



**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA PAPA Y GANADERO EN LA ZONA DE
AMORTIGUACIÓN DEL PÁRAMO DE CHINGAZA, ESTUDIO DE CASO
MUNICIPIO DE GUASCA, CUNDINAMARCA**

**David Esteban Cruz Amézquita
Silvia Alejandra Gómez Quintero**

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental
Bogotá D.C.
2018

**EVALUACIÓN DE LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS
PRODUCTIVOS DE LA PAPA Y GANADERO EN LA ZONA DE
AMORTIGUACIÓN DEL PÁRAMO DE CHINGAZA, ESTUDIO DE CASO
MUNICIPIO DE GUASCA, CUNDINAMARCA**

**David Esteban Cruz Amézquita
Silvia Alejandra Gómez Quintero**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:
Ingeniero Ambiental

Línea de investigación:
Gestión para el desarrollo urbano y rural y mejoramiento de la calidad de vida

Director:
Alfonso Avellaneda Cusarí

Universidad El Bosque
Facultad de Ingeniería
Programa Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C.
2018

Nota de Salvedad de Responsabilidad Institucional

La Universidad El Bosque, no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velara por el rigor científico, metodológico y ético del mismo en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia.

(Dedicatoria)

Principalmente a Dios, que guía nuestro camino, a nuestros padres, que con su amor incondicional nos han enseñado a ser disciplinados y no desfallecer ante nada para alcanzar cualquier cosa que nos propongamos. A todos nuestros amigos y profesores que nos brindaron herramientas para ayudarnos a crecer como personas.

Agradecimientos

En primer lugar, agradecemos al profesor Alfonso Avellaneda, director del proyecto y al profesor Hommy Copete, a quienes respetamos y admiramos profundamente. Que, con su constante dedicación, apoyo y aporte de sus conocimientos y experiencia, nos guiaron a lo largo del desarrollo de este importante proceso. A nuestros padres que siempre nos apoyaron durante esta etapa y nos orientaron para lograr cumplir este objetivo.

Tabla de Contenido

1	Resumen.....	1
2	Abstract	1
3	Introducción.....	2
4	Antecedentes	3
5	Planteamiento del problema.....	4
6	Justificación	5
6.1	<i>Desde lo Económico</i>	<i>5</i>
6.2	<i>Desde lo Ecológico.....</i>	<i>5</i>
6.3	<i>Desde lo Social</i>	<i>5</i>
6.4	<i>Desde lo Cultural</i>	<i>5</i>
6.5	<i>Desde lo Tecnológico</i>	<i>5</i>
7	Objetivos.....	6
7.1	<i>Objetivo General.....</i>	<i>6</i>
7.2	<i>Objetivos Específicos.....</i>	<i>6</i>
8	Marco Referencial	6
8.1	<i>Estado del arte</i>	<i>6</i>
8.1.1	<i>A nivel local</i>	<i>6</i>
8.1.2	<i>A nivel regional</i>	<i>8</i>
8.1.3	<i>A nivel global</i>	<i>9</i>
8.2	<i>Marco teórico conceptual.....</i>	<i>9</i>
8.3	<i>Marco geográfico.....</i>	<i>11</i>
8.3.1	<i>Topografía</i>	<i>14</i>
8.3.2	<i>Clima</i>	<i>15</i>
8.3.3	<i>Geología, geomorfología y suelos</i>	<i>16</i>
8.3.4	<i>Hidrología</i>	<i>16</i>
8.3.5	<i>Ecosistemas y biodiversidad</i>	<i>16</i>
8.3.6	<i>Conflicto de uso de suelos</i>	<i>17</i>
8.3.7	<i>Aspecto social</i>	<i>17</i>
8.3.8	<i>Aspecto económico.....</i>	<i>18</i>
8.4	<i>Marco legal</i>	<i>19</i>
9	Metodología.....	20
9.1	<i>Diseño metodológico y enfoque de la investigación</i>	<i>20</i>

9.2	<i>Metodología de investigación</i>	20
9.3	<i>Unidad de análisis</i>	21
9.4	<i>Informantes</i>	21
9.5	<i>Matriz metodológica</i>	25
9.6	<i>Fuentes de información utilizadas en el desarrollo del trabajo</i>	27
9.7	<i>Variables generales de la metodología de investigación</i>	27
9.8	<i>Metodología por objetivos específicos</i>	28
9.8.1	<i>Objetivo específico 1</i>	29
9.8.2	<i>Objetivo específico 2</i>	30
9.8.3	<i>Objetivo específico 3</i>	35
9.8.3.1	<i>Evaluación dimensión ecológica</i>	36
9.8.3.2	<i>Evaluación dimensión social</i>	37
9.8.3.3	<i>Evaluación dimensión económica</i>	38
9.8.3.4	<i>Calificación de las dimensiones social, económica y ecológica.</i>	39
9.8.3.5	<i>Evaluación dimensión tecnológica</i>	39
9.8.3.6	<i>Evaluación dimensión cultural</i>	39
9.8.3.7	<i>Corrección y ponderación de los datos obtenidos</i>	40
9.8.4	<i>Objetivo específico 4</i>	40
10	Resultados, análisis y discusión del trabajo de investigación por objetivos.	41
10.1	<i>Objetivo específico 1: Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.</i>	41
10.1.1	<i>Diagnóstico desde lo económico</i>	41
10.1.1.1	<i>Representatividad de los sistemas productivos de la papa y ganadero a nivel nacional departamental y municipal</i>	42
10.1.1.1.1	<i>Producción de papa en el municipio de Guasca</i>	42
10.1.1.1.1.1	<i>Descripción del sistema productivo de la papa en el municipio</i>	42
10.1.1.1.2	<i>Producción ganadera en el municipio de Guasca</i>	44
10.1.1.1.2.1	<i>Descripción del sistema productivo ganadero en el municipio.</i>	45
10.1.2	<i>Diagnóstico desde lo social</i>	46
10.1.3	<i>Diagnóstico desde lo ecológico</i>	47
10.1.4	<i>Diagnóstico desde lo cultural</i>	49
10.1.5	<i>Diagnóstico desde lo tecnológico</i>	49

10.2	Objetivo específico 2: Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de la papa en el municipio de Lenguazaque (2017).	51
10.2.1	Sistema productivo de la papa.....	51
10.2.2	Sistema productivo ganadero	51
10.2.3	Indicadores generalizados para ambos sistemas productivos	52
10.3	Objetivo específico 3: Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.	53
10.3.1	Evaluación de los indicadores del sistema productivo ganadero	55
10.3.2	Evaluación de los indicadores del sistema productivo de la papa	56
10.3.3	Evaluación de los indicadores a nivel general (para ambos sistemas productivos).....	57
10.4	Objetivo específico 4: Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.	57
10.4.1	Sistema productivo ganadero.....	57
10.4.2	Sistema productivo de la papa.....	62
11	Conclusiones.....	64
11.1	Conclusiones por objetivos específicos	64
11.1.1	Objetivo específico 1: Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.	64
11.1.2	Objetivo específico 2: Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de la papa en el municipio de Lenguazaque (2017).....	65
11.1.3	Objetivo específico 3: Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.	65
11.1.4	Objetivo específico 4: Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.	66
11.2	Conclusiones generales	66
12	Recomendaciones.....	67
13	Bibliografía.....	67
14	Anexos.....	73
14.1	Anexo 1: Formato de la entrevista semi-estructurada aplicada a los agricultores.	73
14.2	Anexo 2: Formato de la entrevista semi-estructurada aplicada a los ganaderos.	76
14.3	Anexo 3: Fotografías de la visita de campo para aplicar entrevistas.	79

Listado de Figuras

Figura 1. Mapa veredal del municipio de Guasca.....	12
Figura 2. Mapa de la zona de influencia geográfica del Parque Nacional Natural Chingaza.....	13
Figura 3. Mapa del área de estudio.	14
Figura 4. Diagramas ombrotérmicos del PNN Chingaza.....	15
Figura 5. Enfoque del proyecto de investigación.....	21
Figura 6. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2005-2009 (derecha) y mapa del área de estudio (izquierda).....	22
Figura 7. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2010-2012 (derecha) y mapa del área de estudio (izquierda).....	23
Figura 8. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2010-2012 (izquierda) y 2005-2009 (derecha).....	23
Figura 9. Leyenda de los mapas de cambio de cobertura de suelos, 2010-2012 (izquierda), 2005-2009 (derecha).....	24
Figura 10. Inventario bovino para el municipio de Guasca.	24
Figura 11. Metodología del objetivo específico 1.....	29
Figura 12. Metodología del objetivo específico 2.....	30
Figura 13. Mapa de las fincas agrícolas visitadas en el área de estudio.	31
Figura 14. Mapa de las fincas ganaderas visitadas en el área de estudio.....	32
Figura 15. Metodología del objetivo específico 3.....	35
Figura 16. Metodología del objetivo específico 4.....	41
Figura 17. Descripción de la ganadería convencional campesina.	46
Figura 18. Mapa hidrográfico de la zona de estudio.....	48
Figura 19. Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua. (Condiciones hidrológicas de año medio) 2002.	49

Listado de Tablas

Tabla 1. Tabla descriptiva de la población del municipio de Guasca y su distribución.	18
Tabla 2. Coberturas de la tierra por complejos de páramos en hectáreas.	18
Tabla 3. Normatividad más relevante para el proyecto de investigación.	19
Tabla 4. Matriz metodológica de investigación.	25
Tabla 5. Variables propuestas para la metodología de investigación.	27
Tabla 6. Coordenadas y vereda a la que pertenecen las fincas visitadas.	31
Tabla 7. Información de indicadores de la dimensión ecológica.	36
Tabla 8. Información de indicadores de la dimensión social.	37
Tabla 9. Calificación de sustentabilidad para la variable de nivel socioeconómico según rangos de pobreza monetaria para el municipio.	38
Tabla 10. Información de indicadores de la dimensión económica.	38
Tabla 11. Resumen de indicadores y su relación con los grados de sustentabilidad definidos.	39
Tabla 12. Cantidad de fincas, unidades productoras de papa, productores y área total de papa a nivel veredal del municipio de Guasca.	42
Tabla 13. Inventario bovino del municipio de Guasca.	44
Tabla 14. Sistema de explotación bovina en Guasca.	45
Tabla 15. Total de bovinos y fincas con bovinos en el municipio de Guasca.	45
Tabla 16. Tamaño y caracterización de los predios en el municipio de Guasca.....	46
Tabla 17. Resultados de la evaluación de sustentabilidad para el sistema productivo ganadero.	54

Tabla 18. Resultados de la evaluación de sustentabilidad para el sistema productivo de la papa.	54
Tabla 19. Características de las razas de ganado bovino.	58
Tabla 20. Límites de la ganadería ecológica.	59
Tabla 21. Diferencias entre abono orgánico y químico convencional.	59
Tabla 22. Abonos orgánicos permitidos en la agricultura ecológica.	60
Tabla 23. Comportamiento de novillos de engorda en un sistema de producción animal orgánico o convencional.	61
Tabla 24. Estructura para la sustentabilidad del sistema productivo de la papa.	62

Listado de Ecuaciones

Ecuación 1. Conversión de cargas a Tn/Ha.	36
Ecuación 2. Ponderación de valores obtenidos.	40

1 Resumen

El presente trabajo sobre la sustentabilidad de los sistemas productivos de papa y ganadero, se realizó en la zona de amortiguación del Páramo Chingaza, específicamente en el área abarcada por el municipio de Guasca, Cundinamarca. La evaluación se realizó siguiendo la metodología propuesta por Glaría (2013) en su trabajo titulado “Evaluación Exploratoria de Sustentabilidad de tres socio-ecosistemas en el Matorral y Bosque Esclerófilo de Chile Central”, en donde se hace uso de indicadores ecológicos, sociales y económicos. Además, se propusieron indicadores tecnológicos y culturales con el fin de abarcar las dimensiones que engloba el término sustentabilidad y de esta forma lograr una evaluación más minuciosa en la zona de estudio. Al realizar las entrevistas en las diferentes veredas seleccionadas, se obtuvo como resultado que existen variables limitantes como el grado de naturalidad del ecosistema, el nivel de tecnificación de las fincas, el traspaso generacional y el empleo de alternativas de PML debido a razones como el cambio de las coberturas naturales de la zona y la introducción de especies vegetales invasoras, la migración a las ciudades por parte de los productores y el desinterés por seguir estas prácticas productivas. A partir de la evaluación se propuso una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en donde se tuvieron en cuenta aquellos puntos críticos y otros por mejorar. A manera de conclusión se menciona que la aplicación de esta metodología de evaluación de la sustentabilidad es limitada en cuanto a la cantidad de variables analizadas pero que se vuelve relevante para la toma de decisiones en cuanto a la protección de estas zonas de gran importancia ecosistémica como es la zona de amortiguación del Páramo Chingaza.

Palabras clave: zona de amortiguación, páramo, papa, ganadería, sustentabilidad.

2 Abstract

The present work about the sustainability of the potatoes and livestock productive systems, was carried out in the Chingaza's Paramo buffer zone, specifically in the area covered by the municipality of Guasca, Cundinamarca. The evaluation was carried out following the methodology proposed by Glaría (2013) in its work entitled "Exploratory Sustainability Assessment of three socio-ecosystems in the Scrubland and Sclerophyllous Forest of Central Chile", where ecological, social and economic indicators are used. In addition, technological and cultural indicators were proposed in order to encompass the dimensions englobed by the term sustainability and thus achieve a more detailed evaluation in the study area. When carrying out the surveys in the different selected villages, it was obtained that there are limiting variables such as the ecosystem's naturalness degree, the level of technification in the farms, the generational transfer and the use of cleaner production alternatives due to reasons such as the natural coverage change in the area and the introduction of invasive forest species, the migration to the cities by the producers and the disinterest in following these productive practices. Based on the evaluation, a structure was proposed for the potato and livestock productive system sustainability, where critical points and others to be improved were taken into account. As a conclusion, it is mentioned that the application of this methodology for evaluating sustainability is limited in terms of the number of variables analyzed but that it becomes relevant for decision-making process regarding the protection of these areas of great ecosystemic importance such as It is the buffer zone of Chingaza's Paramo.

Key words: buffer zone, paramo, potato, livestock, sustainability.

3 Introducción

La presente investigación tiene el propósito de resaltar la importancia que tiene el desarrollo rural sustentable mediante la aplicación de una solución generada desde la ingeniería ambiental enmarcada dentro de la línea de investigación “gestión para el desarrollo urbano y rural y mejoramiento de la calidad de vida”.

Hay un imperativo en nuestros días de impulsar el desarrollo sostenible. Una visión para lo que esto significa está descrita en la nueva agenda para el desarrollo sostenible, que apunta a acabar con la pobreza, promover la prosperidad y el bienestar de todas las personas, además de proteger el medio ambiente para 2030 (PNUD, 2016). Para lograr impulsar el desarrollo sostenible se plantearon los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, que son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad (PNUD, s.f). Dentro de estos ODS, se encuentran en particular el 1 (Fin de la pobreza), el cual se aplica dentro del marco de la sustentabilidad en los sistemas productivos como una herramienta para mejorar la productividad, 2 (Cero hambre), que de la mano del anterior promueve el aumento en la calidad y cantidad producida de alimentos, 12 (Producción y consumo responsables), que promueve una labor agrícola y ganadera responsables con el ambiente y la sociedad civil y 15 (Vida de ecosistemas terrestres), que hace referencia a la protección de los ecosistemas y la vida que hay en ellos tal como lo es el Páramo de Chingaza.

El páramo brinda importantes servicios ambientales, sin embargo, las actividades antrópicas que el hombre ha venido desarrollando en este lugar están deteriorando el ecosistema y alterando los procesos ambientales que ahí ocurren. El Páramo de Guasca (Sección del Páramo de Chingaza perteneciente al municipio de Guasca), al igual que el resto de los páramos en el mundo, no sólo es un regulador hídrico, sino que también retiene carbono en su suelo. En la actualidad este lugar se ha convertido en un conjunto de parcelas de propiedad privada en donde una de las principales actividades es el cultivo de papa. Pese a que este tipo de actividades está prohibido por el decreto 1729 de 2002 de la legislación colombiana según la cual, “Las zonas de páramos, sub-páramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial.” (Art. 1. Núm. 4.), la población continúa realizándolas como modo de subsistencia (Nassar, 2012).

Este tipo de labores se caracterizan por componerse de variables que determinan su viabilidad, productividad y el impacto positivo o negativo que pueden llegar a generar en el ambiente y en la sociedad civil, por ende, es pertinente preguntarse ¿Cuáles son las variables que caracterizarían sistemas productivos sustentables en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca?

El presente trabajo pretende evidenciar la importancia de desarrollar sistemas productivos sustentables en las zonas de amortiguación de áreas naturales como lo es el caso del páramo y porqué su cuidado y conservación debe ser una prioridad para la sociedad.

4 Antecedentes

Este trabajo de investigación surge como respuesta a la profundización de la investigación de la línea gestión para el desarrollo urbano y rural y mejoramiento de la calidad de vida en la temática de estudios socio ecológicos en el sector rural de alta montaña, donde ya se han realizado estudios como el de la evaluación de sostenibilidad ambiental del sistema productivo de la papa en el municipio de Lenguaque, y está enmarcado dentro de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible) y en el desarrollo del convenio existente entre la Universidad El Bosque y la empresa Syngenta, en el que un grupo de estudiantes participa en el programa PAS (Pequeños Agricultores Syngenta), el cual consiste en capacitar a pequeños agricultores en las 5 reglas de oro, que consisten en medidas para el manejo y uso seguro de productos para la protección de cultivos.

Para abordar la temática del trabajo de investigación, es pertinente considerar algunos conceptos basados en antecedentes históricos del mismo, uno de ellos es la Revolución Verde, la cual tuvo dos momentos: la primera Revolución Verde tenía como principal soporte la selección genética de nuevas variedades de cultivo de alto rendimiento, asociada a la explotación intensiva permitida por el riego y el uso masivo de fertilizantes químicos, pesticidas, herbicidas, tractores y otra maquinaria pesada. La nueva Revolución Verde tiene como principal aspecto la creación de organismos genéticamente modificados (OGM) mejor conocidos como transgénicos. Éstos son organismos creados en laboratorio con ciertas técnicas que consisten en la transferencia, de un organismo a otro, de un gen responsable de una determinada característica, manipulando su estructura natural y modificando así su genoma (Ceccon, 2008). La utilización de este tipo de técnicas en los países desarrollados tuvo un significativo incremento de los rendimientos e ingresos de los agricultores, pero en otros contextos socioeconómicos la Revolución Verde desató un sin número de prácticas agrícolas de alto impacto ambiental, algunos de los impactos al medio ambiente han sido, la erosión del suelo, contaminación por plaguicidas y fertilizantes, la pérdida de biodiversidad genética, agotamiento de acuíferos, entre otros (FAO, 1996).

Estos impactos antes mencionados junto con los que causan la práctica de la ganadería en suelos con vocaciones diferentes cobran más importancia si se trasladan a ecosistemas estratégicos como lo son el Páramo de Chingaza en su zona de amortiguación, el cual, según Nassar (2012), en la actualidad se ha convertido en un conjunto de parcelas de propiedad privada en donde una de las principales actividades es el cultivo de papa y la ganadería. Esto nos lleva a involucrar el término de la sustentabilidad ambiental en los sistemas productivos agrícola y ganadero, el cual en los últimos años ha pasado de ser una opción a un requerimiento debido a la necesidad de satisfacción de la demanda de alimentos para una población en constante crecimiento, y de lograr un desarrollo cada vez más sustentable a causa del evidente agotamiento de los recursos naturales presentado en los últimos años.

5 Planteamiento del problema

Los páramos son considerados ecosistemas estratégicos, por su alto potencial de almacenamiento y regulación hídrica. En ellos, se genera y nace gran parte de las fuentes de agua que comprende la compleja red hidrológica de una región; prestan servicios ambientales muy importantes para las comunidades rurales y urbanas (Estupiñán, Gómez, Barrantes, & Limas, 2009). El Parque Nacional Natural Chingaza (PNN Chingaza) forma parte de las reservas más importantes de la Provincia Andina, con uno de los ecosistemas únicos en el norte de los Andes tropicales: el páramo. Esta característica climática, sumada a los gradientes altitudinales y otros rasgos de la región, dan cabida a la existencia de grandes contrastes ecológicos reflejados no sólo en la presencia del páramo, sino de otros tres importantes ecosistemas boscosos: el bosque tropical, el bosque subandino y el bosque andino, además, el páramo es el ecosistema de mayor extensión dentro del Parque y éste es sumamente importante para el abastecimiento de agua de la ciudad de Bogotá (Vargas & Pedraza, 2003).

Estupiñán, Gómez, Barrantes, & Limas (2009) consideran que los cultivos en el páramo causan el mayor impacto en el suelo, que se da desde la preparación del terreno; se elimina toda la vegetación y se voltean el suelo, éste se seca superficialmente y los nutrientes se liberan, además, los cultivos no pueden proteger al suelo de la erosión hídrica y eólica como lo hace la vegetación nativa del páramo. Por su parte, la cría de ganado, específicamente vacuno, ha dejado una devastadora y aún no calculada pérdida de las condiciones de páramo, reflejado, especialmente, en la capacidad de retención de agua en el suelo que se ve afectada por el pisoteo constante del ganado, compactándolo y quitándole espacio poroso para acumular el agua.

Se identificaron cinco causas enmarcadas dentro de los aspectos social, económico, ecológico, tecnológico y cultural siendo estas las siguientes: 1) poco personal capacitado en evaluaciones de sustentabilidad ambiental de sistemas productivos, lo que provoca que haya 2) falta de validez de metodologías para la evaluación de la sustentabilidad ambiental de sistemas productivos, además, se considera la posibilidad de que exista 3) carencia de sentido de pertenencia ambiental por parte del estado y los agricultores con el municipio de Guasca, Cundinamarca y el Páramo de Chingaza, lo que genera 4) desinterés sobre realizar estudios de sustentabilidad ambiental relacionados con los sistemas productivos de la papa y ganadero, en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza, además, se evidencia 5) deficiencia en la inversión para el desarrollo de proyectos de índole ambiental por parte de entidades gubernamentales y del municipio.

La problemática central identificada es la deficiencia de estudios de evaluación de sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca. Esto genera por lo menos los siguientes efectos ambientales: 1) un inadecuado aprovechamiento y uso de los recursos naturales e insumos necesarios para el cultivo y la labor ganadera, que a su vez provoca 2) un deterioro de la calidad de los recursos agua y suelo que posteriormente conlleva a 3) generar afectaciones a la salud de los trabajadores y consumidores, otros efectos que se pueden generar de la inexistencia de este tipo de estudios de sustentabilidad son la 4) afectación a ecosistemas de alta importancia como lo es el Páramo de Chingaza en su zona de amortiguación, además, la falta de estos estudios puede 5) disminuir la posibilidad de acceder a nuevos mercados al no contar con sistemas productivos sustentables ambientalmente, 6) bajar la productividad y 7) generar un alza en los costos de producción.

6 Justificación

La zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca se caracteriza por la presencia de sistemas productivos agrícolas como el de papa, fresa, zanahoria, entre otros, siendo uno de los más representativos el de la papa, y ganadero especialmente para la producción de leche, por ende, es importante evaluarlos para poder orientarlos hacia la sustentabilidad y con ello controlar y disminuir las posibles presiones e impactos que estén generando sobre esta área. Debido a que este trabajo evalúa la sustentabilidad de dos sistemas productivos, va a tener un impacto no solo en el aspecto ecológico, económico y social, sino también en el ámbito cultural y tecnológico de la zona de estudio.

6.1 Desde lo Económico

Las dinámicas de las poblaciones locales no dan espera a que se desarrollen propuestas económicas diferentes debido a que estos procesos llegan a ser largos y complejos. Por este motivo el trabajo propuesto brinda un modelo alternativo que puede ayudar a garantizar la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero, sin dejar a un lado los intereses económicos de las poblaciones circundantes y por consiguiente generar propuestas por parte de las instituciones para el desarrollo de nuevos programas en los planes de desarrollo de los municipios con el objetivo de propiciar un manejo sustentable de los sistemas productivos.

6.2 Desde lo Ecológico

El territorio comprendido por el Páramo Chingaza enfrenta diversas amenazas determinadas por las formas de ocupación y los modelos de producción, que generan perturbaciones sobre el área protegida. Por lo tanto, este trabajo aporta una estructura para la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del páramo y con esto se puede contribuir en la armonización del territorio en cuanto a su ocupación y transformación, y de esta manera promover modelos sustentables de uso.

6.3 Desde lo Social

La metodología de evaluación por medio de indicadores que propone este trabajo permite hacer estudios de sustentabilidad ambiental de diferentes áreas productivas, y ayuda a entender cómo funciona el Páramo de Chingaza y su relación con la zona de amortiguación, haciendo un énfasis en los posibles conflictos de conservación y transformación del territorio para la satisfacción de necesidades básicas de las poblaciones ubicadas dentro del área protegida y la zona de amortiguación.

6.4 Desde lo Cultural

Este trabajo puede ser usado como base en otras investigaciones centradas en regiones que quieran promover la sustentabilidad ambiental y presenten factores ligados a aspectos socioculturales como el establecimiento de monocultivos de papa y ganadería intensiva.

6.5 Desde lo Tecnológico

Tener en cuenta el papel de la Ingeniería Ambiental en la implementación de nuevas tecnologías en los sistemas productivos de la papa y ganadero que estén dirigidas a proteger los recursos naturales y generar un desarrollo en la población.

7 Objetivos

7.1 *Objetivo General*

Evaluar la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.

7.2 *Objetivos Específicos*

- Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.
- Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de la papa en el municipio de Lenguazaque (2017).
- Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.
- Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.

8 Marco Referencial

8.1 *Estado del arte*

En esta parte se presentan diferentes aportes que se han realizado y que se encuentran relacionados con el proyecto a desarrollar. Se utilizaron bases de datos como ScienceDirect, ProQuest, ResearchGate y la base de datos de la Universidad El Bosque. Como criterios de selección se buscaron artículos de revistas, trabajos de grados entre otros, que sirvieron como base para el desarrollo del proyecto. Se tuvieron en cuenta criterios de selección como el hecho de estar categorizados a nivel global, regional y local.

8.1.1 *A nivel local*

- ***Evaluación de Sostenibilidad Ambiental del Sistema Productivo Mediante Indicadores Sociales, Económicos y Ecológicos, Estudio de Caso Municipio de Lenguazaque, Cundinamarca*** (Bustamante, 2017).

Esta tesis evalúa la sostenibilidad ambiental del sistema productivo de la papa en el municipio de Lenguazaque, Cundinamarca, mediante indicadores sociales, económicos y ecológicos. Para realizar esta evaluación se estableció un análisis comparativo de diferentes metodologías que permitirán someter el sistema productivo agrícola a una evaluación de sostenibilidad ambiental en la zona de estudio. Se realizó un diagnóstico del territorio intervenido por el sistema productivo de la papa teniendo en cuenta variables sociales, económicas y ecológicas y de esta manera conocer el manejo del sistema y su relación con el medio ambiente. Posteriormente de realizar el análisis de 5 metodologías, se hizo una selección de indicadores de sostenibilidad y se escogió la metodología propuesta por Glaría (2013) en su trabajo “*Evaluación exploratoria de sustentabilidad de tres socio-ecosistemas en el matorral y bosque esclerófilo de Chile Central*”.

