<b>7</b>
Establecimiento cercos	1	0	0	0	0	2	0	<b>3</b>
Manejo sanitario del ganado	0	1	0	0	0	1	0	<b>2</b>
Pastoreo	1	1	0	4	4	0	4	<b>14</b>
	<b>4</b>	<b>14</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>			<b>18</b>		<b>24</b>		<b>64</b>

Tabla 8. Matriz de impactos sistema Antrópico

Wr = Peso del componente recursos

Wi = Peso del componente infraestructura

We = Peso del componente estructura

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wr + Wi + We = 1$$

$$Mi: 0,34 + 0,28 + 0,38 = 1$$



El análisis del Indicador de magnitud deja a los componentes de recursos y estructura social como los más afectados con comportamientos un tanto similares pero destacándose que el porcentaje más alto se da sobre la estructura social (38%), lo que es explicable en el sentido que al igual que sucede con el sistema ganadero, estos son modelos productivos que demandan poca mano de obra durante sus ciclos de desarrollo, situación que aunada a la baja densidad de población que presenta la cuenca alta del río Chinchiná, merece especial atención para futuras decisiones.

Muy cerca aparecen los impactos causados sobre el componente de recurso con un 34% y por último, aunque no por ello menos importante aparecen los impactos sobre la infraestructura física con un 28%, como producto de los actuales modelos de producción ganadera desarrollados en la cuenca alta del río Chinchiná.

#### 8.4.1.2. MATRIZ DE IMPACTOS PARA EL SISTEMA FORESTAL

##### - Interacción para el Sistema Abiótico

SISTEMA COMPONENTE ELEMENTO	ABIOTICO						
	ATMOSFERICO			TERRESTRE		HIDRICO	
	CLIMA	AIRE	RUIDO	GEOMORFOLOGIA	SUELOS	CALIDAD	CANTIDAD
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno					➡	➡	➡
Establecimiento de la Plantación	➡				➡		➡
Control químico de malezas		➡			➡	➡	
Fertilización		➡			➡	➡	
Manejo fitosanitario		➡			➡	➡	
Cosecha	➡	➡	➡		➡	➡	➡

Tabla 9. Interacción para el Sistema Abiótico

La interrelación de impactos para el sistema abiótico, como producto de la actividad forestal en la cuenca alta del río Chinchiná, se concentra de forma equilibrada en los tres componentes, alcanzando porcentajes similares para los elementos aire, suelo y agua, especialmente en la calidad de esta última, asignándole en un 28,57% a los efectos sobre el suelo. Se evidencia como la actividad muestra impactos sobre el clima

**Ilustración 18. Fotografía Cuenca alta del Río Chinchiná**



Fuente: autoría propia

**- Interacción para el Sistema Biótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>BIOTICO</b>					
<b>COMPONENTE</b>	<b>TERRESTRE</b>				<b>ACUATICO</b>	
<b>ELEMENTO</b>	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA
<b>ACTIVIDAD</b>						

Adecuación Terreno	➡	➡	➡	➡		
Establecimiento de la Plantación	➡	➡	➡	➡		
Control químico de malezas	➡	➡	➡	➡	➡	➡
Fertilización			➡		➡	
Manejo fitosanitario				➡	➡	➡
Cosecha	➡	➡	➡	➡	➡	➡

Tabla 10. Interacción para el Sistema Biótico

Como se puede apreciar, la actividad forestal en el entorno de la cuenca alta del río Chinchiná plantea una serie de impactos bastante generalizados sobre los componentes y elementos que los integran, alcanzando un 75% de impactos de manera integrada sobre el total posible según las variables utilizadas en el presente análisis, dejando ver de antemano las implicaciones que esta actividad ocasiona sobre el ecosistema.

