



UNIVERSIDAD DE
MANIZALES

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AMBIENTAL DEL CULTIVO DE LA PAPA
PASTUSA, (*SOLANUM TUBEROSUM*), EN UN ECOSISTEMA DE ALTA
MONTAÑA, DEL MUNICIPIO DE GUATAVITA DEPARTAMENTO DE
CUNDINAMARCA.**

Luis Eduardo Cucunubá Ariza

Universidad de Manizales
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente
Manizales, Colombia
Año 2014

**DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AMBIENTAL DEL CULTIVO DE LA PAPA,
PASTUSA, (*SOLANUM TUBEROSUM*) EN UN ECOSISTEMA DE ALTA
MONTAÑA, EN EL MUNICIPIO DE GUATAVITA DEPARTAMENTO DE
CUNDINAMARCA.**

Luis Eduardo Cucunubá Ariza

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de: Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director:

Ms. Javier Orozco Ávila

Línea de Investigación:

BIOSISTEMAS INTEGRADOS

Universidad de Manizales

Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas

Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Manizales, Colombia

Año 2014

Dedicatoria.

*A Dios por guiarme hacia el camino del éxito.
A mis padres Eduardo Cucunubá (Q.E.P.D) y
Dalba Ariza Barros por su confianza.
A mi Esposa, Paola, por su apoyo
A mis hijos María José y Jerónimo por la
presencia que motivo la culminación de esta
investigación.*

Agradecimientos

Agradecemos muy sinceramente a la comunidad productora de papa del corregimiento de la Carbonera Alta, del Municipio de Guatavita, Departamento de Cundinamarca por su cálida acogida que me ha proporcionado, así como la actitud constructiva y la paciencia que tuvieron en la construcción de este proceso.

Quisiera expresar particularmente mi más sincero agradecimiento a la docta Yolanda López, gestora Social y Ambiental de la Federación Colombiana De productores de Papa FEDEPAPA, por su ayuda, comprensión y su amabilidad, a la Doctora Marcela Arias por su tutoría, con quien compartimos el trabajo cotidiano de la investigación.

Finalmente, También quisiera extender mis agradecimientos al conjunto de docente y asesores de la Universidad de Manizales.

Resumen

El sector productor de papa en Colombia, se desarrolla en zonas de clima frío con temperaturas promedios de 13° C y temperaturas mínimas de 2°C y máxima de 20°C y alturas de 2.000 m.s.n.m., hasta alcanzar zonas de páramo con alturas cercanas a los 3.500 m.s.n.m. y temperaturas de 8°C. Aproximadamente 120.000 productores generando más de 20 millones de jornales al año. El sector papero representa el 32% de la producción de los cultivos transitorios y el primer lugar en valor de la producción con aproximadamente 500 millones de dólares por año, un área cosechada calculada en 170.000 hectáreas y una producción anual de 2.600.000 toneladas. El 85% de la producción de papa se realiza por los pequeños productores con menos de 3 hectáreas de tierra, el 10% los medianos productores con hasta 10 hectáreas y solo el 5% de la producción está en poder de los grandes propietarios con más de 10 hectáreas.

La explotación del Páramo el Tablazo para el cultivo de papa, ha conllevado una significativa transformación y profundos cambios en la composición, estructura y dinámica de estos ecosistemas, básicamente por la tumba y quema de la vegetación natural para el establecimiento de los cultivos. Actualmente, las principales zonas productoras de papa en Colombia, se encuentran en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño con un sistema productivo de monocultivo que traslapa de manera significativa los ecosistemas de Páramo en un 40%, principalmente en la Cordillera Oriental.

Los principales enemigos naturales de la papa son polilla guatemalteca de la papa (*tecia solanivora*), palomilla de la papa (*pthorimaea operculella*), gusano blanco de la papa (*Premnotrypes vraox*), el complejo de chisas (*Ancognatha scarabaeoides*) y el tiroteador (*Naupactus s.p*), mientras que aquellos que atacan el follaje son la pulguilla y el tostón. Para el control de estas plagas los agricultores utilizan una gama amplia de productos en muchos casos de categorías toxicológicas altas, con bombas de espalda que en muchos casos no están en las mejores condiciones, ni son calibradas de la mejor forma, lo que

hace que se apliquen cantidades inadecuadas, exponiéndose el aplicador a contaminación con el producto aplicado.

Dentro de las enfermedades limitantes del cultivo de la papa se encuentran goma de la papa, (*Phytophthora infestans*), el mildius polvoso (*Phytophthora infestans*), la patanegra (*Rhizoctonia solani*), la roya de papa (*Puccinia pittieriana*), la pudrición blanda y marchitez bacteriana, estas últimas son enfermedades producidas por bacteriana *Erwinia caratovora subesp. caratovora* que igualmente son controladas con productos inadecuados o con dosis muy altas y en frecuencias de acuerdo a un calendario y no a una dinámica de la enfermedad. Las plagas del suelo son controladas igualmente con productos altamente tóxicos, tratando las semillas o haciendo aplicaciones dirigidas al suelo.

El presente estudio de caso, se realizó en el corregimiento de la Carbonera Alta, del municipio de Guatavita, que se encuentra en las coordenadas a 4 grados, 56 minutos de latitud norte y 73 grados 51 minutos de longitud occidental del meridiano de Greenwich en el departamento de Cundinamarca, hacia el nororiente de la ciudad de Bogotá a 75 kilómetros de ésta. Con una altura de 2.680 m.s.n.m. con una extensión de 23.800 hectáreas y un área urbana de 238 kilómetros cuadrados.

Como resultado se obtuvo que la producción de papa en este corregimiento se hace en áreas pequeñas en agricultura de minifundio, básicamente de economía campesina. El impacto de este cultivo sobre el ambiente es alto, desde el momento mismo de iniciar la tumba y la quema de los árboles y arbustos para la preparación de los lotes que se van a sembrar con este cultivo. Esta es una labor que se realizó hace mucho tiempo y que todavía se realiza cuando se van a incorporar áreas nuevas, incrementando la frontera agrícola en ecosistemas muy frágiles. Igualmente se observa su efecto en laboreo del suelo, en la forma como siembran los surcos y en el uso de plaguicidas, que se hace de forma indiscriminada. Estos plaguicidas, causan contaminación del suelo, cuando penetra en él, por diferentes medios, pero especialmente con el agua lluvia o de riego, causando disturbios en los microorganismos y macroorganismos. Estas sustancias en muchos casos cambian la composición química, con resultados negativos sobre la biota del suelo, los

cuales aún no se han identificado y no existen estudios que midan este tipo de impacto. Es posible que estos residuos de plaguicidas lleguen hasta las fuentes naturales de agua de donde la comunidad la toma para consumo humano con las consecuencias que todavía hoy no se conoce.

Palabras clave: ecosistema, ecosistema de alta montaña, paramo, plaguicida, contaminación, microorganismos, toxicidad, ambiente y papa (*solanum tuberosum*)

Abstract

The potato production in Colombia, sector develops in cold climates with temperatures of 13 ° C and at altitudes of 2,000 meters, reaching wilderness areas with altitudes close to 3,500 m and temperatures of 8 ° C. Approximately 120,000 farmers producing more than 20 million days- work per year. The potato sector represents 32% of the production of annual crops and first in production value of approximately 500 million dollars per year, an estimated harvested area at 170,000 hectares and an annual production of 2,600,000 tons. 85% of potato production is done by small farmers with less than 3 hectares of land, 10% medium-sized producers with up to 10 acres and only 5% of production is in the hands of large landowners with over 10 hectares.

The exploitation of the medium to top mountains to the potato crop has led to a significant transformation and profound changes in the composition, structure and dynamics of these ecosystems, mainly due to slash and burn natural vegetation for crop establishment. Currently, the major potato harvest producing areas in Colombia are in Boyacá, Cundinamarca and Nariño departments with monoculture production system that overlaps significantly Páramo ecosystem by 40%, mainly in the Eastern Cordillera.

The main natural enemies of potato are Guatemalan Potato Moth, moth Potato, Potato White Worm, complex and Tiroteador grubs, while those that attack the foliage are leafminer and Toston. To control these pests farmers use a wide range of products in many cases of high toxicological categories, with knapsack sprayers that are not in the best condition in many cases, and are calibrated in the best way, which makes it inadequate amounts applied, exposing the applicator to apply the product contamination.

Within the limitations of crop diseases are Drop Potato rust and powdery mildew, Rizoctoniasis, Patanegra Soft Rot and Bacterial Wilt, who are also controlled with inappropriate products or very high doses and frequencies according a calendar and not a disease dynamics. Soil pests are controlled equally highly toxic products, by treating the seed or soil applications run, the time of

This case study was conducted in the village of Upper Carbonera, Guatavita Township, located at coordinates 4 degrees 56 minutes north latitude and 73 degrees 51 minutes west longitude from the prime meridian in the department of Cundinamarca towards the north-east of the Bogotá City about 75 miles of this. With a height of 2,680 meters above sea level with an area of 23,800 hectares and an urban area of 238 square kilometers.

It was observed that potato production in this district is made in small area in smallholder agriculture essentially peasant economy. The impact of this crop on the environment is high, from the moment you start the grave and burning of trees and shrubs for the preparation of the lots are to be planted with this crop. This is work that was done a long time ago and still performs when it needs to incorporate new areas, increasing agricultural frontier in very fragile ecosystems. Also its effect is observed in tillage, sow in the way the grooves and in the use of pesticides, which is done as indiscriminada.

These pesticides increase soil contamination when entering the different ways but especially with rain or irrigation water, causing riots in microorganisms and macro for this. These substances often change their chemical composition with results on soil biota is not known. It is possible that these pesticide residues reach water sources natural water where the community takes for human consumption with consequences that still is not known.

Keywords: cosystem, ecosystem highest mountain, moor, pesticide pollution, micrororganismos, toxicity, environment.

Contenido

Resumen.....	IX
Lista de figuras.....	XV
Lista de tablas.....	XVI
Introducción.....	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
JUSTIFICACIÓN.....	22
3. Objetivos.....	26
3.1 Objetivo general.....	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
3.3 Pregunta de investigación.....	24
3.4 Hipótesis.....	24
4. MARCO TEÓRICO.....	25
4.1 Ecosistemas de alta montaña.....	25
4.2 Ecosistemas de Alta Montaña en Colombia.....	28
4.3 Importancia de los ecosistemas de Alta Montaña.....	29
4.4 Impactos sobre los ecosistemas de Alta Montaña.....	30
4.5 Legislación sobre los ecosistemas de Alta Montaña.....	32
4.6 El cultivo de la papa y su efecto sobre los ecosistemas.....	36
5. ANTECEDENTES.....	41
5.1 Generalidades de la papa.....	41
5.2 La papa en Colombia.....	42
5.3 La papa en ecosistema de alta montaña en Colombia.....	43
5.4 Los Agroquímicos en los ecosistemas de alta montaña.....	46
5.5 Guía Ambiental para el manejo sostenible del sistema de la papa en Colombia.....	47
6. ÁREA DE ESTUDIO.....	50
6.1 Ubicación geográfica.....	50
6.2 Ecología del municipio de Guatavita.....	50
6.3 Economía del municipio de Guatavita.....	51

7.METODOLOGÍA.....	52
7.1 La metodología de investigación descriptiva	52
7.2 Metodología descriptiva en el estudio del caso del corregimiento la carbonera alta.....	53
8 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	55
8.1 Caracterización del Corregimiento de la Carbonera Alta.	55
8.1.1 Las unidades productivas.	55
8.1.2 Uso del suelo.	56
8.1.3 Nivel educativo de los productores del corregimiento de la Carbonera Alta. ...	57
8.1.4 Servicios públicos en el corregimiento de la Carbonera Alta.	59
8.1.5 Aspectos ambientales del corregimiento de La Carbonera Alta.	62
8.2 Sistema productivo del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.	63
8.2.1 Preparación del terreno.....	63
8.2.1.1. La tala de árboles quema.....	63
8.2.1.2. Laboreo de los lotes a sembrar.	64
8.2.2 selección de las semillas.....	69
8.2.3 La siembra.....	71
8.2.4 Labores de cultivo y aplicación de agroquímicos.	72
8.2.4.1 Fertilización.....	72
8.2.4.2 Control de plagas.....	74
8.2.4.3 Patógenos y su control.....	77
8.3 Posibles efectos de los plaguicidas en la salud humana en el corregimiento de La Carbonera Alta.....	78
8.4 Posible efecto de los plaguicidas en el ambiente del Corregimiento de La carbonera Alta.	81
8.4.1 Contaminación del agua.	82
8.4.2 Contaminación del suelo.....	83
9.1Conclusiones	85
9.2 Recomendaciones	85
Anexos.....	86
Anexos A. Caracterización de la Población Carbonera Alta.....	86
Anexo B Manejo de Recursos naturales.....	88
Anexo C Manejo de sistemas productivo.....	91
Bibliografía.....	94

Lista de figuras

	Pág.
.....	57
Figura 1. Caracterización del tamaño de las unidades productivas en el corregimiento de La Carbonera Alta.	56
Figura 2. Uso del suelo de las unidades productivas encuestadas en el corregimiento de La Carbonera Alta.	57
Figura 3. Laboreo del suelo para la siembra de papa en el corregimiento de La carbonera Alta.	68
Figura 4 . Brotación de la semilla	71

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Nivel educativo de los propietarios de los predios productores de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.....	58
Tabla 2.Presencia de servicios públicos en corregimiento de La Carbonera Alta.	60
Tabla 3.Resultados de análisis de calidad de agua en las veredas y corregimientos del municipio de Guatavita.....	61
Tabla 4. Laboreo de los suelos antes de sembrar un cultivo de papa en el corregimiento de La Carbonera alta.	66
Tabla 5 . Factores y características que se deben tener en cuenta para seleccionar tubérculos-semilla de buena calidad.	70
Tabla 6. Principales plagas del cultivo de la papa.	74
Tabla 7. Insecticidas utilizados para el control de las diferentes plagas en el cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.	75
Tabla 8. Frecuencia y dosis recomendadas y aplicadas en los cultivos de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.....	76

Introducción

En el mundo se producen 333.750.000 millones de toneladas de papa y sus principales productores se encuentran en Asia, Oceanía y Europa, con más del 80% de la producción mundial, 267 millones de toneladas año y un promedio de rendimiento de entre 15,7 y 17,4 toneladas por hectárea. En América latina solo se produce el 5% de la papa del mundo (Sinaltrainal, 2013).

El sector productor de papa en Colombia, se desarrolla en zonas de clima frío con temperaturas de 13° C y alturas de 2.000 m.s.n.m., hasta alcanzar zonas de páramo con alturas cercanas a los 3.500 m.s.n.m. y temperaturas de 8° C. Aproximadamente, 120.000 productores generando más de 20 millones de jornales al año. El sector papero representa el 32% de la producción de los cultivos transitorios y el primer lugar en valor de la producción con cerca de los 500 millones de dólares por año, un área cosechada calculada en 170.000 hectáreas y una producción anual de 2.600.000 toneladas. El 85% de la producción de papa se realiza por los pequeños productores con menos de 3 hectáreas de tierra (Sinaltrainal, 2013).

Además de la afectación directa del abuso y mal uso de los agroquímicos sobre la salud humana, estos pueden afectar la fauna benéfica como las abejas, que son indispensables para la polinización en los cultivos. Causan la muerte de invertebrados acuáticos, acumularse en los tejidos grasos de los peses que luego pueden ser consumidos por los mismos campesinos o vendidos en las plazas de mercados en Colombia. Desde el punto de vista económico, los plaguicidas representan el 40% del total de los costos de producción. Además se considera que de este consumo las plantas solo aprovechan el 40% y el 60% se pierde por el viento y el agua. En Colombia se comercializan productos que fueron prohibidos por la Unión Europea como el Carbofurán, Monocrotofos y Methamidofos (Vergara, 2014).

Actualmente, la aplicación e implementación de las disposiciones en materia ambiental, otorga a las autoridades ambientales del país amplias facultades para hacer requerimientos en materia de permisos de uso de los recursos naturales; esto, sin embargo, ha creado altos niveles de incertidumbre legal y su implementación, que

necesariamente, deben ser corregidos en aras de lograr el Desarrollo Sostenible, consagrado en la carta magna.

El Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) como organismo rector de la gestión ambiental debe definir, entre otros temas, instrumentos administrativos necesarios para prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, al tiempo que debe impulsar mecanismos de concertación con el sector privado y los diferentes sectores productivos, con el fin de introducir la dimensión ambiental como un componente adicional, en las diferentes etapas de los proyectos productivos agropecuarios. En este sentido, éste trabajo pretende conocer las dinámicas y el desempeño de la producción comercial del cultivo de papa, ubicado en el Corregimiento de Carbonera alta, Municipio de Guatavita, Departamento de Cundinamarca, de modo que, se pueda establecer un Diagnóstico Ambiental dentro del proyecto productivo del monocultivo de la Papa, con el fin de establecer medidas preventivas, que minimicen los impactos ambientales desde la preparación del terreno hasta su pos cosecha y establecer los impactos ambientales potenciales dentro del proceso.