Como resultados relevantes obtenidos en la aplicación de la metodología de Glaría (2013), se evidenció una sobreexplotación del uso del suelo en las veredas de estudio por lo que se concluye que en Colombia cada vez hay más presión sobre el ecosistema páramo que imposibilita el buen uso de sus servicios ecosistémicos. La metodología seleccionada en este trabajo fue la que se tuvo en cuenta para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo Chingaza; esta metodología permite tener en cuenta no sólo los aspectos ecológicos, sino que también se vuelven relevantes el aspecto social, cultural y económico.

- ***Indicadores de sostenibilidad para la ganadería bovina de doble propósito*** (Urdaneta & Materán, 2008).

Este trabajo busca medir la sostenibilidad del sistema de ganadería bovina formulando una aproximación a los indicadores de sostenibilidad que permitan detallar aquellos puntos críticos, evaluar programas e instrumentación de diferentes políticas para el sector de la ganadería de doble propósito.

En primera instancia se mencionan los indicadores de sostenibilidad ecológica, donde un factor importante a considerar en el aspecto ecológico son los recursos hídricos. También se mencionan otros indicadores para la valoración del grado de sostenibilidad ecológica que se centran en el factor suelo, biodiversidad y técnicas agroecológicas. En el ámbito económico se proponen indicadores como distribución y uso, área total de la finca, área de cultivos; también entra a ser parte el factor tecnológico donde se evalúan indicadores como área de pastos mejorados, uso de medicina veterinaria y, por último, la eficiencia económica, rentabilidad, costo unitario del producto, entre otros. Los indicadores de sostenibilidad social están centrados en los factores de: Educación, salud, condiciones de vida y empleo; donde se mide temas como la disponibilidad de centros educativos, movilidad y mortalidad, disponibilidad y calidad de los servicios públicos.

Una de las conclusiones de este trabajo es que la idea generalizada de que el doble propósito es una actividad económica de baja productividad y rentabilidad surge al comparar su desempeño productivo y económico con el de los sistemas especializados de producción de carne y de leche dado que no toma en cuenta circunstancias técnicas, económicas y aun sociales específicas, de los diferentes modos de producción ganadera.

Este documento permitió realizar una aproximación a los posibles indicadores de sustentabilidad para el sistema productivo ganadero en el área de estudio, con base en este documento se llevaron propuestas de indicadores que fueron evaluadas en las entrevistas con los profesionales de la UMATA y de las cuales salieron los resultados para plantear los que se tuvieron en cuenta para este sistema productivo en conjunto con los planteados por la metodología de Glaría (2013).

- ***Una solución integral para la conservación del Páramo de Guasca mediante la reducción de los cultivos de papa*** (Nassar, 2012).

Este trabajo tiene como objetivo principal identificar alternativas de solución para la disminución de los cultivos de papa sembrados en el Páramo de Guasca que beneficie a la comunidad de la región y proteja el ecosistema propio de este piso térmico. Se muestran una lista de variables relevantes que permiten observar y medir los cambios en la situación problemática como: Preferencia del tipo de papa para cultivar en el páramo, frecuencia de cultivos de papa por año en el páramo, área cultivada, altura en la

que se presentan cultivos de papa en el páramo, costos del cultivo de papa en el páramo, preferencia del tipo del sistema productivo usado para cultivar papa en el páramo, frecuencia de rotación de los cultivos en el páramo. Por otro lado, el problema mencionado en el trabajo se considera multidisciplinario dado que involucra temas legales, sociales, culturales, económicos y ambientales debido a su incidencia en el medio ambiente, en el desarrollo de la región, entre otros aspectos.

Este documento nos permitió evaluar una perspectiva diferente y es la de considerar que se debe eliminar la actividad productiva agrícola de la zona de estudio, siendo esta alternativa la más eficaz para reducir los impactos negativos sobre el ecosistema, sin embargo, se considera que es posible tener dichas actividades productivas operando, pero con un cambio significativo en la manera de llevarlas a cabo.

8.1.2 A nivel regional

- ***Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay*** (Albicette, Brasesco, & Chiappe, 2009).

El objetivo de este trabajo es proponer un conjunto de indicadores sociales, económicos y ecológicos para evaluar la sustentabilidad a nivel predial de sistemas de producción agrícola-ganaderos. La metodología propone caracterizar el sistema, el contexto socio-ambiental y el ámbito espacial de la evaluación, incluyendo todos los componentes del sistema, los insumos, la producción y el manejo, considerando las principales características sociales y económicas de los productores y su forma de organización. Para evaluar la sustentabilidad se utilizan 7 atributos básicos de un agroecosistema: Productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autogestión, y posterior a esto se identifican los puntos críticos para sustentabilidad del sistema los que se relacionan con tres áreas de evaluación (ambiental, social y económica). La propuesta del trabajo es un aporte importante a los productores, quienes podrán incluir este concepto en la planificación de sus predios, mediante una herramienta practica para usar con otros productores y técnicos.

Este trabajo nos permitió considerar indicadores diferentes a los propuestos por la metodología de Glaría (2013), sin embargo, no fueron tenidos en cuenta para el trabajo debido a que alteraría el desarrollo de la metodología seleccionada. En las recomendaciones se dice que es pertinente ampliar el rango de cobertura de aspectos por parte de los indicadores para que los resultados sean más confiables y abarquen en mayor medida las características que engloba el concepto de sustentabilidad; este es un documento que permite hacer eso.

- ***Evaluación de sustentabilidad de un modelo extensivo de cría bovina en Mendoza, Argentina*** (Otta, y otros, 2016).

En este trabajo se evaluó la sustentabilidad de un modelo extensivo de cría bovina. Se utilizó un método multicriterio, mediante la construcción de indicadores de sustentabilidad basados en la información suministrada por visitas a campo y entrevistas realizadas. Se consideraron características ecológicas, económicas y sociales. Se evidenció que la dimensión social es la que abarca los principales puntos críticos, debido a limitaciones en el acceso a servicios públicos, escasa capacitación y bajo nivel de asociatividad. Desde el punto de vista económico se ubicó en el valor umbral por las escasas vías de comercialización, la elevada dependencia de insumos externos y una baja eficiencia productiva. Con respecto a la dimensión ecológica, todos los indicadores se encontraron por encima del valor umbral. Los resultados obtenidos confirman la importancia del uso de indicadores acordes a la realidad local como

instrumentos útiles para la evaluación y toma de decisiones, a fin de promover practicas sustentables. Como conclusiones del estudio, se determinó que el sistema ganadero muestra indicadores ecológicos aceptables, pero no cuenta con una visión a largo plazo, debido a la baja eficiencia productiva, alto riesgo económico, escasa capacitación y condiciones socio-económicas inadecuadas del personal.

Este es un trabajo usado como guía para analizar la sustentabilidad de la ganadería en el área de estudio, aunque empleó una metodología diferente a la de este documento, permitió tener aproximaciones de algunos de los indicadores y también sirvió de base para algunos de los análisis en cuanto al diagnóstico y los resultados obtenidos.

8.1.3 A nivel global

- ***Agricultural Sustainability: Concepts, principles and evidence*** (Pretty, 2007).

Este articulo trata de la necesidad de establecer en los sistemas agrícolas prácticas que no generen afectaciones a los bienes y servicios ambientales que ofrecen los ecosistemas; igualmente que las prácticas agrícolas sean accesibles y eficaces para los agricultores, generen buenos ingresos y aumente la productividad. También se menciona que es necesario enfocar las acciones en el desarrollo de políticas nacionales e internacionales para generar formas más sustentables de producción agrícola.

Este documento se tomó como guía para justificar la importancia de lograr sistemas productivos sustentables teniendo como base una investigación realizada en el exterior y algunas alternativas y modelos empleados con éxito, los cuales pueden llegar a ser adaptados y aplicados en otras partes del mundo.

- ***Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture*** (Blinder, Feola, & Steinberger, 2010).

En este documento se desarrolla un marco para evaluar los diferentes métodos de evaluación de la sustentabilidad. Este marco se utiliza para caracterizar estos métodos basados en indicadores de agricultura. Se menciona que uno de los problemas que ha tenido la evaluación de la sustentabilidad en la agricultura es que siempre se centra en las cuestiones ambientales y técnicas y se descuidan aspectos económicos y sociales; y en respuesta a esto se han desarrollado diferentes métodos de evaluación de la sustentabilidad en el sector agrícola. En este trabajo se evalúan 7 metodologías.

Este documento es un ejemplo de metodologías aplicadas para evaluar la sustentabilidad de sistemas productivos agrícolas, las cuales pueden llegar a ser aplicadas en Colombia, sin embargo, requieren de un estudio minucioso para poder ser adaptadas al territorio nacional y de esta forma asegurar su eficacia, por este motivo, este documento se usó para comparar algunos parámetros de la metodología de Glaría (2013) y poder realizar análisis de algunas variables.

8.2 Marco teórico conceptual

Se tendrán en cuenta las teorías y conceptos necesarios para formular y desarrollar el presente trabajo que están implícitos en los objetivos, especialmente en el general, ya que agrupa lo que se quiere llevar a cabo para explicar y solucionar la problemática enunciada, se identificó una teoría que a su vez abarca tres conceptos que son relevantes para el correcto desarrollo del proyecto, estos son: la teoría del Desarrollo Rural Sostenible propuesta por Rodríguez & Sepúlveda (2003) que abarca los fundamentos conceptuales como lo es el de sistemas productivos, esto permite proponer un desarrollo sostenible en el

sector rural desde un enfoque territorial, además, la teoría agroecológica que según Gutiérrez, Aguilera, & González (2007) incorpora la agricultura en conjunto con los conceptos de estabilidad, adaptabilidad, productividad, eficiencia y eficacia en la producción para mejorar el bienestar, la calidad de vida y la equidad entre los agricultores. También es pertinente considerar el concepto de desarrollo ganadero sostenible, en el que Serrano & Ruíz (2003) argumentan que la falta de sostenibilidad de los sistemas ganaderos se ha traducido, por ejemplo, en el deterioro ambiental y social de muchas zonas rurales y en la generación de grandes cantidades de excedentes productivos que suponen uno de los principales problemas del sector agrario, el cual debe ser solucionado. Sumado a esto el presente proyecto debe considerar el concepto de indicadores de sustentabilidad, que según Achkar, y otros (2005), son variables que representan otras y que pretenden medir la variación de un sistema ambiental entre: el estado inicial del sistema (dato de la realidad) y el estado de transición de sistema hacia un escenario sustentable.

La teoría del Desarrollo Rural Sostenible pretende dar una respuesta a tres necesidades fundamentales para alcanzar un futuro ambientalmente sostenible, estas son: mejorar el bienestar de la población rural erradicando la pobreza extrema y evitando su migración hacia la periferia de las ciudades, lograr una producción agrícola sostenible que garantice el acceso a alimentos y proteger y conservar la capacidad de la base de los recursos naturales para seguir proporcionando servicios de producción ambientales y culturales (OEI, 2014). La agricultura y ganadería sostenibles son conceptos de gran importancia para que el desarrollo rural sostenible pueda ser una realidad, por ende, este tipo de actividades deben garantizar la seguridad alimentaria mundial y al mismo tiempo promover la conservación de los ecosistemas donde se realizan, así como apoyar la gestión ambiental del territorio y los recursos naturales (FAO, 2017). Adicionalmente, para identificar si el tipo de agricultura y ganadería empleados son ambientalmente sustentables se deben someter a una evaluación por medio de indicadores de sostenibilidad, los cuales son una forma de verificar ciertos aspectos y a su vez permite compararlos a lo largo del tiempo teniendo en cuenta variables de tipo social, ecológico y económico (Bolívar, 2011). Para el caso puntual de este proyecto, lo que se somete a evaluación son los sistemas productivos agrícola y ganadero que suelen desarrollarse en ecosistemas que representan fuentes de recursos básicos, medios familiares de sustento y para modificar estos ecosistemas la población ha empleado factores de producción por medio de la fuerza de trabajo, la tenencia de la tierra y los recursos naturales, en este caso, suelo y agua (Bolívar, 2011).

Sustentabilidad

Se refiere a la posibilidad de mantener una serie de objetivos y propiedades ambientales y socioeconómicas deseados a lo largo del tiempo, tomando en cuenta las diversas dimensiones que tiene un agroecosistema (Chiappe, 2002).

La sustentabilidad tiene cuatro dimensiones, que interactúan entre sí: La dimensión ecológica, dimensión social, económica y política. La primera considera aspectos relacionados a preservar y potenciar la diversidad y complejidad de los ecosistemas, su productividad y ciclos naturales; la dimensión social considera el acceso equitativo a los bienes de la naturaleza; la dimensión económica incluye todo el conjunto de actividades humanas relacionadas con la producción, distribución, consumo de bienes y servicios; y por último la dimensión política se refiere a la participación directa de las personas en la toma de decisiones (Achkar, y otros, 2005).

Evaluación de la sustentabilidad

La evaluación de la sustentabilidad es una herramienta para la planificación y el diseño de un sistema de manejo de recursos naturales con relación a su estabilidad productiva, mejora económica, aceptación social y cuidado del medio ambiente (Masera, Astier, & López-Ridaura, 2000).

Indicadores de sustentabilidad

Un indicador es una información procesada, generalmente de carácter cuantitativo, que genera una idea clara y accesible sobre un fenómeno complejo, su evolución y sobre cuanto difiere de su situación deseada. Los indicadores de desarrollo sustentable deben destacar los múltiples vínculos que existen entre las dimensiones social, económica, ambiental e institucional (Blanco, 2001). Los indicadores se pueden definir como medidas en el tiempo de las variables de un sistema que nos dan información sobre las tendencias de éste, sobre aspectos concretos a analizar y para la identificación de aquellas fuerzas que contribuyen hacia el mejoramiento o la degradación de las condiciones económicas, sociales y ambientales (Antequera, 2004).

Sistema de producción

Es una unidad espacial en la que se adelanta una actividad productiva agropecuaria, forestal y/o agroindustrial, regulada por un agente económico, quien toma las decisiones de acuerdo a un cierto grado de autonomía, aunque condicionado por el entorno socioeconómico, político y cultural (Forero, 2002).

Zonas de amortiguación

Las zonas de amortiguación de áreas protegidas se subdividen en diferentes tipos según el Manual de delimitación de zonas de amortiguación (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2008):

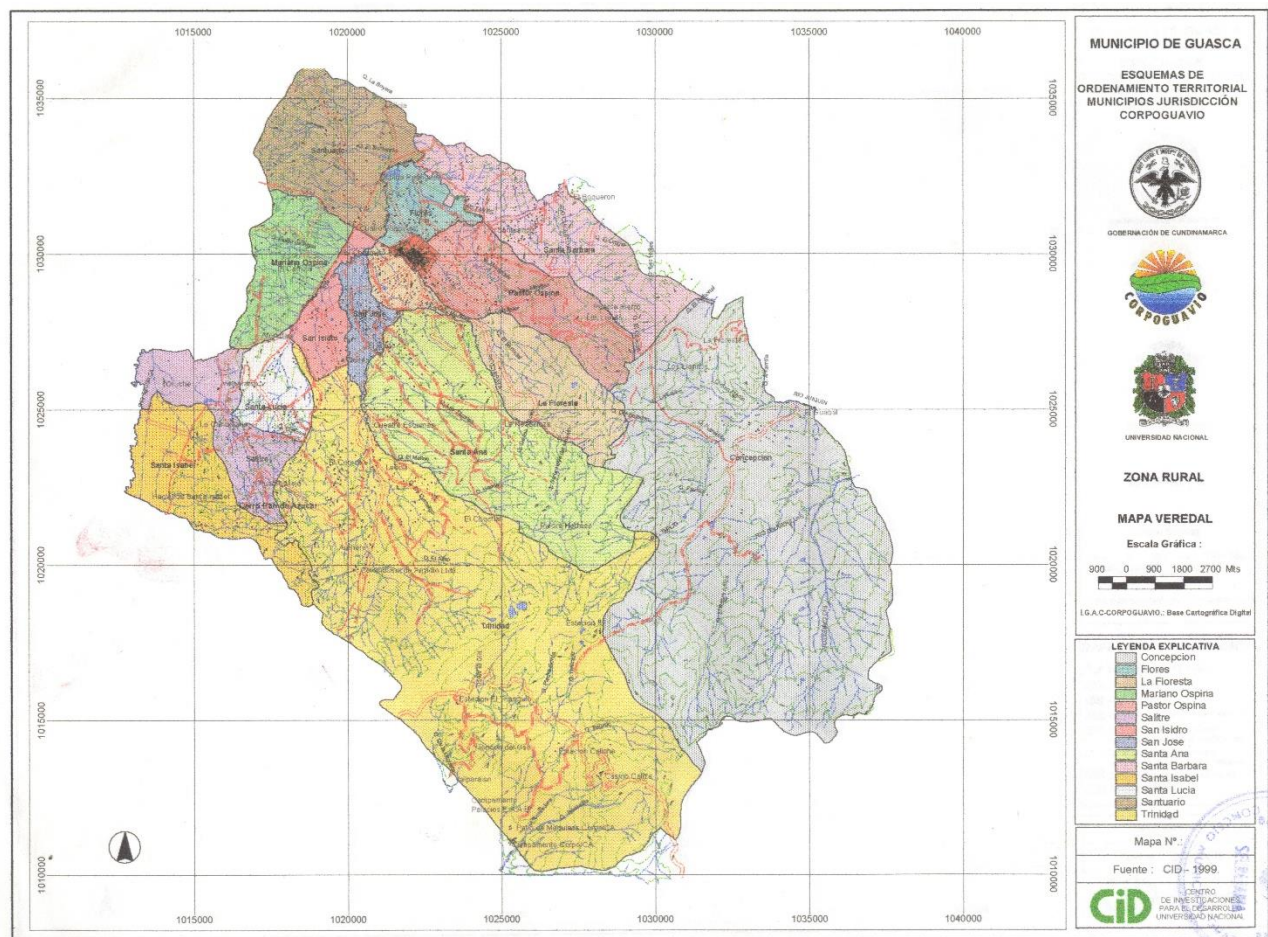
- Zonas de mitigación y contención: Su objetivo es mitigar los tensionantes de distintas clases y corregir las perturbaciones provocadas sobre el área protegida.
- Zonas de protección: Están destinadas a la preservación de diferentes elementos de la biodiversidad que aportan al logro de los objetivos de conservación del área protegida, al mantenimiento de la estructura ecológica principal y a monitorear riesgos por amenazas naturales.
- Zonas de compensación: Se declaran sobre los focos desde donde se generan los frentes de alteración, para corregir o mitigar los procesos de degradación ambiental y las anomalías socioeconómicas que causan la insostenibilidad de su ocupación y uso.
- Zona de desarrollo: Se delimitan para posibilitar obras de desarrollo, garantizar la prestación de servicios públicos, la producción industrial, agropecuaria, forestal y minera, y la disponibilidad de equipamiento social dentro de parámetros de sostenibilidad ambiental.

8.3 Marco geográfico

Guasca limita por el norte con los municipios de Tocancipá y Guatavita, por el oriente con Junín, por el suroriente con Fómeque y Choachí, por el occidente con Sopó y por el suroccidente con La Calera (Alcaldía de Guasca, 1999).

A continuación, se presenta un mapa que permite conocer la distribución veredal del municipio para posteriormente facilitar la búsqueda de información.

Figura 1. Mapa veredal del municipio de Guasca.

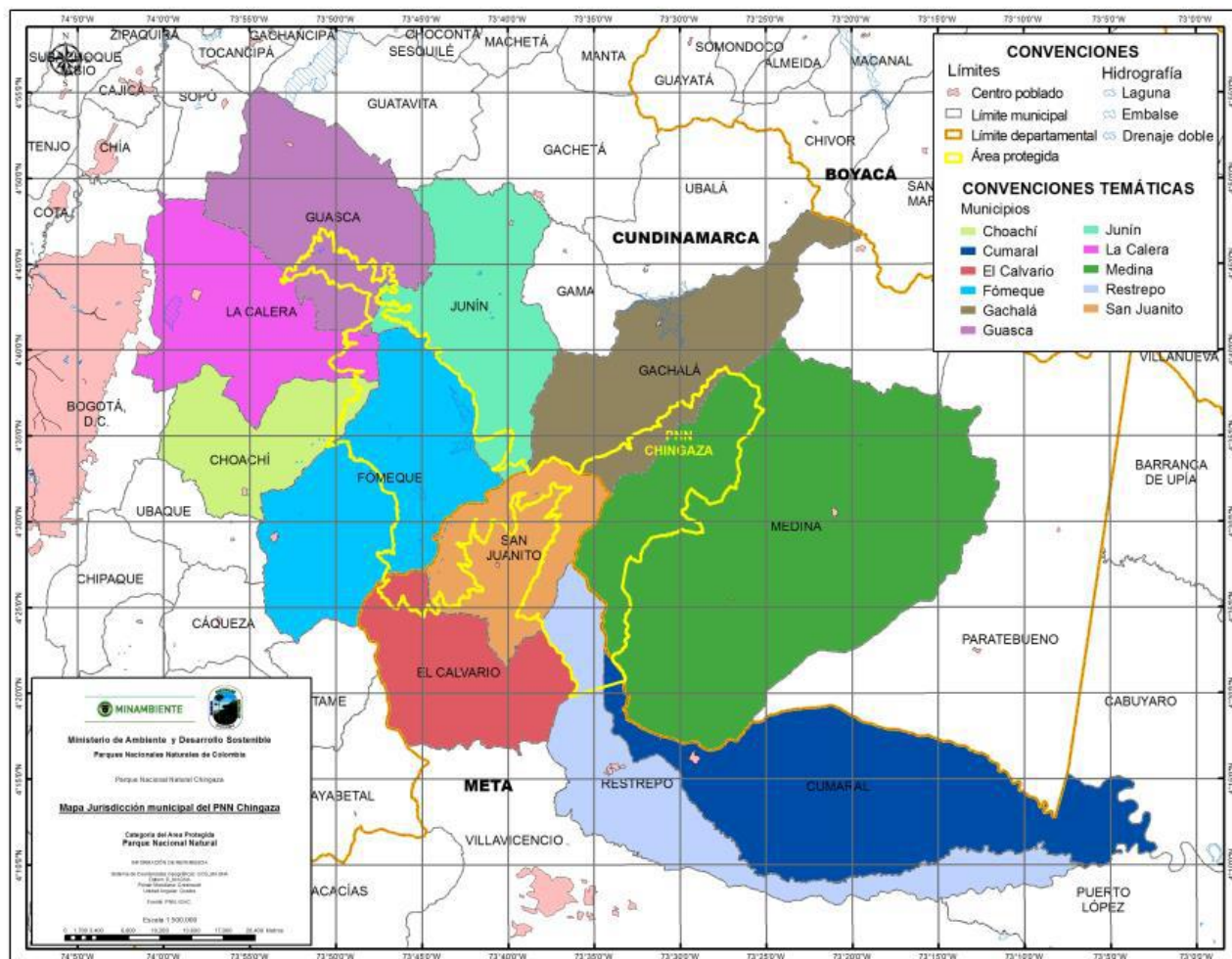


Fuente: Alcaldía de Guasca, 1999

El Parque Nacional Natural Chingaza se ubica en la Cordillera Oriental de los Andes Colombianos, al nororiente de Bogotá, entre los 73°30' y los 73°55' de longitud oeste y los 4°20' y 4°50' de latitud norte, en jurisdicción de los departamentos Cundinamarca y Meta. Limita al norte con los municipios de Guasca, Junín y Gachalá, al oriente con el municipio de Medina, al sur con los municipios de Restrepo, Cumaral, El Calvario y San Juanito y por el occidente con los municipios de Fómeque, Choachí y La Calera (MADS, 2016).

El Páramo de Chingaza se encuentra en jurisdicción de los municipios de Fómeque, Guasca, Junín, La Calera y Guatavita, en Cundinamarca, y de El Calvario y San Juanito, en el Meta (Valencia, 2009).

Figura 2. Mapa de la zona de influencia geográfica del Parque Nacional Natural Chingaza.



Fuente: MADS, 2016

Los cultivos de papa se evidencian entre los 3.000 y 3.500 metros de altura (Nassar, 2012), El Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca se hace presente entre los 3.200 y 4.700 metros de altura (Vargas & Pedraza, 2003), lo que nos muestra que existen zonas de páramo sobre las cuales se practica este tipo de actividades agrícolas que generan grandes impactos sobre el ecosistema de páramo, además de esto, se debe tener en cuenta que la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza aún no está definida pero según el Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras de Parques Nacionales Naturales de Colombia (2008), esta zona por definición debe ser externa, aledaña y circunvecina al área protegida del SPNN, que tiene un régimen de uso y manejo diferente y además que la zona establecida como amortiguadora debe cumplir con tres principios que son:

1. Prevenir, mitigar y corregir las perturbaciones sobre el área protegida y compensar los efectos de las presiones y los problemas de configuración de la misma.

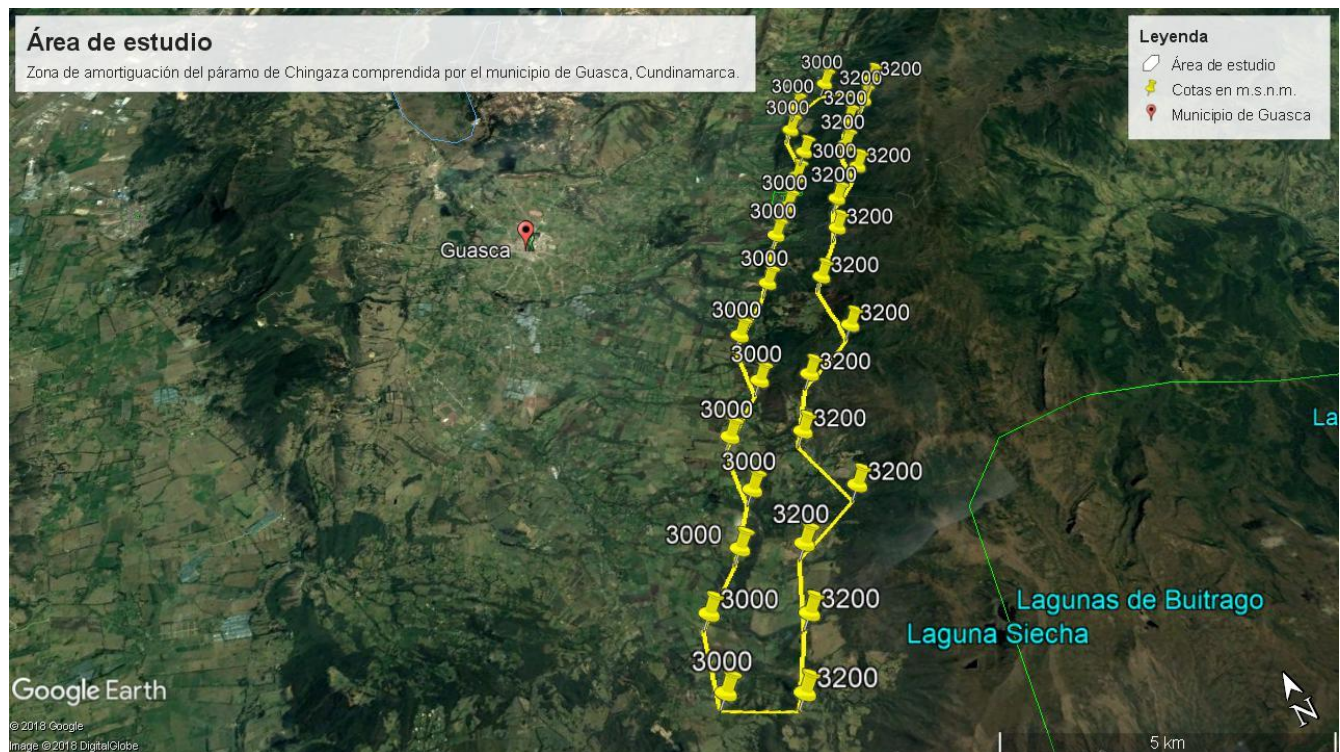
2. Armonizar la ocupación y transformación del territorio con los objetivos del área protegida, articulando los diferentes procesos de ordenamiento y promoviendo modelos sostenibles de uso.

