

UNIVERSIDAD EAN

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS AGROPECUARIOS MÁS SIGNIFICATIVOS EN EL USO  
DEL AGUA EN EL PÁRAMO DE EL ROMERAL

AUTORES

FREDDY EDILBERTO TIBOCHA SILVA

JAIRO ANDRES PEREZ QUINTANA

JOHANA ALEXANDRA CHAPARRO SÁNCHEZ

JOHN ALEXANDER VELASCO RODRÍGUEZ

VÍCTOR JULIO VARGAS DE ARCE

PROFESOR

ANTONIO RODRÍGUEZ PEÑA

BOGOTÁ, D.C. 09 DE MAYO DE 2021

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. PROGRAMAS DE ESPECIALIZACIÓN CURSADOS.....	6
2. VÍNCULO CON LA INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL .....	6
3. TÍTULO DEL PROYECTO .....	6
4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	6
5. OBJETIVO GENERAL .....	7
5.1. Objetivos específicos .....	7
6. JUSTIFICACIÓN.....	7
7. MARCO TEÓRICO .....	8
7.1. Antecedentes del problema .....	8
7.1.2. Generalidades de los páramos en Colombia.....	8
7.1.3. Sistemas productivos tradicionales.....	10
8. MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL.....	12
9. METODOLOGÍA GENERAL O DE PRIMER NIVEL.....	15
9.1. Enfoque de la investigación.....	15
9.2. Diseño de la investigación.....	15
9.3. Alcance del estudio.....	15
9.4. Definición de variables y conceptos.....	15
9.4.1. Definición operacional .....	17
9.4.2. Población y muestra.....	18
9.5. Metodología particular o de segundo nivel.....	21
9.5.1. Selección de métodos o instrumentos para recolección de información.....	21
9.5.2. Medición de variables .....	22
10. RESULTADOS .....	23
10.1. Caracterización social de la población.....	23
10.2. Caracterización de consumo de agua de la población.....	23
10.2.1. Consumo de agua familiar .....	23
10.2.2. Consumo de agua en sistemas agropecuarios.....	24
10.3. Caracterización técnica en sistemas agropecuarios .....	26
10.4. Caracterización económica .....	27
10.5. Caracterización regulatoria .....	28
10.6. Caracterización ambiental .....	28
11. DISCUSIÓN .....	30

11.1.	Consumo de agua en la familia .....	30
11.2.	Consumo de agua en sistemas agropecuarias .....	30
11.3.	Caracterización técnica en sistemas agropecuarios .....	33
11.4.	Tenencia de los predios.....	34
11.5.	Tiempo de experiencia en las actividades productivas .....	40
11.6.	Caracterización regulatoria .....	42
11.7.	Caracterización ambiental .....	44
12.	CONCLUSIONES.....	47
13.	OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Definición de variable y conceptos.....	15
<b>Tabla 2.</b>	Definición operacional.....	17
<b>Tabla 3.</b>	Población Total, Municipio de Sibaté y Soacha - CENSO DANE 2015; 2018.....	19
<b>Tabla 4.</b>	Proyección del total de la población en la zona objeto de estudio para la vigencia 2021.....	20
<b>Tabla 5.</b>	Parámetros de referencia para determinar el tamaño de la muestra.....	20
<b>Tabla 7.</b>	Características MID .....	54
<b>Tabla 8.</b>	Indicador de influencia relaciones directas .....	55
<b>Tabla 9.</b>	Características de la MIDP .....	57
<b>Tabla 10</b>	Indicador de influencia, relaciones potenciales .....	57

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1.</b>	Formula Tamaño de la muestra.....	20
--------------------	-----------------------------------	----

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Cultivo de papa en el páramo. ....	24
<b>Figura 2.</b>	Sistema de riego por cinta de goteo en cultivo de fresa. ....	25
<b>Figura 3.</b>	Cultivo de fresa en el páramo. ....	27
<b>Figura 4.</b>	Bebedores usados para actividades de ganadería en el paramo.....	30
<b>Figura 5.</b>	Cálculo del área de los predios productores de fresa.....	32
<b>Figura 6.</b>	Tractor con herramienta retovator en la Vereda El Romeral-Soacha.....	35
<b>Figura 7.</b>	Envases plásticos de agroquímicos generados en el páramo.....	37

<b>Figura 8.</b> Envase categoría Toxicológica 1B .....	38
<b>Figura 9.</b> Relación toxicidad con preparación académica.....	39
<b>Figura 10.</b> Envases químicos en proceso de quema en la zona de estudio. ....	40
<b>Figura 11.</b> Centro de acopio de envases químicos .....	41
<b>Figura 12.</b> Zona minera para explotación de recebo .....	46
<b>Figura 13.</b> Mapa de dependencia/ Influencia directa .....	56
<b>Figura 14</b> Grafico Influencia directa.....	58
<b>Figura 15.</b> Gráfico de influencia potencial indirecta.....	60

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO 1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL MIC MAC .....</b>	<b>53</b>
--	-----------

## **RESUMEN**

Este documento tiene como objeto describir el estudio de los sistemas agropecuarios más significativos en el uso del agua en el páramo del Romeral, específicamente papa, fresa y ganadería. Así mismo busca efectuar una revisión de las acciones establecidas en los estudios previos requeridos para la conservación de la zona y validar el impacto de la producción agropecuaria en el páramo. Adicional se seleccionó la encuesta como el método para la recolección de información, identificando sus variables, conceptos y definiciones operativas. Los resultados obtenidos fueron que el cultivo de la fresa consume 152 veces más agua que el cultivo de papa y 65 veces más agua que la producción de ganadería, por lo que se hace necesario realizar medidas de protección y vigilancia del recurso hídrico de la zona para evitar su agotamiento. Prematuro. adicionalmente se detallaron diferentes percepciones de los habitantes de la zona sobre el cuidado del medio ambiente y los recursos naturales.

## **PALABRAS CLAVE**

Páramos, agua, sistemas productivos, recursos naturales, medio ambiente.

## **1. PROGRAMAS DE ESPECIALIZACIÓN CURSADOS**

Freddy Edilberto Tibocha Silva: Gerencia de Proyectos.

Jairo Andrés Pérez Quintana: Gerencia de Proyectos

Johana Alexandra Chaparro Sánchez: Gerencia de Proyectos

John Alexander Velasco Rodríguez: Gerencia de tecnología

Víctor Julio Vargas De Arce: Gerencia de tecnología

## **2. VÍNCULO CON LA INVESTIGACIÓN INSTITUCIONAL**

Campo de investigación: Ciencia, tecnología e innovación.

Grupo de investigación: Gestión Ambiental

Línea de investigación Desarrollo sostenible.

## **3. TÍTULO DEL PROYECTO**

Estudio de los sistemas agropecuarios más significativos en el uso del agua en el páramo de El Romeral.

## **4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Los páramos son un ecosistema de vital importancia por el gran aporte hídrico que generan, tanto para el medio ambiente como para la población, abasteciendo de agua a más del 70% de los colombianos. Colombia se caracteriza por tener la mayor área de páramos del mundo, tanto protegidos como intervenidos de manera antropogénica, principalmente por la producción de ganadería y cultivos de papa.

Estas actividades amenazan constantemente los servicios ofrecidos por la zona de páramo, especialmente con la incursión de nuevos sistemas productivos como ha sido el cultivo de fresa que requiere grandes volúmenes de agua, como ha sucedido en el Páramo de El Romeral, por lo cual se requiere realizar estudios de los sistemas agropecuarios más significativos en el uso del agua en el páramo de El Romeral.

## **5. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el estudio de los sistemas agropecuarios más significativos en el uso del agua en el páramo de El Romeral.

### **5.1. Objetivos específicos**

- Efectuar revisión y evaluación de las acciones establecidas en estudios previos requeridas para la conservación del páramo.
- Complementar información con el sistema de producción de cultivos de fresa de la zona de páramo y zonas aledaña.
- Valoración del impacto de la actual producción agropecuaria
- Establecer las recomendaciones que conllevan una conservación del páramo

## **6. JUSTIFICACIÓN.**

La zona de páramo es un ecosistema de vital importancia por el aporte en la producción de agua para el consumo humano, para la producción agropecuaria y de seguridad alimentaria del país. Sin embargo, el hombre en ocasiones realiza un uso inadecuado del recurso hídrico, tanto en prácticas agropecuarias como industriales; por lo cual, es importante establecer acciones de preservación del medio ambiente y realizar un continuo seguimiento sobre la implementación y reconocimiento en las zonas de páramo con relación al marco legal que reglamenta el uso y preservación de los recursos naturales.

De igual manera, es importante realizar una caracterización de los sistemas productivos agropecuarios, para identificar aquellos que están generando un impacto positivo o negativo, y así mismo replicar o corregir dichas prácticas. Por lo cual, se busca realizar una evaluación del impacto de los principales sistemas agropecuarios de la zona, con el fin de establecer alertas tempranas y posibles soluciones, para preservar la zona de páramos, especialmente de la vereda el Páramo de Romeral, de Sibaté y Soacha, departamento de Cundinamarca.

## 7. MARCO TEÓRICO

### 7.1. Antecedentes del problema

#### 7.1.2. Generalidades de los páramos en Colombia

El concepto de páramo está ampliamente ligado como referencia a un ecosistema, bioma, paisaje, área geográfica, zona de vida, espacio de producción, estado del clima, entre otros (Avellaneda, T., Torres, & León, S., 2014), siendo medios de gran riqueza agroecológica y ambiental, principalmente por su aporte hídrico, flora y fauna (Aranguren T., Sanchez P., & Ramírez G., 2017) (Díaz, G. O., Navarrete, G., & Suárez, L., 2005). Así mismo, se consideran ecosistema de humedales alpinos neotropicales, que se encuentran en la región altoandina de países como Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú. (Buytaert, y otros, 2006).

Los páramos se encuentran divididos en varias franjas de acuerdo con la altitud, la franja de subpáramo o bosque alto andino está ubicada en alturas de 3.200-3.500 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.), la segunda franja es la del páramo propiamente dicho, ubicada entre los 3.500-4.100 m.s.n.m. y la tercera franja se conoce como superpáramo, ubicada por encima de 4.100 m.s.n.m. (CEERCCO, 2015), entre latitudes de 11° norte a 8° sur (Buytaert, y otros, 2006).

El principal aporte que genera la zona de páramos es el recurso hídrico, para consumo humano, agricultura e industria, no solo por las precipitaciones que se presentan en la zona, sino el efecto de descarga de agua de las nubes en estado gaseoso sobre la vegetación, es decir, el efecto de condensación del agua, generando volúmenes de hasta  $1.28 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ año}^{-1}$ , en páramos como la cuenca del río Paute, en Ecuador (Buytaert, y otros, 2006).

Colombia se caracteriza por ser el país con la mayor área de páramos del mundo, agrupando cerca del 49% (Garavito Rincón, 2015), con 746.644 hectáreas protegidas por Parques Nacionales Naturales y 1.443.400 hectáreas en total incluyendo zonas intervenidas, que representan el 0,65% y 1,3% del territorio nacional continental, respectivamente, dentro de los cuales, también se destaca por tener el más grande del mundo que corresponde al páramo de Sumapaz (Rivera & Rodríguez, 2011) (Morales, B. & Estévez, V., 2006).

Se estima que cerca del 70% de la población colombiana es abastecida de aguas provenientes de las zonas de páramo (Rivera & Rodríguez, 2011), con ejemplos como el páramo de Chingaza que brinda el 63% del agua que consume Bogotá, el páramo de Belmira o Santa Inés que aporta

en promedio el 65% del total del agua que consume Medellín (Garavito, R., 2011) y el Parque Nacional Natural de Los Nevados que abastece de agua a más de dos millones de personas de la zona cafetera e importantes zonas arroceras y algodoneras del departamento del Tolima (Avellaneda, T., Torres, & León, S., 2014).

Así mismo, los páramos cuentan con gran riqueza genética y científica, por su variada oferta de flora y fauna, valiosa para el desarrollo del país porque son especies que se han adaptado a condiciones agrestes como son la baja presión atmosférica, la intensa radiación ultravioleta y los efectos de secado por el viento, donde se calcula que mantienen cerca de 5.000 especies de plantas, de las cuales el 60% pueden ser endémicas (Buytaert, y otros, 2006).

Por ejemplo, el complejo de páramos de Sumapaz y Cruz Verde, ubicados en Cundinamarca, en cuanto a la flora reporta 1.640 especies vegetales, agrupadas en 98 órdenes, 212 familias y 605 géneros, incluyendo tanto plantas vasculares, como no vasculares; Del total, la familia Asteraceae que posee la planta insignia del páramo, el frailejón (*Espeletia pycnophylla*) es la de mayor diversidad, seguido de la familia Poaceae que corresponde a diferentes clases de pastos y la familia Orchidaceae que aporta 68 especies de orquídeas (CEERCCO, 2015).

Este autor también informa que, de las 1.640 especies identificadas, se encontró que 193 son endémicas lo que representa el 11% y el 7% que corresponde a 122 especies son empleadas para algún uso como alimento, vigas y construcción, doméstico como leña y carbón, medicinal, agroforestería para conservación de aguas, suelo y restauración ecológica, uso industrial, alimento de fauna silvestre, ornamental y artesanal, de la cual, la mayor participación fue medicinal con un 32%.

Por su parte, la fauna reportada en esta zona fue de 8 especies de reptiles, 18 especies de anfibios y 329 especies de aves, donde esta última abarca 50 familias, con hábitos como frugívoros y entomofagia, aportando beneficios como dispersores de semillas y el control de plagas en cultivos, entre otras; sin embargo, muchas de estas especies se encuentran amenazadas por la cacería, el deterioro de los humedales, deforestaciones, entre otras (CEERCCO, 2015)

Además, se reportan 19 familias, 32 géneros y 35 especies de mamíferos, como son osos de anteojos, tigrillos, venados, roedores, etc., los cuales se encuentran amenazados por prácticas antrópicas como la intervención de su hábitat por expansión de la frontera agrícola para

ganadería, agricultura y cacería para alimento o explotación de sus pieles, sumado al cambio climático que eleva las temperaturas y modifica las condiciones naturales del ecosistema (CEERCCO, 2015).

Las zonas de páramos también brindan otros beneficios ambientales como es regulación del aire por medio de la vegetación en sistemas de circulación local y continental, captura y transformación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en fotosíntesis para liberación de Oxígeno (O<sub>2</sub>) y acumulación de carbono orgánico en suelo, al igual que regulan el recurso hídrico a través de una liberación lenta en el suelo, lo que evita inundaciones y erosiones en zonas más bajas (Zapata, 2020).