Es de saberse, que los efectos negativos de procesos agro productivos en los ecosistemas de alta montaña, son consecuencia de la ineficiencia de los procesos y las tecnologías utilizadas al interior de las Agro-Empresas, que a su vez dependen de su estructura y su capacidad económica; en la medida en que éstos, actúen sobre las causas que ocasiona dichas ineficiencias, mediante la adopción de alternativas preventivas que sean apropiadas para las diferentes zonas, se generan ahorro de recursos, que coadyuven a mejorar la capacidad de competitividad en toda la cadena productiva y también su gestión ambiental.

Mediante encuestas, entrevistas y visitas de campo, se pudo establecer que el sistema de producción del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta, es de mucho impacto negativo tanto para el ecosistema de alta montaña como para la salud humana que todavía no se ha calculado. Se hace necesario emprender un programa de capacitación para los pequeños productores de papa en Colombia sobre el impacto que tiene este cultivo en los ecosistemas donde se desarrolla y como reducir, mitigar y en lo posible reparar este daño.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La papa es el cuarto cultivo alimenticio del mundo, después del trigo, el arroz y el maíz; la papa, representa aproximadamente la mitad de la producción mundial de todos los tubérculos (Cháves, 2008).

En el mundo se producen 333.750.000 millones de toneladas de papa y sus principales productores se encuentran en Asia, Oceanía y Europa, con más del 80% de la producción mundial, 267 millones de toneladas año y un promedio de rendimiento entre 15,7 y 17,4 toneladas por hectárea. En América latina solo se produce el 5% de la papa del mundo, con aproximadamente 15 millones de toneladas al año, con un promedio de 16 toneladas de papa por hectárea, por debajo del promedio mundial de 16,8 toneladas por hectárea y muy inferior al promedio de producción de América del Norte con 40 toneladas por hectárea (Sinaltrainal, 2013).

El 18% de la papa del mundo se produce en la China, el 11% en la India, el 9% en Rusia, el 6% en Ucrania, el 6% en USA, 4% en Alemania, 4% en Polonia, 3% en Belarus, en los países bajos se produce el 2% al igual que Francia que produce igualmente el 2% de la papa del mundo. El 35% restante se produce en otros países dentro de los cuales en América Latina se destacan Perú 3.388.147, Brasil 3.375.054, Argentina 1.950.000, Colombia 2'600.000, México 1'750.797, Chile 831.054, Bolivia 755.000, Venezuela 456.661, Ecuador 355.000, Guatemala 300.000, Cuba 290.000 (Sinaltrainal, 2013).

El sector papero representa el 32% de la producción de los cultivos transitorios y el primer lugar en valor de la producción con aproximadamente 500 millones de dólares por año, un área cosechada calculada en 170.000 hectáreas y una producción anual de 2.600.000 toneladas. El 85% de la producción de papa se realiza por los pequeños productores con menos de 3 hectáreas de tierra, el 10% los medianos productores con hasta 10 hectáreas y solo el 5% de la producción está en poder de los grandes propietarios con más de 10 hectáreas (Sinaltrainal, 2013).

En Colombia se utilizan cerca de 1350 plaguicidas, 49 millones de kilogramos legales para el control de plagas y enfermedades en los cultivos como la papa, sin contar los que entran

de contrabando (Vergara. 2014). El cultivo de la papa es el de mayor consumo de fungicidas e insecticidas y el segundo en fertilizantes químicos después del café, un sector con mayor demanda de transporte terrestre movilizandando cerca de 2 millones de toneladas de producto comercial, más el uso de transporte para los insumos que se utilizan en la producción (Sinaltrainal, 2013).

En Colombia los pequeños productores, incluidos el 85% de los productores de papa que tienen unidades productivas menores a 3 hectáreas, no tienen asistencia técnica, por lo que en forma general hacen un manejo inadecuado de los agro tóxicos, aplicando dosis más altas de la necesarias, haciendo mezclas de productos con el criterios equivocado que entre más producto mejor control de los problemas fitosanitarios. El problema es tan serio que para el año 1991, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las Naciones Unidas manifestaron que 25 millones de trabajadores agrícolas en el mundo presentaban intoxicación por agroquímicos, responsables de 437.000 casos de cáncer, 400 muertes. (Vergara, 2014).

El convenio de diversidad biológica, indica que los páramos son ecosistemas estratégicos debido a su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, sin embargo, la adaptación de los cultivos agrícolas extensivos como la papa, asociada a la inclusión del sector pecuario, ganado vacuno principalmente, han dejado una desbastadora y aun no calculada pérdida de recursos naturales. (Naciones Unidas, 1992).

El DANE indica que en Colombia existen actualmente 150.299 ha, de papa sembradas en ecosistema de alta montaña, con un rendimiento promedio de 15,7 toneladas/hectárea y una producción cercana a los 1'709.949 toneladas/año. (Departamento Nacional de Planeación, 2012), esto trae como consecuencia el gran deterioro ambiental de estos ecosistemas. Las zonas de páramo, son ecosistemas donde sus componentes, como la flora, el suelo y el subsuelo, han desarrollado características especiales para regular el recurso hídrico, gracias a estas características, la importancia de este tipo de ecosistema radica principalmente en la interceptación y almacenamiento de agua, por lógica, es proveedora de cuencas hidrográficas, que finalmente son utilizadas como agua para consumo humano y diferentes actividades productivas (Rivera y Rodriguez, 2011).

En este estudio de caso, tomaremos el sistema productivo cultivo de la papa para conocer las dinámicas y el desempeño de la producción comercial en la finca “Los Alisos”, del Corregimiento de Carbonera alta, Municipio de Guatavita, Departamento de Cundinamarca, de modo que, se pueda establecer un Diagnóstico Ambiental recomendar medidas preventivas, que minimicen los impacto ambientales.

2. JUSTIFICACIÓN

La población mundial aumentara en un 72% entre los años 1995 y 2050, haciéndose necesario, aumentar la producción alimentos y trayendo como consecuencia un gran impacto negativo sobre el sistema de producción de alimentos, los recursos naturales y el medio ambiente. Con la demanda de alimentos se hace necesario mantener unas condiciones de suelos que garanticen una productividad, considerándose como una alternativa la agricultura orgánica (FAO Cumbre Mundial Sobre la Alimentación, 1996).

Los modelos de producción adoptados e implementados en zonas físicas no aptas para ciertas actividades agropecuarias y sociales, influyeron en la perdida de la Agro-Biodiversidad y la sustentabilidad de las relaciones Agroambientales. Por lo tanto, no son interesantes desde el punto de vista ambiental aquellos modelos de producción agropecuarios que estrechan las bases genéticas que emplean o que contaminan a otros componentes de la Agro-Biodiversidad. De hecho, desde 1990 hasta la actualidad se estima que se ha perdido el 75% de la Agro-Biodiversidad a nivel mundial (EHNE, 2004)

La explotación del Páramo para el cultivo de papa ha conllevado una significativa transformación y profundos cambios en la composición, estructura y dinámica de estos ecosistemas, básicamente por la tumba y quema de la vegetación natural para el establecimiento de los cultivos. Actualmente, las principales zonas productoras de papa en Colombia, se encuentran en los Departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Nariño con un sistema productivo de monocultivo que traslapa de manera significativa los ecosistemas de Páramo en un 40%, principalmente en la Cordillera Oriental. El resto de los municipio productores de Papa (250 municipios aproximadamente), traslapan parte de su territorio en un 83.3% de los ecosistema de Alta Montaña, muchas áreas de éste ecosistemas son utilizadas para actividades no aptas para dichas zonas. (Ministerio del Medio Ambiente, 2002).

El 85% de la producción de papa se realiza por los pequeños productores con menos de 3 hectáreas de tierra. La producción de papa se concentra en los departamentos Cundinamarca con 37,74%, Boyacá con 26,26%, Nariño con 17,30% y Antioquia con

6.53%, que representa cerca del 90% de la producción nacional. Existen más de 30 variedades de papa, pero el 90% de la producción se concentra en las variedades Diacol Capiro, Parda Pastusa y Pastusa Suprema (Sinaltrainal, 2013).

Las opciones de uso directo en la región de alta montaña se relacionan con el cultivo de la papa que realmente ofrece beneficios a una población muy reducida. En sectores del páramo colombiano la densidad de población es muy baja (30 habitantes/km²) y la mayor parte de la tierra pertenece a medianos y grandes propietarios; por el contrario, se debería pensar y apoyar los usos indirectos, o servicios ambientales que no causan impacto sobre la biodiversidad del páramo (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008)

FEDEPAPA (2014), indican que la papa cultivada en Cundinamarca es la variedad Parda Pastusa, la cual representa el 74%, la Diacol Capiro el 18% y la Criolla el 5.3%, en Boyacá, la variedad Parda Pastusa ocupa el 50% del área sembrada seguida por la Diacol Capiro con el 21% y la Tuquerreña con el 12%; en Nariño, predomina la variedad Diacol Capiro, Parda Pastusa y la Criolla con 36%, 32% y 10% respectivamente, para el caso de Antioquia, el predominio de las variedades Diacol Capiro, ICA Puracé y Criolla y a partir de la liberación de la variedad Pastusa Suprema en el año 2004, ésta variedad ha venido desplazando a las variedades tradicionales en áreas.

Para el año 2020 se espera un incremento de un 5% la participación de la papa en el PIB agropecuario, que el consumo per cápita aumente a 71,9 kilos y que se generen 310 mil empleos directos e indirectos por año. (FEDEPAPA, 2013), con este panorama hace que se incrementen las áreas de producción de papa en el país, lo que implica el uso de áreas restringidas para este cultivo, aumentando el problema de deterioro ambiental en las zonas que se cultivan. Además, el incremento del uso de productos agroquímicos con los riesgos para la salud de los agricultores, trabajadores y consumidores de estos productos con residuos de agroquímicos. De acuerdo a la problemática antes citada en el corregimiento La Carbonera Alta, se justifica hacer un diagnóstico de los sistemas de producción de papa, y su posible impacto ambiental.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Diagnosticar el manejo ambiental del cultivo de la papa, en un ecosistema de alta montaña, en el municipio de Guatavita departamento de Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos.

- Caracterizar socioeconómica de los productores de papa del corregimiento de La Carbonera Alta, municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca.
- Conocer el paquete tecnológico utilizado en el cultivo de la papa del corregimiento de La Carbonera Alta, municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca.
- Identificar prácticas inadecuadas del cultivo de la papa que pueden estar causando un impacto ambiental.

3.3 Pregunta de investigación

¿Tiene algún efecto el manejo del cultivo de la papa en el ecosistema de alta montaña del Corregimiento de La Carbonera Alta en el municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca?

3.4 Hipótesis

Las diferentes labores de campo y el uso de plaguicidas en los cultivos de papa de Corregimiento de La Carbonera Alta, en el municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca, tienen un impacto ambientales negativos sobre el ecosistema de páramo el tablazo.

4. MARCO TEÓRICO.

4.1 Ecosistemas de alta montaña.

“El páramo es una unidad ecológica de gran importancia para la regulación de los flujos de agua, pues debido a su constitución es capaz de retener en sus suelos hidromórficos grandes volúmenes de agua y controlar su flujo a través de las cuencas hidrográficas” (Pombo, 1989). Para Rangel, (2000) “la región de vida paramuna comprende las extensas zonas que coronan las cordilleras entre el bosque andino y el límite inferior de las nieves perpetuas. Está definida como región natural por la relación entre el suelo, el clima, la biota y la influencia humana”.

Se calcula que la décima parte de la humanidad recibe su sustento directamente de las montañas. Pero las montañas no sólo son importantes para quienes las habitan, sino para millones de personas que viven en tierras bajas. A escala mundial, el mayor valor de las montañas puede consistir en ser fuentes de todos los grandes ríos del mundo y de muchos menores (Programa de las zonas montañosas, 1998). Las montañas desempeñan un papel esencial en el ciclo del agua al captar la humedad de las masas de aire; cuando el agua se precipita en forma de nieve, se almacena hasta que se funde en primavera y verano, lo que es esencial para las poblaciones, los cultivos y las industrias más abajo, a menudo durante el periodo de menor pluviosidad. En las regiones áridas y semiáridas, más del 90 por ciento de los caudales fluviales vienen de las montañas. Incluso en la Europa templada, los Alpes, que ocupan sólo el 11 por ciento de la superficie de la cuenca hidrográfica del Rin, aportan el 31 por ciento de su caudal anual, y en verano más del 50 por ciento.

En el año 1992 en Rio de Janeiro, se presentó por primera vez la importancia a nivel mundial de los ecosistemas de alta montaña, en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el desarrollo (CNUMAD, 1992). Para el año 1993, la comisión Interorganismos sobre el Desarrollo Sostenible adscrita las Naciones Unidas, designó a la FAO, para hacer seguimiento a este tema, para el año 1994, esta organización convocó una reunión en Roma donde estuvo entre otras organizaciones, el Centro Internacional de la Papa (CIP). En 1995, El consejo del Fondo Para el Medio Ambiente Mundial FMAM,

seleccionó como uno de los diez programas operacionales los ecosistemas de alta montaña (Ministerio del Medioambiente, 2002).

De acuerdo con Geoingeniería-MMA, (1999), Colombia es el país que posee la zona más importante de ecosistemas de Páramos de los Andes, tanto por superficie como por diversidad biológica. Sin embargo, según reporte del Instituto Alexander von Humboldt, en 1998 estos ecosistemas ocupaban 1.379.000 hectáreas, correspondientes a tan sólo el 1.3% de la extensión total del país. Boyacá se destaca con la mayor extensión de Páramos (18.3%), seguido de Cundinamarca (13.3%), Santander (9.4%), Cauca (8.1%), Tolima (7.9%) y Nariño (7.5%).

En Colombia los estudios de los ecosistemas de montaña se inician en forma en el año 1965, haciendo énfasis en su descripción y conocimiento. Para el año de 1991, se llevó a cabo en la ciudad de Popayán el congreso internacional sobre ecosistemas de alta montaña, en el año 1993 en Bogotá se realizó un Seminario Taller sobre cambio global y ecosistemas de alta montaña colombiana. En el periodo de 1994-1998, el Ministerio del Medio ambiente contrato la intervención de 41.542 hectáreas de cuencas de los ríos incluidas la alta montaña (Ministerio del Medioambiente, 2002).

En la cordillera Central, los páramos se inician aproximadamente entre los 3000 y 3400 m.s.n.m., en la cordillera Oriental, considerada el centro de los páramos húmedos de los Andes, los páramos se encuentran entre 3200-3600 m.s.n.m., y la cordillera Occidental las grandes áreas de páramo en su mayoría son escasas y pequeñas, sin embargo se presentan algunos páramos representativos, cuyos límites superiores alcanzan los 3960 y 4200 m.s.n.m. (Ministerio del Medioambiente.2002).

Rangel, para el año 2000 manifiesta que existe una diferenciación de los ecosistemas de alta montaña, los cuales definen zonas de Subpáramo, páramo y el Superpáramo. La Guía de criterios para la delimitación de Páramos de Colombia presentada por Rivera y Rodriguez en 2001, presenta una zonificación y diferenciación de las diferentes franjas altitudinales propias de los ecosistemas de alta montaña, éstos se presentan a continuación:

Zonas de Subpáramo: Conocido también como páramo bajo y considerado como una zona de transición entre el límite superior del bosque Altoandino y el páramo propiamente dicho; presenta muchos arbustos y árboles bajos que proceden del bosque adyacente, entremezclados con la vegetación propia del páramo. Es difícil precisar dónde se inicia el subpáramo o hasta dónde asciende el límite superior del bosque Altoandino, porque los factores que determinan estos límites son muy variables. Algunos investigadores han propuesto la temperatura media anual de 10°C y la presencia de heladas, como los principales indicadores para delimitar el subpáramo. En la franja subparamuna se presentan cerca de 112 comunidades vegetales, como resultado de una gran heterogeneidad de condiciones ambientales y fisiográficas, en muchos casos determinadas por factores locales de temperatura, humedad, suelos, precipitación y contacto con el bosque Altoandino; entre ellas se destacan algunos árboles propios de los bosques enanos, densos matorrales compuestos principalmente por ericáceas, varios tipos de chuscales y algunos frailejones.

Zonas de Paramos: De las tres franjas de páramo, es la más extensa y la mejor consolidada ecológicamente. En ella imperan condiciones extremas de temperatura y clima, el paisaje es aparentemente uniforme y tranquilo; allí el verdadero amo es el viento. Entre los 3.000 y los 3.800 msnm existe un piso que se caracteriza por el modelado heredado de la glaciación pleistocénica. Este modelado glaciar, compuesto por cubetas de socavamiento ocupadas por lagunas, turberas o pantanos, valles glaciares, morrenas laterales, frontales o de fondo y abundantes bloques y afloramientos rocosos arrastrados por los glaciares, se manifiesta en una topografía suave y ondulada que permite clasificarlo como el más estable y consolidado de los pisos del páramo. Los suelos tienen una cobertura densa, que impide la erosión hídrica superficial. La principal característica del páramo, desde el punto de vista de la vegetación, con 146 comunidades vegetales, es el dominio del pajonal, frailejones y de los pastizales. Los pajonales se componen de gramíneas en forma de macolla, de hojas agudas y duras como la paja ratona y generalmente se encuentran asociados con frailejones.