3. Aportar a la conservación de los elementos biofísicos, los elementos y valores culturales, los servicios ambientales y los procesos ecológicos que conectan el área protegida con los complejos regionales de ecosistemas.

Una vez considerado esto y en conjunto con el profesor Alfonso Avellaneda Cusarúa, Docente de la Universidad El Bosque y Director del presente trabajo, se acordó fijar la zona de amortiguación entre los 3.000 y 3.200 m.s.n.m, estableciendo un margen de 200 m.s.n.m entre el área protegida y cualquier otro proceso de ocupación territorial.

A continuación, se presenta el mapa con una aproximación del área de estudio:

Figura 3. Mapa del área de estudio.



Fuente: Autores, 2018

8.3.1 Topografía

Según Vargas & Pedraza (2003), el PNN Chingaza se caracteriza por su importancia derivada de sus características abióticas, bióticas y ecológicas como lo son la presencia de un rango altitudinal amplio, de 800m a 4.020m de altitud, esto da cabida a la existencia de dos grandes conjuntos estructurales, en la parte central un sector profundo de una intensa acción tecto-orogénica con las mayores alturas (4.020m) y las áreas periféricas diferenciadas por lomas y cuevas de poca elevación. Además de esto posee dos pisos geomorfológicos: el periglaciario y el de modelado glaciario heredado, con tres grandes sectores de herencia glaciario: Siecha, Palacio y Chingaza.

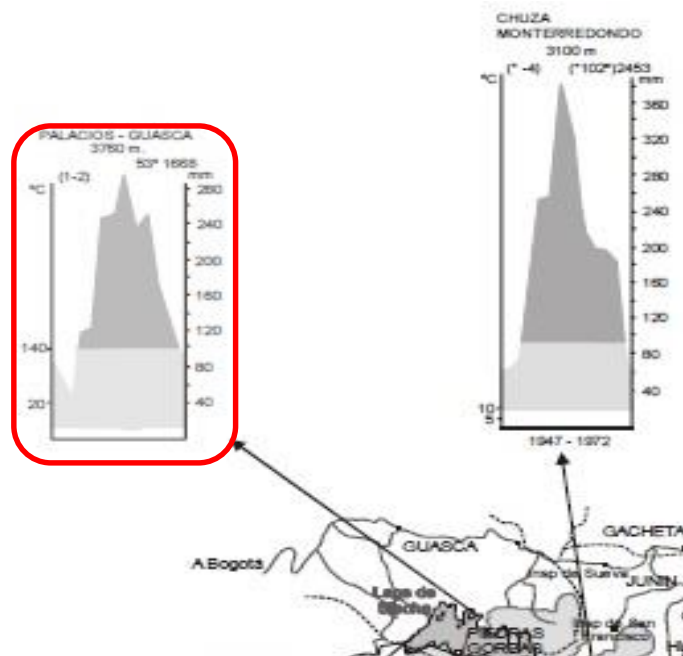
También posee una gran riqueza de cuencas y microcuencas hidrográficas y en general de sistemas acuáticos, algunos de los cuales forman parte del Sistema Chingaza del Acueducto de Bogotá, además, la heterogeneidad ambiental (climática, geológica, geomorfológica, topográfica y biótica) ha producido una gran variedad en los tipos de suelos (Vargas & Pedraza, 2003).

8.3.2 Clima

En Chingaza la pluviosidad es alta; la distribución de las precipitaciones medias anuales muestra un solo pico de lluvias intensas entre los meses de mayo a agosto, durante los cuales se precipita cerca del 60% del total anual; los meses de diciembre a febrero son los menos lluviosos, representando apenas entre el 9% y el 17% del total anual. Según los diagramas ombrotérmicos no se presentan épocas con déficit hídrico (meses secos); es más, de acuerdo al balance hídrico de la laguna de Chingaza, se registra un sobrante anual cercano a los 1.300 mm. Sin embargo, la precipitación es el factor climático más variable dentro en la zona ya que está fuertemente ligada a las condiciones geográficas, a la altitud y a la topografía (Vargas & Pedraza, 2003).

De acuerdo a esta variabilidad de la precipitación, a la zona de estudio le corresponde la categoría ecológica de páramo semihúmedo (estaciones laguna de Chingaza-Guatiquía y Palacios-Guasca, con montos entre 1.197-1.770 mm) (Vargas & Pedraza, 2003).

Figura 4. Diagramas ombrotérmicos del PNN Chingaza.



Fuente: Vargas & Pedraza, 2003

La intensidad de los vientos no es alta en los páramos y se presentan generalmente velocidades entre 2 y 6 m/s. En Chingaza se registran valores de humedad relativa que sobrepasan el 80% durante todo el año, manteniéndose con frecuencia entre el 85 y 90% (Vargas & Pedraza, 2003).

8.3.3 *Geología, geomorfología y suelos*

Según Vargas & Pedraza (2003), en el ámbito litológico de Chingaza se distinguen tres fases, en primer lugar, rocas resistentes, coherentes, con un alto grado de compactación y resistencia a procesos erosivos, en segundo lugar, rocas blandas de origen sedimentario producto de la alteración de las areniscas y en tercer lugar rocas heterogéneas, localizadas en zonas donde hay alternancia de bancos de lutitas y areniscas.

En el pasado las áreas de los páramos actuales estuvieron ocupadas por los hielos de la última glaciación. El desplazamiento de estas masas de hielo mezcladas con rocas y otros compuestos orgánicos que arrastraban a su paso, ocasionaron un modelado muy particular de las montañas, modelado que en Chingaza puede ser diferenciado en tres grandes sectores de herencia glaciar y en dos pisos geomorfológicos, ya que la mayor parte del territorio del PNN Chingaza se encuentra ubicado por encima de los 3.000m de altitud (Vargas & Pedraza, 2003), esto nos permite comprender de dónde se derivan las condiciones que permiten la existencia del ecosistema de páramo, este ecosistema se forma en el piso de Modelado heredado, el cual incluye el páramo y el subpáramo, junto con un complejo sistema de lagunas, turberas, pantanos y ríos, entre los 3.000 y 3.800m de altitud aproximadamente (Vargas & Pedraza, 2003).

En general los suelos de clima frío a muy frío están asociados a relieves entre ondulados y fuertemente quebrados, así como a afloramientos rocosos; son bastante superficiales, húmedos a muy húmedos, poco a moderadamente evolucionados y con adecuada disponibilidad de agua. Estas circunstancias hacen que el perfil resultante presente un horizonte A desarrollado, un B ausente o incipiente y un C diverso. A pesar de tener una alta retención de agua y alto contenido de materia orgánica, la fertilidad natural de los suelos de Chingaza es de baja a media. Por esta razón y de acuerdo a la clasificación de la vocación agrícola de los suelos, la productividad de estas tierras es considerada como baja. Allí, el grupo dominante es el número V que reúne a suelos superficiales con severas limitaciones provocadas principalmente por pendientes muy elevadas y excesiva rocosidad y pedregosidad. (Vargas & Pedraza, 2003).

8.3.4 *Hidrología*

El abastecimiento hídrico de una de las zonas más habitadas del país como es Bogotá y sus poblaciones vecinas proviene de los páramos. Las fuentes de agua más importantes se encuentran dentro de áreas protegidas como el PNN Chingaza y el PNN de Sumapaz, de las cuales Chingaza es, sin lugar a dudas, el principal reservorio. El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del río Siecha y Teusacá, que es una de las 8 cuencas hidrográficas pertenecientes al PNN Chingaza. (Vargas & Pedraza, 2003).

La zona de estudio comprende una evidente riqueza hídrica compuesta por algunos ríos como el Siecha y el Chipata, así como varias quebradas como El Uval, Los Zorros, Montoque, entre otras, lo que hace aún más relevante el desarrollo de un modelo de sustentabilidad para las actividades productivas realizadas en esta zona.

8.3.5 *Ecosistemas y biodiversidad*

Según Vargas & Pedraza (2003), en la región Chingaza se registraron 117 familias, 437 géneros y 1.003 especies de plantas vasculares y no vasculares, entre las cuales se destacan por su número de especies y géneros las vasculares, y entre ellas las angiospermas, además, en la alta montaña colombiana el grupo

mejor representado es el de las aves, seguido por los anfibios. Allí la franja con la mayor expresión de riqueza es la zona de transición entre el bosque alto andino y el subpáramo, dado que sus condiciones climáticas no son ni tan limitantes ni tan diferentes entre sí; por el contrario, en el medio ambiente agreste del superpáramo es donde se registra la menor diversidad animal.

Adicional a esto, según Vargas & Pedraza (2003), un factor considerable de vulnerabilidad de la fauna es su estrecha relación con el paisaje, los ecosistemas y la vegetación, provocando diversos efectos en las poblaciones animales según se presenten cambios en su entorno. Para los mamíferos andinos la principal presión existente está relacionada con la destrucción y fragmentación del hábitat. Este fenómeno de transformación de las coberturas vegetales naturales provoca la disminución o pérdida de recursos alimenticios, sitios de refugio y de reproducción apropiados, llevando a los animales a desplazarse hacia zonas intervenidas como potreros y cultivos, en donde están a la merced de los cazadores y entran en conflicto con las poblaciones humanas por actividades como las tratadas en el presente proyecto.

8.3.6 *Conflicto de uso de suelos*

Pese a lo mencionado anteriormente sobre las condiciones del páramo, las cuales no son las mejores para desarrollar actividades agrícolas en este tipo de suelos, según Vargas & Pedraza (2003), el uso de los suelos entre los 3.000 y 3.500 m de altitud ha estado, quizás por más de 300 años, orientado principalmente hacia actividades agrícolas y pecuarias como el cultivo de papa y la ganadería extensiva, práctica que en algunos casos implica la introducción de pastos mejorados. La mayoría de las quemaduras que ocurren en los páramos no son ocasionadas para preparar la tierra para el cultivo, sino para inducir la generación de pajonales jóvenes y tiernos que sirvan de alimento al ganado. Bajo estas condiciones es fácil entender que nuestros ecosistemas paramunos, por encontrarse dentro de la frontera agrícola, están siendo fuertemente amenazados por las actividades humanas y que sus condiciones físicas no le permiten recuperarse rápidamente, posicionándose como territorios frágiles y de manejo especial.

8.3.7 *Aspecto social*

Se consideran las veredas Pastor Ospina, La Floresta, Santa Ana y Trinidad del municipio de Guasca, que son las que abarcan en parte la zona de estudio; para el año 2012 la población de estas veredas era de 2.643 habitantes según proyecciones del DANE, cifra oficial para programas a nivel nacional. En proporción 30% urbano y 70% comunidad rural teniendo en cuenta los parámetros de la Organización de Cooperación y de Desarrollo Económico (OCDE) quien ha definido la comunidad rural, como todos aquellos territorios locales donde la densidad de población es inferior a 150 habitantes por Km². Lo anterior genera una alta preocupación por los ingresos de sus habitantes dados los índices mundiales de pobreza se consideran mucho más altos en esta clase de poblaciones (CMGRD, 2012).

Tabla 1. Tabla descriptiva de la población del municipio de Guasca y su distribución.

Sector	No de habitantes	área km2	hb/ km2
VEREDA LA FLORESTA ISECTOR	962	15.79	54
VEREDA SAN JOSÉ	735	5.42	147
VEREDA SAN ISIDRO	413	5.33	83
VEREDA FLORES	556	4.94	111
VERESA PASTOR OSPINA	841	15.87	52
VEREDA SANTA LUCÍA	310	5.65	51
VEREDA SANTA ANA ALTA	690	33.83	20
VEREDA EL SANTUARIO	298	18.50	17
VEREDA SANTA BARBARA	305	19.21	16
VEREDA MARIANO OSPINA	326	11.22	29
VEREDA EL SALITRE ALTO	529	10.59	48
VEREDA SANTA ISABEL DE POTOSI	184	14.93	12
VEREDA LA TRINIDAD SECTOR BETANIA	150	11.40	13
VEREDA CONCEPCION	69	95.9	0.72
CASCO URBANO	3640	8.8	404

Fuente: CMGRD, 2012

8.3.8 Aspecto económico

La presión antrópica se ve reflejada en actividades de ganadería y agricultura, en particular en las zonas altas de Guasca la principal actividad productiva de la zona es la ganadería para leche con razas como holstein y normando, seguida de la agricultura en cultivos de papa, arveja, maíz y haba (Instituto Alexander von Humboldt, 2007).

La siguiente información se evidencia en la siguiente tabla de coberturas de la tierra para el Páramo de Chingaza, el cual abarca la zona de estudio.

Tabla 2. Coberturas de la tierra por complejos de páramos en hectáreas.

Complejos de páramo	Bosques, vegetación arbustiva y herbácea, entre otros	Áreas agrícolas heterogéneas	Cultivos permanentes	Cultivos transitorios	Pastos	Zonas de extracción minera y escombreras	Zonas urbanizadas	Sin información
Almorzadero	122,474	26,980	-	-	7,085	-	14	-
Altiplano Cundiboyacense	972	3,051	216	215	132	0	-	72
Belmira	9,562	730	-	-	330	-	-	-
Cerro Plateado	13,954	1,663	-	-	912	-	-	541
Chiles-Cumbal	47,548	12,214	-	418	3,043	-	-	-
Chilí-Barragón	72,808	1,121	-	-	3,486	-	-	3,293
Chingaza	102,046	4,141	725	6	1,998	-	-	1,040

Fuente: MADS, 2013

Las principales actividades económicas de Guasca están representadas por el sector primario, especialmente por la agricultura tradicional y, en menor escala, gravillas, ladrilleras y construcción. En general, alrededor de 1500 ha del territorio municipal son dedicadas a diferentes actividades agropecuarias. En cuanto a la agricultura, en Guasca se desarrollan cultivos de papa, arveja, zanahoria,

fresa y flores. El cultivo de papa es el de mayor participación, superando el 50% de la extensión total del área agropecuaria. En los últimos años, el trigo y la cebada han disminuido significativamente, mientras que otros, como el de la uchuva y las hortalizas (lechuga, acelga, coliflor, repollo, cilantro y remolacha), cultivadas mediante sistemas orgánicos, ocupan una extensión de 45 ha (Bermúdez, 2011).

En el área se utilizan métodos de labranza mínima para trabajar la tierra y se desarrollan cultivos con alguna tecnología, como el de la arveja y el tomate. Las mayores empresas agrícolas son los cultivos de flores, los cuales se ubican en zonas planas y se concentran en las veredas Floresta, Santa Ana, Trinidad, San Isidro, Salitre y San José, ocupando aproximadamente 72 ha. Por su parte, la ganadería bovina (leche y carne) es una actividad tradicional que involucra tres sistemas de producción: el intensivo, con participación del 10%; el semintensivo, con 60%; y el extensivo, con 30%. Dentro de éstos, se involucran tres formas de manejo de pasturas: pastoreo rotacional; en franjas; y continuo (Bermúdez, 2011).

8.4 Marco legal

En la Tabla 3 se muestra la normatividad vigente más relevante para el desarrollo del proyecto de investigación. Debido a que el proyecto está enfocado en los sistemas productivos de la papa y ganadero, se tuvo en cuenta las guías ambientales desarrolladas por Fedepapa y Fedegan, las cuales se desarrollaron para promover prácticas ambientales sostenibles en los sectores productivos, y en donde se tienen en cuenta actores sociales y económicos, criterios técnicos y ambientales de producción. También se tuvo presente la normatividad relaciona con los páramos y específicamente el Páramo de Chingaza, esto con el fin de tener en cuenta el cumplimiento legal de las prácticas agrícolas en la zona de amortiguación.

Tabla 3. Normatividad más relevante para el proyecto de investigación.

TIPO	NÚMERO	AÑO	CONTENIDO
Decreto Ley	2811	1974	Código Nacional de los recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente.
Resolución	0839	2003	Por la cual se establecen los términos de referencia para la elaboración del estudio sobre el Estado Actual de Páramos y del Plan de Manejo Ambiental de los Páramos.
Fedepapa Ministerio de Medio Ambiente		2004	Guía Ambiental para el Cultivo de la Papa.
Fedegan		2011	Guía Ambiental Subsector Ganadería Bovina
Resolución	710	2016	Por medio de la cual se delimita el Páramo Chingaza y se adoptan otras determinaciones.

Fuente: Autores, 2018

9 Metodología

En el presente trabajo se aborda la metodología de la siguiente manera: en primer lugar, se describe el diseño metodológico y el enfoque de la investigación, seguido por la metodología de investigación, el alcance de la misma, la unidad de análisis y los informantes que contribuyeron al desarrollo del proyecto. Posteriormente se presenta la matriz metodológica, las fuentes de información y las variables propuestas para el desarrollo del trabajo y finalmente se describe la metodología aplicada por cada uno de los objetivos específicos planteados.

9.1 *Diseño metodológico y enfoque de la investigación*

El presente trabajo de investigación presenta un enfoque mixto debido a que abarca parámetros de tipo cualitativo y cuantitativo, los cuales se emplearon con el fin de recopilar datos e información, así mismo, se realizó la interpretación de los mismos para poder dar cumplimiento a los objetivos propuestos para el desarrollo del proyecto.

El trabajo de investigación tiene un componente cualitativo, debido a que en el desarrollo del trabajo se necesitó de un diseño de investigación de teoría fundamentada que consiste en tener unos referentes teóricos o bibliográficos consultados sobre algún tema en específico y además, evidencias e información recolectada en campo con las que se generan argumentos nuevos o una nueva teoría que estaría fundamentada en dichos referentes teóricos previamente consultados (Hernández Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2010).

El trabajo de investigación comprende un componente cuantitativo transeccional (transversal) de tipo no experimental, estos diseños recolectan datos en un solo momento o en un tiempo determinado (Mendoza H. , 2009), y se dividen en exploratorios, descriptivos y correlacionales, para el caso de la investigación desarrollada se emplearon los dos primeros (exploratorio y descriptivo), el de tipo exploratorio por que como su nombre lo indica se requiere de una exploración para empezar a conocer una comunidad, un contexto y un conjunto de variables (Hernández Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2010), conocido como una inmersión en campo y esto fue lo que se requirió para poder elaborar diagnóstico previo del municipio de Guasca y de la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza abarcada por este municipio, así mismo, del proceso productivo de la papa y ganadería en esta parte del territorio y de los datos e información del municipio necesarios para aplicar la metodología de evaluación seleccionada.

En cuanto al alcance de investigación de tipo exploratorio-descriptivo, este consiste en indagar sobre una o más variables y proporcionar una descripción o visión de la situación o del fenómeno de estudio (Hernández Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2010), este tipo de diseño se empleó al momento de aplicar la metodología de evaluación de Glaría (2013) e interpretar los resultados de la misma, esto para conocer el grado de sustentabilidad ambiental del cultivo de la papa y ganadería en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.

9.2 *Metodología de investigación*

Para el desarrollo del objetivo específico 2 se tuvo en cuenta el enfoque cuantitativo, ya que se requirió recolectar y analizar datos numéricos que posteriormente se registraron e interpretaron mediante el análisis estadístico propuesto por la metodología de Glaría (2013). El proyecto al igual se clasificó como cuantitativo en la medida en que la metodología de evaluación de la sustentabilidad ambiental para el cultivo de la papa y ganadería en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca incluyó variables establecidas y calculadas con base en datos numéricos que describen el

contexto del territorio. Así mismo, el segundo objetivo específico hace referencia al análisis del grado de sustentabilidad ambiental del cultivo de la papa y la ganadería en la zona de estudio, el cual también incluyó la interpretación de los resultados obtenidos basada en las distintas dimensiones a evaluar para la zona de estudio.

Mediante el enfoque cualitativo se analizaron diversas realidades que permiten estudiar un problema determinado de manera subjetiva, este enfoque también permite una inmersión inicial en campo con la finalidad de relacionarse con el entorno en el cual se llevara a cabo el estudio, identificando grupos de interés que puedan aportar informantes que proporcionen datos relevantes, guíen el reconocimiento del territorio, verifiquen la factibilidad del estudio y se compenetren con la investigación para lograr los mejores resultados posibles (Hernández Sampieri, Fernandez, & Baptista, 2010). Este enfoque se desarrolló a lo largo de la ejecución de los objetivos teniendo en cuenta que se contó con la participación y colaboración de la comunidad para elaborar un diagnóstico del sistema productivo de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca y con relatos de los entrevistados acerca del cambio de biodiversidad y vegetación que ha sufrido la zona de estudio en los últimos años a causa de la agricultura y la ganadería intensivas, también se recopiló información y se interpretaron los resultados a partir de la implementación de la metodología seleccionada. En la siguiente ilustración se resume el diseño de investigación del trabajo.

Figura 5. Enfoque del proyecto de investigación.



Fuente: Autores, 2018

9.3 Unidad de análisis

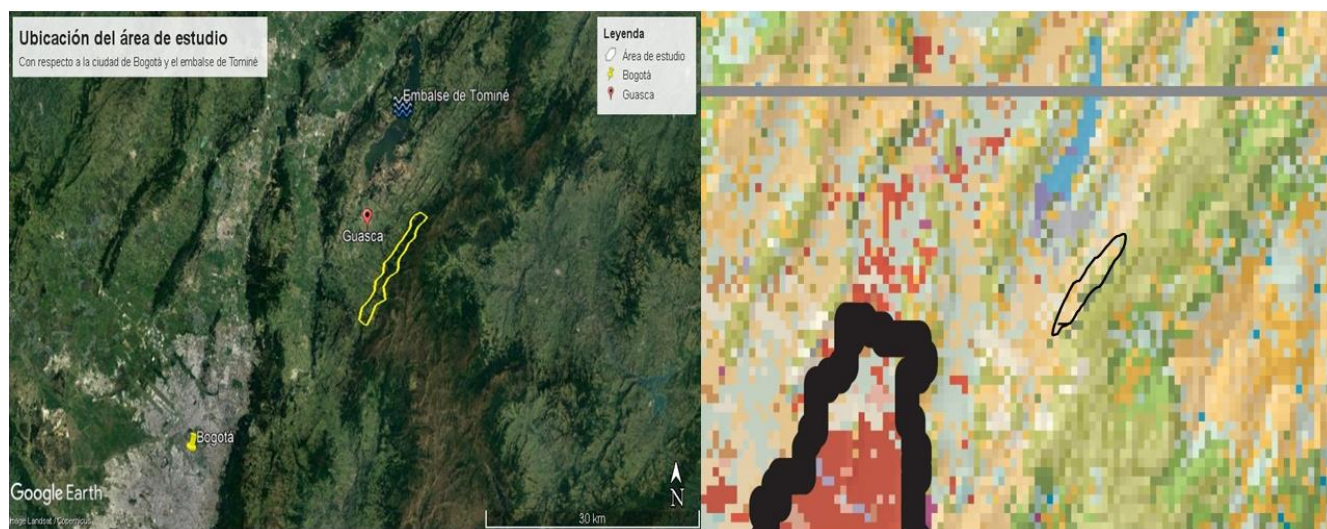
La unidad de análisis del proyecto de investigación son los sistemas productivos ganadero y de la papa en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.

9.4 Informantes

Con ayuda del censo nacional de la papa del 2001 se logró acceder a información donde se caracterizan las veredas que más producen papa en el municipio de Guasca, de las cuales se seleccionaron las dos que más área cultivada abarcan y que hacen parte parcialmente del área de estudio ya que su extensión total no se encuentra únicamente en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza. Las veredas seleccionadas son Santa Ana y Los Manzanos (que ahora hace parte de las veredas Pastor Ospina y La

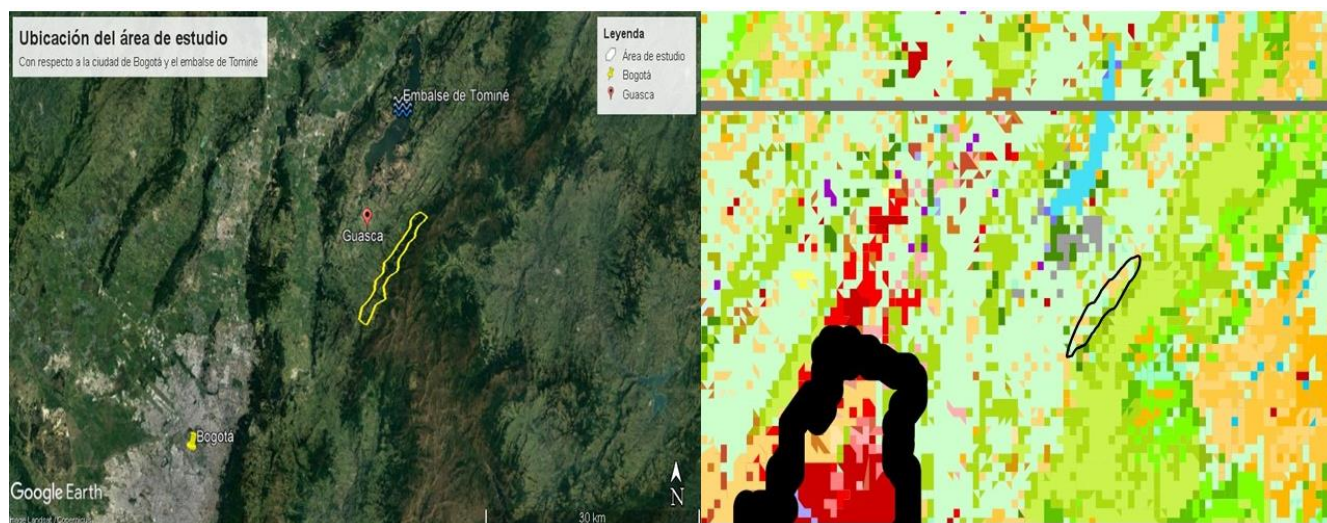
Floresta según Jaime Andrés Castañeda, habitante de Guasca), y además se visitó la vereda Trinidad por consejo del personal de la UMATA quienes manifestaron una presencia considerable de las actividades productivas analizadas en esta vereda. Posteriormente se realizaron las entrevistas que permitieron aplicar la metodología de evaluación de sustentabilidad ambiental del sistema productivo de la papa y ganadero. Se seleccionaron 10 fincas productoras de papa dentro de las veredas seleccionadas para aplicar las entrevistas. En cuanto a la ganadería se empleó información del IDEAM, con los mapas de cobertura de suelos a nivel nacional de los años 2005-2009 y 2010-2012, los cuales fueron adaptados y ayudaron a determinar un aumento en la cobertura de pastos en el área de estudio entre los años 2005 y 2012, lo que permite inferir un aumento en la ganadería extensiva en este sector, a continuación, se presentan los mapas con las correspondientes comparaciones:

Figura 6. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2005-2009 (derecha) y mapa del área de estudio (izquierda).



