

Metodología evaluación impacto ambiental (EIA) de actividad agropecuaria, Páramo La Cortadera, veredas Butaga, Chaguata y Puerta Chiquita, Municipio de Pesca, Boyacá

Por:

Claudia Milena Moreno Tay

Sergio Felipe Valenzuela Salamanca

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Sogamoso 2017

Metodología evaluación impacto ambiental (EIA) de actividad agropecuaria, Páramo La Cortadera, veredas Butaga, Chaguata y Puerta Chiquita, Municipio de Pesca, Boyacá

Por:

Claudia Milena Moreno Tay

Sergio Felipe Valenzuela Salamanca

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Ambiental

Asesora: Guisett Gómez Siachoque

Ingeniera Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia Unad

Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Ingeniería Ambiental

Sogamoso 2017

Nota de Aceptación

---

---

Carla Johanna Suarez Calderon  
Ingeniera Ambiental y sanitaria  
Mgtr.

---

Jurado

Sogamoso 27 de diciembre de 2017

### *Agradecimientos*

Los autores expresan su agradecimiento a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia por las herramientas brindadas durante el proceso formativo, y a las personas que prestaron su apoyo para el logro de los objetivos propuestos.

Un agradecimiento especial para el Profesor Jairo Granados Moreno Lic. Química; Msc. por su asesoría técnica y sus consejos.

Al ingeniero Enrique Velandia, por compartir sus experiencias profesionales, que ampliaron la visión de los autores.

Y finalmente, a la ingeniera Guisett Gómez Siachoque.

**Dedicatoria**

*Dedico este proyecto a mi esposo Sergio Villalba, mi compañero de luchas, y a nuestros pequeños Juan y Alejandro, motor de vida...*

*Claudia Moreno*

*Dedico este proyecto a mi padre, a mi madre y a mi hermano, por su apoyo emocional y económico durante el proceso de formación y el proceso de realización de este proyecto...*

*Sergio Valenzuela*

## Tabla de contenidos

	Pág.
<b>Resumen</b>	<b>13</b>
<b>Abstract</b>	<b>14</b>
<b>Introducción</b>	<b>15</b>
<b>1. Planteamiento del problema</b>	<b>17</b>
<b>2. Justificación</b>	<b>19</b>
<b>3. Objetivos</b>	<b>21</b>
3.2. Objetivo General	21
3.2. Objetivos específicos	21
<b>4. Estado del arte</b>	<b>22</b>
4.1. Antecedentes de la EIA	22
4.2. Impactos del sector agropecuario en Colombia	23
4.2.1. <i>Impactos de actividades agropecuarias en el Páramo</i>	25
<b>5. Marco referencial</b>	<b>27</b>
5.1. Marco teórico	27
5.1.1. <i>Generalidades sobre los páramos</i>	27
5.1.2. <i>Páramos como ecosistemas estratégicos</i>	27
5.1.3. <i>Amenazas directas e indirectas sobre el Páramo La Cortadera</i>	27
5.2. Marco conceptual	29
5.3. Marco legal	31
5.4. Marco geográfico	32
5.4.1. <i>Localización y delimitación del páramo la Cortadera</i>	32
5.4.2. <i>Localización y delimitación del área de interés</i>	33
5.4.3. <i>Aspectos políticos y administrativos</i>	33
<b>6. Materiales y métodos</b>	<b>35</b>
6.1. Fase de campo	38

6.1.1.	<i>Localización de la investigación.</i>	38
6.1.2.	<i>Procedimientos seguidos en campo para realizar los muestreos</i>	39
6.1.3.	<i>Datos agroclimáticos de las muestras</i>	41
<b>7.</b>	<b>Metodología</b>	<b>43</b>
7.1.	Método para la caracterización socioeconómica	44
7.1.1.	<i>Población y muestra</i>	44
7.1.2.	<i>Variables de estudio</i>	46
7.2.	Método para la caracterización biofísica	48
7.3.	Método de muestreo de agua	50
7.4.	Método de muestreo de suelos	50
7.5.	Caracterización de los procesos agropecuarios de la región	51
7.5.1.	<i>Cultivo de papa tocarreña (Solanum Tuberosum)</i>	51
7.5.2.	<i>Cuidado de ganado normando (Bos Taurus)</i>	60
7.6.	Metodología propuesta para la EIA de actividades agropecuarias	66
7.6.1.	<i>Bases generales de la propuesta metodológica</i>	66
7.6.2.	<i>Marco metodológico de la propuesta de EIA</i>	71
<b>8.</b>	<b>Resultados y análisis</b>	<b>77</b>
8.1.	Generalidades	77
8.2.	Caracterización biofísica del área de en estudio	84
8.2.1.	<i>Suelos</i>	84
8.2.2.	<i>Análisis Físicoquímico de los suelos muestreados</i>	87
8.2.3.	<i>Condiciones climáticas</i>	92
8.2.4.	<i>Sistema hídrico</i>	94
8.2.5.	<i>Análisis Físicoquímico de Aguas</i>	96
8.2.6.	<i>Fauna y flora</i>	101
8.3.	Evaluación del impacto ambiental de las actividades agropecuarias en estudio	110
8.3.1.	<i>EIA del Cultivo de papa Tocarreña</i>	112
8.3.1.	<i>EIA del cuidado de ganado Normando</i>	114
<b>9.</b>	<b>Zonificación ambiental y plan de manejo ambiental (PMA)</b>	<b>116</b>
9.1.	Zonificación ambiental	116
9.1.1.	<i>Cartografía temática</i>	118
9.1.4.	<i>Usos del ecosistema de acuerdo con las unidades de manejo</i>	122
9.2.	Plan de manejo ambiental	124
<b>10.</b>	<b>Presupuesto del proyecto</b>	<b>141</b>
<b>11.</b>	<b>Conclusiones</b>	<b>143</b>

<b>12. Recomendaciones</b>	<b>146</b>
<b>13. Lista de referencias</b>	<b>147</b>
<b>Apéndices</b>	<b>152</b>

## Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. <i>Métodos de evaluación de EIA</i>	23
Tabla 2. <i>Marco normativo</i>	31
Tabla 3. <i>Materiales utilizados para la toma de datos socioeconómicos</i>	35
Tabla 4. <i>Materiales utilizados para la caracterización biofísica del área en estudio</i>	36
Tabla 5. <i>Materiales usados en campo para el muestro de flora</i>	37
Tabla 6. <i>Materiales utilizados en campo para el muestreo de suelos y aguas</i>	37
Tabla 7. <i>Datos agroclimáticos de las muestras de suelos.</i>	41
Tabla 8. <i>Datos agroclimáticos de las muestras de agua.</i>	42
Tabla 9. <i>Parámetros del cálculo</i>	45
Tabla 10. <i>Variables socioeconómicas</i>	46
Tabla 11. <i>Variables ambientales</i>	47
Tabla 12. <i>Técnicas utilizadas para obtener la información socioeconómica</i>	48
Tabla 13. <i>Técnicas utilizadas para obtener la información biofísica</i>	49
Tabla 14. <i>Fuente de origen de las muestras</i>	50
Tabla 15. <i>Características de las parcelas de muestreo</i>	51
Tabla 16. <i>Entradas y salidas durante el cultivo de papa tocarreña</i>	52
Tabla 17. <i>Plaguicidas de uso común y su categoría toxicológica</i>	57
Tabla 18. <i>Inversión total de un cultivo promedio de la región.</i>	59
Tabla 19. <i>Entradas y salidas durante el ciclo de vida de un rumiante</i>	60
Tabla 20. <i>Necesidad de agua de un rumiante, según edad</i>	63
Tabla 21. <i>Costos promedio de un sistema ganadero de la región</i>	65
Tabla 22. <i>Atributos cualitativos de evaluación</i>	68
Tabla 23. <i>Interpretación de los atributos cualitativos de evaluación</i>	69
Tabla 24. <i>Clase de las ASPI</i>	73
Tabla 25. <i>Descripción de las variables de la ecuación</i>	75
Tabla 26. <i>Sedes de la Institución Educativa Colegio Butaga</i>	78
Tabla 27. <i>Acueductos veredales</i>	81
Tabla 28. <i>Estratigrafía geológica y geomorfología del área en estudio</i>	85
Tabla 29. <i>Suelos del área en estudio</i>	86
Tabla 30. <i>Usos del suelo del área en estudio</i>	86
Tabla 31. <i>Variables evaluadas en el análisis fisicoquímico de suelos y sus respectivas técnicas analíticas</i>	87

Tabla 32. <i>Resultados análisis fisicoquímico de suelos</i>	88
Tabla 33. <i>Interpretación resultados del análisis de suelos, en función de tabla IGAC (2015)</i>	89
Tabla 34. <i>Coefficientes de correlación múltiple de Pearson (r) para los indicadores de suelos analizados</i>	92
Tabla 35. <i>Condiciones climáticas</i>	93
Tabla 36. <i>Sistema hídrico</i>	94
Tabla 37. <i>Usos del agua, técnicas de captación y usuarios beneficiados</i>	96
Tabla 38. <i>Variables Evaluadas y técnicas Analíticas utilizadas.</i>	97
Tabla 39. <i>Resultados análisis fisicoquímicos de aguas</i>	98
Tabla 40. <i>Valores de referencia para calidad de aguas con uso Agropecuario</i>	98
Tabla 41. <i>Interpretación del análisis fisicoquímico de aguas</i>	99
Tabla 42. <i>Análisis de Correlación entre las variables fisicoquímicas evaluadas utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (r)</i>	100
Tabla 43. <i>Inventario de fauna; aves y mamíferos</i>	102
Tabla 44. <i>Inventario de flora</i>	105
Tabla 45. <i>Porcentaje de equilibrio de las actividades evaluadas</i>	111
Tabla 46. <i>Datos requeridos para la EIA de las actividades agropecuarias en estudio.</i>	112
Tabla 47. <i>Impactos ambientales del cultivo de papa.</i>	113
Tabla 48. <i>Impactos del cuidado de ganado Normando</i>	114
Tabla 49. <i>Servicios ambientales del Páramo La Cortadera</i>	117
Tabla 50. <i>Distribución de las coberturas del área en estudio.</i>	119
Tabla 51. <i>Unidades de manejo y su ocupación en Ha.</i>	122
Tabla 52. <i>Usos para la conservación.</i>	123
Tabla 53. <i>Condiciones de manejo para el uso sostenible.</i>	124
Tabla 54. <i>Estructura del plan de manejo ambiental</i>	125
Tabla 55. <i>Ficha de manejo ambiental para los residuos orgánicos.</i>	126
Tabla 56. <i>Ficha de manejo de residuos inorgánicos</i>	129
Tabla 57. <i>Ficha de manejo de residuos peligrosos</i>	130
Tabla 58. <i>Ficha de formación técnica para los agricultores</i>	132
Tabla 59. <i>Ficha de Sensibilización ambiental y apropiación del territorio</i>	134
Tabla 60. <i>Ficha de reconversión de los procesos agropecuarios</i>	135
Tabla 61. <i>Ficha de restauración arbórea participativa</i>	138
Tabla 62. <i>Presupuesto de implementación del PMA</i>	140
Tabla 63. <i>Cronograma de implementación del PMA.</i>	140
Tabla 64. <i>Presupuesto total del proyecto.</i>	141
Tabla 65. <i>Cronograma de ejecución del proyecto.</i>	142

## Lista de figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Diagrama de las problemáticas ambientales identificadas, de la actividad agropecuaria.	18
<i>Figura 2.</i> Plano de localización.	34
<i>Figura 3.</i> Diagrama de flujo del procedimiento para el muestreo de suelos.	40
<i>Figura 4.</i> Diagrama de flujo del procedimiento para el muestreo de agua.	40
<i>Figura 5.</i> Diagrama de diseño metodológico de la investigación.	44
<i>Figura 6.</i> Relación de prácticas de laboreo y riego.	55
<i>Figura 7.</i> Distribución porcentual de plaguicidas.	56
<i>Figura 8.</i> Flujos del cultivo durante su ciclo de vida.	58
<i>Figura 9.</i> Ilustración del sobrepastoreo.	62
<i>Figura 10.</i> Flujos durante el ciclo de vida de un rumiante.	64
<i>Figura 11.</i> Ilustración de las interacciones de un agroecosistema.	67
<i>Figura 12.</i> Diagrama de flujo de la aplicación de la metodología propuesta.	72
<i>Figura 13.</i> Procedimiento para estimar el porcentaje de significancia de las ASPI.	74
<i>Figura 14.</i> Interpretación de las categorías de manejo contempladas en la metodología.	76
<i>Figura 15.</i> Relación de la tenencia de la vivienda con el estrato socioeconómico.	78
<i>Figura 16.</i> Material predominante en la construcción de las viviendas.	79
<i>Figura 17.</i> Porcentaje del nivel de educación de la población.	80
<i>Figura 18.</i> Porcentaje de combustibles usados por la población para cocinar.	82
<i>Figura 19.</i> Porcentaje de generación y disposición de residuos.	83
<i>Figura 20.</i> Porcentaje de distribución del uso de la tierra.	84
<i>Figura 21.</i> Valores de pH y CE en las muestras de suelos analizadas.	90
<i>Figura 22.</i> Indicadores para balance de materia orgánica en las muestras analizadas.	91
<i>Figura 23.</i> Indicadores de actividad enzimática en los suelos analizados.	91
<i>Figura 24.</i> Promedio de picos de precipitaciones: mínimos, medios y máximos entre 1986 a 2016.	94
<i>Figura 25.</i> Modelo de cuenca hidrográfica.	95
<i>Figura 26.</i> Relación entre dureza de calcio y conductividad eléctrica.	101
<i>Figura 27.</i> Registro porcentual de aves reportado por la población.	104
<i>Figura 28.</i> Registro porcentual de mamíferos reportado por la población.	104
<i>Figura 29.</i> Frailejón motoso ( <i>Espeletia barclayana</i> ).	108
<i>Figura 30.</i> Capulín ( <i>Prunus serótina</i> ).	109
<i>Figura 31.</i> Junco ( <i>Juncus effusus</i> ).	109

	12
<i>Figura 32.</i> Pino ( <i>Pinus pseudostrabus</i> ).	110
<i>Figura 33.</i> Aplicación de los atributos de evaluación para la ASPI insecticidas.	111
<i>Figura 34.</i> Categorías de manejo obtenidas en la EIA.	115
<i>Figura 35.</i> Mapa de coberturas.	119
<i>Figura 36.</i> Mapa de recarga hídrica y zona de descarga.	120
<i>Figura 37.</i> Delimitación de las unidades de manejo ambiental.	121

## Lista de apéndices

	Pág.
Apéndice A. Matriz de EIA, del cultivo de papa Tocarreña ( <i>Solanum Tuberosum</i> )	152
Apéndice B. Matriz de EIA, cuidado de ganado Normando.	153
Apéndice C. Encuesta de caracterización socioeconómica	154
Apéndice D. Puntos de interés para la conservación.	157
Apéndice E. Perspectiva del territorio para la población.	158
Apéndice F. Transectos localizados en la Vereda Chaguata.	159
Apéndice G. Evidencias fotográficas del trabajo de campo en la fase de reconocimiento y muestreo de flora.	160
Apéndice H. Registros fotográficos del muestreo y preparación de las muestras de suelos.	161
Apéndice I. Concepto aclaratorio de la orientación de los análisis de aguas y suelos del presente trabajo.	162

## Resumen

En el presente trabajo se propuso una metodología combinada para la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) de sistemas agropecuarios, cuyo enfoque parte de los tres pilares de la sostenibilidad: medio ambiente, sociedad y economía. La valoración incorpora cuatro atributos cualitativos: evolución, extensión, frecuencia y clase, y un criterio cuantitativo, significancia, el cual se estima en porcentaje. Adicionalmente la estrategia propuesta señala la afectación del territorio en hectáreas y el resultado obtenido indica la categoría de manejo que requiere el área según su afectación.

La aplicación práctica se hizo en el Páramo la Cortadera, las veredas Butaga, Chaguata y Puerta Chiquita, Municipio de Pesca, Boyacá. La información fue obtenida mediante un estudio analítico y descriptivo de la población, el área física y la biodiversidad. Adicionalmente se hizo un análisis experimental para determinar la resiliencia del suelo y la calidad del recurso hídrico; esta fase concluyó con la caracterización de los procesos agropecuarios. Los resultados obtenidos permitieron determinar las condiciones de vida de la población, la distribución de las especies de fauna y flora, la riqueza hídrica, la fertilidad del suelo y los impactos ambientales del ecosistema.

La correlación entre el análisis científico del sistema y la matriz de evaluación demostraron que la propuesta funcionó. Finalmente se realizó la zonificación ambiental del área objeto de análisis y se formuló el plan de manejo ambiental.

**Palabras clave:** materia orgánica del suelo, carbono orgánico, actividades agropecuarias, gases de efecto invernadero, resiliencia del suelo, Evaluación de Impacto Ambiental, recarga hídrica.

## Abstract

In this paper, a combined methodology is proposed for the agriculture and livestock system's Environmental Impact Evaluation, whose approach is based on the three pillars of sustainability: environment, society and economy. The valuation incorporates four qualitative attributes: evolution, area, frequency and class, and a quantitative criteria: significance, which is estimated in percentage. In addition to this, the proposed strategy marks the territory's affectation in hectares, and the obtained result indicates the managing category the area requires according to its affectation.

The practical implementation was made in Páramo La Cortadera, and Butaga, Chaguata and Puerta Chiquita, lanes located in Pesca, a municipality in Boyacá. The information was obtained with an analytical and descriptive study of the population, the physical area and the biodiversity. In addition to this, an experimental analysis was made to determine the soil's resilience and the hydrological resource's quality; this phase concluded with the characterization of the agriculture and livestock processes. The obtained results allowed to determine the life conditions of the population, the distribution of the flora and fauna species, the hydrological wealth, the soil's fertility, and the environmental impact in the ecosystem. The correlation between the scientific analysis and the evaluation matrix, proved that the methodology worked.

Finally, the environmental zoning of the area of the analysis subject was made, and the environmental managing plan was formulated.

**Key words:** Soil's organic matter, organic carbon, agriculture and livestock activities, greenhouse effect emissions, soil's resilience, Environmental Impact Evaluation, hydrological refill.

## Introducción

La adopción de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) en el mundo se debe a que es el mecanismo de gestión más adecuado para prevenir y mitigar los impactos potenciales que las actividades o proyectos puedan generar en el medio (Wood, 2003).

En este trabajo se propuso una metodología para la EIA de la actividad agropecuaria. Las razones que motivaron el trabajo se fundamentan en la necesidad de optimizar el uso de los recursos naturales para el sector, especialmente para pequeños y medianos agricultores. De acuerdo con la literatura científica consultada, la actividad agrícola y los sistemas ganaderos son actividades de alto impacto ambiental, especialmente cuando estas actividades se ejercen en ecosistemas estratégicos como bosques, páramos y humedales.

Por lo expuesto anteriormente, se estudió un área con alta fragilidad ambiental dentro de la jurisdicción del Páramo La Cortadera en el municipio de Pesca Boyacá, donde se puso en práctica la propuesta metodológica generada por los autores.

La estructura del trabajo presenta en su fase inicial la problemática concreta identificada, la pregunta central de investigación, así como la justificación donde se argumenta la importancia del trabajo, los actores afectados y la utilidad de la investigación en la gestión del territorio.

En el estado del arte se hace una breve reseña sobre la evolución de la EIA, las metodologías generadas para tal fin y los sectores con mayor aplicación de la EIA en el mundo. Luego, se presenta el estado de la cuestión de los impactos ambientales de la actividad agropecuaria en Colombia y en los ecosistemas de Páramo.

El marco referencial corresponde a la fundamentación teórica del estudio, y se esbozan las generalidades de los páramos, la importancia de los mismos como ecosistemas estratégicos, las amenazas directas e indirectas que presentan, y las inferencias de la actividad agropecuaria sobre

los gases de efecto invernadero (GEI) y el cambio climático, y finalmente se indica el espacio geográfico del área en estudio.

Posteriormente se presentan los materiales y métodos utilizados en la investigación y las fases en campo, para el desarrollo del proyecto.

Luego se encuentran las técnicas metodológicas y las variables de investigación empleadas para la obtención de resultados de los objetivos propuestos.

Dentro de los resultados más importantes del proyecto se destacan los indicadores de materia orgánica, nitrógeno total y carbono orgánico del suelo, la biodiversidad florística de la zona, las condiciones de vida de la población y la determinación de los impactos ambientales de las actividades.

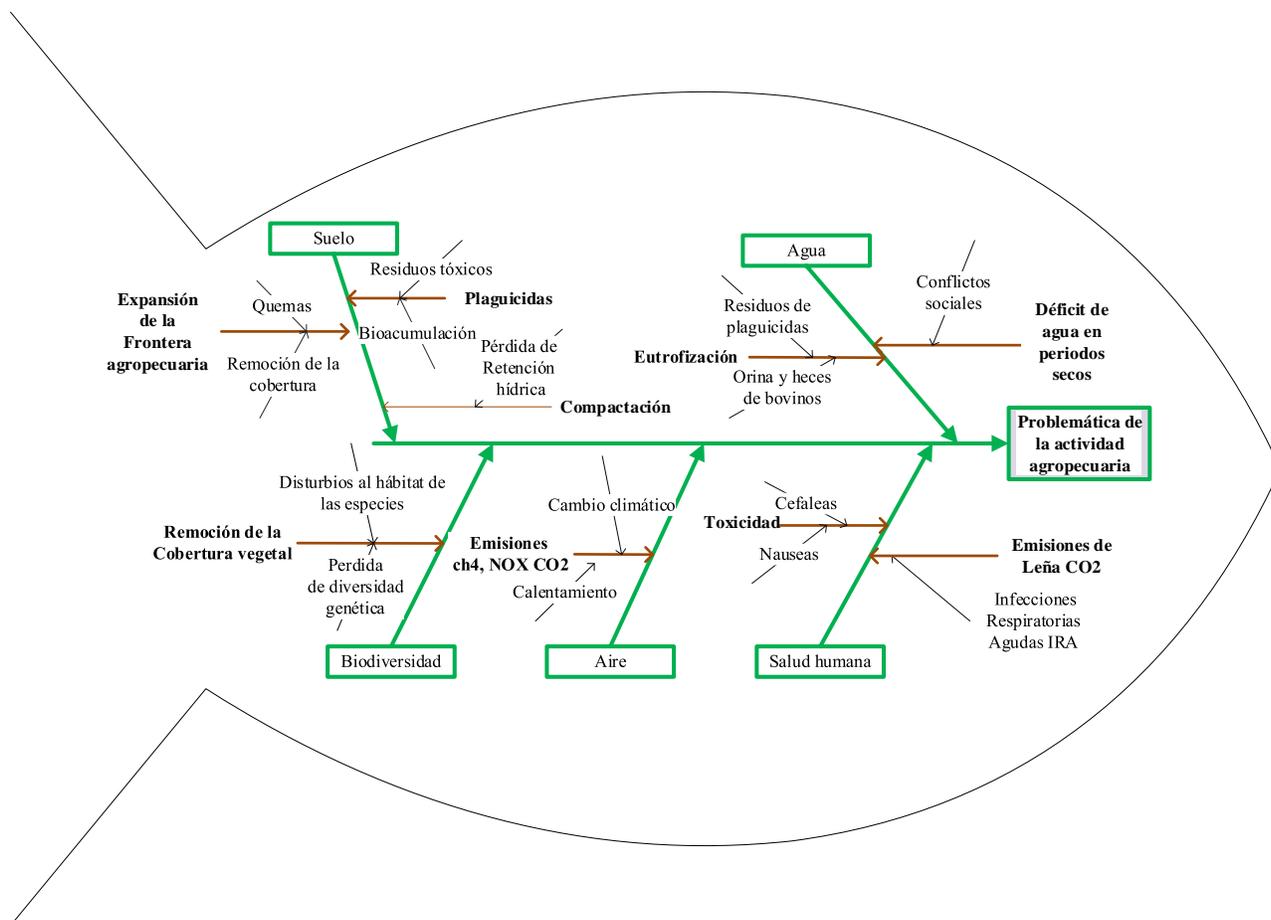
El trabajo culmina con la propuesta de zonificación y el plan de manejo ambiental para el área objeto de análisis, el conjunto de resultados más importantes de la realización del proyecto, y las recomendaciones pertinentes con base en los hallazgos de la investigación. Se anexan los recursos complementarios para el levantamiento de la información en campo.

## 1. Planteamiento del problema

La economía de la región del municipio de Pesca, en el departamento de Boyacá, se basa en el cultivo de Papa Tocarreña (*Solanum Tuberosum*) y el cuidado de Ganado Normando (*Bos Taurus*) de doble propósito. Tales actividades agropecuarias se realizan de manera tradicional y empírica, lo que naturalmente ocasiona una serie de presiones sobre los recursos naturales. En las veredas Butaga, Chaguata y Puerta Chiquita, las actividades económicas se ejercen sobre el ecosistema Páramo La Cortadera, lo que despierta el interés de conocer en qué grado se está afectando el ecosistema en su calidad ambiental, debido a las prácticas culturales de los sistemas de pastoreo y agricultura.

La pregunta central que orientara esta investigación es: ¿Cuál es la estrategia más adecuada para evaluar el impacto de la actividad agropecuaria en el Páramo La Cortadera?

La figura 1, presentada a continuación, corresponde a la identificación de las problemáticas de la actividad agropecuaria en la región objeto de estudio.



*Figura 1.* Diagrama de las problemáticas ambientales identificadas, de la actividad agropecuaria. Elaborado por los autores (2017). Con base en información primaria suministrada por la población.

## 2. Justificación

La Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), cuyo propósito es la prevención de aspectos ambientales y la preservación de los recursos renovables y no renovables, es la herramienta más importante que dirige la tendencia de desarrollo hacia la sostenibilidad y, por lo tanto, a mejorar los índices de desarrollo sostenible (Sharifzadegan, Gollar, & Azizi, 2011, pág. 187).

En los procesos agropecuarios, el impacto ambiental se considera “bajo y recuperable” (Guhl, 1982). Sin embargo, la tendencia extensiva, las malas prácticas y el alto consumo de recursos naturales, indican que es prudente evaluar el impacto ambiental de dichos procesos debido a la sobreexplotación del suelo. Un factor agravante que hace de especial consideración la EIA, es que se está presentando el establecimiento de actividades agropecuarias en ecosistemas de páramo.

Dado que los páramos proveen funciones ambientales fundamentales para el bienestar social y humano de la población, como la purificación del aire, el almacenamiento de carbono, el abastecimiento de agua y la regulación de la temperatura, es indispensable protegerlos. Estos ecosistemas son únicos en el mundo y se localizan entre los 3.200 y 4.500 metros sobre el nivel del mar (msnm), en las cadenas montañosas de los Andes de Colombia, Venezuela, Ecuador, al norte de Perú, Costa Rica y Panamá. (Hernández & Lizarazo, 2015).

En el presente estudio se elaboró una metodología de Evaluación del Impacto Ambiental para aplicarla al ecosistema Páramo La Cortadera, la cual evaluó la presión de la actividad agropecuaria sobre el ecosistema causada por el cultivo de papa Tocarreña y el cuidado de ganado Normando, con el fin de generar lineamientos que permitieron entender el comportamiento de los impactos ambientales y sociales en este tipo de ecosistemas, y proponer un Plan de Manejo Ambiental (PMA) para el área.

Desde la ingeniería se pueden generar soluciones que aporten al desarrollo de medidas técnicas y de gestión ambiental destinadas al manejo, prevención, y monitoreo de la problemática ambiental actual de los ecosistemas estratégicos. El presente proyecto pretende establecer una metodología de EIA que aporte una visión objetiva de los impactos positivos y negativos en el ambiente y en la sociedad, como bases para el desarrollo sostenible de la región objeto de estudio.

El marco metodológico del proyecto siguió tres tipos de investigación: la investigación cualitativa, para establecer la caracterización biofísica y socioeconómica, la investigación cuantitativa, para determinar la significancia de las Acciones Susceptible a Producir Impactos (ASPI), y la investigación experimental, para conocer las características fisicoquímicas del agua y suelo de la zona en estudio; estas técnicas permitieron realizar un análisis por inferencias y resiliencias de las actividades agropecuarias (cultivo de papa y ganadería de doble propósito tradicional) sobre el ecosistema. Los resultados de la investigación del presente proyecto constituyen una base documental actualizada para la toma de decisiones de los diferentes actores: comunidad, administración municipal, Corporación Autónoma Regional (CAR) o cualquier otra entidad interesada en emprender proyectos de interés socioambiental en el área de estudio.

### **3. Objetivos**

#### **3.2. Objetivo general**

Proponer una metodología para evaluar el impacto ambiental de la actividad agropecuaria en el Páramo La Cortadera, veredas Butaga, Chaguata y Puerta Chiquita, en el municipio de Pesca, en Boyacá.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Aplicar la metodología para evaluar el impacto ambiental de las actividades agropecuarias cultivo de papa Tocarreña y el cuidado de ganado Normando y verificar su funcionalidad.
- Realizar la caracterización biofísica del área de interés y la caracterización socioeconómica de la población.
- Caracterizar los procesos del cultivo de papa Tocarreña y el cuidado de ganado Normando.
- Realizar ensayos de laboratorio de agua y suelos para analizar la inferencia de los factores antrópicos sobre la resiliencia de los factores ambientales en la zona.
- Realizar la propuesta de zonificación y plan de manejo ambiental para el área en estudio.

## 4. Estado del arte

### 4.1. Antecedentes de la EIA

En la década de los sesenta, la problemática ambiental empezaba a tomar importancia debido a que las naciones industrializadas de la época compartían los mismos problemas ambientales. Con el ánimo de gestionar tal situación, surgió la primera normativa que trató tales problemas ambientales de manera conjunta, conocida como la *National Environmental Policy Act* (NEPA), o la Ley de Medio Ambiente de los Estados Unidos de América; dicha ley trazó la ruta a seguir para los demás países industrializados. Su aporte más importante fue *La Estructuración del Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental*. (Tullos, 2008) obtenido de (Contreras, González, & Barbosa, 2015, pág. 2). A partir de la sanción de la Ley de Medio Ambiente de Estados Unidos se crearon métodos de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), que en un comienzo eran para proyectos específicos, y más tarde se incorporaron métodos con aspiraciones universales.

En la literatura científica de la Evaluación de Impacto Ambiental se destacan cinco sectores que son objeto de estudio: hídrico, industrial, construcción, energía y transporte. De estos sectores, el 34% de publicaciones corresponden a proyectos industriales y de construcción, “siendo estos sectores los de mayor avance en la literatura científica” (Contreras & et al., 2015, pág. 7).

La tabla 1, agrupa los diferentes métodos de evaluación de impacto ambiental y presenta la descripción de los mismos:

Tabla 1.

*Métodos de evaluación de EIA*

<b>Método</b>	<b>Descripción</b>
Métodos Ad-Hoc	La identificación, cuantificación y evaluación de los impactos las realizan un grupo de especialistas a criterio propio.
Matrices	Consisten en tablas de doble entrada, útiles para la identificación de las acciones del proyecto. Presentan la información en forma de matriz, determinando así relaciones causa-efecto entre acciones e impactos (Leopold, otras).
Listados	Presentan acciones y/o impactos comúnmente asociados con ciertas etapas de determinados proyectos, de los cuales los analistas seleccionan los posibles impactos del proyecto.
Métodos de superposición	Se basan en la elaboración de una serie de mapas de factores ambientales que se superponen para indicar áreas geográficas de ubicación de impactos.
Redes	Presentan las relaciones temporales y causativas entre impactos, a través de la elaboración de esquemas que ilustran cuáles son los impactos directos e indirectos.
Modelos de simulación	Técnicas utilizadas para predecir estados futuros de parámetros ambientales específicos, por ejemplo, modelos de dispersión de partículas en el aire, modelos de contaminación de corrientes, etc.
Evaluación cualitativa de los impactos	Métodos en los cuales se emplean formas de ponderación para asignar pesos de importancia relativa en cada uno de los impactos o características ambientales, destacando así los más significativos.
Métodos integrales	Hacen posible la valoración cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales, mediante adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación que permiten su comparación directa.
Método de ACV	Cuantifican y cualifican los aspectos ambientales de un producto durante toda su cadena de valor.

Nota. Recuperado de (Erazo, 1998, págs. 16,24) modificado por (Martinez, 2010, pág. 41). Elaborada por los autores (2017).

#### **4.2. Impactos del sector agropecuario en Colombia**

De acuerdo con el Censo Nacional Agropecuario (2014), la participación del sector agropecuario en la economía rural del país es del 38% (Departamento Nacional Administrativo de Estadística

DANE, 2015), con una ocupación de superficie de 42.3 millones de hectáreas, siendo la principal fuente de empleo y ocupación de la población rural, la cual está conformada por campesinos pobres, medianos y grandes empresarios, pescadores, artesanos, mineros, indígenas y miembros de las comunidades afrodescendientes. (Pèrez & Pèrez, 2002, pág. 37); por lo tanto, es un sector de gran importancia.

Los establecimientos de sistemas agropecuarios tienen como principal insumo el suelo. “En el Departamento de Boyacá, actualmente el 49% de los suelos presentan conflictos de uso debido a la sobreutilización (46%) y subutilización (3%) del suelo. Eso se debe a la producción de diferentes cultivos, incluida la papa” (Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC, 2017), así como al establecimiento y adecuación de tierras para pasturas.

En concordancia con el Departamento Nacional de Planeación (1991), los impactos ambientales de las actividades agropecuarias en Colombia han sido señalados desde la vieja data en el documento 2544/1991 sobre la Política Ambiental del país,

“... donde se destacó que las formas inadecuadas de explotación agrícola y las actividades en zonas no aptas, son responsables de la disminución de la actividad productiva, de la aceleración de procesos erosivos y de la sedimentación, así como la disminución de la productividad hidrobiótica, causando deterioro en ecosistemas estratégicos y frágiles. Actividades como la descarga de materiales orgánicos y la contaminación con fertilizantes agroquímicos, representan problemas importantes”.

(Álvarez, David, Varón, & Gilchrist, 2014, pág. 10).

Murgueitio (2003, pág. 20), con base en el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2001), señalo que “los sistemas de pastoreo ocupan la mayor parte de la frontera agropecuaria, estos son desarrollados por una diversidad de actores sociales y tienden a expandirse en todos los biomas de las cinco regiones biogeográficas del país”.

De otra parte, el mismo autor identifico que “los principales impactos ambientales negativos asociados con la ganadería son la erosión y compactación del suelo, la uniformidad genética al privilegiarse el monocultivo de gramíneas, y la eliminación de la sucesión vegetal por medios químicos (herbicidas) o físicos (arado, tractorado).” (Murgueitio, 1999, pág. 7).

Adicionalmente, las actividades agrícolas generan una pérdida de materia orgánica en el suelo, contribuyendo a la degradación estructural, pérdida de nutrientes y disminución de la actividad biológica del suelo. (Leiva, 1998, pág. 187). La mineralización de la materia orgánica que se produce debido a las prácticas de laboreo, libera dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), uno de los principales gases causantes del calentamiento global; del proceso de fertilización del suelo se liberan nitratos que pueden ser causa de eutrofización en fuentes de agua (Watson *et al.*, 1993) citado por (Leiva, 1998, pág. 187).

#### **4.2.1. Impactos de actividades agropecuarias en el Páramo**

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2002), las mayores amenazas que sufren los ecosistemas de paramo se asocian al impacto que,

“... es ocasionado por la expansión de la frontera agropecuaria, cuyos efectos para el ecosistema de páramo son demoledores. El caso que mayor presión genera en Colombia es el cultivo de papa, en donde, no solamente se destruye la vegetación del páramo, que es el hábitat de su fauna, sino que el uso de maquinaria agrícola compacta el suelo haciéndole perder sus características reguladoras del flujo hídrico, y al removerlo pone en contacto con la atmósfera gran cantidad de carbono, en el que son extraordinariamente ricos los suelos del páramo. Adicionalmente, altera y destruye el patrón natural de drenaje y contamina las fuentes de agua en su origen con el uso de agroquímicos” (pág. 118).

Por otra parte, la ganadería presenta dos aspectos que representan riesgos ambientales: de un lado las quemadas, y de otro lado la escala en que se desarrolla, la cual ha ido aumentando. “La ganadería en ladera produce graves efectos erosivos, el paso del ganado sobre el delicado y esponjoso suelo del páramo lo compacta, destruyendo sus funciones reguladoras del flujo del agua, y en consecuencia aparece el “hard pan” que impide la infiltración” (MADS, 2002 pág. 118). Debido a la tendencia acumulativa del impacto y la ocupación permanente del suelo, los efectos adversos de la ganadería serán cada vez más intensos.

Para Hofstede, Lips, & Jonsgma (1998), los cultivos tienen el mayor impacto sobre el páramo, “porque en la preparación de los terrenos se remueve la vegetación y el suelo queda expuesto a procesos físicos y químicos de degradación, entre ellos la pérdida de infiltración, retención de agua y oxidación de la materia orgánica” (pág. 62), lo cual repercute directamente en la aireación del suelo y condiciona la disponibilidad de nutrientes, por lo tanto, la fertilización del suelo tiende a disminuir. Adicionalmente, los cultivos de papa son los que mayor presión ejercen sobre el páramo, ya que tales cultivos tienen alta productividad y rápido crecimiento, “por tanto, absorben mucha agua y nutrientes”. (Hofstede *et al.*,1998).

## **5. Marco referencial**

### **5.1. Marco teórico**

#### **5.1.1. Generalidades sobre los páramos**

Entre las generalidades a resaltar del páramo reportadas en la literatura científica, se encuentran la presencia de un régimen isotérmico anual, la alternancia térmica diaria por debajo de cero grados un ambiente propicio para la presencia de heladas, en especial en periodos secos, fuertes vientos que desecan la vegetación, baja presión atmosférica, alta radiación ultravioleta y bajas concentraciones de oxígeno, vegetación con baja presencia de biomasa, crecimiento lento, productividad primaria baja, descomposición de materia orgánica lenta y acumulación de necromasa en pie y en suelo. Estos aspectos hacen que los procesos de sucesión y regeneración sean lentos. (Vargas, 2004).

#### **5.1.2. Páramos como ecosistemas estratégicos**

Los páramos son ecosistemas estratégicos porque suministran agua dulce a cientos de personas, albergan especies de fauna y flora endémicas o en alguna categoría de amenaza, y actúan como medios de control frente al cambio climático. Dentro de su riqueza natural se destaca que el 90% de la flora de los páramos es endémica, y el 8% del total de endemismos de la flora nacional se encuentra en su territorio. Tales ecosistemas son únicos en el mundo, y se sitúan al norte de la Cordillera de los Andes, donde Colombia es el país con la mayor extensión en áreas paramunas, representadas por aproximadamente 1.925.410 hectáreas.

#### **5.1.3. Amenazas directas e indirectas sobre el Páramo La Cortadera**

Las amenazas de mayor influencia en la vulnerabilidad del ecosistema son la “ganadería extensiva y el establecimiento de monocultivos de papa en la parte alta del páramo, tanto por su incidencia directa sobre la vegetación, como por las afectaciones al suelo y a las fuentes hídricas”

(Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA, 2015, pág. 124). Dichas afectaciones se condicionan al tipo de pastoreo y laboreo, el uso de plaguicidas y fertilizantes, y el uso de las fuentes hídricas.

En las prácticas agropecuarias predomina el tractorado y la quema, produciendo que la mayor fragmentación del ecosistema sea en la cobertura vegetal, principalmente en los municipios de Pesca, Toca y Siachoque. Dichos cambios han generado “un aumento en la temperatura superficial del suelo y la disminución de la evapotranspiración, ocasionando variación en cuanto al régimen de precipitación y a los periodos climáticos, específicamente los de verano, que tienden a ser más drásticos y prolongados” (Amar, 2009).