### **7.1.3. Sistemas productivos tradicionales**

Adicionalmente, estas zonas generan aportes económicos y sociales para sus habitantes, porque en ellos se desarrollan producciones agropecuarias a través de varias décadas, como son la producción bovina para doble propósito y cultivos de papa (Robineau, Chatelet, Soulard, Michel-Dounias, & Posner, 2014), al igual que el beneficio para las personas que desarrollan trabajos como jornales en estos sistemas productivos, aportando alimento no solo para la zona, sino también para las ciudades (Díaz G., Navarrete G., & Suárez L., 2005).

Por su parte, el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*) ha sido uno de los principales alimentos a nivel mundial para garantizar la seguridad alimentaria, con una producción anual promedio de 365.2 millones de toneladas, que la ubica en el quinto lugar de los alimentos más producidos, precedida de los cultivos como caña de azúcar, maíz, trigo y arroz (FAO, 2021).

Así mismo, la FAO (2021) indica que Colombia ocupa el quinto puesto como país productor de papa en el continente americano, con una producción total de 3.123.804 toneladas como fue el caso para el año 2019, precedido de Estados Unidos, Canadá, Perú y Brasil. A nivel nacional se estima que cerca del 15% de la producción se adelanta en zonas de páramo, siendo también el producto más importante y representativo para el sustento de las familias que habitan en la zona (Avellaneda, T., Torres, & León, S., 2014).

Las áreas de páramo son altamente codiciadas para la explotación de papa, porque cuentan con suelos húmedas, profundos y ricos en materia orgánica, lo cual favorece el crecimiento y

desarrollo de los tubérculos, sin importar que por ser suelos desaturados y ácidos se deba realizar grandes aplicaciones de nutrientes y correctivos de pH (CEERCCO, 2015).

Así mismo, la agricultura también genera efectos negativos en el ecosistema, principalmente en la dinámica del suelo afectando los ciclos hídricos, al igual que pérdida de la biodiversidad vegetal, donde la papa es el principal sistema productivo que lo afecta, no solo por la intervención de zonas vírgenes, sino también las prácticas culturales en que se incurren, lo cual genera un aceleramiento de la degradación de estos ambientes (Ospina R., 2003).

Al igual, el sistema de producción bovina se encuentra altamente asociado a la producción de papa, con un enfoque principal en la crianza y mantenimiento de razas para doble propósito, donde se realiza la rotación con cultivo de pastos que aprovecha los residuos de fertilizantes de las cosechas de papa y que sirven como alimento principal para los animales (Avellaneda, T., Torres, & León, S., 2014).

En cuanto a la producción bovina se estima que en el año 2019 a nivel mundial se tenía cerca de 1.510 millones de cabezas de ganado, donde Brasil, India, Estados Unidos y China son los países con mayor participación a nivel mundial, y donde Colombia ocupa también el quinto lugar en América con cerca de 27.2 millones de unidades (FAO, 2021).

Sin embargo, este sistema de producción también es perjudicial para la zona de páramos, porque ocasiona compactación del suelo por la carga viva, generando un desequilibrio del sistema de almacenamiento, retención y regulación del agua en el suelo, afectando el desarrollo vegetal y el proceso de respiración del suelo, impactando no solo el páramo como tal, sino también los ecosistemas de ladera de alta y media montaña. (Ospina R., 2003).

Adicionalmente, los altos costos de producción de estos sistemas han generado que los agricultores incursionen en otras alternativas como ha sido el cultivo de fresa (*Fragaria vesca*), la cual se ha adaptado a la zona de páramos brindando excelentes calidades de los frutos y se ha convertido en un cultivo emergente de gran repercusión económica y social, como sucedió en España, (García M., Montesinos, B., Rodríguez, D., Camacho, & Hess, 2012).

En Colombia, según la FAO (2021) para el año 2019 se obtuvo una producción de 53.730 toneladas, donde el 63.4% de la producción nacional se desarrolla en el departamento de

Cundinamarca, en la modalidad de riego por goteo bajo acolchado plástica que generalmente es polipropileno, la cual reduce problemas fitosanitarios, afectación de plantas malezas y aumenta la retención de humedad y temperatura del suelo (Sánchez, P. & Ramírez, T., 2017).

Esta condición, genera que el cultivo demande grandes volúmenes de agua, por lo cual se ha categorizado como un cultivo que realiza un uso irracional del recurso hídrico y lo han calificado como un sistema de producción que despilfarra el agua. (García M., Montesinos, B., Rodríguez, D., Camacho, & Hess, 2012).

Estos sistemas productivos se han desarrollado de manera exponencial en páramos como El Romeral, que se encuentra colindante al páramo de Sumapaz y se ubicada en los municipios de Soacha y Sibaté, departamento de Cundinamarca, el cuenta con un área de 2.605 hectáreas, que representan entre el 97-100% del área total de la vereda, respectivamente (CEERCCO, 2015).

El efecto de estas actividades en las veredas mencionadas ha sido poco reportada en la literatura; teniendo estudios superficiales como la documentada en “la agenda interinstitucional para la implementación de una estrategia de desarrollo sostenible en la vereda El Romeral en el año 2014”, en la cual solo se trató la interacción de la ganadería y los cultivos de papa, dando como resultado acuerdos para no aumentar la frontera agropecuaria, adoptando prácticas de agricultura sostenible, con el fin de respetar y proteger los cuerpos de agua a través de una activa participación comunitaria (CAR, 2014).

## **8. MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL**

El marco regulatorio en torno a la protección de los páramos en Colombia se desarrolla con la finalidad de establecer e implementar insumos regulatorios para la protección y conservación de este tipo de ecosistemas (Zapata, 2020). Esta tiene su origen en el desarrollo del sector minero-energético en el país, y al identificar la necesidad de proteger estos territorios, estableciendo restricciones para regular las actividades extractivas en zonas protegidas.

Desde el año 1974 el estado colombiano mediante el decreto 2811 estableció iniciativas para la protección del medio ambiente, donde se definió como patrimonio común, para su preservación y manejo, como utilidad pública y de interés de toda la sociedad. Este decreto tiene como objeto lograr la preservación del medio ambiente, controlar los efectos nocivos de la

explotación de los recursos naturales y regular la conducta humana con respecto a los recursos naturales de Colombia.

Posteriormente, en la Constitución de 1991 se estableció como deber del Estado la protección de la diversidad e integridad del medio ambiente, donde se destacan artículos específicos como: “Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.”

Adicionalmente, se establecieron normas para conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines, como lo indica el artículo 80 “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.”

Es así como desde la promulgación de la ley 99 de 1993, se establecen lineamientos regulatorios y se define el marco institucional para la gestión, protección y conservación del medio ambiente y los recursos renovables. El principal avance que se da en materia de páramos a partir de esta ley, es lo definido en el art.1 en su principio 4. señala que las zonas de páramos deben ser protegidas; la Resolución 0769 de 2002, establece disposiciones para contribuir a la protección, conservación y sostenibilidad del páramo.

La ley 812 de 2003, establece en el art. 89. que los ecosistemas en los que se identifiquen acuíferos y de esteras fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos por las autoridades ambientales y territoriales.

La ley 1382 del 9 de febrero de 2010 realizó modificaciones al código de minas vigente que se estableció en la ley 685 del 2011, en el artículo 3 se definieron zonas excluibles de la minería, entre las cuales se encuentran: zonas de páramos, parques naturales, zonas de reserva forestal, entre otros. Se declaró que en estas zonas no podrán ejecutarse trabajos, obras de exploración y explotación minera. Esta ley fue declarada inexecutable, pero se reglamentó parcialmente de nuevo en el decreto nacional 2715 de 2010 y finalmente mediante la ley 1450 del 2011.

En 2015 se expide la 1753, en su art. 173, la cual prohíbe adelantar actividades de exploración y explotación de hidrocarburos y minerales en las zonas de paramo. La sentencia 035 de 2016, establecida por la Corte Constitucional prohíbe el desarrollo de actividades extractivas y agropecuarias en este tipo de ecosistemas (Zapata, 2020).

Finalmente, a partir de la Ley 1930 de 2018, conocida como la Ley de Paramos proclama a los ecosistemas de páramo como sistemas estratégicos y se dictan disposiciones para su gestión, esta reafirmo la prohibición de actividades de explotación minera en zonas de páramo y se establecen mecanismos para promover para la sustitución y reconversión de las actividades que quedan prohibidas en dichas zonas.

Sin embargo, en la actualidad no se identifican avances significativos en la aplicación de la Ley 1930 frente al desarrollo de programas de sustitución en las zonas de páramo; a pesar de que actualmente se cuentan con 37 sistemas de paramo delimitados, estos no cuentan con su respectivo Plan de manejo que garantice la preservación y conservación de estos (Zambrano, 2020).

A pesar del desarrollo normativo enfocado en la preservación de la zona de páramos en Colombia, en las veredas objeto de estudio se han desarrollado actividades agropecuarias por varias generaciones, especialmente cultivos de papa y ganadería, causando daños importantes a la zona de paramo en lo relacionado a la flora, fauna, suelos y recursos hídricos (CAR, 2013), esta zona es un ejemplo importante de la ausencia de la implementación del marco regulatorio por parte de las instituciones responsables.

## 9. METODOLOGÍA GENERAL O DE PRIMER NIVEL

### 9.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es mixto, debido a que se manejan variables cuantitativas y cualitativas, de tal manera que se busca aprovechar las fortalezas de ambos tipos de indagación, a fin de minimizar sus debilidades potenciales. Para tal fin se va a realizar un proceso de recolección, análisis y vinculación, con validación de correlación de datos tanto cuantitativos como cualitativos y el posible comportamiento de las mismas a partir de la influencia de las otras (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).

### 9.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación corresponde transformativo concurrente (DISTRAC), pero que se busca recolectar datos cuantitativos y cualitativos, en un mismo momento, guiados por una perspectiva que es la preservación del medio ambiente y la zona de páramos. El diseño DISTRAC se va a enfocar en el formato de triangulación, porque se va a realizar comparación de datos, incluyendo los resultados estadísticos de las variables, seguida por categorías por categorías y segmentos cualitativos a finde hacer converger la información en un resultado único (Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L., 2014).

### 9.3. Alcance del estudio

El tipo de alcance del estudio es correlacional porque se pretende evaluar el grado de asociación entre las diferentes variables, tanto cualitativas, como cuantitativas, como son el volumen de agua que consumen los principales sistemas productivos, la relación entre caracterizaciones de los individuos encuestados, la asesoría técnica profesional y la conciencia de los habitantes sobre el medio ambiente y la zona de páramos (Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L., 2014).

### 9.4. Definición de variables y conceptos

**Tabla 1.** Definición de variable y conceptos

No.	Variable	Definición Conceptual
1	Edad	Identificar la edad promedio de los habitantes que desarrollan los principales sistemas productivos en el páramo de Romeral

<b>No.</b>	<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>
2	Habitantes del sector	Conjunto de personas que viven y/o trabaja en el sector.
3	Nivel Educativo	Nivel de educación de los habitantes que viven y/o trabajan en el Páramo el Romeral.
4	Grupo Familiar	Cantidad de personas que conviven por unidad familiar y que comparten recursos
5	Volumen de consumo de agua	Volumen de agua que consumen en unidades familiares provenientes de nacederos-quebradas y acueducto
6	Nombre Acueducto	Nombre del acueducto que prestan el servicio de provisión de agua a los predios consultados.
7	Actividades Económicas	Descripción de las dos principales actividades económicas desarrolladas por los encuestados.
8	Experiencia en Actividades Productivas	Tiempo que los encuestados llevan en el desarrollo de las actividades productivas de interés.
9	cantidad de unidades de sistemas agropecuarios en área y tiempo	Cantidad de unidades (cabezas de ganado o hectáreas de cultivo) que el encuestado mantiene por unidad de área (hectárea) por unidad de tiempo (año).
10	Agua empleada en sistemas productivos	Cantidad y fuente de agua empleada para el desarrollo de las actividades en los principales sistemas productivos agropecuarios.
11	Asistencia técnica	Determinar si los productores agropecuarios reciben capacitación técnica profesional y la naturaleza de quien la brinda.
12	Propiedad de los terrenos	Conocer el tipo de tenencia de los predios donde se desarrollan los principales sistemas de producción Agropecuaria en la vereda el Romeral.
13	Utilización de tractor agrícola	Conocer el porcentaje de productores que emplean tractores para la preparación de terrenos y compararla con la referencia literaria.
14	Rotación de cultivos	Determinar si los productores agropecuarios realizan rotación de sistemas productivos en la zona de páramos.
15	Manejo de agroquímicos	Identifica si en el desarrollo de las actividades agropecuarias se emplea el uso de agroquímicos, su toxicidad y cuál es la disposición de los residuos.
16	Lineamientos sobre regulación del suelo (POT)	Identificar si los productores conocen el uso del suelo de los predios donde desarrollan sus actividades agropecuarias.
17	Permiso de concesión de agua	Determinar si los productores agropecuarios conocen el permiso requerido para aprovechamiento del recurso hídrico y la entidad que lo otorga
18	Protección del medio ambiente	Opinión de los encuestados acerca de las acciones realizadas por las autoridades competentes y los propios encuestados acerca de la protección del medio ambiente
19	Sanciones	Determinar si los habitantes de la zona conocen las sanciones por no cuidar el medio ambiente y la zona de paramos.

No.	Variable	Definición Conceptual
20	Variación en la oferta de agua	Percepción del cambio en la oferta de agua causado por actividades productivas en la zona de los paramos
21	Beneficios de los paramos	Conocimiento de los encuestados acerca de los aportes de los páramos a la sociedad.
22	Actividades antrópicas en zona páramos	Conocimiento de los encuestados acerca de las actividades permitidas y prohibidas en la zona de paramos, y aportes potenciales para beneficiar la zona.
23	Agenda interinstitucional de la CAR y la Universidad del Rosario	Determinar si los habitantes de la zona conocen la agenda interinstitucional desarrollada por la CAR y la Universidad del Rosario durante la vigencia 2014.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 9.4.1. Definición operacional

A continuación, se describe la definición operacional sobre la cual se procesará la información recolectada en torno a la investigación.