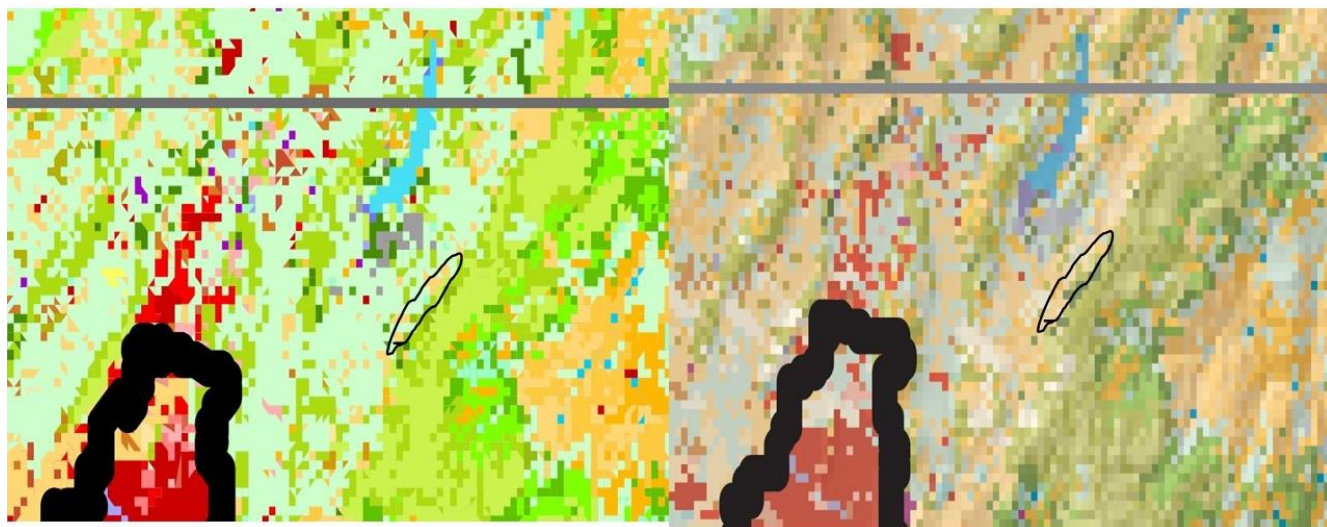
Fuente: Autores, 2018, adaptado del IDEAM

Figura 7. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2010-2012 (derecha) y mapa del área de estudio (izquierda).



Fuente: Autores, 2018, adaptado del IDEAM

Figura 8. Comparación de mapas: cambio de cobertura de suelos 2010-2012 (izquierda) y 2005-2009 (derecha).



Fuente: Autores, 2018, adaptado del IDEAM

En ambos mapas se puede observar que la cobertura de pastos limpios aumentó drásticamente entre el periodo 2005-2012 y la cobertura de bosques disminuyó en un grado menor ya que desde el periodo inicial (2005-2009) ya se encontraba reducida principalmente por cobertura de cultivos.

Según PNNC (2016), quienes se basan en el mapa de las coberturas de la tierra 2007-2009, para ese periodo el área con tipo de cobertura transformada de mosaico de cultivos, pastos y espacios

naturales y pastos limpios abarca aproximadamente 438.29Ha. Con ayuda del aplicativo web Geovisor del IDEAM, se obtuvo que el área de la zona de estudio que cuenta con coberturas de pastos limpios, mosaico de cultivos y pastos, mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales y mosaico de pastos con espacios naturales es de aproximadamente 455.6 Ha, esta información se basa en el mapa de coberturas de los años 2010-2012.

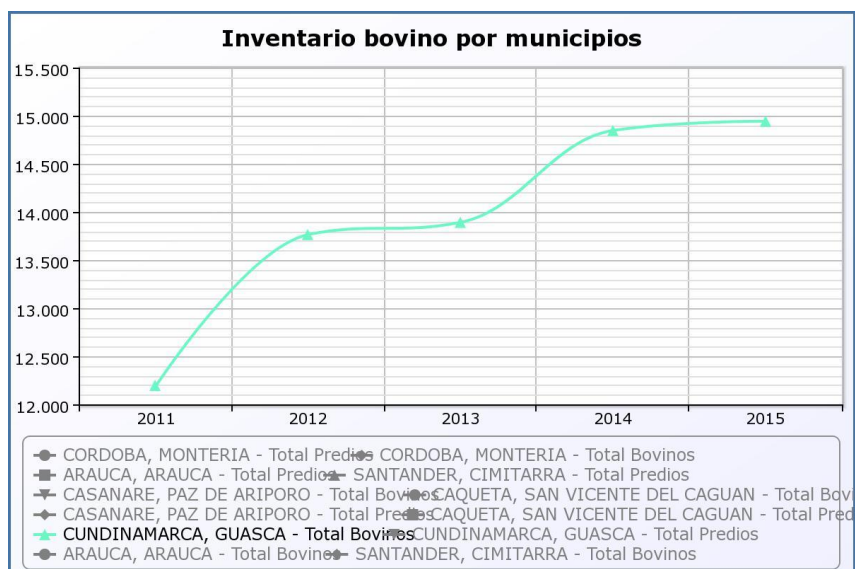
Figura 9. Leyenda de los mapas de cambio de cobertura de suelos, 2010-2012 (izquierda), 2005-2009 (derecha).



Fuente: Autores, 2018, adaptado del IDEAM

Además, con información de FEDEGAN (Federación Colombiana de Ganaderos) y el ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), se determinó que para el año 2017, el municipio de Guasca cuenta con un total de 14.976 bovinos y 1.014 fincas con bovinos (ICA, 2017), y que se ha presentado un crecimiento en la ganadería extensiva comparando la cantidad de bovinos entre los años 2011 y 2015 como se puede evidenciar en la siguiente figura:

Figura 10. Inventario bovino para el municipio de Guasca.



Fuente: FEDEGAN, 2017

Esto junto con la información deducida por medio de los mapas de uso de cobertura de suelos permiten inferir que la zona de estudio ha presentado un aumento en la ganadería de aproximadamente 18 hectáreas en un rango de 4 años (2009-2012).

Con base en esto se seleccionaron 10 fincas productoras ganaderas dentro de las veredas seleccionadas para aplicar las entrevistas.

9.5 Matriz metodológica

A continuación, se presenta un esquema de la metodología de investigación donde se evidencian objetivos, actividades, técnicas e instrumentos que se requirieron durante el proceso, además se plasmaron los resultados esperados.

Tabla 4. Matriz metodológica de investigación.

Metodología de investigación					
Objetivo General	Objetivos Específicos	Actividades	Técnicas	Instrumentos	Resultados Esperados
Evaluar la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.	Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.	-Revisión bibliográfica. -Realizar visitas a la zona de estudio. -Diseñar las entrevistas. -Analizar información y generar un diagnóstico.	-Revisión bibliográfica. -Observación directa.	-Bitácora de campo. -Registro fotográfico.	-Conocer el manejo del sistema productivo de la papa y ganadero y su relación con el ambiente en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.
	Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para	-Consultar fuentes previamente definidas. -Realizar visitas a la zona de estudio. -Aplicar las entrevistas.	-Análisis documental. -Análisis deductivo -Entrevistas.	-Documentos bibliográficos. -Bases de datos. -Bitácora de campo. -Cuestionarios.	-Obtener resultados de evaluación de sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero con base en los indicadores propuestos

	el cultivo de la papa en el municipio de Lenguaque (2017).	-Aplicar la metodología de Glaría (2013) y determinar el grado de sustentabilidad del sistema productivo de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.			por la metodología aplicada.
	Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.	-Revisar los resultados e interpretarlos. -Una vez revisada la literatura, comparar con los resultados obtenidos para poder evaluar la sustentabilidad de los sistemas productivos analizados.	-Análisis documental. -Análisis comparativo. -Análisis deductivo. -Documento con resultados de la evaluación.	-Informe de resultados de aplicación de la metodología. -Base Bibliográfica.	-Conocer el grado de sustentabilidad del sistema productivo de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.
	Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de	-Revisar los resultados de la evaluación e interpretarlos. -Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos analizados.	-Análisis documental. -Análisis comparativo. -Análisis deductivo. -Radiografía textual.	-Documento que contiene el proyecto de investigación. -Base Bibliográfica.	-Obtener una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca,

	sustentabilidad ambiental.				Cundinamarca.
--	----------------------------	--	--	--	---------------

9.6 Fuentes de información utilizadas en el desarrollo del trabajo

- Información primaria: Se empleó en campo la observación directa realizando las visitas a las fincas productoras en las veredas mencionadas anteriormente para identificar el estado actual de los cultivos de papa y la ganadería, se realizaron entrevistas a los agricultores y ganaderos, así como a algunos de sus familiares y trabajadores, se hicieron reuniones con funcionarios de la oficina de Desarrollo Económico del municipio (UMATA), lo que permitió recopilar la información necesaria para aplicar correctamente la metodología.
- Información secundaria: Para recopilar esta información se recurrió a medios virtuales y físicos, dentro de estos se emplearon, artículos indexados, bases de datos como la de la Universidad El Bosque, trabajos de grado de otros estudiantes, información disponible en internet y otras bases de datos como Google Scholar, también se consultó información pertinente en los portales web de instituciones como el IDEAM, ICA, DANE y la Alcaldía Municipal de Guasca.
- Entrevistas semi-estructuradas: para aplicar correctamente la metodología seleccionada se emplearon entrevistas individuales a 20 personas, 10 agricultores y 10 ganaderos en 20 diferentes fincas productoras ubicadas en el área de estudio, al igual que a algunos profesionales considerados como informantes clave; estas permitieron recopilar información clave para el posterior cálculo de algunas de las variables que permiten obtener el resultado de la evaluación de sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, Cundinamarca.

En la siguiente tabla se muestran las variables propuestas para la metodología de investigación, las cuales se tomaron en parte de la metodología de Glaría (2013) y otras fueron propuestas en conjunto con la opinión y contribución de pobladores y profesionales del área de estudio.

Tabla 5. Variables propuestas para la metodología de investigación.

Dimensión	Variable	Indicador
Social	Nivel socioeconómico	Ingreso mensual per cápita por familia
	Nivel educativo	Niveles educativos en la familia
	Traspaso generacional	Número de hijos que trabajan en el predio

		Traspaso generacional del sector
		Porcentaje del ingreso provisto por la actividad productiva del predio
		Proyecciones familiares con el trabajo del predio
Ecológica	Relación entre Máxima Explotación Sustentable y Explotación Efectiva	M.E.S: máximo nivel de explotación vinculado a una actividad en particular que puede desarrollarse en un sistema sin deteriorarlo
		E.E: nivel de explotación vinculado a la actividad encontrada en el predio
	Grado de naturalidad	Grado de apreciación de la población vegetal nativa en la zona de estudio
	Grado de intervención antrópica	Porcentaje de especies exóticas (introducidas y/o invasoras)
Económica	Rentabilidad	Relación entre ingresos totales y costos totales
	Sustentabilidad de la rentabilidad en el tiempo	Percepción de los habitantes del sector
		Cantidad de mercados a los que se tiene acceso
		Percepción de la estabilidad de la producción
		Cantidad de redes de comercialización a las que se tiene acceso.
Tecnológica	Tecnificación del predio	Nivel de tecnificación (TICs)
	Alternativas de producción más limpia	Empleo de alternativas de PML
Cultural	Importancia de la actividad	Grado de traspaso generacional de prácticas
		Grado de importancia de la actividad para la familia
	Importancia ecosistémica	Percepción del grado de importancia del ecosistema páramo para el desarrollo de la actividad

Fuente: Autores, 2018

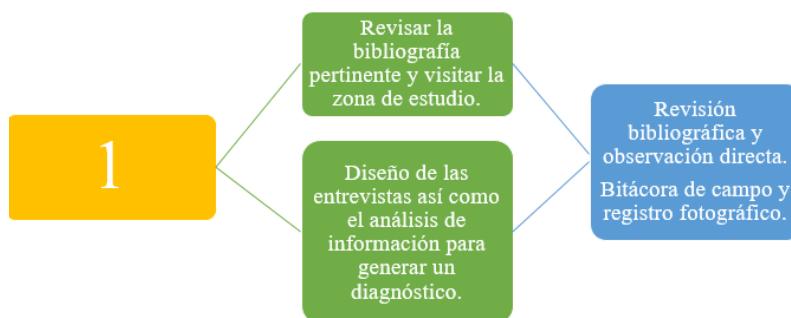
9.8 Metodología por objetivos específicos

A continuación, se presenta la explicación detallada de la metodología seguida para cada uno de los objetivos específicos del trabajo, esto con el fin de dar cumplimiento a cada uno de ellos.

9.8.1 *Objetivo específico 1*

Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.

Figura 11. Metodología del objetivo específico 1.



Fuente: Autores, 2018

Para realizar el diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de estudio se realizó una revisión bibliográfica previa del Plan de Desarrollo Municipal de Guasca, así como del Esquema de Ordenamiento Territorial (Alcaldía de Guasca, 2000), estos documentos en conjunto con información recuperada del sitio web de la Alcaldía Municipal y algunos trabajos encontrados en diferentes bases de datos fueron de gran ayuda para recopilar información de línea base sobre el municipio en general y más específicamente sobre el área de estudio, de la cual no se encontró información detallada y específica debido a que esta área (zona de amortiguación) aún no se encuentra debidamente delimitada y caracterizada, sin embargo, se empleó información del Parque Nacional Natural Chingaza para realizar una aproximación. Toda esta información se recolectó con el ánimo de esclarecer la influencia de los sistemas productivos de la papa y ganadero en el área de estudio a nivel ecológico, económico, social, tecnológico y cultural.

Para complementar la información que evidencia la importancia de ambos sistemas productivos en la economía del sector se consultó el trabajo realizado en el municipio de Lenguaque, Cundinamarca acerca de la evaluación de la sostenibilidad del cultivo de papa, este trabajo permitió recopilar información sobre algunas estadísticas agropecuarias en conjunto con información recuperada de los resultados del Tercer Censo Nacional Agropecuario realizado por el DANE. Esta información en conjunto con trabajos como los de Gaeta & Muñoz (2014), Urdaneta de Galue (2015) y Caudiel (2003), los cuales contribuyeron con la proposición de algunos indicadores adicionales tenidos en cuenta en la metodología llevada a cabo en este trabajo, permitieron diseñar las entrevistas que se posteriormente se aplicaron a los agricultores y ganaderos.

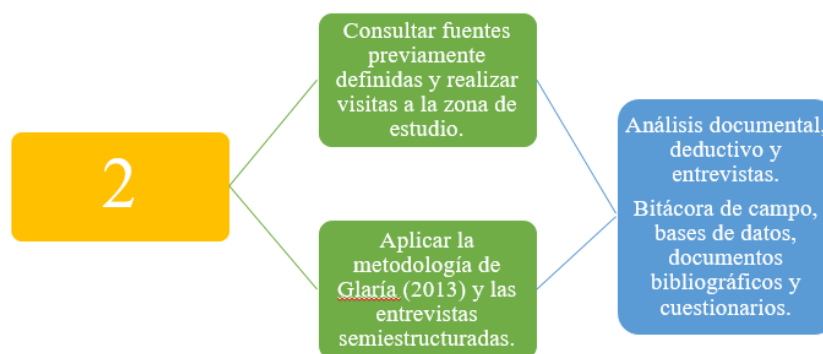
Luego de esto se realizó una visita de campo inicial para comprobar la información suministrada por el DANE sobre las veredas más productoras de papa en el sector, con base en la información consultada y en los resultados obtenidos de la primera visita en campo se seleccionaron las veredas Pastor Ospina, La Floresta, Santa Ana y Trinidad, que son aquellas que pertenecen a la zona de estudio y que son aquellas en donde más se produce papa y a su vez donde se encuentra actividad

ganadera gracias a información obtenida del IDEAM sobre coberturas, así como de FEDEGAN y el ICA donde se consultó el inventario bovino para determinar que la ganadería en el municipio de guasca ha tenido un crecimiento constante especialmente en la zona de estudio.

9.8.2 *Objetivo específico 2*

Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de papa en el municipio de Lenguazaque (2017).

Figura 12. Metodología del objetivo específico 2.



Fuente: Autores, 2018

Para el desarrollo de este objetivo se empleó en mayor medida información obtenida del trabajo realizado en el municipio de Lenguazaque, Cundinamarca sobre la evaluación de la sostenibilidad del sistema productivo de la papa, donde se seleccionó la metodología más apropiada para evaluar la sustentabilidad de este tipo de sistemas productivos.

Se realizaron visitas al área de estudio para aplicar las entrevistas a 10 agricultores de papa y 10 ganaderos, también se entrevistaron algunos profesionales de la UMATA para corroborar y ampliar la información obtenida anteriormente. Se empleó el mismo formato para todos los entrevistados, simplemente se asignaron preguntas dirigidas específicamente a los profesionales ya que la metodología establece que se requiere el aporte de estos para desarrollarla correctamente.

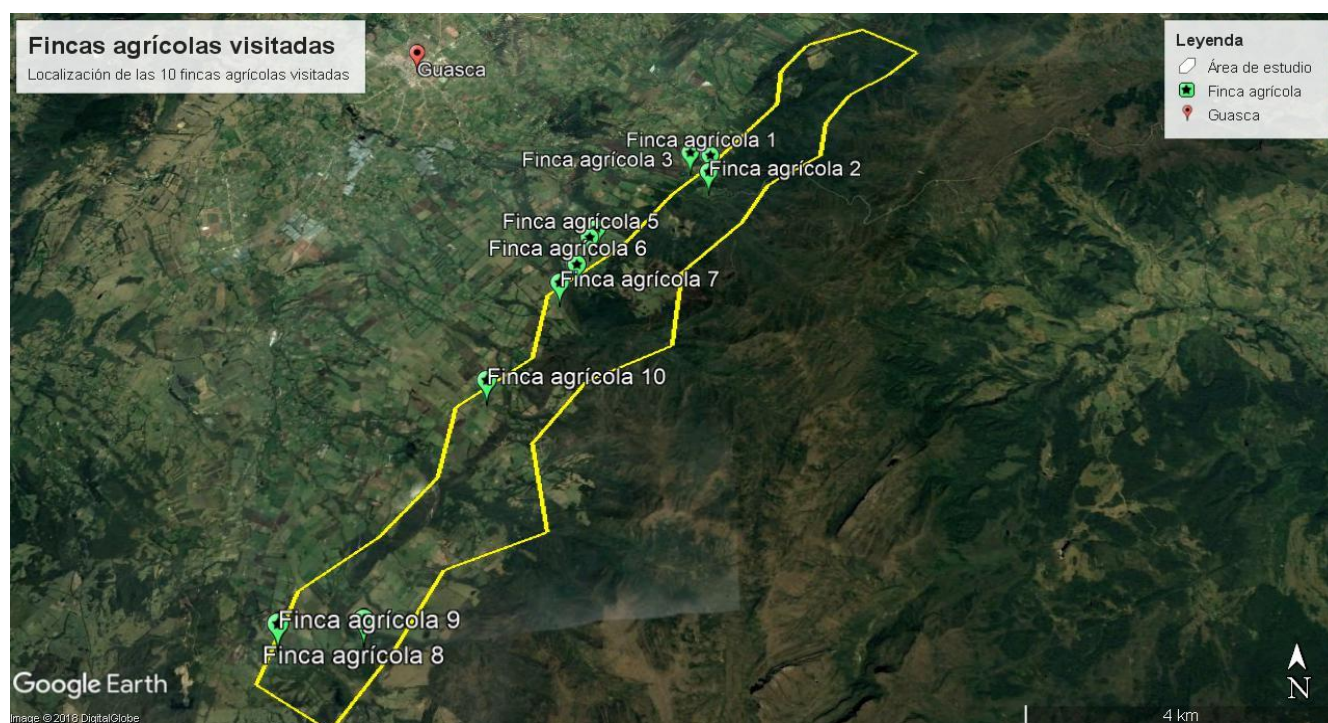
A continuación, se muestran las fincas visitadas con su respectiva ubicación geográfica y la vereda a la que pertenecen:

Tabla 6. Coordenadas y vereda a la que pertenecen las fincas visitadas.

Coordenadas de las fincas visitadas							
Finca Agrícola	Vereda	Latitud	Longitud	Finca Ganadera	Vereda	Latitud	Longitud
1	Pastor Ospina	4°50'45.22"N	73°50'0.14"O	1	Pastor Ospina	4°51'15.65"N	73°49'48.74"O
2	Pastor Ospina	4°50'34.69"N	73°50'1.07"O	2	Pastor Ospina	4°50'48.36"N	73°49'25.52"O
3	Pastor Ospina	4°50'46.94"N	73°50'10.49"O	3	La Floresta	4°49'30.46"N	73°51'17.00"O
4	La Floresta	4°49'59.69"N	73°50'57.61"O	4	Santa Ana	4°48'36.24"N	73°51'40.60"O
5	La Floresta	4°49'54.23"N	73°51'0.94"O	5	Santa Ana	4°48'20.36"N	73°51'43.10"O
6	La Floresta	4°49'38.19"N	73°51'6.78"O	6	Santa Ana	4°48'16.16"N	73°51'46.24"O
7	La Floresta	4°49'27.61"N	73°51'14.77"O	7	Santa Ana	4°48'6.77"N	73°52'5.64"O
8	Trinidad	4°46'36.87"N	73°52'31.85"O	8	Santa Ana	4°47'54.61"N	73°51'39.84"O
9	Trinidad	4°46'35.16"N	73°53'8.47"O	9	Trinidad	4°47'6.32"N	73°52'47.14"O
10	Santa Ana	4°48'33.50"N	73°51'46.88"O	10	Trinidad	4°47'3.42"N	73°52'14.60"O

Fuente: Autores, 2018

Figura 13. Mapa de las fincas agrícolas visitadas en el área de estudio.



Fuente: Autores, 2018

Figura 14. Mapa de las fincas ganaderas visitadas en el área de estudio.



Fuente: Autores, 2018

Para la aplicación de la metodología se tuvieron en cuenta los siguientes indicadores para cada uno de los cinco aspectos en los cuales se basa el proyecto, los que se enuncian a continuación se basan en la metodología de Glaría (2013) y hacen parte únicamente de los aspectos social, económico y ecológico, luego se mencionan los que hacen parte de los aspectos tecnológico y cultural.

La rentabilidad (R) está determinada por la relación entre los ingresos totales (I) y los costos totales (C) de cada una de las actividades productivas desarrolladas en los predios.

$$R = I/C$$

Umbral de Sustentabilidad: $R > 1$

La Sostenibilidad de la Rentabilidad en el Tiempo (SRT) se evaluó en base a la percepción de los habitantes del sector y/o expertos, a mejor percepción mayor puntaje (Aspecto 1), las características de los mercados, a mayor cantidad de mercados disponibles mejor puntaje (Aspecto 2), las características de la producción, a mayor estabilidad de la producción mejor puntaje (Aspecto 3), y las características de las formas de comercialización, a mayor disponibilidad de redes de comercialización mejor puntaje (Aspecto 4). A cada uno de estos aspectos se le otorgó un puntaje entre 0 y 2. De la suma de los puntajes obtenidos en cada uno de los aspectos señalados se derivó un puntaje general: $SRT = \text{ptj. Aspecto 1} + \text{ptj. Aspecto 2} + \text{ptj. Aspecto 3} + \text{ptj. Aspecto 4}$

Umbral de Sustentabilidad: $SRT > 4$

Esta información ($R - SRT$) fue de tipo primaria ya que todos los datos recolectados provienen de las entrevistas realizadas a agricultores y ganaderos, quienes suministraron los costos de producción y los ingresos provenientes de la misma en pesos colombianos. De la misma forma los datos suministrados

sobre la percepción, características de los mercados, de la producción y formas de comercialización fueron tomados únicamente de las entrevistas donde se asignó a estos un puntaje entre 0 y 2 de acuerdo a la respuesta de los agricultores y ganaderos entrevistados.

Para definir los indicadores de la dimensión ecológica, la metodología de Glaría (2013) parte de la siguiente definición:

Sustentabilidad Ecológica: actividades productivas que no rebasen la capacidad de carga o la tasa de regeneración de los recursos involucrados y que se desarrollan en un ecosistema con niveles mínimos de integridad. Se definieron tres aspectos a estudiar: a) Relación entre la Máxima Explotación Sustentable y Explotación Efectiva (M.E.S./E.E.), b) Grado de Naturalidad (GN) y c) Grado de Intervención Antrópico (GIA).

La **Máxima Explotación Sustentable (M.E.S.)** fue considerada como el máximo nivel de explotación vinculado a una actividad productiva particular que puede desarrollarse en un sistema sin deteriorarlo, y la Explotación Efectiva (E.E.) fue definida como el nivel de explotación vinculado a una actividad productiva particular encontrado en el predio estudiado.

Relación entre M.E.S. y E.E. = $M.E.S. / E.E.$

Umbral de Sustentabilidad: $M.E.S. / E.E. > 1$

Con respecto a la capacidad de carga del ecosistema páramo frente al cultivo de la papa o la ganadería no existe claridad de como calcularla y a la fecha no se ha realizado un estudio detallado en el país que suministre este dato para este tipo de ecosistemas. Lo más cercano a algún dato de capacidad de carga para el cultivo de la papa encontrado, que se puede referenciar para generar resultados de este aspecto de la variable, fue un documento técnico generado por la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, sobre una valoración comercial del suelo rural de acuerdo a su capacidad de carga territorial y de producción agrícola (Bustamante, 2017). En ese documento técnico se encontró que, para el caso de la papa, se puede conocer el valor de capacidad de carga o producción mínima por cosecha (Tn/Ha) dependiendo del número de la clase agroecológica del suelo de la zona que se esté estudiando. La producción mínima por cosecha es de 15 Tn/ Ha para suelos con clase agroecológica I, 14 Tn/Ha para suelos con clase agroecológica II, 13 Tn/Ha para suelos con clase agroecológica III, 12 Tn/Ha para suelos con clase agroecológica IV y 10 Tn/Ha para suelos con clase agroecológica VI (Bustamante, 2017). La clase agroecológica en la zona de estudio es VI.

En el caso de la ganadería la capacidad de carga se estimó de acuerdo al documento de valoración comercial del suelo rural de acuerdo a su capacidad de carga territorial y producción pecuaria de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Zúñiga & Zúñiga, 2012), donde se establece que la capacidad de carga para suelos donde se realiza pastoreo rotacional con pasto Kikuyo, como es el caso del área de estudio de este proyecto, se pueden mantener 3.75 vacas por hectárea, que para efectos de la aplicación en la metodología del trabajo se considera que una vaca de la raza Holstein (las más comunes en el área de estudio) pesa 0.65 toneladas (Delgado & Franco, 2006), lo que nos permite calcular que la capacidad de carga para la ganadería se establece en 2.44 Tn/Ha.

El Grado de Naturalidad (GN), siguiendo la metodología propuesta por Glaría (2013) fue determinado, en promedio, por la apreciación cualitativa de los profesionales que realizaron los inventarios forestales y catastros florísticos.

$GN = x$ evaluación profesionales (0-10)

Umbral de Sustentabilidad: $GN > 5,01$

Grado de Intervención Antrópica (GIA), siguiendo la clasificación propuesta por Glaría (2013) se consideró el porcentaje de especies exóticas como un indicador del grado de intervención antrópica del sistema.

GIA = % especies exóticas

Umbral de Sustentabilidad: $GIA > 30\%$

Nivel Socioeconómico (NSE): se consideró como el ingreso mensual per cápita en relación a los umbrales de “indigencia”, “pobreza” y “no pobreza” establecido por Glaría (2013). Para el segmento “no pobre” se propuso una subdivisión dada la amplitud del rango establecido por dicha fuente.

$NSE = \text{Ingreso promedio familiar mensual} / n^{\circ} \text{ integrantes grupo familiar}$

Umbral de Sustentabilidad: 159.543 pesos mensuales por persona.

Nivel educativo (NE): medido como el promedio de los niveles educativos de todos los miembros del núcleo familiar. Para abordar el NE se establecieron 3 rangos etarios (ya que no se puede establecer una escala común a niños, jóvenes y adultos): menos de 17 años, de 18 a 25 años y más de 25 años.