Según Guhl (1982), “Los páramos se encuentran entre los ecosistemas más amenazados por efectos del cambio climático, ya que el aumento de la temperatura los afecta marcadamente y su ubicación geográfica no les permite adaptarse a nuevas condiciones” (pág.118). Estos ecosistemas, junto a los nevados tropicales, tienen un gran riesgo de desaparecer como consecuencia del calentamiento global, debido al efecto antrópico de la acumulación de los Gases de Efecto Invernadero (GEI).

De otra parte, los páramos tienen una alta capacidad de “secuestro” de carbono, debido a la conformación de sus suelos. Esta capacidad puede ser superior a la de la selva amazónica por unidad de área, “así que la desaparición de los páramos no solamente afecta una parte esencial del sistema biogeográfico de los Andes ecuatoriales húmedos, sino que podría liberar cantidades apreciables de CO<sub>2</sub>, reforzando el proceso de calentamiento global”. (Guhl, 1982, pág. 119).

## 5.2. Marco conceptual

*Sistema de finca:* “...se entiende el conjunto del hogar agropecuario, sus recursos, los flujos e interacciones que se dan al nivel de finca”. (Organización de la Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación FAO, 2001, pág. 2)

*Sistema de producción agropecuaria:* Este se define como “un conglomerado de sistemas de fincas individuales que en conjunto presentan una base de recursos, patrones empresariales, sistemas de subsistencia y limitaciones de la familia agropecuaria similares; y para los cuales serían apropiadas estrategias de desarrollo e intervenciones también similares” (FAO, 2001, pág. 2) que optimicen el uso de los recursos, generen equidad en las ganancias y garanticen la seguridad alimentaria.

*Medio ambiente:* Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, de naturaleza física, química o biológica, elementos socioculturales y sus respectivas interacciones. Estos elementos se encuentran en permanente modificación por la acción humana o natural, y condicionan la existencia y desarrollo de la vida en sus múltiples manifestaciones (López M. , 2016, pág. 20). Los factores del medio ambiente se constituyen por:

- Factores físicos: geografía física, geología, clima, contaminación.
- Factores biológicos: población humana, flora, fauna, agua.
- Factores socioeconómicos: ocupación laboral, urbanización, desastres y otros.

(Cifuentes, 2008, pág. 38).

*Gases de Efecto de Invernadero (GEI) de la actividad agropecuaria:* Los GEI son los componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación infrarroja emitido

por la superficie de la Tierra. Esta propiedad produce el efecto invernadero (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM, 2007, pág. 5)

En los procesos pecuarios, el metano ( $\text{CH}_4$ ) es un producto final de la fermentación entérica que sufren los alimentos en el rumen, que en términos de energía constituye una pérdida, y en términos ambientales contribuye al calentamiento y al cambio climático global (Bonilla & Lemus, 2012, pág. 84). Por su parte, la actividad agrícola genera importantes emisiones de óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), debido a la fertilización de los suelos a partir de fertilizantes nitrogenados y/o abonos orgánicos (Bermejo, 2010). Estos gases tienen un poder de calentamiento 28 y 265 veces mayor en comparación con el  $\text{CO}_2$ , respectivamente, en un escenario proyectado a 100 años (Intergovernmental Panel On Climate Change IPCC, 2103, pág. 7).

Los autores Santillán, Etchevers, Paz, & Alvarado (2016), concluyen en su estudio de emisiones de gases de efecto invernadero en sistemas agrícolas, “que de no controlar las emisiones de GEI del sector agrícola, estas podrían neutralizar los esfuerzos de mitigación y de captura de carbono del sector forestal, dada la liberación de  $\text{CO}_2$  que genera la actividad agropecuaria por pisoteo de los bovinos, pérdidas de suelo superficial y por remoción de vegetación nativa.

*Efectos de los plaguicidas sobre el medio ambiente:* La contaminación ambiental por plaguicidas está dada,

“fundamentalmente por aplicaciones directas en los cultivos agrícolas, lavado inadecuado de tanques contenedores, filtraciones en los depósitos de almacenamiento y residuos descargados y dispuestos en el suelo, derrames accidentales y el uso inadecuado de los mismos por parte de la población, que frecuentemente emplea tales residuos para almacenar agua y alimentos en los hogares ante el desconocimiento de los efectos adversos que provocan en la salud; en conjunto, tales factores provocan su distribución en

la naturaleza. Los restos de estos plaguicidas se dispersan en el ambiente y se convierten en contaminantes para los sistemas biótico (animales y plantas) y abiótico (suelo, aire y agua), amenazando su estabilidad y representando un peligro de salud pública. Sus propiedades físicas y químicas, el clima, las condiciones geomorfológicas de los suelos y las condiciones hidrogeológicas y meteorológicas de las zonas definen la ruta que siguen los mismos en el ambiente” (Del Puerto, Suárez, & Palacio, 2014, pág. 378).

### 5.3. Marco legal

La normatividad legal que se tiene en cuenta es aquella relacionada con la protección de los ecosistemas estratégicos. Es decir, las regulaciones nacionales para la preservación de la biodiversidad, el ordenamiento territorial, usos y protección del agua. El marco normativo se presenta en la tabla 2:

Tabla 2.

*Marco normativo*

Norma	Campo de aplicación
Constitución política de Colombia (Art. 79 y 89)	Establece que es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente y conservar las áreas de importancia ecológica. Además, deberá planificar el manejo y el aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.
Ley 99 de 1993	Dicta que los ecosistemas de páramo, subpáramo, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos, deben estar bajo protección especial, y añade: “la biodiversidad del país es patrimonio nacional e interés de la humanidad y debe ser protegido prioritariamente”. Por tanto, los páramos son de interés público y de interés socioambiental.
Decreto 2372 de 2010	Reglamenta el sistema nacional de áreas protegidas y reitera que “los ecosistemas estratégicos como páramos, gozan de protección especial”.
Ley 23 de 1973	Reglamenta al medio ambiente como un bien jurídico protegido. Se crea esta ley para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente, además de buscar recursos para la protección del mismo.
Resolución 839 del 2003	Establece los términos de referencia para la elaboración de estudios sobre el estado actual de los páramos y la generación de planes de manejo ambiental de los páramos

Tabla 2. *Marco normativo (continuación)*

Norma	Campo de aplicación
Ley 165 de 1994	Acoge y regula el Convenio de Diversidad Biológica (CDB), el cual tiene como objetivo la conservación de la diversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios derivados del uso de recursos genéticos.
Decreto 1640	Por el cual se reglamenta los instrumentos para la planificación, ordenación, y manejo de cuencas hidrográficas y acuíferos.
Decreto 870 de 2017	Establece el pago por servicios ambientales y otros incentivos para la conservación de áreas sensibles y comunidades rurales.
Decreto 3600 de 2007	Reglamenta las disposiciones de las Leyes 99 de 1993 y 388 de 1997, relativas a las determinantes de ordenamiento del suelo rural y al desarrollo de actuaciones urbanísticas de parcelación y edificación en este tipo de suelo.
Ley 9 de 1979	Reglamenta normas generales que sirven de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo referente a la salud humana, y los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del ambiente.
Decreto 1449 de 1977	Declara las obligaciones a que están sometidos los propietarios de predios rurales en relación con la conservación, protección y aprovechamiento de las aguas: los propietarios deben evitar incorporar en las aguas cuerpos o sustancias sólidas, desechos, desperdicios, o cualquier sustancia tóxica, o lavar en ellas utensilios, envases o empaques que los contengan.
Decreto Ley 2811 de 1974	Se establecen los procedimientos para autorizaciones y concesiones del uso y el aprovechamiento de los recursos naturales y se definen procedimientos generales para cada caso.
Ley 822 de 2003	Establece los requisitos y procedimientos concordados para el registro, control y venta de agroquímicos genéricos en el territorio nacional, incluidos sus ingredientes activos, grado técnico y sus formulaciones, para minimizar los riesgos en la salud humana y su impacto en el medio ambiente.
Decreto 3100 de 2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas contributivas y compensatorias por el uso del agua.
Ley 1450 de 2011	En su artículo 202, se prohibió todo tipo de actividades agropecuarias en los páramos de Colombia.
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos, y se dictan otras disposiciones.

Nota. Con base en la revisión bibliográfica de las normas vigentes aplicables al proyecto. Elaborado por los autores (2017).

## 5.4. Marco geográfico

### 5.4.1. Localización y delimitación del páramo la Cortadera

El Páramo La Cortadera se encuentra en el Departamento de Boyacá, entre los municipios de Pesca, Toca, Tuta, Siachoque, Firavitoba y Rondón. Su extensión es de 22.232,14 hectáreas, y es

un área importante para la conservación del recurso hídrico, por ser fuente de recarga del embalse de La Copa, por surtir ríos como el río Pesca, el río Jordán, el río Tuta, el río Salitre, el río Muche, y por formar parte de las cuencas de los ríos Chicamocha y Upía (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, 2015, pág. 16).

#### **5.4.2. Localización y delimitación del área de interés**

Las veredas Puerta Chiquita, Chaguata y Butaga se localizan sobre el municipio de Pesca, en Boyacá, a una altura entre los 2.600 y 3.840 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura promedio es de 12 °C, presenta pendientes de 10% en sus cotas más bajas, 40% en sus cotas medias, y 66% en sus cotas más altas. El área pertenece a la subcuenca hidrográfica del Río Pesca, que a su vez nace en el sector de Pantano Grande, en la vereda Butaga (zona de descarga del páramo). La superficie total tiene una extensión de 3.332 hectáreas, de las cuales, 849 hectáreas pertenecen al ecosistema de páramo. Las coordenadas geográficas que limitan el área de interés son: al norte 5°29'35.67"N - 73° 8'31.34"O; oriente 5°32'1.52"N - 73° 3'55.50"O; occidente 5°31'9.12"N - 73° 7'21.08"O; sur 5°28'6.61"N - 73° 7'25.23"O.

#### **5.4.3. Aspectos políticos y administrativos**

El Parque Regional Natural La Cortadera se encuentra bajo la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá (Corpoboyaca). Políticamente se localiza sobre el macizo de los Andes, en el departamento de Boyacá (cordillera oriental), entre los Municipios de Tuta, Pesca, Firavitoba, Toca, Siachoque y Rondón (Corpoboyaca, 2015). Políticamente, las veredas Puerta chiquita, Chaguata y Butaga se ubican en el Municipio de Pesca, y su estructura administrativa corresponde a Juntas de Acción Comunal y Juntas Administradoras de Acueducto, las cuales tienen características afines y trabajan en conjunto con la administración municipal para conseguir beneficios y logros comunes. (Alcaldía de Pesca, 2016). La figura 2, corresponde al plano de localización de las veredas en estudio.

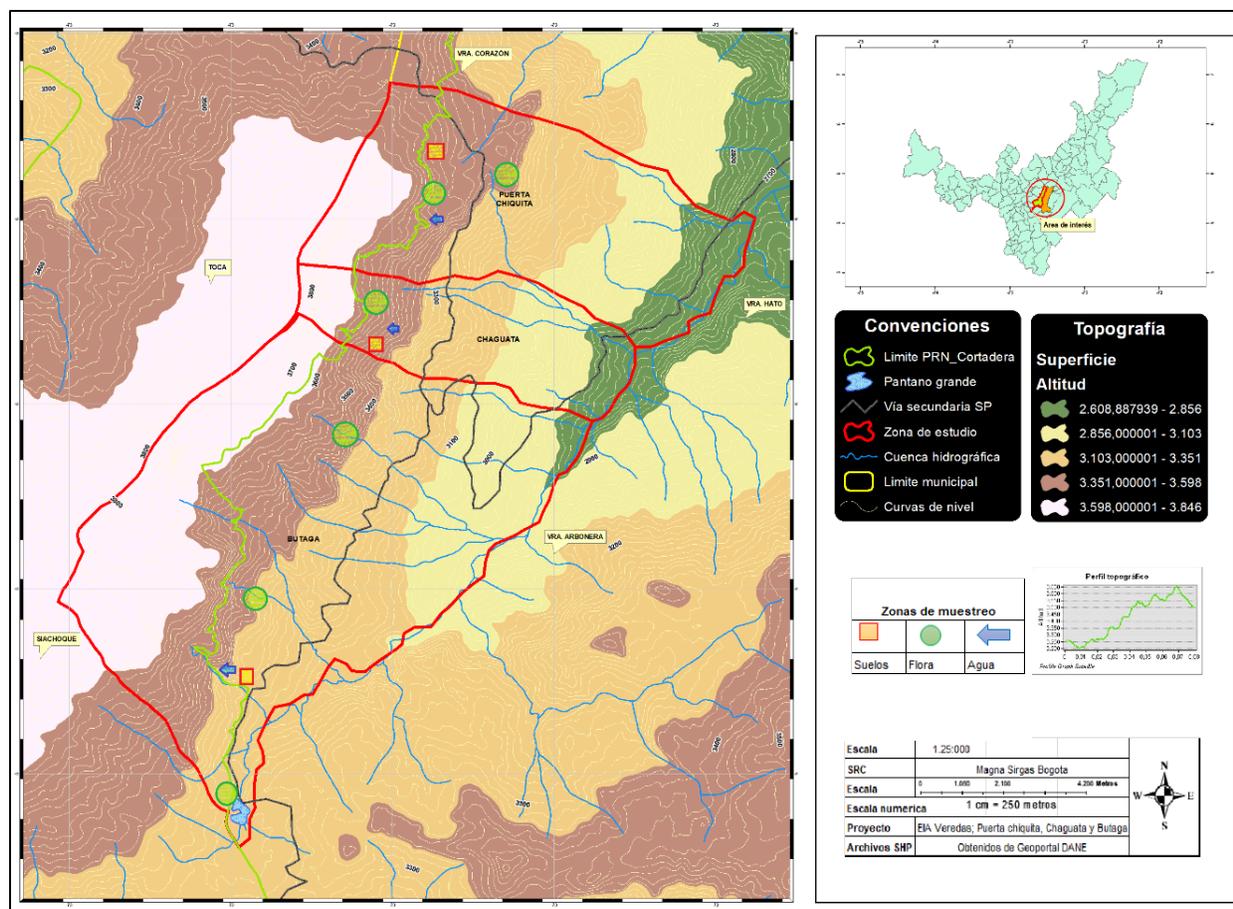


Figura 2. Plano de localización.

Nota. Elaborado en por autores (2017), con base en shapefiles obtenidos del Geoportal DANE, (2017). Adicionalmente se usó un modelo de elevación digital (DEM). En el plano se localizan las veredas en estudio, se relaciona su ubicación departamental y municipal. Y se presenta la cuenca hidrográfica alta del río Pesca: la línea roja es el límite de las veredas de análisis, la línea verde clara es el límite del Parque Regional Natural la Cortadera, los círculos verdes son los puntos de muestreo de flora, los cuadrados amarillos son los puntos muestreo de suelos y las fechas azules indican los puntos de muestreo de agua.

## 6. Materiales y métodos

Se hizo un estudio analítico descriptivo, en el que se emplearon técnicas cualitativas en la fase de recolección de información: fuentes documentales de donde se obtuvieron datos relevantes sobre el contexto biofísico del área de influencia. Para la caracterización socioeconómica se establecieron diálogos, encuestas, y observaciones directas en campo. El análisis de la biodiversidad del área objeto de estudio se hizo mediante la construcción de inventarios de fauna y flora, y el análisis científico del ecosistema se obtuvo mediante unidades de muestreo de aguas y suelos. Por lo tanto, los materiales y métodos utilizados para el presente trabajo corresponden a instrumentos con capacidad para almacenar información, instrumentos de medición de parámetros, herramientas de localización y elementos para la toma, almacenamiento y conservación de muestras, los cuales se describen en las tablas que se presentan a continuación.

La tabla 3 presenta los materiales utilizados durante las entrevistas y diálogos con la población, se relaciona el tipo de material usado, elementos, sus características y su uso.

Tabla 3.

*Materiales utilizados para la toma de datos socioeconómicos*

	<b>Elemento</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
Materiales de ubicación	GPS Garmin 62 SC	Sistema de posicionamiento espacial.	Se utilizó para identificar el posicionamiento de los puntos más relevantes del estudio.
Materiales para la toma de datos	Tablet Samsung Galaxy tab, y Motorola Moto G4	Equipos con capacidad de almacenar información y realizar actividades semejantes a las de una computadora	Se usarán para tomar datos en campo mediante un formulario creado en Google Drive. (encuesta). También para tomar fotografías.

Tabla 3. *Materiales utilizados para la toma de datos socioeconómicos (continuación)*

	<b>Elemento</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
Materiales adicionales	Libreta de anotaciones, lápiz, borrados, bolígrafos	de Materiales comunes para el desarrollo de actividades académicas	Se usó debido a que en ocasiones por las características de la zona no había acceso a la señal 3G, y no se podía llenar el cuestionario en línea. En estos casos los datos debían ser escritos

Elaborada por los autores (2017).

En la tabla 4, Se relacionan las fuentes de las cuales se obtuvo la información biofísica del área de interés.

Tabla 4.

*Materiales utilizados para la caracterización biofísica del área en estudio*

<b>Fuentes</b>	<b>Medio</b>	<b>Componente biofísico</b>	<b>Variable</b>
Alcaldía de Pesca	Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT, 1999)	Suelo y agua	Estratigrafía y formaciones hidrogeológicas.
Corporación Autónoma de Boyacá	Documento de Declaratoria del Parque Regional Natural Cortadera, (2015)	Suelo y agua	Formaciones geomorfológicas, clima, tipo de suelos y brillo solar.
IDEAM	Documento electrónico	Agua	Precipitación
Autores	Observación, y modelación de los Autores	Hidrografía	Cuenca hidrográfica
Muestreo de fauna	Documento de Declaratoria del Parque Regional Natural Cortadera, (2015)	Fauna y flora	Diversidad biológica
Cartografía social	Cartografía social constructiva.	Agua, suelo y biodiversidad	Distribución de los sistemas productivos, nacimientos de agua, conocimiento de fauna y flora

Elaborada por los autores (2017).

Las tablas 5 y 6 contienen los materiales usados en campo para los muestreos de flora, agua, y suelo. Se relaciona los tipos de materiales, los elementos u objetos, sus características y su uso.

Tabla 5.

*Materiales usados en campo para el muestro de flora*

<b>Tipo</b>	<b>Elementos</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
Materiales de ubicación	GPS Garmin 62 SC	Sistema de posicionamiento espacial, su funcionamiento depende de radares satelitales	Se utilizó para identificar el posicionamiento de los puntos de muestreo.
Protección y seguridad	Guantes, botas de caucho, agua y alimento. Carpa impermeable	Elementos de protección y seguridad para la realización de tareas de campo.	Indispensables para la salida de campo, teniendo en cuenta el ecosistema húmedo y de alto riesgo de accidentabilidad por sus condiciones.
Toma de muestras de flora	Metro, cuerda, varas. Cámara fotográfica.	Elementos de medición. Esenciales para el muestreo en transectos.	Se usaron para medir, trazar y marcar los transectos lineales. Y tomar fotografías.

Elaborada por los autores (2017).

Tabla 6.

*Materiales utilizados en campo para el muestreo de suelos y aguas*

<b>Tipo</b>	<b>Elementos</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
Materiales de ubicación	GPS Garmin 62 SC	Sistema de posicionamiento espacial, su funcionamiento depende de radares satelitales	Se utilizó para identificar el posicionamiento de los puntos más relevantes del estudio.
Protección y seguridad	Guantes, botas de caucho, protección ocular, botiquín primeros auxilios, agua y alimento.	Elementos de protección y seguridad para la realización de tareas de campo.	Indispensables para la salida de campo, por las condiciones del terreno y el clima.
Toma de muestra agua	6 frascos 300 ml plásticos transparentes, guantes quirúrgicos, marcador indeleble negro, cinta de enmascarar verde, cinta transparente de 3 pulgadas de ancho balanza (g)	Elementos para toma de muestras simples de agua.	Se usaron para realizar muestreos de entrada y salida de cuerpos de agua de uso agropecuario

Tabla 6. *Materiales utilizados en campo para el muestreo de suelos y aguas (continuación)*

<b>Tipo</b>	<b>Elementos</b>	<b>Características</b>	<b>Uso</b>
Toma de muestra suelo	Pala, balde, 3 bolsas plásticas negras, 3 bolsas plásticas blancas, guantes quirúrgicos, marcador indeleble negro, cinta de enmascarar verde, cinta transparente de 3 pulgadas de ancho, colador para tamizado 0.3 mm, tela delgada, papel periódico metro y estufa	Elementos para toma de muestras simples o compuestas de suelo. Elementos para procesar las muestras secas, para su análisis.	Utilizados para tomar muestras compuestas de suelo húmedo y seco en las parcelas de muestreo
Envío de muestras	Nevera de Icopor de capacidad de 20 litros, hielo seco a temperatura de -78,5 °C.	Elementos para preservación de muestras.	Se usó para la preservación del muestreo realizado y para su posterior envío a laboratorio.

Elaborada por los autores (2017).

## **6.1. Fase de campo**

A continuación, se presenta la localización de la investigación, los procedimientos seguidos para realizar los muestreos de flora, agua y suelo en campo, y los datos agroclimáticos de las muestras para los dos últimos.

### **6.1.1. Localización de la investigación.**

El muestreo de flora se realizó en febrero del año 2017. De otra parte, los muestreos de aguas y suelos se realizaron en el mes de julio del año 2017, en el Municipio de Pesca Boyacá las veredas Butaga, Chaguata y Puerta chiquita

- Muestreo de flora: Para efectos de conocer las especies que puntualmente existen en la zona y la representatividad de tales especies, desde el mes de agosto de 2016 se realizaron salidas de tipo observacional, y con base en este proceso se definieron seis puntos representativos en flora. El muestreo de flora se realizó a través de transectos lineales de

20 a 25 metros (ver apéndice F), distribuidos así: tres en la vereda Butaga; dos en la vereda Puerta Chiquita y uno en la vereda Chaguata. El trabajo en campo fue apoyado por tres habitantes de la vereda Puerta Chiquita, quienes sirvieron como guías y aportaron su conocimiento tradicional en la identificación de especies de flora, además reconocieron huellas (indicadores biológicos) de especies de fauna, como venados y faras.

- Muestreo de suelo: Para el muestreo de suelos se seleccionó un predio por vereda. La selección se hizo con base a la relevancia social y ambiental de la zona. Los predios seleccionados presentaban pendientes de 10 a 50% de intervención agropecuaria para las veredas Chuguata y Puerta Chiquita en periodo de descanso; para la vereda Butaga el muestreo se realizó en un relicto de vegetación nativa sin intervenir.
- Muestreo de agua: se seleccionaron fuentes naturales puntuales de uso agropecuario: riego de zonas de pastoreo, cultivos y abrevadero de rumiantes. Las fuentes se seleccionaron siguiendo indicadores ambientales (alta actividad biótica, presencia de algas, presencia de grasas y otros indicadores fácilmente observables). Las fuentes se definieron con anterioridad en actividades del presente proyecto.

### **6.1.2. Procedimientos seguidos en campo para realizar los muestreos**

En la figura 3 se presenta el diagrama de flujo que corresponde al procedimiento del muestreo de suelos y la figura 4 corresponde al procedimiento que se aplicó para realizar el muestreo de agua.

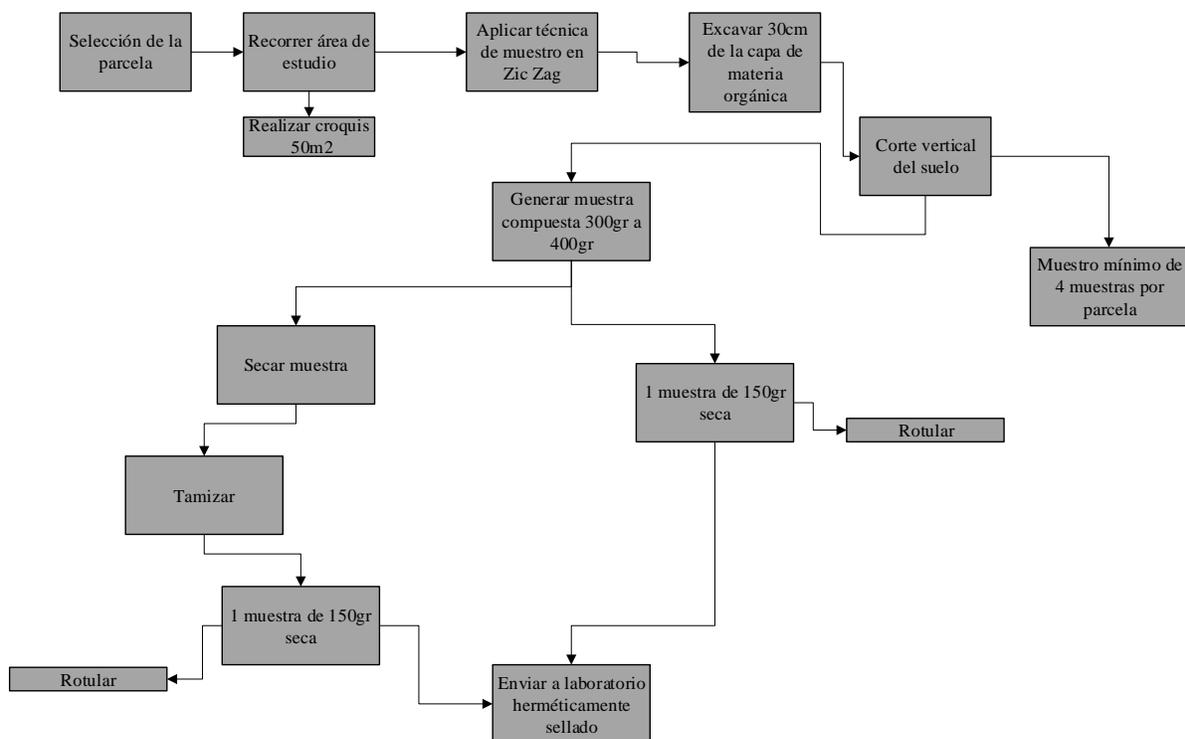


Figura 3. Diagrama de flujo del procedimiento para el muestreo de suelos. Elaborado por los autores. (2017)

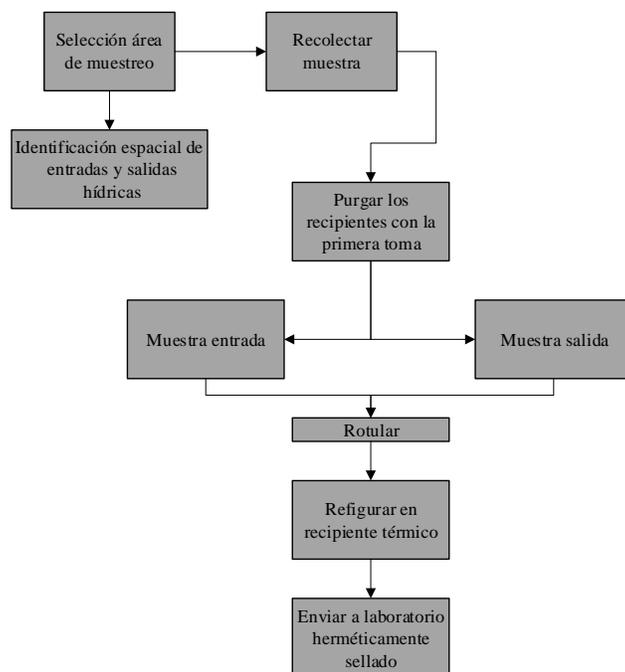


Figura 4. Diagrama de flujo del procedimiento para el muestreo de agua. Elaborado por los autores. (2017)

### 6.1.3. Datos agroclimáticos de las muestras

A continuación, la tabla 7 contiene los datos agroclimáticos de las parcelas de suelo donde fueron tomadas las muestras para análisis en laboratorio.

Tabla 7.

*Datos agroclimáticos de las muestras de suelos.*

Zonas de muestreo	Agro-climatología	
 <p>Muestreo 1. Vda. P. Chiquita</p>	Temperatura	10°C
	Humedad relativa	70%
	Tipo de cobertura	Falsa poa, kikuyo chite
	Altitud	3.480 msnm
	Latitud	05°32.658
	Longitud	073°06.372
 <p>Muestreo 2. Vda. Chaguata</p>	Temperatura	12°C
	Humedad relativa	70%
	Tipo de cobertura	Gramíneas, kikuyo falsa poa
	Altitud	3.410 msnm
	Latitud	05°31.769
	Longitud	073°06.348
 <p>Muestreo 3. Vda. Butaga</p>	Temperatura	12°C
	Humedad relativa	90%
	Tipo de cobertura	Arbustos (chite), kikuyo, (barbecho).
	Altitud	3.240 msnm
	Latitud	05°29.769
	Longitud	073°04.348

Elaborada por los autores (2017)

La tabla 8 presenta los datos agroclimáticos de los puntos de muestreo de agua:

Tabla 8.

*Datos agroclimáticos de las muestras de agua.*

<b>Zonas de muestreo</b>	<b>Agro-climatología</b>	
Vda. Puerta chiquita	Temperatura	10°C
	Humedad relativa	70%
	Tipo de uso	Riego agropecuario
	Altitud	3.420 msnm
	Latitud	05°32.658
	Longitud	073°06.372
Vda. Chaguata	Temperatura	12°C
	Humedad relativa	70%
	Tipo de uso	Riego agropecuario
	Altitud	3.390 msnm
	Latitud	05°31.769
	Longitud	073°06.348
Vda. Butaga	Temperatura	12°C
	Humedad relativa	90%
	Tipo de uso	Recarga de sistemas loticos
	Altitud	3.260 msnm
	Latitud	05°28.283
	Longitud	073°07.381

Elaborada por los autores (2017).

Tal como se observa en las tablas 7 y 8, los datos agroclimáticos son variables asociadas a las condiciones climáticas y la localización, importantes para tener en cuenta para la interpretación de los resultados obtenidos en laboratorio.

## 7. Metodología

El estudio se realizó desde el mes de agosto del año 2016 hasta el mes de julio del año 2017. La investigación se dividió en dos fases: en la primera se realizó un estudio analítico descriptivo mediante el cual se generó la información socioeconómica de la población, empleando técnicas cualitativas de investigación sobre una muestra calculada a partir de la población total.

Alternamente se trabajó en la caracterización biofísica del ecosistema y la caracterización de los procesos agropecuarios. La información física del área de influencia fue obtenida de los documentos “Declaratoria del Parque Natural Regional La Cortadera” (PNR, 2015) y “Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de Pesca” (EOT, 1999); la diversidad de especies se obtuvo mediante la construcción de inventarios de fauna y flora.

La segunda fase correspondió a un análisis experimental correlacional, con el fin de analizar el ecosistema desde lo científico, y para lo cual se analizaron parámetros fisicoquímicos de aguas y suelos; para este último se realizó un análisis enzimático y un balance de materia orgánica con el fin de identificar la capacidad de reciclaje de agentes antrópicos y la resiliencia del suelo.

En la figura 5, se presenta el diagrama de flujo del diseño metodológico que siguió la investigación.

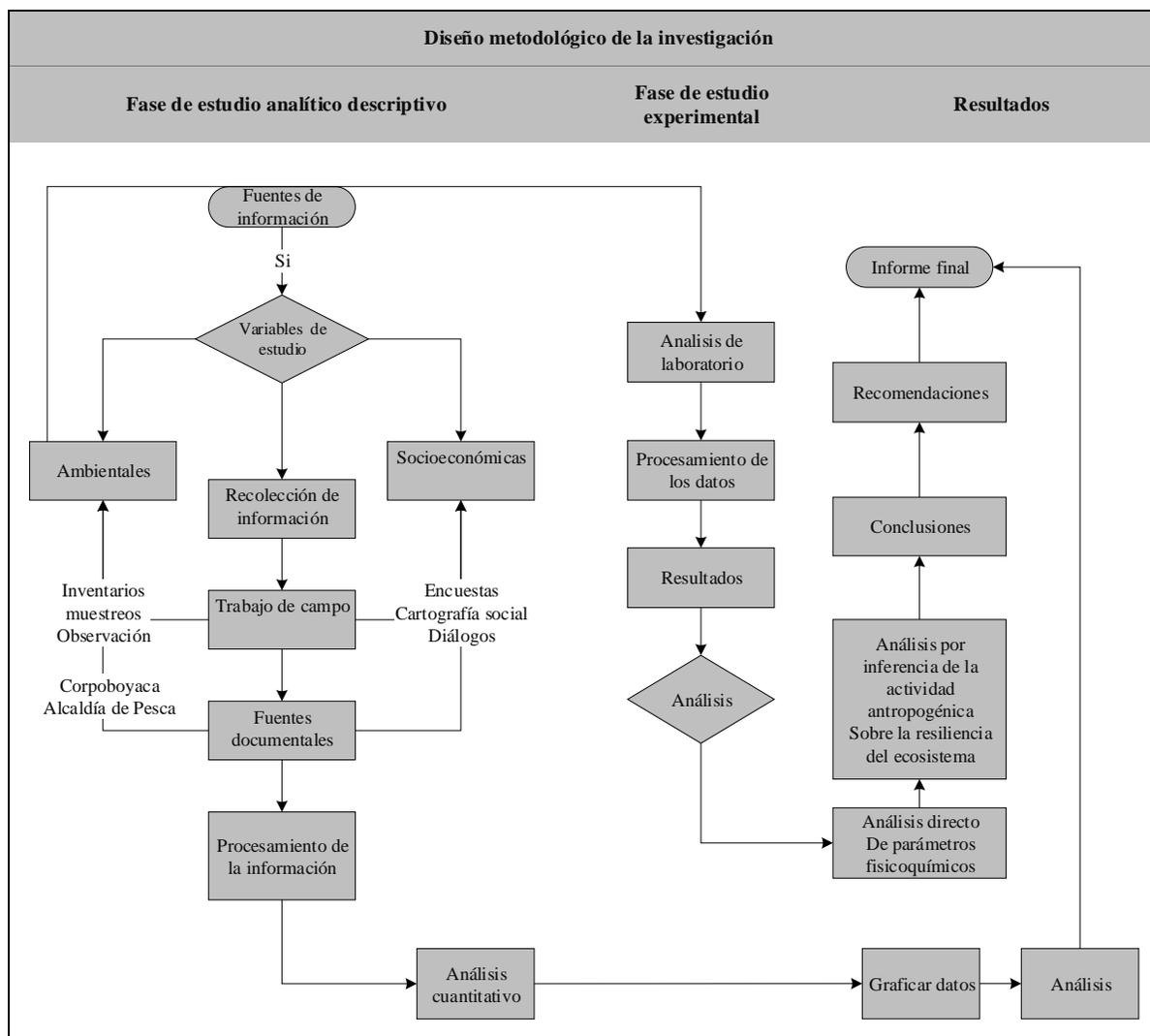


Figura 5. Diagrama de diseño metodológico de la investigación. Elaborado por los autores (2017).

El diagrama del diseño metodológico proporciona una visión global de las variables evaluadas y las técnicas utilizadas para recabar información en la fase analítica descriptiva y la fase experimental, para obtener los resultados esperados.

## 7.1. Método para la caracterización socioeconómica

### 7.1.1. Población y muestra

La población en estudio corresponde a 300 casas habitadas identificadas por los autores, con base en las cuales se obtuvo la muestra para levantar la información socioeconómica de la población.

**Muestra:** Corresponde al conjunto de casas sustraídas de la población objeto de análisis.

Para el caso 92 casas habitadas, calculadas a partir de la siguiente ecuación:

$$\eta_{opt.} = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

N: es el tamaño de la población

Z: nivel de confianza

p: probabilidad de éxito

q: probabilidad de fracaso

d<sup>2</sup>: precisión (error máximo admisible)

$$\frac{300 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{0.03^2 * (320 - 1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}$$

Tabla 9.

*Parámetros del cálculo*

<b>Parámetros del cálculo</b>	
Tamaño de la muestra	300
Error muestra (d <sup>2</sup> )	0,03
Proporción de éxito (p)	0,05
Proporción de fracaso (q)	0,95
Valor para confianza (Z)	1,96
Muestra óptima	86
Si:	Z
Confianza el 99%	2,32
Confianza el 97.5%	1,96
Confianza el 95%	1,65
Confianza el 90%	1,28

Recuperado del manual de tamaño óptimo de la muestra (UNEFM, 2009).

Tal como se aprecia en la tabla 9, la muestra calculada fue aceptable para el realizar la caracterización socioeconómica de la población, dado que proporcionó un rango de confianza del 97%. y estuvo por encima de la muestra óptima.

### 7.1.2. Variables de estudio

Las variables de análisis son los indicadores de las actividades que ejercen presión sobre el área objeto de estudio en dos ámbitos: social y ambiental. Así, las variables que se presentan derivan de la correlación causa efecto, es decir, variables independientes y variables dependientes: en el ámbito social las variables independientes son: condiciones de vida, generación de residuos y economía, cada una con sus respectivas variables dependientes. En el ámbito ambiental las variables independientes son: agricultura y ganadería, y sus aspectos ambientales significativos son las variables dependientes.

La tabla 10 presenta las variables sociales de indagación, para la caracterización socioeconómica del proyecto:

Tabla 10.

*Variables socioeconómicas*

<b>Variables independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>
Condiciones de vida	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combustible usado para cocinar.</li> <li>• Costumbres culturales.</li> <li>• Educación.</li> <li>• Vivienda</li> <li>• Salud.</li> <li>• Servicios (agua y luz).</li> <li>• Tenencia de la vivienda.</li> <li>• Economía</li> </ul>
Residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos orgánicos.</li> <li>• Residuos inorgánicos.</li> <li>• Residuos peligrosos.</li> </ul>

Elaborada por los autores. (2017).

Las variables sociales se enfocaron en establecer una base diagnóstica sobre las fortalezas y falencias de la población, además de las limitaciones y oportunidades de su modelo

socioeconómico, para generar la propuesta de plan de manejo ambiental y zonificación ambiental del proyecto. La tabla 11 contiene las variables ambientales evaluadas en la investigación:

Tabla 11.

*Variables ambientales*

<b>Variables Independientes</b>	<b>Variables dependientes</b>
Agricultura	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de la cobertura vegetal.</li> <li>• Disminución resiliencia del suelo.</li> <li>• Sobrecarga de nutrientes.</li> <li>• Variación del PH del suelo.</li> <li>• Residuos inorgánicos.</li> <li>• Residuos orgánicos.</li> <li>• Toxicidad.</li> </ul>
Ganadería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compactación.</li> <li>• Consumo de agua.</li> <li>• Variación del PH del suelo.</li> <li>• Eutrofización.</li> </ul>

Elaborada por los autores. (2017).

La selección de las variables ambientales se hizo teniendo en cuenta la identificación de las problemáticas generadas por la actividad agropecuaria previamente identificadas en el planteamiento del problema.

En la tabla 12 se presenta las técnicas utilizadas para el levantamiento de la información socioeconómica. Esta se obtuvo directamente en campo, sobre la muestra de la población previamente calculada. Adicionalmente se realizó una actividad de cartografía social de donde se obtuvo información complementaria de gran ayuda en la identificación de puntos de interés para la preservación del ecosistema, enfatizando en el recurso hídrico y sitios de interés cultural.

Tabla 12.

*Técnicas utilizadas para obtener la información socioeconómica*

<b>Técnica utilizada</b>	<b>Fin</b>	<b>Resultados</b>	<b>Limitaciones</b>
Encuesta socioeconómica estructurada por componentes	Conocer las características de vida de la población a través de preguntas relacionadas con su vivienda, sus actividades económicas, su cultura, los servicios a su alcance y la satisfacción de derechos, como la salud.	Se obtuvo la caracterización de la población, la percepción de sus problemáticas y conflictos.	Voluntad o disponibilidad de los individuos a participar.  Los accesos viales.  Condiciones climáticas  Distancia entre casas.
Cartografía social	Obtener la perspectiva que tienen los individuos de su territorio, una construcción de saberes tradicionales.	Se obtuvo la construcción de la distribución de los asentamientos humanos y la ocupación del territorio vista desde la perspectiva de los habitantes. Se obtuvo una gráfica de referencia de los puntos estratégico que los pobladores consideran deben ser conservados.	Voluntad o disponibilidad de los individuos a participar.  Los accesos viales.  Condiciones climáticas

Elaborada por los autores. (2017).