- **Interacción para el Sistema Antrópico**

SISTEMA COMPONENTE	ANTROPICO						
	RECURSOS			INFRAESTRUCTURA		ESTRUCTURA	
ELEMENTO	VEGETACION	AGUA	TURISMO	VIAS	ACUEDUCTOS	SOCIAL	OCUPACION DE LA TIERRA
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno	➡	➡				➡	➡
Establecimiento de la Plantación	➡	➡	➡	➡		➡	➡
Control químico de malezas	➡	➡				➡	
Fertilización						➡	
Manejo fitosanitario			➡			➡	
Cosecha	➡		➡	➡	➡	➡	

Tabla 11. Interacción para el Sistema Antrópico

Desde el punto de vista de las afectaciones que el sistema forestal produce sobre los elementos que integran estos componentes se aprecia, a diferencia de los anteriores análisis de interacción como, la estructura social sufre un representativo impacto, el cual debe ser interpretado desde aquellos aspectos que involucran la generación de ingresos, situación que nos conduce a pensar que la producción forestal en la zona amerita un tratamiento específico, lo que seguramente se confirmará en el momento de asignar los correspondientes valores a cada interacción aquí seleccionada

○ **Calificación de impactos del sistema forestal**

De la misma manera que el sistema ganadero, para la valoración de impactos se tendrá en cuenta fundamentalmente la intensidad y la magnitud de los impactos bajo las mismas escalas de calificación y los mismos criterios de valoración.

○ **Calificación de impactos para el Sistema Abiótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>ABIOTICO</b>							<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>ATMOSFERICO</b>			<b>TERRESTRE</b>		<b>HIDRICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	CLIM A	AIR E	RUID O	GEOMORFOLOGI A	SUELO S	CALIDA D	CANTIDA D	
<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno	0	0	0	0	2	1	3	<b>6</b>
Establecimiento de la Plantación	1	0	0	0	2	0	4	<b>7</b>
Control químico de malezas	0	1	0	0	3	1	0	<b>5</b>
Fertilización	0	2	0	0	2	2	0	<b>5</b>
Manejo fitosanitario	0	1	0	0	1	2	0	<b>5</b>
Cosecha	3	1	2	0	2	1	2	<b>11</b>
	4	5	2	0	12	7	9	
	<b>11</b>			<b>12</b>		<b>16</b>		<b>39</b>

Tabla 12. Calificación de impactos para el Sistema Abiótico

Wa = Peso del componente atmosférico

Wt = Peso del componente terrestre

Wh = Peso del componente hídrico

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wa + Wt + Wh = 1$$

$$Mi: 0,29 + 0,30 + 0,41 = 1$$

La anterior valoración permite visualizar como los modelos forestales comerciales actualmente desarrollados en la cuenca alta del río Chinchiná pueden estar impactando con mayor significancia el recurso hídrico a partir de las actividades inherentes al establecimiento de las plantaciones (incluye crecimiento vegetativo) y su posterior cosecha, cubriendo algo más del 40% de estos, situación que de hecho confirma desde un punto de vista cualitativo lo reportado por fuentes secundarias bajo condiciones experimentales. No obstante los otros componentes, atmosférico y terrestre, aunque presentan niveles inferiores son equivalentes entre sí.

El aspecto favorable de este resultado lo constituye la reducida cobertura que tiene este sistema productivo al interior de las áreas destinadas al uso comercial de esta sección de la cuenca, situación que no exime de plantear alternativas más sostenibles para su desarrollo en el territorio.

○ **Calificación de impactos para el Sistema Biótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>BIOTICO</b>						<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>TERRESTRE</b>				<b>ACUATICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA	



<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno	1	1				1	4	<b>7</b>
Establecimiento de la Plantación	4	4	2	2		3	4	<b>19</b>
Control químico de malezas	1	3				1		<b>5</b>
Fertilización						1		<b>1</b>
Manejo fitosanitario			1			1		<b>2</b>
Cosecha	4		2	3	2	4		<b>15</b>
	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>23</b>			<b>7</b>		<b>19</b>		<b>49</b>

Tabla 14. Calificación de impactos para el Sistema Antrópico

$W_r$  = Peso del componente recursos

$W_i$  = Peso del componente infraestructura

$W_e$  = Peso del componente estructura

$M_i$  = Indicador de Magnitud de impactos

$$W_r + W_i + W_e = 1$$

$$M_i: 0,47 + 0,14 + 0,39 = 1$$

Del análisis anterior se deduce que aunque efectivamente la mayor proporción de los impactos derivados de la actividad forestal sobre el componente antrópico sigue recayendo sobre la base natural con un 47%, se destaca con mucha preponderancia el efecto que este modelo de producción representa para la estructura social, con un 39%, bajo el entendido que las acciones propias de este sistema productivo de alguna manera se reflejan sobre la generación de ingresos de las comunidades aledañas, en el sentido que la mano de obra requerida se ve afectada considerablemente debido a que es de carácter muy transitorio y en épocas muy concretas dado la prolongado ciclo productivo de las plantaciones lo que redundará visiblemente sobre las variables socioeconómicas de la zona teniendo en consideración que estas son áreas de muy baja densidad de población.