$NE = x \text{ puntajes educativos miembros familia (0-6)}$

Umbral de Sustentabilidad: $NE > 3$

Traspaso Generacional (TG): este indicador se evaluó con respecto a cuatro aspectos: 1. Número de hijos que trabajan en el predio (Aspecto 1). 2. Traspaso generacional general del sector (Aspecto 2). 3. Porcentaje del ingreso provisto por las actividades del predio (Aspecto 3). 4. Proyecciones familiares con el trabajo del predio (Aspecto 4). Cada uno de estos aspectos fue puntuado entre 0 y 2 puntos.

$TG = \text{ptj. Aspecto 1} + \text{ptj. Aspecto 2} + \text{ptj. Aspecto 3} + \text{ptj. Aspecto 4}$

Umbral de Sustentabilidad: $TG > 4,1$

Los siguientes son los indicadores que se plantearon para el ámbito tecnológico y cultural en la evaluación de la sustentabilidad ambiental para la zona de amortiguación del Páramo Chingaza:

Tecnificación del predio: Se estableció de acuerdo al documento de CEPAL (2015), donde se plantean indicadores para el seguimiento del plan agro y se enfocó en el acceso a tecnologías de la información y comunicación (TICs), esto debido a que el acceso a la información es fundamental para el desarrollo productivo y social de un país y que para los productores agrícolas y ganaderos, la conectividad puede hacer la diferencia entre estar fuera o dentro de un mercado, permite conseguir mejores precios, intercambiar información con otros productores, organizarse en torno a objetivos comunes, hacer publicidad, etc.

Empleo de Alternativas de PML: Esta variable se analizó en conjunto con profesionales de la UMATA y se determinó que en general, no se observa mucho la aplicación de dichas alternativas, sin embargo, se incluyó la práctica orgánica como una de estas ya que es aquella que es más posible de encontrar en la zona.

Grado de Traspaso Generacional de Practicas: Este indicador evalúa la apreciación de los entrevistados sobre el traspaso a las posteriores generaciones de las prácticas que ellos realizan o que realizaban generaciones anteriores a ellos; es decir está relacionado únicamente a cómo realizan los diferentes procesos asociados a cada actividad productiva. El trabajo desarrollado por (Loaiza, Carvajal, & Ávila (2014) sobre la evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas, evalúan el uso de determinadas prácticas culturales en los sistemas productivos agrícolas

Grado de Importancia de la Actividad para la Familia: Hace referencia a que tan importante es a nivel cultural la actividad agrícola o ganadera para la familia de los entrevistados. Este indicador se basó en uno mencionado en el documento “Indicadores para el Seguimiento del Plan Agro 2015” (CEPAL, 2015).

Percepción del Grado de Importancia del Ecosistema Paramo para el Desarrollo de la Actividad: Hace referencia a la importancia que tiene estos ecosistemas de alta montaña para las personas entrevistadas tanto a nivel cultural como a nivel del desarrollo de la práctica agrícola o ganadera. Para este indicador se tuvo en cuenta variables mencionadas en el trabajo del Instituto Alexander von Humboldt del año 2015 sobre la caracterización socioeconómica y cultural del complejo de páramos de Cruz Verde – Sumapaz. De esta manera se tuvo en cuenta la importancia que tiene el páramo para las actividades productivas.

9.8.3 Objetivo específico 3

Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.

Figura 15. Metodología del objetivo específico 3.



Fuente: Autores, 2018

Con base en la información obtenida en el objetivo 2, en donde se describieron los diferentes aspectos relacionados a los sistemas productivos de la papa y ganadero, se procedió a darle un puntaje a cada indicador de las diferentes dimensiones (ecológica, económica, social, cultural y tecnológica). Aunque es importante destacar que no todos los resultados fueron valores cuantitativos, también se tuvieron en cuenta valores cualitativos para el desarrollo de la evaluación de la sustentabilidad; esto se vio principalmente en el ámbito cultural y tecnológico, ya que al ser aspectos que no entran de manera concreta en la metodología de Glaría (2013), fue necesario caracterizarlos de manera cualitativa para no generar alteración en la aplicación de tal metodología.

En las Tablas 15, 16 y 18 se muestran los indicadores para las dimensiones ecológica, social y económica con su respectiva descripción, fórmula, puntaje y umbral. Estas tablas fueron extraídas del trabajo de Bustamante (2017), las cuales están basadas en la metodología de Glaría (2013) para la evaluación de la sustentabilidad de socio-ecosistemas. El ámbito cultural y tecnológico se incluyeron en este trabajo como propuesta en la evaluación de la sustentabilidad de sistemas productivos en Colombia. Para generar una relación con la metodología de Glaría (2013) también se tuvo en cuenta aspectos, descripción y valoración de indicadores relacionados a las dos dimensiones.

9.8.3.1 Evaluación dimensión ecológica

Tabla 7. Información de indicadores de la dimensión ecológica.

Dimensión Ecológica					
Variable	Aspecto	Descripción	Formula Matematica	puntaje	Umbral de Sustentabilidad
Relación entre M.E.S (Maxima Explotación Sustentable) y E.E (Explotación Efectiva)	Máxima Explotación Sustentable (M.E.S)	M.E.S : máximo nivel de explotación vinculado a una actividad en particular que puede desarrollarse en un sistema sin deteriorarlo.	Relación M.E.S y E.E = M.E.S / E. E	N.A	> 1
	Explotación Efectiva (E. E)	E.E : nivel de explotación vinculado a la actividad encontrado en el predio.			
Grado de naturalidad (G.N)	Apreciación cualitativa de profesionales sobre la población forestal de la zona	Grado de apreciación de población forestal en la zona de estudio	G.N=X evaluaciones de profesionales	N.A	>5,1
Grado de intervención antropica (G.I.A)	Porcentaje(%) de especies forestales exóticas	Grado de intervención antropica teniendo como indicador especies exóticas (Introducidas y/o invasoras)	G.I.A=% de especies exóticas	N.A	< 30%

Fuente: Bustamante, 2017

Para el cálculo del indicador correspondiente a la Relación entre Máxima Explotación Sustentable (M.E.S) y Explotación Efectiva (E.E), se tuvo en cuenta las clases agroecológicas de suelo presentes en el área de estudio y que fueron mencionadas anteriormente en la Metodología del Objetivo 2. Para el aspecto de M.E.S se tuvo en cuenta el rendimiento para cada sistema productivo en Tn/Ha/mm, y para E.E se estimó el rendimiento en cargas/Ha; este último aspecto, según Bustamante (2017) se puede obtener mediante las entrevistas realizadas a los agricultores y ganaderos, y el valor obtenido de cargas/Ha se convierte a Tn/ha mediante el siguiente calculo:

Ecuación 1. Conversión de cargas a Tn/Ha.

$$\frac{\text{Cargas}}{1 \text{ Ha}} * \frac{100\text{Kg}}{1 \text{ carga}} * \frac{1 \text{ Tn}}{1000\text{Kg}} = \frac{\text{Tn}}{\text{Ha}}$$

Fuente: Bustamante, 2017

9.8.3.2 Evaluación dimensión social

Tabla 8. Información de indicadores de la dimensión social.

Dimensión Social					
Variable	Aspecto	Descripción	Formula Matematica	puntaje	Umbral de Sustentabilidad
Nivel Socioeconómico (N.S.E)	Ingreso mensual percapita en relación a los umbrales de pobreza establecidos	Valor obtenido de los ingresos mensuales de la familia dividido en los miembros que la componen	$N.S.E = \text{Ingreso promedio familiar mensual} / \# \text{ de integrantes grupo familiar}$	N.A	Ingreso mensual percapita aceptable
Nivel Educativo (N.E)	Promedio de niveles educativos de los miembros del nucleo familiar	A mayor nivel educativo alcanzado entre los miembros del nucleo familiar, mejor puntaje	$N.E = X \text{ Puntajes educativos miembros familia}$	0-6	$N.E > 3$
Traspaso Generacional (T. G)	Numero de hijos que trabajan en el predio	Traspaso generacional evaluado de acuerdo a los 4 aspectos	Sumatoria de puntajes de los aspectos	0-2	$T. G > 4$
	Traspaso generacional general del sector			0-2	
	Porcentaje del ingreso provisto por la actividad productiva del predio			0-2	
	Proyecciones familiares con el trabajo del predio			0-2	

Fuente: Bustamante, 2017

Una variable importante a tener en cuenta en la dimensión social desarrollada por la metodología de Glaría (2013) es el ingreso mensual per cápita de cada una de las familias. Para efecto del desarrollo de este trabajo se tuvo en cuenta lo mencionado por Bustamante (2017) de tomar como umbral de sustentabilidad el ingreso mensual per cápita (no pobre) para Colombia. El país tiene 2 indicadores oficiales y complementarios para medir pobreza: 1) pobreza monetaria, que mide el porcentaje de la población con ingresos por debajo del mínimo de ingresos mensuales definidos como necesarios para cubrir sus necesidades básicas y 2) el índice de pobreza multidimensional (DNP, 2017).

Según el Boletín Técnico del DANE para el año 2016, el valor reportado de pobreza monetaria para el caso de centros poblados y área rural es de \$159.543; este valor fue tomado como el umbral de sustentabilidad para el ingreso mensual per cápita por familia y los rangos a tener en cuenta fueron establecidos por Bustamante (2017), teniendo en cuenta rangos establecidos por la metodología de Glaría (2013), información contenida en la Tabla 17. Para el desarrollo de esta variable, se requirió información primaria recolectada por medio de las entrevistas sobre los ingresos per cápita por familia, que se calcularon sumando los ingresos de todos los integrantes de la familia y dividiéndolos por el número de integrantes, este dato se debe comparar con el ingreso mensual per cápita (no pobre) para Colombia.

Tabla 9. Calificación de sustentabilidad para la variable de nivel socioeconómico según rangos de pobreza monetaria para el municipio.

Calificación		Rangos según pobreza monetaria en Colombia en centros poblados y área rural dispersa.
Sustentable	Muy sustentable	> \$ 409.000
	Sustentable	\$159.543 - \$ 409.000
Insustentable	Insustentable	\$80.000 - \$ 159.543
	Muy insustentable	< \$80.000

Fuente: Bustamante, 2017

Para los datos restantes se tuvo en cuenta la información recolectada mediante las entrevistas y se asignaron los puntajes correspondientes según la metodología de Glaría (2013).

9.8.3.3 Evaluación dimensión económica

Tabla 10. Información de indicadores de la dimensión económica.

Dimensión Económica					
Variable	Aspecto	Descripción	Formula Matematica	puntaje	Umbral de Sustentabilidad
Rentabilidad (R)	Relación entre ingresos totales (I) y costos totales (C)	$R=I/C$ (Ingresos totales (I) / Costos totales (C))	$R=I/C$	N.A	$R>1$
Sustentabilidad de la Rentabilidad en el tiempo (SRT)	Percepción de los habitantes del sector	A mejor percepción > puntaje	Sumatoria de puntajes de los aspectos	0-2	SRT > 4
	Características de los mercados	A mayor cantidad de mercados disponibles > puntaje		0-2	
	Características de la producción	A mayor estabilidad de la producción mejor puntaje		0-2	
	Características de formas de comercialización	A mayor disponibilidad de redes de comercialización mejor puntaje		0-2	

Fuente: Bustamante, 2017

La información obtenida para esta dimensión fue de tipo primario ya que se obtuvo directamente de las entrevistas aplicadas a los propietarios y trabajadores de las fincas visitadas, quienes suministraron los datos sobre los costos de producción total de las actividades agrícola y ganadera, además de esto, suministraron también los datos de los ingresos que devengaban de dichas

actividades. Sumado a esto proporcionaron información de a quién le vendían la producción y si consideraban que esta era estable en el tiempo.

9.8.3.4 Calificación de las dimensiones social, económica y ecológica.

Después de realizar el diagnóstico ambiental, aplicar las entrevistas en la zona de estudio y obtener puntajes para los distintos indicadores para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo Chingaza en el municipio de Guasca; los resultados obtenidos se sintetizaron según la metodología de Glaría (2013) en un resultado general por indicador y actividad productiva, y posteriormente por cada tipo de Sustentabilidad. Para esto último se tuvo en cuenta la Tabla 11 donde se encuentra los datos necesarios para realizar la interpretación de los resultados generados en el desarrollo de la metodología de los objetivos 1, 2 y 3.

Tabla 11. Resumen de indicadores y su relación con los grados de sustentabilidad definidos.

Estado General	Rangos de Sust.	S. Económica		S. Ecológica			S. Social		
		Rentabilidad	Sostenibilidad Rentabilidad en el Tiempo	M.E.S./ E.E.	Grado Naturalidad	Grado Intervención Antropica	Nivel Socioeconómico	Nivel Educativo	Traspaso Generacional
Sustentable	Muy Sustentable	> 2,00	6,1 – 8,0 puntos	> 2,00	7,51- 10,00	0 – 12 %	> a 100.000 \$/ha/mes	4,50 – 6,00 puntos	6,10 – 8,00 puntos
	Sustentable	1,10 – 2,00	4,1 – 6,0 puntos	1,01 – 2,00	5,01- 7,50	13 – 30 %	43.243- 100.000 \$/p./mes	3,00 – 4,49 puntos	4,10 – 6,00 puntos
Insustentable	Insustentable	0,51 – 1,00	2,1 – 4,0 puntos	0,51 – 1,01	2,51- 5,00	31 – 60%	24.711 - 43.242 \$/ha/mes	1,50 – 2,99 puntos	2,10 – 4,00 puntos
	Muy Insustentable	< 0,50	0,0 – 2,0 puntos	<=0,50	0,00 - 2,50	61 – 100 %	< 24.711 \$/p./mes	0,00 – 1,49 puntos	0,00– 2,00 puntos
Tipo de Indicador		Por Actividad Productiva			General por Socio-ecosistema				

Fuente: Glaría, 2013

9.8.3.5 Evaluación dimensión tecnológica

Para este indicador se tuvo en cuenta el acceso al teléfono celular y el acceso a internet de los entrevistados. Se calificó como bajo si no contaban con acceso a ninguno de estos medios, como medio si contaban con acceso a uno de ellos y como alto si contaban con ambos, además, se consideró la variable de empleo de alternativas de producción más limpia; esta variable se calificó como baja, media o alta, considerando el rango bajo para la aplicación de una sola alternativa de PML, el rango medio para 2 alternativas y el rango alto para 3 o más.

9.8.3.6 Evaluación dimensión cultural

Finalmente, para la evaluación del aspecto cultural se tuvieron en cuenta tres variables determinadas también en conjunto con los profesionales de la UMATA y de acuerdo a sus conocimientos sobre la población del área de estudio, estas variables son:

- Traspaso generacional de prácticas, el cual se calificó entre bajo, medio y alto.

- Grado de importancia de la actividad para la familia, el cual se calificó entre bajo, medio y alto.
- Percepción de la importancia del ecosistema de páramo, el cual se calificó entre bajo, medio y alto.

Posteriormente, los resultados obtenidos se consolidaron en una base de datos con ayuda de la herramienta Microsoft Office Excel, por medio de la cual se sintetizó y agrupó la información para facilitar el análisis de la misma. Al momento de realizar la consolidación se requirió nuevamente recurrir a la metodología de Glaría (2013) ya que el cálculo de algunas de las variables establecidos necesita emplear fórmulas específicas que se encuentran en esta fuente, además, para tener en cuenta los puntajes atribuidos a cada aspecto de cada variable y los valores del umbral de sustentabilidad definidos por la metodología en cada una de las dimensiones a evaluar.

9.8.3.7 Corrección y ponderación de los datos obtenidos

Debido a que se realizaron 10 entrevistas (una por finca) por sistema productivo, fue necesario organizar los datos obtenidos en cada una de estas entrevistas; la organización de los valores se dio por cada indicador y dimensión evaluada en el área de estudio. Según Bustamante (2017) y basado en la metodología de Glaría (2013), para la evaluación de la sustentabilidad ambiental se realiza un promedio ponderado de los valores arrojados inicialmente por las entrevistas, esto se debe a que los datos obtenidos de la evaluación en campo de cada uno de los indicadores permiten identificar aquellos que aplicarían en la sustentabilidad del área evaluada; aunque se presenta que no todos los indicadores representan el mismo valor para la evaluación de la sustentabilidad, por este motivo se propone realizar una corrección de los valores obtenidos a partir del valor que tiene cada uno de los indicadores frente a la evaluación total. En la Ecuación 2 se realiza la ponderación de los valores.

Ecuación 2. Ponderación de valores obtenidos.

$$\frac{(\text{valor obtenido de la evaluación}) \times (\text{valor de puntaje otorgado al indicador})}{\text{sumatoria de puntaje}}$$

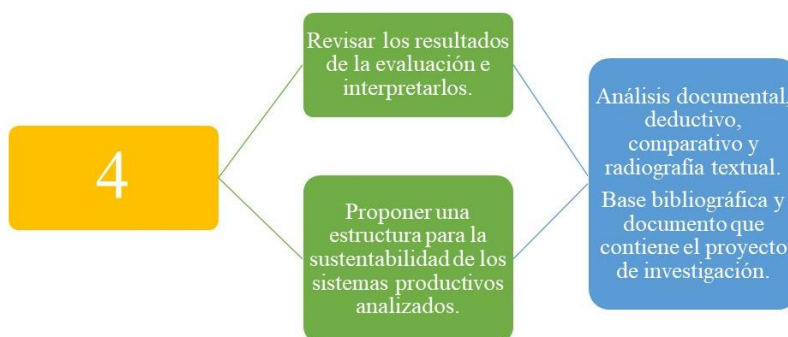
Fuente: Bustamante, 2017

En esta ecuación se multiplica cada uno de los valores obtenidos por el valor que representa cada indicador frente a la evaluación de sustentabilidad, dividido en la sumatoria del valor de puntaje del indicador.

9.8.4 Objetivo específico 4

Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.

Figura 16. Metodología del objetivo específico 4.



Fuente: Autores, 2018

Se propondrá una estructura de sustentabilidad para los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza con base en los resultados obtenidos en el objetivo específico 3, esta estructura se basará en aspectos clave identificados para cada uno de los sistemas productivos, en primer lugar para el ganadero se tuvieron en cuenta algunos como el número de animales por hectárea, el manejo de estiércol (compostaje), la distancia a los bebederos y su ubicación, el tipo (raza) de ganado empleado para el fin determinado (leche, carne) y la ganadería orgánica. En el caso de la agricultura se tratarán algunos aspectos como la aplicación de agroquímicos, la rotación de cultivos, el uso del agua, el manejo de aguas residuales y la mano de obra. Se observó si lo mencionado anteriormente tenía que ver con las variables limitantes obtenidas como resultado del objetivo específico 3 para de esta manera realizar una asociación y enfocar la estructura de sustentabilidad principalmente en estas limitantes y en aquellas que dieron como resultado de calificación “sustentable”, ya que, aunque no son insustentables, aún hay trabajo por hacer para que lleguen al ideal de “muy sustentable”.

10 Resultados, análisis y discusión del trabajo de investigación por objetivos.

A continuación, se describirán los resultados obtenidos y se realizará posteriormente el análisis y discusión de los mismos por cada uno de los objetivos propuestos en el trabajo de investigación.

10.1 Objetivo específico 1: Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.

El diagnóstico realizado se describirá desde cada uno de los aspectos sobre los que se enmarca el trabajo de investigación: económico, ecológico, social, tecnológico y cultural.

10.1.1 Diagnóstico desde lo económico

Para realizar este diagnóstico se inició por evidenciar que tan representativos son los sistemas productivos de la papa y ganadero a nivel municipal en el área de estudio.

10.1.1.1 Representatividad de los sistemas productivos de la papa y ganadero a nivel nacional departamental y municipal

10.1.1.1.1 Producción de papa en el municipio de Guasca

La información brindada por el Boletín Mensual Regional de Fedepapa para el municipio de Guasca, Cundinamarca, indica que el área sembrada proyectada para el año 2017 es de 48.256 hectáreas, la producción proyectada de 1.075.360 toneladas año, el rendimiento promedio de 23 Toneladas/hectárea, costo de producción promedio de \$16.675.500 por hectárea y las principales variedades comercializadas son la Criolla, Diacol, Capiro, ICA-Unica, Parda Pastusa, Pastusa Suprema y Superior.

Según el Plan de Desarrollo (2004-2007) del municipio de Guasca, cerca de las 1500 hectáreas del territorio municipal son dedicadas a diferentes actividades agropecuarias. La participación del cultivo de la papa supera el 50% del total.

Tabla 12. Cantidad de fincas, unidades productoras de papa, productores y área total de papa a nivel veredal del municipio de Guasca.

Municipio	Veredas	Fincas	UPP	Productores	Área (h)
Guasca	De Flores	9	9	9	1
	Ispina	15	16	16	36
	Juquin	3	3	3	1
	Los manzanos	121	125	116	476
	Marino Ospina	12	15	15	6
	Pastor	48	51	48	106
	Salitre	17	19	16	140
	San Isidro	6	6	6	2
	San José	9	10	10	18
	Santa Ana	51	56	46	248
	Santa Bárbara	18	22	18	106
	Santa Lucía	10	10	9	44
	Santuario	7	7	7	1
Total		326	349	318	1.186

Fuente: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2002

Como se muestra en la Tabla anterior, las veredas con mayor representatividad de cultivos de papa se encuentran Los Manzanos, Santa Ana, Salitre y Pastor Ospina; estas veredas representan un área de 970 hectáreas relacionadas con las 1.186 hectáreas del municipio de Guasca. Los cultivos están distribuidos en un total de 326 fincas. Las veredas Santa Ana y Pastor Ospina hacen parte de la zona de amortiguación del Páramo Chingaza por lo que se hace importante resaltarlas para efectos del desarrollo del trabajo.

10.1.1.1.1.1 Descripción del sistema productivo de la papa en el municipio

Como parte del diagnóstico del sistema productivo de papa en el municipio de Guasca, se basó en las entrevistas realizadas a los diferentes productores de las veredas de Pastor Ospina, La Floresta, Trinidad y Santa Ana; esto con el fin de saber cómo realizan las diferentes fases de establecimiento, mantenimiento, cosecha y pos cosecha del cultivo de papa y cuáles son los costos directos e indirectos del mismo.

- **Fase de Establecimiento del cultivo**

Preparar el terreno

Para la preparación del terreno se realiza una quema a los pastos 20 días antes de la siembra con ayuda de herbicidas, del cual se utiliza un litro por hectárea. Posteriormente se realiza el proceso de mecanizar el suelo con el arado y rotovator con el fin de conseguir una condición suave al terreno, con buen drenaje y ventilación para el óptimo desarrollo de la semilla. El surcado se hace de manera mecanizada y ya finalizado este proceso el suelo queda listo para depositar la semilla.

Abono y Siembra

Para el caso de la finca Aguiluchos se emplearon 135 cargas para 10 fanegadas. En este predio tres obreros hacen el proceso de depositar la semilla en el surco a una profundidad de 5 a 10 centímetros y luego taparla con tierra. Luego se realiza el proceso de aporque, en el cual se necesitan 7 obreros por hectárea, y se realiza a los 45 días después de realizada la siembra; este proceso sirve para que la planta se mantenga vertical y evite que insectos lleguen al tubérculo (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). La labor de aporque evita que los estolones se conviertan en tallos, promueve el aumento del número de tubérculos producidos por la planta y protege los tubérculos de daños generados por enfermedades y plagas (Santos & Orena, 2006).

- **Fase de Mantenimiento del cultivo**

Fumigación para el control de plagas y enfermedades

La aplicación de los agroquímicos se hace mediante una estacionaria. En los cultivos de papa, el control de plagas y enfermedades se traduce en el empleo de plaguicidas específicamente insecticidas como el furadan y el karate que combaten plagas de chiza, polilla, chinches y pulgones, que se aplican al momento de sembrar y antes de aporcar. Por otro lado, los fungicidas se aplican treinta días después de la siembra y con frecuencia de siete a nueve días, dirigidos al follaje de la planta (Martínez, 2005).

Esta labor, para el caso particular, se hace uso de insecticidas y fungicidas, los cuales se pueden aplicar en dosis de 0,2 a 2 litros por hectárea, y así prevenir plagas como pulguitas, polilla guatemalteca y la mosca blanca. La aplicación de los plaguicidas se hace entre 8 y 15 días, esto dependiendo si hay lluvias frecuentes o no.

Desyerba

Esta actividad permite controlar las malezas y arvenses. Para el predio, un trabajador con ayuda de un azadón elimina las malezas y así evita que se compita por nutrientes, agua, luz y espacio.

- **Fase de cosecha y poscosecha de la papa**

La labor de cosecha se hace a los seis y siete meses después de realizada la siembra. Se menciona que la cosecha se realiza a las horas de la mañana y en tiempo seco y el proceso se realiza de manera manual con la ayuda de un azadón o mediante máquinas de aspas. Los tubérculos que han sido recolectados son extendidos y expuestos al sol durante dos horas para que se sequen.

La poscosecha está caracterizada en la distribución y comercialización de la papa en la plaza del municipio de Guasca. En esta fase existe la posibilidad de que existan pérdidas del producto aproximadamente en un 25% que no llega al consumidor final y se debe principalmente a factores físicos como la exposición a altas temperaturas, heridas mecánicas o problemas patológicos ocasionados por bacterias, insectos u hongos (Cámara de Comercio de Bogotá, 2015). Una de las principales vías de comercialización con que cuentan los pequeños productores agrícolas es el

Mercado Campesino Institucionalizado por la Administración Municipal y la UMATA que se viene realizando el primer domingo de cada mes, en la plaza de mercado del municipio. Otros canales de comercialización son la plaza de CORABASTOS y los intermediarios.

- **Costos de producción**

Los costos de producción son exclusivos de cada uno de los productores al cual se le realizó la entrevista y estos pueden variar en comparación con otros. Esto se debe a que en el sistema productivo inciden varios factores los cuales están relacionados con la tenencia de tierra, los insumos utilizados, hectáreas cultivadas, entre otros.

En los costos de mano de obra se tuvo en cuenta las diferentes labores realizadas como son la quema, preparación del suelo, encalado, siembra, aplicación de fertilizantes y agroquímicos, deshierba, aporque y cosecha. Para el caso de la finca Aguiluchos el costo generado es un valor que se paga quincenalmente a los obreros. Con respecto a los empaques, se utilizan costales plásticos de color amarillo y rojo, los cuales tiene una capacidad de 50 kilos.

Para los datos de costos indirectos se les preguntó a los productores por el arriendo del terreno para la siembra de papa, ante lo cual uno de ellos respondió que para las 750 cargas se pagan \$700.000 cada 6 meses por arriendo del predio. El valor del transporte hace referencia al costo generado de llevar las cargas a la plaza; aunque en este proceso también puede estar incluido la clasificación, el llenado de los costales y la cargada al camión.

La estructura de costos de producción está ligada a las dinámicas regionales y en el caso del departamento, los insumos (compuestos por semilla, enmiendas abonos orgánicos, fertilizantes edáficos y foliares o regulares fisiológicos; entre otros) ocupan la mayor proporción del costo total, seguido de la mano de obra (Moreno, 2016).

10.1.1.1.2 Producción ganadera en el municipio de Guasca

La actividad predominante dentro de la ganadería la constituye la explotación de ganado vacuno, lechero y de carne. La primera de ellas representada por hatos de raza Holstein o mestizas, mientras que los ejemplares de raza Normando y Criolla sirven para la producción de carne. El manejo de las praderas se hace de tres formas: Pastoreo rotacional, en franjas y el continuo. La forma más utilizada es por franjas ya que genera en promedio una rentabilidad por animal de \$ 100.000 mensuales para el pequeño productor.

Tabla 13. Inventario bovino del municipio de Guasca.