## 7.2. Método para la caracterización biofísica

Para la caracterización biofísica se emplearon dos tipos de fuentes: fuentes primarias y fuentes secundarias. De las fuentes primarias se obtuvo la construcción de los inventarios de flora y fauna de la zona en estudio. Para este último se tuvo en cuenta el inventario de biodiversidad contenido en la declaratoria del Parque Regional Natural Cortadera (2015). De las fuentes secundarias se

obtuvo la caracterización física de los suelos, la geomorfología de la zona en estudio y los niveles de acuíferos presentes en el área de interés. Se realizó el modelo de la cuenca hidrográfica usando el software ArcGIS 10.5 a partir de información tomada en campo y verificada en fuentes documentales. A continuación, en la tabla 13, se encuentran las técnicas empleadas para el levantamiento de la información biofísica:

Tabla 13.

*Técnicas utilizadas para obtener la información biofísica*

<b>Técnica utilizada</b>	<b>Componente ambiental</b>	<b>Resultados esperados</b>	<b>Limitaciones</b>
Revisión documental	Suelos Aguas Clima	Suelos dominantes para el área de interés. Formaciones geomorfológicas y estratos geológicos, tipos de acuíferos y condiciones climáticas.	Información desactualizada. Los trámites de acceso a la información. (en caso de requerirse).
Modelo de elevación digital (DEM)	Aguas	Modelo de la cuenca hidrográfica para el área en estudio.	Disponibilidad gratuita del DEM.
Transectos lineales de 20 a 25 metros (en 6 puntos de muestreo)	Flora	Diversidad de especies de flora presentes y su porcentaje de distribución. Puntos de muestro: 3 en la vereda Butaga, 2, en la vereda Puerta Chiquita y 1 en la vereda Chaguata	La pendiente del terreno. Los accesos viales. El clima. El desconocimiento del terreno.
Encuesta socioeconómica, componente de recursos naturales.	Fauna	Diversidad de especies de fauna	Voluntad o disponibilidad de los individuos a participar.

Elaborada por los autores. (2017).

### 7.3. Método de muestreo de agua

Se realizó de manera puntual identificando entradas y salidas de agua. Se recolectaron seis muestras de agua una por entrada y una por salida para cada vereda. Las muestras fueron tomadas en recipientes plásticos de 300 ml, que se purgaron antes de tomar la muestra definitiva, tomando agua de la fuente objeto de análisis. Las muestras tomadas en las Veredas Puerta Chiquita y Chaguata fueron de uso agropecuario: riego de potreros, agricultura y abrevadero de rumiantes. Las muestras de la vereda Butaga se tomaron en la cuenca alta del río Pesca la cual tiene diferentes usos: riego, piscicultura, pecuario, y abastecimiento de agua potable para la cabecera municipal. En la tabla 14 se describe el origen de las muestras de agua:

Tabla 14.

*Fuente de origen de las muestras*

<b>Ubicación Vda.</b>	<b>Muestras</b>	<b>Entrada</b>	<b>Salida</b>	<b>Altitud</b>
Puerta. Chiquita	1 y 2	Quebrada	Represa	3.420 msnm
Chaguata	3 y 4	Nacimiento	Represa	3.390 msnm
Butaga	5 y 6	Pantano grande	Rio pesca	3.260 msnm

Elaborada por los autores. (2017).

### 7.4. Método de muestreo de suelos

Se delimito una parcela por vereda, y se empleó el método de zigzag. La ruta en “zigzag”, se trazó a una longitud de 20 a 25 metros (m) por línea. Los puntos de submuestras se limitaron a un total de 6 por parcela. Para tomar la muestra, el corte con la pala se hizo a 30 centímetros (cm) de profundidad con una leve inclinación de 10°. Así, se recolectaron las submuestras en un recipiente (balde), que conformaron la muestra compuesta de cada parcela, para enviar a laboratorio, con un peso de 500 gramos (g). Ver apéndice H.

**Preparación de las muestras.** Para análisis se enviaron muestras de suelo húmedas y secas. Las primeras se tomaron, se pesaron y se etiquetaron, y las segundas requirieron de un proceso de secado, que se hizo mediante una estufa eléctrica a 40 °C. Inmediatamente después se realizó el tamizado usando un colador para tamizado de 0.3 mm y una tela para filtrar las partículas pulverizadas de las muestras de suelo. La tabla 15 presenta las características generales de las parcelas de muestreo:

Tabla 15.

*Características de las parcelas de muestreo*

<b>Técnica utilizada</b>	<b>Ubicación Vda.</b>	<b>Cobertura</b>	<b>Área (Ha) de cada parcela</b>	<b>Altitud</b>	<b>Uso</b>
Muestreo en Zigzag	Puerta	Falsa poa,	0.3078	3.480 msnm	Agropecuario
	Chiquita	kikuyo chite			
	Chaguata	Gramíneas, kikuyo falsa poa	0.4046	3.410msnm	Agropecuario
	Butaga	Arbustos (chite), kikuyo, (barbecho).	0.3638	3.240 msnm	Sin intervenir

Elaborada por los autores. (2017).

## **7.5. Caracterización de los procesos agropecuarios de la región**

### **7.5.1. Cultivo de papa tocarreña (*Solanum tuberosum*)**

El establecimiento del cultivo inicia con la selección de las semillas, posteriormente se hace la preparación del barbecho para la siembra, y los surcos se dejan a una profundidad de 15 a 20 cm de profundidad. Una vez la planta nace, empieza el control de productividad y el control fitosanitario del cultivo. Posteriormente se realiza el desyerbe, el cual consiste en retirar la hierba que crece en conjunto con las plantas de papa, y tapar los estolones de la planta con tierra, para favorecer la tuberización de la planta. Se fertiliza el cultivo y se aplican plaguicidas. Tiempo

después se realiza el aporque, proceso donde se vuelve a cubrir la base de la planta con tierra y se aplican plaguicidas para el control fitosanitario. Es común que también se apliquen plaguicidas para ayudar a la productividad. Dicho proceso, junto al desyerbe, tienen como fin favorecer la productividad del cultivo. Finalmente, cuando el cultivo ha llegado a término, se realiza la extracción para su comercialización. En promedio se aplican de 6 a 8 fumigadas en cada cultivo para tratar la gota (*Phytophthora infestans*), la polilla guatemalteca, (*Tecia solanivora*) y el gusano blanco (*Premnotrypes vorax* H), plagas y enfermedades que comúnmente atacan el cultivo de papa.

El cultivo tarda en promedio 180 días desde la siembra hasta la extracción. Durante ese tiempo tiene lugar las entradas y salidas que contiene la tabla 16:

Tabla 16.

*Entradas y salidas durante el cultivo de papa tocarreña*

Tiempo	Entradas		Proceso	Salidas	
	Ambientales	Socioculturales		Ambientales	Socioeconómicas
1 semana	Herbicidas; Agua	Alimentos, tractor, herramientas, mano de obra, leña	Preparación del terreno	Remoción de la cobertura vegetal, toxicidad, Emisiones CO2, desmonte.	Generación de empleo, (productor, 1,2 obreros)
1 día	Compost, fertilizantes industriales a base de NPK	Alimentos, mano de obra, herramientas, semilla.	Siembra del tubérculo	Nutrientes, residuos inorgánicos (lonas, costales, plásticos) Crecimiento vegetativo	Generación de empleo veredal (productor, 1,-3 obreros)
2 meses	Plaguicidas, agua	Mano de obra, alimentos herramientas	Desyerbe	Toxicidad, residuos vegetales, sobrecarga de nutrientes, residuos peligrosos (empaques, frascos) residuos inorgánicos	Generación de empleo veredal (productor, 1- 3 obreros) Desarrollo del tubérculo

Tabla 16. *Entradas y salidas durante el cultivo de papa tocarreña (continuación)*

Tiempo	Entradas		Proceso	Salidas	
	Ambientales	Socioculturales		Ambientales	Socioeconómicas
3 meses	Plaguicidas, agua	Mano de obra, alimentos, herramientas	Aporque	Toxicidad, residuos vegetales, del sobrecarga nutrientes, peligrosos (empaques, frascos)	Generación de empleo veredal (productor, 1-3 obreros) Engrose del tubérculo
5 meses	Herbicidas	Mano de obra, alimentos, herramientas (cortar rama)	Maduración	Residuos vegetales,	Punto del tubérculo para extraer
6 meses	Agua	Mano de obra, herramientas, empaques, alimentos	Extracción	Residuos sólidos inorgánicos	Generación de empleo veredal (4, 5, 6 o más)
	Transporte	Clasificación del tubérculo (riches, semillas nativas)	Comercialización	Emisiones de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O,	Dinamización de la economía familiar rural
	Agua, energía	Seguridad alimentaria	Consumo final	Residuos inorgánicos, residuos orgánicos	Dinamización de la economía regional y local

Elaborada por los autores. (2017) con base en datos de un cultivo localizado en la Vereda Puerta Chiquita.

Las entradas más importantes para el establecimiento del cultivo se dividen en dos tipos de recursos: recursos naturales y recursos sintéticos y humanos. Los primeros comprenden suelo para la implementación del cultivo, el cual requiere una etapa de preparación donde la capa vegetal es removida y surcada mediante laboreo mecánico; el agua es muy importante para satisfacer las necesidades de riego y la biodiversidad también cumple un papel importante, ya que esta ayuda a la polinización y al control biológico de plagas. A estos se suman los recursos

sintéticos constituidos por fertilizantes industriales a base de nitrógeno (N), fosforo (P) y potasio (K), y los plaguicidas, cuya función es controlar plagas y enfermedades.

Los fertilizantes y plaguicidas son la principal causa de generación de residuos sólidos durante el proceso, sin embargo, los residuos de los fertilizantes no son un problema porque se reutilizan. En contraste, los frascos y bolsas donde vienen empacados los plaguicidas no pueden reutilizarse y no se disponen de manera adecuada, ya que se dejan en los barbechos o se queman.

Los recursos humanos que cuentan son la mano de obra, especialmente importante en la extracción del tubérculo (etapa de mayor demanda de trabajadores), siendo la principal fuente de empleo para la población. La importancia de la producción de papa está dada porque es la base de la alimentación de la población local y regional.

### ***Prácticas de laboreo y riego***

El laboreo es la etapa de preparación del terreno. En la región se ejercen dos tipos de laboreo: laboreo mecánico, el cual se realiza con tractor, y el laboreo tradicional, usando toros y herramientas fabricadas por los agricultores (casquillejo, arado y yugo). La riqueza hídrica de la zona y la pendiente del terreno favorecen el riego con surtidor mecánico. El régimen de lluvias aporta al riego de los cultivos de forma natural.

La figura 6 presenta las formas de laboreo y riego que predominan en la región, distribuidas en porcentaje:

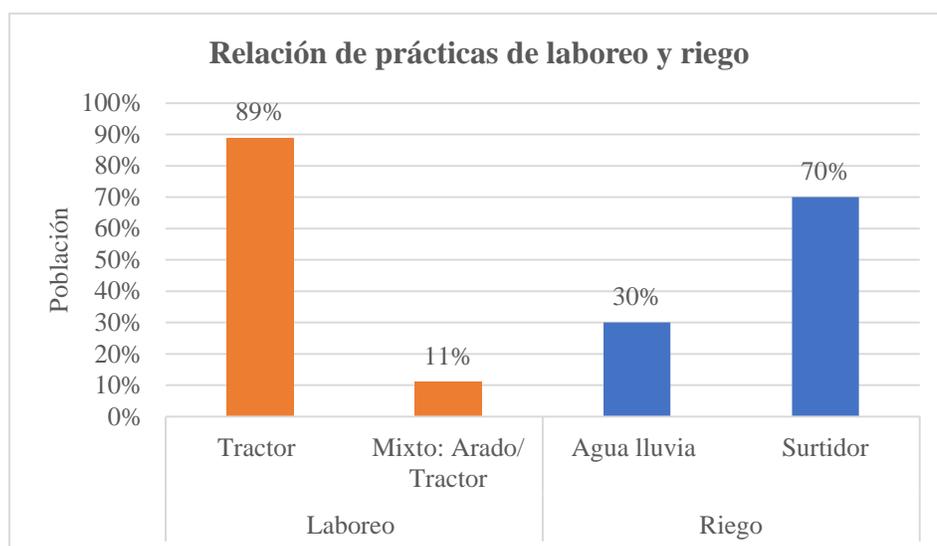


Figura 6. Relación de prácticas de laboreo y riego. Elaborado por los autores. (2017)

Como se observa en la figura 6, predomina el laboreo con tractor, con un 89%, mientras un 11% de la población practica laboreo mixto (arado y tractor). En la práctica de riego, el uso de surtidor mecánico tiene una participación del 70%, y el 30% restante usa el agua lluvia para las necesidades de sus cultivos.

### ***Uso de plaguicidas***

Los plaguicidas se usan para quemar la hierba en la fase de preparación del terreno, controlar plagas y enfermedades de la planta, ayudar en la productividad, y quemar el tallo de la planta en la fase de maduración del tubérculo. Este último se da en muy pocos casos para la región en estudio. La figura 7, presenta la distribución porcentual del uso, de los plaguicidas según información suministrada por los agricultores:

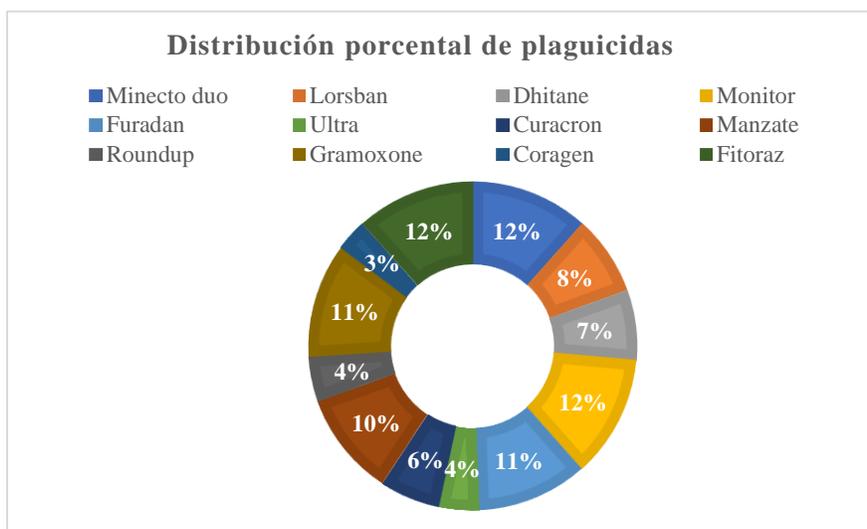


Figura 7. Distribución porcentual de plaguicidas. Elaborado por los autores. (2017)

Los plaguicidas de mayor uso son los insecticidas Minecto Duo, con 12%, monitor con el 12%, y Furadan 11%. Este último fue prohibido en el año 2012 luego de que un estudio realizado por la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos concluyera que “los riesgos alimenticios, laborales y ecológicos eran inaceptables para todos los usos del químico” (Reuters, 2015). El alto porcentaje de los insecticidas se explica por la necesidad de controlar la polilla guatemalteca, (*Tecia solanivora*) y el gusano blanco (*Premnotrypes vorax* H). Con relación a los fungicidas, estos son usados para el control enfermedades como la patanegra de la papa (*Pectobacterium atrosepticum*), la gota (*Phytophthora infestans*) y la afectación de la Babosa (*Deroceras* sp.). Los herbicidas Gromoxone o Roundup se usan en época de preparación del terreno para quemar la hierba. A continuación, en la tabla 17 se hace una breve reseña de los plaguicidas de uso común en la región, donde se presenta su categoría toxicológica y sus características.

Tabla 17.

*Plaguicidas de uso común y su categoría toxicológica*

<b>Nombre comercial</b>	<b>Clase toxicológica</b>	<b>Características</b>
Dithane Fitoraz Manzate	III Ligeramente peligroso	Derivados de ácidos carbamáticos; matan a un espectro limitado de insectos, pero son altamente tóxicos para los vertebrados; persistencia relativamente baja.
Furadan	I Extremadamente peligroso	Derivados de ácidos carbamáticos; matan a un espectro limitado de insectos, pero son altamente tóxicos para los vertebrados; persistencia relativamente baja.
Monitor	Ib Altamente tóxico	Derivados de ácidos carbamáticos; matan a un espectro limitado de insectos, pero son altamente tóxicos para los vertebrados; persistencia relativamente baja.
Curacron	Ib Altamente tóxico	Derivados de compuestos oagonofosfatos. Solubles en agua. Se infiltran hasta alcanzar las aguas subterráneas; menos persistentes que los hidrocarburos clorados; algunos afectan al sistema general: son absorbidos por las plantas, transferidos a las hojas y tallos, donde quedan al abasto de insectos que comen hojas o se alimentan de sabia.
Lorsban	Clase III Ligeramente peligroso	
Gramoxone Roundup	II Moderadamente peligroso	Es un aminofosfonato y aminoácido natural glicina, con alto grado de perforación. Se absorbe directamente por las hojas, interfiriendo directamente con la síntesis de aminoácidos, delimitando el crecimiento. Este proceso es rápido y efectivo.
Minecto dúo	III Ligeramente peligroso	Derivados de la nicótica. Actúan sobre el sistema nervioso central de los insectos y, con menor toxicidad, en vertebrados.

Elaborada por los autores. (2017). Con base en la guía de clasificación toxicológica de la OMS (2009).

### ***Análisis de los flujos del cultivo de papa***

Para sintetizar la información, la figura 8 presenta los flujos del cultivo durante su ciclo de vida:

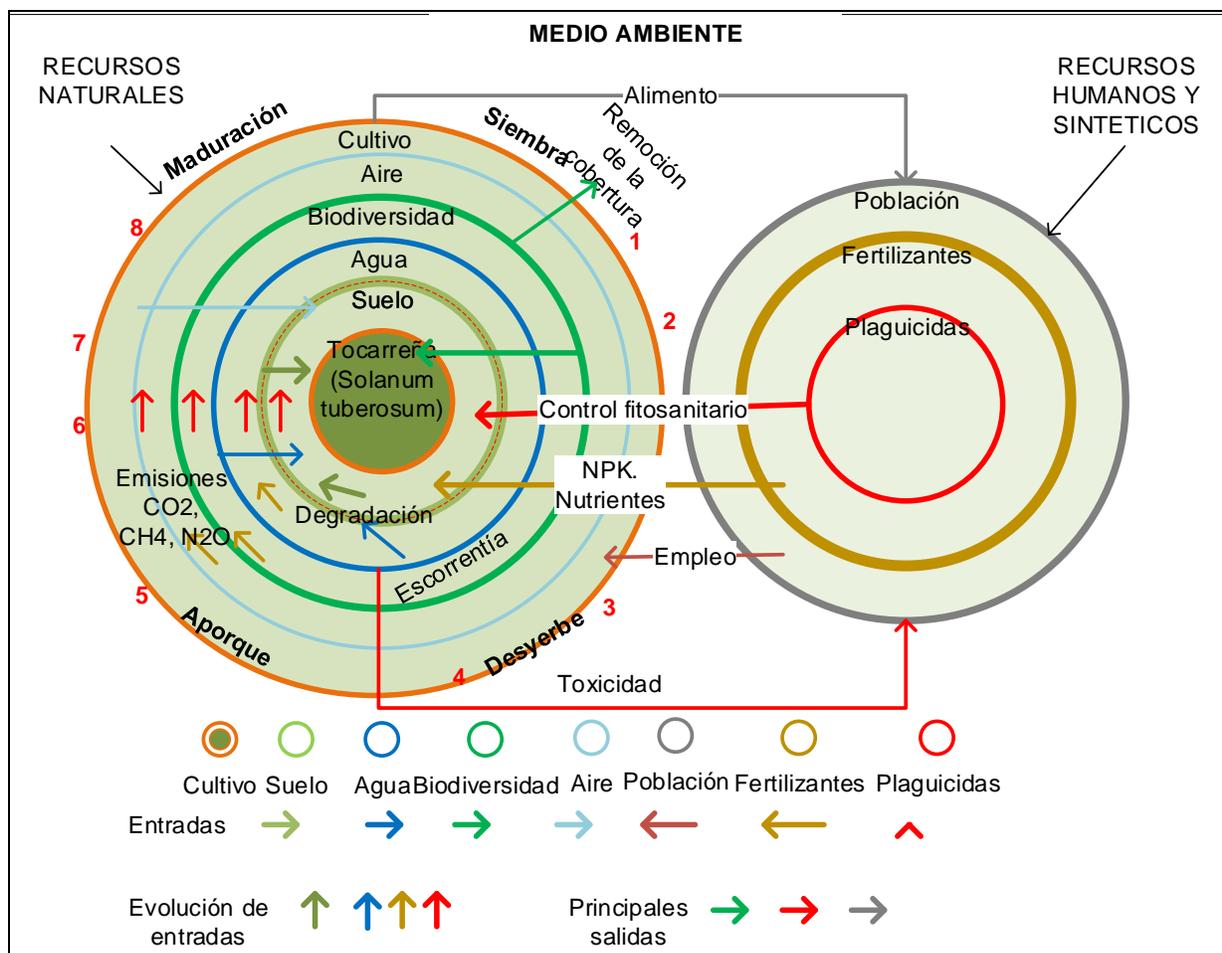


Figura 8. Flujos del cultivo durante su ciclo de vida. Elaborado por los autores. (2017)

El diagrama presenta una lógica horizontal. El grosor de las líneas de la figura circular indica la dimensión de la afectación benéfica o perjudicial. De un lado están los recursos naturales que convergen durante el ciclo de vida del cultivo: aire, biodiversidad, suelo y agua. De otro lado se presentan los recursos humanos y sintéticos: mano de obra, plaguicidas y fertilizantes.

Las entradas más importantes son los recursos naturales que permiten la implementación del cultivo. Los fertilizantes aportan nutrientes y tienen la capacidad de moverse, su aplicación puede favorecer procesos de eutrofización por el aumento en los niveles de nitrógeno en el agua, y los plaguicidas controlan plagas y enfermedades; su aplicación es directa sobre las plantas y

afectan al suelo, agua, biodiversidad y aire dado el contacto inminente. Adicionalmente, la frecuencia de aplicación varía entre 6 a 8 fumigadas por cultivo y los agricultores no usan Elementos de Protección Personal (EPP) adecuados. La escorrentía lateral y la cobertura vegetal tienen mucho que ver con la dirección de estos en el ambiente. El desarrollo del cultivo es de gran importancia por dos factores: seguridad alimentaria y empleo de la población.

Para finalizar la caracterización del cultivo de papa tocarreña, la tabla 19 presenta la inversión total de un cultivo promedio de la región localizado en un área de media hectárea.

Tabla 18.

*Inversión total de un cultivo promedio de la región.*

<b>Inversión total en el cultivo de papa (16 bultos)</b>			
Detalle de inversión	Cantidad	Costo unitario	Costo total
Preparación de la tierra	1	200.000	200.000
Siembra	1	1.343.000	1.343.000
Desyerbe	1	684.000	684.000
Aporque	1	361.000	361.900
Corte de rama	1	120.000	120.000
Extracción	1	460.000	460.000
Total			3.168.900

Elaborada por los autores. (2017). Con base en datos suministrada por los productores.

La producción del cultivo fue de 106 bultos para la venta, entre papa pareja y papa gruesa. El costo por carga (2 bultos/45.36 kg) fue de \$48.000, el costo de venta del cultivo sumo \$2.544.000 en total. Teniendo en cuenta que los costos de inversión suman \$3.168.900, y el precio de venta, se concluye que la variación de precios actual afecta seriamente al agricultor, porque tiene una pérdida directa de \$480.900.

### 7.5.2. Cuidado de ganado normando (Bos Taurus)

El cuidado de ganado normando que se realiza en la región tiene su partida en la gestación, etapa que dura 9 meses (280 días). Una vez la vaca ha parido, inicia el proceso de capitalización de la rumiante, ya que esta produce leche. Alrededor de los seis meses, la cría es separada de su madre, llevándola a pastar a un potrero diferente; el desarrollo de la cría dura 3 años. Una vez la cría llega a edad adulta, empieza su proceso de capitalización. Si es hembra, se deja para tener crías, y si es macho, se prepara para el trabajo o para la raza. Eventualmente puede ser vendido para satisfacer las necesidades económicas del dueño y para el aprovechamiento de su carne. La tabla 19 contiene las entradas y salidas que tienen lugar durante el ciclo de vida del rumiante.

Tabla 19.

*Entradas y salidas durante el ciclo de vida de un rumiante*

Tiempo	Entradas		Proceso	Salidas	
	Ambientales	Socioculturales		Ambientales	Socioeconómicas
9 meses	Pastos, oxígeno, suelo, luz solar	agua, aire, Patrimonio local per cápita	Gestación	Metano, Amoniaco, GEI, Excretas,	Sustento Familiar
3 años	Pastos, oxígeno, suelo, luz solar	agua, aire, Sal de levante, melaza, concentrado, vacunas (jornadas de vacunación UMATA)	Desarrollo de la cría	Metano, Amoniaco, GEI, Excretas, lixiviados, nutrientes, empaques (lonas, bolsas)	Cría en edad adulta
15 años	Pastos, oxígeno, suelo, luz solar	agua, aire, Leche, gaveras, Sal, cuajo,	Capitalización hembras	Metano, Amoniaco, GEI, Excretas, lixiviados, nutrientes, empaques (lonas, bolsas)	Queso, valor de la libra = 3.500\$ Crías cada 12 a 18 meses Sustento de la economía familiar rural

Tabla 19. *Entradas y salidas durante el ciclo de vida de un rumiante (continuación)*

	Entradas		Proceso	Salidas	
5 a 10 años	Pastos, agua, oxígeno, aire, suelo, luz solar	Trabajo (arado de suelo) Servir a las hembras en calor		Metano, GEI, Excretas, Amoniaco, lixiviados, nutrientes, empaques (lonas, bolsas)	Trabajo =50.000\$ Dúo Raza, = 25.000\$ Sustento de la economía familiar rural
Final de su vida productiva	Pastos, agua, oxígeno, aire, suelo, luz solar	Sacrificio del animal o venta del animal	Descarte	Metano, GEI, Excretas, Amoniaco, lixiviados	Aprovechamiento de la carne Dinamización de la economía local y/o regional

Elaborada por los autores. (2017). Con base en la encuesta de caracterización socioeconómica.

De la información presentada en la tabla 19, se infiere que las entradas más importantes son los recursos naturales para el sustento de los rumiantes; en consecuencia, la ganadería es una actividad que demanda gran cantidad de agua y extensas áreas de pastoreo. Esto genera compactación y déficit hídrico. En periodos secos, la oferta de forrajes y agua en páramo motiva a la población a extender la frontera ganadera, ocupando áreas de páramo. La ganadería aporta emisiones de metano CH<sub>4</sub>, a causa de su proceso digestivo.

### *Sistemas de pastoreo y abrevadero*

En la zona se practican tres tipos de pastoreo: con lazo, que se ejerce por el 59% de la población, con cerca eléctrica (18%), y mixto (23%). Cabe resaltar que para el área no se cuenta con alternativas de follaje que optimicen el sistema productivo y el uso del suelo. El pastoreo es extensivo, ocupando áreas de páramo fragmentadas que han sido adecuadas para tal uso por los pobladores.

De acuerdo con la población, una hectárea puede sustentar, en promedio, el alimento a 10 rumiantes durante un mes con el sistema de lazo; en contraste con el sistema eléctrico, la misma

hectárea duraría 15 días, e incluso menos, y con el sistema mixto, en promedio, 20 días. Esto significa que existe sobrepastoreo, debido a que el sistema con lazo genera una mayor presión sobre el suelo, al tiempo que limita la recuperación del mismo. En la figura 9, se hace una representación de la presión que ejercen dos sistemas de pastoreo sobre el suelo:

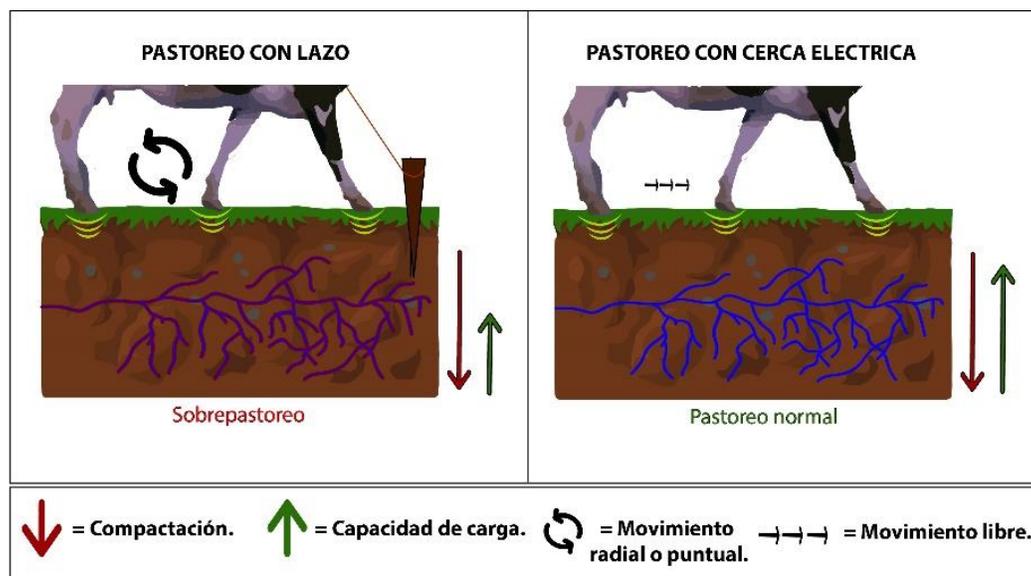


Figura 9. Ilustración del sobrepastoreo. Elaborado por los autores. (2017)

De acuerdo con la ilustración, se intensifica la presión sobre el suelo al localizar rumiantes distribuidos de forma puntual, ya que estos tienen un radio limitado de movimiento (3 metros en promedio). Por tanto, la evolución del suelo tiene una recuperación lenta, que con el tiempo provoca que el suelo pierda sus propiedades edáficas, volviéndose infértil y rebasando su capacidad de resiliencia.

Respecto al abastecimiento de agua, el 80% de la población capta agua en cueras para llevar a sus rumiantes, el 12% los abastece de quebradas, y el 8% de nacimientos. El abastecimiento indirecto, es decir en cueras, ayuda a evitar la contaminación hídrica. El abastecimiento directo en fuentes naturales produce alteraciones en las propiedades organolépticas del agua. El proceso más evidente de contaminación es la eutrofización, que

indica alta presencia de algas que consumen el oxígeno en el agua, y elevan los niveles de nitratos y fosforo en los acuíferos.

De otra parte, la necesidad de agua está directamente relacionada con el tipo de pastoreo o follaje, y con el clima. A pasto tierno y lluvia, menor consumo de agua, y a pasto seco y periodos secos, mayor consumo de agua. Para las vacas lecheras, la necesidad de agua es mayor dado que el 86,9% de la leche es agua, y el resto la constituye proteínas y lactosa (Magariños, 2000, págs. 7,8). Por esta razón la ganadería es una de las actividades más demandantes en recursos hídricos. Para el área en estudio, la disponibilidad de agua es una de las razones para localizar rumiantes en ecosistema de páramo.

Los datos de la tabla 20 relacionan en promedio la cantidad de agua que bebe un rumiante según su edad:

Tabla 20.

*Necesidad de agua de un rumiante, según edad*

<b>Edad</b>	<b>Agua (L/día)</b>
Adulta	22
Desarrollo	18
Destete	12
Lactancia	6

Elaborada por los autores. (2017). Con base en información suministrada por la población.

Para sintetizar los argumentos expuestos en la caracterización del manejo de la ganadería en el área objeto de análisis, la figura 10 corresponde a los flujos transables durante el ciclo de vida de un rumiante.

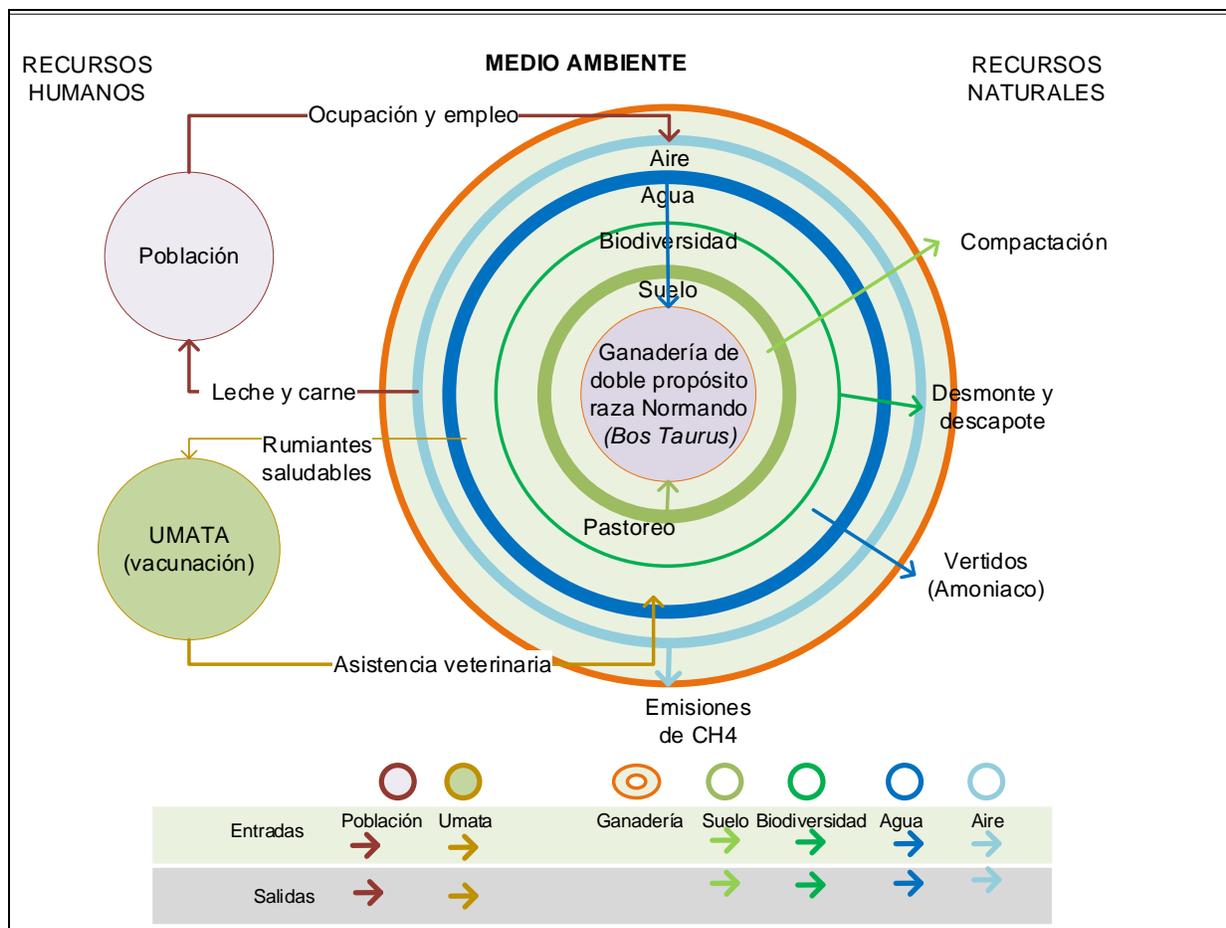


Figura 10. Flujos durante el ciclo de vida de un rumiante. Elaborado por los autores. (2017)

El diagrama anterior relaciona los flujos de entradas y salidas durante la ganadería. Para la población, esta es la actividad de mayor ocupación, dado que es la base de su economía y de su sustento. La asistencia técnica la presta la Unidad Municipal de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA) del municipio. Los recursos naturales de mayor demanda para la satisfacción de la actividad son el agua, y el suelo, el cual es el recurso más afectado por la actividad debido a la compactación que sufre.

De acuerdo con la literatura científica, el ganado bovino emite gas metano porque en su proceso digestivo, que ocurre bajo condiciones anaeróbicas, participan diferentes tipos de bacterias que degradan la celulosa ingerida a glucosa, que fermentan luego a ácido acético y

reducen el dióxido de carbono, formando metano en el proceso. La emisión de metano representa energía alimenticia que se transforma en forma de gas y no es aprovechada por el animal (Carmona, Bolívar, & Giraldo, 2005, pág. 51). Según los datos reportados de inventarios de metano, en Colombia la fermentación entérica de los rumiantes es responsable del 19,55% de emisiones de metano (Ortega, *et al.*, 2010 pág. 9)

Terminando con la caracterización de los procesos agropecuarios, en la tabla 21 se describen los costos en promedio de un sistema ganadero en la región objeto de análisis:

Tabla 21.

*Costos promedio de un sistema ganadero de la región*

<b>Detalle de la inversión</b>	<b>Tiempo (años)</b>	<b>Cantidad (0,64ha)</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
Gestación	1	3	300.000	900.000
Desarrollo	3	9	300.000	2.700.000
Etapas productiva (hembras, leche)	15	45	300.000	13.500.000
Etapas productiva (hembras, crías)	15	45	300.000	13.500.000
Etapas productiva (machos, raza)	10	30	300.000	9.000.000
Etapas productiva (machos, trabajo)	5	15	300.000	4.500.000
<b>Total</b>				<b>44.100.000</b>

Elaborada por los autores. (2017).

En opinión de la población, la actividad que les genera mayor ganancia económica y de lo que viven, es la ganadería, ya que dicen tener la inversión asegurada, en contraste la agricultura, resulta muy relativa dada la alta inversión que requiere y la volatilidad de los precios.

## **7.6. Metodología propuesta para la EIA de actividades agropecuarias**

### **7.6.1. Bases generales de la propuesta metodológica**

La presente propuesta metodológica es de autoría propia. Se elaboró para la planificación y gestión del territorio de uso agropecuario, su aplicación práctica se hizo en el ecosistema Páramo La Cortadera, veredas en estudio. La metodología se enfocó en los pilares del desarrollo sostenible: medio ambiente, sociedad y economía, los cuales se adaptaron a las particularidades del desarrollo socioeconómico, nivel de ingresos, acceso a herramientas tecnológicas, nivel de formación y rasgos culturales de la población. Integra las fases típicas de una EIA: descripción de las condiciones ambientales del área en estudio, caracterización de los procesos objeto de estudio, y elaboración del Plan de Manejo Ambiental (PMA).

Retomando la pregunta central de esta investigación ¿Cuál es la estrategia más adecuada para evaluar el impacto de la actividad agropecuaria en el Páramo La Cortadera?, se estudiaron los sistemas agropecuarios situados en el área en estudio. El análisis se realizó durante el mes de agosto del año 2016 hasta el mes de febrero del año 2017, lo que permitió conocer las formas típicas de producción agropecuaria en la región y determinar las relaciones sociales de la población.

Sabiendo que los ecosistemas de páramo presentan un alto grado de vulnerabilidad y que brindan servicios ambientales y servicios ecosistémicos, y a la vez sustentan actividades agropecuarias por encima de los 3.000 msnm, la investigación se enfocó en determinar las interacciones en el sistema, se replanteó el concepto de ecosistema a “agroecosistema”, definido como sistema culturizado donde convergen unas variables antropogénicas (prácticas culturales) que modifican la composición del ecosistema original (componentes ambientales), y cuya afectación y/o beneficio presenta un porcentaje de significancia sobre la resiliencia del

ecosistema y las actividades económicas de la población . Sus interacciones se pueden apreciar en la figura 12.

La gran novedad de la metodología propuesta es que evalúa sobre hectáreas de producción e incorpora una gráfica de categorías de manejo. Los resultados de la evaluación se dan en hectáreas afectadas (negativas) y/o beneficiadas (positivas), y se correlacionan con la gráfica de manejo directamente, así se obtiene el manejo que requiere el área de acuerdo con la evaluación.