**Tabla 2.** Definición operacional

No.	Variable	Definición Operacional
1	Edad	El encuestado indica su edad de vida, en número entero
2	Habitantes del sector	El encuestado aporta la información, indica si es originario de la Zona e indica el tiempo que lleva en ella habitando o trabajando.
3	Nivel Educativo	El encuestado aporta la información, indica su nivel educativo primaria, secundaria y técnica-profesional
4	Grupo Familiar	El encuestado brinda el número de personas que integran su grupo familiar.
5	Volumen de consumo de agua	El encuestado hace una aproximación del volumen de agua que emplea en casa y la fuente de donde proviene
6	Nombre Acueducto	El encuestado indica cuál es el nombre del acueducto que abastece el consumo familiar
7	Actividades Económicas	El encuestado indica las actividades económicas, el tipo de financiación y el valor percibido por ellas
8	Experiencia en Actividades Productivas	El encuestado informa el tiempo de experiencia en las actividades productivas
9	cantidad de unidades de sistemas agropecuarios en área y tiempo	El encuestado indica la cantidad de unidades por cada sistema agropecuario en área y tiempo. Para animales informa el número de cabezas de ganado y en cuántas hectáreas los mantiene; para cultivos informa el número de hectáreas que siembra al año

No.	Variable	Definición Operacional
10	Agua empleada en sistemas productivos	El encuestado realiza una aproximación del volumen de agua que consumen los sistemas productivos por año, al igual que la fuente principal.
11	Asistencia técnica	El encuestado reporta si cuenta asistencia técnica profesional y quien la brinda.
12	Propiedad de los terrenos	El encuestado informa la principal relación en tipo de tenencia con los predios donde desarrolla sus actividades agropecuarias.
13	Utilización de tractor agrícola	El encuestado informa si utiliza tractor para preparación del suelo
14	Rotación de cultivos	El encuestado brinda información sobre rotación de sistemas productivos en los predios que maneja
15	Manejo de agroquímicos	El encuestado informa si realiza manejo de agroquímicos, la toxicidad y la disposición de los residuos.
16	Lineamientos sobre regulación del suelo (POT)	El encuestado indica su conocimiento frente al uso del suelo de los predios donde desarrolla sus actividades agropecuarias.
17	Permiso de concesión de agua	El encuestado indica su conocimiento frente al permiso de concesión del uso del agua, y que entidad lo otorga.
18	Protección del medio ambiente	El encuestado brinda información de su conocimiento frente a la protección del medio ambiente.
19	Sanciones	El encuestado indica si tiene conocimientos de las sanciones por no cuidar el medio ambiente
20	Variación en la oferta de agua	El encuestado informa la percepción sobre la variación de la oferta hídrica en el páramo a través del tiempo
21	Beneficios de los paramos	El encuestado indica los beneficios que brinda la zona de páramos.
22	Actividades antrópicas en zona páramos	El encuestado informa si conoce las actividades antrópicas permitidas, prohibidas en la zona de páramo.
23	Agenda interinstitucional de la CAR y la Universidad del Rosario	El encuestado indica su conocimiento frente a la Agenda Interinstitucional de la CAR y la Universidad del Rosario.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 9.4.2. Población y muestra

Para realizar la caracterización sobre el uso del agua de los sistemas agropecuarios que se desarrollan en el páramo el Romeral ubicado entre los municipios de Sibaté y Soacha, se tiene

como objetivo caracterizar la población, con relación a los sistemas productivos que desarrolla la población, al impacto ambiental que generan las actividades productivas, al cumplimiento de aspectos regulatorios y financieros.

Para la determinación del tamaño de la muestra, es importante tener en cuenta que la representatividad de una muestra permite extrapolar y por ende generalizar los resultados observados en una población objeto de estudio. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se describe el método y los datos empleados para determinar el tamaño de la muestra de la población sobre la cual se aplicará la encuesta.

La fórmula para el cálculo de la muestra se realiza bajo el supuesto de contar con una población finita; el cálculo del tamaño de la muestra se realiza bajo el supuesto de una población total de 464 personas para la vigencia del 2021 dicho valor fue calculado a partir de los datos reportados en el Censo 2005 y 2018 realizado por el DANE.

**Tabla 3.** Población Total, Municipio de Sibaté y Soacha - CENSO DANE 2015; 2018.

Municipio/ Año	CENSO DANE	
	2005	2018
<b>Sibaté</b>	31.166	33.491
<b><u>Vereda/Romeral</u></b>	358	
<b>Soacha</b>	398.295	660.179
<b><u>Vereda/Romeral</u></b>	42	

**Fuente:** Elaboración propia

Para el periodo 2018 no fue posible identificar el total de la población de las veredas de los municipios señalados, por lo cual se realizó una aproximación de los datos a partir de la variación identificada en el crecimiento de la población de la zona objeto de estudio.

A partir de lo anterior se realizó una proyección del total de la población en la zona objeto de estudio para la vigencia 2021.

**Tabla 4.** Proyección del total de la población en la zona objeto de estudio para la vigencia 2021

Municipio/ Año	CENSO DANE		% de Variación total	Población Total proyectada 2021
	2005	2018		
Sibaté	31.166	33.491	8,82%	
<i>Vereda/Romeral</i>	358			390
Soacha	398.295	660.179	78%	
<i>Vereda/Romeral</i>	42			75
<b>Total</b>				<b>464</b>

**Fuente:** Elaboración propia

A partir de los datos anteriores a continuación, se presentan la fórmula utilizada para determinar el tamaño de la muestra sobre una población finita y los parámetros utilizados para calcular el tamaño de la muestra.

**Ecuación 1.** Formula Tamaño de la muestra

$$n = \frac{N * Z_{\alpha * p * q}^2}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha * p * q}^2}$$

**Fuente:** Elaboración propia

Donde N es la población total, (464 personas ubicadas en la zona de estudio), donde Z representa el nivel de confianza (para la aplicación de la encuesta se establece un nivel de confianza del 80%), donde p es la probabilidad de que ocurra el evento, donde q es la probabilidad de que no ocurra el evento y donde e es el margen de error, el cual para la aplicación del instrumento es del 5%. A partir de los datos señalados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Se establece que el tamaño de la muestra para la aplicación de la encuesta deberá de ser como mínimo de 121 encuestas aplicadas a los habitantes de la zona.

**Tabla 5.** Parámetros de referencia para determinar el tamaño de la muestra

Parámetro	Valor
N	464,199341
Z	1,280
P	50%
Q	50%
e	5%

**Fuente:** Elaboración propia

## **9.5. Metodología particular o de segundo nivel**

### **9.5.1. Selección de métodos o instrumentos para recolección de información**

La información se va a recolectar mediante diferentes instrumentos con el fin de poder obtener información requerida de toda la muestra. Los instrumentos por utilizar son:

**Encuestas:** Se realizarán encuestas a los habitantes y jornaleros de la zona del páramo (Anexo 1) con el fin de identificar información relevante sobre las actividades agropecuarias en la zona y su impacto. Estas encuestas serán realizadas por el grupo de trabajo de forma personalizada mediante la herramienta “Nathan survey creator” la cual nos permite recolectar la información desde un dispositivo móvil sin tener conexión a datos. Las preguntas de la encuesta serán previamente cargadas en la aplicación con el fin de tener todas las preguntas relevantes y poder realizar el proceso de forma organizada. Posteriormente estos datos se consolidarán utilizando Excel y se procesarán utilizando la herramienta MIC MAC.

Es importante anotar que se planea realizar encuesta a los alcaldes de los municipios que componen la zona del páramo con el fin de obtener su punto de vista y contrastarlo con la información obtenida por los habitantes y jornaleros de la zona.

#### **Referencias bibliográficas.**

Se planea utilizar referencias bibliográficas para obtener información en caso de que no se puedan realizar las encuestas a la población requerida. Estas referencias bibliográficas nos darán información estadística valiosa que se complementara con la información recopilada en las encuestas para complementar el proceso. No sobra decir que las referencias bibliográficas utilizadas se tomaran de fuentes confiables con el fin de obtener la información más precisa posible para el presente documento de investigación.

#### **Herramientas utilizadas**

- **Nathan’s survey creator.** Es una aplicación móvil de uso free utilizada para realizar encuestas de forma offline. Las preguntas pueden ser cargadas previamente mediante un archivo en formato CSV y los datos recopilados son almacenados de

forma local en la memoria del dispositivo móvil. Los datos se exportan de forma individual y deben ser consolidados y tabulados por una herramienta externa.

- **Open camera.** Es una aplicación para tomar fotos desde el dispositivo móvil que incluye características adicionales a las que usualmente tenemos con la aplicación nativa de nuestro dispositivo móvil como: integración con el GPS, determinación de altitud aproximada, etiquetas personalizadas sobre las fotos, entre otros, como lo muestra el Anexo 2 .

- **Fields área measure pro.** Es una aplicación móvil utilizada para la gestión de áreas y distancias. Esta herramienta permite mediante mapas previamente descargados medir distancias, áreas y marcar puntos de referencias. Esta información puede ser compartida o exportada fuera de la aplicación para su posterior análisis.

- **Micmac.** Es una aplicación que permite a partir de una lista de variables y una matriz de influencias entre las variables, extraer e identificar las variables relevantes de un problema específico. También contiene algunas herramientas que permiten realizar modelos del problema estudiado.

### **9.5.2. Medición de variables**

*Se realizaron 45 encuestas a las personas que viven y/o trabajan en la zona del páramo, de la vereda el Romeral de los municipios de Sibaté y Soacha; los resultados se detallan en el Anexo 3.*

## **10. RESULTADOS**

### **10.1. Caracterización social de la población.**

Los resultados que se presentan a continuación se basan a partir de la captura de la información efectuada mediante la aplicación de una encuesta, la cual permitió caracterizar una parte de la población que habita la zona objeto de estudio con relación a aspectos sociales, técnicos, económicos, normativos y ambientales.

Dicha encuesta fue aplicada a 45 personas de la zona, de un total de 121 que indicaba la muestra calculada previamente, debido a que se presentaron limitaciones durante el periodo de captura de la información, como fue las restricciones a la movilidad decretadas por las autoridades locales de los municipios y la ciudad de Bogotá por la emergencia sanitaria causa de la pandemia COVID-19 y la limitación de tiempo.

Del total de la población encuestada se obtuvo como resultado que el 91.1% tiene nacionalidad colombiana y el 8.9% tienen nacionalidad venezolana. El total de la población presentó un promedio de edad de 39,8 años, en un rango entre los 17 y 72 años; al igual que el 28.9% de las personas son originarias de la zona del páramo de El Romeral, mientras que el 71.1% provenían de otros lugares. De estas últimas personas, se encontró que llevan habitando y/o trabajando en la zona desde hace 14,6 años en promedio, con un rango entre 1 a 43 años.

Así mismo, del total de los encuestados, el 44.4% tiene una formación educativa del nivel primaria, otro 44.4% corresponde a secundaria y el 11.1% restante cuentan con formación técnico-profesional. En cuanto al número de personas que conforman el núcleo familiar, se determinó que las unidades estaban conformadas por 3.9 personas en promedio.

### **10.2. Caracterización de consumo de agua de la población.**

#### **10.2.1. Consumo de agua familiar**

Respecto al consumo de agua para uso familiar empleado en labores como aseo personal, alimentación y otros, de las 45 personas encuestadas, solo el 6% cuenta con servicio de agua mixto, tanto acueducto como nacederos-quebradas, el 94% restante solo cuenta con una fuente de agua que es acueducto con 71.1% o nacedero-quebrada con 28.9%. Al consultar por la estimación de agua que consumen para uso familiar, se obtuvo un consumo promedio de 24.2

litros de agua por día por persona, lo que representa un consumo de  $8.8 \text{ m}^3$  de agua persona<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

### 10.2.2. Consumo de agua en sistemas agropecuarios

A partir de la información recolectada se obtuvo que las familias que manejan el sistema de producción de ganadería cuentan con un promedio de 11,8 cabezas de ganado en edad reproductiva, es decir mayores a 12 meses de edad; estos animales son mantenidos en un área aproximada de 5.9 hectáreas, lo que representa un uso de 1.0 hectáreas por cada 2 bovinos.

Así mismo, sin diferenciar la fuente de agua (acueducto o nacedero-quebrada) cada animal consume en promedio al día 63,3 litros de agua, lo que representa un consumo total de  $23.1 \text{ m}^3$  de agua animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

En cuanto a las familias que maneja el sistema de producción de papa se obtuvo que realizan la siembra de 7.7 hectáreas del cultivo al año ( **Figura 1** **Figura 1.** Cultivo de papa en el páramo.), de las cuales el 100% de los productores no realiza riego al cultivo y el agua que consumen para la producción corresponde a las requeridas para las labores de fumigación del cultivo, el cual emplea en promedio  $9,9 \text{ m}^3$  de agua/ciclo de cultivo (6 meses), quienes culturalmente suelen realizar la siembra de 2 ciclos al año, lo que representa un consumo total de  $19.7 \text{ m}^3$  de agua hectárea<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

**Figura 1.** Cultivo de papa en el páramo.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Por parte de las familias productoras de fresa, solo se obtuvo respuesta de 4 unidades agrícolas porque la comunidad en general manifestó desconfianza de cualquier persona u organismo no habitante de la vereda, porque en varias ocasiones este tipo de actividades ha conllevado, según ellos, que “la Corporación Autónoma Regional (CAR) llegue a la vereda a cerrar las fincas y predios productores de fresa, porque realizan un alto consumo de agua y el cultivo no es amigable con el medio ambiente”, como lo mencionaron verbalmente.

De las personas que contestaron la encuesta se logró determinar que siembran en promedio 47.750 plantas al año y no se pudo determinar el volumen de agua captado para la producción de fresa porque manifestaron realizar el riego por goteo sin emplear motobomba ( **Figura 2**), sino solamente por gravedad y como informaron verbalmente “por pocos días a la semana y en un lapso que no alcanza a ser 1 hora por día”. Por esta razón, para el análisis respectivo se empleará al recurso bibliográfico del consumo de agua por hectárea al año, teniendo en cuenta que por las características del cultivo requiere riego por goteo.

**Figura 2.** Sistema de riego por cinta de goteo en cultivo de fresa.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Al consultar la fuente de agua empleada en el desarrollo del sistema de ganadería, el 46.7% proviene de nacederos-quebradas, el 40% proviene de acueducto y el 13.3 restante cuenta con ambas fuentes. Para el caso de producción de papa el 42.1% utiliza el agua proveniente del acueducto, otro 42.1% emplea agua de nacedero-quebrada, y el 15.79 restante emplea ambas

fuentes. Para los productores de fresa la única (100%) fuente de agua proviene de nacederos-quebradas.

### **10.3. Caracterización técnica en sistemas agropecuarios**

En cuanto a la asistencia técnica, el 37.5%, 26.32 y 25% de los productores de ganadería, papa y fresa, respectivamente, manifestaron recibir asistencia técnica profesional, donde el 100% de los productores de ganadería y papa manifestaron que la asistencia la presta un particular, mientras que el 100% de los productores de fresa reciben asistencia técnica por parte de la casa comercial donde compra insumos.