Municipio	Total de Machos	Total de Hembras	Total Bovinos
Guasca	3.790,00	18.828,00	22.618,00

Fuente: URPA- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Cundinamarca

Tabla 14. Sistema de explotación bovina en Guasca.

Municipio	Población Bovina	(%)orientación bovina a leche	Granjas productoras de leche	(%) Orientación bovina a carne	Granjas productoras de carne	(%) Orientación bovina doble propósito	Granjas productoras doble propósito	Número total de granjas
Guasca	8.350	80	1.450	15	422	5	200	2.072

Fuente: URPA- Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural de Cundinamarca

En el municipio de Guasca, la ganadería medida en cabezas de ganado ha ido en aumento desde el año 2011, teniendo unas cifras considerables dentro del departamento de Cundinamarca, según el ICA, en el inventario bovino del año 2017, en Guasca se tiene un promedio de 14,77 cabezas de ganado por finca (ICA, 2017).

Tabla 15. Total de bovinos y fincas con bovinos en el municipio de Guasca.

DEPARTAMENTOS	MUNICIPIO	TOTAL BOVINOS - 2017	TOTAL FINCAS CON BOVINOS - 2017
CUNDINAMARCA	GUASCA	14.976	1.014

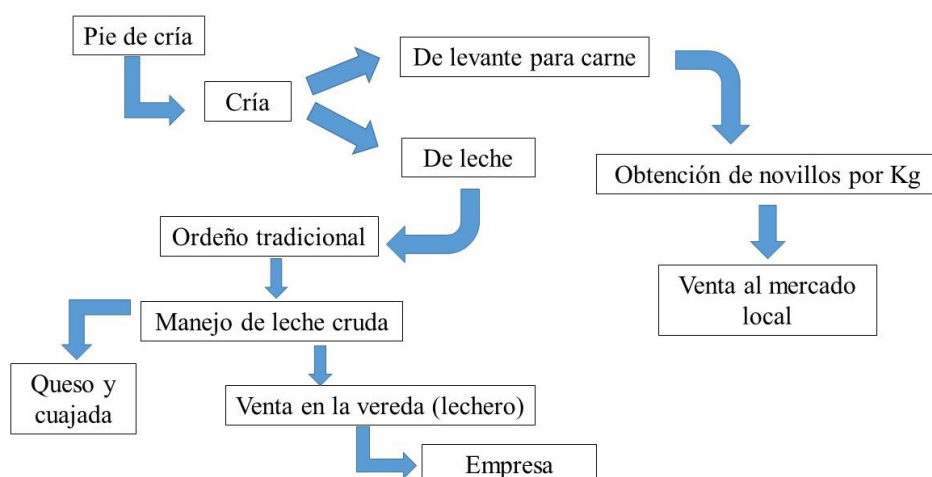
Fuente: ICA, 2017

Guasca se posiciona como un municipio donde la cantidad de cabezas de ganado es alta en comparación con los demás (ICA, 2017), esto sumado al hecho de que Guasca cuenta con una buena parte en extensión de lo que es el ecosistema de páramo no genera un panorama muy positivo al momento de considerar la vulnerabilidad de este ecosistema frente a actividades productivas como la ganadería extensiva.

10.1.1.1.2.1 Descripción del sistema productivo ganadero en el municipio.

A continuación, se describe la ganadería convencional campesina, que es la que se desarrolla en la zona de estudio.

Figura 17. Descripción de la ganadería convencional campesina.



Fuente: Autores, 2018, con apoyo del director.

10.1.2 Diagnóstico desde lo social

Teniendo en cuenta la información suministrada por la Unidad Administrativa Especial de Organizaciones Solidarias (UAEOS) en el año 2017, el municipio de Guasca presenta las siguientes organizaciones de productores relacionadas a los sistemas productivos de la papa y ganadero: 1) Asociación de productores de lácteos de Santa Ana (ASOLESAN); Asociación de productores de papa y otros productos agropecuarios del municipio de Guasca. La cooperativa Agropecuaria Cooagrogavio está conformada por 20 productores y está dedicada a la producción y comercialización de leche, para lo cual se cuenta con un hato de 107 reses productoras.

Tenencia de predios

El municipio de Guasca presenta desigualdad en la distribución de la tierra. Por un lado, existe un gran número de familias que deben conformarse con pequeños predios en donde la producción apenas alcanza para subsistir.

Tabla 16. Tamaño y caracterización de los predios en el municipio de Guasca.

Tamaño y caracterización de los predios					
TIPO DE PREDIO	TAMAÑO Ha	CATEGORÍA	PUNTAJE	SUPERFICIE Ha	UBICACIÓN
Pequeño	0 - 5	Alta	4	4078.41	Floresta I, Flores, San José, Santa Ana Baja, Trinidad Betanía, Santa Lucía, Salitre Bajo, Salitre Alto, Santa Bárbara (occidente), Mariano Ospina, Pastor Ospina, Santuario (oriente)
Mediano	6 - 20	Media	3	5222.04	Santa Bárbara (oriente) Santa Ana Alta (oriente), Santuario (occidente), Floresta II (oriente), Trinidad Pueblo Viejo (parte media) Santa Ana Alta (occidente)
Grande	7 - 20	Baja	2	22979.78	Concepción, San Francisco, Trinidad Pueblo Viejo Sur)

Fuente: SENA, 1998

Cómo se puede observar en la Tabla. las veredas que se tomaron en cuenta para el desarrollo del trabajo, es decir la vereda Pastor Ospina, La Floresta, Trinidad y Santa Ana, presentan tipos de predios pequeños. Esto se pudo observar principalmente con el sistema productivo ganadero, donde las personas mencionaban que lo que producía el ganado alcanzaba prácticamente para el cuidado de los animales y no se generaban mayores ingresos.

Accesibilidad

Las veredas de Pastor Ospina, La Floresta, Trinidad y Santa Ana, presentan en su mayoría una accesibilidad alta, es decir que se puede acceder a los predios directamente en vehículo.

10.1.3 Diagnóstico desde lo ecológico

Los ecosistemas naturales que se encuentran en la zona de amortiguación del Parque Natural Chingaza, han experimentado procesos de degradación debido a la implementación de actividades productivas como la ganadería extensiva, los cultivos, la extracción vegetal y los incendios forestales (PNNC, 2016).

Disposición de envases según la información suministrada por los agricultores de las veredas

La disposición de envases en las fincas donde se realizaron las entrevistas se realiza mediante la recolección de estos en costales, y muchos de los agricultores tienen conocimiento de las campañas de recolección de estos; aunque también se mencionó por parte de algunos entrevistados que realizaban las prácticas de enterramiento o incineración de los envases. En la zona de estudio no se observaron envases abandonados, lo que hace referencia que estos son dispuestos en puntos de recolección en su mayoría.

Cobertura Vegetal, ecosistemas estratégicos de Guasca

El municipio de Guasca presenta un área de 15.417 Ha declaradas como zonas de reserva, la cual representa el 40% del área total del municipio. En esta zona se ubican sistemas naturales, que se encuentran por encima del límite superior de los bosques alto andinos. El eje sur-noreste en la franja central del municipio de Guasca, corresponde en forma predominante a un mosaico de pastos, que abarca áreas de las veredas Trinidad, Santa Ana, Floresta, prácticamente la totalidad de la vereda Pastor Ospina y un amplio sector de Santa Bárbara. En la parte suroriental, en la vereda Trinidad, el páramo da paso a bosques fragmentados, que encierran zonas de pastos con presencia de árboles. En la vereda Mariano Ospina, dominada por la presencia de mosaicos de presenta de igual forma áreas con cultivos de fresas. Hacia el suroriente, se observa una gran zona de bosque plantado, que presenta discontinuidad por pastos (CMGRD, 2012).

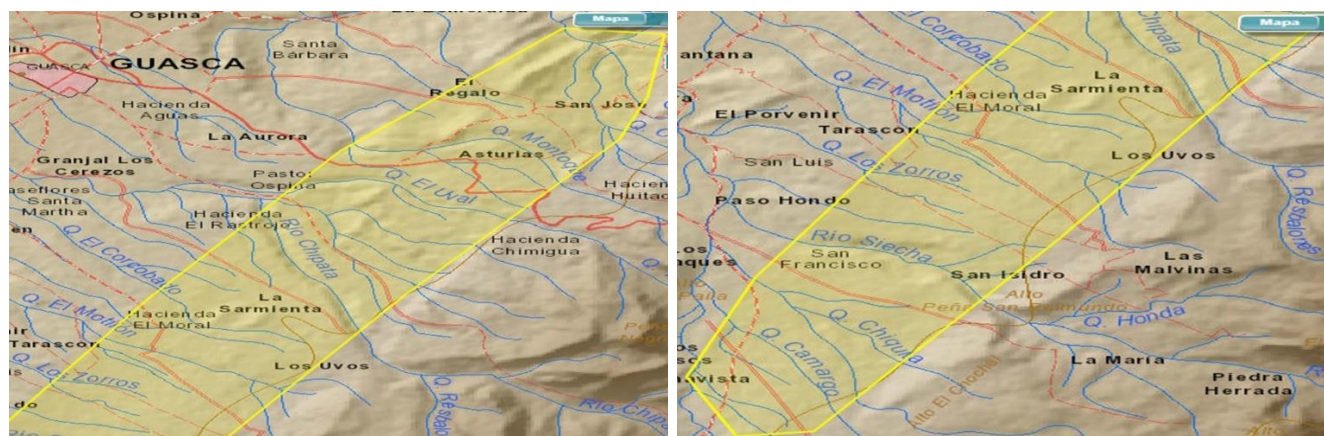
La oferta ambiental del municipio está representada en el “Corredor Biológico del Parque Nacional Natural Chingaza” y de las “Reservas Forestales Protectoras Chorreras-Concepción y de los ríos Blanco y Negro”. También se hallan las áreas de la “Reserva Forestal del Páramo de Guasca”; la “Reserva Forestal Protectora del río Tunjo o Juiquín y la Reserva Forestal protectora del municipio de Guasca; este último forma parte del área de amortiguación del PNN Chingaza (Moreno, 2016).

En Guasca, como en muchos de los páramos y bosques alto andinos de Colombia su territorio se ve afectado por ganadería y agricultura extensivas: La ganadería produce impactos directos e indirectos sobre los organismos del páramo y sobre el ecosistema en su conjunto. Los primeros se dan porque

Componente hídrico

El municipio de Guasca tiene un gran potencial hídrico, puesto que en su territorio se encuentran ubicados paramos y zonas de recarga de acuíferos, las microcuencas del Río Siecha y el río Teusacá, esto se evidencia a continuación con la figura 17 que indica las fuentes hídricas que se encuentran dentro de la zona de estudio entre las cuales se encuentran la quebrada El Uval, Los Zorros y la quebrada Camargo, que fueron tres de las que se identificaron como claves para el suministro del recurso hídrico en las actividades productivas del cultivo de papa y ganadería, esto debido a que los entrevistados las mencionaron dentro de sus respuestas.

Figura 18. Mapa hidrográfico de la zona de estudio.

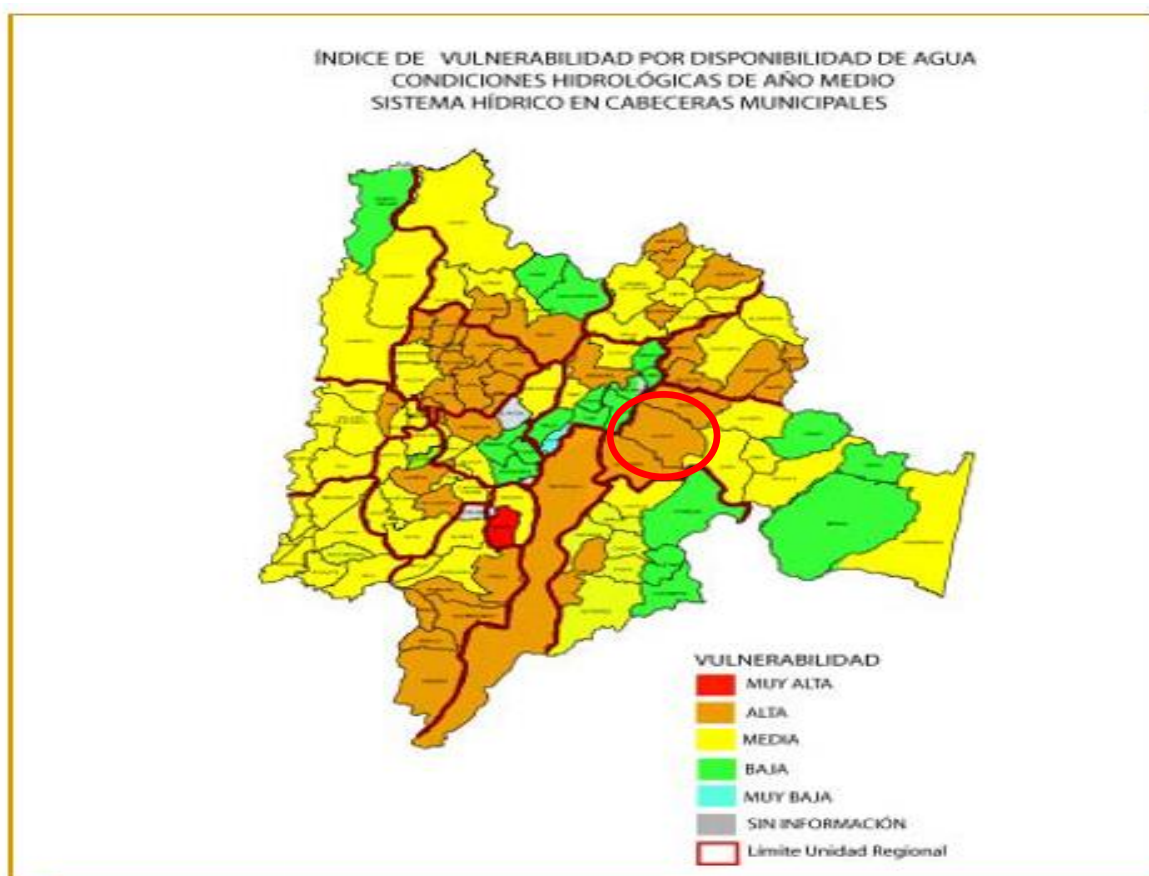


Fuente: Autores, 2018

Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua para el municipio de Guasca

El índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua tiene en cuenta la oferta neta de agua, el uso y las condiciones de capacidad de regulación hídrica del área hidrográfica (IDEAM, 2002). Como se muestra en la Figura 18, los municipios de la Calera, Guasca y Guatavita, el índice de vulnerabilidad es alto como consecuencia de las presiones que existen sobre sus ecosistemas estratégicos. Esto también se debe a las dificultades en el manejo ambiental especialmente en la deforestación, en el inadecuado manejo de elementos químicos y residuales, la expansión de fronteras agrícolas y el desconocimiento de técnicas adecuadas en la explotación del suelo. (Cámara de Comercio Bogotá, 2010).

Figura 19. Índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua. (Condiciones hidrológicas de año medio) 2002.



Fuente: Corporación Ecofondo, 2002, con base en IDEAM

10.1.4 Diagnóstico desde lo cultural

En el ámbito cultural se tuvo en cuenta principalmente la percepción que tienen las personas en la zona de estudio con respecto a la importancia que tiene el páramo para sus actividades productivas y la prestación de servicios ecosistémicos. En muchos lugares se pudieron observar mensajes del cuidado del páramo y las personas mencionaban que tienen conocimiento de los servicios que brinda el ecosistema y la importancia de cuidarlo, además en todas las fincas los entrevistados manifestaron conocer la importancia del páramo y la función que este cumple para suplir su producción. Otro aspecto que se tuvo en cuenta, fue la importancia de la actividad productiva en la familia, en donde se mencionó que las prácticas de ganadería y cultivo de papa han pasado de generación en generación y son prácticas que han brindado estabilidad a las familias; pero cabe resaltar que actualmente los hijos están enfocados en salir a las ciudades para adquirir estudios y se han ido abandonando estas prácticas agrícolas y ganaderas.

10.1.5 Diagnóstico desde lo tecnológico

Las entrevistas que se realizaron en el área de estudio dio a conocer que predominan los sistemas productivos convencionales debido a que las pendientes que se presentan en la zona no permite implementar las técnicas mecanizadas. En este aspecto se tuvo en cuenta el acceso a Tecnologías

de información y comunicación (TICs) tales como el teléfono celular y el internet, esto debido a que como se explicó anteriormente, el hecho de contar con esto significa una ventaja comercial. Otra diferencia que existe está relacionada con la producción más limpia (PML), esto se debe a que el productor tecnificado puede utilizar métodos alternativos para el control de malezas o plagas, tiene conocimiento de las dosis correctas y adecuados sistemas de aplicación de los productos para la protección de cultivos, realiza buena una buena disposición de los envases y practica procesos como el compostaje.

Además, se sabe que los productores cuentan con asistencia técnica por parte de la UMATTA, la cual les provee asesoría en cuanto a técnicas, productos para la protección de cultivos, equipo, elementos de protección personal, plagas, enfermedades de los animales, entre otras, sin embargo, en varios casos los productores manifiestan que viven muy lejos y no tienen tiempo de ir hasta la alcaldía, otros no cuentan con teléfono para comunicarse, y otros manifiestan aprender de otros productores y no necesitar dicho tipo de asistencia técnica.

Teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, se puede inferir que la agricultura de la papa y la ganadería (especialmente de leche) son dos actividades económicas con un grado de importancia y participación altos en el municipio de Guasca y en la zona de estudio, la mayoría de las fincas son de tamaño pequeño (0-5ha) o mediano (6-15ha), lo que en el caso de la ganadería evidenció una producción relativamente pequeña debido a que en este espacio no es posible tener una gran cantidad de animales y a que en muchos casos las fincas donde se realizaron entrevistas se practicaban ambas actividades productivas (agricultura de papa y ganadería), lo que reducía aún más el espacio para la cría de ganado; por este motivo la ganadería se realiza más como una actividad para autoconsumo de leche que para comercialización de la misma. En el caso de la papa si se realiza en su mayoría para comercio gracias a que los cultivos aprovechan más el área de tierra y esto permite tener una producción más alta.

La zona de estudio se ha visto afectada por ambas actividades productivas debido a la expansión de las fronteras que han tenido cada vez más cerca al páramo, esto ha generado fragmentación de ecosistemas, pérdida de cobertura vegetal nativa, erosión del suelo y empobrecimiento del mismo. Además, se pudo constatar con algunos de los expertos entrevistados que algunas especies de fauna como el oso de anteojos se ve cada vez más amenazado porque se reduce el área por donde puede transitar sin estar en riesgo.

En cuanto a las fuentes hídricas, se corroboró que muchos de los cultivos de papa emplean agua directamente de las fuentes hídricas y en algunos casos el exceso de agua que sale del cultivo ya contaminada con productos para la protección de cultivos regresa a la fuente de donde fue tomada lo que genera que el índice de vulnerabilidad por disponibilidad de agua para el municipio aumente.

Se evidenció que para la población de la zona de estudio las dos actividades productivas analizadas son de gran importancia cultural debido a que tradicionalmente han significado no solamente una fuente de ingresos sino también la transmisión generacional de prácticas y un estilo de vida. Más recientemente las personas se han dado cuenta de la importancia del páramo debido a los servicios ecosistémicos que presta y a que les permite mantener sus estilos de vida, por esto, han empezado

a tomar conciencia y a proteger dicho ecosistema realizando una correcta disposición y un correcto manejo de los residuos que generan sus actividades y en algunos casos empleando alternativas de producción más limpia como lo son la agricultura y ganadería orgánicas.

Esto se ha podido dar de la mano con asesoría técnica por parte de profesionales de la UMATA del municipio, aunque en muchos casos esta asesoría no es aprovechada por problemas de acceso a TICs y distancias entre las fincas y la alcaldía.

10.2 Objetivo específico 2: Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de la papa en el municipio de Lenguaque (2017).

A continuación, se presentan los resultados para cada una de las variables analizadas para ambos sistemas productivos.

10.2.1 Sistema productivo de la papa

Rentabilidad (R): Teniendo en cuenta los datos suministrados por los productores en cuanto los costos de producción, en donde se incluye todo el costo de los insumos, mano de obra, mantenimiento y transporte, se calcula que aproximadamente un productor con un predio entre 10 y 30 fanegas de extensión, invierte aproximadamente entre 90 y 270 millones cada 6 meses. Para calcular los ingresos que se obtienen por cultivar papa, se consideró el precio de venta y la producción mencionadas por los productores del área de estudio; actualmente el precio de la papa (dependiendo de la variedad) se encuentra entre \$80.000 y \$95.000 la carga, valor que se considera rentable ya que algunos de los productores mencionaron que hace unos meses se generaron grandes pérdidas principalmente por los bajos precios de la papa; teniendo presente los precios por carga se estima que los ingresos que se generan en el caso de unas 10 fanegadas es de \$108.000.000, es decir se obtienen unas ganancias de \$18.000.000 mensualmente.

Sustentabilidad de la Rentabilidad en el Tiempo (SRT): Para este indicador se tuvo en cuenta los aspectos mencionados en la tabla 10. Los productores respondieron que el mercado de la papa varía constantemente por lo que la estabilidad del negocio depende de muchos factores, entre los cuales está incluido el cambio climático y el control de plagas, este último ligado al uso de los agroquímicos. Uno de los entrevistados mencionó haber tenido grandes pérdidas por precios y por la cantidad de cultivos de papa que se estaban dando. En cuanto a las redes de comercialización, algunos de los productores dijeron que vendían a la empresa Margarita y la mayoría su mercado es la plaza del municipio.

Relación entre Máxima Explotación Sustentable (M.E.S.) y Explotación Efectiva (E.E): En la evaluación de este indicador se tuvo en cuenta la capacidad de carga del cultivo de papa en la zona de amortiguación del páramo Chingaza, municipio de Guasca. Esta capacidad de carga está relacionada con el tipo de suelo de la zona de estudio. Con respecto a la ganadería esta depende del número de cabezas que se encuentre en los predios; en la mayoría de las fincas que se visitaron se observó un número reducido de animales con respecto a la extensión del predio.

10.2.2 Sistema productivo ganadero

Rentabilidad (R): Teniendo en cuenta los datos suministrados por los productores en cuanto los costos de producción, en donde se incluye todo el costo de los insumos, mano de obra, mantenimiento y transporte, se calcula que aproximadamente un productor con un predio entre 1 y 17 fanegas de extensión,

invierte aproximadamente entre 2.5 y 30.7 millones cada 6 meses. Para calcular los ingresos que se obtienen por producir leche, se consideró el precio de venta y la producción mencionadas por los productores del área de estudio; actualmente el precio de la leche (por litro) se encuentra entre \$800 y \$1.000, valor que se considera medianamente rentable para los productores ya que el margen de ganancia es poco y se encuentra entre los \$160 y los \$360 por litro de leche; teniendo presente los precios por litro se estima que los ingresos que se generan en el caso de unas 10 fanegadas es de \$4.860.000, es decir se obtienen unas ganancias de \$1.177.000 mensualmente.

Sustentabilidad de la Rentabilidad en el Tiempo (SRT): Los productores respondieron que el mercado de la leche varía constantemente por lo que la estabilidad del negocio depende de factores como el cambio climático y el control de plagas para el establecimiento de las pasturas. En cuanto a las redes de comercialización, la mayoría de los productores mencionaron que vendían su producido a una empresa local que funcionaba como cooperativa.

Relación entre Máxima Explotación Sustentable (M.E.S.) y Explotación Efectiva (E.E): En la evaluación de este indicador se tuvo en cuenta la capacidad de carga del suelo con cobertura de pasto Kikuyo que es el más usado para la labor ganadera en la zona de estudio y depende del número de cabezas que se encuentren en los predios; en la mayoría de las fincas que se visitaron se observó un número reducido de animales con respecto a la extensión del predio.

10.2.3 Indicadores generalizados para ambos sistemas productivos

Grado de Naturalidad (GN): Las especies vegetales nativas se han visto afectadas principalmente por el crecimiento de la frontera agrícola, que debido a sus actividades se generan cambios en las coberturas. Aunque es importante resaltar el pensamiento que tiene la población por proteger el páramo y sus servicios ecosistémicos, por eso se tiene un mayor cuidado al realizar las diferentes actividades agropecuarias.

Grado de Intervención Antrópico (GIA): La intervención que se ha dado en la zona de amortiguación del Páramo Chingaza está asociada principalmente a los dos sistemas productivos que se ha trabajado a lo largo de este trabajo. Las veredas que se encuentran en la zona presentan áreas importantes de cultivos de papa, y en cuanto al ganado se pudo observar el cambio en la cobertura para el mantenimiento del mismo. A causa de la ganadería se evidencian impactos como la compactación y erosión del suelo debido al pisoteo del ganado, además, se observa contaminación de fuentes hídricas debido a que en algunos casos no existen bebederos en los predios, sino que se permite a los animales beber directamente de la fuente hídrica, lo cual daña las riberas y además contamina el agua con materia fecal. Por parte de la agricultura se observan impactos como la contaminación del suelo debido al uso de agroquímicos de forma inadecuada y debido a técnicas inadecuadas de riego lo que hace que el agua no absorbida por el suelo se disperse hacia fuentes hídricas y otros predios conteniendo productos químicos. Además, se observa el monocultivo lo que causa el empobrecimiento del suelo y la pérdida de sus características.

Nivel Socioeconómico (N.S.E): En ambos sistemas productivos se consideraron fuentes de información primarias y secundarias, se emplearon los datos obtenidos directamente de las entrevistas sobre los ingresos mensuales del grupo familiar y, además, se tomó como umbral de sustentabilidad el ingreso mensual per cápita (no pobre) para Colombia con el fin de establecer el nivel de sustentabilidad para esta variable con respecto a las dos actividades productivas.

Nivel Educativo (NE): Para este indicador se tuvo en cuenta la información brindada por los diferentes agricultores y ganaderos acerca de los estudios que han hecho y han finalizado. La mayoría dio a conocer

que los hijos de la familia estaban más interesados a salir a las ciudades para nuevas oportunidades y por lo tanto realizaban estudios de nivel superior. En cuanto a los dueños de los predios tienen estudios de primaria y algunos de secundaria.

Traspaso Generacional (TG): Para ambos sistemas productivos se mencionó que los hijos ocasionalmente trabajan en los predios debido principalmente por la pérdida de interés por esta actividad al pensar que no se genera mayor rentabilidad y por los estudios por fuera del municipio. Los hijos de las familias buscan diversificar los ingresos dedicándose a otro tipo de actividades diferentes a la ganadería o a la producción de papa.

10.3 Objetivo específico 3: Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la evaluación de sustentabilidad ambiental para los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.

Evaluación de la sustentabilidad ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza, estudio de caso municipio de Guasca, Cundinamarca.

David Esteban Cruz Amézquita
Silvia Alejandra Gómez Quintero

Tabla 17. Resultados de la evaluación de sustentabilidad para el sistema productivo ganadero.