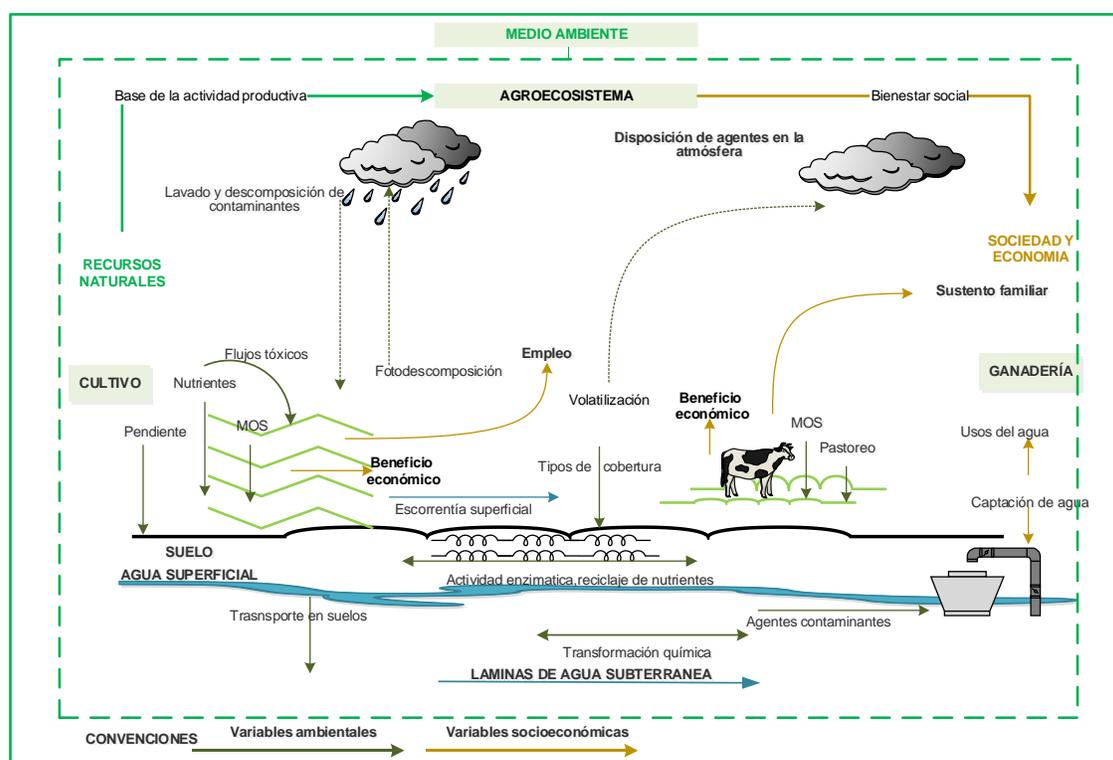


Figura 11. Ilustración de las interacciones de un agroecosistema. Elaborado por los autores. (2017)

### *Alcance de la evaluación*

De acuerdo con Arboleda (2008 pág. 19), los procesos, elementos o aspectos de una determinada actividad que interactúan con el medio ambiente, se denominan Acciones Susceptibles a Producir Impacto (ASPI). Teniendo en cuenta las ASPI, que son las variables que interactúan

en el ambiente, y por ende pueden modificar su composición y determinar el bienestar social de la población, la valoración se hace sobre cada una de ellas.

### ***Atributos de evaluación***

Los atributos de evaluación se definieron teniendo en cuenta tres principios: abordar el comportamiento del impacto en el territorio, su extensión geográfica, y la frecuencia de una acción antrópica sobre el territorio (laboreo del suelo) y/o la frecuencia de una acción donde hay retorno económico y social (venta de leche). Siguiendo estos principios los atributos que se definieron para el método son: evolución, extensión y frecuencia. La tabla 22 presenta la descripción de tales atributos:

Tabla 22.

#### *Atributos cualitativos de evaluación*

<b>Atributos de evaluación</b>	<b>Descripción</b>
Evolución (Ev)	Se refiere al comportamiento de una acción o un agente capaz de generar alteraciones en el ambiente que puedan transformar o modificar parcialmente un componente ambiental o social. En el ambiente la evolución depende del clima, las condiciones geomorfológicas, y la sinergia que pueda tener con otras acciones de un proceso específico.
Extensión (Ex)	Hace referencia a la localización espacial y la distribución del área en (ha) de una determinada acción susceptible a generar impactos.
Frecuencia (Fr)	Hace referencia a la frecuencia en que se realiza una determinada actividad susceptible a generar impacto.

Elaborada por los autores. (2017).

Los atributos de evaluación son netamente cualitativos, pero se deben tener en cuenta unas variables de acuerdo con el criterio profesional del evaluador. Las variables pueden variar según el caso en estudio. La interpretación de las variables se presenta en la tabla 23:

Tabla 23.

*Interpretación de los atributos cualitativos de evaluación*

<b>Atributos de evaluación</b>	<b>Variables de análisis</b>	<b>Descripción</b>
Evolución ambiental	Sinergia	El agente o acción interactúa con otros agentes o acciones.
	Transformación	Referente a áreas o recursos donde se evidencien cambios drásticos debido a su explotación y/o subutilización.
	Acumulación	El agente o acción tiene la capacidad de dispersarse y acumularse.
	Intensidad	Referente a la sobreexplotación de los recursos naturales.
	Persistencia	El agente o acción persiste temporalmente o tiene la capacidad de bioacumularse.
	Recuperabilidad	El agente o acción no rebasa la resiliencia del ecosistema.
Evolución social	<i>Variables de análisis</i>	<i>Descripción</i>
	Buena	Las actividades agropecuarias son el sustento de las familias y se tiene ganancia en el retorno de la inversión.
	Aceptable	Las actividades agropecuarias son el sustento de las familias, pero no hay ganancia en el retorno de la inversión.
	Mala	Las actividades agropecuarias son el sustento de las familias, hay pérdidas en el retorno de la inversión.
Extensión ambiental	<i>Variables de análisis</i>	<i>Descripción</i>
	Puntual	El impacto se localiza en el sistema agropecuario de análisis.
	Local	El impacto se desplaza por la escorrentía u otra condición climática y/o geomorfológica.
	Regional	El impacto rebasa la capacidad de resiliencia del ecosistema.
Extensión social	<i>Variables de análisis</i>	<i>Descripción</i>
	Puntual	Seguridad alimentaria y empleo en la zona rural.
	Local	Seguridad alimentaria en el casco urbano.

Tabla 23. *Interpretación de los atributos cualitativos de evaluación (continuación)*

<b>Atributos de evaluación</b>	<b>Variables de análisis</b>	<b>Descripción</b>
	Regional	Seguridad alimentaria en la provincia o departamento.
Frecuencia ambiental	<i>Variables de análisis</i>	<i>Descripción</i>
	Alta	La actividad o acción se realiza a diario.
	Media	La actividad se realiza mensual.
	Baja	La actividad se realiza semestral o más.
Frecuencia social	<i>Variables de análisis</i>	<i>Descripción</i>
	Alta	Los ingresos son diarios y son el sustento de las familias.
	Media	Los ingresos son cada seis meses o más.
	Baja	Los ingresos son relativos en tiempo (1 año, 2 años o más).

Elaborada por los autores. (2017).

### ***Clase, incidencia y categorías de afectación del impacto***

De acuerdo con el concepto de impacto, “entendido como el cambio generado por una acción en la calidad ambiental del factor en el cual incide y la contribución al desarrollo económico y bienestar social de una región” (Garmendia, 2005, pág. 75 adaptado por los autores), el impacto puede ser benéfico o perjudicial. Cuando el impacto contribuye a la disminución de la calidad ambiental del factor sobre el cual incide o su retorno económico no le es favorable a la población, el impacto es de clase negativo, en contraparte, si el impacto mejora las condiciones ambientales del factor sobre el cual incide y su retorno económico beneficia a la población, el impacto es de clase positivo. De otra parte, si el ecosistema tiene la capacidad para retener daños, adaptarse y no sufrir cambios drásticos en periodos cortos de tiempo, y el retorno económico de la inversión

no permite pobreza extrema, pero tampoco permite el desarrollo económico de la región, el impacto es neutro.

Las categorías de afectación para el caso son los componentes naturales y sociales que se ven involucrados y sobre los cuales se manifiesta el impacto: agua, aire, biodiversidad, suelo, salud humana y economía. La incidencia es la variable que pone en contexto las interacciones de la afectación, así la incidencia es: ambiental, socioeconómica y socioambiental.

### ***Significancia del impacto***

Es la importancia del impacto de acuerdo con su incidencia y el comportamiento general del impacto. El análisis del sistema va desde lo científico, donde se establece el estado actual del ecosistema y se complementa con el estudio de variables cualitativas socioeconómicas. Permite generar un orden de prioridad con base en el porcentaje de significancia estimado del impacto para cada variable estudiada.

### **7.6.2. Marco metodológico de la propuesta de EIA**

Corresponde al orden cronológico en que se aplica el método, los datos requeridos y las ecuaciones que se deben emplear. El diagrama de flujo de la figura 12 indica el procedimiento para poner en práctica la propuesta metodológica:

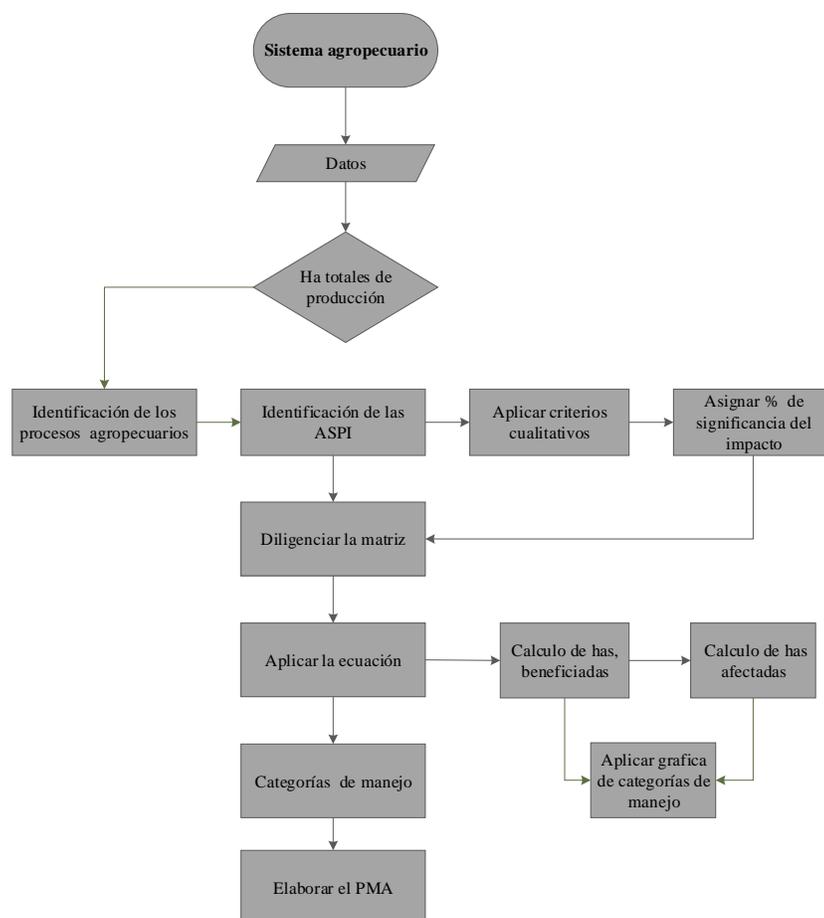


Figura 12. Diagrama de flujo de la aplicación de la metodología propuesta. Elaborado por los autores. (2017)

De acuerdo con el diagrama de flujo, los datos de entrada son:

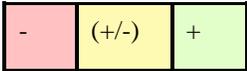
1. Cálculo del área total de producción: este dato se obtuvo de la caracterización socioeconómica y la combinación de bandas de imágenes satelitales landsat 8.
2. Identificación de los procesos de las actividades agropecuarias durante su ciclo de vida.
3. Identificación de las acciones susceptibles a producir impacto (ASPI).

Nota: identificadas las ASPI, se debe poner en equilibrio porcentual (de 0 a 1) el sistema para empezar a evaluar de la siguiente forma: en una situación hipotética, se han identificado 45 ASPI, entonces  $\rightarrow \frac{1}{45} = 0,022$ . El resultado es la base para empezar la evaluación.

4. Identificación de la incidencia socioambiental, socioeconómica y ambiental que tiene cada una de las ASPI.
5. Identificación de los componentes o categorías de afectación de las ASPI de la actividad productiva objeto de análisis.
6. Identificar la clase de las ASPI, la cual puede ser negativa, positiva o neutra.

Tabla 24.

*Clase de las ASPI*

Clase	Definición	Símbolo
Negativo (-)	Cuando se generan riesgos ambientales que van en detrimento de la calidad ambiental del ecosistema o de sus recursos. También cuando una acción no genera un retorno económico y/o social aceptable.	
Positivo (+)	Cuando una o más categorías de impacto ambiental o social se benefician.	
Neutro (+/-)	Cuando el ecosistema tiene la capacidad para retener daños, adaptarse y no sufrir cambios drásticos en periodos cortos de tiempo. También cuando el retorno social no permite condiciones de pobreza extrema pero tampoco permite el crecimiento económico de las familias	

Elaborada por los autores. (2017).

7. Aplicación de los atributos cualitativos que dan el *porcentaje (%) estimado de impacto en significancia* a las acciones susceptibles a generar impacto (ASPI). La figura 13 muestra el procedimiento correspondiente:

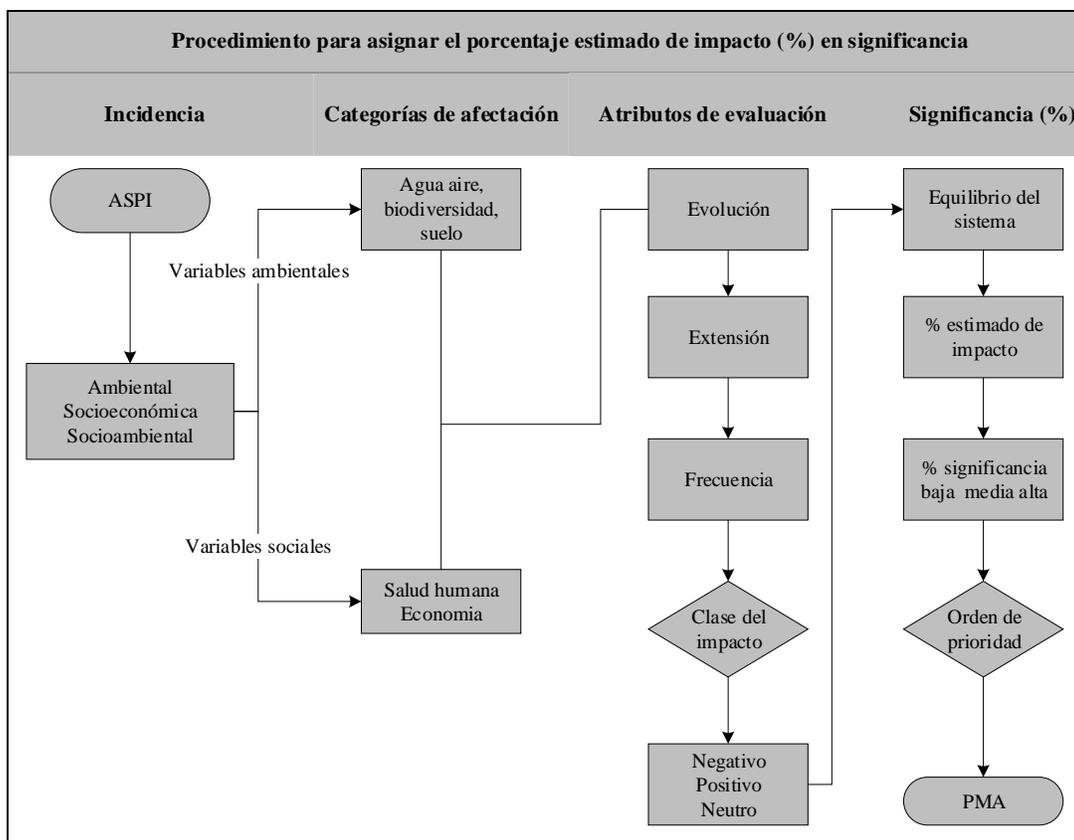


Figura 13. Procedimiento para estimar el porcentaje de significancia de las ASPI. Elaborado por los autores. (2017).

8. Calcular las hectáreas beneficiadas o afectadas aplicando la siguiente ecuación.

$$H_{boa} = (-\%_{EI} * A_{p1}) + (\%_{EI} * A_{p2})$$

Donde:

$H_{boa}$  = Hectáreas Beneficiadas o Afectadas. ( $\pm$ Ha) Ha

$\%_{EI}$  = Porcentaje Estimado de Impacto.

$A_{p1}$  = Área de producción perjudicada Ha

$A_{p2}$  = Área de producción no perjudicada Ha

$$A_p = A_{p1} + A_{p2}$$

$A_p$  = área de producción Total. (Ha).

Tabla 25.

*Descripción de las variables de la ecuación*

<b>Variables</b>	<b>Descripción</b>
$H_{boa}$	Son las hectáreas conocidas como beneficiadas o afectadas dentro de la actividad productiva
$\%_{EI}$	Porcentaje estimado de impacto a partir de los criterios de evaluación.
$A_{p1}$	Área de producción perjudicada de acuerdo con la evolución, extensión y frecuencia de las ASPI y a factores externos.
$A_{p2}$	Área de producción no perjudicada de acuerdo con la evolución, extensión y frecuencia de las ASPI y a factores externos.
$H_{boaT}$	Es la sumatoria de todas las hectáreas beneficiadas o afectadas dentro de la actividad productiva.

Elaborada por los autores. (2017).

## 9. Elaboración de la matriz de evaluación de impacto.

Calcular las hectáreas beneficiadas o afectadas totales aplicando la siguiente ecuación:

$$H_{boaT} = \sum H_{boa}$$

10. Calcular el porcentaje de  $H_{boa}$  total en base a  $A_p$  y construir la matriz.

11. Aplicar la gráfica de categorías de manejo para el ecosistema según los resultados de la evaluación.

Nota: La gráfica de categorías de manejo es el porcentaje de hectáreas afectadas o beneficiadas en base al total de las hectáreas de producción

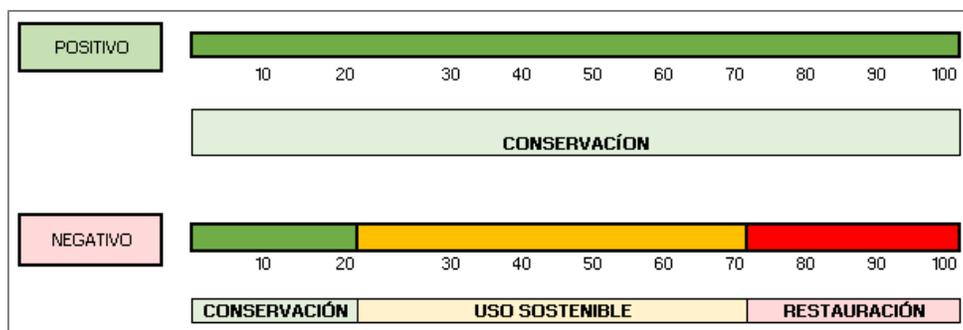


Figura 14. Interpretación de las categorías de manejo contempladas en la metodología. Elaborada por los autores. (2017).

**Conservación.** Busca la perpetuación de los recursos naturales. La conservación tiene una importancia primaria en lo que respecta a la calidad de vida animal y humana, por tal motivo es el motor principal del desarrollo. Las medidas destinadas para fines de conservación se basan en la apropiación del territorio y conciencia ambiental, con el objeto de reconocer el valor del territorio por sus ecosistemas, bienes y servicios ambientales.

**Uso sostenible.** Se relaciona con la capacidad de regeneración que tiene un ecosistema o recurso natural explotado y el derecho de las comunidades a explotar su territorio. El uso sostenible requiere repensar las técnicas o formas de explotación y optimizar las formas de producción, ya que estas deben aportar al mantenimiento de los flujos ecosistémicos. Las medidas a desarrollar para un uso sostenible deberán tener como objetivo un sistema de equilibrio entre la conservación y el desarrollo económico

**Restauración.** Esta categoría de manejo aplica cuando se han disturbado negativamente las condiciones físicas, químicas y/o biológicas de un ecosistema y se deben reponer valores, bienes y servicios al ecosistema; se debe realizar un diagnóstico que indique el tipo de restauración que requiere el ecosistema. Las medidas de manejo deberán recomponer la estructura parcial u original del ecosistema.

## **8. Resultados y análisis**

Los resultados se presentan en tres ítems: inicialmente se presenta la caracterización socioeconómica de la población, donde se esbozan sus condiciones de vida y sus actividades económicas. En seguida se establece la caracterización biofísica, compuesta por la tipificación de los suelos, el sistema hídrico y las especies de fauna y flora, del área de interés. Por último, se encuentra la evaluación de impacto ambiental de las actividades: cuidado de ganado (Normando) y agricultura de papa (Tocarreña), donde se pone en práctica la metodología propuesta.

### **8.1. Generalidades**

Los pobladores del área de interés son de estratos 1 y 2 respectivamente, y sus actividades económicas están basadas en algún tipo de actividad agropecuaria. Cuentan con dos servicios básicos para sus hogares: agua y electricidad. En cuanto a los accesos, cuentan con una vía principal, (vía terciaria) en estado de deterioro, debido a la falta de mantenimiento y las fuertes lluvias en periodos de invierno. Respecto a su derecho a la salud, los pobladores deben desplazarse hasta la cabecera municipal donde son atendidos (por el Sisbén), y adicionalmente se realizan brigadas de salud cada 6 meses en las veredas. Para terminar, en el área de interés se encuentra una institución educativa, el Colegio Académico Butaga, el cual atiende a población infantil y población adolescente.

La tabla 26 corresponde a la identificación de las sedes del Colegio de acuerdo con su nivel primaria y bachillerato:

Tabla 26.

*Sedes de la Institución Educativa Colegio Butaga*

<b>I.E. Butaga</b>	<b>Nivel</b>	<b>Vereda</b>
Sede Butaga	Primaria/bachillerato	Butaga
Sede Rodeo	Primaria	Butaga
Sede Puerta Chiquita	Primaria	Puerta chiquita
Sede Piedras Blancas	Primaria	Puerta chiquita
Sede Chaguata	Primaria	Chaguata

Elaborada por los autores. (2017). Con base en la encuesta de caracterización socioeconómica

***Tenencia de la vivienda y estrato socioeconómico***

La tenencia de la vivienda está directamente asociada con la propiedad de tierras. La figura 6 relaciona la población con vivienda propia y la población que vive en alquiler, con el estrato socioeconómico.

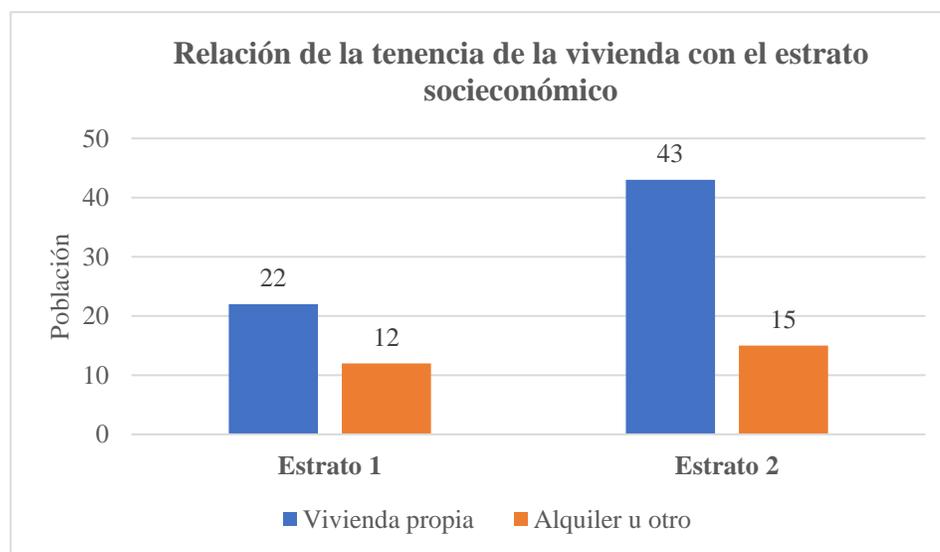
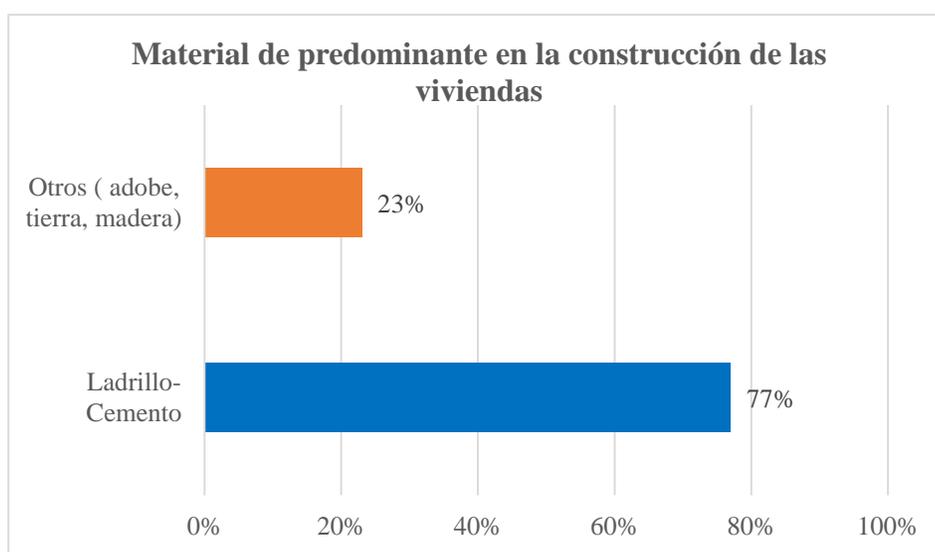


Figura 15. Relación de la tenencia de la vivienda con el estrato socioeconómico. Elaborada por los autores. (2017).

De la población encuestada, el 71% cuenta con vivienda propia y el 29% restante vive en alquiler u otra forma, como el cuidado de fincas. El 63% de la población es de estrato 2, y el 37% está en estrato 1.

### ***Características de la vivienda***

Las viviendas son aceptables para habitar, y todas, sin excepción, cuentan con baño conectado a un pozo séptico. Se observó que estas han ido evolucionando, dejando de lado la construcción tradicional en adobe. La figura 16 presenta los materiales predominantes en la construcción de las viviendas.

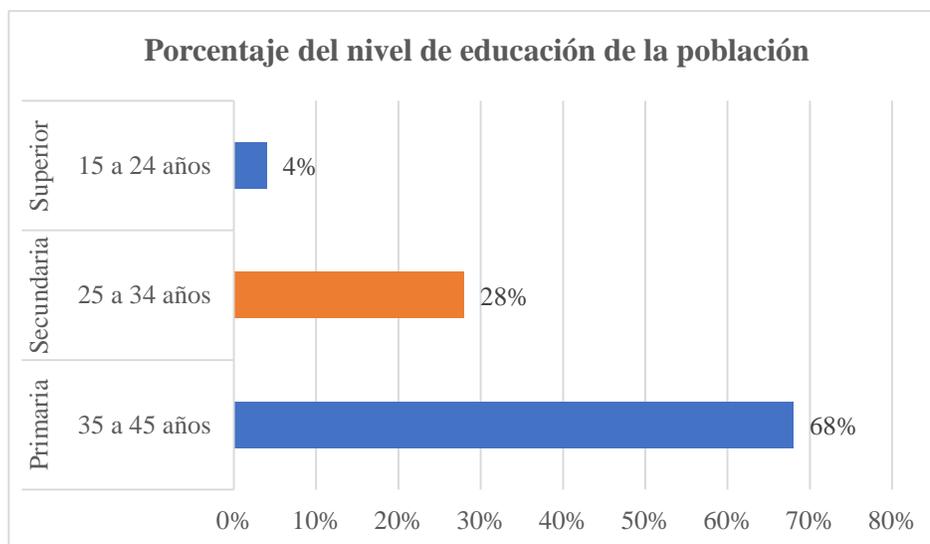


*Figura 16.* Material predominante en la construcción de las viviendas. Elaborada por los autores. (2017).

El material predominante en las paredes de la vivienda es el ladrillo, en una menor participación el adobe, y la madera representa pequeños cortes en los acabados de la vivienda. Respecto al piso, el material predominante en las viviendas es el cemento, seguido por el baldosín; las áreas en tierra corresponden a zonas de patio (exteriores).

### ***Nivel educativo de la población***

Los niveles de educación de la población están representados en la figura 17.



*Figura 17.* Porcentaje del nivel de educación de la población. Elaborada por los autores. (2017).

Los adultos en edades de 35 a 45 años o más terminaron la primaria (en algunos casos, primaria incompleta), representando el 64% de la población encuestada. por otra parte, la población comprendida por adultos de 25 a 34 años, equivalente al 27%, cursaron estudios de secundaria (en algunos casos incompletos), y el restante de población encuestada (3 individuos) comprendida en edades de 15 a 24 años, ha cursado estudios profesionales (2) y tecnológicos (1).

### ***Abastecimiento de agua***

El abastecimiento de agua para uso doméstico proviene en su mayoría de acueductos rurales. La tabla 27, relaciona los acueductos veredales, su fuente de abastecimiento, número de usuarios y administración.

Tabla 27.

*Acueductos veredales*

<b>Vereda</b>	<b>Acueducto</b>	<b>Fuente de abastecimiento</b>	<b>Usuarios</b>	<b>Administrador</b>
Butaga	Mata blanca	Quebrada	40	Junta de acueducto
Butaga	El raque y las cañas	Quebrada	102	Junta de acueducto
Butaga	El chorro	Quebrada	75	Junta de acueducto
Puerta chiquita	Los hervideros	Nacimiento	90	Junta de acueducto
Chaguata	Las cortaderas	Nacimiento	46	Junta de acueducto

Elaborada por los autores. (2017).

Los tanques principales de captación se localizan en las partes altas de cada vereda, en las zonas de descarga de acuíferos lenticos (nacimientos y lagos) y sistemas loticos (quebradas). Estos sistemas abastecen al 72% de la población. El 28% de la población se abastece directamente de quebradas y nacimientos.

### ***Combustible usado para cocinar***

La población se abastece de especies de flora leñosas como pinos y eucaliptos, en conjunto con el carbón y el gas. La distribución de los tipos de combustible demandados por la población se muestra en la figura 18.

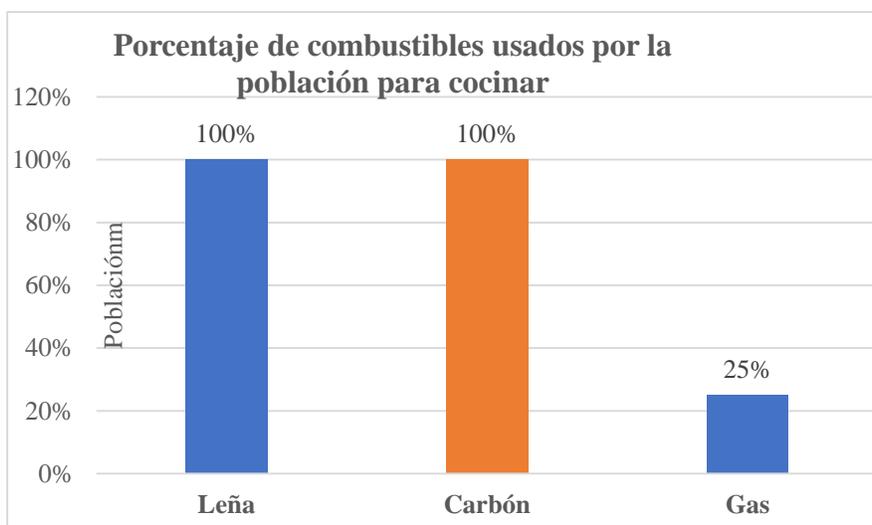


Figura 18. Porcentaje de combustibles usados por la población para cocinar. Elaborada por los autores. (2017).

De la población encuestada, el 100% dice usar leña y carbón simultáneamente para cocer los alimentos y calentar el hogar. De dicha población, el 25% dice complementar con gas, especialmente en la mañana.

### ***Generación y disposición de residuos sólidos***

En el área de interés se generan tres tipos de residuos: orgánicos, inorgánicos, y residuos peligrosos. La figura 19, presenta la relación de la generación de residuos, discriminando su disposición como adecuada o inadecuada.

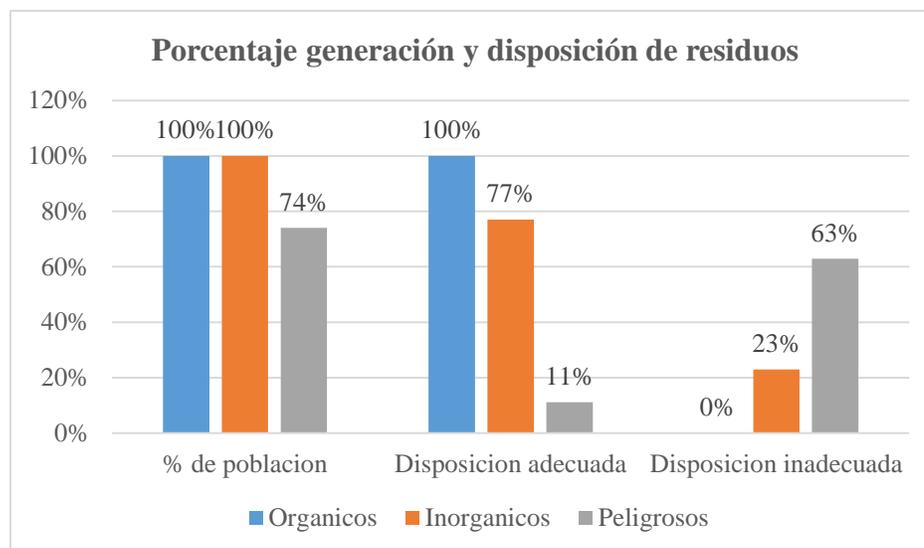


Figura 19. Porcentaje de generación y disposición de residuos. Elaborada por los autores. (2017).

La generación de residuos está directamente ligada al tipo de actividad productiva de las familias, cuyas fuentes de ingresos son la ganadería y la agricultura. Se evidencia que el manejo de residuos orgánicos es adecuado, también se evidencia poca cultura de reciclaje; resulta preocupante que el 63% de la población dispone inadecuadamente los residuos peligrosos (contenedores de plaguicidas), y existe desinformación sobre sus riesgos, al grado de no considerarse peligrosos en algunos casos.

### ***Actividades económicas de la población***

Las actividades económicas de la población son: agricultura y ganadería. La agricultura ocupa al 22% de la población, y por su parte, la ganadería es ejercida por el 72% de la población encuestada; esta última es más provechosa a nivel social y económico. En contraparte, la agricultura se está viendo afectada en gran medida por las alzas de precios en insumos y las bajas ganancias. Con el tiempo, los habitantes han optado por realizar huertas caseras que no requieran de mucha inversión, para su sustento familiar.

### *Uso del suelo*

La relación de la distribución del uso del suelo se presenta en la figura 20.

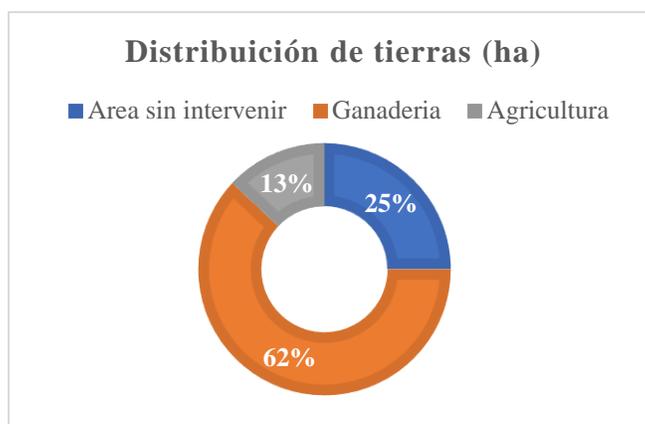


Figura 20. Porcentaje de distribución del uso de la tierra. Elaborada por los autores. (2017).

Dentro de los resultados obtenidos en la distribución de uso del suelo para la zona en estudio, se evidencia una clara expansión agropecuaria, que predomina sobre áreas naturales; teniendo en cuenta que el área hace parte de una reserva natural, resulta alarmante la baja cobertura de área natural sin intervención antrópica.

## **8.2. Caracterización biofísica del área de estudio**

### **8.2.1. Suelos**

La información sobre los suelos de las veredas en estudio fue obtenida del documento de declaratoria del Parque Regional Natural la Cortadera, de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá y el EOT del municipio de Pesca.

A continuación, la tabla 28 presenta las formaciones geológicas y geomorfológicas, inmediatamente en la tabla 29 se relacionan los tipos de suelo (orden y subgrupo), y finalmente, la tabla 30 hace referencia a los usos del suelo de la zona.

Tabla 28.

*Estratigrafía geológica y geomorfología del área en estudio*

<b>Propiedad</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formación</b>
<i>Geomorfología</i>	Las expresiones geomorfológicas dominantes que forman la superficie del municipio de Pesca son: laderas denudativas, dorsales montañosos, valles, planicies y altiplanicies. El área de interés se caracteriza por presentar lomos montañosos y laderas convexas, con pendientes fuertemente pronunciadas entre los 26° y los 60° (Alcaldía del Municipio de Pesca, 1999, pág. 153).	<p><i>Lomos montañosos:</i> Corresponden a cinturones montañosos de carácter regional, continuo o discontinuo, que dividen y zonifican el territorio desde el punto de vista biofísico, administrativo, social, económico y funcional. Para el área de interés, y en general para el municipio, el cinturón más amplio y escarpado se ubica por el sector occidental, y corresponde al ecosistema del páramo. Esta formación geomorfológica ocupa un área de 5.559 hectáreas.</p> <p><i>Laderas convexas:</i> Reflejan una dinámica agradacional. El material superficial es de estrato rocoso o de depósitos coluviales estables, generando formas abultadas y con drenaje principalmente paralelo. Este tipo de laderas se aprecia en el sector occidental del municipio en las veredas Chaguata, Butaga, Puerta Chiquita, Llano Grande, y Naranjos. Su extensión es de 7.100 Hectáreas. (Alcaldía del Municipio de Pesca, 1999, pág. 142).</p> <p><i>Altiplanicies:</i> Son formas planas, elevadas, cercanas a cotas de 3000 msnm, derivadas de rocas clásticas arenosas, con intercalaciones limo-arcillosas y con depósitos de ceniza volcánica, vistas en el sector de Pantano Grande, en la vereda Butaga.</p>
<i>Estratigrafía geológica</i>	Corresponde a depósitos coluviales. Estos depósitos están conformados principalmente por rocas areniscas dentro de una matriz arcillo-arenosa, color pardo amarillento, que incluye depósitos de taludes, derrubios y material de movimientos en masa, provenientes de los escarpes rocosos de las formaciones arenosas que se encuentran aflorando.	<p><i>Formación une:</i> Consta de areniscas cuarzosas de color gris claro a blanco amarillento, grano fino a grueso, localmente conglomeráticas y algo micáceas, con intercalaciones de lodolitas negras; la estratificación es variable en capas delgadas y gruesas.</p> <p><i>Miembro calcáreo superior:</i> Formación constituida por una sucesión de shales grises, seguido de una presencia de calizas lumaquéticas con intercalaciones de shales y arcillas pizarrosas.</p>

Nota: La información fue recuperada del EOT (Municipio de Pesca, 1999), y la Declaratoria del Parque natural regional, La Cortadera (Corpoboyaca, 2015). Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 29.