Superpáramo: Los límites de esta estrecha franja paramuna no son estrictos; el inferior se sitúa entre los 4.100 y los 4.300 msnm en las cordilleras Central y Oriental y unos 200 metros más alto en el sur de la Sierra Nevada de Santa Marta y el superior llega casi hasta

los 5.200 msnm, donde comienzan las nieves perpetuas; contiene la vegetación que se desarrolla a mayor altitud en las altas montañas de los Andes tropicales. El superpáramo es el espacio más recientemente abandonado por el hielo; desde el Holoceno temprano. Hace 10.000 años, cuando los glaciares descendían hasta los 3.900 msnm aproximadamente, los espacios liberados por las nieves perpetuas se han ido integrando al superpáramo o piso periglacial. En las depresiones dejadas por la excavación glacial o entre los arcos modelados por las morrenas, se formaron pequeñas lagunas que lentamente fueron colonizadas por la biota acuática y terrestre. Este hábitat, con 69 tipos de comunidades vegetales conocidas, tiene una escasa cobertura vegetal del suelo, que está ocupado principalmente por musgos y otras plantas criptógamas, entre las cuales llama particularmente la atención el liquen errante del género *Tamnolia*.

4.2 Ecosistemas de Alta Montaña en Colombia.

Las ecorregiones con ecosistemas de alta montaña y paramo en Colombia la comprenden, el macizo colombiano que comprende los departamentos de Cauca, Caquetá, Putumayo, Nariño, Huila y Tolima, contempla un área de 3. 268.237 hectáreas, donde se encuentran localizados 53 municipios. La Sierra Nevada de Santa Marta, que involucra 10 municipios de los departamentos de Magdalena, Guajira y Cesar, con un área aproximada de 1.200.000 hectáreas. La Sierra Nevada del Cocuy, con 306.000 hectáreas en 4 municipios de los departamentos de Boyacá, Casanare y Arauca. La alta montaña de la Cordillera Central que comprende los departamentos de Tolima, Risaralda, Caldas y Quindío con unas 400.00 hectáreas en 14 municipios. El Macizo de Sumapaz, que comprende los departamentos de Cundinamarca, Meta, Huila y Tolima con 154.000 hectáreas. Por último el Nudo de Santurbán, en el departamento de Norte de Santander con 10 municipios incluidos y una cobertura de 120.000 hectáreas (Plan verde, 1998).

Para el comienzo de la presente década en Colombia habían sido documentados cerca de 330 tipos de formaciones vegetales “zonales” propias de sectores firmes y bien drenados (Rangel, 2000). Encontrándose en estos ecosistemas unas 3380 especies y subespecies de 570 géneros y 120 familias, con cerca del 72% de las plantas con flores. Las proporciones son similares para los demás grupos vegetales: 85% de hepáticas, 96% de líquenes y 98% de helechos (Rangel, 2000).

Aunque la topografía de las cordilleras o ecosistemas de alta montaña, se creen en muchos casos inhóspitas, se cree que son las más favorables para los asentamientos de poblaciones, trayendo como consecuencia la disminución de la diversidad, debido a la adecuación de tierras para sistemas agropecuarios y la expansión de las ciudades. (Castaño *et al*, 2002). De acuerdo con el cambio climático, uno de los ecosistemas más vulnerables en Colombia, son los de la alta montaña, con un aumento de temperatura media de entre 1 y 2 °C y una precipitación que varía más o menos 15% para el 2050. Con esto se espera que el 78% de los nevados y el 56% de los páramos desaparezcan (MAVDT *et a*, 2001).

4.3 Importancia de los ecosistemas de Alta Montaña.

De acuerdo con Brady y Weil,(2002); los bosques altos andinos o de alta montaña, debido a sus bajas temperaturas y normalmente humedades relativas altas, tienen unas tasas de mineralización y reciclaje de nutrientes, garantizando una lenta y continua absorción de CO₂ proveniente de la atmosfera que se acumula en forma de materia orgánica en los suelos, convirtiéndolos en suelos muy fértiles. El seguimiento a los contenidos de carbono en los ecosistemas de alta montaña cada vez tiene más importancia, puesto que su papel como sumideros de CO₂ cobra cada día más importancia, como un potencial reductor de los impactos de las emisiones de gases de efecto invernadero (Watson *et al*, 2000).

La gran importancia que tienen los ecosistemas de alta montaña para la sociedad es que son estratégicos para su subsistencia. Juegan un papel importante en el cubrimiento de los suelos con su con su vegetación, evitando así, la erosión cuando caen fuerte lluvias, sirviendo de regulador de los causes, por su gran capacidad de retención de humedad, en procesos que son muy importantes a la hora de asegurar el agua para el consumo humano de las poblaciones aledañas. La conservación de la biodiversidad y la captura de CO₂ entre otros. Además de la conservación de algunas comunidades indígenas y las estructuras sociales que se tejen en torno de ella, son valoraciones de similar relevancia que no cuentan a veces con un espacio en el imaginario del total de la sociedad. (Conservación Internacional Colombia-CAR, 2004), porque el carácter holístico de lo ambiental, no deja de lado las determinaciones múltiples del proceso, abre nuevas formas de entenderlo tomando en cuenta principios éticos y valores culturales, rompiendo con la

hegemonía del mundo centralizado, unificado y totalitario; se busca recuperar la potencia de lo real y del pensamiento para construir otra realidad posible (Leff, 2004).

Los páramos colombianos, aunque ocupan menos del 3% del territorio, participan directamente en el aprovisionamiento de agua potable para un 70% de la población nacional (unos 28 millones de personas). La fauna asociada a los ecosistemas naturales promueve gratuitamente mecanismos de control biológico al consumir anualmente toneladas de organismos nocivos para la agricultura en sus alrededores, siendo a su vez fundamentales en los procesos de polinización. Igualmente importantes son sus servicios como fuente de alimentos, especies ornamentales, materiales y fibras artesanales, recursos genéticos, medicinales y biotecnológicos, y sus paisajes como espacios ecológicos, espirituales y recreativos, entre muchos otros, como fuente de alimentos, especies ornamentales, materiales y fibras artesanales, recursos genéticos, medicinales y biotecnológicos, y sus paisajes como espacios ecológicos, espirituales y recreativos, entre muchos otros (Rangel, 2000).

4.4 Impactos sobre los ecosistemas de Alta Montaña.

Son muchas las actividades que se realizan en los ecosistemas de alta montaña que está deteriorando o han deteriorado su equilibrio por el cambio de vocación de uso del suelo, labores de minería, forestales introducidos como pino y eucalipto, árboles para extraer leña, ganadería, agricultura intensiva y extensiva, piscicultura con especies introducidas, turismo masivo entre otros.

Malagón y Pulido (2000), consideran que la implementación de cultivos, previo a unas quemadas, convirtiendo esos ecosistemas en agro ecosistemas simplistas, con desaparición de la entomofauna asociada a la vegetación nativa, originando de esta forma la aparición de plagas. Algunas labores de cultivos necesarias para mejorar los suelos desde el punto de vista químico o físico afectando así el suelo natural. Las obras necesarias para la implementación de una ganadería, como drenajes compactaciones que causan una disminución en la capacidad de retención de humedad de los suelos, la exposición de la materia orgánica depositada en pantanos, la cual se meteoriza y descompone causando liberación de CO₂ a la atmosfera (Malagón *et al*, 1995).

Adicionalmente, los efectos globales del actual cambio climático tienen consecuencias especialmente agravadas en los ecosistemas de alta montaña del trópico, donde las alteraciones de los factores ambientales se intensifican respecto a su magnitud en las zonas bajas. Las franjas de vegetación tienden a ascender a medida que la temperatura media del aire se incrementa, lo cual representa una amenaza directa para la supervivencia de los organismos propiamente paramunos dadas las limitaciones para migrar a sitios más elevados, situación particularmente crítica en el caso de los macizos de altitud restringida (Malagón *et al*, 1995).

Hofstede en el 2002; Monasterio y Molinillo, (2002) afirman que la actividad agropecuaria en los páramos de Colombia comenzó en el siglo XIX con el establecimiento de las grandes haciendas y con la marginación de parte de la población rural e indígena; hoy en día la actividad agropecuaria ha aumentado debido a la demanda creciente de los mercados nacionales por productos que solo pueden producirse en ambientes fríos de montaña y por la población rural creciente que depende económica y culturalmente de las actividades agropecuarias. Molano, (1995), manifiesta que el alta montaña colombiana se destacan dos sociedades humanas a grandes rasgos, los indígenas que de acuerdo a sus prácticas y concepciones sagradas y míticas han hecho un manejo más adecuado de los recursos naturales y la sociedad de los campesinos, quienes a través de prácticas inapropiadas modifican el ecosistema y se hace necesario restringirlos y regularlos.

El papa es un cultivo de rotación, que se siembra hasta una altitud de aproximadamente 3.500 m.s.n.m., mediante la tumba con machete de frailejones y pequeños arbustos, para pasar el arado, se convierte la tierra con vegetación natural en lotes preparados para el cultivo de papa. En ocasiones se utiliza también la quema. Después de una cosecha el área cultivada puede quedar en barbecho por varios años, pero también se siembran a veces pastos introducidos que se utilizan para el pastoreo de ovejas y vacas, que a largo plazo puede llevar a la desaparición total de la vegetación natural de páramo. La utilización de maquinaria pesada por los grandes cultivadores de papa, quienes compran áreas grandes o alquilan a campesinos, para luego arrasar con la vegetación nativa con sus frailejones y luego sembrar. Es un fenómeno que se presenta en casi todo el país y que tiende a acabar con la vegetación paramuna y su biodiversidad (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales, 2008).

4.5 Legislación sobre los ecosistemas de Alta Montaña.

El capítulo 13 de la Agenda 21 denominado “Ordenación de los ecosistemas frágiles: desarrollo sostenible de las zonas de montaña” tiene entre sus objetivos “Mejorar la coordinación de las actividades regionales para proteger los ecosistemas de montaña frágiles estudiando mecanismos adecuados que incluyan, entre otros, los instrumentos jurídicos regionales” (objetivo A, 13.5, e), como es precisamente el plan de acción andino de páramos. El párrafo 42 del Plan de Aplicación de Cumbre de Johannesburgo (2002), reconoce que estos sustentan formas particulares de subsistencia y contienen importantes recursos relacionados con las cuencas hidrográficas, la diversidad biológica y con flora y fauna singulares, los cuales son particularmente frágiles y vulnerables a los efectos adversos del cambio climático (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008).

La iniciativa Andina de la Alianza para las Montañas 5 - Plan de Acción, tiene como objetivo específico la ejecución del párrafo 42 del Plan de Aplicación de la citada Cumbre. La Alianza para las Montañas también pretende contribuir a la definición y ejecución de políticas basadas en una evaluación de los recursos naturales y culturales de las poblaciones de las montañas, y apoyar a la institucionalidad encargada de la gestión de los ecosistemas montañosos. Reconoce que debido al carácter transfronterizo de muchas zonas montañosas, es fundamental la conexión de las actividades nacionales y mundiales para el desarrollo sostenible de estos ecosistemas. Para realizar sus acciones resalta la necesidad de aprovechar las redes e instituciones ya establecidas y aprovechar su experiencia, para promover sinergias”. “La Alianza tiene entre sus propósitos servir de centro de comunicación, divulgación, intercambio de información entre sus miembros; apoyar iniciativas en curso en materia de desarrollo sostenible de las montañas; servir de facilitador para la formulación de iniciativas conjuntas, facilitando contactos entre países e instituciones, creando condiciones para la cooperación de recursos en los ámbitos nacional, regional y mundial, e identificado complementariedades a fin de promover una colaboración más estrecha, evitar duplicidad y lograr una mayor coherencia de los resultados” (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008).

En la Declaración y Plan de Acción de Paipa sobre páramos en el año 2002, que se realizó en Colombia el Congreso Mundial de Páramos, asistieron participantes de Ecuador, Perú, Venezuela y Costa Rica. Como resultado de este evento se presentó la llamada Declaración y el Plan de Acción de Paipa. En este escenario se planteó elaborar una estrategia regional andina en torno al manejo integral de los páramos, “como una región sin fronteras y con una equidad biológica y humana” (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008).

La Estrategia Regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino reconoce la excepcional variedad de los ecosistemas de la subregión andina manifestando que los Andes Tropicales constituyen una eco región considerada por expertos mundiales como epicentro global de la biodiversidad, ya que ocupa el primer lugar en el mundo en diversidad y endemismos de plantas vasculares, de aves, anfibios y total de vertebrados (sin considerar peces). Se llama aquí también la atención sobre la pérdida de esa biodiversidad, por ejemplo, señala que más del 50% de la vegetación original de la región de los Andes del norte ha desaparecido, por el impacto causado por la prolongada presencia de grupos humanos (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008).

La Agenda Ambiental Andina 2006-2010 CAN, tiene como objetivo guiar las acciones del Consejo de Ministros de Medio Ambiente y del CAAAM, para facilitar a los Países Miembros, la definición, armonización y concertación de políticas y estrategias comunitarias de gestión ambiental y desarrollo sostenible, que contribuyan a profundizar el proceso de integración y a fortalecer la capacidad de negociación andina en foros internacionales. Esta Agenda se basa en tres ejes temáticos: biodiversidad, cambio climático y recursos hídricos, éstas guardan estrecha relación con la salud de los ecosistema páramo y el bienestar de sus pobladores (Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios, 2008).

En Colombia se cuenta con una amplia y variada cantidad de leyes y normas ambientales, que le permiten hacer gestión en las diferentes área geográficas, le permitan garantizar que el manejo y conservación de sus ecosistemas. Desde la promulgación del Decreto Ley 2811 de 1974, también llamado Código de los Recursos Naturales y de Protección al Medio

ambiente, establece en todos sus artículos las condiciones de manejo y conservación de los recursos renovables y no renovable.

En el año de 1991, se establece la Constitución Política, la cual muchos de sus artículos hacen referencia a los derechos de los ciudadanos colombianos a un ambiente sano, en especial es “deber del estado conservar las áreas de especial importancia ecológica” (artículo 79) y “prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental” (artículo 80); incluso se determina los aspectos ambientales como un derecho fundamental y colectivo. Para el año 1993 se promulga la ley 99, que en su artículo 1, de los Principios Generales Ambientales en Colombia que: “Las zonas de páramos, subpáramos, los nacimientos de agua y las zonas de recarga de acuíferos serán objeto de protección especial”, por medio de esta ley también se crea El Ministerio del Medio Ambiente y estableció 33 Instituciones designadas como Corporaciones autónomas Regionales, que se encargan de las gestión ambiental a nivel nacional, igualmente se crea Procuraduría para Asuntos Ambientales, en la Defensoría del Pueblo; creó las instancias de participación de alto nivel como el Consejo Nacional Ambiental.

La Corte Constitucional colombiana ha considerado que los deberes de protección al medio ambiente, derivados del artículo 78º, 79º y 80º de la Carta, se materializan en gran medida en el principio de precaución y en el principio de prevención⁷⁶. El principio de precaución incluido en la Declaración de Río de Janeiro de 1992 y adoptado por la legislación colombiana a través de la Ley 99 de 1993, le impone a las autoridades el deber de evitar daños y riesgos a la vida, a la salud y al medio ambiente y de no postergar decisiones preventivas y de protección bajo la excusa de falta de certeza científica (Corte Constitucional, 2004).

El artículo 79 de la Constitución establece claramente “es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines”. Mientras que el artículo 80 de la Constitución señala que “el Estado deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental”

La Ley 165 de 1994. Incorpora al ámbito nacional La Convención Marco de Cambio Climático que busca combatir los efectos que han generado las actividades humanas al aumentar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Señala que dentro de los compromisos que tienen los Estados Parte de tomar medidas para conservar los sumideros y depósitos de gases de efecto invernadero como medida para enfrentar los efectos del cambio climático.

La ley 388 de 1997, o ley de Ordenamiento Territorial estableciendo que cada entidad político administrativa del país estableciera su plan de Ordenamiento Territorial. Esto les permite a los gobiernos departamentales y municipales definir el uso del suelo de acuerdo a su vocación y sus ecosistemas.

El Ministerio del Medio Ambiente, en el año 2002, estableció un Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña Colombiana, con el cual se esperaba que para el año 2012, en asocio con varias entidades a nivel nacional tanto del sector privado como público y la sociedad civil, avanzar en una planificación ambiental del territorio bajo una visión eco sistémica, que permitiera la conservación y manejo sostenible de los páramos en general.

La ley 373 de 1997 establece para la elaboración y presentación del programa para el uso eficiente del agua. Establece que los municipios deberán comprar de forma prioritaria los territorios en zonas de páramos, bosques de niebla, y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, con la finalidad de establecer programas de recuperación, protección y conservación, para que sean verdaderas fuentes de servicios ambientales.

En artículo 34 de la ley 685 del 2001, establece tres zonas excluibles de la minería, afirma que se debe seguir el principio de precaución que obliga frente a la ausencia de certeza científica en la exploración o explotación minera en un área determinada, brindar la protección al medio ambiente; en este mismo sentido,” afirma que además de las tres zonas mencionadas en el artículo 34 del código de minas, otras zonas tienen protección constitucional”, sin lugar a dudas, los ecosistemas de páramo son uno de estas.