### 8.4.1.3. MATRIZ DE IMPACTOS PARA LOS CULTIVOS LIMPIOS

- Interacción para el Sistema Abiótico

SISTEMA	ABIOTICO						
	ATMOSFERICO			TERRESTRE		HIDRICO	
COMPONENETE	CLIMA	AIRE	RUIDO	GEOMORFOLOGIA	SUELOS	CALIDAD	CANTIDAD
ELEMENTO							
ACTIVIDAD							
Adecuación Terreno	➡	➡	➡	➡	➡	➡	➡
Siembra					➡		
Labores culturales (Aporque)				➡	➡	➡	
Control químico de malezas		➡			➡	➡	
Fertilización	➡	➡			➡	➡	
Manejo fitosanitario	➡	➡			➡	➡	
Cosecha					➡	➡	

Tabla 15. Interacción para el Sistema Abiótico

Vistos de manera integral, el manejo de los cultivos propios de las diferentes secciones de la cuenca alta, es decir, hortalizas y papa, muestran una característica común y, es la relacionada con el hecho que son sistemas altamente demandantes de insumos químicos y un significativo laboreo de los suelos. Por esta razón el análisis de relacionamiento evidencia como los impactos se concentran sobre el recurso suelo y consecuentemente sobre la calidad del agua, entendido este como un efecto colateral.

- **Interacción para el Sistema Biótico**

SISTEMA	BIOTICO					
	TERRESTRE				ACUATICO	
COMPONENETE	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA
ELEMENTO						
ACTIVIDAD						
Adecuación Terreno	➡	➡	➡	➡		



Siembra	➡	➡	➡	➡		
Labores culturales (Aporque)	➡	➡	➡	➡		
Control químico de malezas		➡	➡	➡	➡	➡
Fertilización			➡		➡	➡
Manejo fitosanitario			➡	➡	➡	➡
Cosecha			➡	➡		

Tabla 16. Interacción para el Sistema Biótico

Para el caso del sistema Biótico, los elementos vivos contenidos en el suelo y la fauna conexas aparecen como los más impactados por las actividades agrícolas, en esta ocasión, lo que es predecible cuando quiera que este recurso se constituye en el sustrato principal sobre el cual se desarrollan estas actividades. Entre tanto, el elemento fauna afectado se encontraría representado fundamentalmente y en mayor proporción por las especies de insectos y algunos macro y microinvertebrados sin descartar algunas especies de aves y pequeños mamíferos. Entre los dos elementos el análisis contempla un 50% de los impactos.

- **Interacción para el Sistema Antrópico**

SISTEMA COMPONENTE	ANTROPICO						
	RECURSOS			INFRAESTRUCTURA		ESTRUCTURA	
ELEMENTO	VEGETACION	AGUA	TURISMO	VIAS	ACUEDUCTOS	SOCIAL	OCUPACION DE LA TIERRA
ACTIVIDAD							
Adecuación Terreno			➡			➡	➡
Siembra	➡		➡				➡
Labores culturales (Aporque)						➡	➡

Control químico de malezas		➔			➔	➔	
Fertilización		➔					
Manejo fitosanitario		➔				➔	
Cosecha				➔		➔	

Tabla 17. Interacción para el Sistema Antrópico

La interacción para el componente antrópico se ve influenciada para el elemento social en un 35% con respecto al total de los impactos identificados para la cuenca desde esta perspectiva. Se parte de la base que las actividades agrícolas, en principio, a pesar de representar ingresos y mejores condiciones socioeconómicas para los habitantes, tienen ciertas implicaciones que por afectar el ecosistema inciden directamente en esas variables, como sería el caso del deterioro de las vías por la extracción de los productos cosechados y su consecuente impacto sobre la movilidad de las personas.