Resultados del sistema productivo ganadero													
Dimensión	Económica		Ecológica			Social			Tecnológica		Cultural		
Aspectos evaluados	Rentabilidad (R)	Sostenibilidad de la rentabilidad en el tiempo (SRT)	M.E.S/E.E	Grado de Naturalidad (G.N) en puntos	Grado de Intervención Antrópica (G.I.A), especies forestales invasoras (%)	Nivel Socioeconómico (N.S.E) ingreso per cápita mensual (\$)	Nivel Educativo (N.E) en puntos	Traspaso Generacional (T.G) en puntos	Nivel de Tecnificación (A,M,B)	Empleo de alternativas de PML (A,M,B)	Traspaso generacional de prácticas (A,M,B)	Grado de importancia de la actividad para la familia (A,M,B)	Percepción de importancia del ecosistema de páramo (A,M,B)
Resultados obtenidos	1,57	5	2.60	4.8	29%	605.000	2,1	5	M	B	A	A	A
Grado de sustentabilidad de las variables	Sustentable	Sustentable	Muy Sustentable	Insustentable	Sustentable	Muy sustentable	Insustentable	Sustentable	Insustentable	Insustentable	Muy Sustentable	Muy Sustentable	Muy Sustentable
Grado de sustentabilidad de la dimensión	Sustentable		Insustentable (Variable limitante: Grado de naturalidad)			Insustentable (Variable limitante: Nivel educativo)			Insustentable (Variable limitante: Nivel de tecnificación y empleo de alternativas de PML)		Muy Sustentable		
Resultado general	Insustentable												

Fuente: Autores, 2018

Tabla 18. Resultados de la evaluación de sustentabilidad para el sistema productivo de la papa.

Resultados del sistema productivo de la papa													
Dimensión	Económica		Ecológica			Social			Tecnológica		Cultural		
Aspectos evaluados	Rentabilidad (R)	Sostenibilidad de la rentabilidad en el tiempo (SRT)	M.E.S/E.E	Grado de Naturalidad (G.N) en puntos	Grado de Intervención Antrópica (G.I.A), especies forestales invasoras (%)	Nivel Socioeconómico (N.S.E) ingreso per cápita mensual (\$)	Nivel Educativo (N.E) en puntos	Traspaso Generacion al (T.G) en puntos	Nivel de Tecnificación (A,M,B)	Empleo de alternativas de PML (A,M,B)	Traspaso generacional de prácticas (A,M,B)	Grado de importancia de la actividad para la familia (A,M,B)	Percepción de importancia del ecosistema de páramo (A,M,B)
Resultados obtenidos	1,2	4,5	1,55	4.8	29%	1.834.000	3,3	5	B	B	A	M	A
Grado de sustentabilidad de las variables	Sustentable	Sustentable	Sustentable	Insustentable	Sustentable	Muy sustentable	Sustentable	Sustentable	Insustentable	Insustentable	Muy Sustentable	Sustentable	Muy Sustentable
Grado de sustentabilidad de la dimensión	Sustentable		Insustentable (Variable limitante: Grado de naturalidad)			Sustentable			Insustentable (Variable limitante: Nivel de tecnificación y empleo de alternativas de PML)		Muy Sustentable		
Resultado general	Insustentable												

Fuente: Autores, 2018

10.3.1 Evaluación de los indicadores del sistema productivo ganadero

Después de aplicar la metodología se puede observar que la ganadería en el área de estudio se clasifica como insustentable, esto debido a que en los aspectos ecológico, social y tecnológico presenta variables limitantes que se encuentran por debajo del umbral de sustentabilidad o en el caso de las últimas dos variables, se califican de esta forma de manera cualitativa. La rentabilidad obtuvo un puntaje de 1,57, lo que la califica como sustentable según la metodología de Glaría (2013), sin embargo, luego de la visita y debido al testimonio de varios de los entrevistados se sabe que aunque existe un margen de rentabilidad en esta actividad, es pequeño ya que todas las fincas donde se encontró ganadería, la practican en un área relativamente pequeña que varía entre 1 y 17 fanegadas y tienen entre 2 y 18 cabezas de ganado, de manera que la rentabilidad tiende a ser baja y en algunos de los casos los ingresos obtenidos debido a esta actividad servían únicamente para suplir los costos de manutención del ganado y no proporcionaban ingresos adicionales para las personas de la finca así que este es un aspecto que se puede mejorar al igual que la sostenibilidad de la rentabilidad en el tiempo ya que varios de los entrevistados manifestaron que debido al pequeño margen de utilidad que esta labor les brinda así como la variación de los precios en el mercado, hacen que la labor tienda a brindar beneficios de manera fluctuante y no presenta la estabilidad que ellos desearían.

La variable de la relación entre la máxima explotación sustentable y la explotación efectiva obtuvo un resultado de muy sustentable, esto debido a que la mayoría de las fincas tenían una cantidad relativamente pequeña de cabezas de ganado en un terreno relativamente amplio, de esta forma no se superaba la capacidad de carga del suelo. A pesar de que esta variable se califica como muy sustentable, se observa el otro lado de la moneda y es el hecho de que, al ser extensiva, esta actividad productiva puede llegar a afectar grandes extensiones del territorio, que considerando el área donde se encuentra (zona de amortiguación de páramo), no se podría considerar como sustentable el hecho de estar demasiado lejos del umbral de sostenibilidad ya que esto no permite aprovechar de manera eficiente el terreno del predio. El grado de intervención antrópica se calificó como sustentable con un resultado ponderado de 29% muy cercano al umbral de sustentabilidad (30%), esto muestra que, aunque el porcentaje de especies vegetales introducidas en la zona aún no es muy alto, si no se toman medidas para reducirlo o para evitar que siga en aumento, muy pronto este aspecto se tornará insustentable. Los profesionales entrevistados manifestaron la presencia de especies como el retamo espinoso, pino y eucalipto, especies invasoras que no son nativas y generan problemas para el ecosistema.

El nivel socioeconómico se calificó como muy sustentable debido a que en varios de los casos, los propietarios u obreros tenían otros ingresos además del que brinda la ganadería, ellos manifestaban que era necesario para poder mantener a sus familias y estar tranquilos en caso de que la ganadería no pudiera brindarles los suficientes ingresos y finalmente se observó que la zona tiene un traspaso generacional sustentable, aunque los habitantes manifestaron que con el paso del tiempo debido a los procesos de migración a las ciudades y a la desestabilización de la productividad y rentabilidad de la actividad ganadera, los hijos prefieren estudiar e irse a trabajar a la ciudad que continuar con las actividades en el campo y en los casos que esto no sucede a veces es debido a la falta de dinero para costear una educación para los hijos, lo que los obliga a continuar con la actividad ganadera como fuente de ingresos.

A nivel tecnológico, ambas variables, nivel de tecnificación y empleo de alternativas de producción más limpia, fueron limitantes, esto debido a que en primer lugar la zona de estudio es una zona que no presenta buena cobertura para las comunicaciones y sumado a esto, los habitantes de las fincas no pueden costear el cargo mensual de un plan de datos para celular o de internet para sus hogares, ellos manifiestan que esa plata se la pueden gastar en comida preferiblemente. El bajo puntaje en esta primera variable, que

como se explicó anteriormente en la metodología, hace referencia al acceso a TICs puede verse limitada también por otras como la rentabilidad de la actividad productiva. Finalmente, el empleo de alternativas de producción más limpia no es algo que se vea mucho en el área de estudio, siendo el común denominador de las pocas fincas que las presentan, la ganadería orgánica. Solamente 4 de 10 fincas practican ganadería orgánica y en una escala muy pequeña.

A nivel cultural, se alcanzó el ideal para las 3 variables, esto debido a que a pesar de que el traspaso generacional haciendo referencia a la cantidad de personas que continúan la labor de las generaciones anteriores ha venido disminuyendo, el traspaso generacional de prácticas convencionales ganaderas aún se aprecia como alto para los entrevistados. A pesar también, de que la actividad ganadera ha venido reduciendo su rentabilidad y se ha tornado en más que una fuente considerable de ingresos, en una actividad para el ocio y recreación, esta, aún sigue siendo de un alto nivel de importancia para los habitantes de la zona y sus familias quienes manifiestan que les provee de alimento e ingresos para llevar una vida decente.

10.3.2 Evaluación de los indicadores del sistema productivo de la papa

El sistema productivo de la papa se clasifica como insustentable debido que se presentan tres variables limitantes: El grado de naturalidad que pertenece a la dimensión ecológica, el nivel de tecnificación y el empleo de alternativas de PML, estas dos últimas pertenecientes a la dimensión tecnológica. El nivel de tecnificación se califica como bajo debido a que los agricultores siguen utilizando técnicas convencionales y a pesar de que existen variedad de semillas certificadas, mencionaban que utilizaban semillas de sus predios que llegan a ser en muchos casos de baja calidad en comparación con las registradas ante el ICA. En el caso del empleo de alternativas de PML, asociada a los cultivos orgánicos, también se calificó con bajo ya que como se observó en la visita, el agricultor aún sigue usando procedimientos convencionales en donde se hace uso constante de los productos para la protección de cultivos (agroquímicos), tampoco se tienen en cuenta las Buenas Prácticas Agrícolas como la rotación de cultivos, es decir los agricultores no incorporan otro tipo de cultivos que reduzcan el crecimiento de patógenos después de la cosecha de la papa, tampoco se protegen las condiciones físico-químicas del suelo debido a la labranza excesiva en la preparación del mismo, lo que reduce la productividad y hace necesario el uso constante de fertilizantes para el mantenimiento del cultivo y sólo en algunos casos se mencionó el uso de abonos verdes que están asociados principalmente en sembrar otro tipo de cultivo para proteger el suelo antes de la siembra de la papa.

Aunque es importante resaltar que gran parte de los aspectos evaluados son sustentables o muy sustentables para el caso de este sistema productivo. La Rentabilidad dio un puntaje de 1,2 ya que a pesar de que se hacen grandes inversiones para la producción de papa, actualmente existen precios bastantes rentables para la venta de las cargas, lo que genera ganancias al productor. Con respecto a la Sostenibilidad de la Rentabilidad en el Tiempo, se obtuvo un puntaje de 4,5, esto se debe diferentes motivos; el primero se le preguntó al agricultor sobre su percepción de la rentabilidad de los cultivos de papa, para lo que se obtuvo como respuesta que esta rentabilidad puede variar con el tiempo y todo depende del precio de la venta de las cargas y el precio de los insumos pero se considera un negocio redondo si se tienen todas las consideraciones presentes; el segundo motivo hace referencia a los mercados de comercialización, que para la zona donde se realizó el trabajo, el principal mercado era la plaza del municipio de Guasca, aunque existen predios que le vendían a Papas Margarita; el tercer motivo está asociado a la estabilidad de la producción que va de la mano con la rentabilidad, es decir si se vende a buen precio la papa, se recupera la inversión realizada lo que le genera una estabilidad al productor para el mantenimiento familiar y para realizar nuevas inversiones.

Con respecto a la dimensión cultural, dos de sus indicadores obtuvieron un grado de Muy Sustentable, primero a que se mencionó por parte de los productores que aún se siguen utilizando métodos convencionales, y segundo, a pesar de que es una práctica que se hace uso de agroquímicos en la mayoría de los casos, las personas consideran al paramo como un ecosistema de gran importancia por los servicios ecosistémicos que brinda a la población.

En el ámbito social, el nivel socioeconómico se evaluó como muy sustentable, debido a que un productor puede llegar a tener un ingreso per cápita de \$3.140.000. Los entrevistados informaron que la mayoría de sus hijos realizan estudios universitarios y ellos mismos han podido obtener títulos de secundaria, por lo que se consideró que el Nivel Educativo era sustentable para el sistema productivo. El Traspaso Generacional se evaluó como sustentable con un valor de 5 porque la papa se sigue considerando medio rentable para las familias por lo que se sigue cultivando en las zonas por cada generación.

10.3.3 Evaluación de los indicadores a nivel general (para ambos sistemas productivos)

A nivel social, la variable limitante es el nivel de educación, esto debido a que el común denominador del nivel educativo en las familias era la primaria o la ausencia de esta. Los entrevistados manifestaron que ellos no asistieron a escuelas ni colegios ya que habían heredado la actividad de sus padres y en el tiempo en que lo hicieron era más rentable y menos riesgosa por lo que no consideraron necesaria la educación para salir adelante, sin embargo, hoy en día la mayoría busca brindar educación a sus hijos debido al panorama no tan favorable que presenta la actividad.

A nivel ecológico, la variable limitante es el grado de naturalidad, esto debido a que el resultado ponderado obtenido de la calificación de los profesionales se posicionó por debajo del umbral de sostenibilidad para este aspecto. Principalmente los profesionales manifestaron que las labores agropecuarias en la zona han reducido notablemente la población vegetal nativa de la zona debido al área tan grande que requieren para llevarse a cabo, lo que obliga a que se sigan expandiendo las fronteras de estas actividades y desafortunadamente tienden a hacerlo cada vez más hacia la zona del páramo.

El grado de intervención antrópica se calificó como sustentable con un resultado ponderado de 29% muy cercano al umbral de sustentabilidad (30%), esto muestra que, aunque el porcentaje de especies vegetales introducidas en la zona aún no es muy alto, si no se toman medidas para reducirlo o para evitar que siga en aumento, muy pronto este aspecto se tornará insustentable. Los profesionales entrevistados manifestaron la presencia de especies como el retamo espinoso, pino y eucalipto, especies invasoras que no son nativas y generan problemas para el ecosistema.

10.4 Objetivo específico 4: Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas

productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.

10.4.1 Sistema productivo ganadero

Teniendo en cuenta los resultados de la evaluación de sustentabilidad obtenidos para el sistema productivo ganadero, y basándonos especialmente en las variables limitantes que proporcionaron una calificación de insustentable, así como también en aquellas variables que arrojaron un resultado de sustentable, estas debido a que, aunque se clasifican de esta manera cumplen apenas los requisitos para serlo, por esta razón también fueron incluidas dentro de la estructura de sustentabilidad propuesta.

Basándose en los resultados se propuso una estructura de sustentabilidad para la ganadería en la que se reemplace la raza predominante empleada para producción de leche (Holstein), por la raza Jersey, a continuación, se presentan las características de éstas y de la raza Normando que es la otra empleada en el área de estudio. Las características fueron extraídas del informe especial sobre las 5 razas bovinas más representativas de Colombia (Gómez, 2013).

Tabla 19. Características de las razas de ganado bovino.

Raza	Propósito	Peso machos Kg (hasta)	Peso hembras Kg (hasta)	Partos	Litros de leche diarios
Holstein	Leche	1000	600	5	20-22
Normando	Carne y Leche	1000-1200	680-800	8-10	14
Jersey	Leche	500-800	350-550	6	15-20

Fuente: Autores, 2018

Basándonos en los resultados de los aspectos de rentabilidad y sustentabilidad de la rentabilidad en el tiempo, relacionado con las razas de bovinos empleadas en la zona, la alternativa propuesta permitiría alcanzar la calificación de muy sustentable debido a que la raza Jersey al pesar casi la mitad de lo que pesa la raza Holstein llega a producir casi la misma cantidad de leche diariamente por lo que considerando la capacidad de carga del terreno se podría decir que al cambiar de raza se podrían tener dos cabezas Jersey por cada Holstein y esto podría llegar a duplicar la producción y por ende los ingresos también aumentarían. Esta alternativa también puede aportar a mejorar el nivel ecológico ya que al emplear la raza Jersey se puede lograr el objetivo de producción actual con una menor cantidad de cabezas de ganado, lo que significaría una reducción en el área para pastoreo de las mismas y al reducir esta área se podrían implementar planes de reforestación con especies nativas lo que a su vez mejoraría la calificación del aspecto de grado de intervención antrópica. Esta alternativa también podría mejorar las calificaciones a nivel social, esto debido a que podría permitir el aumento del ingreso per cápita mensual de las familias y a su vez generar que los hijos puedan ir al colegio para que tengan niveles de educación más altos lo que en consecuencia podría aumentar o disminuir el traspaso generacional ya que al contar con niveles de educación más altos, los hijos pueden preferir dejar la labor ganadera y emplearse como profesionales o como lo manifestaron algunos de los entrevistados, mantener la labor ganadera como un ingreso adicional a sus empleos y de esta forma incrementar el traspaso generacional.

A nivel tecnológico el empleo de esta alternativa podría también desencadenar un aumento en el nivel de tecnificación, ya que, si los ingresos aumentan, los ganaderos pueden mejorar su capacidad económica para acceder a herramientas como internet y dispositivos de comunicación inteligentes que como se explicó anteriormente, permiten el acceso a información que provee ventajas y puede hacer a las fincas más competitivas dentro del mercado. Y finalmente como un extra a los aspectos calificados dentro de la metodología es de suma importancia destacar que las razas más presentes en el área de estudio (Holstein y Normando), son razas muy pesadas, casi el doble de la raza Jersey propuesta para la estructura de sustentabilidad ganadera, además, dicha raza tiene una producción lechera muy similar a la raza Holstein, lo cual permitiría tener una producción similar en las fincas. A pesar de que su peso es significativamente menor comparado con el de las otras dos razas, en el área de estudio el propósito principal de la producción ganadera es generar leche, por lo que el cambio de raza sería viable y esto

disminuiría significativamente los impactos del ganado sobre el suelo en esta zona de amortiguación la cual es tan importante para asegurar los servicios ecosistémicos que presta el páramo en esa zona.

La estructura de sustentabilidad ganadera también propone realizar un manejo de estiércol para realizar compostaje tomado de la ganadería ecológica ya que, según ENEEK (2013), haciendo una rotación forrajera adecuada, los animales pueden llevar a cabo una fertilización muy interesante. Sin embargo, hay que tener cuidado con los excesos de nitrógeno que pueden acarrear los animales, así como con los desperfectos que pueden causar en los pastos, si la climatología es muy húmeda. Con el fin de evitar acumulaciones excesivas de nitrógeno, además, se proponen los siguientes límites para disminuir los impactos sobre el suelo de esta área:

Tabla 20. Límites de la ganadería ecológica.

TIPO DE ANIMAL	Número máximo de animales en una hectárea, por año
Becerras	2
Terneras de engorde	5
Vacas de entre 1 y 2 años	3,3
Vacas lecheras	2

Fuente: ENEEK, 2013

También es pertinente establecer algunas de las diferencias entre el abonado orgánico y el químico, lo que nos permite ver las ventajas de implementar esta práctica en los sistemas productivos ganaderos.

Tabla 21. Diferencias entre abono orgánico y químico convencional.

	ORGÁNICO	QUÍMICO-MINERAL
Precio	Estable (fuentes renovables)	Variable (depende de la minería y de los combustibles fósiles)
Estabilidad de los nutrientes	Una gran proporción se encuentra en formas estables (orgánicas)	Los nutrientes se encuentran en formas minerales, se pierden si no son utilizados de inmediato
Olazo de utilización de los nutrientes	La planta los podrá aprovechar sobre todo a medio-largo plazo (en menor medida en el corto plazo) Con el tiempo van mineralizándose, pasando a formas químicas aprovechables por las plantas	La planta los absorbe en el corto plazo, inmediatamente ya que se encuentran en formas químicas ya mineralizadas. También se pierden en muy corto plazo (evaporado a la atmósfera, lavado por la lluvia o absorbido por las plantas).
Contaminación	Cuesta más que tenga un efecto contaminante, ya que los elementos se encuentran principalmente en formas estables	Contamina más fácilmente el aire, el agua y los alimentos, ya que los contaminantes se encuentran en formas muy móviles
Variedad de nutrientes	Además de N-P-K, también incorporan aminoácidos, vitaminas, hormonas y minerales	Sólo tiene los nutrientes indicados en la etiqueta
Ecosistema del suelo	Lo enriquece	Lo empobrece
Sanidad vegetal	Plantas más sanas y fuertes	Plantas más débiles y frágiles
Frecuencia de aplicación	Con el tiempo, las necesidades disminuyen	Con el tiempo, abonar se convierte en indispensable
Productividad	Con el tiempo, aumenta	Con el tiempo, disminuye
Riesgos de su aplicación	Cuando está fermentando o compostado, el riesgo es mínimo, el uso de abonado orgánico fresco sin embargo, puede dar lugar a problemas	En dosis altas es tóxico, puede subir la conductividad del suelo y dañar su estructura

Fuente: ENEEK, 2013

El hecho de incurrir en esta práctica puede abrir opciones de comercialización para los ganaderos, es el caso de la agricultura orgánica, la cual otorga gran importancia al origen la materia orgánica utilizada para hacer compost, a fin de garantizar que no acabará contaminando la tierra. Según ENEEK (2013), la materia orgánica de procedencia animal, debe venir de ganaderías ecológicas o, en su defecto, se debe garantizar que no procede de ganaderías intensivas.

Tabla 22. Abonos orgánicos permitidos en la agricultura ecológica.

Tipo de abono orgánico	Descripción, uso, condiciones
Estiércol	Mezcla de defecaciones animales y materia vegetal (cama de las cuadras). No se permite el uso de estiércoles de ga
Estiércol seco, gallinaza deshidratada	No se permite el uso de estiércoles de ganaderías intensivas
Mantillo de estiércol o gallinaza compostada	No se permite el uso de estiércoles de ganaderías intensivas
Purines	Después de realizada una fermentación adecuada; o diluido. No se permite el uso de purines de ganaderías intensivas
Residuos domésticos comportados o fermentados	Compostados de forma aerobia o fermentados de manera anaerobia. Solo residuos de origen vegetal o animal. El sistema de recogida debe ser cerrado y controlado.

Fuente: ENEEK, 2013

La estructura de sustentabilidad propuesta incluye, además, considerar el hecho de que según Uribe, y otros (2011), tradicionalmente el suministro de agua al ganado se ha hecho utilizando las fuentes presentes en la finca y en algunos casos es conducida desde lugares distantes con el propósito de tener una provisión permanente de líquido como requerimiento básico del ganado. De otro lado, en predios ganaderos gran parte de los nacimientos de agua, humedales, cauces de los ríos y quebradas se encuentran desprotegidos, limitando la cantidad y el flujo constante durante todo el año, por lo que se hace fundamental buscar alternativas para conservar de la mejor forma estas zonas de las fincas y utilizar herramientas para el uso racional de este recurso como los bebederos sustitutos.

El ingreso del ganado en las fuentes de agua afecta la vegetación y el suelo. En quebradas pequeñas destruye las orillas y el consumo del ganado de las especies vegetales existentes limitan la regeneración natural de árboles y arbustos propios de estas zonas húmedas. Cuando se pierde la vegetación arbórea y arbustiva de la quebrada, comienzan a predominar los pastos, los cuales a su vez limitan la regeneración de otras especies diferentes a las gramíneas, convirtiéndose en un círculo vicioso. El pasto en estas zonas se hace más succulento para los animales y en algunos casos durante la temporada seca es el único recurso alimenticio para ellos, lo cual dificulta que los productores abandonen esas zonas para la conservación del recurso hídrico. Paralelamente, cuando el ganado se encuentra dentro de la fuente agua, en muchas

ocasiones, depositan heces y orina directamente, contaminando un recurso que aguas abajo utilizarán más comunidades (Uribe, y otros, 2011).

Para dar solución a esto se propone implementar alternativas como lo son los corredores ribereños que, según Uribe, y otros (2011), son franjas de vegetación natural que se dejan crecer a ambos lados de las quebradas, complementándolos con bebederos sustitutos que se abastecerán con el agua proveniente de la fuente de agua, pero localizándose por fuera de esta. Al igual se pueden implementar bebederos sustitutos y redes de distribución de agua para el ganado, una vez se tiene protegida la fuente de agua por medio de un cerco para evitar el ingreso del ganado, se instalan los bebederos que pueden ser permanentes o móviles y el agua se lleva directamente a través de una manguera que proviene de la quebrada. Los bebederos móviles permiten reducir costos porque rotan al igual que el ganado, por tal razón deben ser livianos y en el caso que se necesite transportarlos, tengan facilidad de movimiento. Estos bebederos pueden ser rústicos y construirse con materiales reciclables como llantas.

Además, es pertinente considerar dentro de la estructura de sustentabilidad que, según Espinoza, Palacios, Guerra, & González (2009), el acceso de los animales a condiciones que les permitan desarrollar un comportamiento natural ha sido uno de los puntos importantes de los pioneros y seguidores de la ganadería orgánica, la cual se considera pertinente para aplicar dentro del modelo de sustentabilidad. La salud adecuada y el bienestar de los animales son componentes elementales de ese sistema de producción. La producción de carne orgánica basada en pastos naturales y otros productos obtenidos bajo los mismos criterios, es decir, alimentos no expuestos a fertilizantes artificiales y pesticidas químicos, debe de ser más sostenible que la carne producida en los sistemas convencionales (Espinoza, Palacios, Guerra, & González, 2009).

Adicionalmente, Espinoza, Palacios, Guerra, & González (2009) señalan que la producción de carne orgánica puede ser más sostenible que la producción convencional, tanto en ganado bovino como en ovinos. A continuación, se evidencia el caso de estudio que evalúa el comportamiento de novillos para carne bajo diferentes sistemas de producción (convencional y orgánico), donde se utilizaron animales provenientes de un rancho convencional o de un establecimiento tipo orgánico. Estos últimos, de acuerdo con los estándares orgánicos nacionales en los Estados Unidos, no fueron tratados con antibióticos ni desparasitantes sintéticos. En el grupo con manejo convencional, los novillos se vacunaron, se desparasitaron, recibieron anabólicos y recibieron aditivos en el suplemento alimenticio. Los resultados en el comportamiento de los animales durante su engorda se presentan en la figura a continuación:

Tabla 23. Comportamiento de novillos de engorda en un sistema de producción animal orgánico o convencional.

Característica	Sistema de producción ¹			
	Cc	Co	Oc	Oo
Ganancia de peso por día (kg)	1.77 ^a	1.39 ^c	1.55 ^b	1.40 ^c
Consumo de materia seca (kg/día)	9.05 ^a	8.98 ^a	8.32 ^b	8.23 ^b
Eficiencia alimenticia (kg de materia seca consumida/kg de ganancia de peso)	5.44 ^a	7.63 ^b	6.77 ^{ab}	7.57 ^b

¹Cc = animales provenientes de un rancho convencional y manejados en una engorda tradicional; Co = animales provenientes de un rancho convencional y manejados en un sistema de engorda de tipo orgánico; Oc = animales provenientes de un sistema de producción orgánico y sometidos a una engorda tradicional; Oo = animales manejados en sistemas orgánicos de producción durante todo el proceso.

^{a,b,c}Medias con distintas literales en las hileras son diferentes ($P < .05$).

Fuente: Espinoza, Palacios, Guerra & González, 2009

En otro reporte del mismo grupo de investigadores, los novillos del sistema Cc produjeron la canal más pesada y los del sistema Oo la más liviana. La misma tendencia se observó en el tamaño de la chuleta. Los resultados anteriores indican que el bajo nivel de energía en el alimento y la alta proporción de forraje de la dieta pueden tener efecto negativo en la calidad de la canal. Sin embargo, en otros trabajos se ha demostrado que, utilizando pasturas de calidad, las características de la canal pueden ser satisfactorias. Espinoza, Palacios, Guerra, & González (2009) consideran que la selección de una raza de ganado apropiada para la producción de carne puede resolver el problema de la calidad de la canal en los sistemas orgánicos de bovinos cárnicos.

Con base en esto se puede establecer que la ganadería orgánica es una alternativa para la formulación de una estructura sustentable para la ganadería y podría ser aplicada mediante el modelo SGO propuesto por FAO (2013), que trata de un modelo mundial sobre los sistemas de uso de la tierra y los alimentos capaz de analizar las repercusiones de diferentes hipótesis de la producción en el uso de la tierra, la disponibilidad de alimentos, el flujo de materiales y otros impactos ambientales.

10.4.2 Sistema productivo de la papa

A continuación, se presenta la estructura para la sustentabilidad del sistema productivo de la papa:

Tabla 24. Estructura para la sustentabilidad del sistema productivo de la papa.