La resolución 769 de 2002 declara los páramos como “áreas de interés público” y establece los mecanismos para la protección especial de estos ecosistemas a través de “medidas de protección, conservación, manejo sostenible y restauración, contemplando un estudio sobre el estado actual de los páramos, un plan de Manejo Ambiental, un régimen de usos. Igualmente define que “Páramo es un ecosistema de alta montaña, ubicado entre el límite superior del bosque andino, y el límite inferior de los glaciares... en el cual domina una vegetación herbácea y de pajonales, frecuentemente frailejones y pueden haber formaciones de bosques bajos y arbustivos y presentar humedales como ríos, quebradas, arroyos turberas, pantanos, lagos y lagunas”. Comprende tres franjas de orden ascendente: El subpáramo, el páramo, y el súper páramo. Los límites altitudinales, varían entre las cordilleras, debido a factores orográficos y climáticos locales. Y se incluyen los páramos alterados por el hombre.

Para el año 2003, se promulgó la Resolución No.0839 del 1 de Agosto, 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 Páramos, con el objetivo de definir la zonificación de los páramos, caracterización, diagnóstico y evaluación para proceder definir zonas social, económica y ambientalmente homogéneas, en las cuales se reglamentaria su uso y formular programas de manejo en forma sostenible, cuales zonas deben ser conservadas y cuáles deben ser restauradas. Ley 1382 de 2010 o Código de Minas, establece que los páramos se han entendido excluidos de minería.

4.6 El cultivo de la papa y su efecto sobre los ecosistemas.

Monasterio y Molinillo, (2002), consideran que la actividad agropecuaria en la alta montaña colombiana se inició con el establecimiento de terratenientes, con grandes haciendas, que hicieron marginar a los grupos indígenas y la población rural, esto corrió en el siglo XIX y hoy en día esta actividad se ha incrementado por la necesidad de alimentos que demandan el mercado tanto nacional como internacional y que solo se producen en estos ambientes. “El aumento del capital económico, las prácticas tradicionales se niegan a desaparecer completamente, debido a que la hibridación depende de la creatividad individual y colectiva en la vida cotidiana Esta hibridación continua, ha generado en la zona procesos de reconversión económica y simbólica al combinar, por ejemplo, las viejas costumbres tejidas

alrededor de los sistemas productivos tradicionales con las nuevas técnicas de la revolución verde” (García, 1989).

La revolución verde desarrollada en los años 50, llegó a ser el modelo de producción de todo el mundo, un modelo basado en la incorporación de capital económico para la mecanización del sector agropecuario mundial, la inclusión de la química y la genética para desarrollar tanto productos químicos y semillas que permitieran el aumento de la producción por unidad de área, ayudados por un mejoramiento en los sistemas de riego, la utilización ya de agroquímicos como fertilizantes. Este modelo de producción también introdujo un cambio en los campesinos y productores agrícolas del mundo, al cambiar su mentalidad de campesinos productores a ser empresarios agroindustriales (León, 2007).

El efecto de la revolución verde en los ecosistemas de alta montaña se reflejan la conformación de sistemas de producción de monocultivo de papa o pastos, que vienen incorporando la mecanización como una práctica común y necesaria, como también el uso cada vez más intensivo de plaguicidas para el control de plagas y enfermedades, creándose una dependencia por parte de los productores. Por supuesto estos sistemas de producción lograron unos mayores rendimientos por unidad de área, lo que hizo que se creara una intensificación de la agricultura, cambiando igualmente la lógica de uso del suelo y debilitando los sistemas de producción tradicionales, cambio del paisaje, pérdida de boques y paramos, pérdida de especies nativas y en general modificando el ecosistema (Méndez, 2006).

La papa (*Solanum tuberosum* L) es originaria de América Andina, el centro de domesticación del cultivo se encuentra en los alrededores del Lago Titicaca, cerca de la frontera actual entre Perú y Bolivia. Existen evidencias arqueológicas que prueban que varias culturas antiguas como los Incas, Tiahuanaco, Nazca, y Mochica cultivaron la papa y hoy en día se cultivan en las regiones templadas de todo el mundo. Es una de las especies domesticadas más antiguas y ha sido seleccionada durante ocho mil años basándose en las preferencias y necesidades locales (Ochoa, 1999).

La antigüedad de su cultivo de la papa, aún no se conoce. Se supone que esta planta tuberífera fue domesticada por varias culturas de clima frío como la Chiripa, Tiahuanaco,

Colla (Aymara) e Inca, u otras anteriores a estas, que se desarrollaron en las altiplanicies andina, territorio conocido por los incas con el nombre de Collao y que actualmente se encuentra incluido entre el Perú y Bolivia. (Correa *et al*, 2009).

La papa fue registrada por primera vez en 1596 por Gaspar Bauhin en *Phytopinax* y luego adoptada por Carlos Linneo en 1753 en *Species Plantarum*. Hawkes reconoce dos subespecies de *Solanum tuberosum*; la subespecie *tuberosum*, representada por variedades tetraploides adaptadas a días largos y cultivada en todo el mundo; y la subespecie andigena, que incluye también variedades tetraploides pero adaptadas a días cortos y que se cultivan principalmente en la zona andina desde Venezuela hasta el norte de Argentina. Las variedades conocidas como “papa de año” en Colombia, corresponden a *Solanum tuberosum* L. subesp. andigena, Hawkes; y las variedades de “papa criolla” pertenecen a la especie *Solanum phureja*, Juz, et Buk” (Correa *et al*, 2009).

Desde hace algunos años han comenzado a presentarse cambios fundamentales en el manejo de la papa, cada vez más se cultiva a altitudes mayores que alcanzan hasta 4.000 m.s.n.m., lo cual en parte debe estar relacionado con el cambio climático, pero también con el desarrollo de variedades de papa resistentes a temperaturas más bajas (Méndez, 2006).

La intervención del Estado fue especialmente marcada a mediados de 1950 a través de entidades como la Caja Agraria, el ICA y el INCORA. Este último, a raíz de la importación del tractor al país, alertó a los campesinos sobre la posibilidad de enajenarlos de sus tierras si no se demostraba el uso de las mismas mediante su transformación en sistemas productivos agropecuarios. La Caja Agraria facilitaba los préstamos entonces para la compra de los tractores. Entre las décadas del 60's y 70's el ICA y FEDEPAPA divulgaron abundantes estudios sobre los beneficios de cultivar la semilla de papa en los páramos y se fue formalizando su producción y certificación. Debido a lo anterior, en la zona se establecieron y extendieron los cultivos de papa, tanto para semilla, como consumo, al mismo tiempo llegaron al Complejo medianos y grandes agricultores con importante capacidad económica. La Caja Agraria continuó facilitando préstamos para la compra de agroquímicos, maquinaria y semillas (Méndez, 2006).

El mismo autor afirma “Antes de la llegada de los fertilizantes, el abono que se utilizaba durante la siembra de papa era el resultante del tumbe y la quema, y, en los lugares donde no había quema se utilizaba estiércol. Alrededor de 1960, la Caja Agraria promueve los agroquímicos, vendiendo el lifoscal doble que se aplicaba al cultivo con una tapa de cerveza, la divulgación de esta práctica, sin embargo, se dificultó por la ausencia de instrucción precisa para su utilización, la inexistencia de vías de comunicación y el hecho de que en la zona se encontraban cultivos que solo producían entre 10 y 15 cargas. Las primeras casas comerciales y con ellas las primeras asesorías técnicas y la adopción”.

La expansión de la papa se dio en los años 60 y 70, con las variedades pastusa y suprema que respondían muy bien a la fertilización nitrogenada, estas variedades reemplazaron las que se sembraban tradicionalmente tocaña y tocarreña. (Paris 2009). El sistema de producción de semillas llamado entrojada, en el cual una persona se encargaba de escoger la semilla, se disponían unas tablas contra la pared y se dejaban allí hasta la siguiente época de siembra, fue reemplazada por la semilla certificada (Méndez, 2006).

Mediante el Decreto 140 de 1965, se definieron los tipos de semilla existentes en Colombia y se clasificaron como semillas básicas, semillas registradas, este tipo de semillas dan origen las semillas certificadas que son las que se le vende a los agricultores. El Páramo de Guerrero, se convierte en un polo importante para la producción de semillas de papa desde los años 80, puesto que más de la mitad de las empresas productoras de semillas de papa de Cundinamarca se establecen en esta zona.

Quizá el mayor problema del cultivo de papa como un agro ecosistema, es el alto uso de pesticidas para el control de plagas y enfermedades, cuyas aplicaciones se hacen en la mayoría de casos de forma periódica de acuerdo a un calendario de aplicaciones y de acuerdo a la fluctuación de las poblaciones de plagas y enfermedades del cultivo. Este sistema de aplicaciones inducen a la generación de un “círculo vicioso”, donde a mayor uso de un plaguicida, se genera una resistencia por parte de la plaga, o resurgimiento y/o aparición de nuevas plagas, como consecuencia de muerte de enemigos naturales, esto hace que los impactos ambientales sean lamentables. Se contaminan los suelos, se dispersan los agro tóxicos a zonas vecinas por el viento, contaminando fuentes de agua y amenazando de esta forma la salud humana en forma indirecta, afecta igualmente la salud

de los animales domésticos y los silvestres entre ellos los polinizadores naturales y otros organismos benéficos del suelo (Global Crop Protection Federation, 2000).

Bues *et al*, (2004), consideran que los agro tóxicos son la mayor preocupación pero “el riesgo de los pesticidas no puede ser fijado adecuadamente o ser cuantificado simplemente por la cantidad de pesticidas usados o el número de aplicaciones porque cada pesticida tienen diferente potencialidad, destino, modo, y mecanismo de acción característico, ya sea en la planta como en el suelo”.

5. Antecedentes.

5.1. Generalidades de la papa.

De acuerdo varios autores, se indica que se encontraron una gran cantidad de variedades de papa que demuestran la variabilidad genética de estas especies tanto en variedades silvestres como en las cultivadas. La papa criolla de la especie *Solanum phureja* conocida hoy con el nombre de *Solanum tuberosum* fue domesticada en entre Ecuador y Colombia (Fedepapa, 2014). *Solanum leptophyes*, *Solanum canasense*, *Solanum sparsipilum*, *Solanum brevicaulle* o *Solanum vernei*; son considerado como los ancestros de la papa que se cultiva en la actualidad. Además, investigaciones posteriores indican que la papa cultivada se originó de una especie silvestre llamada *S. leptophyes* y que la primera especie domesticada fue *Solanum stenotomum*. En diferentes sitios la papa ha recibido diferentes nombres como “Amka” o “Choque” en Aymará, “Papa” en Quechua, “Lomuy” en Chibcha, los Araucanos, una tribu indígena de Chile le llamaron “Poñi”, pero adoptaron el nombre de “papa” (Fedepapa, 2014).

Los Incas, Tiahuanaco, Nazca, y Mochica, cultivaron la papa que hoy se cultiva en las altas montañas del mundo, convirtiéndose en la especie cultivada más antigua del mundo (Ochoa, 1999). La especie cultivada fue descrita por primera vez por Pedro Cieza de León en el año 1538, quien la encontró primero en Cuzco y luego en Quito Ecuador. (Fundagro, 1991).

En el mundo se producen alrededor de 30´986.370 toneladas de semillas de papas al año y los principales productores son Rusia con el 19% (6 millones de toneladas), Ucrania 16% (4,8 millones), India 9% (2,8 millones), China 9%(2,7 millones de toneladas), Bielorusia4%, Polonia 5%, EE.UU. 4%, Alemania 2%, Países Bajos 1%, Francia 1%, Demás países 30%. En América latina, la producción es de la siguiente forma: Perú 3.388.147, Brasil 3.375.054, Argentina 1.950.000, Colombia 2´600.000, México 1´750.797, Chile 831.054, Bolivia 755.000, Venezuela 456.661, Ecuador 355.000, Guatemala 300.000, Cuba 290.000. (Sinaltrainal. 2013).

5.2 La papa en Colombia.

En Colombia la papa se cultiva entre los 2.000 y los 3.000 m.s.n.m, aunque la zona óptima de producción se ubica entre los 2.500 y 3.000 m.s.n.m., cuando los cultivos se salen de este rango, se presentan mayores problemas de plagas y enfermedades, por ejemplo cuando se siembra entre 1.500 y 2.000 m.s.n.m., las temperaturas más altas de lo normal hacen que se incrementen los problemas de plagas, cuando se siembra por encima de los 3.500 m.s.n.m., se presentan heladas que causan quemazón de los tejidos y pérdidas económicas por esta razón.

Normalmente se hacen dos cosechas de papa en Colombia al año y las épocas de siembra la definen las lluvias y las heladas. Las primeras siembras se realizan en los meses de Enero a Marzo, considerada la mejor siembra del año, la segunda normalmente entre los meses de Junio y Agosto, en la que los rendimientos no son tan buenos.

Para el año 2012, en Colombia se sembraron 160.688 hectáreas, de las cuales se obtuvo una producción de 3.022.824 toneladas con un rendimiento promedio de 18,8 toneladas por hectárea. Los departamentos productores son Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Nariño; Norte de Santander, Santander, Tolima y Valle del Cauca (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2013)

El primer departamento productor de papa en Colombia fue el departamento de Cundinamarca con el 41% de la producción, aproximadamente 60.298 hectáreas, un rendimiento de 1.238.549 toneladas, un rendimiento promedio de 20,2 toneladas por hectárea. El segundo departamento en producción es Boyacá con 24,9% de la producción nacional, sembradas en aproximadamente 43.346 hectáreas, de las cuales produjeron 753.174 toneladas, obteniendo un rendimiento promedio en el departamento de 17, toneladas por hectárea. El tercer departamento productor de papa en Colombia es Nariño, con el 19,6% de la producción total nacional, sembradas en 31.278 hectáreas, una producción de 591.422 toneladas y un rendimiento promedio por hectárea de 18,9 toneladas. Estos tres departamentos representan el 85,5% de la producción de papa a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. 2013).

5.3 La papa en ecosistemas de alta montaña en Colombia.

La agricultura definida como una serie de acciones que transforman el medio natural, con la finalidad de hacerlo más apto para el crecimiento de las plantas y animales (Saavedra *et al* 2000), se debe complementar esta definición como lo dice Clavijo, (1998) con un concepto más moderno que involucre el ecosistema y dice, “sin daño al ecosistema de la zona o del área específica donde desarrollemos la actividad”.

En este mismo sentido, Saavedra *et al*, (2000), definen a la agricultura como el “resultado de las acciones que transforman el medio natural para hacerlo más apto en el crecimiento de las plantas y animales seleccionados. En sentido amplio comprende el valor y uso de la tierra, cría de ganado y actividades forestales”. Clavijo, (1998), agrega que se debe completar la definición de agricultura, dada por estos autores, con el concepto moderno “sin daño al ecosistema de la zona o del área específica donde desarrollemos la actividad”.

La papa en Colombia se siembra en cerca de 250 municipios, en diferentes condiciones ambientales y diversas formas de producción debido a la diversidad de culturas en las zonas productoras, condiciones económicas, condiciones agroclimáticas. Los cultivos se desarrollan principalmente en una economía de agricultura campesina, con agricultores poco tecnificados, debido a su bajo grado de escolaridad. Solo el 10% de los productores a nivel nacional son considerados de avanzada que utilizan nuevas tecnologías de producción.

Las enfermedades limitantes del cultivo de la papa son controladas con productos inadecuados o con dosis muy altas y en frecuencias de acuerdo a un calendario y no a una dinámica de la enfermedad. Las plagas del suelo son controladas igualmente con productos altamente tóxicos, tratando la semillas o haciendo aplicaciones dirigidas al suelo, al momento de la siembra o en la bores como deshierba o aporque (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

La fertilización del cultivo de la papa en Colombia, en muchos casos se efectúa de manera empírica, sin tener en cuenta el análisis de suelo del lote, como tampoco, los requerimientos y necesidades nutricionales de éste. La mayoría de los fertilizantes más utilizados, tienen elementos tales como: fósforo, nitrógeno, potasio y algunos productores tienen en cuenta los elementos secundarios como el calcio, magnesio y azufre, pero, en muy pocos casos se complementan éstos con los elementos menores. Por otro lado, algunos productores utilizan abonos llamados orgánicos, se usa la gallinaza, muchas veces, en un estado de proceso aun de maduración, que en lugar de beneficiar el cultivo, lo que hacen es genera más problemas fitosanitarios (Fonade *et al*, 2002).