Como sucede en el caso de la producción forestal, la cuenca alta del río Chinchiná cuenta con la favorabilidad que las áreas de siembra en sistemas agrícolas actualmente no presentan un nivel de representatividad muy alto, situación que de hecho no le debe restar importancia al momento de formular estrategias o líneas de acción para el territorio.

En este aspecto es importante destacar que la variable de ocupación de la tierra que cuenta con un 17,64% de los impactos, cobra decidida importancia debido a que los propietarios de la tierra en la sección alta de la cuenca corresponden a latifundistas lo que tiene una alta incidencia en la ocupación de la tierra y los beneficios económicos de las actividades productivas agrícolas.

- **Calificación de impactos del sistema agrícola**

○ **Calificación de impactos para el Sistema Abiótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>ABIOTICO</b>							<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>ATMOSFERICO</b>			<b>TERRESTRE</b>		<b>HIDRICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	CLIM A	AIR E	RUID O	GEOMORFOLOGI A	SUELO S	CALIDA D	CANTIDA D	
<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno	1	1	0	1	3	4	4	<b>14</b>
Siembra	0	0	0	0	4	0	0	<b>4</b>
Labores culturales (Aporque)	0	0	0	1	4	4	0	<b>9</b>
Control químico de malezas	0	2	0	0	3	4	0	<b>9</b>
Fertilización	1	2	0	0	3	3	0	<b>9</b>
Manejo fitosanitario	1	2	0	0	2	4	0	<b>9</b>
Cosecha	0	0	0	0	4	4	0	<b>8</b>
	<b>3</b>	<b>7</b>		<b>2</b>	<b>23</b>	<b>23</b>	<b>4</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>			<b>25</b>		<b>27</b>		<b>62</b>

Tabla 18. Interacción para el Sistema Abiótico

Wa = Peso del componente atmosférico

Wt = Peso del componente terrestre

Wh = Peso del componente hídrico

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wa + Wt + Wh = 1$$

$$Mi: 0,16 + 0,40 + 0,44 = 1$$

Los componentes terrestre e hídrico presentan los mayores valores de afectación, con el 40% y 44% frente al componente atmosférico. Dentro de las actividades que generan mayor impacto se debe considerar que, adecuación del terreno, siembra y labores culturales, generalmente se

deben considerar de manera conjunta lo que deja ver que representan también el 44% de la causalidad de los procesos.

○ **Calificación de impactos para el sistema biótico**

<b>SISTEMA</b>	<b>BIOTICO</b>						<b>T</b>
<b>COMPONENTE</b>	<b>TERRESTRE</b>				<b>ACUATICO</b>		
<b>ELEMENTO</b>	PAISAJE	VEGETACION	SUELO	FAUNA	VEGETACION	FAUNA	
<b>ACTIVIDAD</b>							
Adecuación Terreno	3	2	3	2	0	0	<b>10</b>
Siembra	2	1	1	1	0	0	<b>5</b>
Labores culturales (Aporque)	2	1	2	1	0	0	<b>6</b>
Control químico de malezas	0	2	2	2	0	0	<b>6</b>
Fertilización	0	0	3		2	1	<b>6</b>
Manejo fitosanitario	0	0	2	4	2	2	<b>10</b>
Cosecha	0	0	1	1	0	0	<b>2</b>
	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>38</b>				<b>7</b>		<b>45</b>

Tabla 19. Interacción para el Sistema Biótico

Wt = Peso del componente terrestre

Wa = Peso del componente acuático

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wt + Wa = 1$$

$$Mi: 0,84 + 0,16 = 1$$

La interacción del componente biótico arroja resultados muy contundentes sobre el impacto que reciben los elementos vivos del ecosistema alcanzando un 84% de los impactos adversos en el componente terrestre,

en tanto que esos mismos impactos sobre el material vivo del recurso hídrico es bastante menor, con un 16% de ellos.

Se hace posible evidenciar con el anterior análisis que todos los aspectos relacionados con el uso de productos de síntesis en con junto superan ligeramente los relacionados con actividades de manejo del suelo alcanzando porcentajes de 48,88% y 46,66% respectivamente.