Al consultar sobre el tipo de tenencia de los predios donde los productores desarrollan sus actividades agropecuarias, el 35.7% de las familias manifestaron ser predios Propios-familiares, otro 35.7% son predios en arriendo y el 28.6 son predios de tenencia mixta. El 88.9% de los productores de papa son predios en arriendo, el 5.5% son predios netamente propios-familiares y el porcentaje restante cuenta con predios de tenencia mixta. Los productores de fresa informaron que el 50% de los predios son propios-arriendo, el 25% son predio en arriendo y el otro 25% son predios de tenencia mixta.

Con relación al uso de tractor en la preparación del suelo para el desarrollo de las actividades agropecuarias, el 100% de los encuestados manifestaron emplear el tractor para esta labor, tanto productores como trabajadores por jornal, quienes manifestaron de manera verbal que la herramienta más usada es el *retovator*. Así mismo, el 95.5% afirmaron que se realizan rotación de sistemas productivos en los predios trabajados, donde manifestaron de manera informal que la rotación más recurrente es cultivo de papa-ganadería.

Igualmente, de la totalidad de las personas encuestadas, el 95.5% informaron que se generan envases de agroquímicos en las labores de producción agropecuarias, de estas personas el 83.7% manifestaron emplear productos de alta categoría toxicológica, mientras que el 14.0% afirmó que no manejan alta toxicidad y el 2.3% que corresponde a trabajador por jornal desconoce esta información.

En cuanto a la pregunta relacionada si conoce el proceso de triple lavado de los envases de agroquímicos, el 57.8% afirmaron conocer la práctica y realizarlo de manera constante, mientras que el 42.2% manifestaron no conocerlo o practicarlo. Así mismo, se obtuvo que el 73.3%

disponen de esos envases de agroquímicos en el centro de acopio, el 17.8% reconoció que los quemaban y el 8.9% restante los depositan en la basura ordinaria.

#### 10.4. Caracterización económica

De acuerdo con los datos recolectados, el 37.8% de la población cuenta con dos actividades por las cuales recibe ingresos económicos anualmente. En cuanto a la principal actividad por la que recibe ingresos económicos, la población encuestada manifestó que su principal actividad fue el trabajo como jornalero en los cultivos de la zona con un 53.3%, seguido del ingreso como productor del cultivo de papa con 22.2%, la producción de ganadería con 15.56% y por último la producción del cultivo de fresa con 8.89% ( **Figura 3**), esta última teniendo como referencia la negativa de la comunidad de participar en la recolección de información.

**Figura 3.** Cultivo de fresa en el páramo.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Respecto a las personas que cuentan con una segunda actividad económica por la cual percibe ingresos anualmente, se encontró que la producción de cultivos de papa encabeza esta categoría con 47,1%, seguido de la producción de ganadería con 41.2% y el 11.7% restante corresponde a trabajo como jornal en cultivos de la zona. Las personas informaron que el tiempo de experiencia de la principal actividad económica fue de 16,9 años en promedio, en un rango de 1,5-62 años. La segunda actividad económica presentó un promedio de 23.3 años de experiencia, en un rango de 1-62 años.

Para la principal actividad económica se determinó que la principal fuente de financiación es Bancaria con 50%, recursos propios con 33.3% y 16.7% corresponde a sociedades con otros productores. En cuanto a la actividad secundaria se determinó que la principal fuente de financiación fue recursos bancarios con 38.4%, segundo de Recursos propios y sociedades con otros productores, cada una con 30.8%.

Las personas que acudieron a informar el ingreso económico anual manifestaron que por la principal actividad económica pueden percibir una ganancia de \$11.057.029, en un rango entre \$1.000.000-\$ 23.400.000. para la segunda actividad económica se encontró que en promedio pueden percibir una ganancia anual de \$7.520.000, en un rango entre \$2.400.000-\$12.000.000. Algunos productores de papa manifestaron verbalmente que, debido a las fluctuaciones del mercado, especialmente el último semestre del año 2020 y primer trimestre del año 2021, la ganancia fue negativa, porque vendieron las cosechas a nivel inferior del punto de equilibrio.

#### **10.5. Caracterización regulatoria**

De acuerdo con los datos recolectados, el 83.3% de la población desconoce el termino o el documento del plan de ordenamiento territorial (POT) y el 75,6% desconocen el concepto de permiso de concesión de aguas. Del 24.4% que conocen el permiso, el 100% manifestaron que no cuentan con la autorización de uso del agua. Esto se complementa en que el 60% de la población no sabe quién es el organismo que otorga el permiso, el 36% informa que la CAR es la entidad que otorga la autorización, y el 4% restante manifestó que es la Alcaldía.

#### **10.6. Caracterización ambiental**

Respecto a la percepción que tienen los habitantes sobre el compromiso que tienen las autoridades competentes en el cuidado del medio ambiente y la zona de páramo, se encontró que el 26.7% consideran que las autoridades siempre realizan actividades de protección, el 40.0% considera que “algunas veces” o de manera esporádica, el 31.1% consideran que nunca ejercen estas actividades y el 2.2% restante no sabe con certeza.

En cuanto a la percepción sobre las acciones de protección por parte de los habitantes de la zona, los entrevistados informaron que el 13.3% de los habitantes siempre cuidan del medio ambiente y la zona de páramos, el 66.7% considera que algunas personas lo realizan, el 15.6% consideran que ninguno actúa favorablemente y el 4.4% no sabe la respuesta.

Esto puede complementarse en que el 75.6% de las personas desconocen las sanciones por no cuidar el medio ambiente y atentar contra los recursos naturales del páramo. Así mismo, el 77.8% de las personas perciben que con el pasar de los años la zona del páramo tiene una menor oferta de agua, el 11.1% manifestó que la oferta sigue igual y otro 11.1% no sabe la respuesta.

De igual manera, de las personas bajo estudio manifestaron que el principal aporte de la zona de páramo, en la cual viven y trabajan, es el aporte de agua/oxígeno con 46.7%, seguido de la producción de alimento y empleo con 40.0%, y el 13.3% no sabe con certeza. También se encontró que el 44.4% de las personas perciben que sus actividades benefician el medio ambiente, otro 44.4% perciben que sus actividades son neutrales y el 11.2% consideran que sus acciones afectan el medio ambiente y zona de páramos.

Al consultar sobre las actividades antrópicas permitidas en el páramo, se encontró que el 44.3% consideran que la ganadería-cultivos está permitida, el 44.4% no sabe la respuesta, el 8.9% informa que ninguna actividad está permitida, y sembrar árboles y turismo obtuvo un 2.2% cada una.

Por el contrario, las actividades antrópicas prohibidas más comunes fueron quemas y talas con 34.6%, el 25.0% no sabe la respuesta, cultivos-ganadería con 23.1%, minería con 13.5%, botar basuras y cacería cada una con 1.9%. Del total de las personas que contestaron, el 23.3% aportaron dos conceptos, y el 76.6% solo entregaron una idea.

También se encontró que el 84.4% de las personas estarían dispuestos a donar mano de obra para realizar actividades de protección del medio ambiente, el 8.9% no estarían dispuesto a realizar un aporte, el 4.4% aportaría árboles y el 2.2 donaría recursos económicos. Asociado a ello, las personas informaron que las principales actividades que realizan para cuidar el medio ambiente son reciclaje con 40.4%, seguido del 17.3% que no sabe la respuesta, el 15.4% siembra árboles, 13.5 no realiza talas ni quemas, el 11.5% cuida las fuentes hídricas y 1.9% no utiliza productos tóxicos.

Finalmente, el 82.2% de las personas bajo estudio manifestaron conocer el programa de la Agenda Interinstitucional de la CAR y la universidad del Rosario.

## 11. DISCUSIÓN

### 11.1. Consumo de agua en la familia

De acuerdo con lo señalado por las Empresas públicas de Medellín, una familia de 4 personas consume un promedio mensual de 15,4 m<sup>3</sup> de agua (EPM, 2021), lo que equivale a 3,85 m<sup>3</sup> de agua en promedio al mes por persona. A partir de los datos identificados en el estudio, en la zona de paramó una persona consume un 73% menos del recurso hídrico con relación al promedio mensual reportado por EPM, por lo que se podría deducir que las personas encuestadas realizan un uso racional del recurso, seguramente porque la mayoría reciben el agua proveniente del acueducto, por el cual deben cancelar un valor adicional al sobrepasar los 15 m<sup>3</sup> mensuales.

### 11.2. Consumo de agua en sistemas agropecuarias

A partir de la captura de la información en campo, consultando el número de recipientes o bebederos para los animales ( **Figura 4; Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), el volumen aproximado de cada uno, la frecuencia de llenado y el número de animales que tiene cada productor, se determinó que 1 animal en edad reproductiva consume aproximadamente 23.1 m<sup>3</sup> de agua al año, y si se tiene en cuenta que según lo informado, mantienen en promedio 2 animales por hectárea, se tendría un volumen de 46.2 m<sup>3</sup> de agua Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>.

**Figura 4.** Bebederos usados para actividades de ganadería en el paramo



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Este valor es 45% menor que el reportado en estudios de caracterización de distintos tipos de ganado, donde se encontró que el consumo diario de 1 animal es de 115 litros al día, lo que representa un consumo de 41.9 m<sup>3</sup> de agua al año (Ward & Mckague, 2007), teniendo en cuenta las posibles variaciones que se presentan en el consumo con son el piso térmico, la raza del animal, el microclima de la zona, el estado fitosanitario del animal, entre otras, que pueden generar un consumo mayor o menor de lo referenciado.

Por su parte, para los productores del cultivo de papa se encontró que, al no realizar aplicación de riego, el volumen de agua que captan para las labores de fumigación es 19.7 m<sup>3</sup> de agua Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, bajo la dinámica de sembrar dos semestres seguidos. Así mismo, se determinó que los productores manejan siembras de mediana propiedad al sembrar 7.7 hectáreas en promedio al año, lo que representa aproximadamente media Unidad Agrícola Familiar (UAF) (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, 2008).

La papa tiene múltiples características como lo es, ser uno de los cultivos más eficientes en el consumo de agua, generando el mayor número de calorías por unidad de agua (Vreugdenhil, et al., 2001). Sin embargo, el aporte de este recurso es crucial para su desarrollo porque es altamente sensible por su sistema de enraizamiento poco profundo (Onder, Caliskan, Onder, & Caliskan, 2005) y las características sensibles de su follaje (Soltys-Kalina, Plich, Strzelczyk, Sliwka, & Marczewski, 2016), la ventaja es que en la zona de páramo se obtiene de manera natural a través de las constantes precipitaciones.

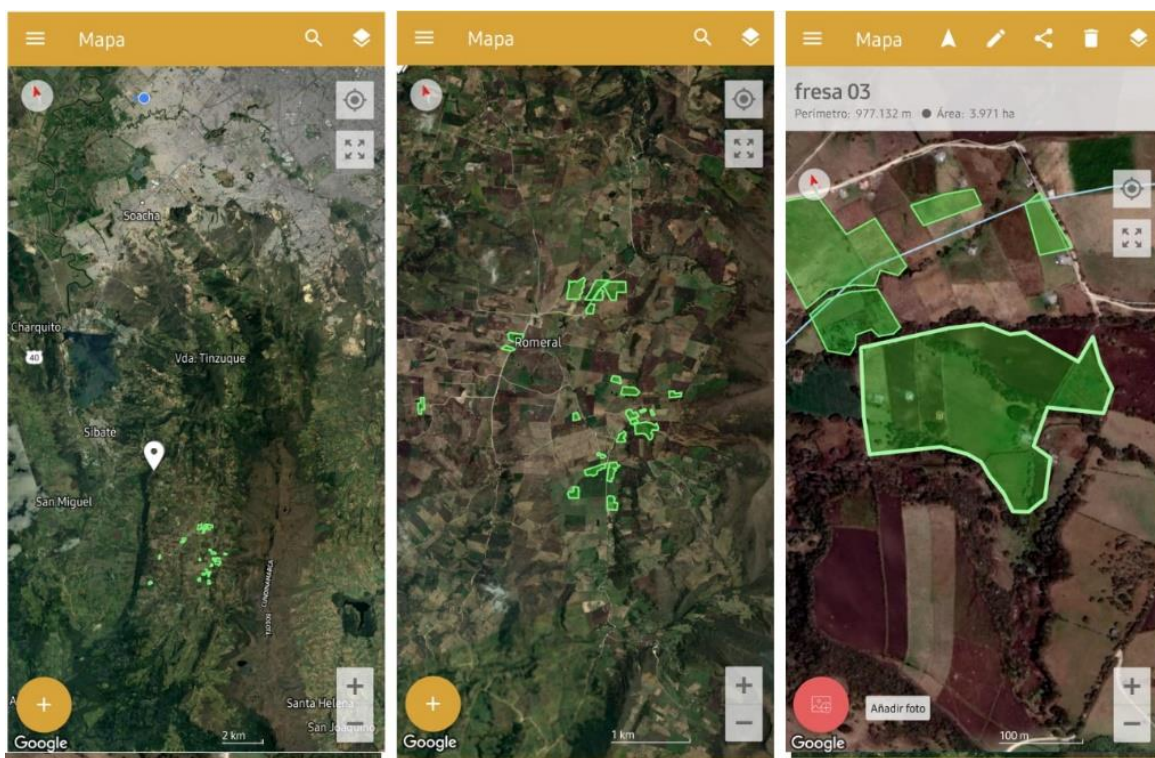
De acuerdo a varios estudios realizados sobre los requerimientos de agua en los cultivos de papa, con variaciones por las condiciones geográficas y climáticas de la zona en observación, con el aporte de riego al cultivo, se determinó que, en Perú por ejemplo se reporta un consumo de 400-800 m<sup>3</sup> de agua Ha<sup>-1</sup> (Haverkort, 1982) y en California un estudio arrojó que el requerimiento varía entre 316-630 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> (Wolfe, Goodenough, Burke, & Wolfe, 1983),

En Italia un estudio arrojó resultados similares con valores de 330 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> usando riego al 100% y 165 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> usando riego al 50% durante la misma temporada (Paredes, D'Agostino, Assif, Todorovic, & Pereira, 2018). En Turquía se encontró que, a libre exposición, como se produce en la zona del páramo, el requerimiento de agua es 195.2 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> (Kiziloglu, Sahin, Tunc, & Diler, 2006).