A pesar de contar con 37 productores de semillas certificadas registrados ante el ICA, solo el 10% de los productores compran semillas certificadas, el resto utilizan semillas de sus propios cultivos o cultivos vecinos, corriendo el riesgo de estar introduciendo o trasladando problemas de plagas y enfermedades de un lugar a otro sin darse cuenta. Algunos productores ya cuentan con alta tecnología de producción de semillas que garantizan la calidad, cuentan con las diferentes categorías de semillas establecidas por el ICA como semillas básicas, registradas y certificadas (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

“En cuanto al uso, aprovechamiento y afectación del ecosistema de Páramo por la actividad de cultivo de papa, se identifican diferentes causas sociales y económicas dentro de las cuales vale la pena destacar: la ampliación de la frontera agrícola a manera de colonización, la cual se vio favorecida por la titularización de tierras condicionada al desmonte, por parte del INCORA; el aumento de la demanda de este alimento debido al crecimiento poblacional; los conceptos tecnológicos de la Revolución Verde que no tuvieron en cuenta consideraciones ambientales y sociales; la menor incidencia de plagas y enfermedades en zonas altas; la falta de tierras para las comunidades locales, así como el alto costo de la tierra en zonas bajas e intermedias, especialmente aquellas con posibilidades de riego y la baja conciencia y educación ambiental de los agricultores” (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

El Ministerio del Medio Ambiente, “en la formulación del Programa Páramo en el año 2002, identifica que la relación de explotación del Páramo para el cultivo de papa ha conllevado

una significativa transformación y profundos cambios en la composición, estructura y dinámica de estos ecosistemas, básicamente por la tumba y quema de la vegetación natural para el establecimiento de los cultivos”. Asimismo, indica que, “Las graves consecuencias ambientales que ha traído la destrucción del Páramo, por efecto del cultivo de papa y sus actividades asociadas, así como el conjunto de factores de alteración e intervención antrópica que se conjugan en estos valiosos ecosistemas, permiten concluir que el uso antrópico del Páramo ha llegado a límites alarmantes” (Rangel, 2001).

Por años ha existido la presencia de cultivos de papa en los ecosistemas de Páramo de los cordones montañosos del departamento de Cundinamarca en los municipios de Subachoque, Tabio, Pacho, Zipaquirá, Cogua, Tausa, Sutatausa, Susa, Carmen de Carupa, Ubaté, Cucunubá y Guachetá; en la zona de Sesquilé, Chocontá, Villapinzón, Lenguazaque, Machetá y Tibirita; en los municipios de Guatavita, Suesca, Guasca, La Calera, Gama y Junín; en los municipios de Soacha, Sibaté, Pasca, Granada y Cabrera; en la zona de Une, Chipaque, Fosca y Gutiérrez y en el Distrito Capital de Bogotá, en las localidades de San Juan de Sumapaz y Usme (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

En Nariño, tercer productor de papa en Colombia, se distinguen tres áreas productoras del tubérculo, en donde se localizan ecosistemas de Páramo: occidente de la cordillera Centro oriental y sureste de la cordillera Occidental, en los altiplanos de Ipiales y Túquerres y el Valle de Atriz y la Cuenca de Ríobobo (municipios de Túquerres, Ipiales, Sapuyes, Ospina Pupiales, Puerres, Córdoba, Guachucal, Aldana y Pasto), donde predominan explotaciones medianamente tecnificadas en áreas ligeramente inclinadas entre 2700 y 2800 m.s.n.m., con siembras mecanizadas. La zona ondulada y de pendientes medias entre 2700 y 3400 m.s.n.m., de los municipios de Túquerres, Ipiales, Pupiales, Aldana, Pasto, Sapuyes, Cumbal, Guachucal, Contadero y Gualmatán, cultiva- da de manera tradicional por pequeños y medianos agri- cultores. La tercera zona, de tierras altas, quebradas, de pendientes complejas y húmedas y los valles intramontañosos de los municipios de Potosí, Puerres y Guachucal, de pequeños agricultores que adelantan la preparación de lotes para siembra de papa con el sistema conservacionista de “guachado” (CORPOICA, 2000).

5.4. Los agroquímicos en los ecosistemas de alta montaña.

Dentro de los agroquímicos utilizado para la producción agrícola se encuentran los llamados plaguicidas, que se usan normalmente para controlar plagas, los fungicidas empleados para el control de enfermedades y los herbicidas para el control de malezas en los diferentes cultivos. Aunque Clavijo, (1998), aclara que los agricultores utilizan indistintamente los términos control de insectos y control de plagas, cuando en realidad el término plaga “se refiere a todos los organismos y agentes que causan disturbios a un cultivo”, incluyendo a los insectos. Son organismos vivientes que atacan y causan daños a los cultivos, disminuyendo o arruinando completamente la cosecha. Así que, son plagas los insectos, malezas, microorganismos patógenos (hongos, virus, bacterias), ácaros (arácnidos), aves migratorias, vertebrados (ratas, ratones, entre otros), nematodos, moluscos (caracoles, babosas), pulgones y otros. Además, se debe prestar especial atención a las señales de plagas, tales como huevos, excrementos, nidos y daños en las plantas.

El riesgo ecológico es la probabilidad de que un efecto, le ocurra a un sistema ecológico, debe quedar claro que es una probabilidad. La evaluación del riesgo incluye la estimación del peligro y la exposición, así, para un plaguicida represente un riesgo para el ambiente, este debe estar expuesto y entrar en contacto con dicho ambiente, ente caso se conjuga el peligro del plaguicida con el contacto (Landis y Yu, 1995), Moore y otros opinan que “la evaluación del riesgo ecológico a una sustancia química integra las propiedades físicas, químicas y toxicológicas inherentes al compuesto con los resultados de la evaluación de la exposición” (Moore *et al*, 2004).

El peligro de un compuesto es inherente a este, no tiene probabilidad y se mide de acuerdo con una dosis letal media y sus efectos mutagénicos. La medición del efecto ecológico se puede lograr de acuerdo con el estudio que se realice, como puede ser su efecto sobre las aguas subterráneo, la flora o la fauna del ecosistema o los microorganismos del suelo. La información ecológica de la que se disponga ayudara a identificar los efectos sobre un componente específico el ecosistema. (Laenge *et al*, 2006). Mientras que la exposición es una medida de la concentración y persistencia de un compuesto químico dentro de un

sistema definido. La determinación de la concentración en un medio acuoso, en el suelo o en el aire de un compuesto determinado es una forma de determinar la exposición de estos componentes de los ecosistemas a dicho compuesto. (Trevisan *et al*, 2002).

Para que la evaluación del riesgo advierta del peligro que corren los ecosistemas por el uso de plaguicidas, esta debe ser un reflejo lo más exacto posible de la realidad nacional. Sin embargo en Colombia, país con una trayectoria ambiental incipiente, con miras a iniciar el proceso de evaluación del riesgo en la parte ambiental, se debe establecer una línea base, como el primer paso del proceso escalonado recomendado por la FAO (Toro, 1997).

5.5. Guía Ambiental para el manejo sostenible del sistema productivo de la Papa en Colombia.

El gobierno nacional a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), con la participación de los gremios, autoridades ambientales, actores sociales y productivos regionales, ha venido trabajando en la construcción de guías ambientales, bajo el enfoque de buenas prácticas y manejo sostenible de los recursos naturales. La guía ambiental se inscribe dentro de los objetivos de la Política Ambiental Nacional y el Programa Nacional para el Manejo Sostenible y Restauración de ecosistemas de la Alta Montaña Colombiana: Páramos, al presentar un enfoque de conservación de estos valiosos ecosistemas y proponer un conjunto de estrategias y acciones para su protección. Para ello, se reconoce la relación histórica que las comunidades cultivadoras de papa han tenido con el ecosistema de páramo y que se ha constituido en uno de los principales factores de afectación de estos ecosistemas (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

Esta guía ambiental, hace una caracterización del sistema productivo de la papa en Colombia, haciendo una diferenciación de acuerdo al grado de tecnología adoptado, para de esta manera identificar los impactos ambientales causados por cada actividad, incluyendo las etapas previas a la siembra, hasta la poscosecha. Incluye la normatividad existente en relación con el ambiente, la protección conservación manejo y restauración de los ecosistemas intervenidos (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

FEDEPAPA, es el gremio a nivel nacional que reúne a los productores de papa en Colombia. Es este gremio el encargado de promocionar, e implementar un manejo integrado del cultivo de la papa en Colombia, mediante la utilización de tecnologías que conduzcan a minimizar los impactos ambientales, pero a su vez a modernizar el sistema de producción con la finalidad de hacer este cultivo una actividad rentable para los productores, el mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades dedicadas al cultivo. Mediante campañas educativas dirigidas a sus asociados sobre manejo y conservación de los ecosistemas, uso sostenible de los recursos renovables, uso racional de plaguicidas, el uso eficiente de los desechos de las cosechas, se capacitan a sus miembros para que entiendan que su actividad es de mucha importancia pero de un gran impacto ambiental cuando no se hace bien (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

El programa de manejo sostenible y restauración de los ecosistemas de alta montaña, se subdivide en unos subprogramas que incluye:

1. Generación de conocimiento y socialización de información de la ecología, la diversidad biológica y el contexto socio cultural de los Páramos;
2. Planificación Ambiental del territorio como factor básico para avanzar hacia el manejo ecosistémico sostenible;
3. Restauración ecológica en Páramo y
4. Identificación, evaluación e implementación de alternativas de manejo y uso sostenible en ecosistemas de Páramo.

Mediante Resoluciones No.0769 de 2.002 y 0839 de 2.003, expedida por Ministerio del Medio Ambiente, se pretenden tener a mediano plazo una identificación precisa del estado de los páramos, con la finalidad de hacer una zonificación ambiental y formular planes de manejo. Estos planes darán asistencia técnica para tomar las mejores decisiones en acciones prioritarias para la protección, restauración y manejo sostenible, haciendo un reconocimiento el conjunto de relaciones y procesos ecológicos en los ecosistemas (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

Los productores de papa a través de su gremio se comprometen a no intervenir ecosistemas naturales con la finalidad de incrementar las áreas de producción, con la finalidad de detener la ampliación de la frontera agrícola. Hacer un manejo de cuencas hidrográficas, identificar zonas de reserva. Igualmente establecerá criterios para la compra de predios en zonas de paramo. FEDEPAPA, Contribuirá a la gestión de recursos nacionales e internacionales dirigidos a programas de protección y restauración del ambiente, especialmente para ecosistemas de Páramo (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004).

Dentro del proceso productivo, es necesario tener en cuenta las diferentes labores culturales y su impacto ambiental como son la siembra, desyerbas, aporque, y cosecha, pretendiendo que la remoción de suelo sea mínimo para no causar su pérdida por erosión y reducción de su actividad biológica, mediante la utilización de mínima labranza o siembra directa, rotación de abonos verdes, coberturas. Para el control de plagas y enfermedades es necesario capacitar a los agricultores en evaluación y determinación de los niveles de daño económico, antes de tomar la decisión de hacer una aplicación, si se definen niveles de control acudir inicialmente a métodos de control biológico y utilizar un producto químico cuando sea estrictamente necesario. Calibrar muy bien los equipos de aplicación y utilizar la dosis necesarias, hacer las aplicaciones en los momentos apropiados y con los equipos y protección de los aplicadores necesarios para evitar el contacto directo, evitar el uso de plaguicidas de categoría toxicológica I y II (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial. 2004).

6. AREA DE ESTUDIO

6.1 Ubicación geográfica.

El presente estudio de caso, se realizó en el corregimiento de la Carbonera Alta, del municipio de Guatavita, que se encuentra en las coordenadas a 4 grados 56 minutos latitud norte y 73 grados 51 minutos longitud occidental del meridiano de Greenwich en el departamento de Cundinamarca, hacia el nororiente de la ciudad de Bogotá a unos 75 kilómetros de esta. Con una altura de 2.680 m.s.n.m. con una extensión de 23.800 hectáreas y un área urbana de 238 kilómetros cuadrados. El municipio era la capital religiosa de los Chibchas del Zipazgo, en cuya laguna sagrada, templo máximo de su veneración a Chie, el agua, celebraban la más pomposa de sus ceremonias que dio origen a la leyenda del Dorado. Guatavita en lengua chibcha quiere decir fin de la labranza o punto de la sierra, según Acosta Ortegón (Alcaldía de Guatavita, 2014).

6.2 Ecología del municipio de Guatavita

El municipio de Guatavita posee bosque de paramo y protectores en la parte alta, en las cuales se encuentran las macrocuencas de las quebradas Corales y Calas, que no presentan problemas ambientales. Las Chuscal, Los Aliños, Los Llanitos, El tunjo, Las Verdes, El río Amoladero y el Legionario presentan un alto grado de deterioro debido a quemas y otras labores de cultivo (Alcaldía de Guatavita, 2014).

Se han establecido programas de reforestación alrededor del embalse del Tominé y en las veredas Tominé de Blancos, en el municipio no cuenta con estudios técnicos sobre balance hídrico que le permitan un manejo adecuado de las fuentes hídricas. Además, de medir el impacto ambiental del uso del suelo. Se han definido patrones para hacer un uso adecuado y sostenible de las cuencas, definiendo zonas de protección, corredores ecológicos, manejo de las zonas amortiguadoras, como también una recuperación de las zonas afectadas (Alcaldía de Guatavita, 2014).

Guatavita cuenta con el embalse Tominé, construido con el represamiento de los ríos Aves y Tominé con una superficie inundada de 3.690 hectáreas de las cuales 2.500 pertenecen al municipio y el resto a los municipios de Sesquile y Guasca. La cota mínima del embalse es de 2.603 m.s.n.m., con un espejo de agua de 690.5 millones de metros cúbicos de agua, el cual es aprovechado por el turismo para la práctica de deportes náuticos y la pesca deportiva (Alcaldía de Guatavita, 2014).

6.3 Economía del municipio de Guatavita.

La agricultura es la principal actividad económica del municipio de Guatavita, dentro de las cuales sobresalen los cultivos de papa, maíz, arveja, cebada, legumbres. El segundo renglón se encuentra la ganadería, donde los campesinos en sus parcelas cuidan ganado vacuno, porcino y ovino como medio de sustento. Un tercer renglón lo constituye la minería en las veredas Choche y Santa María y en las veredas Chaleche, Carbonera Baja se encuentran las receberas. En la vereda del Hitalo se extraen materiales para la construcción, mientras que en la vereda Corales se concentra la producción de trucha. (Alcaldía de Guatavita, 2014).

Principalmente en los fines de semana y días festivos la base fundamental de la economía en la zona urbana del municipio es el comercio en tiendas, misceláneas, almacenes, ferreterías, depósitos de insumos agropecuarios, restaurantes y artesanías, estas últimas elaboradas en el centro artesanal amigos de Guatavita. Por otra parte, en las afueras, podemos disfrutar de paseos a caballo y lancha. (Alcaldía de Guatavita, 2014).

7. METODOLOGÍA

La presente investigación se enmarca en un típico estudio de caso de un evento en un sitio de terminado, contemplando el ambiente como un factor muy importante que está influenciado por otros aspectos como el socioeconómico, niveles de educación, el nivel tecnológico y su adopción en la zona de estudio haciendo énfasis en el proceso productivo del cultivo de la papa, del corregimiento de la Carbonera Alta, del municipio de Guatavita, en el departamento de Cundinamarca. El corregimiento de la Carbonera Alta cuenta con una Población según SISBEN 2014 de 239 Hombres y 224 Mujeres para un Total de 463 Personas, cuenta con una extensión de 14.60 Km², y se encuentra a 10.3 Km. de distancia del casco urbano del Municipio (Alcaldía de Guatavita, 2014).

Se utilizó una metodología descriptiva, sustentada en la recolección de información de primera y segunda mano, para caracterizar los diferentes aspectos de manera cuantitativa y cualitativa el proceso productivo de la papa en el corregimiento de la Carbonera Alta y su posible impacto sobre el ecosistema. Las variables evaluadas se describen en forma natural como se presentan en el campo en el sitio de la investigación sin sufrir ninguna transformación.

7.1 La metodología de investigación descriptiva

Algunos autores la definen como un método científico que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera, sin embargo, los resultados de una investigación descriptiva no pueden ser utilizados como una respuesta definitiva o para refutar una hipótesis pero, si las limitaciones son comprendidas, pueden constituir una herramienta útil en muchas áreas de la investigación científica. La investigación descriptiva es frecuentemente usada como un antecedente a los diseños de investigación cuantitativa, representa el panorama general destinado a dar algunos valiosos consejos acerca de cuáles son las variables que valen la pena probar cuantitativamente. Los experimentos cuantitativos suelen ser costosos y requieren mucho tiempo, así que resulta razonable, primero tener una idea de qué hipótesis son dignas de análisis.

En general se toma como una desventaja de este tipo de investigación es la no existencia de variables manipuladas, por lo tanto no hay manera de analizar estadísticamente los resultados. Además, los resultados de estudios observacionales no son repetibles, y por lo tanto no puede haber una replicación del experimento y revisión de los resultados. El principal objetivo de este tipo de investigación es descubrir principios generales y para esto debe cumplir con una serie de características para tener validez científica, como ser planificada, contar con instrumentos de recolección de información de primera y segunda mano, ser original, objetiva, además el investigador debe contar con el tiempo suficiente para realizar las observaciones necesarias y no apresurar un resultado, se deben obtener resultados comprobables y verificables bajo las mismas condiciones de la investigación.

7.2 Metodología descriptiva en el estudio del caso del corregimiento la carbonera alta.

El objetivo principal de la investigación mediante el método descriptivo, es el de llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. El diseño de investigación de un estudio de caso ha evolucionado a lo largo de los últimos años hasta convertirse en una herramienta útil para la investigación de tendencias y situaciones específicas en muchas disciplinas científicas. El estudio de caso ha sido utilizado especialmente en las ciencias sociales, la psicología, la antropología y la ecología.