○ **Calificación de impactos para el Sistema Antrópico**

SISTEMA COMPONENTE	ANTROPICO							T
	RECURSOS			INFRAESTRUCTURA		ESTRUCTURA		
ELEMENTO	VEGETACION	AGUA	TURISMO	VIAS	ACUEDUCTOS	SOCIAL	OCUPACION DE LA TIERRA	
<b>ACTIVIDAD</b>								
Adecuación Terreno	0	0	2	0	0	3	3	<b>8</b>
Siembra	1	0	2	0	0	1	2	<b>6</b>
Labores culturales (Aporque)	0	0	0	0	0	1	2	<b>3</b>
Control químico de malezas	0	2	0	0	2	3		<b>7</b>
Fertilización	0	2	0	0	0	0	0	<b>2</b>
Manejo fitosanitario	0	2	0	0	0	0	0	<b>2</b>
Cosecha	0			2				<b>2</b>
	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>			<b>4</b>		<b>15</b>		<b>30</b>

Tabla 20. Interacción para el Sistema Antrópico

Wr = Peso del componente recursos

Wi = Peso del componente infraestructura

We = Peso del componente estructura

Mi = Indicador de Magnitud de impactos

$$Wr + Wi + We = 1$$

$$Mi: 0,36 + 0,14 + 0,50 = 1$$

La interacción antrópica, evidentemente muestra que el 50% de los impactos de los sistemas agrícolas de las diferentes secciones de la cuenca

se concentran en las interrelaciones sociales asociadas a los grupos sociales como a la ocupación del territorio, lo que permite inferir que desde el punto de vista de la magnitud de los impactos es un factor de alta relevancia para la toma de decisiones especialmente en lo relacionado con políticas y uso del territorio.

#### **8.4.1.4. INDICES CUALITATIVOS DE LA CUENCA ALTA DEL RIO CHINCHINÁ**

A continuación se describen los indicadores propuestos para medir la magnitud del impacto ambiental por componente según la valoración matricial y sus resultados que son la fuente de generación de conclusiones dado el comportamiento de los mismos.

Lo anterior con el propósito de identificar los sistemas productivos que tienen mayor impacto según el componente que se analice, para establecer una priorización que nos conduzca a la generación de líneas estratégicas, su ejecución y medición en futuros estudios, que a su vez determinen el nivel de intervención de las autoridades competentes en respuesta a su degradación o mejoramiento.

Cada indicador define una comparación entre sistemas, sistemas productivos y componentes que permite visualizar de manera clara el resultado matricial. (Sistema Nacional de Información Ambiental de Nicaragua)

**a) Índices de Magnitud de impactos en el sistema abiótico por componente:**

INDICADOR DE MAGNITUD DE IMPACTOS SISTEMA ABIOTICO				
Sistema de Uso		Sistema Ganadero	Sistema Forestal	Sistema Agrícola
Componente				
Atmosférico		0,26	0,29	0,16
Terrestre		0,34	0,30	<b>0,40</b>
Hídrico		0,40	0,41	<b>0,44</b>

Los impactos sobre el sistema Abiótico producidos por la actividad agrícola que se desarrolla de manera insipiente en la cuenca alta del río Chinchiná y, que se encuentra representada por el establecimiento de cultivos de papa en la sección superior y hortalizas en la inferior de la misma, se constituye en fuente de impactos de carácter medio para los recursos suelo y agua, por encima de los producidos por los sistemas ganadero y forestal que aunque se localizan también en nivel medio de impactos, alcanzan valores inferiores.

**b) Índice de Magnitud de impactos en el sistema biótico por componente:**

INDICADOR DE MAGNITUD DE IMPACTOS SISTEMA BIOTICO				
Sistema de Uso		Sistema Ganadero	Sistema Forestal	Sistema Agrícola
Componente				
Terrestre		<b>0,78</b>	<b>0,80</b>	<b>0,84</b>
Acuático		0,22	0,20	0,16

Los impactos sobre el sistema Biótico, producidos por los modelos de producción ganadera, forestal y agrícola en la cuenca alta del río Chinchiná se

clasifican como Muy Altos para los tres sistemas cuando se trata del efecto producido sobre la biota del suelo. Los modelos agrícolas sobresalen en cuanto al nivel de impactos con relación al sistema forestal y ganadero respectivamente.