*Suelos del área en estudio*

Inceptisoles	Misceláneo de paramo
<p>Se encuentran los subgrupos Cruce (Typic Tropaquept) con un 60% de presencia en la zona, Butaga (Typic Humitropept) con un 25%, y Bojacá (Typic Natrustalf) con un 15% (Corpoboyaca, 2015, pág. 47).</p> <p>En el área de estudio, los usos que se le dan a los suelos no son idóneos, limitan el desarrollo de los horizontes del perfil del suelo y favorecen procesos de erosión laminar.</p>	<p>El suelo paramuno es rico en humus con un alto grado de descomposición, de acidez considerable, enmohecido y de color pardo oscuro o negro. En el páramo, la descomposición de la materia orgánica se lleva a cabo en condiciones de bajas temperaturas y alta humedad (Hosfstede, Lips, &amp; Jongsma, 1998). La infiltración de agua y aire es generalmente alta debido a la presencia de suelos típicamente porosos, relacionados con altos valores de conductividad hidráulica. La retención de agua es especialmente significativa, dado que en los primeros 30 cm de profundidad, el agua ocupa el 61.7% del volumen total del suelo (CAR 1998 como se citó en: Díaz, Navarrete, &amp; Suárez, 2005 pág. 67)</p>

Nota: La información fue recuperada del EOT (Municipio de Pesca, 1999). Adicionalmente se consultó bibliografía científica. Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 30.

*Usos del suelo del área en estudio*

Uso	Sistema de cuidado de rumiantes	Formas de laboreo	Riego/ abastecimiento para rumiantes	Hectáreas
Agropecuario	Ganadería extensiva con: lazo, cerca eléctrica y sistema mixto o combinado.	Laboreo mecánico y laboreo tradicional (con toros).	El 70% de la población encuestada realiza riego por aspersión mecánica con surtidor de agua por gravedad, y el 30% de la población utiliza el agua lluvia. El abastecimiento de agua para rumiantes se satisface por: captación en cueras (80%), quebradas (12%) y nacimientos (8%)	2.141 hectáreas son de uso ganadero, y 433 hectáreas son de uso agrícola.

Nota: La información se obtuvo de las encuestas de caracterización socioeconómica, en complemento con el uso de imágenes satelitales landsat 8. Elaborada por los autores. (2017).

### 8.2.2. Análisis Físicoquímico de los suelos muestreados

En la tabla 31 se presentan las variables físicoquímicas evaluadas y las técnicas aplicadas. La tabla 32, corresponde a los resultados obtenidos, y en la tabla 33, se presenta la interpretación de los análisis físicoquímicos de acuerdo con los parámetros establecidos por el IGAC.

**Nota.** Ver el apéndice I sobre la aclaración de quien orientó los análisis de laboratorio de aguas y suelos para este trabajo además de registros fotográficos.

- **Muestra 1:** Vereda Puerta Chiquita.
- **Muestra 2:** Vereda Chaguata.
- **Muestra 3:** Vereda Butaga.

Tabla 31.

*Variables evaluadas en el análisis físicoquímico de suelos y sus respectivas técnicas analíticas*

Número	Variable evaluada	Símbolo / Unidades	Técnica Analítica
1	Humedad	Pw (%)	Secado en estufa a 60°C
2	Suelo Seco	Pss (%)	Ecuación matemática
3	Potencial de Hidrogeniones	pH	Potenciometría Handylab11
4	Conductividad eléctrica	CE (μS / cm)	Conductimetría Handylab 780
5	Acidez Intercambiable	Ai (meq /100g)	Titulación volumétrica con NaOH 0,01N
6	Carbono Orgánico	CO (%)	Volumetría Wlalkey-Black
7	Materia Orgánica	MO(%)	Ecuación Matemática
8	Nitrógeno Total	NT(%)	Kjeldhal
9	Actividad de Catalasa	ACAT (μmol /g.h)	Permanganometría (García, <i>et al.</i> ,2003)
10	Actividad Ureasa	AU (μmol /g.h)	Volumetría (García, <i>et al.</i> ,2003)

Nota: Unidades de medida μS(microSiemens); meq(miliequivalentes); μmol /g.h (m). Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 32.

*Resultados análisis fisicoquímico de suelos*

<b>Indicador</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>
Pw (%)	4,44	2,43	2,6
Pss (%)	95,56	97,57	97,4
pH	6,27	6,75	6,34
CE ( $\mu\text{S} / \text{cm}$ )	16	13	16
Ai (meq /100g)	0,19	0,16	0,1
CO (%)	1,34	2,08	2,6
MO(%)	1,66	3,58	4,48
NT(%)	0,08	0,18	0,22
ACAT ( $\mu\text{mol} / \text{g.h}$ )	1,605	0,131	25,3
AU ( $\mu\text{mol} / \text{g.h}$ )	4,44	4,32	26,1

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 33.

*Interpretación resultados del análisis de suelos, en función de tabla IGAC (2015)*

<b>Indicador</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Interpretación</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Interpretación</b>
Pw (%)	4,44	-----	2,43	-----	2,60	-----
Pss (%)	95,56	-----	97,57	-----	97,40	-----
pH	6,27	Ligeramente ácido	6,75	neutro	6,34	Ligeramente ácido
CE (µS / cm)	16,00	Normal	13,00	Normal	16,00	Normal
Ai (meq /100g)	0,19	Baja concentración de Al <sup>3+</sup> , suelo normal	0,16	Baja concentración de Al <sup>3+</sup> , suelo normal	0,10	Baja concentración de Al <sup>3+</sup> , suelo normal
CO (%)	1,34	Bajo	2,08	Bajo	2,60	Bajo
MO(%)	1,66	Baja	3,58	Baja	4,48	Baja
NT(%)	0,08	Bajo	0,18	Bajo	0,22	Bajo
ACAT (µmol /g.h)	1,61	Normal (Leirós <i>et al.</i> ,2000)	0,13	Normal (Leirós <i>et al.</i> ,2000)	25,30	Alto (Leirós <i>et al.</i> ,2000)
AU (µmol /g.h)	4,44	Normal (Dick, <i>et al.</i> ,1988)	4,32	Normal (Dick, <i>et al.</i> ,1988)	26,10	Alto (Dick, <i>et al.</i> ,1988)

Nota. Con base en la tabla de interpretación de resultados para suelos en fincas del IGAC (2015). Elaborada por los autores. (2017).

De acuerdo con la comparación de los resultados obtenidos con los parámetros del IGAC, los suelos no presentan anomalías que indiquen una perturbación antrópica crítica; el pH, conductividad eléctrica y acidez intercambiable, son normales para el ecosistema.

Por otro lado, el CO, MO y el NT en las muestras son bajos, probablemente por las prácticas culturales como el sobrepastoreo y la remoción de la cobertura vegetal, porque estas

favorecen la liberación de carbono secuestrado por el suelo e inciden directamente sobre la materia orgánica del suelo (MOS).

Las figuras 21, 22 y 23 presentan la correlación de las variables analizadas.

En la figura 21 se presenta la correlación de el pH y la CE respectivamente. La figura 22 presenta los indicadores para el balance de la materia orgánica y, la figura 23 presenta los indicadores de la actividad enzimática.

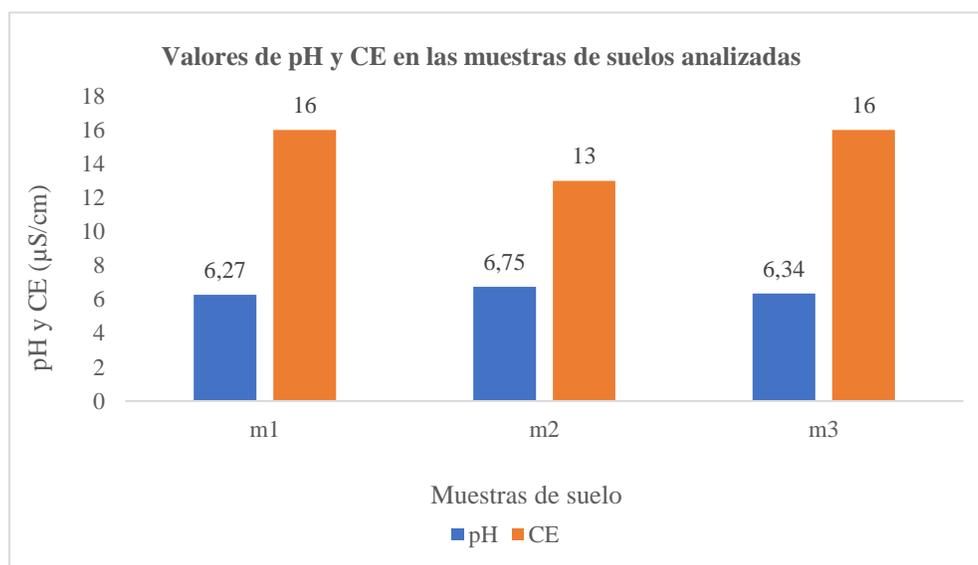


Figura 21. Valores de pH y CE en las muestras de suelos analizadas. Elaborada por los autores. (2017).

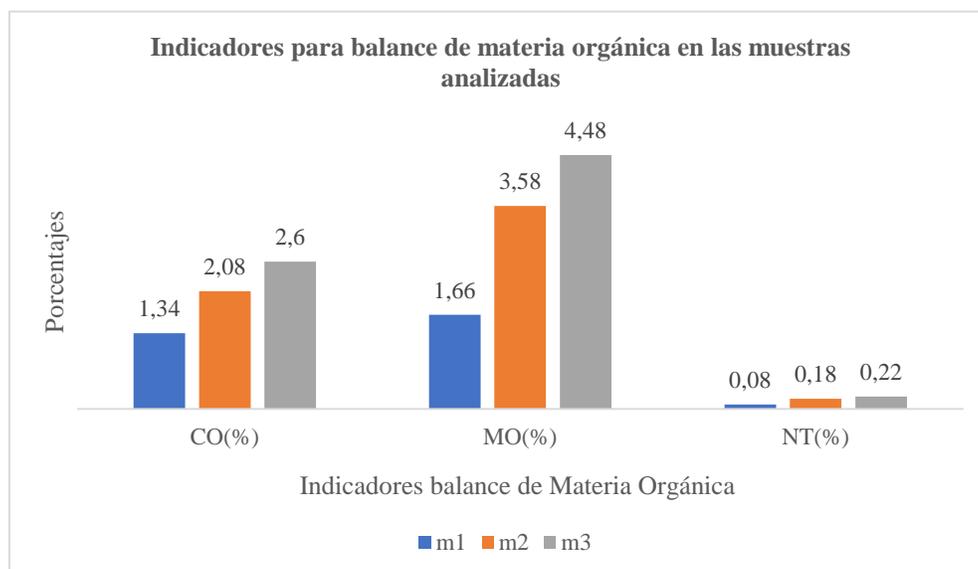


Figura 22. Indicadores para balance de materia orgánica en las muestras analizadas. Elaborada por los autores. (2017).

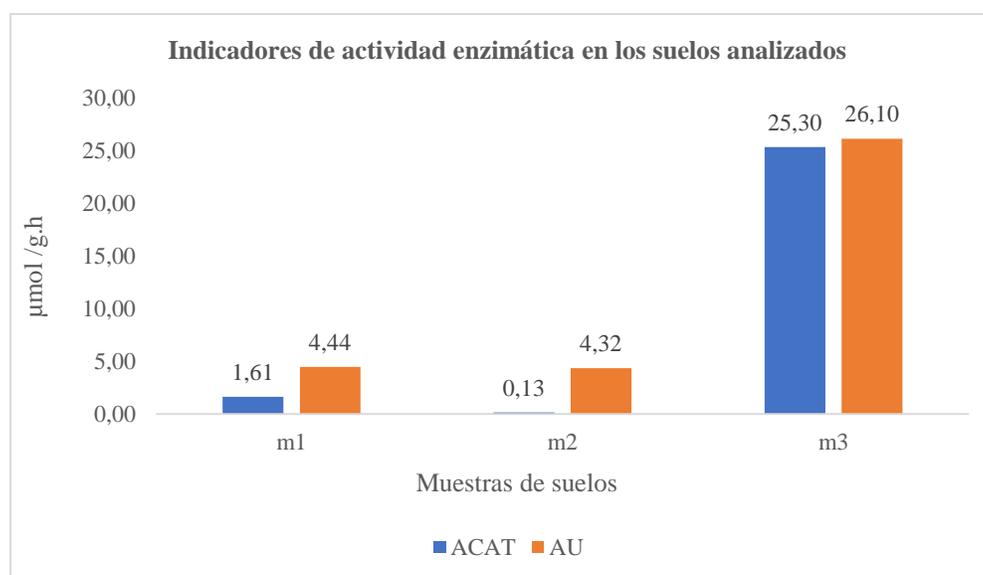


Figura 23. Indicadores de actividad enzimática en los suelos analizados. Elaborada por los autores. (2017).

Los valores de pH y CE indican correlación y son directamente proporcionales, ya que, a mayor pH, menor CE. Los valores de MO, CO y NT son bajos, encontrando una anomalía en el ecosistema de páramo, ya que estos suelen ser ricos en MO y son potencialmente capturadores de carbono, lo que probablemente se debe a que la actividad agropecuaria infliere sobre el ciclo natural del páramo. Para las muestras 1 y 2, la ACAT y AU es normal, por lo tanto, el

ecosistema asimila los flujos de contaminantes antropogénicos y naturales. Respecto a la muestra 3, los niveles de ACAT y AU son altos, esto indica que el suelo tiene una alta actividad microbiana, siendo un suelo vivo y muy dinámico, con mayor capacidad de captura de carbono, retención y reciclaje de nutrientes.

Tabla 34.

*Coefficientes de correlación múltiple de Pearson (r) para los indicadores de suelos analizados*

	AU	ACAT	MO(%)	CE	Ai
AU	1				
ACAT	0,278392	1			
MO	<b>0,714833</b>	0,580757	1		
pH	-0,09643	-0,42629	0,286057		
CE	<b>0,960154</b>	0,001121	0,555441	1	
Ai	-0,61094	-0,85515	<b>-0,91786</b>	-0,37653	1

Elaborado por los autores. (2017).

El coeficiente de correlación de Pearson mide el grado de relación de una variable respecto a otra. Los resultados obtenidos indican que existe una relación positiva casi lineal, indicando que los valores son directamente proporcionales, es decir, si una variable aumenta o disminuye, las variables con un coeficiente de correlación positivo o cercano a 1, tienden a aumentar o disminuir respectivamente.

### **8.2.3. Condiciones climáticas**

La información que se presenta en esta sección corresponde a las condiciones climáticas para el área de interés; tal información se obtuvo de fuentes documentales. Los datos de precipitación fueron suministrados por el IDEAM, en el mes de julio del presente año.

Tabla 35.

*Condiciones climáticas*

Condición climatológica	Descripción
Vientos	Las veredas Puerta Chiquita, Chaguata y Butaga forman parte de una barrera natural o frente de precipitación localizada en los escarpes montañosos que delimitan al municipio de Pesca por la parte sur. Sobre este frente chocan los vientos alisios que se desplazan con masas de aire caliente de la Orinoquía dentro del sistema de convergencia tropical que caracteriza la zona ecuatorial.
Brillo solar	Es el tiempo durante el cual el sol ha brillado. El mes con más brillo solar es enero con un promedio de 203.4 horas y el valor mínimo es de 51.4 horas, se puede observar que está directamente relacionado con la precipitación.
Humedad relativa	El promedio de humedad se mantiene constante, variando entre 75 y 78%. Los máximos valores se presentan en los meses de marzo, abril, mayo y septiembre, donde los registros existentes enseñan oscilaciones entre el 84 y 85%, mientras que los menores valores corresponden con el mes de noviembre y diciembre, donde la misma zona registra 81% de humedad.
Evaporación	Es la cantidad de agua que se puede evaporar en un periodo de tiempo continuo después de ser expuesto sobre una superficie. El mayor grado de evaporación se presenta en el periodo de diciembre a marzo con 125,1mm y el valor mínimo es de 52,5 mm y se presenta en enero.
Precipitación	El régimen de lluvias en la región es bimodal. La zona con mayores precipitaciones es el sector de Pantano Grande en la vereda Butaga. Los reportes del IDEAM registran que el valor máximo de precipitaciones anuales ha alcanzado los 1800 mm/anuales en periodos máximos, y 700 mm/ anuales en periodos medios.

Nota: Con base en información recuperada de (Corpoboyaca, 2015). Elaborado por los autores. (2017).

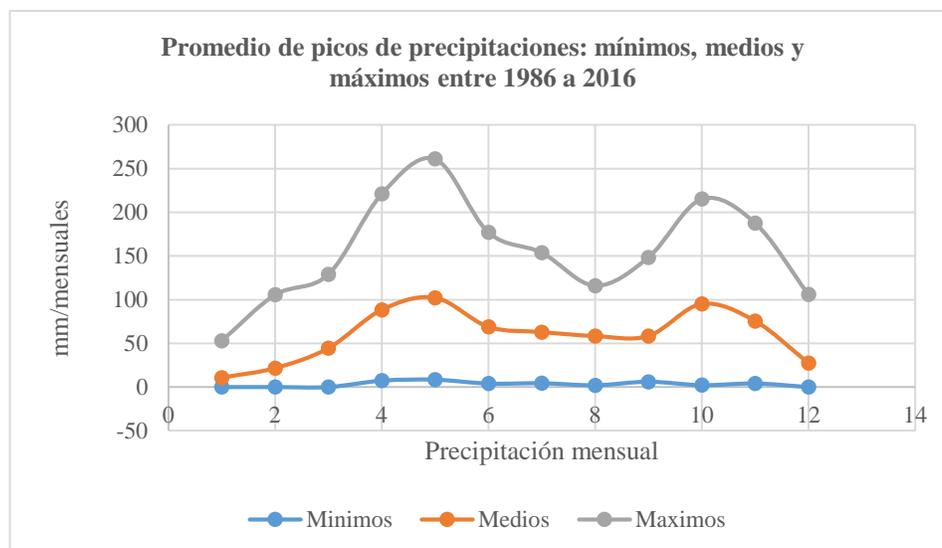


Figura 24. Promedio de picos de precipitaciones: mínimos, medios y máximos entre 1986 a 2016.

Según datos del IDEAM (2017), los valores máximos registrados oscilan entre 215 mm/mes en periodos lluviosos, y 53 mm/mes en periodos secos, dando un promedio de 156 mm/ms; los valores medios oscilan entre los 50 y 102 mm/mes y su promedio es de 59.4 mm/mes. En periodos secos del año, los valores mínimos de precipitación llegan a un promedio 3.15 mm/mes.

#### 8.2.4. Sistema hídrico

En la tabla 36 se presentan las características de la hidrogeología e hidrología del área de interés.

Tabla 36.

*Sistema hídrico*

Propiedad	Nivel	Descripción
Hidrología	Rio	La red hídrica del área de interés se conforma por las quebradas
	Quebradas	Puerta chiquita, El Guachal, El Chorro, La Puerta, Mata Blanca, Las quinchas, Chaguata, y El Rosetal, las cuales nacen en la zona de recarga hídrica del Páramo y desembocan sus aguas en el Río Pesca, que nace en la laguna Pantano Grande, localizada en la vereda Butaga.

Tabla 36. *Sistema hídrico (continuación).*

Propiedad	Nivel	Descripción
Hidrogeología	Acuíferos	De acuerdo con el EOT del municipio de Pesca, en el área de influencia se encuentran rocas permeables que poseen espacios intercomunicados a través de los cuales el agua se mueve con facilidad bajo condiciones naturales, desde la parte alta hacia la rivera del río Pesca. Es común encontrar nacimientos de agua donde el nivel freático intercepta la superficie del terreno. La vereda Butaga, en especial, es considerada como una zona potencial del recurso hídrico, debido a que es la zona de descarga de agua superficial con mayor volumen del páramo en el municipio de Pesca, y su régimen de lluvias es regular.

Nota: Con base en información recuperada del (EOT, Municipio de Pesca, 1999). Elaborada por los autores. (2017).

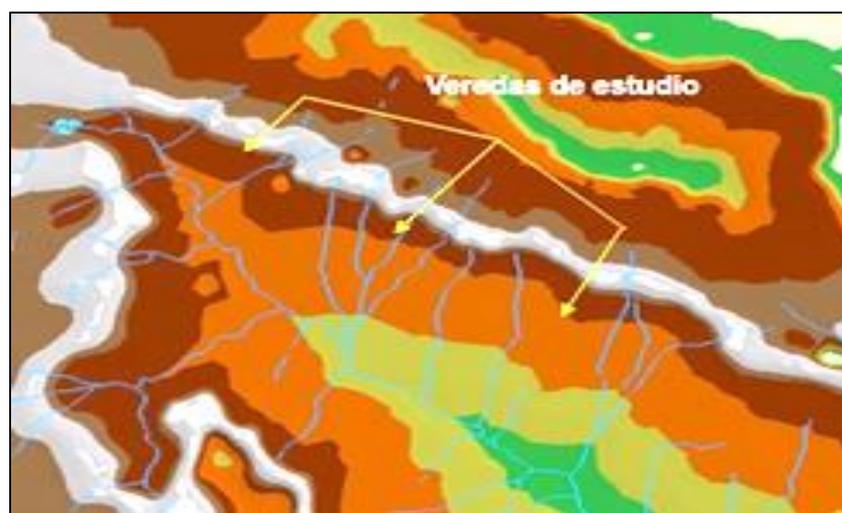


Figura 25. Modelo de cuenca hidrográfica.

Nota. El modelo se elaboró en el software ArcGIS 10.5, con base en un modelo de superficie del área de interés. Las líneas azules son las quebradas que conforman la cuenca alta del río Pesca, y las flechas amarillas señalan la localización de las veredas en estudio.

### *Usos del agua*

Corresponde a las diferentes formas de explotación, provisión y aprovechamiento del recurso hídrico para las veredas objeto de análisis. En la tabla 37 se relacionan los principales usos, las técnicas de captación y los usuarios beneficiados.

Tabla 37.

*Usos del agua, técnicas de captación y usuarios beneficiados*

Uso	Captación	Usuarios
Abastecimiento de agua para consumo doméstico	En cada acueducto veredal se capta el agua en tanques a través de tubería de PVC. Los sistemas de conducción funcionan por gravedad, dada la pendiente del terreno.	Se encuentran adscritos 353 puntos de agua en total en las veredas de interés.
Riego	Se capta directamente de las fuentes, con mangueras y se bombea con surtidores de diferentes pulgadas, según el predio.	De acuerdo con la encuesta socioeconómica, el 70% de la población tienen sistema de riego.
Abrevadero de rumiantes	Se capta a través de manguera y se conduce por gravedad a los recipientes o (cueras). En otros casos, los rumiantes beben directamente en las fuentes hídricas, (pozos y quebradas).	De acuerdo con la encuesta socioeconómica, hay alrededor de 700 rumiantes, y son abastecidos por agua captada de sistemas loticos y lenticos.

Elaborada por los autores. (2017). Con base en las encuestas de caracterización socioeconómica.

### **8.2.5. Análisis Físicoquímico de Aguas**

En la tabla 38 se presentan las variables físicoquímicas evaluadas y las técnicas aplicadas, la tabla 39 corresponde a los resultados obtenidos, en la tabla 40 se presenta los valores de referencia para la interpretación de resultados según Ayers and Westcot y Stevens Institute of Technology & CIESE, y la tabla 41 presenta la interpretación del análisis físicoquímico de agua.

- **Muestra 1:** Vereda Puerta Chiquita- Entrada.
- **Muestra 2:** Vereda Puerta Chiquita - Salida.

- **Muestra 3:** Vereda Chaguata - Entrada.
- **Muestra 4:** Vereda Chaguata - Salida.
- **Muestra 5:** Vereda Butaga - Entrada.
- **Muestra 6:** Vereda Butaga- Salida.

Tabla 38.

*Variables Evaluadas y técnicas Analíticas utilizadas.*

Número	Variable evaluada	Unidad	Método
1	pH	Potencial de Hidrogeniones	Potenciometría Handylab11
2	Conductividad Eléctrica (CE)	$\mu\text{S} / \text{cm}$	Conductimetría Handylab 780
3	Sólidos Disueltos Totales (TDS)	ppm (mg /L)	Medición multiparamétrica HandyLab 780
4	Alcalinidad	ppm (mg /L)	Titulación volumétrica con $\text{H}_2\text{SO}_4$ 0,02N
5	Dureza Total	ppm (mg /L)	Complexometría con EDTA 0,01M
6	Dureza Magnésica	ppm (mg /L)	Complexometría con EDTA 0,01M
7	Dureza Cálctica	ppm (mg /L)	Complexometría con EDTA 0,01M
8	Fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ )	ppm (mg /L)	Espectrofotometría UV-VIS
9	Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	ppm (mg /L)	Espectrofotometría UV-VIS

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 39.

*Resultados análisis fisicoquímicos de aguas*

<b>Indicador</b>	<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Muestra 3</b>	<b>Muestra 4</b>	<b>Muestra 5</b>	<b>Muestra 6</b>
pH	7,17	6,14	6,33	6,96	6,87	8,15
Conductividad Eléctrica (CE) ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	7,02	74,60	4,81	61,80	16,03	235,68
Sólidos Disueltos Totales (TDS) (ppm)	6,00	59,68	3,84	50,64	12,89	185,54
Alcalinidad (ppm)	11,04	1,40	30,00	334,00	25,61	74,67
Dureza Total (mg $\text{CaCO}_3/\text{L}$ )	19,60	15,40	27,20	35,00	35,65	92,35
Dureza Magnésica (mg $\text{Mg}^{2+}/\text{L}$ )	11,76	9,24	12,00	15,02	15,51	26,46
Dureza Cálcica (mg $\text{Ca}^{2+}/\text{L}$ )	7,84	6,16	15,20	19,98	20,14	65,89
Fosfatos ( $\text{PO}_4$ ) <sup>3-</sup> (ppm)	1,23	1,74	3,05	3,83	3,05	5,18
Nitratos ( $\text{NO}_3$ ) <sup>-</sup> (ppm)	1,35	1,94	2,72	3,90	0,82	1,21

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 40.

*Valores de referencia para calidad de aguas con uso Agropecuario*

<b>Número</b>	<b>Variable evaluada</b>	<b>Valores Permitidos</b>	<b>Fuente</b>
1	pH	6,50—6,84	Ayers and Westcot.,1985
2	Conductividad Eléctrica (CE)	0,0dS/m--3,0dS/m	Ayers and Westcot.,1985
3	Sólidos Disueltos Totales (TDS)	0,0 ppm—2000ppm	Ayers and Westcot.,1985
4	Alcalinidad	0,0ppm—100ppm	Ayers and Westcot.,1985
5	Dureza Total	0,0ppm—300ppm	Stevens Institute of Technology & CIESE., 2003
6	Dureza Magnésica	0,0ppm—100ppm	Stevens Institute of Technology & CIESE., 2003

Tabla 40. *Valores de Referencia para calidad de aguas con uso Agropecuario (continuación)*

Número	Variable evaluada	Valores Permitidos	Fuente
7	Dureza Cálctica	0,0ppm—200ppm	Stevens Institute of Technology & CIESE., 2003
8	Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup>	0,0ppm- 9,9ppm	Stevens Institute of Technology & CIESE., 2003
9	Nitratos (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup>	0,0ppm - 5,0ppm	Stevens Institute of Technology & CIESE., 2003

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 41.

*Interpretación del análisis fisicoquímico de aguas*

Indicador	m1	m 2	m 3	m 4	m 5	m 6
pH	Aceptable	Aceptable	Regular	Aceptable	Aceptable	Regular
Conductividad Eléctrica (CE) (µS /cm)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Sólidos Disueltos Totales (TDS) (ppm)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Regular
Alcalinidad (ppm)	Aceptable	Alta	Aceptable	Regular	Aceptable	Aceptable
Dureza Total (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Dureza Magnésica (mg Mg <sup>2+</sup> /L)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Dureza Cálctica (mg Ca <sup>2+</sup> /L)	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Fosfatos (PO <sub>4</sub> ) <sup>3-</sup> (ppm)	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Aceptable
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) <sup>-</sup> (ppm)	Bueno	Bueno	Bueno	Aceptable	Excelente	Bueno

Elaborado por los autores. (2017).

Los valores obtenidos para los parámetros fisicoquímicos analizados indican que el recurso hídrico se encuentra en condiciones aceptables para el uso agropecuario. Se presenta un

incremento de los parámetros en el aforo de salida vs el de entrada, esto posiblemente se debe al movimiento de las láminas de agua entre rocas calizas y el aporte de nitratos y amoniacos por las heces de ganado.

Tabla 42.

*Análisis de Correlación entre las variables fisicoquímicas evaluadas utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (r)*

	PH	CE	TDS	Dureza	dCa	dMg	Fosf	Nitrat
PH	1							
CE	0,721359	1						
TDS	0,719795	<b>0,999942</b>	1					
Alc	0,176522	0,12881	0,137701					
Dureza	0,86434	0,885098	0,882748	1				
dCa	0,850879	0,894371	0,891951	0,999331	1			
dMg	<b>0,903471</b>	0,841441	0,839371	<b>0,991146</b>	<b>0,985628271</b>	1		
Fosf	0,634696	0,725338	0,725574	<b>0,882274</b>	<b>0,881555171</b>	<b>0,874928</b>	1	
Nitrat	-0,33725	-0,17724	-0,1695	-0,25101	-0,245550763	-0,26802	0,129541	1

Nota. Como se indicó anteriormente, el coeficiente de correlación de Pearson indica una relación positiva de una variable sobre las demás; sin embargo, existen relaciones negativas que son inversamente proporcionales, tal es el caso del pH y los nitratos, donde si el pH aumenta, los nitratos disminuyen. Elaborada por los autores. (2017).

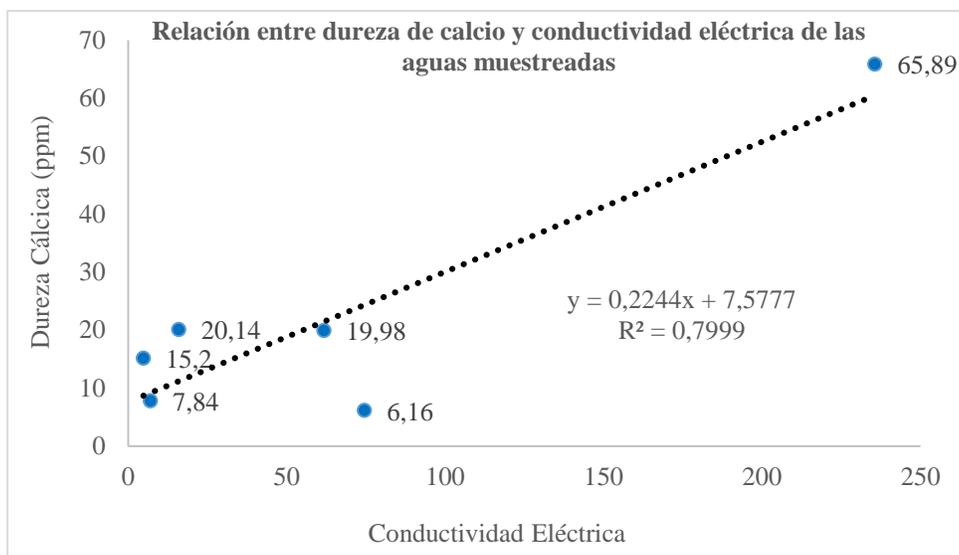


Figura 26. Relación entre dureza de calcio y conductividad eléctrica.

Nota. La grafica evidencia una correlación positiva entre la dureza cálcica y la conductividad eléctrica, teniendo en cuenta que la mayoría de valores tienden hacia 1. La correlacion permite inferir que conociendo la conductividad eléctrica se puede hacer una aproximación del valor de la dureza cálcica. Elaborada por los autores. (2017).

### 8.2.6. Fauna y flora

A continuación, se encuentran los inventarios de fauna y flora, cuyo propósito es destacar la biodiversidad de las veredas en estudio. Se presentan las especies encontradas en la zona, el trabajo realizado aporta una base útil para la gestión del territorio ya que las condiciones climáticas actuales exigen conservación e inversión en la biodiversidad y el conocimiento actualizado de las especies facilita la toma de decisiones. La tabla 43 presenta el inventario de fauna y la tabla 44 presenta el inventario de flora.

Tabla 43.

*Inventario de fauna; aves y mamíferos*

Tipo de fauna	Familia	Nombre científico	Nombre común	Registro	Estado	Registro
AVES	Anatidae	Anas flavirostris	Pato paramuno	Visual- Auditivo	Nativo	100%
		oxyptera				
	<i>Geranoaetus melanoleucus</i>	Geranoaetus melanoleucus	Águila paramuna	Bibliográfico	Nativo	100%
	Falconidae	Falco berigora	Cernícalo	Visual- Auditivo	Nativo	100%
	Odonthophoridae	Odonthophoridae	Perdiz, chorola	Visual- Auditivo	Nativo	40%
	Columbidae	Columbidae	Paloma collareja, Torcaza	Visual- Auditivo	Nativo	45%
	<i>Zenaida auriculata</i>	Zenaida auriculata	Paloma	Visual- Auditivo	Nativo	90%
	<i>Tytonidae</i>	<i>Tyto alba</i>	Lechuza	Auditivo	Nativo	30%
	<i>Metallura tyrianthina</i>	Metallura tyrianthina	Colibrí colirojo	Visual- Auditivo	Nativo	100%
	<i>Trochilidae</i>	<i>Lesbia victoria</i>	Colibrí cometa colilargo	Visual- Auditivo	Nativo	100%
	<i>Trochilidae</i>	<i>Lesbia nuna</i>	Colibrí coliverde	Visual- Auditivo	Nativo	64%
	<i>Trochilidae</i>	<i>Ensifera</i>	Colibrí pico de sable	Visual- Auditivo	Nativo	10%
	<i>Trochilidae</i>	<i>Lafresnaya lafresnayi</i>	Colibrí	Visual- Auditivo	Nativo	10%
	<i>Troglodytes</i>	<i>Troglodytes aedon</i>	<i>Cucarachero</i>	Visual	Nativo	9%
	<i>Troglodytidae</i>	<i>Cistothorus platensis</i>	<i>Cucarachero paramuno</i>	Visual	Nativo	23%
	Icteridae	<i>Icterus chrysater</i>	<i>Toche</i>	Visual- Auditivo	Nativo	67%
	Emberizidae	Zonotrichia capensis	<i>Copetón</i>	Visual	Nativo	100%

Tabla 43. *Inventario de fauna; aves y mamíferos (continuación)*

Tipo de fauna	Familia	Nombre científico	Nombre común	Registro	Estado	Registro
MAMÍFEROS	Didelphidae	<i>Didelphis sp.</i>	Fara	Bosque alto andino	Nativo	100%
	Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo	Bosque alto andino	Nativo	8%
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja	Bosque alto andino	Nativo	60%
	Carnivora	<i>Nasua</i>	Coati Lache	Bosque alto andino	Nativo	80%
	Ursidae	<i>Tremarctos ornatus</i>	Oso de anteojos	Bosque alto andino	Rodríguez et al, 2006: VU; CITES: Apéndice I	3%
	Cervidae	<i>Mazama americana</i>	Venado	Sub paramo	Rodríguez, 1994: LR-ca	100%
	Agoutidae	<i>Agouti taczanowskii</i>	Guarda tinaja	Bosque alto andino	Rodríguez, 1994: LR-ca	25%
	Leporidae	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Conejo paramuno	Sub paramo	Amenazado	60%
	Caviidae	<i>Cavia anolaimae</i>	Curí	Sub paramo	Abundante	68%
	Caviidae	<i>Akodon bogotensis</i>	Ratón	Bosque alto andino	Nativo	3%
	Muridae	<i>Thomasomys laniger</i>	Ratón	Bosque alto andino	Nativo	3%
Caviidae	<i>Microryzomys minutus</i>	Ratón	Bosque alto andino	Nativo	3%	

Nota. La información se obtuvo del conocimiento tradicional de la población. Verificado mediante aportes de (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, 2015, págs. 71-72). Elaborada por los autores. (2017)

Los resultados del inventario de fauna indican que el ecosistema es rico en diversidad genética endémica, donde la mayor representatividad de especies se constituye por aves, dada la presencia de estaciones de alimento como árboles y arbustos frutales con flor. Algunos de ellos,

el Mortiño, Tuno, Uvo, Morón, la Mora castilla y el Capulín, atraen especialmente a los colibrís, de la familia (*Trochilidae*), siendo la familia con mayor representatividad en especies.

Las figuras 27 y 28 muestran los registros de especies obtenidos de la población:

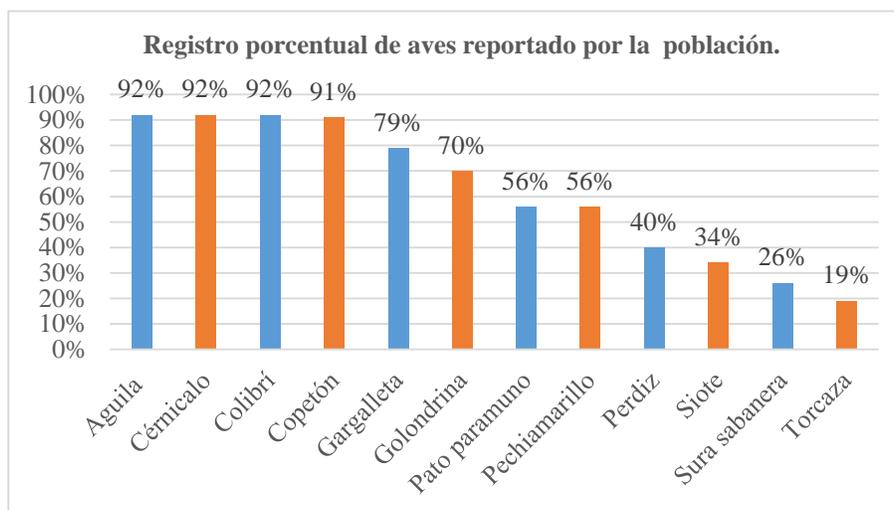


Figura 27. Registro porcentual de aves reportado por la población. Elaborada por los autores. (2017).

El 92% de la población manifestó haber visto águilas, cernícalos, colibrís y copetones; el pato paramuno y la gargalleta se observan en el sector de Pantano grande. Las demás aves son vistas de manera casual.

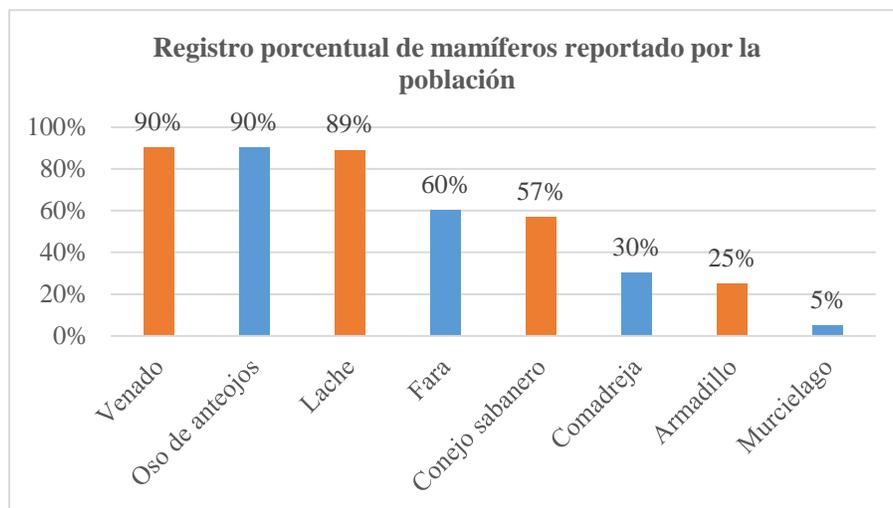


Figura 28. Registro porcentual de mamíferos reportado por la población. Elaborada por los autores. (2017).