El diagnóstico del manejo ambiental del cultivo de la papa, en un ecosistema de alta montaña, en el municipio de Guatavita departamento de Cundinamarca, plantea como objetivos específicos:

1. Caracterización de las unidades productivas y socioeconómicas de los productores de papa del corregimiento de La Carbonera Alta, municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca: para realizar esta caracterización, se llevó a cabo una encuesta diseñada de tal manera que fuera de fácil comprensión de los productores y teniendo en cuenta el nivel de escolaridad. (Anexo 1.)
2. Conocer los paquetes tecnológicos utilizados en el cultivo de la papa del corregimiento de La Carbonera Alta, municipio de Guatavita, departamento de Cundinamarca:

para este caso se diseñaron dos encuestas una dirigida a los asistentes técnicos del cultivo de la papa y otra a los productores, con la cual se pretende identificar el paquete tecnológico recomendado por los técnicos y el paquete técnico aplicado por los productores. Anexo 2, anexo 3.

3. Identificar prácticas inadecuadas de cultivos que pueden estar causando un impacto ambiental: analizando las encuestas anteriores se definieron las prácticas inadecuadas y que posiblemente podrían estar afectando directa o indirectamente el medioambiente y la salud de los productores, comercializadores y consumidores finales.

8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

8.1 Caracterización del Corregimiento de la Carbonera Alta.

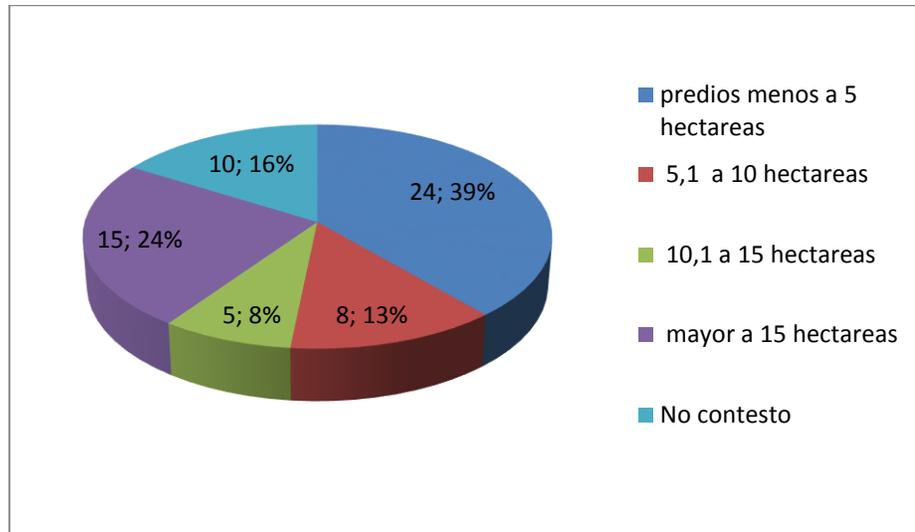
8.1.1 Las unidades productivas.

Mediante encuesta realizada en la zona de estudio, se pudo establecer que de los 62 predios ubicados en el corregimiento de La Carbonera Alta, 24 tienen menos de 5 hectáreas, 8 de ellos están entre 5,1 y 10 hectáreas, 15 de ellos tienen un área mayor a 15 hectáreas, lo que indica que es una zona donde la propiedad de la tierra se caracteriza por ser de minifundio, Figura 1.

Es claro que en este corregimiento se presenta una tendencia de minifundio, como es característico de los productores de papa en Colombia y que no dista de la estructura productiva del agro colombiano, el cual está conformado por tres formas empresariales muy distintas como son la empresa agropecuaria capitalista, el latifundio ganadero considerado especulativo, y la producción familiar o comunitaria. En Colombia la mayor parte de los campesinos son productores familiares agropecuarios. Donde la mayor parte de los ingresos provienen de la venta de sus productos a un mercado en muchos casos imperfectos, en que los intermediarios son los que obtienen la mayor rentabilidad del negocio.

El cultivo de la papa en el corregimiento de La carbonera Alta no se diferencia del sistema de producción nacional, el cual es típicamente de minifundio, en este sentido el Primer Censo Nacional del cultivo, realizado entre los años 2001 y 2004, señaló que el 95% de las unidades productivas son menores de 3 hectáreas y de estos el 79% son de menos de una hectárea, el 3% de la unidades productivas tienen entre 3 y 5 hectáreas y solo el 2% es mayor a 5 hectáreas (FEDEPAPA, 2010).

Figura 1. Caracterización del tamaño de las unidades productivas en el corregimiento de La Carbonera Alta.

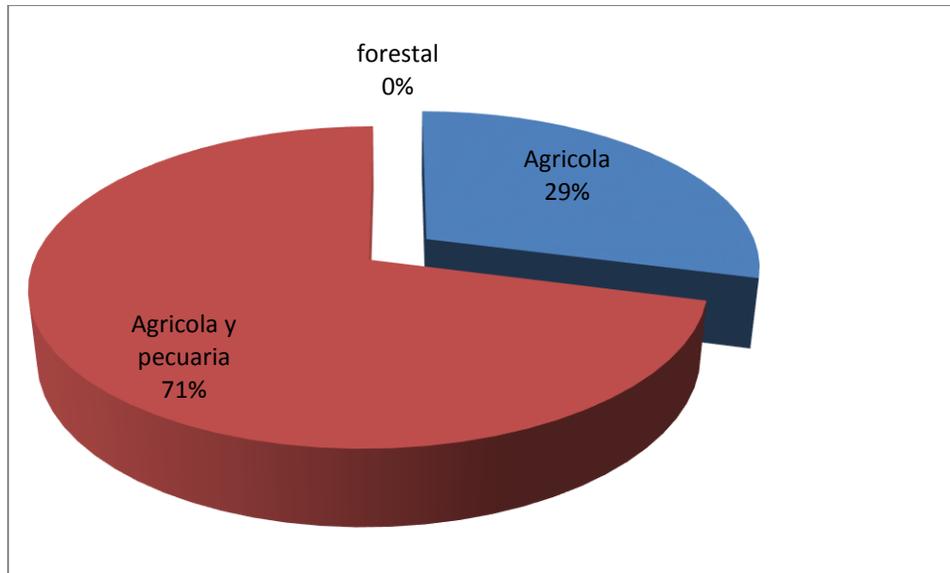


8.1.2 Uso del suelo.

En el corregimiento de La Carbonera Alta, hasta hace poco el 80% del suelo se usaba para el cultivo de la papa y un 20% para la ganadería, en los últimos años estos valores se han invertido, ahora el 80% se dedica a la ganadería y el 20% al cultivo de la papa. Del total de predios o unidades productivas encuestadas (62), el 71% están dedicadas tanto al cultivo de la papa como a la ganadería, el 29% están solo dedicadas a la agricultura, Figura 2.

Cuando se analiza el cambio de uso del suelo de agricultura y especialmente del cultivo de la papa para ganadería, solo se sabe cuál es peor en términos de impacto ambiental, si la ganadería con su efecto sobre el suelo debido al pisoteo y sobre el ambiente con las emisiones de CO₂; o el cultivo de la papa con manejo del suelo en su laboreo y el alto uso de plaguicidas. Como se aprecia en el Figura 2, ninguna de las unidades productivas está dedicadas a los forestales, lo que indica que no hay ningún interés en la conservación o por lo menos mitigación de los impactos ambientales de estas dos actividades agropecuarias.

Figura 2. Uso del suelo de las unidades productivas encuestadas en el corregimiento de La Carbonera Alta.



8.1.3 Nivel educativo de los productores del corregimiento de la Carbonera Alta.

Como se muestra en la tabla 1, el grado de escolaridad de la población productora de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta, es en términos relativamente baja, donde el 66,1% de los propietarios tienen un grado de escolaridad de primaria, el 29,0% son bachilleres mientras que sólo el 1,6% tienen tantos estudios universitarios o tecnológicos. Esto se identificó como uno de los puntos débiles en el proceso productivo de la papa en Colombia; desde esta perspectiva, se considera que la educación básica primaria y media a nivel rural estaba dirigida a formar profesionales para el sector urbano y no para el sector rural y en particular para la zona de estudio, lo anterior con la finalidad que los discentes se queden en sus sitios de origen y no se desplacen hacia las ciudades donde van a tener pocas oportunidades laborales (FEDEPAPA, 2010).

No se tiene en cuenta a los jóvenes del sector rural principalmente en las zonas productoras de papa, para ser formados en actividades agropecuarias y que vean la importancia de estas ciencias en sus actividades en un ámbito familiar. Esto hace que se fomente cada día más el estudio de profesiones por parte de los jóvenes del campo colombiano, que solo tienen cabida para su ejercicio en las ciudades, causando un

debilitamiento y deserción de la mano de obra en el sector rural y retardar de esta manera la tecnificación del agro y un cambio cultural.

Tabla 1. Nivel educativo de los propietarios de los predios productores de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.

Nivel de escolaridad	No. De Encuestados	Porcentaje
sin ningún tipo de escolaridad	1	1,6
Estudios primarios	41	66,1
Estudios secundarios	18	29,0
Estudios Tecnológico	1	1,6
Estudios Universitarios	1	1,6
Total.	62	100,0

En la medida que el sector papero no desarrolle programas de capacitación en conjunto con su agremiación, éste sector se verá afectado en su competitividad, como también, en el impacto ambiental negativo que ésta actividad genera sobre los recursos naturales renovables. Cuando los productores son capacitados en las diferentes labores del proceso productivo de la papa, como también, en el componente ambiental como una variables más del proceso productivo, podrán entender así la importancia de cada una de las etapas del proceso productivo y su consecuentes impacto sobre el medio ambiente, puesto que harán un mejor usos de los recursos naturales renovables, como el agua, el suelo; asimismo, forjarán un manejo eficiente de los agroquímicos, reduciendo de esta manera las aplicaciones innecesarias y su efecto tanto en las salud de los aplicadores como de la comunidad de la zona productora y la salud de los consumidores finales.

Con la capacitación de los productores de papa en Colombia, se presentaran unos costos de producción más bajos, como consecuencia de la reducción de aplicaciones de plaguicidas en muchos casos innecesarias, haciendo de esta manera que el sector sea más competitivo por un menor valor del producto final, que se traduce en un menor precio de venta al consumidor final, con una mejor calidad desde el punto de vista de la inocuidad. Cuando se analiza La Guía Ambiental Para el Cultivo de la Papa, Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, 2004, no se encuentran planes de capacitación para los productores, como tampoco planes de fomentos para que los jóvenes rurales se interesen

por estudiar áreas agrícolas con la finalidad de hacer un relevo generacional más especializado y que entiendan que en el campo también hay un buen futuro.

Son los jóvenes campesinos, futuros empresarios del Campo Colombiano, son ellos los que deben tomar el manejo de éstas unidades productivas, con una mejor capacitación, y acompañamiento técnico de los actores Nacionales, Regionales y Locales en el establecimiento y montaje de los proyectos productivos, que se oriente a un manejo eficiente de los recursos involucrados, asimismo, con una mayor responsabilidad ambiental, entendiendo que el desarrollo no implica acabar con los ecosistemas o los recursos naturales como el agua o el suelo. Si capacitamos los jóvenes en manejo de las unidades productivas desde una óptica integral, deben tener mejor resultado que las generaciones anteriores, teniendo en cuenta que éstos contaban con un aprendizaje empírico, donde las actividades se hacían con base en el ensayo y error.

Es claro el sector papero del país, debe competir con los productores a nivel mundial. Esta competitividad incluye buenos rendimientos, bajos costos de producción y un menor efecto sobre el medio ambiente, de lo contrario algunos consumidores seguirán importando el producto de otros países como Chanda, de donde se importa para la producción de alimentos.

8.1.4 Servicios públicos en el corregimiento de la Carbonera Alta.

Un indicativo de desarrollo en una comunidad, es la disponibilidad de servicios públicos, dentro de ellos la energía eléctrica, acueducto, aseo y el alcantarillado. En este caso, en particular en el corregimiento de la Carbonera alta, se constató que, el 91,9% cuentan con energía eléctrica, el 100% no cuentan con alcantarillado, por lo cual se logró identificar que las aguas negras y grises se vierten a pozos sépticos en un 85%, un 9,6% se vierten a letrinas y un 4,9% son arrojados a cielo abierto. Por otro lado, no se cuenta con el servicio de aseo, es decir no se presta el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos. Tabla 2.

Tabla 2. Presencia de servicios públicos en corregimiento de La Carbonera Alta.

Servicio público	Tiene %	No tiene %
Energía eléctrica	57	5
Acueducto	62	
Pozo séptico	53	
Letrina	6	
Deposición de Agua servidas a cielo abierto	3	
Aseo	0	62

El tipo de disposición final de aguas residuales (negras y grises), tiene una gran repercusión en el ambiente, sobre todo en las aguas subterráneas y posiblemente estarán afectando las fuentes de agua para consumo humano en poblaciones vecinas por escurrimiento aguas abajo. En cuanto a la disposición final de basuras generada en cada uno de los predios, se identificó que 25 de ellos los queman, 25 los entierra y 12 los disponen a cielo abierto, con las consecuencia de contaminación del aire en los casos de quema y la mala disposición, como también, la contaminación del suelo y las fuentes hídricas por parte de los que la entierran sin ninguna técnica ni técnica y finalmente la favorece de esta manera la reproducción de vectores infectocontagioso.

Cuando se conjugan aspectos como un bajo nivel educativo de los productores, falta de un buen manejo de las aguas residuales tanto domesticas como los sobrantes de las aplicaciones agrícolas, y una inadecuada disposición de los residuos sólidos que se generan en las unidades productivas de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta, se aprecia un impacto ambiental negativo alto sin entrar en los detalles todavía del proceso productivo como tal. En este aspecto se manifiesta la intervención antrópica sobre los ecosistemas de alta montaña, repercutiendo en un cambio climático del cual en muchos casos los pequeños agricultores no son conscientes.

Aunque el corregimiento cuenta con agua y con un sistema de acueducto rudimentario y comunitario, se indica que, en estudios recientes de evaluación de la calidad del agua de fuentes superficiales para consumo humano realizado en las veredas y corregimientos de municipio de Guatavita, se constató, que de acuerdo con la Resolución No.2115 de 2007,

ninguna de las muestras analizadas de agua son consideradas apta para el consumo humano, debido a la presencia de coliformes totales y *E. coli*, Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de análisis de calidad de agua en las veredas y corregimientos del municipio de Guatavita.

Vereda	Punto de muestreo	Coliformes totales	<i>E. coli</i>
Corales	Bocatoma	246 ufc/100 cm ³	126 ufc/100 cm ³
	Casa 1	264 ufc/100 cm ³	157 ufc/100 cm ³
Potrero Largo	Bocatoma	92 ufc/100 cm ³	78 ufc/100 cm ³
	Institución educativa	89 ufc/100 cm ³	55 ufc/100 cm ³
	Casa 1	112 ufc/100 cm ³	76 ufc/100 cm ³
Carbonera Alta	Bocatoma	97 ufc/100 cm ³	91 ufc/100 cm ³
	Cooperativa	145 ufc/100 cm ³	105 ufc/100 cm ³
	Casa 1	124 ufc/100 cm ³	88 ufc/100 cm ³
Valores de aceptabilidad	-	0 ufc/100 cm ³	0 ufc/100 cm ³

Fuente: Ávila y Estupiñán. 2011.

Hay que tener en cuenta que esta agua no ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento de potabilización, por lo que se considera agua natural o cruda. Los habitantes de las veredas consumen el agua bajo estas condiciones bacteriológicas, ya que si bien es cierto que en las bocatomas existe un pre tratamiento básico que consta de un desarenador y filtrador, este no cumple con las funciones adecuadas, ya que permite que el recurso hídrico llegue a los hogares en condiciones no potable. A esto se suman las fallas en el sistema de distribución donde el agua puede contaminarse a través de conexiones cruzadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución (Ávila y Estupiñán, 2011).

De acuerdo con Trejos y Paredes, (2003), las principales causas de deterioro están asociadas a inadecuadas prácticas agrícolas, disposición de residuos y vertimientos a los diferentes cuerpos de agua, procedentes de granjas avícolas y porcícolas, de asentamientos humanos, así como de cultivos asociados a abonos no estabilizados.

8.1.5 Aspectos ambientales del corregimiento de La Carbonera Alta.

En el momento de hacer el presente diagnostico ya han pasado varios de años en los cuales se ha visto disturbado el ecosistema natural de este corregimiento, principalmente por la deforestación y las quemadas realizadas para la implementación de los cultivos de papa. Esto genera una ampliación de la frontera agrícola hacia zonas cada vez más altas llegando incluso a las áreas de paramo, generando una afectación de estos ecosistemas por acciones antrópicas desarrolladas por los campesinos durante el proceso productivo, incluso en muchos casos si ser conscientes el efecto que causan sus prácticas de cultivo sobre el ambiente.