Por otra parte, como se mencionó en los resultados con los productores del cultivo de fresa se presentó la limitante de no contestar la encuesta porque informaron de manera verbal que la Corporación Autónoma Regional-CAR les ha “cerrado” varios predios por la implementación del cultivo.

Sin embargo, por medio de la aplicación *Fields Area Measure Pro* se realizó la medición aproximada de cultivos de fresa en las dos veredas, donde se evidenció que la mayor distribución se encuentra en la vereda el Romeral del municipio de Soacha ( **Figura 5**), porque corresponde a la zona geográfica que se localiza sobre la ladera de la montaña, opuesta al páramo de Usme y Sumapaz, que a su vez capta mayor volumen de agua respecto a la meseta sobre la que se ubica la vereda El Romeral del municipio de Sibaté.

**Figura 5.** Cálculo del área de los predios productores de fresa



**Fuente.** Imágenes tomadas de herramienta Fields área measure pro.

De acuerdo a la aplicación, se estima que en la zona se encuentran por lo menos 35.8 hectáreas dedicadas a la producción de fresa, y de acuerdo a los productores que contestaron, se tendría en promedio 47.250 plantas por hectárea, las cuales consumirían un volumen aproximado de 2.350  $\text{m}^3 \text{Ha}^{-1}$  en 8 meses (Kirschbaum, Correa, Bórquez, Larson, & Dejong, 2004), 3.000  $\text{m}^3 \text{Ha}^{-1} \text{año}^{-1}$

<sup>1</sup> (Trout & Gartung, 2004), 8.000 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Strand, 2008), 4.595 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> con una eficiencia media del sistema de riego del 80%, se obtendría 5.743 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y considerando la preparación del suelo y la plantación se estima un volumen de 6.906 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (García M., Montesinos, B., Rodríguez, D., Camacho, & Hess, 2012).

De esta manera, si se toman los valores para ganadería y papa de captación del recurso hídrico de la fuente, ya sea acueducto o nacedero-quebrada, se tendría un consumo agua de 46.2 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y 19.7 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, respectivamente, lo cual contrasta con el consumo mínimo de fresa que podría ser de 3.000 m<sup>3</sup> Ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>; es decir que, la producción de ganadería consume 2.3 veces más agua que la producción de papa, y la producción de fresa consume 152 veces más que la producción de papa y 64.9 veces más que la producción de ganadería.

Por lo cual se hace necesario que las autoridades competentes realicen estudios de permisos de concesión de aguas, el debido seguimiento y la imposición de las sanciones a quienes no cumplan con las normas establecidas, todo esto, detallado más adelante. Así mismo, se requiere de acciones de preservación de los recursos hídricos y naturales de la zona del páramo.

### **11.3. Caracterización técnica en sistemas agropecuarios**

Los servicios de Asistencia Técnica y Extensión Rural (ATER) actualmente han presentado gran demanda por parte de los productores, con el interés de ser cada vez más eficientes, para superar el paradigma tradicional de la transferencia tecnológica y tratar todos los requerimientos y necesidades de las familias rurales y así promover la seguridad alimentaria, la buena nutrición y la erradicación del hambre (FAO, 2016).

Una de las estrategias que Colombia ha implementado para desarrollar este propósito, es la creación de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria (UMATA), la cual tiene como objetivo final el desarrollo económico, social, cultural y político de las familias campesinas, a través de la prestación de la asesoría técnica a los pequeños productores al contar con la más amplia cobertura (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 1997).

Como se evidenció en los resultados, la gran mayoría de los productores carecen de asistencia técnica y aquellos que la reciben, en su gran mayoría proviene de un agente particular, por lo que deben incurrir en un pago directo con el profesional, en cuanto a los productores que reciben la

asistencia de parte de las casas comerciales están condicionados a comprar los insumos agrícolas, por lo que entran en juego intereses particulares.

Mas sin embargo, es importante resaltar que ningún productor manifestó recibir la asesoría por parte de la UMATA, por lo cual se cuestiona la razón de su ausencia, especialmente porque la economía del municipio se desarrolla en el eje de los tres sistemas agropecuarios en estudio, y puede ser una de las razones por las que algunos habitantes perciben que las autoridades competentes no hacen presencia en el páramo, al igual que la falta de aplicaciones técnicas y novedosas para el desarrollo de las labores de producción, que garanticen altos rendimientos.

#### **11.4.Tenencia de los predios**

Por otra parte, como se evidenció en los resultados, la totalidad de los productores y predios trabajados por los jornaleros reciben la intervención del tractor agrícola, por la disminución en tiempo y costo que representa. Esto concuerda con lo dicho por Guaqueta (2013), quien afirma que en años anteriores era tradicional contratar un empleado para que “a pala y pica, se arreglara la tierra”, porque no la deterioraba o también se empleaban animales de labor como son los bueyes, sin embargo, este trabajo tardaba mucho tiempo y requería el pago de muchos jornales, lo que resulta ser más costosos que contratar un tractor.

Las consecuencias negativas de emplear esta máquina es que afecta la física del suelo con la compactación, el incremento de la densidad aparente y la disminución de la retención de humedad y en las propiedades químicas puede alterar la concentración de nutrientes, como nitrógeno, fósforo y la relación de bases como potasio, calcio y magnesio, lo cual perjudica las condiciones naturales del páramo; esto se respalda con estudios que han determinado que la ampliación de la frontera agropecuaria en el páramo ha conllevado la compactación del suelo en algunas zonas, y la erosión en otras, lo que determina cambios en la retención de agua que es una de las principales función de la zona, entre otras. (Estupiñan, Gómez, Barrantes, & Limas, 2009)

Los suelos de los páramos son apetecidos por los productores de papa porque en el primer año de cultivo de un suelo reposado los rendimientos son relativamente altos, debido a que las plantas utilizan las reservas de fósforo y el riesgo fitosanitario es bajo debido a la ausencia de fitopatógenos en el suelo, pero la tierra se seca superficialmente y los nutrientes se liberan y de

otra parte, estos cultivos por tener una raíz corta no pueden proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica como lo hace la vegetación nativa del páramo (Laegaard, 1992).

De esta manera, con el uso del tractor se ha identificado el dilema entre el beneficio económico para el productor y el beneficio ambiental y social para la zona local y regional, donde se cuestiona nuevamente la ausencia o poco control que están ejerciendo las autoridades ambientales, y se sugiere la investigación para el desarrollo de técnicas e implementos que generen una menor afectación en el desarrollo de estas actividades.

Si bien, la Agenda Interinstitucional de la CAR y la Universidad del Rosario (2014), recomendó adoptar uno o dos pases del cincel de arado para la preparación de suelo, esto no se ha realizado, porque en su gran mayoría las personas desconocen este Programa y el implemento que se utiliza principalmente de acuerdo con lo informado es el *retovator* ( **Figura 6**), el cual genera con mayor gravedad los efectos en el suelo detallados anteriormente (Estupiñan, Gómez, Barrantes, & Limas, 2009).

**Figura 6.** Tractor con herramienta *retovator* en la Vereda El Romeral-Soacha



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Por lo que se puede establecer que, además de la formulación y socialización de estos proyectos, es necesario el constante acompañamiento por parte de las autoridades para el cumplimiento de las mejoras ambientales a fin de la reservación.

Respecto a la rotación de los sistemas productivos se evidenció que la gran mayoría de los habitantes la realizan, especialmente la rotación del cultivo de papa que suele estar ocupando la tierra un año y el cultivo de pastos para ganadería que lo ocupa los tres años siguientes. Esta práctica conlleva un beneficio para el productor en el aprovechamiento de los nutrientes residuales de la papa al ser una planta poco eficiente en absorción y así beneficiar el desarrollo del cultivo de pasto, que resulta ser muy eficiente en la absorción. Adicionalmente, se busca tener un lapso de tiempo relativamente suficiente entre dos siembras de cultivos de papa para eliminar la presión por plagas y enfermedades (Robineau, Chatelet, Soulard, Michel-Dounias, & Posner, 2014).

Sin embargo, los agricultores no incorporan otro tipo de cultivos para reducir el crecimiento de patógenos posterior a la cosecha de la papa porque son pocos los cultivos que se adaptan a las condiciones adversas de la zona de páramo y tampoco protegen las condiciones fisicoquímicas del suelo por la misma labranza excesiva. Esto reduce la productividad y obliga al uso constante de fertilizantes para el crecimiento y desarrollo del cultivo, y no se manejan abonos verdes que ayudarían a para proteger el suelo antes de la siembra de la papa. (Cruz & Gómez, 2018).

Por esta razón es importante trabajar con los habitantes de la zona, en la formación técnica agropecuaria, para cambiar algunas prácticas empíricas que atentan contra los recursos naturales, pero también para apropiarse de saberes ancestrales propios sobre el manejo del suelo y la rotación de cultivos que beneficiarían el medio ambiente, siendo punto de partida para la implementación de prácticas agroecológicas y de uso sostenible, con el apoyo de la academia para la formulación de alternativas a la sustentabilidad rural (Bernal, 2017)

De otra forma, la producción agropecuaria enfrenta un constante desafío por las afectaciones que producen las plagas (insectos) y enfermedades (hongos y bacterias, principalmente) por lo cual se hace necesario realizar diferentes tipos de control, especialmente químico, para evitar pérdidas en la producción que podrían ascender hasta a un 53% o más de no ser controladas, por lo que durante estas prácticas se generan un volumen alto (95.5% de los encuestados generan) de envases y empaques plásticos de agroquímicos (IDEAM, s.f.) (

Figura 7).

**Figura 7.** Envases plásticos de agroquímicos generados en el páramo.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Estos recipientes contienen diferentes productos, los cuales, dependiendo de su molécula activa y demás compuestos, pueden ser nocivos para la salud y el medio ambiente, por lo que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció una clasificación para su identificación y manejo, detallado en 4 categorías como son Extremadamente Peligroso (IA) y Altamente Peligroso (IB), Moderadamente Peligroso (II), Ligeramente Peligroso (III) y No Peligrosos (IV). (Organización mundial de la salud, 2019).

De acuerdo con lo encontrado en campo la gran mayoría productores y la totalidad de los jornaleros, sin diferenciar la nacionalidad, nivel educativo o tiempo de habitar en la zona, identificaron la generación de envases de agroquímicos en el ejercicio diario de su labor.

Así mismo, un comportamiento similar se encontró sobre el manejo de productos de alta toxicidad, aunque de las personas que contestaron negativamente el mayor porcentaje fueron productores, lo que permitiría establecer que son respuestas sesgadas, porque además del contraste de las respuestas de sus trabajadores, se encontró en sus predios envases de categoría toxicológica I ( **Figura 8**), y algunos mencionaron informalmente que no usaban moléculas dañinas porque no utilizaban glifosato, lo cual no es totalmente cierto.

**Figura 8.** Envase categoría Toxicológica 1B



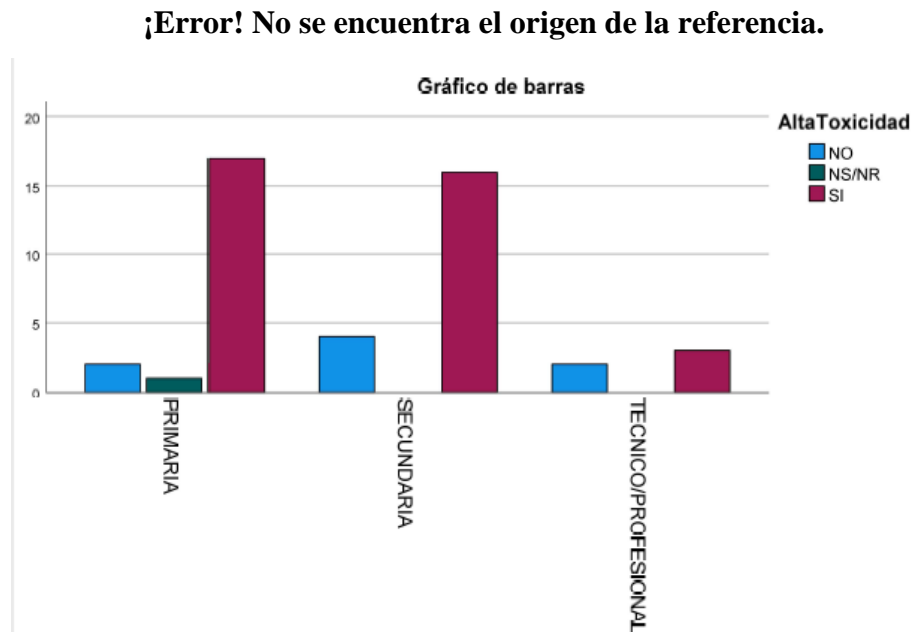
**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

El problema con los productos de categorías altamente tóxicas radica en que representan un riesgo alto para la salud humana, los cuales, de acuerdo con el tiempo de exposición, concentración de producto y frecuencia de aplicación, pueden generar consecuencias como problemas en la reproducción sexual, cáncer, trastornos del sistema neurológico y efectos en el sistema inmunológicos (Del Puerto Rodríguez, Suárez Tamayo, & Palacio Estrada, 2014).

En el medio ambiente el efecto del residuo de estas sustancias en su diseminación es que se convierten en fuente de contaminación para los sistemas bióticos como son animales y plantas, y en sistemas abiótico como el suelo, aire y agua, amenazando su estabilidad y representando también un peligro de salud pública (Avila, 2016).

De esta manera, debido a que los resultados mostraron que la preparación académica ( **Figura 9**) no ejerce ningún efecto en el uso de estas categorías dañinas, se hace necesario la capacitación continua, tanto en la docencia educativa de la zona, como por parte de los actores que intervienen en el proceso y que cuentan con mayor conciencia sobre este tema, para que los habitantes del páramo adquieran la conciencia de reemplazar estos productos o mejorar sus condiciones de bioseguridad al momento de trabajar con estas moléculas.

**Figura 9.** Relación toxicidad con preparación académica



**Fuente.** Elaboración SPSS

Un método básico para dar un manejo adecuado de estos envases es el proceso de triple lavado, el cual se basa en los principios de economía, seguridad y ambiente, dando múltiples beneficios entre los cuales se destacan el garantizar la eliminación de una forma segura y racional de los envases, evitar la contaminación de fuentes hídricas y suelo de la zona, al tiempo que reduce el riesgo de utilización de envases vacíos para reempaque, entre otros (Intagri, 2017).