**c) Índice de Magnitud de impactos en el sistema abiótico por componente:**

INDICADOR DE MAGNITUD DE IMPACTOS SISTEMA ANTROPICO			
Sistema de Uso	Sistema Ganadero	Sistema Forestal	Sistema Agrícola
Componente			
Recursos Naturales	0,34	<b>0,47</b>	0,36
Infraestructura Física	0,28	0,14	0,14
Estructura Social	0,38	0,39	<b>0,50</b>

Los impactos sobre el sistema Antrópico que tiene asiento en la cuenca alta del río Chinchiná, se manifiestan como del nivel medio de afectación de la estructura social cuando se trata de los sistemas de producción agrícola, con la característica que se ubica este Indicador en el límite superior de calificación antes de pasar al nivel alto.

Se destaca también la relevancia obtenida por el sistema forestal en cuanto a la afectación que sobre el componente social y cultural se produce como consecuencia del eventual deterioro de la base natural de la cuenca.



## 9. CONCLUSIONES

- Los sistemas de producción agrícolas y pecuarios identificados en la cuenca alta del río Chinchiná fueron: sistema ganadero, sistema forestal, cultivos limpios (frutales, papa, mora, hortalizas) y ecoturismo, estos como sistemas predominantes en la extensión total de la cuenca alta del río Chinchiná.
- En el desarrollo el trabajo también fue posible determinar que los sistemas productivos pecuarios de pequeña escala más frecuentes son: porcicultura, avicultura, apicultura y equinos; estos no son utilizados como producciones comerciales, sino para su autoconsumo, por tal razón no se incluyeron en el estudio.
- Las actividades agropecuarias desarrolladas en la cuenca alta del río Chinchiná impacta los componentes atmosféricos, terrestres e hídricos de la región debidos al uso excesivo que se da de estos.
- Con el presente trabajo se confirma que la metodología exploratoria se constituye en un instrumento de significativa importancia para indagar de manera preliminar sobre una problemática específica y definir los aspectos que ameritan iniciar procesos de medición cuantitativa bajo el método científico.
- A partir de las interacciones entre los sistemas bióticos, abióticos y antrópicos se definieron las escalas de valoración de elementos que condujeron a establecer los Indicadores de Magnitud de impactos para cada sistema, lo que hizo posible que a partir de un proceso de valoración cualitativa se encontraran indicadores para cada sistema con rangos de valoración numérica, de la siguiente manera:

Bajo	0 - 0.25
Medio	0.26 - 0.50
Alto	0.51 - 0.75
Muy Alto	0.76 - 1.0

- Con base en los resultados de los indicadores de magnitud se concluye de manera particular:
  - . Según los resultados obtenidos mediante los Indicadores de Magnitud, es posible inferir que los impactos ambientales producidos sobre la cuenca alta del río Chinchiná y que se generan a partir de los actuales modelos de manejo de la actividad ganadera, Agrícola y Forestal, se concentran en primer lugar sobre el recurso Agua, en segundo término sobre el recurso Suelo y tercero sobre el componente Atmosférico cuando se trata de los impactos sobre el medio natural o Abiótico.
  - Los impactos producidos sobre el componente Biótico, es decir sobre los elementos vivos que integran el ecosistema se concentran con mayor preponderancia para todos los sistemas productivos analizados, primero sobre el recurso Suelo y segundo sobre el recurso Hídrico.
  - Desde el punto de vista de las interacciones sobre el sistema Antrópico, en los sistemas productivos ganadero y agrícola se manifiesta que los impactos se encuentran dirigidos con mayor magnitud hacia las variables puramente sociales en tanto que el sistema forestal evidencia más impactos sobre las relaciones socioeconómicas que implica su establecimiento en la cuenca alta de la cuenca y que para el caso se encuentran representados en los recursos físicos que tiene afectación sobre los ingresos económicos de las comunidades.
  - Los impactos generados sobre el componente atmosférico como consecuencia de las actividades productivas analizadas comienzan a evidenciar ciertos niveles de importancia que es necesario atender tanto desde la perspectiva de nuevos estudios como desde la formulación políticas públicas.
  - Las tendencias mostradas a partir de las observaciones de campo y validadas con la calificación de intensidad y magnitud

permiten deducir que los modelos de manejo de las actividades productivas ganadera, agrícola y forestal en la cuenca alta del río Chinchiná poseen un alto grado de insostenibilidad ambiental.