Se registraron ocho especies de mamíferos endémicos de ecosistemas de alta montaña en la zona. Las especies más representativas son el venado de la familia *Cervidae* y el Oso de anteojos de la familia *Ursidae*, además el lache de la familia *Carnivora* es una especie muy conocida. Estas especies habitan sobre los 3.400 msnm. Las demás especies registradas se encuentran en arbustales localizados a menor altitud, y su supervivencia tiene una estrecha relación con la tolerancia de la población; debido a conflictos culturales y falta de conocimiento sobre las mismas, son cazadas o desterradas de sus hábitats.

A continuación, se encuentra el inventario de flora de las veredas objeto de estudio. Dicho inventario se construyó a partir de datos tomados en campo. La tabla 44 presenta el inventario de flora relacionando la familia de la especie su nombre científico y su nombre común, así como su representatividad (en porcentaje).

Tabla 44.

*Inventario de flora*

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Porcentaje (%)
Poaceae	<i>Chusquea quila</i>	Cañuela	9%
Rosaceae	<i>Prunus salicifolia</i>	Capulín	18%
Asteraceae	<i>Baccharis prunifolia</i>	Chilco	80%
Melastomataceae	<i>Tibouchina mollis</i>	Siete cueros	24%
Rosaceae	<i>Hesperomeles</i>	Mortiño	2,5%
Ericaceae	<i>Vaccinium meridionale</i>	agraz silvestre	2,5%
Poaceae	<i>Poa pratensis</i>	Poa azul	47%
Melastomataceae	<i>Monochaetum myrtoideum</i>	Angelito	2%
Asteraceae	<i>Senecio formosus</i>	Árnica	4%
Melastomataceae	<i>Miconia ligustrina</i>	Tuno	18%
Betulaceae	<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso	1%
Asteraceae	<i>Cnicus benedictus</i>	Cardosanto	1,5%
Pináceas	<i>Pinus pseudostrobus</i>	Pino crespo	22,5%
Myrsinaceae	<i>Myrsine guianensis</i>	Cucharo	6%
Poaceae	<i>Olyra cordifolia</i>	Carrizo	5%
Myricaceae	<i>Myrica pubescens</i>	Laurel	3%

Tabla 44. *Inventario de flora* (continuación)

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Porcentaje (%)
Rubiaceae	Achyrocline bogotensis	Vira	2%
Poaceae	Andropogon bicornis	Pelo de burro	1%
Rubiaceae	Nertera granadensis	Coralito	1%
Symplocaceae	Symplocos theiformis	Palo blanco	1%
Asteraceae	Scolymus hispanicus	Ciro	2%
Rosáceas	Acaena elongata	Cadillo	1%
Bromeliaceae	Puya clava-herculis	Cardón	2%
Asteraceae	Stevia lucida	Jarilla	21%
Polygalaceae	Monnina salicifolia	Tinto	1%
Rosaceae	Rubus glaucus	Mora castilla	13%
Fabaceae	Trifolium pratense	Carretón morado	1%
Fabaceae	Albiflorum	Carretón blanco	1%
Verbenaceae	Verbena litoralis	Berbena	1%
Elaeocarpaceae	Vallea stipularis L. f.	Raque	1%
Rosaceae	Rubus nubigenus	Morón	30%
Sphagnaceae	Sphagnum subsecundum	Musgo acuático	50%
Atheliaceae	Dictyonema glabratum	Liquen de agua	10%
Juncaceae	Juncus effusus	Junco	10%
Equisetaceae	Equisetum giganteum	Cola de caballo	10%
Myrsinaceae	Myrsine dependens	Cucharo de agua	20%
Cupressaceae	Chamaecyparis lawsoniana	Pino de pepa	8%
Hypericaceae	Hypericum brathys	chite arroz	5%
Hypericaceae	Hypericum strictum	Chite liso	2%
Cyperaceae	Carex pichinchensis	Cortadera	69,1%
Rosáceas	Prunus serótina	Capulín	10%
Poaceae	Anthoxanthum odoratum	Falsa poa	67%
Poaceae	<i>Chusquea quila</i>	Cañuela	11%
Asteraceae	<i>Espeletia barclayana</i>	Frailejón motoso	50%
Espeletia	Asteraceae	Frailejón blanco	23%
Winteraceae	Drimys granadensis	Ají de paramo	1,5%
Sphagnaceae	Sphagnum angustifolium	Musgo	3,5%
Polygonaceae	Polygonum segeta	Envidia	1,5%
Poáceas	Poa annua	Paja	2%
Clethraceae	Clethra fimbriata	Manzano	1%
Sphagnaceae	Sphagnum warnstorfia	Musgo rojo	10%
Sphagnaceae	Sphagnaceae	Musgo amarillo	10%
Euphorbiaceae	Maprounea guianensis	Arrayan	2%
Asteraceae	Diplostephium phyllicoides	Romero	0,8%

Tabla 44. *Inventario de flora* (continuación)

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Porcentaje (%)
Urticaceae	Pourouma cecropiifolia	Uva camarona	0,5%
Ericaceae	Bejaria resinosa	Pegamosco	0,1%
Orobanchaceae	Euphrasia officinalis	Luminaria	0,2%
Gesneriaceae	Ramonda myconi	Oreja de oso	0,3%
Rosaceae	Acaena cylindristachya	Cadillo abrojo	0,2%
Campanulaceae	Lysipomia muscoides	Hierba floreada	0,1%
Calceolariaceae	Calceolaria microbefaria	Zapatico de bebé	0,1%
Cunoniaceae	Weinmannia tomentosa	Encenillo	0,1%
Lamiaceae	Mentha suaveolens	Mastranto	0,3%
Bromeliaceae	Bromelia karatas	Piñuela	0,2%
Asteraceae	Erato vulcanica	Santamaria	0,4%
Araceae	Lemna gibba	Lentejuela	0,3%
Hypericaceae	Hypericum goyanesii	Guardarocio	0,3%
Asteraceae	Achyrocline bogotensis	Cenizo	0,4%
Asteraceae	Bidens rubifolia	Chipaca	0,2%
Eriocaulaceae	Paepalanthus alpinus	Cardita	2%
Asteraceae	Pentacalia lindenii	Panque	9%
Asteraceae	Pentacalia lindenii	Trepadora leñosa	8%
Solanaceae	Solanum tuberosum	Estrella	30%
Sphagnum	Sphagnaceae	Musgo	30%
Asteraceae	Lemnoideae	Lenteja de agua	10%
Melastomataceae	Castratella piloselloides	Oreja blanca	10%
Juncaceae	Juncus effusus	Junco	55%
Solanaceae	Salpichroa organifolia	Chupahuevo	5%
Equisetaceae	Equisetum bogotense	Cola de caballo	4%
Asteraceae	Bidens pilosa	Hierba rastrera	10%
Pináceas	Pinus pseudostrobus	Pino liso	35%
Pontederiaceae	Eichhornia crassipes	Buchón	10%
Lycopodiaceae	Lycopodium thyoides	Cacho de venado	20%

Elaborado por los autores. (2017).

El inventario de flora registra una diversidad significativa de especies pertenecientes a diferentes familias. El mayor número de especies encontradas pertenecen a la familia Asteraceae, de la cual se registraron 12 especies, y donde el Chilco (*Baccharis prunifolia*) tiene el 80% de

representatividad. Dado que existen relictos boscosos solamente de esta especie, en páramo propiamente dicho predomina el frailejón motoso (*Espeletia barclayana*), con un 50% de presencia y de la misma familia. La figura 29, muestra un ejemplar de esta especie.



*Figura 29.* Frailejón motoso (*Espeletia barclayana*).

Nota. El frailejón motoso es una roseta caulescente que alcanza 2 metros de altura, sus flores amarillas son muy atractivas para insectos polinizadores, vistos en Pantano grande Vda Butaga.

La familia Poaceae también tiene un buen porcentaje de representatividad, principalmente por la especie poa azul (*Poa annua*), con un 67%; esto se explica porque es una de las especies que sostiene los sistemas ganaderos de la región. Se registraron seis especies para la familia Rosaceae, la cual tuvo su mejor representatividad en las especies de frutos morados, tales como el capulín (*Prunus serótina*) con un 18%, la mora castilla (*Rubus glaucus*) con un 13%, y el morón (*Rubus nubigenus*) con un 30%. La especie más representativa individualmente fue la *Cortadera* (*Carex pichinchensis*) de la familia Cyperaceae, con el 69,1%.

Respecto a las especies acuáticas, se encontraron colchones de musgo, lenteja de agua y junco, siendo esta ultima la especie de mayor registro, especialmente en Pantano grande Vda Butaga. En las figuras 30 y 31 se presentan algunas de las especies más representativas.

El pino (*Pinus pseudostrobus*) fue la especie introducida que reporto la mayor presencia, distribuido en dos especies: pino liso, con un 35%, y pino crespo, con un 22%. El primer registro se obtuvo en el sector de Pantano Grande, vereda Butaga, y el segundo en la zona de Cortaderas, vereda Chaguata



*Figura 30.* Capulín (*Prunus serótina*).

Nota. En la imagen se observa el capulín: es una especie arbustiva de baja altura ramificada hacia la base de frutos morados alimento de aves. Visto en Vda. Chaguata



*Figura 31.* Junco (*Juncus effusus*).

Nota. Esta especie se encuentra comúnmente a la orilla de los acuíferos, es de bajo crecimiento, tolerancia moderada a las sequias, endémica de la alta montaña. Ayuda a preservar el agua vista en la Vda Butaga.



*Figura 32.* Pino (*Pinus pseudostrobus*).

Nota. En la imagen se observa un bosque de pinos localizado entre las veredas Chaguata y Puerta Chiquita.

### **8.3. Evaluación del impacto ambiental de las actividades agropecuarias en estudio**

El apéndice A ubicado en la página 151, presenta la matriz de EIA de la actividad cultivo de papa Tocarreña y el Apéndice B presenta la matriz de EIA del cuidado de ganado Normando, donde se aplica la metodología propuesta. Cabe aclarar que no se hace énfasis en el procedimiento metodológico, puesto que ya ha sido explicado (ver el numeral 7.6.2., Marco metodológico, pág. 71). La valoración es socioambiental y se hace sobre las acciones susceptibles a producir impactos.

Para comenzar, se indican de forma general los datos de entrada requeridos, luego se realiza la construcción de la matriz de doble entrada (este tipo de matriz es de uso común en la EIA, porque permite una interacción directa de los procesos a valorar y los atributos de evaluación). El resultado de tal valoración se obtiene en hectáreas afectadas (negativas) y/o hectáreas beneficiadas (positivas).

Cabe recordar que el sistema debe estar en equilibrio para empezar a evaluar es decir se asumen todas las ASPI en igualdad de condiciones, realizando el procedimiento que se encuentra en la tabla 45.

Tabla 45.

*Porcentaje de equilibrio de las actividades evaluadas*

Actividad	Numero ASPI	Porcentaje de equilibrio (% equilibrio )
Cultivo de papa Tocarreña	46	$\frac{1}{46} = 0.0217$
Cuidado de ganado Normando	24	$\frac{1}{24} = 0.0416$

Elaborada por los autores. (2017).

Como se observa en la tabla anterior, el porcentaje de equilibrio obtenido para el cultivo fue de 0.0217 y para la actividad del cuidado de ganado fue de 0.0416. A partir de allí se asigna el porcentaje estimado de impacto, es decir se debe tomar cada ASPI y verificar su afectación e interacciones en el ambiente y los componentes sociales y económicos. Las acciones que evidentemente tengan mayor afectación tendrán valores mas altos de porcentaje estimado de impacto e inversamente proporcional cuando la afectación es menor. En la figura 33 se observa las variables a tener en cuenta para asignar el porcentaje estimado del impacto a la ASPI “insecticidas”.

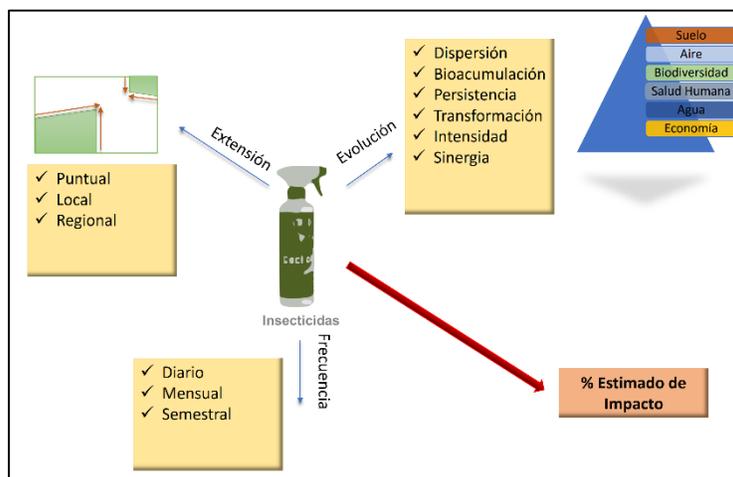


Figura 33. Aplicación de los atributos de evaluación para la ASPI insecticidas.

Nota. La ASPI, insecticidas se presenta de manera repetida en la evaluación pero su porcentaje estimado de impacto no es el mismo ya que su frecuencia de aplicación varía en los diferentes procesos del cultivo, así mismo su dosificación. Elaborado por los autores. (2017).

La tabla 46 presenta los datos requeridos para llevar a cabo la evaluación:

Tabla 46.

*Datos requeridos para la EIA de las actividades agropecuarias en estudio.*

<b>Actividad</b>	<b>Área total de producción (ha)</b>	<b>Área de producción en páramo</b>	<b>Procesos</b>	<b>ASPI</b>
Cultivo de papa	433	30	Preparación del terreno, siembra, deshierbe, aporque, maduración, extracción, comercialización, consumo final	Remoción de la cobertura, emisiones de material particulado, consumo de agua, empleo, uso de fertilizantes, uso de plaguicidas, generación de residuos, seguridad alimentaria, consumo de combustibles.
Ganadería doble propósito	2.141	158	Gestación, desarrollo, capitalización, descarte	Consumo de agua, desmonte y descapote de arbustos, quemas, sustento familiar, emisiones de Ch4, pastoreo.

Elaborada por los autores. (2017).

### **8.3.1. EIA del Cultivo de papa Tocarreña**

La evaluación se realizó para un área total de 433 hectáreas de producción. Según los resultados de la matriz 158,47 hectáreas se encuentran afectadas por las prácticas agrícolas (Ver apéndice A). Las acciones que mayor presión generan sobre el ecosistema son: la expansión de la frontera agropecuaria, la praderización de páramos, el laboreo mecánico, el consumo de agua y el uso intensivo de plaguicidas. De otra parte, los impactos positivos de mayor importancia son la seguridad alimentaria local y la generación de empleo.

En la tabla 47 se encuentra los impactos ambientales asociados con el cultivo de papa:

Tabla 47.

*Impactos ambientales del cultivo de papa.*

<b>Actividad cultivo de papa Tocarreña</b>		
ASPI	Impacto ambiental	Impacto socioambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de plaguicidas (insecticidas, fungicidas y herbicidas).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de fuentes hídricas.</li> <li>• Eutrofización.</li> <li>• Disminución de polinizadores.</li> <li>• Bioacumulación en la cadena alimentaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedades por bioacumulación.</li> <li>• Irritaciones en los ojos y cefaleas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de fertilizantes industriales.</li> <li>• Compost (gallinaza).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilización y nutrientes al suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta inversión en la implementación del cultivo.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos peligrosos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dispersión de flujos de toxicidad en el ambiente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intoxicaciones accidentales</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Remoción de la cobertura vegetal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destrucción de hábitats.</li> <li>• Disminución de la capacidad de infiltración y retención de agua.</li> <li>• Disminución de la MOS.</li> <li>• Erosión hídrica.</li> </ul>	No aplica
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboreo mecánico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liberación de CO<sub>2</sub>, capturado por el suelo y MP.</li> <li>• Contribución a los GEI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor inversión económica en el cultivo.</li> <li>• Infecciones respiratorias agudas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución en la calidad y cantidad del recurso hídrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conflictos de uso por la disponibilidad del recurso hídrico.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Residuos inorgánicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación del suelo y el agua superficial.</li> <li>• Bioacumulación en la cadena alimentaria.</li> </ul>	

Elaborada por los autores. (2017).

### 8.3.1. EIA del cuidado de ganado Normando

Para esta actividad, el área de producción total correspondió a 2.141 hectáreas, sobre las cuales se realizó la evaluación. El resultado obtenido indicó que 1.073 hectáreas están siendo afectadas por las prácticas culturales de explotación pecuaria (Ver apéndice B). Las acciones de mayor inferencia negativa sobre el ambiente son: pastoreo, consumo de agua, quemas, y emisiones de CH<sub>4</sub>. Por su parte los mayores beneficios de esta actividad son: la soberanía alimentaria y el sustento económico de las familias campesinas.

En la tabla 48 se presentan los impactos ambientales del cuidado de ganado Normando

Tabla 48.

*Impactos del cuidado de ganado Normando*

<b>Actividad cuidado de ganado normando</b>		
<b>ASPI</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Impacto socioambiental</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumo de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución en la calidad y cantidad del recurso hídrico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conflictos de uso por la disponibilidad del recurso hídrico</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Desmote y descapote de arbustos</li> <li>Quemas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Destrucción de hábitats.</li> <li>Disminución de la capacidad de infiltración y retención de agua.</li> <li>Perdida de fertilidad y nutrientes.</li> <li>Disminución de la MOS</li> <li>Compactación puntual</li> <li>Erosión hídrica.</li> </ul>	No aplica
<ul style="list-style-type: none"> <li>Orina y heces</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compensan de manera natural nutrientes al suelo.</li> <li>Eutrofización en fuentes hídricas.</li> <li>Olores ofensivos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No aplica</li> </ul>

Tabla 48. *Impactos del cuidado de ganado Normando (continuación)*

Actividad cuidado de ganado normando		
• Emisiones de CH4	• Contribución al calentamiento global.	• Infecciones respiratorias agudas.
• Sustento familiar	No aplica	• Progreso de las familias campesinas
• Pastoreo	Compactación del suelo Erosión laminar del suelo.	No aplica
• Alimento	No aplica	Soberanía alimentaria

Elaborada por los autores. (2017).

### *Categorías de manejo*

Cabe recordar que las categorías de manejo establecidas tienen como base la conservación, luego el uso sostenible y por último la restauración, y que se dan de acuerdo con el porcentaje del área afectada negativamente con base al área total de producción. Las 158,47 hectáreas de la actividad agrícola equivalen al 37% del área total de producción, y las 1073 hectáreas de la actividad ganadera afectadas corresponden al 50%. El manejo del área corresponde a zonas de conservación y uso sostenible, tal como se indica en la figura 34.

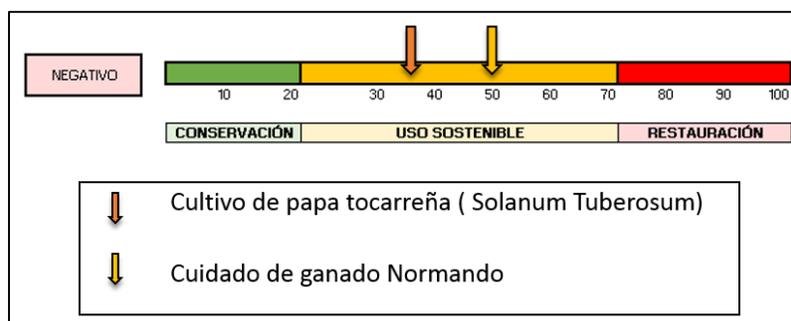


Figura 34. Categorías de manejo obtenidas en la EIA. Elaborada por los autores. (2017).

La categoría de conservación se obtiene porque se debe garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales a largo plazo y las amenazas actuales del cambio climático exigen áreas destinadas a la preservación de la biodiversidad y el recurso hídrico y. La segunda categoría indica que el ecosistema no ha sufrido alteraciones drásticas en sus componentes ambientales, lo que es coherente con el análisis científico del agroecosistema, donde no se encontraron indicadores de niveles altos de contaminación, por ende, es fundamental prevenir afectaciones mediante técnicas que armonicen la relación producción-ambiente y contribuyan a la resiliencia del páramo y garanticen el sustento de la población.

## **9. Zonificación ambiental y plan de manejo ambiental (PMA)**

A continuación, se presenta la propuesta de zonificación ambiental y plan de manejo ambiental para el área estudiada. La delimitación geográfica se hizo con base en las relaciones socio-ecosistémicas, en los hallazgos de la EIA, el reconocimiento de las principales coberturas, la pendiente del terreno, y la identificación de zonas importantes para la conservación, recarga y regulación del recurso hídrico.

Por su parte, la propuesta de medidas de manejo ambiental plantea estrategias para mejorar, mitigar, compensar y controlar los impactos identificados en la EIA, que en conjunto aportan al mejoramiento del agroecosistema y constituyen un punto de partida para la adaptación al cambio climático de la región en estudio y sus alrededores.

### **9.1. Zonificación ambiental**

Teniendo en cuenta que La ley 99 de 1993 declara en su primer artículo que “las zonas de páramos, los nacimientos y las zonas de recarga de acuíferos deben ser objeto de protección

especial”, la reciente declaratoria del Páramo la Cortadera como zona protegida por parte de Corpoboyaca, y los resultados de la EIA del presente proyecto, se delimitó el área para la conservación y el área para el uso sostenible, y se estableció el condicionamiento de sus usos, en primer lugar se definieron los servicios ambientales del Páramo La Cortadera para el área de interés, en la tabla 49:

Tabla 49.

*Servicios ambientales del Páramo La Cortadera*

<b>Servicios ambientales</b>	
Actuales (interés local)	Potenciales (interés global)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abastecimiento de agua para acueductos veredales.</li> <li>• Abastecimiento de agua para la cabecera municipal.</li> <li>• Abastecimiento de agua para actividades agropecuarias.</li> <li>• Captación de la precipitación y recarga de acuíferos lentos y loticos especialmente en periodos secos.</li> <li>• Contenido de materia orgánica, ácidos fúlvicos y ácidos húmicos.</li> <li>• Diversidad genética comprendida por 37 familias de flora y 20 familia de fauna.</li> <li>• Belleza escénica</li> <li>• Conservación y aporte de nutrientes al suelo.</li> <li>• Tradiciones culturales relacionadas con la identidad del territorio y sus moradores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sumidero de carbono ante el calentamiento global.</li> <li>• Mantenimiento de la integridad de los suelos.</li> <li>• Regulación del clima</li> <li>• Mantenimiento de sistemas bacterianos (oligotróficas y heterótrofas) que aportan nutrientes y materia orgánica al suelo.</li> <li>• Purificación del aire</li> <li>• Captación, provisión y regulación del agua.</li> <li>• Belleza escénica</li> <li>• Sustento de germoplasma</li> <li>• Mantenimiento de polinizadores</li> </ul>

Elaborada por los autores. (2017).

### **9.1.1. Cartografía temática**

En primer lugar, se determinaron las coberturas del área objeto de análisis, y para ello se señalaron unos puntos en campo usando GPS (garmin 62 CS), con los cuales se trabajó una composición de bandas de imágenes landsat 8 en el software ArcGIS 10.5, obteniendo la clasificación de coberturas: pastos, cultivos, arbustales -árboles y frailejones-pajonales-quiches y cardones (Ver figura 35)

Posteriormente se realizó un modelo de dirección de flujos que permitió identificar la zona de recarga hídrica del páramo, a través de la interpolación de un modelo de superficie del terreno, el cual se presenta en la Figura 36. A partir de dicho modelo, y teniendo en cuenta la delimitación establecida por Corpoboyaca (2015), se realizó la zonificación ambiental, donde se consideraron dos unidades de manejo: conservación y uso sostenible, obtenidas de la EIA.

En coherencia con lo expresado previamente, la figura 35 corresponde al mapa de coberturas, y en complemento, la tabla 50 muestra la distribución de las coberturas.

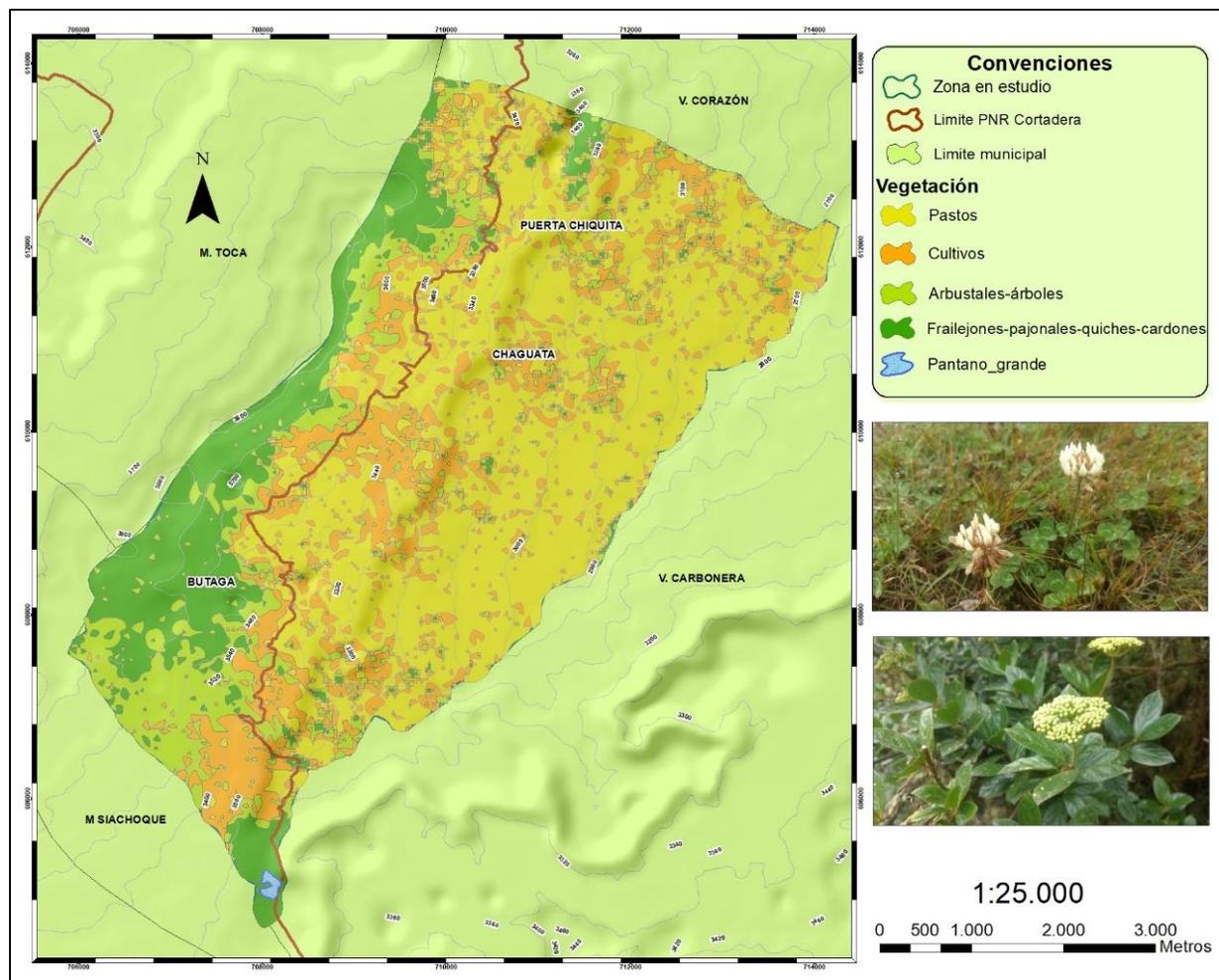


Figura 35. Mapa de coberturas. Elaborado por los autores. (2017).

Tabla 50.

Distribución de las coberturas del área en estudio.

Distribución de las coberturas en hectáreas (Ha)				Porcentaje (%)
Vegetación	Páramo	Subpáramo	Subtotal	
Pastos	158	1.983	2.141	64%
Cultivos	30	403	433	13%
Arbustales y árboles	200	34	234	7%
Frailejones, pajonales, quiches y cardones	476	48	524	16%
Total, de hectáreas 3.332				

Elaborada por los autores. (2017).

El 77% de las coberturas corresponde a pastos y cultivos. Los primeros ocupan un 64% del territorio, donde predomina la falsa poa (*Anthoxanthum odoratum*) y poa azul (*Poa pratensis*), y el 13% restante es área de cultivos semipermanentes de papa. La extensión de área praderizada en páramo es de 188 hectáreas, de las cuales 30 se usan para explotación agrícola y 158 para explotación pecuaria. Por su parte la vegetación de rosetas, (frailejones, cardones, quiches), árboles y arbustos ocupan el 23% del territorio objeto de estudio.

En la figura 36 se presenta el mapa de recarga hídrica y zona de descarga de la cuenca hidrográfica alta del Río Pesca, a la cual pertenecen las veredas en estudio, un punto identificado con riesgo de deslizamiento y el área de explotación agropecuaria arriba de 3.300 msnm.

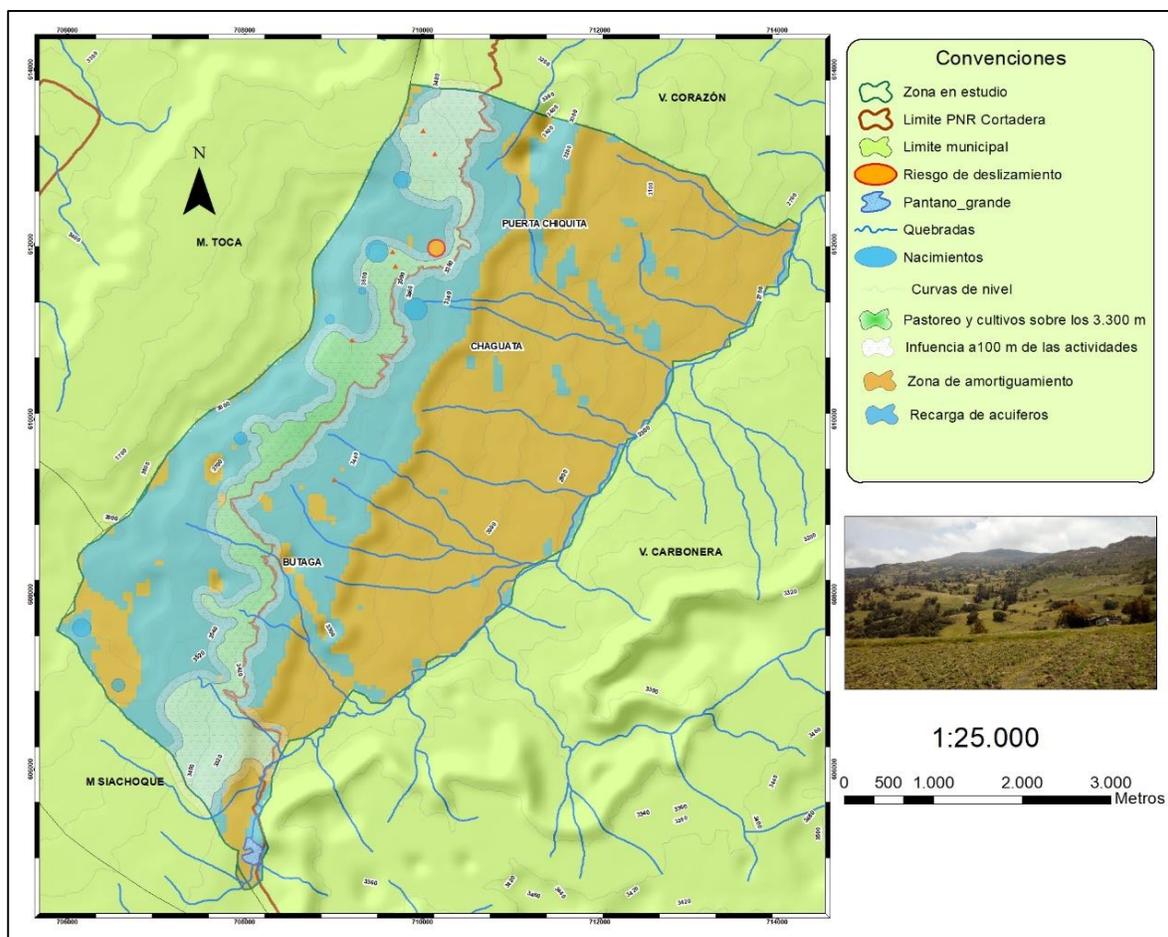


Figura 36. Mapa de recarga hídrica y zona de descarga. Elaborado por los autores. (2017).

La dirección de flujos indica que las zonas de recarga hídrica se localizan desde los 3.200 msnm hasta los 3.800 msnm, encontrándose mantos acuíferos por debajo de la altitud indicada; esta condición es usual en las cuencas andinas. La acumulación de aguas ocurre de las partes más altas y la descarga de aguas se produce gradualmente en sentido lateral a favor de la pendiente de forma semicircular, por lo tanto, estos sistemas solventan la escasez hídrica en épocas secas; el agua que se transporta dentro de la capa freática del suelo se dispone en el acuífero más cercano a su paso.

A continuación, la figura 37 muestra la delimitación de las unidades o categorías de manejo para las veredas en estudio. Adicionalmente la tabla 51 muestra la ocupación en hectáreas de las unidades de manejo.

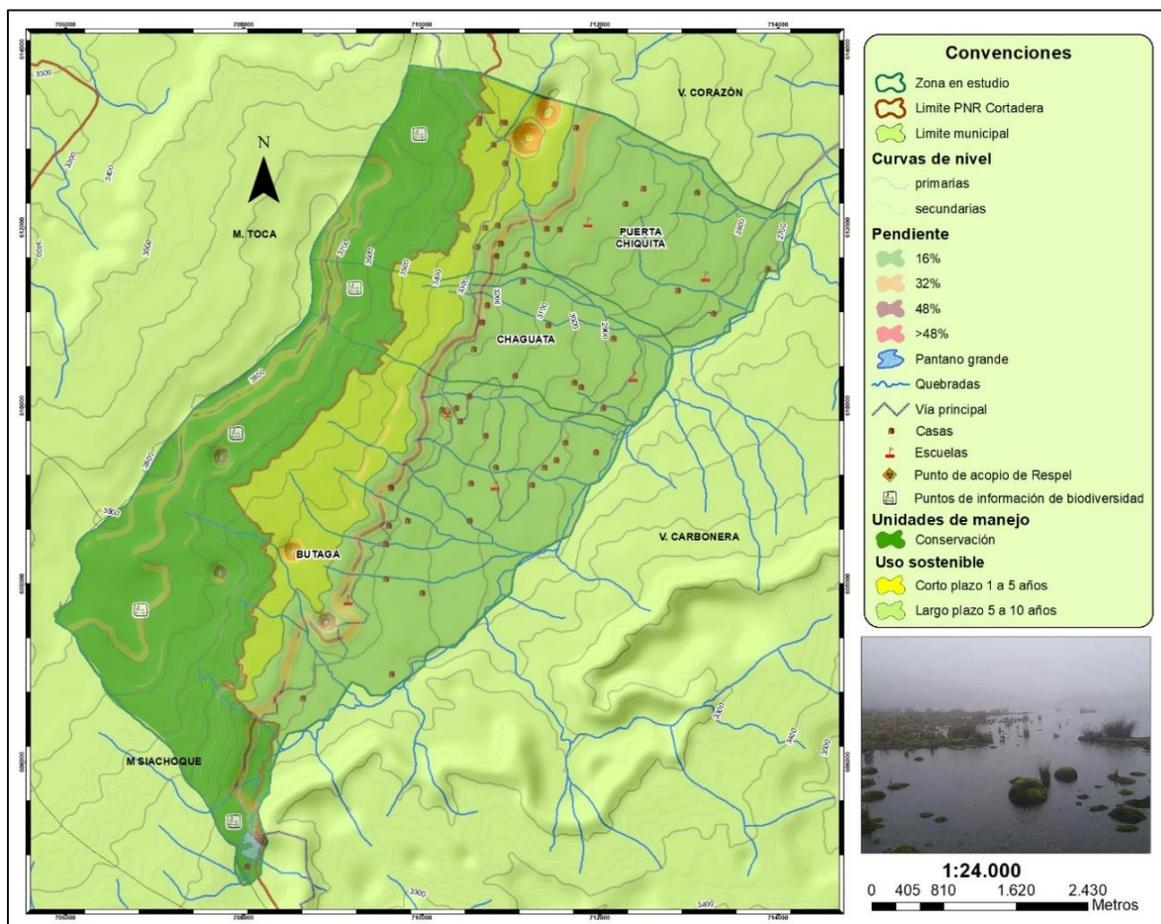


Figura 37. Delimitación de las unidades de manejo ambiental. Elaborado por los autores. (2017).

Tabla 51.

*Unidades de manejo y su ocupación en Ha.*

<b>Distribución de las unidades de manejo</b>			
<b>Unidades de manejo</b>	Tiempo (años)	Área en hectáreas (Ha)	Porcentaje (%)
<b>Conservación</b>	Corto plazo 1 a 5	1.165	35%
<b>Uso sostenible</b>	Corto plazo 1 a 5	535	16%
	Largo plazo 5 a 10	1.632	49%
Total, de hectáreas 3.332			

Elaborada por los autores. (2017).

Para la delimitación se usó como base el límite establecido por Corpoboyaca en la declaratoria del PNR Cortadera (2015); a partir de dicho límite, localizado desde los 3.200 m hasta los 3.800 m, se propone el área de conservación. La cobertura predominante se constituye por frailejones, cardones, y pajas. De otra parte, la zona de uso sostenible se localiza desde los 2.700 m hasta los 3.520 m, donde predominan los cultivos y pastizales. Como se muestra en la figura 36, aplicando el principio precautorio, se dividió el área en dos zonas: la primera corresponde a zona de transición a corto plazo (1 a 5 años), y la segunda a largo plazo (5 a 10 años).

#### **9.1.4. Usos del ecosistema de acuerdo con las unidades de manejo**

Los usos que se proponen para la conservación y el uso sostenible buscan generar conocimiento científico y apropiación del territorio, mantener y recuperar la resiliencia del ecosistema, optimizar las prácticas agropecuarias, y generar nuevas alternativas para la población. La Tabla

52 hace referencia a los usos para la conservación, y la Tabla 53 contiene las condiciones de manejo del uso sostenible:

Tabla 52.

*Usos para la conservación.*

Unidad de manejo	Usos principales	Usos condicionados	Usos prohibidos
<b>Conservación</b>	Investigación científica	Turismo (debe tomarse en cuenta la capacidad de carga del suelo.)	Minería
	Educación ambiental	Extracción y/o captación de agua para actividades agropecuarias.	Tránsito de maquinaria agrícola.
	Reforestación con especies endémicas.	Reintroducción de especies (debe tenerse en cuenta las estaciones de alimento disponibles, y el área)	Instalación de infraestructuras (vías, construcciones, explanaciones)
	Reintroducción de especies. (fauna).		Quemas
	Recuperación forestal de áreas transformadas parcial o totalmente.		Desmote y descapote de vegetación endémica.

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 53.

*Condiciones de manejo para el uso sostenible.*

Unidad de manejo	Usos principales	Usos condicionados	Usos prohibidos
<b>Uso sostenible</b>	Pastoreo rotativo	Producción agropecuaria.	Mantenimiento de sistemas agropecuarios por encima de pendientes mayores a 58%.
	Implementación de sistemas agrosilvopastoriles y/o silvopastoriles.	Uso del rotovalor y arado de anillos.	Quemas
	Cultivos rotativos	Riego de fuentes de interés y bien común, como quebradas y nacimientos abastecedores de acueductos rurales.	Dstrucción de la vegetación para el establecimiento de áreas de pastoreo o cultivos.
	Educación y formación ambiental.	Usos de plaguicidas	Quemar o disponer los residuos peligrosos en los barbechos u otras áreas.
	Establecimiento de Sistemas agroforestales (SAF).	Uso de fertilizantes.	Disponer los empaques a cielo abierto.

Elaborada por los autores. (2017).