Sin embargo, el conocimiento y práctica de esta labor por parte de los habitantes fue levemente mayor (57.8%), donde se encontró que quienes no la realizan corresponden en su mayoría a personas jornaleros, que cuenta con preparación académica de secundaria o que llevan más de 30 años habitando en la zona, lo que es preocupante porque se esperaría que a mayor nivel de exposición, preparación académica o tiempo de experiencia con estos producto, fuese mayor el conocimiento del correcto uso y manipulación.

Además de este proceso, se hace necesario realizar una debida disposición final de los envases, en centros de acopio, que sean recolectados por empresas especializadas para el

tratamiento de estas materias reducido al máximo su contaminación, para lo cual se requieren estar vacíos, lavados y perforados.

Pero se encontró que, de los generadores de estos residuos, solo el 73.3% los disponen en los centros de acopio, y el porcentaje restante decide quemarlos (**Figura 10** **Figura 10** **Figura 10**. Envases químicos en proceso de quema en la zona de estudio.) o botarlos a las basuras ordinarias, práctica que se presentó en mayor proporción con las personas de nacionalidad colombiana, que llevan habitando más de 11 años en la zona y que cuentan con preparación académica de nivel secundaria.

**Figura 10.** Envases químicos en proceso de quema en la zona de estudio.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Es de destacar también que durante los días de campo se visitó el centro de acopio (**Figura 11** **Figura 11**) ubicado en la entrada de la vereda, donde se evidenció el mal estado en que se encuentra, no solo la estructura, sino también la zona alrededor, los envases se encuentran sin el proceso de perforación y almacenamiento adecuado, fuera de las bolsas, tirados en el suelo y en la zona alrededor del centro de acopio se evidencia basura dispersa que también genera un problema ambiental en estas zonas, principalmente por el proceso de lixiviación generado con las precipitaciones.

### **11.5. Tiempo de experiencia en las actividades productivas**

Respecto al ámbito económico, es importante resaltar que gran parte de la muestra (62.2%) solo desarrolla una actividad por la cual percibe ingresos económicos y la ejecuta directamente en la zona, es decir, depende de las actividades agropecuarias que se realizan en el páramo; adicionalmente, de acuerdo al análisis MIC MAC ( Ver

ANEXO I), en el cual se identifica que las actividades económicas resulta ser una variable que condiciona el estado actual del páramo y las condiciones sociales de la población de la zona.

**Figura 11.** Centro de acopio de envases químicos



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

Algunos estudios afirman que el ingreso económico de una familia rural de la zona de páramo puede ser de \$150 USD al mes, lo que representaría una ganancia anual de \$1.800 USD. De acuerdo a la tasa de representativa de mercado para el 09-05-2021 que es \$3.765,33 COP, este ingreso anual corresponde a una ganancia de \$6.777.594 COP, generados por el cultivo de papa (25%), ganadería (60%), cultivos de subsistencia como maíz, tubérculos andinos y habas (9%) y el arriendo de las tierras (6%) (Robineau, Chatelet, Soulard, Michel-Dounias, & Posner, 2014)

De las personas que accedieron a compartir su información económica, se obtuvo que aquellos que cuentan con una sola actividad perciben un ingreso promedio anual de \$11.057.029 COP (\$2.936 USD). Para las personas que cuentan con una segunda actividad económica se encontró que pueden percibir un ingreso promedio adicional de \$7.520.000 COP (\$1.997USD) y presentan un ingreso promedio anual de \$8.600.0000 COP para su primera actividad, lo que representa un ingreso total anual promedio de \$16.120.029 COP (\$4.281 USD). Todo esto, sin tener en cuenta aquellos productores que manifestaron haber tenido pérdidas económicas al no obtener el punto de equilibrio en la venta de sus cosechas por causa de los bajos precios de venta del mercado.

Para el año en curso, el salario mínimo legal vigente anual corresponde a \$10.902.312 COP (\$2.895 USD), lo cual permite concluir que la gran mayoría (62.2%) de las personas encuestadas de la zona alcanzan a ganar levemente el salario establecido, pero no cuentan con prestaciones sociales y demás beneficios de ley.

Por esta razón, para la formulación y ejecución de cualquier programa de regulación de estos sistemas agropecuarios por la afectación que puedan generar al medio ambiente, es estrictamente necesario tener en cuenta que estas familias dependen económicamente de estas actividades, y por ende, no se pueden suprimir por completo sin que se presente una alternativa que genere el mismo o mayor ingreso monetario a la población.

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la principal participación fue la generación de empleos como jornales y que cualquier programa de eliminación de uno de estos sistemas productivos promovería el aumento del índice de desempleo de la zona y el país. Al igual que, son personas que llevan más de una y dos décadas en el desarrollo de estas actividades, por lo que se generaría un impacto social marcado, que al no presentar propuestas válidas, generaría el descontento y la negativa de la comunidad a cambiar sus costumbres.

Finalmente, se observó que tanto para la principal y segunda actividad económica, la principal fuente de financiación corresponde a créditos bancarios, más específicamente el Banco Agrario de Colombia como lo informaron verbalmente, por lo cual además de políticas de bajas tasas de interés y cómodas cuotas de pago de las obligaciones, es necesario que las entidades preste especial atención a los proyectos agropecuarios financiados en zonas protegidas.

Es importante que estas entidades no financien la afectación del medio ambiente y los recursos naturales, por lo cual se resalta la decisión tomada por el Banco Agrario, principal aliado del productor colombiano, al implementar nuevos controles para asegurar la no financiación de las actividades agropecuarias en zonas de parques naturales y protegidas, con la prohibición de otorgar recursos a actividades que implican la tala de bosques en cualquier lugar del territorio nacional (Banco Agrario de Colombia, 2021)

### **11.6. Caracterización regulatoria**

El Plan Básico de Ordenamiento Territorial (PBOT) es un instrumento administrativo de planificación municipal que permite ordenar el proceso de ocupación del suelo, mediante la

localización adecuada y racional de los asentamientos humanos, las actividades socioeconómicas y la preservación de los recursos naturales con el fin de mejorar la calidad de vida de la población.

De esta manera, hace parte de la información básica que debe tener cualquier productor agropecuario, especialmente de la zona de páramos, para conocer si los predios donde desarrolla sus actividades agropecuarias están permitidas o restringidas, pero lo que se evidenció fue que la mayoría (83.3%) de los productores desconocen este documento y los que tienen una ligera idea corresponde en su totalidad a personas que no son originarias de la zona.

Así mismo, otra de los requerimientos es el permiso de “concesión de aguas superficiales” que otorga el derecho al aprovechamiento de las aguas superficiales para distintos fines como son el riego, silvicultura, abastecimiento de abrevaderos, entre otros, el cual es concedido por la autoridad ambiental (CAR, s.f.). Como se mencionó, la zona de páramos es la principal fuente de producción del recurso hídrico, por lo que los productores de las diversas actividades agropecuarias deben tener este permiso concedido por la Corporación Autónoma Regional (CAR), bajo la supervisión de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA, s.f.).

A partir de esto, además de que la mayoría (75.6%) de los habitantes de la zona desconocen el permiso, se evidenció que, de aquellos que tienen una leve idea de la utilidad e importancia la mayor proporción corresponden a personas con preparación técnico-profesional y primaria, y también a aquellos que llevan más tiempo de residencia en la zona. Adicionalmente, la totalidad de los productores carecen del debido permiso, por lo cual se cuestiona la razón por la que la CAR no está ejerciendo medidas de prevención y control del recurso, especialmente por ser una zona de alto impacto ambiental.

Este permiso es esencial porque se parte de la oferta hídrica de la zona y la demanda por parte de los productores, de manera que se le otorga un volumen de agua determinado para el desarrollo de sus actividades sin comprometer la demanda requerida por otros habitantes de la zona y habitantes de la región aguas abajo.

Por esta razón, buscando el bien común, se han establecido diversas sanciones a quien atente o afecte el recurso hídrico u otro recurso ambiental (CAR, s.f.). Desde la ley 1.333 del 21 de julio del 2009 se estableció el procedimiento sancionatorio ambiental, el cual busca imponer y

ejecutar medidas preventivas y sancionatorias en el país a las personas o entidades que perjudiquen el medio ambiente. De igual forma el decreto 3678 de 2010 estableció los criterios para la imposición de estas sanciones y se definieron los tipos de sanciones que las autoridades podrán imponer a los infractores. (Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial, 2010).

Según sea la categoría y gravedad de esta, pueden ser (CAR, s.f.):

- Multas diarias hasta por cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.
- Cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio.
- Revocatoria o caducidad de licencia ambiental, autorización, concesión, permiso o registro.
- Demolición de obra a costa del infractor.
- Decomiso definitivo de especímenes, especies silvestres exóticas, productos y subproductos, elementos, medios o implementos utilizados para cometer la infracción. 6. Restitución de especímenes de especies de fauna y flora silvestres.
- Trabajo comunitario según condiciones establecidas por la autoridad ambiental.

A pesar de esto, se encontró que muy pocos de los habitantes conocen alguna de las sanciones, de los que los cuales, la mayor proporción fue para las personas de nacionalidad colombiana, perfil productor, personas más recientes en la zona y con mayor preparación académica.

### **11.7. Caracterización ambiental**

Al estudiar la percepción sobre el cambio de la oferta hídrica a través del tiempo fue concluyente que la gran mayoría considera que con el pasar del tiempo la disponibilidad de agua ha disminuido, especialmente por la ampliación de la frontera agrícola, asociada a procesos de talas, el establecimiento de grandes áreas para el cultivo de fresa, la captación de volúmenes cada vez mayores en los acueductos regionales y el efecto del cambio climático, todo esto, informado de manera verbal por los encuestados. Las personas que presentaron una mayor proporción en la percepción de la disminución de la oferta hídrica fue los productores, de preparación académica primaria y mayor tiempo de habitar la zona.

En cuanto a la noción que tienen los habitantes sobre la protección del medio ambiente realizada por las autoridades competentes, como la CAR y la Alcaldía, se concluyó que, la gran

mayoría perciben que estas entidades no ejercer un control significativo o que se realiza de manera esporádica, aunque para el productor se presentó una mayor proporción de que las acciones se realizan entre “algunas veces” y “siempre”, mientras que los jornaleros indicaron que por el contrario “algunas veces” y “nunca” se realizan.

Así mismo, la percepción de que las autoridades siempre protegen el medio ambiente estuvo más representada por las personas que cuentan con educación primaria, de mayor tiempo de habitar la zona y nacionalidad colombiana, en contraste con los que tienen educación secundaria y que son recientes en la vereda quienes perciben que nunca se realiza.

Ahora bien, al estudiar la percepción que se tiene sobre el cuidado del medio ambiente por los mismos habitantes de la zona, se encontraron resultados bastante similares, con la respuesta más marcada en que “algunas veces” se cuida el medio ambiente. Mientras que al consultar la percepción que tienen sobre sus propias acciones, se encontró que los habitantes tienen una percepción de que son principalmente beneficiosas para el medio ambiente o que son neutrales.

La percepción de hacer lo correcto se vio respaldada por la acción de reciclaje y recolección de agentes contaminantes, pero la posición de que sus acciones eran neutras se respaldó en que no saben que acciones realizan para la protección del medio ambiente. También es importante resaltar que, si bien el principal aporte para los habitantes de la zona es la producción de agua/oxígeno, para el perfil jornalero destacó como principal beneficio la generación de alimento, debido a que representa su principal fuente de empleo e ingreso económico.

Como se ha mencionado anteriormente, se hace necesario la capacitación y concientización de los habitantes de la zona, sobre las labores de protección y preservación del páramo, debido a que las consideraron que la ganadería y cultivos están permitidos en la zona, seguido de la respuesta “no sabe”; sin embargo, la ley 1450 de 2011 y 1753 de 2015, indican que no se podrán adelantar actividades agropecuarias ni de exploración o explotación de los recursos naturales no renovables (Gómez, Henao, & Rincón, 2017).

Por otra parte, es de resaltar que la gran mayoría de las personas reconocen varias actividades antrópicas prohibidas, de las que se destacan las quemadas y talas de los bosques, seguido de la respuesta “no sabe”, pero se presentó mayores opciones de respuesta como fue minería (**Figura 12**), botar basuras y cacería; esto, permite confirmar la necesidad de educar a las personas

sobre la conciencia ambiental, la preservación de los recursos naturales y reconocer la importancia de la zona del páramo para la vida del ser humano por su principal recurso: El Agua.

**Figura 12.** Zona minera para explotación de recebo.



**Fuente.** Foto tomada con Open Camera

## **12. CONCLUSIONES**

- Los estudios realizados previamente en la región no han surtido ningún efecto significativo en las iniciativas de conservación de la zona del páramo, dado que en general no se realizan buenas prácticas agrícolas,
- El sistema productivo de fresa es altamente demandante de agua en comparación con los sistemas productivos tradicionales, tal como lo demuestran los resultados, al consumir 152 veces el volumen que se emplea en el cultivo de papa y 65 veces más el volumen que se emplea en la ganadería.
- Se pudo determinar que en general hay un desconocimiento por parte de los habitantes de la zona del páramo sobre el marco regulatorio y ambiental que rige las actividades antrópicas de la zona, lo cual puede afectar el ecosistema del páramo.
- Se identificó que el factor económico es altamente determinante para los habitantes de la zona porque están estrechamente relacionada con las principales actividades agropecuarias del páramo, las cuales pueden afectar el medio ambiente, pero conllevan un beneficio social para la comunidad.

## **13. OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES**

Teniendo en cuenta los datos presentados a continuación se presentan las siguientes recomendaciones:

- Los cambios que se realicen en el desarrollo de las “actividades económicas” en la zona de paramo del Romeral afectaran de manera positiva o negativa aspectos sociales, económicos y ambientales, por lo cual se debe repensar la orientación que este tipo de actividades tienen en el sector en función del desarrollo y sostenibilidad del territorio.
- La definición y aplicación de los “Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos” con relación al uso del suelo y la protección de paramo son herramientas fundamentales para orientar el desarrollo del sistema. De manera secundaria se presenta las, “Actividades antrópicas en zona páramos”, la “Rotación de cultivo” y el “Uso de tractor en la preparación de suelos” como variables que impactan y su uso en mayor o menor medida regulan el estado del ecosistema y de las actividades productivas.