Variable a mejorar	Evaluación de la variable	Propuesta para la sustentabilidad
Nivel de tecnificación	En la zona de estudio la mayoría de los productores utilizan semillas de sus propios predios y no compran semillas certificadas. El uso de semillas no certificadas promueve el paso de problemas fitosanitarios de un lote a otro.	Se recomienda que la selección de semillas sea de aquellas certificadas y registradas en el ICA debido a que, por su variabilidad genética, son menos susceptibles a plagas y enfermedades.
Aplicación de agroquímicos/ Disposición de envases	Los productores en muchos casos aplican los productos según su experiencia, lo que puede llevar a la aplicación de dosis más altas a las recomendadas afectando no solo al cultivo sino a la salud de las personas. Con respecto a la disposición de envases, los entrevistados tenían conocimiento de las campañas de recolección.	Seguir las recomendaciones que traen los productos para no exagerar con las dosis; también para tener en cuenta los tiempos de aplicación. Las autoridades ambientales deben realizar un seguimiento de los lugares de disposición de los envases para que no se conviertan en fuentes de contaminación ambiental. El agricultor debe seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por el fabricante

		del agroquímico que se vaya a utilizar.
Empleo de alternativas de PML/ Buenas prácticas de agricultura	Las alternativas de producción más limpia aún no han tenido mucha acogida en la zona y se sigue considerando los métodos convencionales como los más aptos para la producción.	Se sugiere un mayor acompañamiento institucional para la aplicación de técnicas de producción más limpia y así generar iniciativas que garanticen el mantenimiento de los cultivos y el sustento de las familias. Promover el uso de insumos orgánicos. El cultivo de papa sin labranza una buena práctica de agricultura que puede ser aplicada por los pequeños agricultores y permite estimular la productividad y reduce la necesidad de usar fertilizantes y combustibles; en esta práctica la papa se coloca en el suelo y se cubre con una capa gruesa de rastrojo, preferiblemente paja. Los cultivos de abono verde para las papas es otra práctica que permite reducir el riesgo de erosión del suelo y filtración de nitratos utilizando la técnica de cultivo de plantas de rastrojo, es decir se siembran cultivos de cubierta antes de la siembra de la papa para proteger el suelo y facilitar la cosecha. La rotación de cultivos es una práctica que ayuda evitar la acumulación de patógenos en el suelo que puedan afectar a futuras plantaciones, también permite el control de malezas y de las condiciones físico-químicas del suelo; se recomienda que la rotación se haga con cultivos de leguminosas o cereales (FAO, 2008).

Sostenibilidad de la rentabilidad en el tiempo	Las pérdidas y ganancias generadas por el cultivo de papa no son uniformes ya que esto puede variar entre los agricultores. Esto puede generar que con el tiempo las familias busquen otras opciones para obtener ingresos y generar una diversificación de la economía.	Implementar programas de capacitación donde los agricultores formen capacidades para afrontar los cambios que se generan en el mercado.
Grado de Naturalidad	Se ha generado un cambio en la cobertura vegetal por el crecimiento de la frontera agrícola.	Es importante tener en cuenta los programas que ya se han mencionado para el Páramo Chingaza; entre esos programas esta – Ordenar usos, actividades y ocupación en las áreas del SPNN e incorporar procesos de restauración ecológica. Apoyar programas dirigidos a detener la ampliación de la frontera agrícola en zonas de Paramo y conservación y apoyo a programas de restauración (FEDEPAPA, 2017).
Nivel Educativo	Aunque esta variable se evaluó como sustentable es importante seguir fortaleciendo y promoviendo la educación.	Promover estrategias educativas que contribuyan a la valoración social de las áreas protegidas (PNNC, 2016).

Fuente: Autores, 2018

11 Conclusiones

11.1 Conclusiones por objetivos específicos

A continuación, se presentan las conclusiones generadas por cada uno de los objetivos específicos del trabajo de investigación.

11.1.1 Objetivo específico 1: *Elaborar un diagnóstico de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, teniendo en cuenta variables sociales, económicas, ecológicas, tecnológicas y culturales.*

La ganadería en el área de estudio es una actividad que se caracteriza más por su traspaso generacional que por su rentabilidad debido a que los costos de implementación y manutención son altos comparados con los ingresos y en relación con la papa también se generan grandes inversiones que dependiendo de diferentes variables como los precios de venta se considera si es rentable la inversión.

De acuerdo a la información suministrada por los ganaderos se conoció que el modelo ganadero convencional es el que predomina en la zona y se basa en la cría principalmente de dos tipos de ganado, de levante para carne y para producción de leche.

Se identificó que en el área de estudio no se practica la ganadería a gran escala, principalmente por limitaciones en el área de las fincas donde se realizaron las entrevistas, así como el hecho de que esta actividad productiva se realiza en su mayoría para la obtención de leche para autoconsumo y para comercialización, esta limitación de la zona también impide que se realicen procesos tecnificados para los cultivos de papa.

11.1.2 Objetivo específico 2: Aplicar la metodología de Glaría (2013) sobre evaluación de sustentabilidad en sistemas socio-ecológicos, ajustada con base en el trabajo realizado para el cultivo de la papa en el municipio de Lenguaque (2017).

El apoyo de los profesionales de la UMATA fue esencial para lograr la elaboración de la entrevista semiestructurada y la definición de las variables a tener en cuenta para las dimensiones tecnológica y cultural.

La aplicación de las entrevistas semiestructuradas en las diferentes fincas ganaderas y con cultivos de papa fue considerada una de las herramientas más importantes para la obtención de datos relacionados con las diferentes dimensiones trabajadas para la evaluación de la sustentabilidad de los sistemas productivos.

La información obtenida para cada una de las variables estuvo acorde para el desarrollo de cada indicador propuesto por la metodología de Glaría (2013) y por consiguiente se pudo proceder a realizar la evaluación ambiental de los sistemas productivos.

La metodología de Glaría (2013) permite orientar el análisis hacia la definición de la sustentabilidad o no de los sistemas productivos analizados, lo que permite desarrollar la evaluación ambiental de los mismos en relación con la posibilidad de ser mantenidos en la zona de estudio.

11.1.3 Objetivo específico 3: Realizar una evaluación ambiental de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca.

La rentabilidad de la producción ganadera y de los cultivos de papa en el área de estudio fue considerada como sustentable según los valores atribuidos por la metodología aplicada, ya que a pesar de que algunos de los entrevistados manifestaron tener una rentabilidad baja principalmente por parte de la ganadería, en este aspecto la metodología considera valores mínimos de ingresos establecidos como valores de no pobreza.

En cuanto a la variable de la sostenibilidad de la rentabilidad en el tiempo se clasificó como sustentable para ambos sistemas productivos, donde los aspectos que contribuyeron con la sostenibilidad de esta variable fueron, que los ganaderos entrevistados consideran que la rentabilidad de la actividad productiva se mantendrá en el tiempo y que tienen acceso a mercados de comercialización estables.

El grado de naturalidad en el área de estudio se calificó como insustentable debido a que los profesionales entrevistados manifestaron que, al pasar de los años, las actividades productivas, principalmente las analizadas en el presente trabajo, han venido cambiando el tipo de cobertura que se encuentra en la zona, reduciendo considerablemente la población vegetal nativa y fragmentando el ecosistema, lo que genera

impactos negativos sobre la fauna como lo es el caso del oso de anteojos y además llega a afectar las fuentes hídricas que suplen al municipio de Guasca.

El grado de intervención antrópica fue calificado como sustentable, aunque muy cerca de tornarse insustentable, esto debido a que los profesionales manifestaron que el área dominada por especies invasoras abarca cerca del 29% del área de estudio, lo que muestra que a pesar de que esta variable aún no se manifiesta como crítica, está muy cerca de serlo y genera una gran preocupación pero al mismo tiempo oportunidades de intervención para reducir el porcentaje de especies invasoras posiblemente repoblando con especies vegetales nativas.

El traspaso generacional se calificó como sustentable a pesar de que los entrevistados manifestaron que las nuevas generaciones tienden a migrar más hacia las ciudades, sin embargo, aún se observa un traspaso generacional considerable en el sector, principalmente debido a la falta de ingresos económicos para proporcionar educación a los hijos.

Los principales impactos ambientales observados en la zona de estudio son la compactación, erosión del suelo, contaminación de fuentes hídricas, empobrecimiento de los suelos a causa de monocultivos, reducción de especies vegetales nativas a causa de la expansión de la frontera agrícola, fragmentación del ecosistema, agotamiento de acuíferos y la contaminación por plaguicidas y fertilizantes.

Los sistemas productivos se clasificaron como insustentables en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza debido a que las dimensiones ecológica, tecnológica y social resultaron ser insustentables de acuerdo a la metodología aplicada.

11.1.4 Objetivo específico 4: Proponer una estructura para la sustentabilidad de los sistemas productivos de la papa y ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, con base en indicadores de sustentabilidad ambiental.

La estructura de sustentabilidad de los sistemas productivos propuesta se basó principalmente en los aspectos con variables limitantes calificados como insustentables y en aspectos calificados como sustentables pero que no alcanzaban un grado de sustentabilidad alto (muy sustentable) debido a que en estos últimos también se observan posibilidades de intervención.

La estructura de sustentabilidad propuesta para los sistemas productivos de la papa y ganadero es una alternativa viable para aumentar la sustentabilidad de estas actividades en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca y de esta manera reducir los impactos negativos sobre el ecosistema páramo y asegurar los servicios ecosistémicos que este presta.

11.2 Conclusiones generales

El acceso al área de estudio tuvo un grado de dificultad relativamente alto, especialmente para las fincas ubicadas en las zonas más altas debido a que las vías de acceso no se encontraban en buen estado y las condiciones temporales fueron adversas.

La metodología aplicada para el desarrollo del trabajo fue eficaz ya que permitió cumplir con los objetivos planteados.

Se hace pertinente la delimitación de la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca para controlar los impactos negativos que las actividades productivas del cultivo de papa y ganadería están teniendo sobre la zona.

Fue difícil encontrar estudios que indicaran el valor de capacidad de carga para el suelo en el área de estudio, el cual debió suplirse con un documento que establecía dicho valor para ganado criado sobre suelo con cobertura de pasto Kikuyo que es el más empleado en el área de estudio.

12 Recomendaciones

Al desarrollar trabajos de este tipo es de suma importancia contar con información secundaria actualizada y disponible públicamente, ya que esto asegura una mayor precisión en las evaluaciones de sustentabilidad ambiental que se puedan llegar a realizar en un futuro.

Se recomienda para futuras aplicaciones de esta metodología en zonas similares a la de estudio tomar una muestra representativa con más cantidad de fincas por actividad productiva y así aumentar la precisión de la evaluación de sustentabilidad ambiental.

Se recomienda realizar un estudio más detallado de los sistemas productivos con los propietarios de las fincas productoras, así como con profesionales de la zona para incluir un mayor número de variables ya que las incluidas en este trabajo abarcan parcialmente los aspectos trabajados y esto disminuye la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Seguir generando y aplicando modelos para la evaluación de la sustentabilidad en los sistemas productivos agropecuarios ya que a partir de estos se puede promover la toma de decisiones para reducir las presiones que puedan existir en áreas de importancia ecosistémica.

Promover el desarrollo de estas investigaciones en cada uno de los municipios del país y principalmente en aquellos que en su territorio se encuentren ecosistemas de especial importancia ecológica.

Se recomienda aplicar el modelo SGO propuesto por FAO (2013), que trata de un modelo mundial sobre los sistemas de uso de la tierra y los alimentos capaz de analizar las repercusiones de diferentes hipótesis de la producción en el uso de la tierra, la disponibilidad de alimentos, el flujo de materiales y otros impactos ambientales con el fin de que en la zona de estudio se adopte la ganadería orgánica como alternativa para aumentar la sustentabilidad de este sistema productivo.

Se recomienda el programa de “Ganadería Colombiana Sostenible” diseñado por FEDEGAN (2010) como alternativa para aumentar la sustentabilidad del sistema productivo ganadero en la zona de amortiguación del Páramo de Chingaza en el municipio de Guasca, el cual implementa medidas para incrementar la producción reduciendo insumos e impactos en el ambiente.

Promover la agricultura sustentable haciendo uso de alternativas tecnológicas que reduzcan el uso de agroquímicos, produciendo alimentos orgánicos y promoviendo la adaptabilidad del cultivo de papa a los efectos del cambio climático.

Emplear prácticas de manejo integral para aumentar el rendimiento de los cultivos de papa y la conservación de la biodiversidad.

13 Bibliografía

- Achkar, M., Canton, V., Cayssials, R., Domínguez, A., Fernández, G., & Pesce, F. (2005). *Ordenamiento del Territorio*. (C. S. Permanente, Ed.) Recuperado el 29 de marzo de 2018, de http://www.ucipfg.com/Repositorio/MLGA/MLGA-03/semana2/Indicadores_de_sostenibilidad.pdf

- Albicette, M., Brasesco, R., & Chiappe, M. (2009). Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral de Uruguay. *Agrociencia*.
- Alcaldía de Guasca. (1999). *Nuestro Municipio*. Recuperado el 21 de febrero de 2018, de http://www.guasca-cundinamarca.gov.co/informacion_general.shtml
- Alcaldía de Guasca. (2000). *Esquema de Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 11 de marzo de 2018, de <http://cdim.esap.edu.co/BancoMedios/Imagenes/eot-guasca-cundinamarca-%20%20acuerdo%20063%20%20de%202000.pdf>
- Antequera, J. (2004). *El potencial de sostenibilidad de los asentamientos humanos*. Juan Carlos Martinez Coll.
- Bermúdez, A. (2011). *EFFECTOS DE LA GANADERÍA EN EL PROCESO DE TRANSFORMACIÓN DEL PAISAJE EN EL VALLE DE SOPÓ, MUNICIPIO DE GUASCA, (CUNDINAMARCA) DURANTE EL PERIODO 1945-2009*. Recuperado el 11 de abril de 2018, de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12433/BermudezAlejandra2011.pdf?sequence=1>
- Blinder, C., Feola, G., & Steinberger, J. (2010). Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessment in agriculture. *Environmental impact assessment review*. Recuperado el 8 de abril de 2018
- Bolívar, H. (2011). Metodologías e indicadores de evaluación de sistemas Agrícolas hacia el desarrollo sostenible. CICAG (Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales). Recuperado el 21 de marzo de 2018
- Bustamante, T. (2017). Evaluación de sostenibilidad ambiental del sistema productivo de la papa mediante indicadores sociales, económicos y ecológicos, estudio de caso municipio de Lenguaque Cundinamarca. (Universidad El Bosque, & Facultad de Ingeniería, Edits.) Bogotá, Colombia. Recuperado el 21 de marzo de 2018
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2015). *Manual Papa*. Recuperado el 6 de marzo de 2018, de <https://www.ccb.org.co/content/download/13727/175111/Papa.pdf>
- Caudiel, C. (2003). *Aproximación a un sistema de indicadores de sostenibilidad para la ganadería ovina en la provincia de Castellón*. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/27_17_10_5a._indicostenibcastellon_1.pdf
- Ceccon, E. (2008). *La revolución verde tragedia en dos actos*. (UNAM, Ed.) Recuperado el 7 de marzo de 2018, de <http://www.redalyc.org/pdf/644/64411463004.pdf>
- CEPAL. (2015). *Indicadores para el seguimiento del plan agro 2015*. Recuperado el 6 de abril de 2018, de <https://www.cepal.org/publicaciones/xml/8/32508/LCW157.pdf>
- Chiappe, M. (2002). Dimensiones sociales de la agricultura sustentable. Ediciones científicas Americanas. Recuperado el 1 de abril de 2018
- CMGRD. (2012). *Componente de caracterización general de escenarios de riesgo*. Recuperado el 11 de marzo de 2018, de <http://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/bitstream/handle/20.500.11762/417/PMGR%20Guasca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CMGRD. (2012). Plan Municipal de Gestión del Riesgo de Desastres (Guasca). Consejo Municipal para la Gestión del Riesgo de Desastres.
- Correa, J., Forero, M., & Gutierrez, D. (Abril de 2009). Generación de un modelo de gestión al sector papero de Cundinamarca. Bogotá D.C: Universidad del Rosario. Recuperado el 15 de marzo de 2018

- DANE. (2016). *Inventario bovino de la encuesta nacional agropecuaria 2011-2016*. Recuperado el 3 de marzo de 2018, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuaria/enda/ena/2016/presentacion_ena_2016.pdf
- Delgado, F., & Franco, C. (2006). *Análisis de productividad de ganado lechero Holstein y Jersey en dos fincas de la sabana de Bogotá*. Recuperado el 1 de abril de 2018, de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/5181/T12.06%20D378a.pdf?sequence=1>
- DNP. (2017). *Panorámica Regional. Pobreza monetaria y multidimensional departamental: necesidad de políticas públicas diferenciadas*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Publicaci%C3%B3n%20Ipm%20de%20ptal.pdf>
- ENEK. (2013). *Composta de estiércoles en agricultura ecológica*. Recuperado el 3 de abril de 2018, de https://www.eneek.eus/files/2018/01/GUIA_COMPOST_ENEEK_2013-1.pdf
- Espinoza, J., Palacios, A., Guerra, D., & González, D. (2009). *La ganadería orgánica: aspectos generales*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/268395989_LA_GANADERIA_ORGANICA_ASPECTOS_GENERALES
- Estupiñán, L., Gómez, J., Barrantes, V., & Limas, L. (2009). Efecto de actividades agropecuarias en las características del suelo en el páramo El granizo, (Cundinamarca – Colombia). *U.D.C.A Act. E Div. Cient.* 12 (2), 79-89.
- FAO. (1996). *FAO (Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. Recuperado el 9 de marzo de 2018, de Cumbre mundial sobre la alimentación: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s06.htm>
- FAO. (2008). *La papa y la conservación del suelo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. Recuperado el 10 de abril de 2018, de <http://www.fao.org/potato-2008/pdf/IYP-8es.pdf>
- FAO. (2013). *La sostenibilidad y la modelización de la ganadería orgánica (Modelo SGO)*. Recuperado el 18 de marzo de 2018, de http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/SOL-m_es.pdf
- FAO. (2017). *Agricultura sostenible*. Recuperado el 8 de marzo de 2018, de <http://www.fao.org/sustainable-development-goals/overview/fao-and-post-2015/sustainable-agriculture/es/>
- FEDEGAN. (2010). *Ganadería Colombiana Sostenible*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <http://www.fedegan.org.co/programas/ganaderia-colombiana-sostenible>
- FEDEGAN. (2014). *Ganadería Regional Visión 2014 - 2018 Cundinamarca*. Recuperado el 24 de marzo de 2018, de <http://estadisticas.fedegan.org.co/DOC/download.jsp?pRealName=13.PlanCundinamarcaFINA.L.pdf&iIdFiles=660>
- FEDEGAN. (2017). *Inventario bovino por municipios*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://www.fedegan.org.co/estadisticas/inventario-ganadero>
- FEDEPAPA. (2017). *Boletín mensual regional*. Recuperado el 5 de abril de 2018, de <http://fedepapa.com/Boletines/REGIONALES/BOLET%C3%8DN%20REGIONAL%20CUNDINAMARCA%2001.pdf>
- Forero, J. (2002). *Sistemas de produccion rurales en la región andina colombiana: Análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural*. IER.

- Gaeta, N., & Muñoz, G. (2014). *Sustentabilidad productiva, económica y social de un sistema de producción ganadero en el nordeste de Entre Ríos*. Recuperado el 21 de marzo de 2018, de <http://www.cienciasagronomicas.unr.edu.ar/journal/index.php/agronom/article/download/76/83>
- Glaría, V. (2013). *Evaluación exploratoria de sustentabilidad de tres socio-ecosistemas en el matorral y bosque esclerófilo de Chile Central*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <http://journals.openedition.org/polis/8790>
- Gómez, L. (2013). *Informe especial: Conozca las 5 razas bovinas más representativas de Colombia*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <http://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/informe-especial-conozca-las-5-razas-bovinas-mas-representativas-de-colombia>
- Gutiérrez, J., Aguilera, L., & González, C. (2007). *Agroecología y sustentabilidad*. (UNAM, Ed.) Recuperado el 29 de marzo de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-14352008000100004
- Hernández Sampieri, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta Edición ed.). México: McGraw Hill. Recuperado el 15 de Marzo de 2018
- ICA. (2017). *Censo Bovino*. Recuperado el 30 de marzo de 2018, de <https://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Epidemiologia-Veterinaria/Censos-2016/Censo-2017.aspx>
- Instituto Alexander von Humboldt. (2007). *Atlas de páramos de Colombia*. Recuperado el 5 de abril de 2018, de <http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/299-atlas-de-paramos-de-colombia>
- Loaiza, W., Carvajal, Y., & Ávila, Á. (2014). Evaluación agroecológica de los sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua, Colombia). *Colombia Forestal*, 161-179. Recuperado el 9 de marzo de 2018
- MADS. (2013). *Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia*. Recuperado el 2 de abril de 2018, de <http://repository.humboldt.org.co/bitstream/handle/20.500.11761/31406/247.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MADS. (2016). *Parque Nacional Natural Chingaza*. Recuperado el 8 de marzo de 2018, de <https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2014/01/Descripci%C3%B3n-PNN-Chingaza.pdf>
- Martínez, H. (Marzo de 2005). La cadena de la papa en Colombia. Una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2005. Bogotá, Colombia. Recuperado el 19 de marzo de 2018
- Masera, O., Astier, M., & López-Ridaaura, S. (2000). *Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales: El marco de evaluación MESMIS*. Mexico: Mundi-Prensa Mexico.
- Mendoza, H. (2009). *Capítulo 4*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de http://ubosquemoodle.unbosque.edu.co/moodle/pluginfile.php/186500/mod_resource/content/1/Estudios%20de%20caso.pdf
- Mendoza, H. S. (2009). *Capítulo 4*. Recuperado el 9 de marzo de 2018, de Estudios de Caso: http://ubosquemoodle.unbosque.edu.co/moodle/pluginfile.php/186500/mod_resource/content/1/Estudios%20de%20caso.pdf
- Minagricultura. (Diciembre de 2010). Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia. Colombia. Recuperado el 7 de marzo de 2018
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2002). *Primer censo nacional del cultivo de papa*. Recuperado el 14 de marzo de 2018, de <http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/4580/1/016.pdf>

- Moreno, U. (Noviembre de 2016). Pago de servicios ambientales culturales en Guasca Cundinamarca. Una propuesta metodológica. Bogotá D.C: Universidad Libre. Recuperado el 4 de marzo de 2018
- Nassar, D. (2012). *Una solución integral para la conservación del Páramo de Guasca mediante la reducción de los cultivos de papa*. Recuperado el 21 de febrero de 2018, de https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/nassar_daniela_tesis.pdf
- OEI. (2014). *Desarrollo rural y sostenibilidad*. Recuperado el 7 de marzo de 2018, de <http://www.oei.es/historico/decada/accion.php?accion=22>
- Otta, S., Quiroz, J., Juaneda, E., Salva, J., Viani, M., & Filippini, M. (2016). Evaluación de sustentabilidad de un modelo extensivo de cría bovina en Mendoza, Argentina. FCA UNCuyo. Recuperado el 4 de abril de 2018
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2008). *Manual para la Delimitación y Zonificación de Zonas Amortiguadoras*. Recuperado el 29 de marzo de 2018, de http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-3-PNN-2008-Manual-delimita_zonifica-ZA.pdf
- PNNC. (2016). *Reformulación Participativa del Plan de Manjeo Parque Nacional Natural Chingaza*. Recuperado el 5 de abril de 2018, de https://storage.googleapis.com/pnn-web/uploads/2017/03/PM-Chingaza-Mar8_2017.pdf
- PNUD. (2016). *Apoyo del PNUD a la implementación de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 8 de marzo de 2018, de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/resources.html>
- PNUD. (s.f). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 8 de marzo de 2018, de <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/resources.html>
- Porras, P., & Herrera, C. (2015). Modelo productivo de la papa variedad Corpoica-Mary para los departamentos de Cundinamarca y Boyacá. Mosquera, Colombia. Recuperado el 5 de marzo de 2018
- Pretty, J. (2007). Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. The Royal Society. Recuperado el 8 de abril de 2018
- Rodríguez, A., & Sepúlveda, S. (2003). *Desarrollo rural sostenible: conceptos y desafíos*. Dirección de Desarrollo rural Sostenible, San José, Costa Rica. Recuperado el 29 de marzo de 2018, de https://eva.udelar.edu.uy/pluginfile.php/692647/mod_folder/content/0/DESARROLLO%20RURAL%20SOSTENIBLE.%20CONCEPTOS%20Y%20DESAFIOS%20IICA.pdf?forcedownload=1
- Santos, J., & Orena, S. (2006). Manual de producción de papa para la agricultura familiar campesina. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Recuperado el 16 de marzo de 2018
- SENA. (1998). *Zonificación ambiental de una cuenca hidrográfica*. Recuperado el 8 de abril de 2018, de http://repositorio.sena.edu.co/sitios/zonificacion_ambiental_cuenca_hidrografica/pdf/ZonificacionAmbiental.pdf
- Serrano, E., & Ruíz, A. (2003). *Bases para un desarrollo ganadero sostenible: la consideración de la producción animal desde una perspectiva sistémica y el estudio de la diversidad de las explotaciones*. Recuperado el 29 de marzo de 2018, de <http://digital.csic.es/bitstream/10261/8316/1/Mantec%C3%B3n%20et%20al.%202003%20Reg.%20311.pdf>

- Urdaneta de Galue, F. (2015). *Capítulo II Indicadores de sostenibilidad para la ganadería bovina de doble propósito*. (U. d. Zulia, Ed.) Recuperado el 21 de marzo de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/267409022_Capitulo_II_Indicadores_de_sostenibilida_d_para_la_ganaderia_bovina_de_doble_proposito
- Urdaneta, F., & Materán, M. (2008). *Indicadores de sostenibilidad para la ganadería bovina de doble propósito*. Recuperado el 3 de abril de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/267409022_Capitulo_II_Indicadores_de_sostenibilida_d_para_la_ganaderia_bovina_de_doble_proposito
- Uribe, F., Zuluaga, A., Valencia, L., Murgueitio, E., Ochoa, L., & CIPAV. (2011). *Manual de buenas prácticas ganaderas*. Recuperado el 25 de marzo de 2018, de <http://www.cipav.org.co/pdf/3.Buenas.Practicas.Ganaderas.pdf>
- Valencia, M. (2009). *En riesgo 386.000 hectáreas de páramo en Cundinamarca, por minería, ganadería y agricultura*. (E. Tiempo, Editor) Recuperado el 11 de marzo de 2018, de <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-5902889>
- Vargas, O., & Pedraza, P. (2003). *El Parque Nacional Natural Chingaza*. Universidad Nacional de Colombia. (U. N. Biología, Ed.) Recuperado el 21 de febrero de 2018, de https://www.researchgate.net/profile/Orlando_Vargas2/publication/259482394_PARQUE_NACIONAL_NATURAL_CHINGAZA/links/00b4952c1f5778923f000000/PARQUE-NACIONAL-NATURAL-CHINGAZA.pdf
- Zuñiga Palma, H., & Zuñiga Vargas, P. (2013). *Valoración comercial del suelo rural de acuerdo a su capacidad de carga territorial y de producción agrícola*. Bogotá D.C: Universidad Francisco Jose de Caldas. Recuperado el 20 de marzo de 2018
- Zúñiga, H., & Zúñiga, P. (2012). *Valoración comercial del suelo rural de acuerdo a su capacidad de carga territorial y producción pecuaria*. (UDFJC, Ed.) Recuperado el 1 de abril de 2018, de <http://comunidad.udistrital.edu.co/hzuniga/files/2013/08/Valoraci%C3%B3n-comercial-del-suelo-rural-de-acuerdo-a-su-capacidad-de-carga-territorial-y-producci%C3%B3n-pecuaria.pdf>