- Queda en evidencia que los sistemas de producción ganadera en la cuenca alta del río Chinchiná, teniendo en cuenta las características propias de la cuenca alta en cuanto a sus pendientes (morfometría), material parental de los suelos, régimen climático y cobertura, principalmente, hasta ahora han causado impactos de carácter medio para la mayoría de las variables revisadas.

## 10. RECOMENDACIONES

A partir de los análisis y resultados obtenidos con el presente trabajo se recomienda iniciar procesos de gestión interinstitucional tendientes al desarrollo e implementación de algunas líneas estratégicas que se espera puedan contribuir de cierta manera con los procesos de gestión tendientes a conservar y recuperar la cuenca alta del río Chinchiná de forma que se garantice para el futuro la provisión de bienes y servicios ambientales para las comunidades que se benefician de ella.

En este sentido, se proponen las siguientes líneas estratégicas:

SITUACION CRITICA	LINEA ESTRATEGICA	ACCIONES A DESARROLLAR
Baja presencia institucional para ejercer control sobre las actividades de los sectores productivos	Articulación interinstitucional	Apoyar la conformación de acuerdos interinstitucionales en el territorio de la cuenca alta del río Chinchiná.
		Gestionar la intervención público-privada.
		implementación de proyectos productivos sostenibles
Ausencia de Planificación Territorial con enfoque de cuenca al interior de las instituciones.	Formulación de Planes de Acción Institucionales públicos, privados y académicos con enfoque de cuenca	Mejorar el entendimiento del concepto de Desarrollo Rural territorial.
		Impulsar la aplicación normativa en materia territorial.
		Generar mecanismo para la implementación de los planes.
Ineficiente presencia de programas de fomento y/o apoyo a las actividades productivas propician deterioro ambiental.	Implementación de un esquema de Incentivos a la Conservación o de Pago por Servicios Ambientales	Generación de bolsas comunes publico-privadas para apoyar la reconversión de sistemas productivos.
		Generación de conciencia ambiental en todos los sectores.
		Mayor apoyo técnico a este tipo de iniciativas
Inexistencia de procesos de gobernanza en la cuenca	Fortalecimiento de la incidencia de las comunidades locales en la formulación de políticas públicas.	Impulsar la participación de las comunidades en las decisiones institucionales.
		Desarrollar e innovar en procesos de capacitación para participación ciudadana.
		Abrir espacios de articulación frente a los nuevos procesos de transformación social rural.

Desconocimiento del estado real de deterioro de la cuenca	Estructuración y desarrollo de un sistema de monitoreo y evaluación	Establecer un sistema de indicadores para la cuenca.
		Vinculación de la academia en estudios y medición de impactos.
		Gestión de recursos económicos para este propósito.
Las comunidades presentan un bajo nivel de compromiso en los procesos de control	Generación de mecanismos efectivos que verifiquen la implementación del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Chinchiná.	Crear incentivos para que las comunidades ejerzan control de actividades institucionales.
		Propiciar el respeto de los procesos sancionatorios ante el incumplimiento de los planes de acción.
		Dinamizar la creación de veedurías en las comunidades.