- La educación se presenta como una herramienta fundamental que a largo plazo puede transformar las prácticas económicas, de uso y protección de las fuentes hídricas de la zona, por lo que la apuesta a largo plazo debe centrarse en el fortalecimiento de esta.
- La mayoría de los productores y jornaleros son conscientes del cuidado del medio ambiente en la zona del páramo. Por ende, están dispuestos a contribuir con mano de obra para preservar el recurso hídrico. Se sugiere realizar programas de reforestación en la zona, donde involucren e incentiven a los productores y jornaleros a realizar estas actividades.
- Es débil la presencia de las instituciones de la CAR y UMATA en la zona de los páramos. Por lo que se recomienda, el debido acompañamiento a los productores desde la perspectiva de la transmisión del conocimiento con continuo seguimiento y orientación a las mejores prácticas y técnicas con el fin de optimizar los recursos naturales y beneficios económicos para los productores.
- Se propone realizar un estudio de caso, en el cual se determine la cantidad máxima permitida en hectáreas para los cultivos de fresa en la zona teniendo en cuenta la oferta hídrica del páramo y la demanda de agua de las otras actividades antrópicas del mismo.
- Los productores necesitan alternativas que sustituyan los cultivos tradicionales que afectan al medio ambiente, pero que solucionen sus necesidades económicas y les permita el desarrollo como comunidad de esta zona.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander von Humboldt, I. (2018). *Humboldt ORG*. Obtenido de <http://humboldt.org.co/>
- ANLA. (s.f.). *Concesión de Aguas Superficiales*. Obtenido de ANLA: <http://portal.anla.gov.co/concesion-aguas-superficiales>
- Aranguren T., D., Sanchez P., H., & Ramírez G., J. (2017). Sistema de información geográfico de alertas tempranas, para la identificación de áreas afectadas de páramos, caso de estudio páramo de almorzadero, Norte de Santander.
- Avellaneda, T., L. M., Torres, E., & León, S., T. E. (2014). Agricultura y vida en el páramo: una mirada desde la vereda El Bosque (Parque Nacional Natural de Los Nevados). *Cuadernos de desarrollo Rural*, 11(73), 105-128.
- Avila, M. (2016). Reconocimiento de la problemática del uso de plaguicidas en comunidades agrícolas de la región del sumapaz. 63.
- Banco Agrario de Colombia. (25 de 02 de 2021). *En línea con políticas de Gobierno Nacional*. Obtenido de <https://www.bancoagrario.gov.co/Noticias/Paginas/En-1%C3%ADnea-con-pol%C3%ADticas-del-Gobierno-Nacional,-el-Banco-Agrario-no-financia-proyectos-en-zonas-naturales-protegidas.aspx>
- Bernal, i. (2017). CONFLICTOS SOCIOAMBIENTALES EN EL PÁRAMO DE GUACHENEQUE Y ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN PARA EL ORDENAMIENTO AMBIENTAL REGIONAL. Colombia.
- Buytaert, W., Célleri, R., De Bièvre, B., Cisneros, F., Wyseure, G., Deckers, J., & Hofstede, R. (2006). Human impact on the hydrology of the Andean páramos. *Earth-Science Reviews*, 79, 53-72.
- CAR. (01 de 11 de 2013). *Estudio de caso- OPSOA-Vereda el Romeral - Soacha*. Recuperado el 17 de 02 de 2021, de <http://oaica.car.gov.co/vercaso.php?id=36>
- CAR. (2014). *Cartilla sobre la agenda interinstitucional para la implementación de una estrategia de desarrollo sostenible en la vereda El Romeral*.
- CAR. (s.f.). *CAR*. Obtenido de Concesión de Aguas Superficiales: <https://www.car.gov.co/vercontenido/1162>
- CEERCCO. (2015). *Estudios Técnicos, Económicos, Sociales, Ambientales, Complejo de páramos Cruz verde-Sumapaz. CEERCCO-Comisión Conjunta del Corredor de Ecosistemas Estratégicos de la Región Central de la Cordillera Oriental*. Bogotá D.C.
- Cruz, D., & Gómez, S. (2018). Evaluación de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del paramó de Chingaza, Estudio de caso municipio de Guasca Cundinamarca . *Universidad El Bosque* .

- Del Puerto Rodríguez, A. M., Suárez Tamayo, S., & Palacio Estrada, D. E. (2014). *Efectos de los plaguicidas sobre el ambiente y la salud*. Obtenido de Revista Cubana de Higiene y Epidemiología: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1561-30032014000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032014000300010)
- Díaz G., M., Navarrete G., J., & Suárez L., T. (2005). Páramos: Hirosistemas sensibles. *Revista de Ingeniería*(22), 64-75.
- Díaz, G. O., M. A., Navarrete, G., J. D., & Suárez, L., T. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. *Revista de Ingeniería*(22), 64-75.
- Empresas Públicas de Medellín, EPM. (Mayo de 2021). *Empresas Públicas de Medellín* .
- Estupiñan, L., Gómez, J., Barrantes, V., & Limas, F. (2009). Efecto de actividades agripecuarias en las características del suelo en el paramo el granizo, (Cundinamarca-Colombia). *Rev. U.D.C.A*, 12 (2): 79-89.
- FAO. (09 de 2016). *Asistencia Técnica y Extensión Rural participativa en America Latina. principales hallazgos de los estudios de casos en cuatro países* . Obtenido de <http://www.fao.org/3/i5977s/i5977s.pdf>
- FAO. (7 de 4 de 2021). *Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Garavito Rincón, L. N. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *IDEAM*.
- Garavito, R., L. N. (2011). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. *Ingeniare*(19), 127-136.
- García M., J., Montesinos, B., P., Rodríguez, D., J., Camacho, E., & Hess, T. (2012). Hacia la sostenibilidad del cultivo de la fresa: demanda real de riego y posibilidades de mejora.
- Gavilán, P., Ruiz, N., Bohórquez, J., Lozano, D., Miranda, L., Dominguez Morales, P., . . . Muriel, J. (2015). Ahorro de agua en el cultivo de la fresa sin comprometer la producción. Mejora de la eficiencia y productividad del agua de riego. *Vida rural*.
- Godet, M. (1993). *De la anticipación a la acción, manual de prospectiva estratégica*.
- Gómez, A., Henao, A., & Rincón, C. (2017). *La minería en páramos, humedales y reservas forestales*. Bogotá D.C.: Universidad del Rosario.
- Gúaqueta, V. (2013). Al Sol y al Agua. Incidencia del cambio climarico en las prácticas agrícolas y saberes locales de los fresicultores: Estudio de caso en la finca "El Rosal", vereda "Perico" - Sibate (Cundinamarca). *Pontificia Universidad Javeriana*.
- Haverkort, A. (1982). *Water Management in Potato Production (Technical Information Bulletin 15)*. Lima: International Potato Center (CIP).
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill Education.

- IDEAM. (s.f.). *Importancia de los plaguicidas*. Obtenido de IDEAM:  
[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002877/HTM/CAPITULO\\_1.HTM#:~:text=Los%20plaguicidas%20constituyen%20una%20herramienta,plagas%20\(ICA%2C%201.995\).](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002877/HTM/CAPITULO_1.HTM#:~:text=Los%20plaguicidas%20constituyen%20una%20herramienta,plagas%20(ICA%2C%201.995).)
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural. (2008). *ACUERDO 132 DE 2008*.
- Intagri. (2017). Técnica del Triple Lavado de Envases de Plaguicidas. *Artículos Técnicos de INTAGR*, Núm. 76. Obtenido de Intagri.
- Kirschbaum, D., Correa, M., Bórquez, A., Larson, K., & Dejong, T. (2004). Water Requirement and Water Use Efficiency of Fresh and Waiting- Bed Strawberry Plants. *Acta horticulturae*.
- Kiziloglu, F., Sahin, U., Tunc, T., & Diler, S. (2006). The effect of deficit irrigation on potato evapotranspiration and tuber yield under cool season and semiarid climatic conditions. *J. Agron.*, 284-288.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (1997). Memorias Seminario Internacional de Silvicultura Comunitaria. *Transferencia de tecnología Forestal y Agroforestal a través de las Unidades Municipales de Asistencia Técnica Agropecuaria - UMATA*.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2010). *Decreto 3678*. Obtenido de Minambiente:  
[https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec\\_3678\\_2010.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/decretos/2010/dec_3678_2010.pdf)
- Morales, B., J. A., & Estévez, V., J. V. (2006). El Páramo: ¿Ecosistema en Vía de Extinción? *Luna Azul*(22), 39-51.
- Onder, S., Caliskan, M., Onder, D., & Caliskan, S. (2005). Different irrigation methods and water stress effects on potato yield and yield components. *Agric. Water Manag.*, 73-78.
- Organizacion mundial de la salud. (2019). *Organizacion mundial de la salud*, 104.
- Ospina R., M. (2003). El páramo de Sumapaz un ecosistema estratégico para Bogotá.
- Paredes, P., D'Agostino, D., Assif, M., Todorovic, M., & Pereira, L. (2018). Assessing potato transpiration, yield and water productivity under various water regimes and planting dates using the FAO dual Kc approach. *Agric. Water Manag.*, 11-24.
- PLANEACIÓN, S. D. (s.f.). *POT El renacer de de Bogotá 2022-2035*. Obtenido de  
<http://www.sdp.gov.co/micrositios/pot/ques#:~:text=Importancia%20del%20POT,ejecuci%C3%B3n%20de%20proyectos%20e%20infraestructuras.>
- Rivera, D., & Rodríguez, C. (2011). *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia*. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Robineau, O., Chatelet, M., Soulard, C., Michel-Dounias, I., & Posner, J. (2014). Análisis de las prácticas productivas en el área circundante del páramo de Rabanal: aportes para la conservación de los recursos naturales y modalidades de aplicación de estas prácticas. 378-398.
- Rubio Torgler, F. (2008). Plan Nacional de Páramos y su implementación (Síntesis del documento final). *ResearchGate*, 77.
- Sánchez, P., D., & Ramírez, T., N. (2017). Diseño de un modelo de programación lineal para la planeación de producción en un cultivo de fresa, según factores costo/beneficio y capacidades productivas en un periodo temporal definido. *Ingenierías USBMed*, 8(1), 7-11.
- Soltys-Kalina, D., Plich, J., Strzelczyk, D., Sliwka, J., & Marczewski, W. (2016). The effect of drought stress on the leaf relative water content and tuber yield of a half-sib family of 'Katahdin'-derived potato cultivars. *Breed. Sci.*, 328-331.
- Strand, L. (2008). *Integrated Pest Management for Strawberries*. Oakland: UC ANR Publication.
- Trout, T., & Gartung, J. (2004). Irrigation Water Requirements of Strawberries. *Acta Horticulturae*.
- Vreugdenhil, D., Bradshaw, J., Gebhardt, C., Govers, F., Mackerron, D., Taylor, M., & Ross, H. (2001). *Potato Biology and Biotechnology: Advances and Perspectives*. Oxford: Elsevier.
- Ward, D., & Mckague, K. (2007). *WATER REQUIREMENTS OF LIVESTOCK*. Ontario: Ministry of Agriculture.
- Wolfe, R., Goodenough, R., Burke, J., & Wolfe, M. (1983). Response of protein and urea kinetics in burn patients to different levels of protein intake. *Ann. Surg.*, 163-171.
- Zambrano, M. (2020). *Blog Departamento de Derecho del Medio Ambiente*. Obtenido de <https://medioambiente.uexternado.edu.co/que-ha-pasado-con-los-programas-de-sustitucion-y-reconversion-de-las-actividades-de-exploracion-y-explotacion-minera-de-los-paramos/#:~:text=4%20del%20Art%C3%ADculo%201%20se%C3%B1ala,2002%2C%20se%20dictaron%20dispos>
- Zapata, P. (2020). *Estado actual de la delimitación de los páramos en Colombia, con mandato constitucional y su relación con la protección y conservación de estos ecosistemas estratégicos*. Bogotá.

## **ANEXO 1. ANÁLISIS ESTRUCTURAL MIC MAC**

El presente análisis se realiza con la finalidad de identificar las variables que caracterizan el comportamiento de la situación problema identificada en torno al uso del agua en los sistemas productivos ubicados en la zona de paramo del Romeral, entre los municipios de Sibaté y Soacha, con el objetivo de identificar aquellos factores que deben ser tenidos en cuenta para la definición de posibles alternativas que permitan la protección de las fuentes de agua y la sostenibilidad de los sistemas productivos que se identifican en la zona.

El análisis estructural se realiza a partir de las dinámicas identificadas en el territorio. Las diferentes fases del método son las siguientes: listado de variables, descripción de relaciones entre variables y la identificación de variables claves

### **Fase 1. Listado de variables**

El primer paso consiste en identificar las variables problema que caracterizan el sistema estudiado y su entorno.

Las variables incluidas en el análisis se identifican a partir de las encuestas realizadas a los habitantes (productores y jornaleros) de la zona de estudio, los cuales son representativas del sistema estudiado,

1. Edad (E)
2. Nivel Educativo (NE)
3. Actividad Económica (AE)
4. Fuentes hídricas (UASP)
5. Uso de tractor en la preparación de suelos (UTA)
6. Rotación de cultivos (RC)
7. Manejo de agroquímicos (MA)
8. Prácticas para la protección del medio ambiente (PPMA)
9. Actividades antrópicas en zona páramos (AAZP)
10. Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de páramos (LPP)

Producto de los pasos anteriores se obtiene una lista de variables la cual se encuentra clasificada por 4 aspectos:

- a. Ambiental: Fuentes hídricas, Practicas para la protección del medio ambiente, Actividades antrópicas en zona páramos.
- b. Económica: Actividad Económica
- c. Legal: Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos
- d. Social: Edad, Nivel educativo
- e. Técnica: Uso de tractor en la preparación de suelos, Rotación de cultivos, Manejo de agroquímicos

## **Fase 2. Descripción de relaciones entre variables**

Para explicar el sistema a analizar es importante identificar las relaciones de causalidad y consecuencia con relación a las variables que componen el sistema, mediante la aplicación de la Matriz de Vester, este instrumento permite calificar el grado de causalidad de cada variable con respecto a las demás; esta se califica mediante los siguientes valores:

- 0. No afecta o no es causa
- 1. Es causa directa
- 2. Es causa medianamente indirecta
- 3. Es causa indirecta
- P. Potencial influencia

## **Fase 3. Identificación de las variables clave**

**Tabla 6.** Características MID

<b>INDICATOR</b>	<b>VALUE</b>
Matrix size	10
Number of iterations	2
Number of zeros	45
Number of ones	14
Number of twos	9
Number of threes	25
Number of P	7
Total	55
Fillrate	55%

**Fuente.** Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

Las relaciones entre las variables permiten identificar el comportamiento de estas en un horizonte temporal a corto plazo y se obtienen a partir de los resultados arrojados por la Matriz

de influencia directa (MID), (Godet, 1993). En total para el análisis se identifican 10 relaciones directas de influencia entre las variables con relación al total de las relaciones que se dan al excluir las calificaciones con valor 0, tal como se evidencia en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

A partir de la identificación y calificación de variables claves a continuación se realiza el análisis del comportamiento de las variables según las condiciones de influencia y dependencia a corto plazo; permitiendo identificar las variables sobresalientes en ambos casos.