## 9.2. Plan de manejo ambiental

Con base en la EIA y la zonificación ambiental del agroecosistema en estudio, se proponen las medidas de manejo ambiental. El objetivo de la propuesta es plantear estrategias de conservación y uso sostenible para la ordenación del territorio en el corto y largo plazo, con el propósito de contribuir a mantener la estructura y funcionamiento del páramo, para garantizar la continuidad de bienes y servicios ambientales, y su aprovechamiento por la comunidad. Los componentes base son: educación ambiental, reconversión de las prácticas agropecuarias culturales, formación

de los agricultores, disposición y manejo de residuos sólidos, y restauración arbórea. La estructura del plan de manejo ambiental se expone en la tabla 54.

Tabla 54.

*Estructura del plan de manejo ambiental*

<b>Programas ambientales</b>	<b>Estrategias socioambientales</b>
Formación, educación y sensibilización ambiental	FM1- Residuos orgánicos
	FM2-Residuos inorgánicos
	FM3-Residuos peligrosos
	FM4- Formación Técnica (agricultura y ganadería)
	FM5- Apropiación del territorio
Reconversión de los procesos agropecuarios	FM6- Tecnificación o conversión agropecuaria
Reforestación activa participativa	FM7- Reforestación

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 55.

*Ficha de manejo ambiental para los residuos orgánicos.*

<b>Incidencia: Agua, suelo, aire, biota</b>			
<b>FM1- Residuos orgánicos</b>			
<b>Impacto esperado:</b>	Categoría de manejo	Conservación:	<input type="checkbox"/>
Prevención y control de la contaminación del suelo y agua.		Uso Sostenible:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Restauración:	<input type="checkbox"/>
<b>Objetivo:</b> Aprovechar los residuos orgánicos generados por las actividades productivas y contribuir a la fertilización del suelo.			
<b>Lugar de ejecución:</b> Veredas Butaga- Chaguata- Puerta Chiquita			
<b>Actividad productiva:</b> Agricultura y ganadería.			
<b>Medida a ejecutar:</b>			
<b>Elaboración de compostaje.</b>			
Elaboración de fertilizantes para cultivos semipermanentes aprovechando el estiércol animal, las cenizas que se generan en procesos domésticos, y los residuos vegetales producidos en el deshierbe de los cultivos. El proceso de compostaje depende de la cantidad de residuos que se generen.			
<b>Manejo de Estiércol.</b> Se debe almacenar en tanques de acopio para la separación de líquidos y sólidos.			
<b>Manejo de líquidos:</b> Los líquidos producidos por el estiércol se pueden aprovechar directamente reduciendo su concentración, disolviéndolos con agua lluvia. Posteriormente puede ser vertida directamente en los cultivos, proporcionando buena cantidad de nutrientes. La proporción de agua depende de la cantidad de líquidos que se obtengan.			
<b>Metodología de compostaje:</b>			
El compostaje debe tener una cantidad proporcional entre materia húmeda, materia seca, estiércol, tierra y ceniza. La distribución en el tanque o recipiente dispuesto para el compostaje se debe hacer con una mitad de materia húmeda y seca, y la otra mitad entre estiércol, tierra y ceniza. El proceso puede variar entre 3 a 5 meses, por lo cual se debe tener un recipiente apropiado que resista a todas las condiciones que se puedan dar durante los meses de maduración.			
<b>Biodigestor.</b>			
Tanques cerrados para realizar una descomposición anaerobia y poder obtener metano, dióxido de carbono y agua, que sirve como gas natural o energía.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso es diario, por lo cual necesita ser inspeccionado frecuentemente.</li> <li>• La capacidad del biodigestor debe ser mínimo de <b>16 m<sup>3</sup></b> para producir aproximadamente de <b>2 a 4 m<sup>3</sup></b> de gas diariamente.</li> </ul>			

**Beneficios ambientales y económicos:**

- Permite aprovechar el estiércol generado por el ganado, evitando la contaminación de canales hídricos, malos olores y control sobre los microorganismos o insectos que generan enfermedades patógenas.
- Mejoramiento de la capacidad fertilizante del estiércol: el lodo que es producido por el proceso genera una proporción rica en nitrógeno, fósforo y potasio de gran provecho para los cultivos.
- El costo del diseño y realización del biodigestor es de aproximadamente \$ 800.000, por lo cual la inversión se recupera de 3 a 7 meses de uso.
- Se minimiza el consumo de maderas para el calentamiento de hogueras caseras para cocinar, contribuyendo a la disminución de la deforestación.
- Protege recursos hídricos y la calidad del aire.
- Reduce costos de compra de fertilizantes industriales o comerciales.

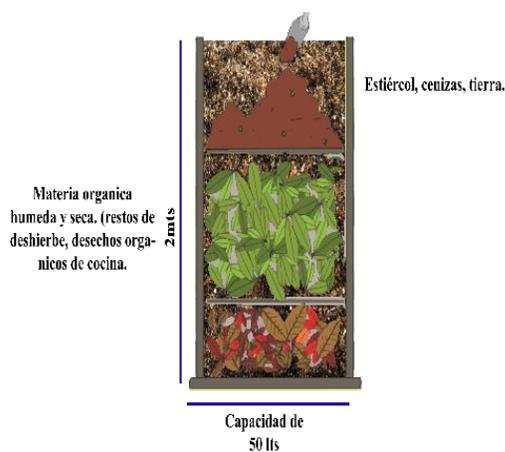
**Metodología para biodigestor:**

Con la inversión dada para el biodigestor, se construye el modelo basado en el diseño previo de este. Se instala el biodigestor hecho a base de polietileno (plástico) de  $16m^3$  y  $4m^3$  de capacidad para el almacenamiento del metano o biogás. No requiere de mucho conocimiento técnico, sin embargo, el acompañamiento profesional es indispensable para el procedimiento de manejo, control y prevención de riesgos. Se deposita diariamente un balde de estiércol y 3 baldes de agua para generar de  $2m^3$  a  $4m^3$  y abastecer a la familia sin ningún problema. El diseño tiene un tiempo de uso aproximadamente de 15 años. El modelo es basado en conocimientos europeos científicos que descubrieron las grandes concentraciones de gases que producía el estiércol y la manera en la cual se podría aprovechar los mismos.

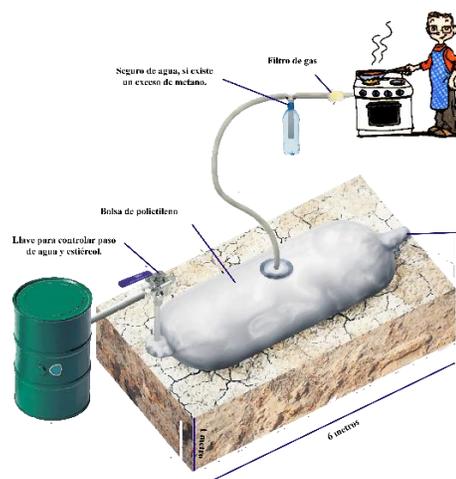
**Riesgos de mal manejo del estiércol, las cenizas y hierba suelta:**

- Pérdida de valor nutricional del estiércol.
- Ambientes normativos negativos y sociales para la agricultura y ganadería.

## Diseño Compostaje



Tanque de acopio de materiales a compostar



Biodigestor

### Responsables de ejecución

Comunidad

### Responsables de control

Comunidad

**Meta:** Se debe implementar en la mitad de la muestra de población del estudio en un periodo de 12 meses.

### Indicadores cualitativos:

Indicadores	Cumple/no Cumple
Cantidad personas beneficiadas.	
Cantidad de compostaje disponible en 6 meses	

### Presupuesto

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Tanque 50 lt.	\$ 350.000	1	\$ 350.000
Biodigestor	\$ 800.000	1	\$ 800.000
Total	\$ 1150.000		\$ 1150.000

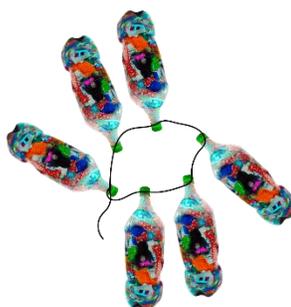
Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 56.

## Ficha de manejo de residuos inorgánicos

<b>Incidencia: Agua, suelo, aire, biota</b>			
<b>FM2- Residuos inorgánicos</b>			
<b>Impacto esperado:</b> Control de la contaminación del suelo y agua.	<b>Tipo de medida a utilizar:</b>	<b>Conservación:</b>	<input type="checkbox"/>
		<b>Uso Sostenible:</b>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<b>Restauración:</b>	<input type="checkbox"/>
<b>Objetivo:</b> Controlar los desechos inorgánicos generados por la actividad productiva y la población, para su disposición final.			
<b>Lugar de ejecución:</b> Butaga- Chaguata- Puerta Chiquita		<b>Actividad productiva:</b> Agricultura y ganadería.	
<b>Medidas a ejecutar:</b>			
<b>Proceso de recolección de residuos plásticos domésticos o producidos por la actividad agropecuaria (plásticos, botellas, tapas):</b>			
Se requiere de un plan de recolección de residuos inorgánicos, tales como bolsas plásticas, tapas, botellas plásticas de origen doméstico, que permita una disposición final adecuada y evite la contaminación del suelo o visual en la zona de estudio.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso requiere de la apropiación ciudadana para el cuidado del territorio.</li> <li>• Se debe obtener cifras de la cantidad de residuos inorgánicos producidos al mes para saber cada cuánto se debe realizar la recolección.</li> </ul>			
<b>Beneficios ambientales y económicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protege la calidad del aire, al no haber quemadas. Belleza escénica.</li> <li>• Aprovechamiento de los plásticos producidos, reutilizando los que más se puedan.</li> <li>• Genera ganancias dependiendo de la cantidad de plástico generado.</li> </ul>			
<b>Metodología de reciclaje:</b>			
Para el reciclaje de material plástico producido, se adapta una metodología comúnmente utilizada para la recolección de residuos, que consiste en identificar las bolsas, papeles y demás que puedan ser reciclados, e irlos reciclando dentro de una botella plástica que no se esté utilizando; así mismo, para evitar que el material plástico se llene de tierra y que impida que el residuo sea reciclado en las empresas de reciclaje, se amarra a un nailon o cuerda que ayude a mantener las botellas plásticas o residuos en un solo lugar. Dependiendo de la cantidad de residuos, se debe implementar un sitio de acopio por cada residencia, en donde se pueda dejar el residuo hasta posteriormente poder llevarlo a un sitio de acopio, para la comercialización de los mismos.			

---

**Diseño**


Modelo de reciclaje

**Responsables de ejecución**

Comunidad

**Responsables de control**

Comunidad

**Meta:** Se debe lograr en 12 meses una recolección aproximada de 100 kilos en toda la muestra de población de estudio.

**Indicadores cualitativos:**

Indicadores	Cumple/no Cumple
Cantidad personas beneficiadas.	
Kilos de Residuos recolectados	

**Presupuesto**

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Papelería	\$ 50.000	1	\$ 50.000
Cabuya x m	\$200	20	\$ 4.000
<b>Total</b>	<b>\$ 50.200</b>	<b>21</b>	<b>\$ 54.000</b>

---

 Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 57.

*Ficha de manejo de residuos peligrosos*


---

**Incidencia: Agua, suelo, aire, biota**
**FM3- Residuos peligrosos****Impacto esperado:**

Control de la contaminación del suelo y agua.

Tipo de medida a utilizar:

Conservación:

Uso Sostenible:

Restauración:

**Objetivo:** Implementar un plan integral de residuos peligrosos para la comunidad de la zona de estudio.

**Lugar De Ejecución:** Butaga- Chaguata- Puerta **Actividad productiva:** Agricultura.

Chiquita

### Medidas a ejecutar:

#### Plan de gestión de devolución de productos posconsumo

Partiendo de la premisa de que es responsabilidad de las compañías productoras de plaguicidas, los proveedores y los usuarios, la adecuada disposición de los desechos generados por su uso. Se establecerá un convenio entre los productores, proveedores y consumidores con el fin de prevenir afectaciones adversas al medio ambiente y la salud humana, tal convenio se denominará Finca Verde.

Teniendo en cuenta los tipos de residuos peligrosos que se generan tales son: envases (frascos y bolsas plásticas), embalajes, canecas y recipientes usados para mezclar se elaborara una ruta de acción con los siguientes eslabones.



Donde los primeros cuatro eslabones serán responsabilidad de los agricultores, por su parte los proveedores deberán adecuar un espacio de acopio para recibir los residuos peligrosos inutilizados, llevarán un control de registros de las salidas de los productos en el mercado local y control de los residuos entregados, información que deberán cruzar con las empresas productoras quienes suministrarán el vehículo para el transporte y se encargaran de la disposición final mediante el tratamiento que consideren.

#### Beneficios ambientales y económicos:

- Mejoramiento de las condiciones propensas a intoxicaciones por el uso de agroquímicos.
- Mejoramiento de las condiciones del suelo y agua.
- Belleza escénica.
- Aprovechamiento total de los productos
- Certificaciones de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA)

#### Acciones para el manejo en campo

Se requiere recolectar los residuos encontrados en campo, cuidando su manipulación, separar los residuos una vez generados realizando el triple lavado los agricultores deben almacenar los residuos temporalmente en sus fincas en áreas seguras. Los residuos deben ser dañados, perforados o cortados, con el fin de que no sean utilizados para otro tipo de actividad, se deben recolectar en costales de fibra plana, resistentes a golpes y manipulación, desde su almacenamiento temporal en el centro de acopio local, hasta su transporte para su disposición final.

**El acopio.** El acopio debe ser con cubículos temporales, teniendo en cuenta la normas de la Guía Técnica Colombiana (GTC) 24, para la gestión ambiental de residuos sólidos. De igual forma, los costales deben ser

rotulados de acuerdo con la composición de los residuos y el grado de peligro con el que son calificados. Deben estar fuera del alcance de animales y niños, y debidamente sellados. La recolección y transporte final debe ser ejecutado con un programa de recolección mensual por cada vereda.

### Diseño

ACOPIO



### Responsables de ejecución

Comunidad

### Responsables de control y cumplimiento

Comunidad, proveedores, empresas productoras

**Meta:** Recolectar el 100% de los residuos peligrosos generados por la población de estudio. No sobrepasar el almacenamiento de los residuos por más de 90 días.

### Indicadores cualitativos:

Indicadores	Cumple/no Cumple
Cantidad personas beneficiadas.	
Kilos de Residuos recolectados.	
Productos adquiridos	
Residuos entregados	

### Presupuesto

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Acopio	\$800.000	1	\$ 800.000
Costales	\$ 500	5	\$ 25.000
Total	\$ 800.500	6	\$ 825.000

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 58.

*Ficha de formación técnica para los agricultores*

### Incidencia: Agua, suelo, aire, biota, sociedad

#### FM4- Formación Técnica (agricultura y ganadería)

#### Impacto esperado:

Habilidades, conocimiento, empoderamiento de herramientas y técnicas sostenibles.

Tipo de medida a utilizar:

Conservación:

Uso Sostenible:

Restauración:

**Objetivo:** Generar conocimientos técnicos que permitan una mayor productividad y uso sostenible de la actividad agropecuaria.

**Lugar De Ejecución:** Butaga- Chaguata- Puerta      **Actividad productiva:** Agricultura y ganadería.

Chiquita

#### **Medidas a ejecutar:**

##### **Capacitaciones técnicas.**

Las capacitaciones podrán enriquecer a la población, con temas de consumo y uso razonable de agroquímicos o bio agroquímicos, uso de semilla ideal de acuerdo con las condiciones del suelo, agua y temperatura, economía rural que permitan al ecosistema tener una mayor resiliencia, y adaptarse mejor a la productividad que se le está ejerciendo.

- La capacitación brindara elementos básicos de producción agrícola sostenible.
- La duración de la capacitación será de 7 meses, que permitirá tener una parte práctica que se realizará en los mismos cultivos.

##### **Beneficios ambientales y económicos:**

- Mayor aprovechamiento y productividad del suelo.
- Mejoramiento del producto basado en políticas sostenibles.
- Aumento de la economía de la región.
- Certificaciones verdes
- Acceso a financiamientos
- Asistencia tecnológica

##### **Metodología de las capacitaciones:**

Las capacitaciones se realizarán bajo los métodos de “Relación experto- aprendiz”, a través seminarios, conferencias y talleres, que permitan un aprendizaje teórico- práctico que involucre la participación directa de los agricultores y se obtenga una respuesta aplicada de todo lo aprendido en sus hectáreas de producción. Se pretende que los agricultores puedan implementar políticas de uso sostenible y que así mismo se puedan organizar para poder obtener una economía más sólida en la región. La duración de las capacitaciones es aproximadamente de 6 a 7 meses, ya que la implementación de los conocimientos se desarrollará de manera práctica a la par de la teoría.

#### **Capacitaciones- diseño metodológico**

##### **CONTENIDO TEMATICO DE LAS CAPACITACIONES**

- Generalidades de los tubérculos y legumbres.
- Cómo obtener semillas de los tubérculos para siembra de forma adecuada.
- Fertilización química/orgánica
- Principales plagas y enfermedades y adaptación de las mismas al cultivo.
- Buenas prácticas agrícolas en tubérculos y legumbres
- Preparación de suelos (Labranza mínima)
- Selección de semilla (Que parámetros se deben tener en cuenta para su selección)
- Densidad poblacional de siembra. (minimizar pérdidas y excesos de semilla)
- Conservación de suelos (barreras vivas, diques)
- Manejo postcosecha de granos básicos
- Manejo de plagas de postcosecha

Responsables de ejecución		Responsables de control			
Comunidad		Comunidad			
<b>Meta:</b> Poder capacitar a la muestra de población obtenida en el caso de estudio en 7 meses.					
<b>Indicadores cuantitativos:</b>		<b>Presupuesto</b>			
Indicadores	Cumple/no Cumple	Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Cantidad personas capacitadas.		Papelería	\$ 5.000	1	\$ 5.000
Cantidad de Ha en las cuales se está implementando la capacitación.		Total	\$ 5.000	1	\$ 5.000

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 59.

*Ficha de Sensibilización ambiental y apropiación del territorio*

<b>Incidencia: Agua, suelo, aire, biota, sociedad</b>			
<b>FM5- Apropiación del territorio</b>			
<b>Impacto esperado:</b>	Tipo de medida a utilizar:	Conservación:	<input type="checkbox"/>
Habilidades, conocimiento, empoderamiento.		Uso Sostenible:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Restauración:	<input type="checkbox"/>
<b>Objetivo:</b> Generar apropiación de la comunidad hacia su territorio.			
<b>Lugar De Ejecución:</b> Butaga- Chaguata- Puerta		<b>Actividad productiva:</b> Población en general.	
Chiquita			
<b>Medidas a ejecutar:</b>			
<b>Educación ambiental.</b>			
Las capacitaciones ayudarán a enfocar a la población a buenas prácticas ambientales, a obtener una visión más acertada sobre el convivir del ser humano con su entorno, y a conocer o apropiarse más del territorio, debido a que existe desconocimiento del mismo.			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La capacitación enfocará a la población a tener una visión más integral con su entorno.</li> <li>• Se realizará una tabla publicitaria por vereda, que de información del ecosistema y que ayude a dinamizar la economía del sector aprovechando su potencial turístico.</li> </ul>			
<b>Beneficios ambientales y económicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejora las habilidades de pensamiento crítico y creativo.</li> </ul>			

- Se fomenta los estilos de vida saludables.
- Fortalece a las comunidades promoviendo un sentido de pertenencia y conexión a través de la participación ciudadana.

### Metodología de las capacitaciones:

Las capacitaciones se realizarán bajo los métodos de “Relación experto- aprendiz”, a través de seminarios, conferencias y talleres, que permitan un aprendizaje teórico- práctico que involucre la participación ciudadana en general, ya que la educación ambiental es aplicable a toda la sociedad sin distinción de raza, género o edad, por lo cual resulta ser un mecanismo de participación colectiva e integral.

### Capacitaciones- diseño metodológico

CONTENIDO TEMATICO DE LAS CAPACITACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biodiversidad.</li> <li>• Contaminación de suelo, agua y aire</li> <li>• Desarrollo Sostenible.</li> <li>• Consumo Responsable.</li> <li>• Recursos naturales</li> <li>• Economía circular</li> <li>• Cambio climático</li> </ul>

### Responsables de ejecución

Comunidad

### Responsables de control

Comunidad

**Meta:** Capacitar a la muestra de población obtenida en el caso de estudio en 7 meses.

### Indicadores cuantitativos:

Indicadores	Cumple/no Cumple
Cantidad personas capacitadas.	

### Presupuesto

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Papelería	1	\$ 5.000	\$ 5.000
Total	1	\$ 5.000	\$ 5.000

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 60.

*Ficha de reconversión de los procesos agropecuarios*

**Incidencia: Agua, suelo, aire, biota, sociedad**

### FM6- Tecnificación o conversión agropecuaria

**Impacto esperado:**

Tipo de medida a utilizar:

Conservación:



Uso Sostenible:



Restauración:



Aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, y fortalecimiento de la capacidad de resiliencia del ecosistema.

**Objetivo** Complementar el conocimiento empírico de los agricultores y ganaderos para mejorar los procesos productivos de forma técnica.

**Lugar de ejecución:** Butaga- Chaguata- Puerta Chiquita      **Actividad productiva:** Ganadería y Agricultura

#### **Medidas a ejecutar:**

##### **Implementación de sistemas silvopastoriles en base a arbustos forrajeros y aliso.**

El sistema silvopastoril (SSP) es un sistema combinado de diferentes componentes, que permite el desarrollo de una actividad que interactúa a la par con varias, para obtener diferentes productos dentro de su cadena de valor. Los componentes que se combinan son: Arbóreo, ganadero, forrajero, suelo y clima.

Los sistemas silvopastoriles son una opción viable para la zona estudiada, porque integran varios factores que en conjunto contribuyen al control de la degradación ambiental, y a su vez permiten el crecimiento económico y su sostenibilidad a largo plazo.

- La conversión requiere de tiempo de planeación y ejecución.
- Requiere de un estudio técnico previo para verificar el tipo de plantaciones a reforestar.

##### **Beneficios ambientales y económicos:**

- Cortinas rompe vientos que favorecen el bienestar de los animales contra el viento y la lluvia, además de contrarrestar los efectos del viento en el forraje.
- Mayor fertilidad del suelo.
- Mejor amortiguamiento hídrico, ya que las zonas boscosas o forrajeras tienen menor pérdida de agua por transpiración.
- Permite una economía más amplia, al obtener varios subproductos a partir de la actividad central.

##### **Selección de semilla de alisos y arbustos forrajeros:**

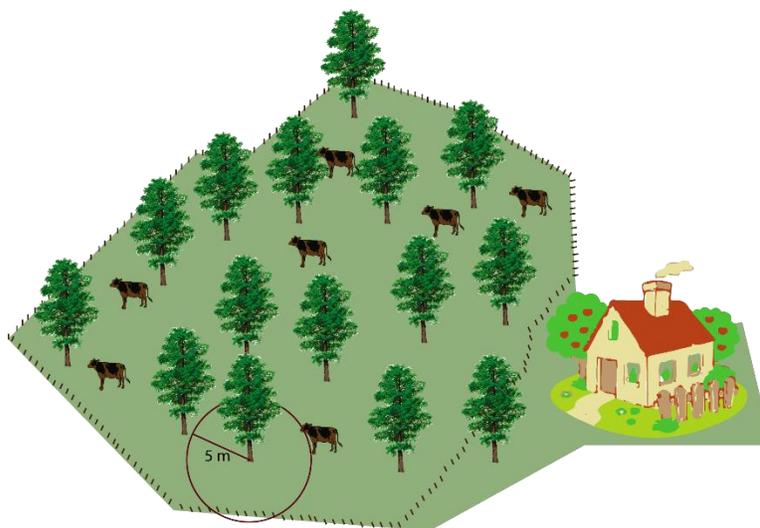
La selección se hizo en base a la flora característica de la región y con potencial maderero, al fijamiento de carbono y nitrógeno, el nivel nutricional, y que tenga un crecimiento rápido para incrementar la productividad. El aliso es un árbol de hasta 30 metros de altura con copa piramidal, que produce una madera de densidad media y color crema, que resulta ser resistente y es empleada para construcción. La Leguminosa *Leucaena* tolera positivamente el pastoreo, ya que se rehabilita rápidamente, teniendo la capacidad de rebrotar y reponerse en tiempos cortos; la presencia de ésta incrementa la biomasa y la calidad nutritiva del suelo. Este forraje resulta ser altamente positivo para el ganado, porque el alto valor nutritivo de la materia seca y su digestibilidad son iguales o superiores a otros forrajes, como la alfalfa.

##### **Metodología para adaptar el sistema silvopastoril:**

Para la adaptación del sistema silvopastoril se requiere de un predio piloto que servirá como referente para los demás. El sistema que se pretende adoptar es de tipo mixto (forraje, árbol) por lo cual, requiere de un pre-diseño de acuerdo con el área que se requiere producir. La reforestación de árboles y arbustos se realiza de forma aleatoria y con un radio de esparcimiento igual o mayor a 5 metros, para permitir el paso del ganado entre la maleza.

### Diseño

El diseño se realizó en base a una Ha de suelo ganadero a 2900 msnm con temperaturas promedio entre **10° a 16°** centígrados.



### Responsables de ejecución

Comunidad

### Responsables de control

Comunidad

**Meta:** Capacitar a la muestra de población obtenida en el caso de estudio en 7 meses.

### Indicadores cuantitativos:

Indicadores	Cumple/no Cumple
Cantidad personas capacitadas.	

### Presupuesto

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Aliso	\$ 9.100	25	\$ 227.500
Semillas de leucaena	\$ 50	100	\$ 5.000
<b>Total</b>	<b>\$ 9.150</b>	<b>125</b>	<b>\$ 232.500</b>

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 61.

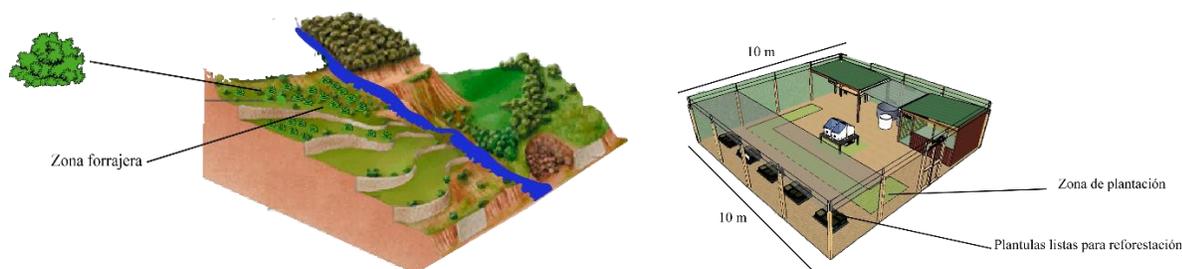
*Ficha de restauración arbórea participativa*

<b>Incidencia: Agua, suelo, aire, biota, sociedad</b>			
<b>FM6- Restauración arbórea participativa</b>			
<b>Impacto esperado:</b>	Tipo de medida a utilizar:	Conservación:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Uso Sostenible:	<input checked="" type="checkbox"/>
		Restauración:	<input checked="" type="checkbox"/>
<b>Objetivo</b> Compensar las pérdidas de vegetación, prevenir procesos erosivos y revegetalizar áreas circundantes a fuentes de agua intermitentes y permanentes			
<b>Lugar de ejecución:</b> Butaga- Chaguata- Puerta Chiquita		<b>Actividad productiva:</b> Ganadería y Agricultura	
<b>Medidas a ejecutar:</b>			
<b>Plantaciones arbustivas activas</b>			
Se propone reforestar las áreas que han sido transformadas parcialmente por las actividades agropecuarias, y también las áreas circundantes a fuentes hídricas permanentes e intermitentes. El propósito es aportar a la resiliencia del ecosistema, para el mantenimiento del flujo de los servicios ambientales esenciales, como la provisión de agua y conservación de la biodiversidad.			
Se propone establecer un vivero comunitario con especies nativas existentes en el páramo La Cortadera, para realizar la reforestación y proveer especies a otros ecosistemas de alta montaña.			
<b>Beneficios ambientales y económicos:</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento de la materia orgánica del suelo.</li> <li>• Hábitat de especies.</li> <li>• Reducción de los aportes de sedimentos a las cuencas hídricas aguas abajo.</li> <li>• Estabilización del suelo.</li> <li>• Prevención de procesos de degradación del suelo.</li> <li>• Financiamiento para proyectos de sostenibilidad ambiental.</li> <li>• Generación de empleo.</li> </ul>			
<b>Selección de especies arbustivas</b>			
Las especies arbustivas deben tener un sistema radicular que se adapte las condiciones de drenaje del suelo, que resista la humedad por largos periodos de tiempo, debe soportar la fuerza de las crecientes en época de invierno, y que se adapte a la altitud y radiación solar sobre los 3.300 msnm.			
<b>Metodología para adaptar las especies arbustivas</b>			
Las especies ideales para la reforestación de áreas fragmentadas son el Chlico, el Tuno, el Mortiño, el Aliso y el Chite, dado que son especies nativas y presentes en la zona. Se deberán seleccionar cuidadosamente plantas que			

puedan suministrar retoños para sembrar. En áreas fragmentadas se trazará un área de 10 m<sup>2</sup> por 20 m<sup>2</sup>, y la siembra se hará de manera dispersa, dado que se debe dejar suficiente espacio para que su sistema radicular se forme y se adapte al suelo. Para revegetalizar quebradas se deberá trazar una línea en favor de la pendiente de la microcuenca con un radio de 80 cm, entre especies.

### Diseño

En la modelación se presenta el modelo de la geomorfología del área y las franjas a reforestar, la altura va desde los 3.300 msnm hasta los 3.600 msnm, el modelo del vivero tiene un área de 10 m de frente por 10 m de lado.



Modelo de reforestación

Modelo del vivero

### Responsables de ejecución

Autoridades ambientales

Comunidad

### Responsables de control

Autoridades ambientales

Comunidad

**Meta:** Reforestar la zona de conservación en un año

Reforestar las quebradas permanentes y semipermanentes en dos años

### Indicadores cuantitativos:

Indicadores	Cumple/no Cumple
Hectáreas reforestadas	
Número de participantes	
Plantas adaptadas	

### Presupuesto

Objeto	Valor unt	Cantidad	Total
Aliso	\$ 9.100	100	\$ 910.000
Chilco	\$ 9.100	100	\$ 910.000
Mortíño	\$ 9.100	50	\$ 455.000
Tuno	\$ 9.100	100	\$ 910.000
Chite	\$ 9.100	50	\$ 455.000
Vivero	\$ 3'500.000	1	\$ 3'500.000
Total	\$ 3'545.500	401	\$ 7'140.000

A continuación, la tabla 62 presenta el presupuesto total del plan de manejo ambiental, y la tabla 63 presenta el cronograma de implementación del PMA.

Tabla 62. Presupuesto de implementación del PMA

Programa	Ficha	Total
Disposición adecuada de residuos	FM1- Residuos Orgánicos	\$ 1'150.000
	FM2- Residuos Inorgánicos	\$ 54.000
	FM3- Residuos Peligrosos	\$ 825.000
Educación integral	FM4- Educación Técnica (agricultura y ganadería)	\$ 5.000
	FM5- Apropiación del territorio	\$ 1'505.000
Restauración ambiental, conversión agrícola y ganadera	FM6- Tecnificación o conversión agropecuaria	\$ 232.500
	FM7- Reforestación	\$ 8'640.000
	<b>Total</b>	<b>\$ 9'411.500</b>

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 63.

Cronograma de implementación del PMA.

PROGRAMA	ACTIVIDAD- FICHA	mes 1				mes 2				mes 3				mes 4				mes 5				mes 6				mes 7				mes 8				mes 9				mes 10				mes 11				mes 12			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Manejo de residuos sólidos	FM1.1																																																
	FM1.2																																																
	FM1.3																																																
Técnica de mitigación	FM2.1																																																
	FM2.2																																																
Conociendo tu territorio	FM3.1																																																
	FM3.2																																																
	FM3.3																																																
Aprovechamiento residual	FM4.1																																																
	FM4.2																																																
Buenas prácticas agrícolas	FM5.1																																																
	FM5.2																																																
<b>GLOSARIO</b>		<p>■ Ejecución de la Actividad</p> <p>■ Control y Seguimiento</p>																																															

Elaborada por los autores. (2017).

## 10. Presupuesto del proyecto

Se requirieron recursos humanos, logísticos y de transporte para el proceso de investigación y desarrollo del proyecto. Estos se describen en la Tabla 64:

Tabla 64.

*Presupuesto total del proyecto.*

Recursos	Descripción	Unidad	Valor unitario	Costos
Recursos humanos	Ingeniero Ambiental	2	\$ 2.000.000,00	\$ 4.000.000,00
	Guía Turístico	3	\$ 20.000,00	\$ 60.000,00
	Consultor	4	\$ 60.000,00	\$ 240.000,00
Recursos logísticos y transporte	Sogamoso- Pesca	29	\$ 3.700,00	\$ 107.300,00
	Pesca- Sogamoso	29	\$ 3.700,00	\$ 107.300,00
	Sogamoso- Facatativá	1	\$ 32.000,00	\$ 32.000,00
	Facatativá- Sogamoso	1	\$ 32.000,00	\$ 32.000,00
	Pesca- zona veredal	10	\$ 30.000,00	\$ 300.000,00
	Laboratorios	1	\$ 3.500.000,00	\$ 3.500.000,00
	Nevera Icopor	1	\$ 17.800,00	\$ 17.800,00
	Botellas plásticas	6	\$ 2.000,00	\$ 12.000,00
	Metro	1	\$ 5.500,00	\$ 5.500,00
	Guantes quirúrgicos	4	\$ 500,00	\$ 2.000,00
Viáticos	Bolsas plásticas	12	\$ 125,00	\$ 1.500,00
	Hielo	8	\$ 2.000,00	\$ 16.000,00
	Almuerzos	29	\$ 7.500,00	\$ 217.500,00
	Desayunos	10	\$ 4.500,00	\$ 45.000,00
	Refrigerios	29	\$ 4.000,00	\$ 116.000,00
	TOTAL	180	\$ 5.725.325,00	\$ 8.811.900,00

Elaborada por los autores. (2017).

Tabla 65.

*Cronograma de ejecución del proyecto.*

ACTIVIDAD	Agst				Sept				Oct				Nov				Dic				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agst				Sept				Oct			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Fase- Investigación	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
Fase- Campo									■	■	■	■																																																
Fase- Muestreo																																																												
Desarrollo EIA																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■								
Zonificación Ambiental																																																												
Desarrollo PMA																																																												
Desarrollo documento																																																												

Elaborada por los autores. (2017).

## 11. Conclusiones

Se logro formular la propuesta metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental de la actividad agropecuaria en el páramo la Cortadera. La metodología propuesta permite el seguimiento y monitoreo directo de las medidas de manejo ambiental, mediante la actualización de la matriz de EIA.

Se realizo la aplicación práctica de la propuesta metodológica donde se evaluaron las actividades cultivo de papa Tocarreña y cuidado de ganado Normando obteniendo unos resultados muy coherentes en relación con la realidad socioeconómica que están viviendo los agricultores y el estado actual del ecosistema. Lo que indica que la metodología se ajusta a las necesidades de evaluación del territorio agropecuario.

Se demostró que el ecosistema es rico en diversidad genética endémica, se reportó una diversidad importante de especies de flora, constituida por 37 familias distribuidas en 84 especies; la familia *Asteraceae* fue la de mayor representatividad. Por su parte la fauna tiene la mayor representatividad de especies en especies de aves, donde la familia *Trochilidae* es la más significativa.

La caracterización socioeconómica de la población permitió determinar que sus condiciones de calidad de vida son bajas por tres factores: el adecuado acceso a servicios públicos básicos, los bajos ingresos familiares y el difícil acceso a la educación técnica y superior. Tales factores generan la migración de la población joven a las ciudades en busca de oportunidades.

Se evidenció que los procesos agrícolas no están siendo rentables para la población, por los altos costos del cultivo y la constante variación de precios de la papa. De otra parte, la actividad ganadera es de mayor rentabilidad y aprovechamiento para la población.

Se determinó que la mayor afectación sobre el territorio se da por el uso inadecuado de plaguicidas y la compactación producida por los sistemas de sobrepastoreo especialmente en suelos esponjosos de páramo.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos de agua y suelos permiten afirmar que las actividades agropecuarias, hasta el momento, no han generado alteraciones críticas en estos recursos. Sin embargo, tal como señala la EIA, es imprescindible la reconversión de los procesos productivos mediante alternativas de uso sostenible, como medidas de adaptación al cambio climático.

El estudio determinó que la fertilidad de los suelos es limitada, principalmente por el bajo contenido de MO y NT. Además, se reportaron valores inusuales de COS, en ecosistema de páramo, debido al sobrepastoreo y el monocultivo de papa. Este resultado coincide con diferentes estudios científicos que han registrado que la ocupación de suelos nativos con cultivos y ganadería extensiva disminuye la capacidad del contenido de COS, respecto a suelos con vegetación natural.

La ACAT y la AU reportaron valores normales para las veredas Puerta Chiquita y Chaguata, indicando que la resiliencia de los suelos no presenta alteraciones negativas en sus propiedades químicas y biológicas, por lo tanto, el suelo tiene la capacidad de reciclar los agentes dañinos de los ciclos de los minerales y la actividad agropecuaria. La actividad enzimática para la vereda Butaga presentó un comportamiento muy positivo, lo que significa que el suelo está vivo e indica mayor capacidad de resiliencia y disponibilidad de reciclaje de nutrientes.

Se realizó la correlación de Pearson para las variables estudiadas en laboratorio, y la mayoría de los valores obtenidos fueron positivos, cercanos a uno. Es decir, la correlación entre las variables evaluadas es directamente proporcional y muy objetiva, ya que el modelo de regresión lineal se ajustó a los datos obtenidos.

Se realizó la zonificación ambiental y se propuso el respectivo PMA para el área de interés. Estos instrumentos son de gran importancia para planificación ambiental, porque las veredas en estudio, especialmente Butaga, constituyen una zona estratégica para la conservación del recurso hídrico y la biodiversidad.

De acuerdo con la zonificación ambiental realizada en este trabajo, el 51% del área estudiada del Páramo La Cortadera, en el Municipio de Pesca, es zona de recarga hídrica, adicionalmente del territorio estudiado el 77% es de uso agropecuario y tan solo el 23% corresponde a relictos boscosos y vegetación nativa.

Se determinó que no existe ningún tipo de forraje alternativo para el mantenimiento de los sistemas ganaderos: al tratar de sacarle el máximo provecho a los pastos de la zona, la población genera sobrepastoreo. Esta actividad, en conjunto con el monocultivo de papa, han influido en la disminución del MOS.

Se determinó que existen 188 hectáreas que presentan conflictos de uso, debido a que se localizan dentro del área destinada a la conservación.

Se evidencio que existe desconocimiento por parte de la población sobre la importancia del ecosistema en que viven, y las funciones ecológicas de las especies de flora y fauna del páramo. Tales condiciones, sumadas a la ausencia de ordenación del territorio por parte de las autoridades competentes, han favorecido procesos de culturización del ecosistema.

Este trabajo es de gran importancia para el municipio de Pesca, Boyacá, porque se realizó por primera vez una EIA para las actividades económicas de la población rural, que servirán como lineamiento para la toma de decisiones en la gestión y ordenación del territorio.

## 12. Recomendaciones

Se recomienda utilizar la propuesta metodológica para trabajos futuros de EIA en sistemas agropecuarios, porque permite la predicción del territorio afectado y la incidencia de la actividad sobre el productor, siendo una estrategia útil en la planificación del territorio y la optimización de los sistemas productivos.

Se recomienda la implementación de la propuesta del PMA, compuesta por cuatro ejes estratégicos identificados con base en el EIA: capacitación técnica, sistemas agroforestales, manejo de residuos sólidos y educación ambiental, sobre los que se proponen medidas adaptativas al cambio climático, para garantizar la oferta de servicios ambientales de interés local y global a largo plazo.