Los cultivos de papa que se establecieron en el corregimiento de la Carbonera Alta, tuvieron impacto ambiental negativo significativos, en relación a la modificación del paisaje, mediante la deforestación, incursionando así, en las rondas hidráulicas de quebradas y ríos, sin tener en cuenta la franja de protección reglamentaria por el Decreto 2811 de 19974 y la Ley 99 de 1993, generando de esta forma la perdida de muchas especie nativas forestales de ecosistemas de alta montaña a causa de la quema para limpiar los terrenos, establecer el cultivo de papa y ampliar la fronteras agrícolas y pecuarias

Las fuentes hídricas se ven muy afectadas por el establecimiento de los cultivos de papa, que no cumplen con las distancias mínimas de conservación a los lados de los causes, considerada de 15 metros a cada lado de la rinde de las quebradas y riachuelos, 30 metros para el caso de los nacimientos de agua, permitiendo de esta manera el arrastre de residuos por escorrentía que llegan a estas fuentes y contaminan el agua de consumo humano y animal. Esta contaminación genera tanto problemas en la salud de los moradores del corregimiento como de los consumidores de los productos agrícolas y pecuarios contaminados.

8.2 Sistema productivo del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.

El sistema productivo del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta, comprende una serie de labores que se asemejan a todas las zonas productoras de papa en Colombia.

8.2.1 Preparación del terreno

Cuando es un lote nuevo, se inicia con la respectiva tala de árboles que puede ser un impedimento para las labores mecanizadas o que pueden reducir el área de producción. Posteriormente viene la quema de todos los residuos generados en la tala de los árboles o de arbustos o malas hierbas.

8.2.1.1. La tala de árboles quema

Estas dos labores son el comienzo de un proceso productivo con un alto grado de impacto ambiental, causando pérdida de especies nativas, y reduciendo así, las zonas de amortiguamiento, que regulan los cambios climáticos de los ecosistemas. Es el primer paso del cambio de un ecosistema natural a un agroecosistema de alto impacto ambiental.

Par el caso del corregimiento de La Carbonera Alta, estas labores ya no son tan comunes pero se realizaron en un pasado, cuando recién se incorporaban nuevas áreas al cultivo de la papa y se ampliaba la frontera agrícola del corregimiento y por ende del municipio de Guatavita cuya principal actividad es la agricultura y en especial el cultivo de la papa.

De acuerdo con Díaz y Paz, (2002). Se estima que 12% del cambio climático a nivel global se debe al cambio del uso del suelo. Mientras que a nivel nacional esto representa el 66,6% de las emisiones (ACCEFYN, 1990.) Este es un efecto de doble vía, el cambio de uso del suelo influye sobre el cambio climático, pero también el cambio climático hace que cambie el uso del suelo, por lo tanto es necesario hacer un buen manejo de este para mitigar el cambio climático Dale, (1997).

8.2.1.2. Laboreo de los lotes a sembrar.

El laboreo de un lote destinado a la siembra del cultivo de la papa, se inicia con la preparación que se hace mediante arado con tractor, utilizando discos de diferentes tamaños que pueden profundizar hasta 40 centímetros en el suelo dependiendo de su tamaño y número en los cuerpos del implemento utilizado y de la potencia del tractor. En esta actividad se observa como al voltear el suelos y exponer la capas internas al sol, se presenta muertes de muchos microorganismos y la entomofauna asociada al suelo debilitando la vida del suelo. Estos elementos vivos constitutivos del suelo son los encargados de hacer un control biológico y establecer una cadena trófica y un equilibrio biológico que se rompe cuando se mueren algunos de componentes, generándose de esta manera plagas y enfermedades del suelo que luego van afectar el cultivo.

Los microorganismos también son muy importantes para la nutrición de las plantas, son ellos los encargados de hacer que los elementos disponibles en el suelo se conviertan en la forma química como son tomados por el sistema radicular de las plantas. Algunos microorganismos incluso establecen unas relaciones simbióticas, las cuales son relaciones entre dos organismos los cuales se benefician mutuamente como es el caso de las micorrizas donde se da un intercambio de nutrientes (Reinhardt, 2007). Las micorrizas arbusculares son la asociación más común, colonizan entre el 80-90% de las plantas terrestres y solo 200 especies de hongos han sido identificadas en el filum Glomeromycota (Smith y Read, 2008). Cuando se aplican productos tóxicos indiscriminadamente los microorganismos del suelo se ven afectados, se rompen muchas relaciones simbióticas que están determinando la nutrición de la planta.

De las 62 unidades productivas encuestadas en el corregimiento de La Carbonera Alta 56 de ellos utilizan laboreo mecánico, mientras que solo 6 utilizan arado de tracción animal. Cuando se averiguo sobre el criterio que se utilizaba para definir el tipo de laboreo a realizar en los diferentes lotes destinado a la siembra de papa, se encontró que solo una utiliza el análisis de suelo y en particular tiene en cuenta la textura del suelo para definir el tipo de laboreo, el resto utilizan como criterio la experiencia personal y los sistemas tradicionales de preparación empleados durante mucho tiempo en la zona. En ninguna de las unidades productivas se utiliza la labranza mínima, ni la siembra directa.

El laboreo del suelo para la siembra del cultivo de la papa sin criterio técnico, induce en muchos casos a un exceso de laboreo incurriendo en un sobre costo y una práctica poco amigable con el medio ambiente y sobre todo con el suelo como recurso natural no renovable. Viéndose afectado los microorganismos del suelo, que en últimas son los formadores de suelo mediante los procesos de mineralización y humificación del suelo. Los macro organismos que se ven afectados por este sistema de laboreo de los lotes en los ecosistemas de alta montaña son Enchytreidae, Lumbricidae, Collembola, Coleoptera, Diptera y Arachnida. Las lombrices de tierra constituyen la mayor biomasa en estos suelos. El reordenamiento de los materiales del suelo por plantas y animales, la absorción de nutrientes por la biota, la respiración, la fijación de nitrógeno, la acción de las micorrizas en la captura de nutrientes, etc. son otras de las acciones ejecutadas por los organismos del suelo que repercuten en su morfología, en las propiedades físicas y en las concentraciones de sustancias orgánicas y de nutrientes (Chamorro, 1989).

El reordenamiento de los materiales del suelo por la planta y animales, la absorción de nutrientes por la biota, la respiración, la fijación de nitrógeno, la acción de la micorrizas en la captura de nutrientes, entre otros, son otra de las acciones ejecutadas por los organismos del suelo que repercuten en su morfología, propiedades físicas y químicas especialmente en las concentraciones de sustancias orgánicas y de nutrientes. (Chamorro, 1989).

Como los suelos tiene tres veces más reserva de dióxido de carbono orgánico que la biomasa vegetal y animal que se encuentra presente en la tierra, por lo tanto la materia orgánica del suelo es fuente más peligrosa de CO₂ para el calentamiento global, a parte del proveniente de los combustibles fósiles que usan las maquinas en el proceso de laboreo y durante todo el proceso de producción agrícola. La degradación los suelos contribuye al incremento del de CO₂ de la atmosfera por la pérdida de producción de biomasa que conduce a una reducción de la captura del CO₂ durante el proceso de la fotosíntesis, obligando a incrementar las áreas de producción. Un descenso anual del 0,15% del carbono orgánico del suelo en todo el mundo o una disminución del 5% del carbono fijado por la fotosíntesis, causaría una duplicación el incremento anual del CO₂ atmosférico (Sentis, 1994).

A pesar de ser suelos muy sueltos, con altos contenidos de materia orgánica, se encontró que en algunos casos hay sobre laboreo del suelo en algunas unidades productivas, Tabla 4.

Si bien es cierto que la razón de hacer una preparación del suelo ante de la siembra, lo que se pretende es hacer una cama para las semillas que se van a establecer, pero en algunos casos el exceso de laboreo si una razón técnica, lo que hace es al contrario dañar la estructura del suelo, causando un daño en los condiciones físicas del suelo.

Tabla 4. Laboreo de los suelos antes de sembrar un cultivo de papa en el corregimiento de La Carbonera alta.

Labor	No. de pases		
	1	2	3
Arada	40	16	6
Rastrillada	50	12	0
Pulida	56	6	0
Surcada.	62	0	0

Las propiedades físicas de los suelos se pueden considerar más importantes que las propiedades químicas, es más fácil corregir problemas químicos en un suelo que las condiciones físicas. Cuando un suelo pierde sus propiedades físicas, es muy difícil y podría decirse casi imposible de recuperar. Por esta razón es tan importante tener un concepto técnico muy claro de las condiciones del suelo para la siembra del cultivo de la papa y de acuerdo con un ella hacer un laboreo adecuado (Ellies y Ramírez. 1993).

Las propiedades físicas de los suelos tienen una gran importancia en el crecimiento y desarrollo de un cultivo, debido a que afectan el movimiento del agua, el aire y los nutrientes indispensables para tener un buen desarrollo radicular, más aun, en el cultivo de la papa cuando el producto final es un tubérculo que se desarrolla debajo del suelo. Una labranza incorrecta no solo causa daños en las propiedades físicas de los suelos sino también en las propiedades químicas y biológicas (Ellies y Ramírez. 1993).

Cuando se habla de un cambio en la estructura del suelo, es el cambio en la forma como se disponen los agregados del suelo. Dichos agregados se forman por la agrupación de

las diferentes partículas del suelo con la ayuda de las arcillas, la materia orgánica y algunos cementantes inorgánicos y la cohesión entre ellas. El tipo de estructura determina la formación de cavidades y grietas que facilitan la aireación del suelo, el movimiento del agua y el crecimiento del sistema radicular de las plantas.

En el caso de la Carbonera alta, 40 agricultores hacen un solo pase de arado, que podría decirse es suficiente para el tipo de suelos de la zona, con buen contenido de materia orgánica. En 24 unidades productivas se está haciendo una labor innecesaria al hacer un segundo o tercer pase de arado, incurriendo en todos los deterioros del suelo mencionados anteriormente y con repercusiones biológicas y económicas.

En entrevista con productores de papa tecnificados, manifiestan que el objetivo de hacer un pase de rastrillo y una pulida es hacer que la cama para las semillas quede lo mejor y no tenga dificultades en el momento de la germinación. Pero teniendo en cuenta que la semilla de papa es el mismo tubérculo de un tamaño considerable, es innecesario hacer un sobre laboreo de los suelos. Podría decirse que es una práctica innecesaria y costosa. Se podría decir que en la mayoría de los casos con un solo pase de arada y un solo pase de rastrillo es suficiente para hacer la surcada necesaria para la siembra de un cultivo de papa, hacer una labor adicional a esta es causar daño en el suelo y e incurrir en sobre costos en el cultivo.

La surcada es una labor que se hace después de haber hecho el laboreo del terreno, para poder depositar las semillas en un surco que en la mayoría de los casos se hace en sentido de la pendiente, con la finalidad de evitar encharcamientos y pudrición de las semillas, pero que en realidad lo que se está haciendo es causando erosión de la capa vegetal. Hacer los surcos en el sentido de la pendiente causa arrastre de suelo cuando se presentan las lluvias o cuando se utiliza un riego suplementario.

Hasta aquí se puede analizar, como una la simple preparación de un lote para la siembra de papa, el cual tiene tanto efecto en un ecosistema tan frágil como el de alta montaña y sus repercusiones tanto en el ambiente como en el suelo. figuran 3. En el suelo se afectan las propiedades físicas como la estructura del suelo, la consistencia, que se define como, el estado del suelo que presenta una resistencia a la deformación de su estado natural por

causas externas, en este caso la preparación con arados y rastrillos, por lo que es necesario conocer las condiciones ideales de humedad para el laboreo.

Figura 3. Laboreo del suelo para la siembra de papa en el corregimiento de La carbonera Alta.



Fuente. [Fotografías digitales]/Luis Eduardo Cucunubá. Municipio de Guatavita, Vereda Carbonera Alta, Cundinamarca.2013.

La porosidad es otra característica que se ve afectada por el exceso de laboreo del suelo, un suelo ideal para cultivos de cualquier especie, es aquel que tiene por lo menos un 50%

de porosidad bien distribuida entre micro, meso y macroporos, de tal manera que proporcione una buena capacidad de almacenamiento de agua, y una adecuada circulación del aire, necesarios para que los microorganismos se puedan desarrollar y cumplir su función en el suelo y convertir todos los nutrientes en alimento para la planta. (Bernal et al 2003).

8.2.2 selección de las semillas.

De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada a los agricultores de La Carbonera Alta, se encontró que el 90% de los agricultores utilizan las semillas de la misma finca. Hacen una selección en el momento de la cosecha de un lote y se almacena en bultos en una bodega muy rustica o unos mal llamados silos para evitar el daño por plagas y enfermedades. Solamente el 10% de los agricultores utilizan semillas certificadas compradas en sitios autorizados.

Esta práctica es normal en todas las zonas productoras de papa en todo el país, la gran mayoría de productores utilizan como semillas la que descartan para la venta, aquella papa no uniforme en algunos casos afectada por enfermedades o plagas, que pueden presentarse en el cultivo siguiente. El desconocimiento de que una buena semilla es la base de una buena producción, es una de las causas de esta práctica adicionalmente a que en Colombia no existen muchas empresas productoras de semillas certificadas de buena calidad y a precios favorables.

La utilización de las mismas semillas de la finca trae como consecuencia además de pasar los problemas fitosanitarios de un lote a otro, pérdidas de variabilidad genética, haciendo que los cultivos sean genéticamente más homogéneos, haciéndolos más susceptibles a plagas y enfermedades, ya que la base genética es muy estrecha y se pierden en muchos casos genes de resistencia por la pérdida de variabilidad genética. Se hace necesario que los agricultores tengan en cuenta en el momento de seleccionar las semillas para la siembra tengan en cuenta las características de una buena semilla como uno de los factores determinantes en obtener éxito en un cultivo de papa, Tabla5.

Tabla 5 . Factores y características que se deben tener en cuenta para seleccionar tubérculos-semilla de buena calidad.

Factores	Características
Pureza de la semilla	Sin mezcla de tubérculos de otras variedades. Tubérculos con el color y la forma característica de cada variedad.
Semilla sana	Libre de plagas como gusano blanco, polillas y enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos.
Buenas condiciones físicas	Uniformidad en forma y tamaño, sin daños mecánicos; tubérculos turgentes con brotes múltiples, fuertes, sanos y verdeados.

Fuente: CORPOICA 2003.

Los agricultores no tienen en cuenta el tamaño de las semillas a la hora de siembra como lo recomienda Corpoica, (2003). Para tener uniformidad en la germinación de las semillas y emergencia de las plantas. El tamaño de las semillas es importante tenerlo en cuenta en el momento de la siembra, cuando las condiciones ambientales son favorables se recomienda sembrar semillas de peso entre 60-70 gramos, lo que da aproximadamente 14 cargas por hectárea, en cambio cuando las condiciones de humedad son desfavorables se recomienda sembrar semillas grande es decir de aproximadamente 100 gramos de peso, lo que da unas 20 cargas por hectárea. Es importante que la semilla en el momento de la siembra debe presentar una brotación suficiente, por los menos dos brotes por semilla. Figura 4.

Figura 4 . Brotación de la semilla



Fuente. [Fotografías digitales]/Luis Eduardo Cucunubá. Municipio de Guatavita, Vereda Carbonera Alta, Cundinamarca.2014.

8.2.3 La siembra

Luego de tener el lote listo y disponer de las semillas, se procede a la siembra del cultivo, en surcos espaciados normalmente a 80 centímetros entre ellos y una distancia de plantas de 60 centímetros. Como se mencionó más arriba, normalmente estos surcos se hacen el mismo sentido de la pendiente sin tener en cuenta las pendientes de los lotes. Esto trae como consecuencia el lavado de nutrientes y erosión por escorrentía cuando llueve o se aplica un riego suplementario. Lobo, (2008) menciona que un proceso de erosión de la fertilidad, conocida como pérdida de fitonutrientes por la erosión, que puede ser comparable en magnitud con la remoción de los mismos elementos por la cosecha de cultivos.

Normalmente se hacen dos siembras al año de acuerdo con los regímenes de lluvias. La siembra se hace en forma manual colocando una semilla por cada sitio teniendo en cuenta de no dañar los brotes, a una profundidad que varía de unos 10 a 15 centímetros, dependiendo de la humedad del suelo, cuando se cuenta con buena humedad se siembra a menor profundidad y cuando no a mayor profundidad. A estas profundidades, se garantiza una buena emergencia y poca pudrición de las semillas. De acuerdo con el Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario SIPSA,

(2013), menciona que Corpoica recomienda aplicar un gramo de furandán por sitio como insecticida en forma preventiva. Como es bien conocido este es un producto altamente tóxico que está prohibido en la mayoría de países del mundo por su alta residualidad y su efecto negativo sobre la salud humana. La aplicación de furandán al suelo no solo produce la muerte de insectos plagas, sino también de los insectos benéficos, ya que es un producto de amplio espectro no selectivo. Tiene un gran efecto sobre la salud del suelo y de los trabajadores del campo que lo aplican y los que se encuentran haciendo otras labores en el lote. Normalmente estas aplicaciones se hacen sin tener en cuenta las normas técnicas.

8.2.4 Labores de cultivo y aplicación de agroquímicos.

Dentro de las labores del cultivo, después de la siembra, se resumen en la fertilización, control de plagas y enfermedades, como aplicación del riego suplementario cuando es necesario y cuando se dispone del recurso hídrico para hacerlo.