## Influencia

El primer componente para efectuar el análisis de las relaciones directas corresponde a las condiciones de influencia existente entre las variables que componen el sistema. En la **Tabla 7** se muestra el listado de variables de acuerdo con el grado de influencia que ejerce en el sistema, así mismo se resaltan las 5 variables con mayor influencia.

Como se observa en la **Tabla 7**, la variable “Fuentes hídricas” y “Prácticas para la protección del medio ambiente” presentan la mayor influencia en el sistema (21% cada una); en tercer lugar, se encuentra la variable “Actividad económica” (16%), en cuarto lugar, se encuentra las “Actividades antrópicas en zona de páramo” (14%) y por último por la variable “Manejo de agroquímicos” (11%). Teniendo en cuenta lo anterior, es importante indicar que cualquier modificación en estas variables tienen un mayor efecto en el estado del Páramo el romeral, ubicado entre los municipios de Sibaté y Soacha. Estas variables representan el 82% de influencia en el sistema por lo que son claves para entender el comportamiento de este.

**Tabla 7.** Indicador de influencia relaciones directas

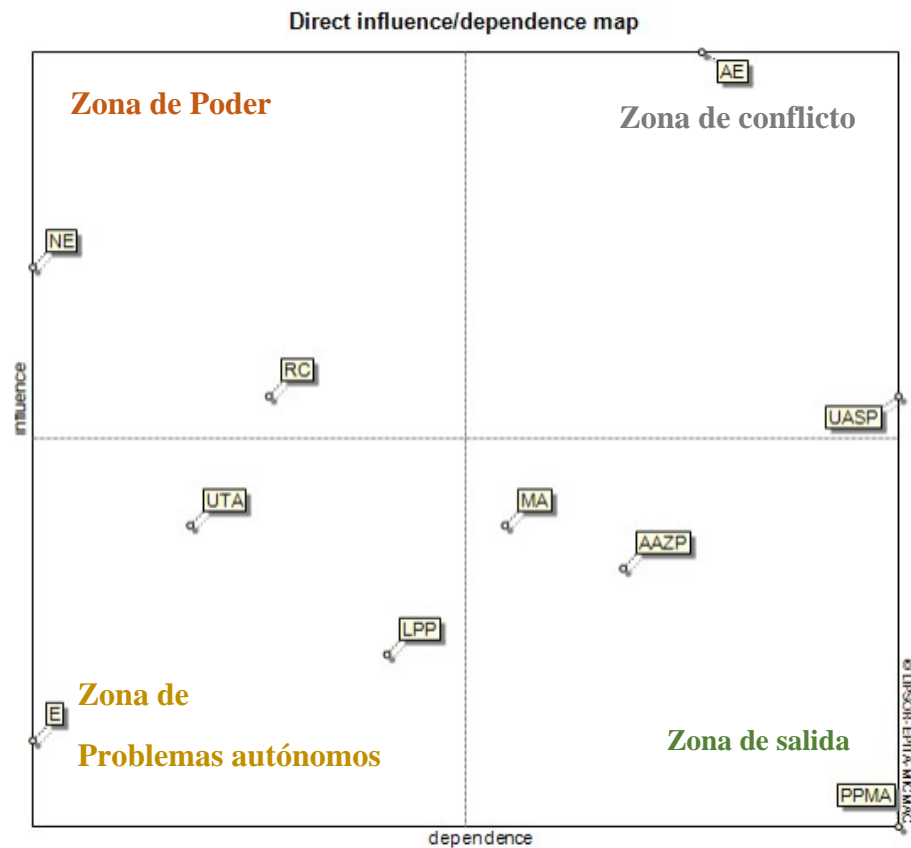
N°	Variable	Total number of rows	Total number of columns	Influence
1	Fuentes hídricas	13	22	21%
2	Prácticas para la protección del medio ambiente	3	22	21%
3	Actividad Económica	21	17	16%
4	Actividades antrópicas en zona páramos	9	15	14%
5	Manejo de agroquímicos	10	12	11%
6	Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de páramos	7	9	8%
7	Rotación de cultivos	13	6	6%

N°	Variable	Total number of rows	Total number of columns	Influence
8	Uso de tractor en la preparación de suelos	10	4	4%
9	Edad	5	0	0%
10	Nivel Educativo	16	0	0%
<b>Totals</b>		<b>107</b>	<b>107</b>	<b>100%</b>

Fuente. Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

A partir del análisis de relaciones directas se genera un plano (**Figura 13**) que permite observar la ubicación de las variables de acuerdo con su condición de influencia y dependencia

**Figura 13.** Mapa de dependencia/ Influencia directa



Fuente. Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

Este plano se divide en cuatro zonas que permitan la agrupación de las variables con características similares como se observa a continuación:

- **Zona de poder:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Nivel educativo” y “Rotación de cultivos”, son motrices, debido a que son muy influyentes y poco dependientes.
- **Zona de conflicto:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Actividad económica” “Fuentes hídricas”. Estas variables son muy influyentes y muy dependientes razón por la cual se consideran de naturaleza inestable, cualquier cambio en estas tendrá un efecto en el comportamiento de las variables del sistema.
- **Zona de salida:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Manejo de agroquímicos”, “Actividades antrópicas en zona páramos”, estas variables se denominan de resultado su dinámica responde a la variable conflicto. Estas variables son poco influyentes y muy dependientes.
- **Zona de problemas autónomos:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Uso de tractor en la preparación de suelos”, “Edad”. Estas se denominan excluidas ya que constituyen tendencias fuertes o factores autónomas

### Evaluación de las relaciones potenciales

Las relaciones potenciales permiten hacer un análisis de lo que se presume pasara en el futuro ya que estas integran relaciones que sucederán más adelante y que por lo tanto tendrá influencia en el sistema en el largo plazo (Godet, 1993). Este análisis se desarrolla a partir de la matriz de influencias directas (MID), esta muestra las relaciones de las variables en un horizonte de largo plazo

**Tabla 8.** Características de la MIDP

INDICATOR	VALUE
Matrix size	10
Number of iterations	2
Number of zeros	45
Number of ones	14
Number of twos	9
Number of threes	32
Number of P	0
Total	55
Fillrate	55%

**Fuente.** Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

### Influencia

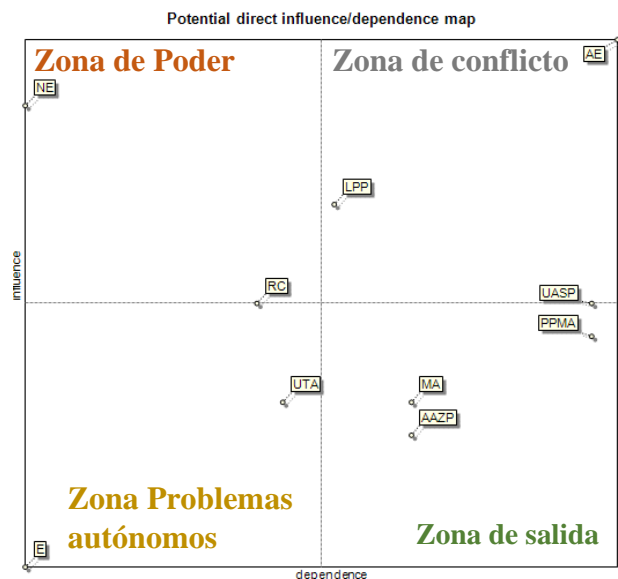
**Tabla 9** Indicador de influencia, relaciones potenciales

N°	Variable	Total number of rows	Total number of columns	Influence
1	Actividad Económica	21	23	21%
2	Fuentes hidricas	13	22	21%
3	Practicas para la protección del medio ambiente	12	22	21%
4	Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos	16	22	21%
5	Manejo de agroquímicos	10	15	14%
6	Actividades antrópicas en zona páramos	9	15	14%
7	Uso de tractor en la preparación de suelos	10	10	9%
8	Rotación de cultivos	13	9	8%
9	Edad	5	0	0%
10	Nivel Educativo	19	0	0%
<b>Totals</b>		<b>107</b>	<b>107</b>	<b>100%</b>

**Fuente.** Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

El primer paso para el análisis de las relaciones directas potenciales corresponde a las condiciones de influencia existentes entre las variables que representan el sistema del páramo el Romeral ubicado entre el municipio de Sibaté y Soacha a largo plazo. En la **Tabla 9** se muestra el listado de variables, dispuestas de acuerdo con la influencia que cada una ejerce. en esta tabla, se resaltan las cinco variables con mayor influencia.

**Figura 14** Grafico Influencia directa



**Fuente.** Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

Al observar la **Tabla 9** y al comparar los resultados obtenidos con los resultados influencia obtenidos en el corto plazo, se puede concluir que las variables: Actividades económicas, Fuentes hídricas, Practicas para la protección del medio ambiente y Manejo de agroquímicos se mantienen entre las variables con mayor influencia. La única variable adicional en el análisis es Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos con 21% de influencia en el sistema.

A partir del análisis se genera un gráfico en el que se refleja las variables potenciales con influencia directa que afectan el sistema, ubicadas de acuerdo con su grado de influencia y dependencia

A partir del análisis de relaciones directas potenciales se genera un plano que permite identificar las variables de acuerdo con sus condiciones de influencia y dependencia. Este plano se divide en cuatro zonas que permiten agrupar las variables con características similares, como se observa a continuación:

- **Zona de poder:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Nivel educativo”, son motrices, debido a que son muy influyentes y poco dependientes.
- **Zona de conflicto:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Actividad económica” “Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos”. Estas variables son muy influyentes y muy dependientes razón por la cual se consideran de naturaleza inestable, cualquier cambio en estas tendrá un efecto en el comportamiento de las variables del sistema.
- **Zona de salida:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Manejo de agroquímicos”, “Actividades antrópicas en zona páramos”, “Fuentes hídricas”, Practicas para la protección del medio ambiente” estas variables se denominan de resultado su dinámica responde a la variable conflicto. Estas variables son poco influyentes y muy dependientes.
- **Zona de problemas autónomos:** Las variables ubicadas en esta zona son: “Uso de tractor en la preparación de suelos”, “Rotación de cultivos” y “Edad”. Estas se denominan excluidas ya que constituyen tendencias fuertes o factores autónomas.

Los desplazamientos más significativos corresponden a las siguientes variables:

- “Fuentes hídricas” pasa de la zona de variables de conflicto a la zona de variables de salida.
- “Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de paramos” pasa de la zona de variables de poder a la zona de variables de conflicto.

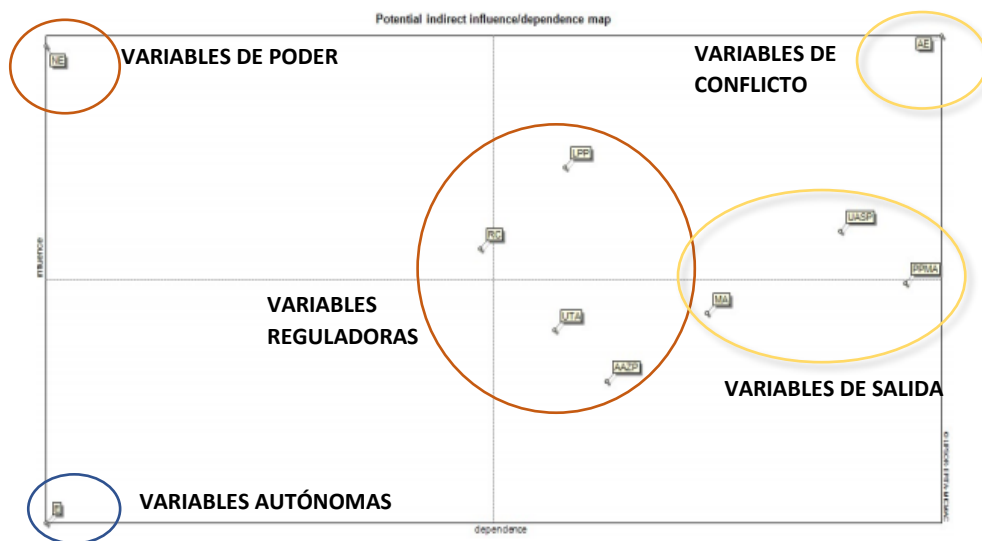
### Identificación de variables claves

En esta etapa se identifican aquellas variables estratégicas, las cuales presentan la mayor influencia y dependencia en el Sistema, permitiendo que cualquier acción sobre las mismas genere un efecto en las variables que describen la totalidad del sistema.

### Plano de influencias/dependencias indirectas potenciales

La metodología clasifica las variables en varios tipos, de acuerdo con sus condiciones de influencia y dependencia. En la **Figura 15** se pueden observar las 11 variables que describen el contexto del paramos el romeral y los sistemas productivos que se desarrollan en la zona.

**Figura 15.** Gráfico de influencia potencial indirecta.



Fuente. Elaboración LIPSOR-EPITA-MICMAC

### Variables de poder

Las variables de poder se caracterizan por su motricidad debido a la alta influencia y baja dependencia que ejerce sobre el sistema, se convierte en motores o frenos de este, determinan su funcionamiento. Se consideran variables de poder el “Nivel educativo”.

### **Variables reguladoras**

Las variables reguladoras se sitúan en la zona central del plano y permiten la evolución de las variables estratégicas para dar cumplimiento a los objetivos del sistema, En esta zona se encuentran las variables “Rotación de cultivo” “Uso de tractor en la preparación de suelos”, “Lineamientos de política pública y normatividad para la protección de páramos”, “Actividades antrópicas en zona páramos”.

### **Variables de conflicto**

Estas variables se consideran de naturaleza inestable debido a que se caracterizan porque poseen una alta influencia y dependencia, por lo que cualquier acción sobre estas genera un efecto que repercutirá sobre ellas mismas y las demás. Dentro de las variables conflicto se encuentran: “Actividades económicas”,

### **Variables de salida**

Estas variables se caracterizan por tener una baja influencia y una alta dependencia por lo que en ellas se refleja el resultado de la evolución del sistema. Estas variables son. “Fuentes hídricas”, “Prácticas para la protección del medio ambiente”; “Manejo de agroquímicos”

### **Variables autónomas**

Estas variables se caracterizan por su baja influencia y dependencia, estas son excluidas del análisis ya que no impactan en un futuro el comportamiento de este. En este grupo se encuentra la variable “edad”.