Se sugiere realizar un estudio más detallado sobre la capacidad de secuestro de carbono de los suelos paramunos del municipio de Pesca, pues esta es una importante oportunidad para realizar la transición y el cambio de actividades económicas para las familias que tiene predios en las zonas altas y que actualmente presentan conflictos de uso.

Se recomienda incorporar la EIA como estrategia en las políticas de desarrollo rural, local, regional y nacional, para mitigar y manejar los impactos ambientales de la actividad agropecuaria, y conservar áreas cultivables y pecuarias del país, pues durante la investigación del presente trabajo se evidenció que el sector agrícola está generando riesgos importantes en los ecosistemas, además es la actividad que produce la mayor explotación y consumo de recursos en la región.

Se recomienda realizar una valoración económica del ambiente para valorar los usos del agua ya que se evidencio que este recurso no presenta el control y la gestión adecuada.

### 13. Lista de referencias

- Alcaldía del Municipio de Pesca. (1999). *EOT Esquema de Ordenamiento Territorial*. Pesca.
- Álvarez, C., David, C., Varón, L., & Gilchrist, E. (2014). Evaluación ambiental de actividades agropecuarias de pequeños productores en el municipio de Angelópolis (Antioquia, Colombia). *Agricultura y ciencias animales*, 3(1). Obtenido de <http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1189/1/615-1555-1-PB.pdf>
- Amar, A. (2009). *Diagnóstico, evaluación y estado actual de las especies de páramo que hacen parte del páramo de Cortadera en los municipios de Tuta, Pesca, Toca y Siachoque departamento de Boyacá*. Tunja: Corporación Autónoma Regional de Boyacá.
- Arboleda, J. (2008). Manual de evaluación ambiental de proyectos, obras o actividades. Medellín.
- Arboleda, J. (2008). *Manual de Evaluación de Impacto Ambiental de Proyectos Obras y Actividades*. Medellín.
- Balvanera, P., Castillo, A., & Lazos, C. (2005). En *Marcos conceptuales e interdisciplinarios para el estudio de los servicios ecosistémicos en América Latina* (pág. 44).
- Bermejo, I. (8 de diciembre de 2010). *Ecologistas en acción*. Obtenido de <http://www.ecologistasenaccion.org/article19945.html>
- Betancourt, J. (2006). El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción? *Luna Azul* (22). Obtenido de <https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/paramoextinsion.pdf>
- Bonilla, J., & Lemus, C. (2012). Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. Revisión. *Scielo, Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 3(2), 215-246. Obtenido de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11242012000200006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11242012000200006)
- CAR (1998), como se citó en: Díaz, M., Navarrete, J., & Suárez, T. (2005). Páramos hidrosistemas sensibles. *Scielo*, 67. Obtenido de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-49932005000200008](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-49932005000200008)
- Carmona, J., Bolívar, D., & Giraldo, L. (2005). El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones y aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. *Scielo*, 51. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>
- Cifuentes, G. (2008). *El medio ambiente un concepto jurídico indeterminado en Colombia*.

- Contreras, & et al. (2015). Estado del arte del arte de las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en proyectos de inversión. *Revista de Investigaciones de la Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM*, 7(7), 27. Obtenido de <http://www.eam.edu.co/ojs/index.php/sinapsis/article/view/73/124>
- Contreras, O., González, C., & Barbosa, A. (2015). Estado del arte del arte de las metodologías para la evaluación de impacto ambiental en proyectos de inversión. *Revista de Investigaciones de la Escuela de Administración y Mercadotecnia del Quindío EAM*, 7(7), 27. Obtenido de <http://www.eam.edu.co/ojs/index.php/sinapsis/article/view/73/124>
- Corpoboyaca, C. A. (2015). *Declaratoria Parque Regional Natural Cortadera*. Tunja.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá. (2015). Declaratoria del Parque Regional Natural Cortadera. 124.
- Corporación Autónoma Regional de Boyacá CORPOBOYACA. (2015). *Declaratoria del Parque Regional Natural La Cortadera*. Tunja.
- Cuervo, E., Cely, G., & Moreno, D. (2016). Determinación de las fracciones de carbono orgánico del suelo del Páramo La Cortadera, Boyacá. *Ingenio Magno*, 7(2), 148.
- Del Puerto, A., Suárez, S., & Palacio, D. (2014). Effects of pesticides on health and the environment. *SciELO, Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 52(3), 372-387, 378. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/hie/v52n3/hig10314.pdf>
- Departamento Nacional Administrativo de Estadística DANE. (2 de septiembre de 2015). *Portal de comunicados de prensa*. Obtenido de <https://www.dane.gov.co>
- Erazo, E. (1998). Manual de Evaluación de Impactos Ambientales de Colombia. 2, 16, 24. Santa Marta, Colombia: MEIACOL. Obtenido de [https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas\\_guias/meiacol.pdf](https://www.cortolima.gov.co/SIGAM/nuevas_guias/meiacol.pdf)
- FAO. (8 de septiembre de s-f). *Depósito de documentos de la FAO*. Obtenido de Eliminación de grandes cantidades de plaguicidas en desuso en los países en desarrollo: <http://www.fao.org/docrep/W1604S/w1604s04.htm>
- Garmendia, S. (2005). *Evaluación de Impacto Ambiental*. Madrid: Pearson educación.
- Guhl, E. (1982). La sostenibilidad de los páramos. En *Los páramos circundantes de la Sabana de Bogotá*. Bogotá, Colombia: Jardín Botánico José Celestino Mutis.

- Guzmán, D. (2014). Autoorganización en sistemas soci ecológicos para la gestión del cambio ambiental, lineamientos metodológicos y aplicaciones. *Tesis de Doctorado*. Bogotá, Colombia.
- Hernández, D., & Lizarazo, M. (2015). Bacterias heterótrofas oligotróficas en zonas conservadas e intervenidas del Páramo de la Cortadera Boyacá Colombia. *Scielo, Actualidad & Divulgación Científica* (18 (2): 475 - 483), 476. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v18n2/v18n2a21.pdf>
- Hosfstede, R., Lips, J., & Jonsgma, W. (1998). *Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador*. Quito: Abya-Yala.
- IDEAM. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Bogotá: Subdirección de meteorología.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM. (2009). *Inventario Nacional de Fuentes y Sumideros de Gases de Efecto Invernadero 2000-2004*. Colombia: Scripto Ltda.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC. (2017). *Portal de comunicados de prensa*. Recuperado el 2017, de <http://www.igac.gov.co/wps/wcm/connect/2ccb5400434154a6b168f1034fab83ca/El+43+por+ciento+del+suelo+de+Boyac%C3%A1+est%C3%A1+sobreutilizado.pdf?MOD=AJPERES>
- Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC. (2103). *Climate change 2013: Working Group I Contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Switzerland: Working Group I Technical Support Unit.
- Lecaros, J. (2013). La ética medioambiental principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. *Scielo, Acta Bioethica 2013; 19 (2): 177-188*, 184. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/abioeth/v19n2/art02.pdf>
- Leiva, F. (1998). Sostenibilidad de Sistemas Agrícolas. *Agronomía Colombiana*, 15(2). Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/agrocol/article/view/21528>
- López, M. (2016). *Los Parques Nacionales Argentinos*. Buenos Aires: Universitaria de Buenos Aires.

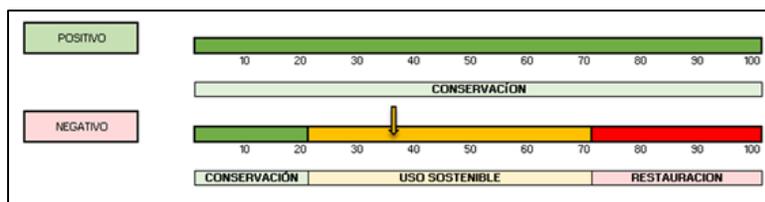
- Magariños, H. (2000). *Producción higiénica de la leche cruda*. Obtenido de <http://www.vet.unicen.edu.ar/ActividadesCurriculares/MateriaPrima/images/Documentos/2010/Produccion%20higi%C3%A9nica%20de%20la%20leche%20cruda-Magari%C3%B1os-2000-OEA-GTZ.pdf>
- Martínez, J. (2010). Propuesta metodológica para el EIA en Colombia. *Tesis de Magister*. Bogotá, Cundinamarca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). La sostenibilidad y los páramos. En C. A. Jaramillo (Ed.), *Congreso Mundial de Páramos Memorias Tomo I* (pág. 118). Bogotá: Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.
- Murgueitio. (2003). Impacto ambiental de la ganadería de leche en Colombia y alternativas de solución. *Livestock Research for Rural Development*, 15(10). Obtenido de <http://www.lrrd.cipav.org.co/lrrd15/10/murg1510.htm>
- Murgueitio, E. (1999). Reconversión ambiental social de la ganadería bovina en Colombia. *Agronet*, 7. Obtenido de [http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6710/1/20061127114225\\_Reconv](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6710/1/20061127114225_Reconversion%20ambiental%20social%20de%20ganaderia%20en%20Colombia.pdf)  
[ersion%20ambiental%20social%20de%20ganaderia%20en%20Colombia.pdf](http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/6710/1/20061127114225_Reconv)
- Organización de la Naciones Unidas Para la Agricultura y la Alimentación FAO. (2001). *Sistemas de producción agropecuaria y pobreza*. Washington, DC: M. Hall. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/AC349S/ac349s00.pdf>
- Ortega, S., García, A., Ruíz, C., Sabogal, J., Vargas, J., Arjona, F., & González, A. (2010). *Deforestación Evitada. Una Guía REDD + Colombia*. Bogotá, Colombia.
- Pérez, E., & Pérez, M. (2002). El sector rural en Colombia y su crisis actual. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 37. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11704803>
- Reuters. (4 de abril de 2015). Brasil, tierra prometida de los fabricantes de pesticidas prohibidos. *El tiempo*. Obtenido de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-15513775>
- Rubiano, S. (2015). *Protección de Páramos y derechos campesinos; aportes jurídicos y de política*. Bogotá: Instituto Humboldt.
- Sharifzadegan, H., Gollar, J., & Azizi, H. (2011). Assessing the Strategic Plan of Tehran by Sustainable Development Approach, using the Method of “Strategic Environmental Assessment (SEA)”. *ScienceDirect*, 11(21). doi: <https://doi.org/10.1016/j.proeng>.

- Suarez, T. (2005). *Impacto del cambio del uso de la tierra en la respuesta hidrológica de un ecosistema de paramo*. (U. d. Andes, Ed.) Bogotá, Colombia.
- Vargas, O. (2004). *El parque Nacional Natural Chingaza*. Bogotá, Colombia: Departamento de Biología.
- Wood, C. (2003). *Environmental Impact Assessment in Victoria, a comparative review*. London: Prentice Hall. doi:ISBN 9780582369696

## Apéndices

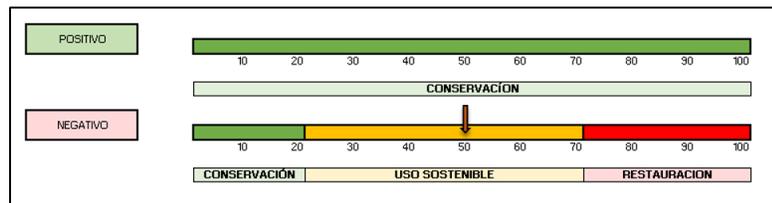
Apéndice A. Matriz de EIA, del cultivo de papa Tocarrea (Solanum Tuberosum)

ACTIVIDAD ECONOMICA	PROCESO	ASPI	Insidencia	Categoría de afectacion						CLASE (+/-)	% SIGNIFICANCIA	Ap1	Ap2	H <sub>boa</sub>	
				E	SH	A	Ai	S	B						
AGRICULTURA DE PAPA (SOLANUM TUBEROSUM)	Preparación del terreno	Herbicidas	Socioambiental							-	0,0305	433	0	-13,2065	
		Consumo Agua	Ambiental							(+/-)	0	0	0	0	
		Remocion cobertura vegetal	Ambiental								-	0,0401	433	0	-17,3633
		Emisiones	Ambiental		SH						-	0,0235	433	0	-10,1755
		Practicass de laboreo mecanico	Ambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0301	433	0	-13,0333
		Generacion Empleo	Socioeconomico	E							+	0,0112	0	433	4,8496
	Siembra del tubérculo	Compost	Ambiental							(+/-)	0,0081	428	5	-3,4263	
		Insecticidas	Socioambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0318	433	0	-13,7694
		Fertilizantes industriales	Ambiental	E		A	Ai	S	B		-	0,0301	433	0	-13,0333
		Generacion Empleo	Social	E							+	0,0208	0	433	9,0064
		Emisiones	Ambiental		SH						-	0,0151	433	0	-6,5383
		residuos inorganicos	Ambiental			A	Ai	S	B		-	0,0215	433	0	-9,3095
	Deshierbe	Fungicidas	Socioambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0361	433	0	-15,6313
		Insecticidas	Socioambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0505	433	0	-21,8665
		Consumo Agua	Ambiental								-	0,0272	433	0	-11,7776
		Fertilizantes industriales	Ambiental	E		A	Ai	S	B		(+/-)	0,0288	33	403	10,656
		Exceso de nutrientes	Ambiental								(+/-)	0	0	0	0
		Generacion Empleo	Social	E							+	0,0172	0	433	7,4476
		Residuos peligrosos	Ambiental		SH	A	Ai	S	B		-	0,0271	433	0	-11,7343
		Emisiones	Ambiental		SH						-	0,0151	433	0	-6,5383
		Residuos Vegetales	Ambiental								+	0,0208	0	433	9,0064
		Fungicidas	Ambiental	E	SH						-	0,0208	433	0	-9,0064
	Aporque	Insecticidas	Ambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0301	433	0	-13,0333
		Consumo Agua	Ambiental								-	0,0178	433	0	-7,7074
		Fertilizantes industriales	Socioambiental	E		A		S	B		-	0,0252	433	0	-10,9116
		Residuos Vegetales	Ambiental								-	0,0051	433	0	-2,2083
		Exceso de nutrientes	Ambiental								(+/-)	0	0	0	0
		Residuos peligrosos	Ambiental		SH	A	Ai	S	B		-	0,0355	433	0	-15,3715
		Emisiones	Ambiental		SH						-	0,0151	433	0	-6,5383
		Generacion Empleo	Socioeconomico	E							+	0,0296	0	433	12,8168
		Maduración	Herbicidas	Socioambiental	E	SH	A	Ai	S	B		-	0,0302	433	0
	Residuos Vegetales		Ambiental								+	0,0051	0	433	2,2083
	Generacion Empleo		Socioeconomico	E							+	0,0281	0	433	12,1673
	Extracción	Consumo Agua	Ambiental								-	0,0057	433	0	-2,4681
		Emisiones	Ambiental		SH						-	0,0178	433	0	-7,7074
		Generacion Empleo	Socioeconomico	E							+	0,0408	0	433	17,6664
		Seguridad Alimentaria local	Social	E	SH						+	0,0302	0	433	13,0766
		Residuos inorganicos	Ambiental								-	0,0142	433	0	-6,1486
	Comercialización	Generacion Empleo	Socioeconomico	E							+	0,0203	0	433	8,7899
		Emisiones CO2, CH4, N2O,	Ambiental								-	0,0191	433	0	-8,2703
Seguridad Alimentaria Regional		Socioambiental	E	SH						+	0,0551	0	433	23,8583	
Venta del producto en Centrales de Abastos		Socioeconomico	E	SH						(+/-)	0,0391	413	20	-15,3663	
Consumo final	Consumo Agua	Ambiental								-	0,0028	433	0	-1,2124	
	Consumo Energia	Ambiental								-	0,0023	433	0	-0,9959	
	Residuos organicos	Ambiental								+	0,0092	0	433	3,9836	
	Residuos inorganicos	Ambiental								-	0,0152	433	0	-6,5816	
<b>PORCENTAJE TOTAL</b>															
											1	HboaT	-158,4742		
												433	100%		
												158,4742	37%		



Apéndice B. Matriz de EIA, cuidado de ganado Normando.

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	PROCESO	ASPI	Insidencia	CATEGORIA DE AFECTACION						(+/-)	% SIGNIFICANCIA	Ap1	Ap2	H <sub>boa</sub>	
				E	H	A	Ai	S	B						
CUIDADO DE GANADO NORMANDO (BOS TAURUS)	Gestacion	Ocupación familiar	Socioeconomico	E							+	0,0258	0	2050	52,89
		Consumo Agua	Ambiental			A					-	0,0501	2050	0	-102,705
		Desmonte y despote de arbustos	Ambiental						B		-	0,0321	2050	0	-65,805
		Emisiones Cha4	Ambiental				Ai				-	0,0351	2050	0	-71,955
	Desarrollo de la Cria	Consumo Agua	Ambiental			A					-	0,0555	2050	0	-113,775
		Desmonte y despote de arbustos	Ambiental					S	B		-	0,0401	2050	0	-82,205
		Pastoreo	Ambiental			A	S	B			-	0,0569	2050	0	-116,645
		Alimento	Socioeconomico	E	S						+	0,0435	0	2050	89,175
		Emisiones Cha4	Ambiental				Ai				-	0,0523	2050	0	-107,215
		Consumo Agua	Ambiental			A					-	0,0565	2050	0	-115,825
	Capitalizacion hembras	Desmonte y despote de arbustos	Ambiental						B		-	0,0369	2050	0	-75,645
		Pastoreo	Ambiental			A	S	B			-	0,0583	2050	0	-119,515
		Sustento familiar	Socioeconomico	E							+	0,0502	0	2050	102,91
		Emisiones Cha4	Ambiental				Ai				-	0,0522	2050	0	-107,01
	Captializacion machos	Consumo Agua	Ambiental			A					-	0,0421	2050	0	-86,305
		Desmonte y despote de arbustos	Ambiental			A	S	B			-	0,0305	2050	0	-62,525
		Sustento familiar	Socioeconomico	E							+	0,0365	0	2050	74,825
		Emisiones ch4	Ambiental				Ai				-	0,0405	2050	0	-83,025
		Pastoreo	Ambiental			A	S	B			-	0,0371	2050	0	-76,055
		Generacion de empleo	Socioeconomico	E							+	0,0401	0	2050	82,205
	Descarte	Consumo Agua	Ambiental			A					-	0,0251	2050	0	-51,455
		Pastoreo	Ambiental			A	S	B			-	0,0304	2050	0	-62,32
		Emisiones	Ambiental				Ai				-	0,0301	2050	0	-61,705
		Alimento	Socioeconomico	E	S						+	0,0421	0	2050	86,305
	TOTAL PORCENTAJE											1	HboaT	-1073,38	
													2141	100%	
													1073,38	50%	



## Apéndice C. Encuesta de caracterización socioeconómica

Evaluación de impacto ambiental (EIA) del hombre, la actividad agropecuaria y minera en el Páramo La Cortadera en las veredas, Puerta Chiquita, Chaguata y Butagá, en el Municipio de Pesca Boyacá.												
Información general												
1. Sexo	masculino			1			femenino			2		
2. Edad	15-19	1	20-24	2	25-29	3	30-34	<input checked="" type="checkbox"/>	35-39	5	Más de 40	6
3. Nivel de estudios	Ninguno	1	Primaria	<input checked="" type="checkbox"/>	Secundaria	3	Técnico/ tecnólogo	4	Universitario	5		
Información del páramo La Cortadera												
4. En que vereda vive	Chaguata			1			Butagá			2		
							Puerta chiquita			<input checked="" type="checkbox"/>		
										Otra		
										4		
5. Cuántos años lleva viviendo en esa vereda	Entre 1 y 10		1	Entre 11 y 20		<input checked="" type="checkbox"/>	Entre 21 y 30		3	Entre 31 y 40		4
												5
6. Actividades a las que se dedica	Hogar		1	Ganadería		2	Agricultura		3	Ambos		<input checked="" type="checkbox"/>
												5
7. Sabe usted si el páramo la Cortadera ha sufrido cambios? hace cuanto?	No ha sufrido cambios		<input checked="" type="checkbox"/>	10 años atrás		2	20 años atrás		3	30 años atrás		4
												5
8. Conoce usted que servicios ambientales ofrece el páramo la Cortadera	Si		1	Regulación del clima		1	Reservorio de agua		<input checked="" type="checkbox"/>	Purificación del aire		3
	No		2									4
9. Conoce usted los usos que tiene el Páramo la Cortadera	Si		1	Lugar de descanso y paseo		1	Agua para consumo y usos domésticos		<input checked="" type="checkbox"/>	Sitio para agricultura y ganadería		3
	No		2									4
10. Ha percibido cambios significativos en Pantano Grande	Si		1	Disminución de frailejones		1	Disminución del nivel de agua del Pantano		2	Disminución de truchas		<input checked="" type="checkbox"/>
	No		2									4
	Ninguno											5
11. De los siguientes seleccione los cambios que ha sufrido el paisaje del Páramo	Generación de accesos; senderos, caminos, vías		1	Aumento de viviendas		2	Aumento de zonas de pastoreo y agricultura		<input checked="" type="checkbox"/>	Desaparición de nacedores de agua		4
												5
												6
12. ¿Cree que el agua que baja del río pesca está contaminada? en qué grado	Si		1	Alto		1	Medio		2	Bajo		<input checked="" type="checkbox"/>
	No		2									4
13. Considera usted que la contaminación del Páramo la cortadera está dada por	Explotación de minas		1	Basuras		2	Agricultura y ganadería		<input checked="" type="checkbox"/>	Aguas negras y alcantarillado		4
14. De donde cree que se genera esa contaminación	De actividades asociadas a agricultura y ganadería		<input checked="" type="checkbox"/>	Instituciones educativas		2	De actividades asociadas a la minería		3	De los residentes y los vecinos de las veredas del Páramo		4

Apéndice C. Encuesta de caracterización socioeconómica (continuación).

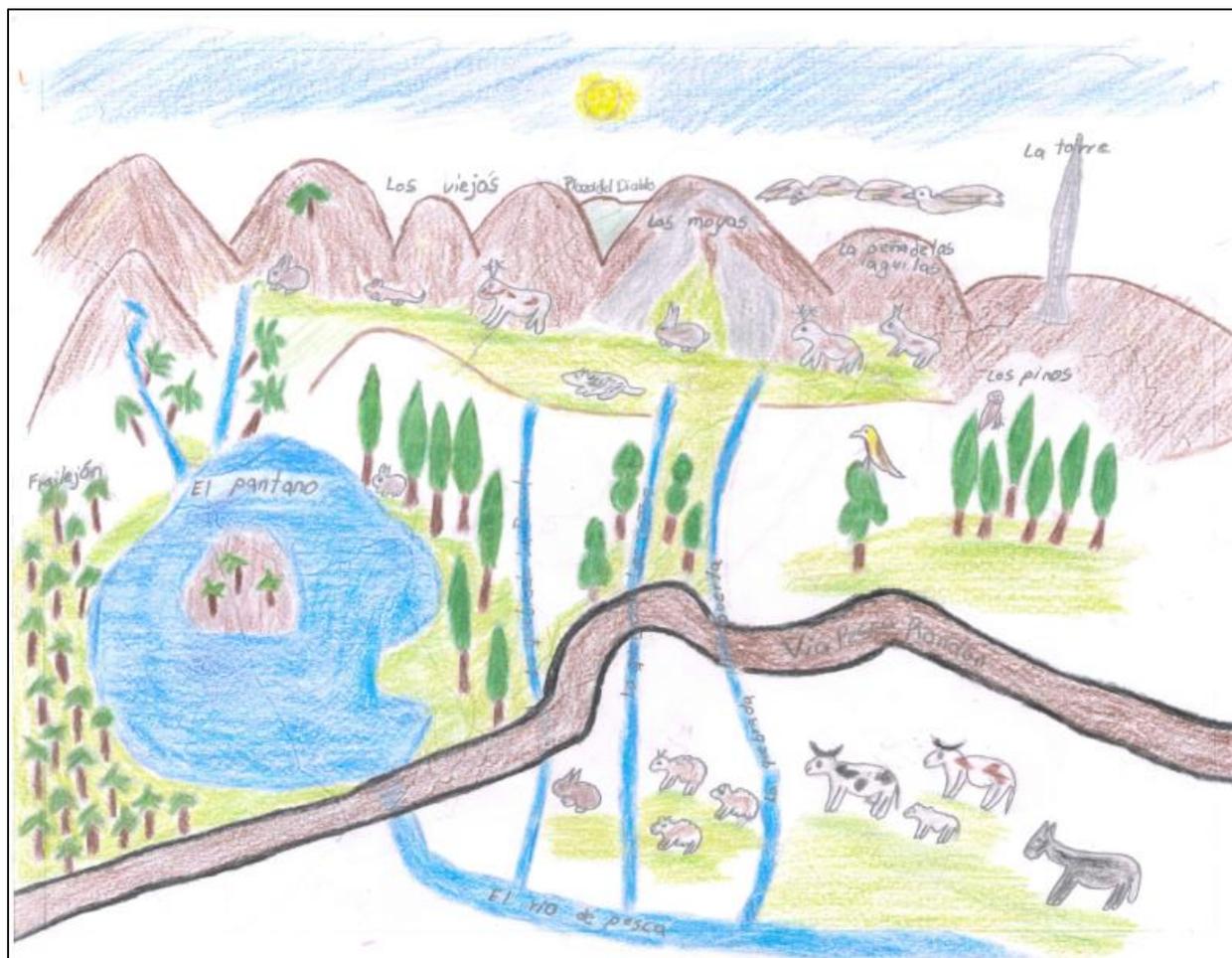
15. Considera usted que el recurso hídrico (agua) del Páramo es:	Excesivo	1	Suficiente	<input checked="" type="checkbox"/>	Agotado	3	Ilimitado	4			
16. Para usted el Páramo la Cortadera representa	Belleza escénica	1	Tranquilidad	2	Sustento	3	Todas	<input checked="" type="checkbox"/>			
17. Su actitud con respecto al Páramo la Cortadera es:	Le importa	1	Le gusta	<input checked="" type="checkbox"/>	Le disgusta	3	Le es indiferente	4			
18. Considera usted que el Páramo la cortadera se debería ver como	Zona para cultivos	1	Sitio para conservar	<input checked="" type="checkbox"/>	Reservorio de agua	3	Zona de ganadería	4			
19. Según su percepción, en los últimos 10 años, el Páramo la Cortadera	Mejorado	1	Desmejorado	2	Sigue igual	<input checked="" type="checkbox"/>	No sabe/ no responde	4			
<b>Manejo de residuos</b>											
20. Que residuos se generan en so hogar	Orgánicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Inorgánicos	<input checked="" type="checkbox"/>	Peligrosos	<input checked="" type="checkbox"/>	No sabe/ no responde	4			
21. Como dispone usted los residuos solidos	Quema	<input checked="" type="checkbox"/>	Botadero a cielo abierto	2	Los entierra	3	Comida para animales	<input checked="" type="checkbox"/>			
<b>Factores sociales</b>											
22. Cuenta con vivienda propia	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	No	2	23. Cuantas personas residen en la vivienda	1 a 5	<input checked="" type="checkbox"/>	5 a 10	2	Más de 10	3
24. Cuantos cuartos tiene la vivienda	1 a 2	<input checked="" type="checkbox"/>	2 a 5	2	25. La vivienda cuenta con baño	Si	1	No	2		
26. La vivienda está conectada a un	Sistema de alcantarillado	1	Pozo séptico	<input checked="" type="checkbox"/>	No tiene servicio sanitario	3	Ninguno	4			
27. El agua que llega a su hogar proviene de	Acueducto rural	<input checked="" type="checkbox"/>	Quebrada	2	Rio	3	Aljibe	4			
28. El agua que llega a su hogar, tiene algún tratamiento, mediante filtración, sedimentación u otro? Hierve el agua para consumo humano	Si,	<input checked="" type="checkbox"/>	No,	2							
29. Como desecha las aguas de uso doméstico?	Las vota	<input checked="" type="checkbox"/>	Las rehúsa	2							
30. Capta o almacena agua lluvia	Si	1	No	<input checked="" type="checkbox"/>							
31. Que combustible usa para cocinar	Carbón	<input checked="" type="checkbox"/>	Leña	<input checked="" type="checkbox"/>	Gas	3	Electricidad	4			
32. Material predominante en las paredes de la vivienda	Adobe tapizado	<input checked="" type="checkbox"/>	Adobe sin tapizado	2	Ladrillo tapizado	3	Madera	4			
33. Material predominante en los pisos de la vivienda	Tierra	1	Cemento	<input checked="" type="checkbox"/>	Baldosín	3	Arcilla	4			
<b>Rasgos culturales</b>											
34. Dentro de sus tradiciones culturales, usted emplea algún recurso natural o artificial que afecte el paramo											
¿Cómo?	Musgo	1	Pino	2	Pólvora	3	Mechas	4	Ninguno	<input checked="" type="checkbox"/>	
¿Qué especies de fauna y flora se encuentran en el Páramo La Cortadera?											

Apéndice C. Encuesta de caracterización socioeconómica (continuación).

Prácticas de agricultura																		
35. ¿Aplicas técnicas de agroecología?	Si	<input checked="" type="checkbox"/>	1	¿Cuales?														
36. ¿Qué formas de laboreo practica? Otra/ cual?	No	<input type="checkbox"/>		Tractor	<input checked="" type="checkbox"/>	Arado	<input checked="" type="checkbox"/>	Rastrillo	3	Azadón	4							
37. ¿Se dedica a la agricultura de?	Papa	<input checked="" type="checkbox"/>		Arveja	<input checked="" type="checkbox"/>	Haba	<input checked="" type="checkbox"/>	Otro		4								
38. ¿En cuánto terreno distribuye sus parcelas?	Media hectárea	<input type="checkbox"/>	1	Una hectárea	<input checked="" type="checkbox"/>	Más de una hectárea	<input type="checkbox"/>	3	Ninguno	4								
39. ¿Que formas de riego emplea?	Manguera	<input checked="" type="checkbox"/>		Motobomba	<input type="checkbox"/>	2	Agua lluvia	<input checked="" type="checkbox"/>		Otra	4							
40. ¿Cuánta papa siembra y cuanto produce lo que siembra?	Un bulto	<input type="checkbox"/>	1	Una carga	<input type="checkbox"/>	2	Cinco bultos	<input type="checkbox"/>	3	Tres cargas	<input type="checkbox"/>	4	Más de 10 bultos	5				
	10 bultos	<input type="checkbox"/>	1	20 bultos	<input type="checkbox"/>	2	50 bultos	<input checked="" type="checkbox"/>	3	60 bultos	<input type="checkbox"/>	4	100 bultos	5				
41. ¿Aplica alguno de estos insecticidas a sus cosechas de papa?	Furadan	<input checked="" type="checkbox"/>		Monitor	<input type="checkbox"/>	2	Fitoraz	<input type="checkbox"/>	3	Dithane	<input checked="" type="checkbox"/>		Ultra	<input checked="" type="checkbox"/>		Lorsban	<input type="checkbox"/>	5
Otros																		
42. ¿Emplea alguno de estos fungicidas para quemar la hierba?							Glifosato	<input checked="" type="checkbox"/>	Gramoxone	<input checked="" type="checkbox"/>		Ninguno	<input type="checkbox"/>	3				
43. Estaría dispuesto a probar otras formas de cultivo, ¿con el fin de sacar un producto más sano para usted y el consumidor final?												<input checked="" type="checkbox"/> No						
Prácticas de ganadería																		
44. ¿Qué prácticas de ganadera emplea?	Ganado suelto en potreros	<input checked="" type="checkbox"/>		Cerca eléctrica	<input checked="" type="checkbox"/>		Ganado con lazo 1	<input type="checkbox"/>	3	Otra	4							
45. ¿Qué sistemas abrevadero usa?	Pozos	<input type="checkbox"/>	1	Zanjas	<input type="checkbox"/>	2	Quebrada	<input type="checkbox"/>	3	Cuera/ otro?	<input checked="" type="checkbox"/>							
46. ¿En cuánto terreno distribuye su ganado?	Media hectárea	<input type="checkbox"/>	1	Una hectárea	<input type="checkbox"/>	2	Una fanegada	<input type="checkbox"/>	3	Más de una hectárea	<input checked="" type="checkbox"/>							
47. ¿Cuántas reces normalmente cuida?	Menos de 5	<input type="checkbox"/>	1	Entre 5 y 10	<input checked="" type="checkbox"/>		Entre 10 y 15	<input type="checkbox"/>	3	Más de 15	4							
48. Cuántas de ellas son vacas, lecheras	2	<input type="checkbox"/>	1	4	<input checked="" type="checkbox"/>		6	<input type="checkbox"/>	3	8	4							
Cuántos litros de leche en promedio, dan sus vacas	10	<input type="checkbox"/>	1	20	<input type="checkbox"/>	2	30	<input checked="" type="checkbox"/>		40 o mas	4							

Link al formulario Google: [https://docs.google.com/forms/d/1BP\\_RdH8zI-23hNCXDdXiyGXN2\\_e0irhs8q0Hdd1\\_SD0/prefill](https://docs.google.com/forms/d/1BP_RdH8zI-23hNCXDdXiyGXN2_e0irhs8q0Hdd1_SD0/prefill)

## Apéndice D. Puntos de interés para la conservación.



La imagen corresponde a uno de los productos obtenidos en la cartografía social, esta actividad ayudo en la identificación de puntos de interés para la conservación; se observa la Laguna Pantano Grande y los lomos montañosos que dividen al municipio de Pesca con el municipio de Toca, de acuerdo con la población algunas de las especies mas representativas del área de interés son: el venado, el conejo sabanero y los laches los cuales se pueden apreciar en la ilustración. Este fue un insumo importante para la zonificación ambiental.

## Apéndice E. Perspectiva del territorio para la población.



En la imagen se observa una cartografía social proyectiva de la población, es decir el estado actual del territorio y el estado deseado según los moradores. Este fue un insumo importante para la zonificación y propuesta de PMA.

## Apéndice F. Transectos localizados en la Vereda Chaguata.



La imagen corresponde al punto de muestreo de flora en la vereda Chaguata, se observa el área donde se realizó el muestreo y los transectos lineales que se trazaron sistemáticamente con distancias de 20 a 25 metros.

Apéndice G. Evidencias fotográficas del trabajo de campo en la fase de reconocimiento y muestreo de flora.

---



Fotografía 1. Roseta acaule, es una planta espinosa sus flores son azules nombre común cardón, vista en Vda Puerta Chiquita.



Fotografía 2. Roseta acaule, sus flores son blancas, tiene la capacidad de recoger hasta un litro de agua en sus hojas se conoce como Cardita, Vista en Vda Butaga.



Fotografía 3. Frailejón blanco, de hojas lisas, y poca altura visto en Vda Chaguata.



Fotografía 4. Árbol siete cueros, visto en Butaga.



Fotografía 5. Recorrido en la Zona de Pantano Grande Vda, Butaga, para el levantamiento del Inventario de Flora, se encontraron indicadores de fauna. (camas y huellas).

---

Apéndice H. Registros fotográficos del muestreo y preparación de las muestras de suelos.

---



Fotografía 7. Preparación de la muestra tomada en las Vda Butaga. Se observa la nevera portátil usada en campo para la conservación de las muestras.



Fotografía 6. Calicata de 30 cm para la toma de muestras, en la vereda Chaguata.



Fotografía 8. Calicata de muestreo de suelos en la Vda. Butaga.



Fotografía 9. Se observan las muestras secadas y tamizadas. La muestra negra corresponde a la Vda. Butaga, la muestra marrón se tomó en la vereda Puerta Chiquita y la muestra más clara es de la vereda Chaguata.

---

Apéndice I. Concepto aclaratorio de la orientación de los análisis de aguas y suelos del presente trabajo.

Bogotá Diciembre 28 de 2017

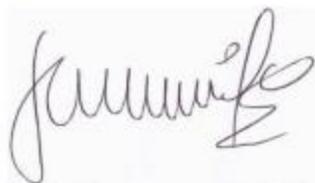
Señores  
ECAPMA  
**Programa Ingeniería Ambiental**  
UNAD, Sede Sogamoso

Asunto: Análisis de suelos y Aguas Tesis de Grado

Atendiendo a su requerimiento, de manera atenta les comento que orienté a los estudiantes: **Claudia Milena Moreno**, identificada con CC: 1014224764 y **Sergio Felipe Valenzuela Salamanca**, CC: 1057598176, pertenecientes al Programa de Ingeniería Ambiental en aspectos conceptuales y procedimentales, relacionados con los **análisis Físicoquímicos de Suelos y Aguas**, enmarcados en su proyecto de grado, denominado: Metodología evaluación impacto ambiental de actividad agropecuaria páramo la cortadera, veredas Butaca, Chaquata y Puerta Chiquita, municipio de Pesca, Boyacá

Agradezco su atención y quedo pendiente de cualquier inquietud

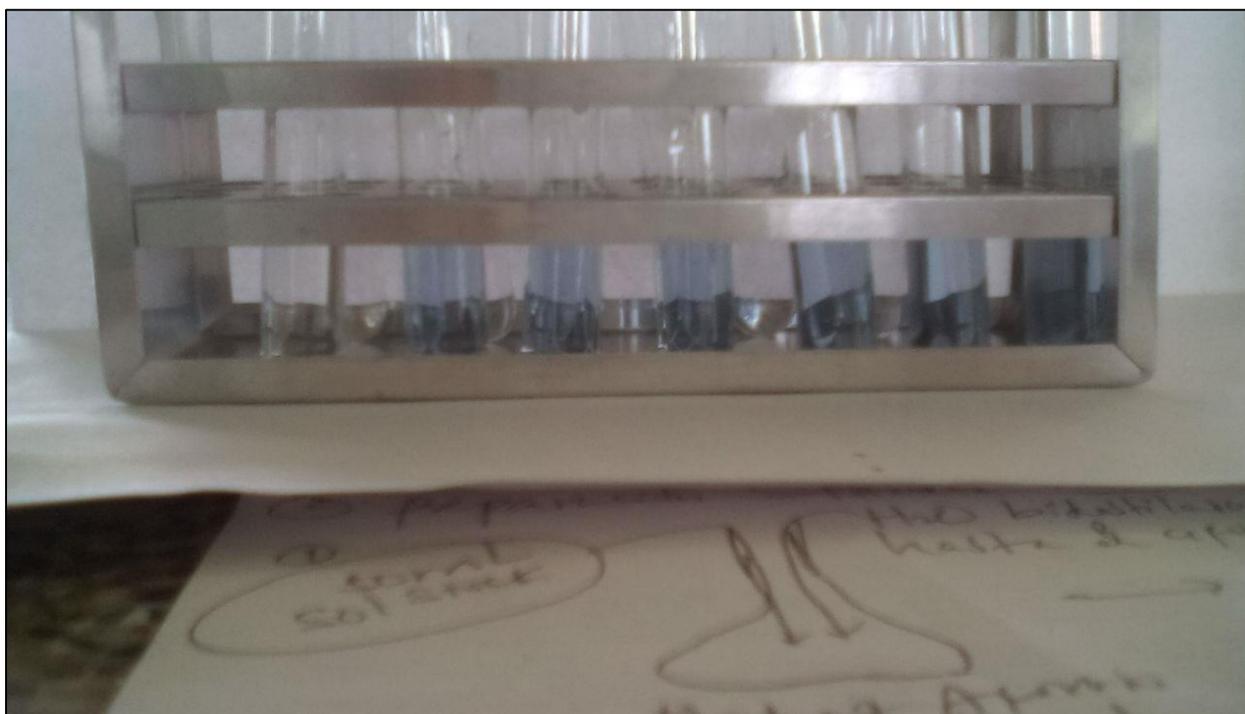
Atte:



Prof. **Jairo Granados**, MSc  
[jairoenriquegm@yahoo.com](mailto:jairoenriquegm@yahoo.com)  
Cel.3202280647



Fotografía 10. Determinación espectrofotométrica de Nitratos en aguas.



Fotografía 11. Determinación de Nitrógeno, Método Kjeldhal para suelos.