## 12. BIBLIOGRAFIA

1. Corpocaldas, Asocars ,UN. (2012). Plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca hidrografica del río chinchiná en el departamento de caldas –pomca Chinchiná. En [http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1508/1-SintesisPOMCARioChinchina\\_.pdf](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1508/1-SintesisPOMCARioChinchina_.pdf)
2. Corpocaldas.(1990) .Plan de ordenamiento ambiental del territorio de la cuenca del Río Chinchiná: síntesis del diagnóstico. En <http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13067>.
3. Corpocaldas, Asocars ,UN.(2012). plan de ordenación y manejo ambiental de la cuenca hidrografica del río chinchiná en el departamento de caldas –pomca Chinchiná. En [http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1508/1-SintesisPOMCARioChinchina\\_.pdf](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/1508/1-SintesisPOMCARioChinchina_.pdf)
4. Brayan Silvia. (2011). Descripción detallada de los suelos. En [ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00\\_shape\\_suelos/DEPARTAMENTALES\\_2011\\_Brayan\\_Silvia/RISARALDA/MEMORIA%20TECNICA/Perfiles.pdf](ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/DEPARTAMENTALES_2011_Brayan_Silvia/RISARALDA/MEMORIA%20TECNICA/Perfiles.pdf)
5. Corpocaldas.( Abril de 2010). reserva forestal protectora de las cuencas hidrógraficas de río blanco y quebrada olivares. En : [http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/576/Plan\\_Manejo\\_.pdf](http://www.corpocaldas.gov.co/publicaciones/576/Plan_Manejo_.pdf)
6. Libros de la Colección Ecológica del Banco de Occidente.(2011).paramos de Colombia. En <http://www.imatedores.com/banocc/paramos/bibliografia.htm>
7. Castaño U. Carlos. 1991. Bosques de Niebla de Colombia, Bogotá.
8. Instituto Alexander von Humboldt. 2007, Atlas de Parámetros de Colombia. Bogotá

9. Rodríguez D. Hector A. 2008. Estudios de Impacto Ambiental, Guía Metodológica. Bogotá.
10. INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA, IICA. Manejo Forestal Sostenible en la Región Andina. Bogotá.
11. FINAFIFO, CONAFOR y Ministerio del Medio Ambiente del Ecuador. 2012. Lecciones aprendidas para el REED desde los programas de pago por servicios ambientales e incentivos para la conservación. Ecuador.
12. Moreno D, Alfonso. 2007. Gestión Integral de cuencas. Perú.
13. Ministerio de Agricultura y Riego. 2014. Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la Cuenca Chira Piura. Perú
14. Rivera C, Juan M. 2014. El territorio y la ordenación de cuencas. La Dorada, Caldas
15. Rivera C, Juan M. 2002. Suelo y Medio Ambiente en la Explotación Ganadera. Armenia, Quindío.
16. Universidad nacional de Colombia, 2013, PLAN DE ORDENACIÓN Y MANEJO AMBIENTAL DE LA CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO CHINCHINÁ EN EL DEPARTAMENTO DE CALDAS –POMCA CHINCHINÁ-, Síntesis del Diagnóstico. IDEA, Manizales
17. AGUAS DE MANIZALES S.A. E.S.P, 2005, Estudio de Factibilidad para la Recuperación y Mantenimiento de la Calidad de la Cuenca del Río Chinchiná – Fase I, Proyecto No. 022-2005., Manizales,
18. Corporación Autónoma Regional de Caldas, 2013, DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE CALDAS PLAN DE ACCION 2013 – 2015, Manizales.
19. Rivera C, 2010, Juan M. EVALUACIÓN DE DETERMINANTES EDAFOLÓGICAS PARA EL DISEÑO DE ALTERNATIVAS DE



PRODUCCIÓN SOSTENIBLE EN LA CUENCA DEL RÍO CHINCHINÁ, Tesis de grado. Manizales.

20. INSTITUTO GEODRAFICO AGUSTIN CODAZZI, 2004, Suelos de Caldas. Bogotá.
21. CORPOCALDAS, ESTUDIO SOBRE EL ESTADO ACTUAL DE LOS PÁRAMOS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS.
22. CORPOCALDAS 2007, PLAN DE MANEJO DE LOS PARAMOS DEL DEPARTAMENTO DE CALDAS. INFORME FINAL.
23. CORPOCALDAS, Manizales, 2010, RESERVA FORESTAL PROTECTORA DE LAS CUENCAS HIDRÓGRAFICAS DE RÍO BLANCO Y QUEBRADA OLIVARES, PLAN DE MANEJO,
24. Hernández S., Roberto, 2006, METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN, Bogotá.
25. Rivera G, D., 2013, DISEÑO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL TRANSECTO VIAL MALTERIA