8.2.4.1 Fertilización.

Los productores de papa encuestados, solo uno hace un plan de fertilización de acuerdo con un análisis de suelos y es precisamente el productor con el grado más alto de estudio, los demás hacen los planes de fertilización por tradición y de acuerdo a los que hacen los demás productores de la zona. En la mayoría de los casos se tiene la costumbre de utilizar una cantidad de abono de acuerdo con la cantidad de semilla sembrada, es decir un bulto de abono de 50 kilogramos por bulto de semilla sembrado, mientras que los agricultores con mejores recursos económicos aplican entre 1,5 y 2 bultos de abono por bulto de semilla sembrada, logrando producciones entre 15 y 40 toneladas por hectárea.

En general no se tiene en cuenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo, la necesidad de nutrientes de acuerdo con el rendimiento esperado, como tampoco las fuentes y los grados de estos fertilizantes. El abono más utilizado en el corregimiento de La Carbonera Alta es el 10-30-10, el cual es utilizado por 30 de los productores encuestados, el 15-15-15, es utilizado por 20 agricultores y el 13-26-6, 12 agricultores, fertilizantes compuestos que no aportan por ejemplo elementos menores como boro, zinc y otros elementos

mayores como calcio y magnesio que pueden estar en niveles bajos y que pueden ser muy limitantes para la producción y la calidad.

De acuerdo con Barrera, (1993), el cultivo de la papa es uno de los cultivos más exigentes en nutrientes por unidad de área, aplicándose dosis que oscilan entre los 1000 y 2000 kilogramos por hectárea de abonos compuestos, con fuentes altas de fósforo, estos representan en promedio el 20% de los costos de producción. Estos fertilizantes son considerados de baja eficiencia, para el caso del fósforo su eficiencia esta entre el 10y el 20% y para el nitrógeno y el potasio esta entre el 30 y 50%. Los suelos paperos de Cundinamarca y Boyacá se caracterizan por ser suelos ácidos con bajos contenidos de Fósforo, medios a bajos de potasio y una relación calcio/ magnesio amplia, lo que indica una baja presencia de magnesio ICA, 1980.

Para un rendimiento de 20 toneladas de papa por hectárea, se necesitan 200 kilogramos de nitrógeno, mientras que la extracción de fósforo corresponde al 0,2% del peso seco del tubérculo y el 0,6% del material verde, lo que indica que un cultivo extrae por parte del tubérculo 8 kilogramos por hectárea y 9 kilogramos en el material verde para un total de 17 kilogramos. El potasio es el elemento con mayor contenido en la papa, los tubérculos contienen el 1,6% y las partes verde un 6%, lo que indica que para un rendimiento de 20 toneladas se necesitan 154 kilogramos por hectárea de potasio, ICA, 1980.

El uso de fertilizantes sin ninguna concepto técnico, ni conocimiento de las verdaderas necesidades nutricionales en cada uno de lotes y en cada una de las unidades productivas del corregimiento de La Carbonera Alta, demuestran que el cultivo de la papa está causando un desbalance en la fertilidad de estos suelos, puesto que no se están aportando las cantidades que el cultivo está extrayendo, con las respectivas consecuencias que puede traer en las propiedades químicas y biológicas a través del tiempo. Generando en algunos casos acumulación de algunos nutrientes y causando la deficiencia de otros, especialmente los elementos menores que en la nutrición de las plantas son tan necesarios como los elementos mayores y se usan en cantidades pequeña.

8.2.4.2 Control de plagas.

Tecia solanivora (Povolny) se considera la plaga de mayor impacto económico en el cultivo de la papa por los daños ocasionados al cultivo y en almacenamiento del tubérculo destinado al consumo fresco directo, industrialización o para semilla. A mayor altitud sobre el nivel del mar, el ciclo de vida de la plaga se hace más largo; en cultivo, las condiciones secas favorecen su establecimiento, dispersión y desarrollo, mientras que la humedad es una condición adversa. Es un insecto presentan completa su ciclo de vida pasando por adulto, huevo, larva y pupa; la duración de cada estado está determinada por las condiciones del medio ambiente, en particular, de la temperatura y la altitud.

Tabla 6. Principales plagas del cultivo de la papa.

SUELO/TUBÉRCULO	FOLLAJE	ALMACENAMIENTO
Gusano Blanco de la papa <i>Premnotrypes vorax</i>	Pulgilla <i>Epitrix cucumeris</i>	Polilla pequeña o Palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>
Polilla Guatemalteca de la papa <i>Tecia solanivora</i>	Tostón, mosco o entretelado <i>Lyriomyza quadrata</i> <i>Lyriomyza huidobrensis</i>	Polilla Guatemalteca de la Papa <i>Tecia solanivora</i>
Tiroteador <i>Naupactus</i> sp.	Muques o comedores de follaje <i>Copitarsia consuetata</i> <i>Pedidroma</i> sp.	Afidos <i>Rhopalosiphoninus latysiphon</i>
Polilla Pequeña o Palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>	Polilla Pequeña o Palomilla <i>Phthorimaea operculella</i>	Polilla Gigante de la Papa <i>Symmetrischema plaesiosema</i>
Chisa, mojoy o morrongo <i>Ancognatha scarabaeoides</i> <i>Phyllophaga obsoleta</i>	Polilla Gigante de la papa <i>Symmetrischema plaesiosema</i>	
Babosa <i>Millax gagates</i>	Trips <i>Frankliniella tuberosi</i> <i>Thrips palmi</i>	
	Chupadores Moscas blancas <i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
	Trozadores <i>Agrotis ipsilon</i> <i>Feltia</i> sp.	

Fuente: FEDEPAPA y Gobernación de Cundinamarca, 2010. Recopilación de la investigación del sistema productivo de Papa Pastusa.

Dentro los productos más utilizados para el control de las plagas en papa se encuentran los insecticidas que se relacionan en la tabla 7. En ella se observa como que se utilizan productos de categoría toxicológica I, II, y III, no se observa el uso de control biológico. En esta lista se encuentra que la mayoría de los productos son del grupo químico de los organofosforados y un carbamato productos de alto impacto en las salud humana y en el medioambiente.

Tabla 7. Insecticidas utilizados para el control de las diferentes plagas en el cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.

Nombre comercial.	Ingrediente activo	Grupo químico	categoría toxicológica
Furadan	Carbofuran	Carbamato	I
Monitor	Matamidofos	Organofosforado	I
Tamron	Matamidofos	Organofosforado	I
Lorsban	Clorpirifos	Organofosforado	III
Rafaga	Clorpirifos	Organofosforado	III
Latigo	Clorpirifos	Organofosforado	II
Cipermetrina	Cipermetrina	Piretroide	II

Cuando se les pregunto a los productores si rotaban los productos para el control de determinadas plagas y su respuesta fue afirmativa, pero cuando se analiza los ingredientes activos de los productos se encontró que lo que rotaban eran productos con diferentes nombres comerciales pero no ingredientes activos. En otros casos se cuestionó por la mezcla de productos para el control de plagas y todos los productores manifestaron utilizar esta práctica de control. En algunos casos se mezclan productos con el mismo ingrediente activo pero con diferentes nombres comerciales, induciendo a un incremento significativo de las dosis.

Las dosis utilizadas para el control de plagas no son las recomendadas se utiliza en algunos casos sub dosis y en otros casos sobredosis debido a los sistemas de aplicación utilizado. Normalmente se utilizan bombas de espalda mal calibradas, con fugas que causan derrame de producto sobre el suelo o sobre el mismo cuerpo del aplicador. Las cantidades de agua utilizadas para realizar las aplicaciones son altas con la creencia que una buena aplicación es mojar las plantas con altas cantidades de la mezcla agua producto. Cuando se cuantifico la cantidad de producto real aplicado por hectárea se encuentra que no son las recomendadas.

La frecuencia de aplicación no se rige por el nivel de plaga presente si no por aplicaciones calendario que varían de acuerdo a la plaga a controlar y el producto a aplicar, como se aprecia en la tabla 8.

Tabla 8. Frecuencia y dosis recomendadas y aplicadas en los cultivos de papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.

Nombre comercial	CADA 15 DIAS	CADA 20 DIAS	CADA 30 DIAS	DOSIS RECOMENDADA l/ ha	DOISIS APLICADA l/ha
Furadan	X			3.3	2.5 - 3.0
Monitor	X			0,5 - 1,0	1,5- 2,0
Tamron	X			1,0 - 1,5	1,0 - 2,0
Lorsban				3,0 - 4,0	2,0 -3,0
Rafaga		X		2,0	1,5-3,0
Latigo		X		0,25- 0,5	0,3- 0,8
Cipermetrina			X	0,2- 0,3	0,1- 0,5

Cuando se utilizan sub dosis de productos para el control de una plaga se induce a crear una resistencia del insecto al ingrediente activo, ya que este está estimado de acuerdo a una dosis letal media o grado de toxicidad. Cuando se aplican dosis más altas de las recomendadas, se desperdicia producto y se genera un impacto sobre la salud y el ecosistema mayor que cuando se utilizan las dosis normales.

El 35% de los productores encuestados, toman la decisión de aplicar un producto por la recomendación de un vendedor de insumos agrícolas, el 35% lo hace por su experiencia propia, el 20% se apoya en un vecino que ya aplicado para seguir su recomendación, el 5% atiende las recomendaciones de un ingeniero agrónomo y el 5% restante aplica por recomendaciones publicitaria de la radio la televisión.

Cuando se interrogo sobre las horas en las cuales se hacen las aplicaciones se encontró que el 70% prefieren aplicar en las horas de la mañana, pero no por un concepto técnico si no por comodidad, un 20% aplican en las horas de la tarde, mientras que el 10% prefieren aplicar en las horas de la noche. No se tiene en cuenta las propiedades del insecticida, ni las condiciones ambientales del momento de la aplicación, es algunos casos se hace necesario repetir las aplicaciones por que, durante o en poco tiempo después de una aplicación llueve, dejando sin efecto la aplicación anterior.

8.2.4.3 Patógenos y su control.

Las enfermedades de las plantas generalmente se presentan porque existe un patógeno, hay un hospedero, pero deben existir las condiciones climáticas apropiadas para que se presente. Este patógeno puede ser un hongo, una bacteria, un virus, un micoplasma, un protozoo o un nematodo. La principal enfermedad es Gota o Tizón Tardío causada por *Phytophthora infestans*, Pata Negra *Erwinia carotovora f. sp.*, Tizón Temprano *Alternaria solani*, Pudrición Blanda *Erwinia carotovora f. sp.* Roya Común *Puccinia pittieriana*, Marchitez Bacteriana ó Dormidera *Ralstonia solanacearum*, Cenicilla o Mildeo Polvoso *Erysiphe cichoracearum*, Rhizoctoniasis *Rhizoctonia solani*, Mortaja Blanca o Palomillo *Rosellinia sp.* Roña Polvosa o Camaduleo *Spongospora subterranea* Marchitez Temprana *Verticillium albo-atrum*, Podredumbre-Fusariosis *Fusarium spp.* Además de un buen número de virus (Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial. 2004)

Para el control de las enfermedades en el cultivo de la papa, existen una gran cantidad de productos con diferentes ingredientes activos que se clasifican entre protectantes y sistémico de acuerdo a su modo de acción dentro de los que se encuentran: Oxicloruro de cobre, Antracol wp 70, Manzate 200, Cobrethane, Top-cop, Elosal 720 sc, Clorotalonil, Darbendazim, Propineb, entre otros. Cuando se indaga sobre el criterio de utilizar uno u otro producto el 80% de los productores manifestó que los aplica por tradición y experiencia propia, un 10%, por recomendación de un representante de una casa comercial y 5% por recomendación de un vecino y solo el 5% lo hace por recomendación de un agrónomo.

El 70% de los productores encuestados, aplican de forma calendario, cuando hacen aplicaciones de insecticidas, el 25%, lo hacen en forma independiente pero calendario también, mientras que el 5% lo hace cuando realmente ve la presencia de una enfermedad y con un producto recomendado especialmente para el problema que se presenta. Se utiliza igualmente con bomba de espalda, en un 100% con la misma bomba de aplicar insecticidas y con las mismas boquillas y calibración que para el control de insectos.

8.3 Posibles efectos de los plaguicidas en la salud humana en el corregimiento de La Carbonera Alta

La papa es uno de los cultivos que más consume agroquímicos en Colombia como se ha mencionado anteriormente, estos se aplican sin seguir las normas adecuadas de aplicación, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores del campo en primer lugar, en segundo lugar los mismos moradores de la región puesto que en el momento de hacer las aplicaciones no se tiene en cuenta ni las horas ni las condiciones climáticas para hacerlas, lo que conlleva a que los productos aplicados en una finca pueden recorrer todo el sector cuando se aplica con mucho viento o cuando llueve, que los productos se pierden por escorrentía y van a dar a las fuentes de agua.

Cuando se indago sobre las precauciones que se tienen para hacer las aplicaciones, se encontró que el 90% de las personas que aplican en las fincas no usan los equipos de protección necesarios, como overoles, guantes y tapabocas, como medida mínima de protección. Esto concuerda con un estudio realizado Pardo y Barreto en el año 1986 y la situación no ha cambiado mucho, donde mencionan que los productores de papa debido a la baja o nula protección al momento de hacer una aplicación de plaguicidas presentaban absorción de estos por vía cutánea, digestiva y respiratoria (Márquez, 1986) en su tesis de grado ya mencionaba la necesidad de establecer unos planes de capacitación a los productores de papa en el uso y manejo de agroquímicos debido al uso indiscriminado de estos en el control de plagas y enfermedades en el cultivo de la papa.

Los compuestos organofosforados, desde el punto de vista farmacológico, inhiben la acción de enzimas con acción esterasica como la acetilcolinesterasa, por ser un éster ácido fosfórico. Son fácilmente hidrolizados y tienen escaso poder de permanencia en el medio ambiente; son ampliamente utilizados en Colombia como insumos agrícolas, como plaguicidas domésticos y para el control de vectores de enfermedades epidémicas. Actualmente la mayoría de estos productos están prohibidos en muchos países incluyendo Colombia debido a su alta persistencia en el medio ambiente y a que sufren procesos de bioacumulación en los seres vivos (Instituto Nacional de Salud, 2014).

Los organofosforados se descomponen con mayor facilidad y se degradan por oxidación e hidrólisis, dando origen a productos solubles en agua, tentativamente menos persistentes y poco acumulables en el organismo humano. Pertenecen a este grupo el paratión, el malatión, el diazinón, el clorpirifos y el diclorvos. El compuesto como tal o sus metabolitos son contaminantes ubicuos de varios tejidos en humanos y de los mamíferos en general. A causa de su alta lipofilicidad tienden a acumularse principalmente en el tejido celular subcutáneo, en el componente graso de la leche materna y de la sangre (Ramírez, 2001).

Los carbamatos son plaguicidas no biocumulables se degradan por hidrólisis y por efectos de la luz, desde el punto de vista químico pueden ser derivados de esteres carbamatos, que se usan en la agricultura como insecticidas, derivados del ácido tiocarbámico, empleados en agricultura como fungicidas y los carbamatos propiamente dicho que son utilizados en agricultura como herbicidas. Estos tipo de productos hacen parte del grupo de plaguicidas más desarrollados, producidos y usados en los últimos 40 años en todo el mundo (Ramírez, 2001).

Las llamadas piretrinas y piretroides, cuyo ingrediente activo es el piretro, que se encuentra en las flores de crisantemo cuya capacidad toxica se debe a la presencia de 6 esteres ácidos y alcoholes complejos denominadas piretrinas de poco uso en el sector agrícola por su alta sensibilidad y degradación rápida sobre todo las naturales. En los últimos años se han desarrollado piretrinas sintéticas con la misma estructura química el mismo mecanismo de acción y el mismo grado de toxicidad. Son considerados como productos de baja toxicidad, poco persistentes y no acumulables que se absorben principalmente por vía oral y respiratoria La desintoxicación se efectúa por hidrólisis eliminándose rápidamente por orina. (Ramírez, 2001).

El mecanismo de acción de piretrinas y piretroides dentro del cuerpo aún no está bien estudiado pero el ciclo de acción son los canales de sodio de la membrana y estos plaguicidas aumentan la permeabilidad transitoria al sodio durante la fase excitatoria. Son sensibilizantes produciendo efectos irritativos sobre la piel y mucosas, también son estimulantes del sistema nervioso central. Si se absorben en dosis elevadas, pueden causar incoordinación, temblor, salivación, vómito, diarrea, irritabilidad, ataxia, coreoatetosis, hipotensión y muerte. Las dosis extremas ocasionan convulsiones en

animales de laboratorio. Además de la neurotoxicidad sistémica pueden desencadenar parestesias principalmente en miembros superiores. (Instituto Nacional de Salud, 2014).

El ingrediente activo de los plaguicidas una vez entra al cuerpo, es absorbido por el torrente sanguíneo y es transformado en metabolitos lipofílicos e hidrofílicos muy distintos a su composición original y que se distribuyen a diferentes partes del cuerpo y pueden acumularse en los tejidos grasos especialmente los metabolitos lipofílicos, mientras que los metabolitos hidrofílicos pueden ser fácilmente excretados. Los mecanismos de defensa del cuerpo son capaces de convertir gran parte de los metabolitos lipofílicos en metabolitos hidrofílicos y ser excretados también. En los procesos de biotransformación se suceden reacciones de oxidación, reducción, hidrólisis, conjugación o de síntesis (Córdoba, 2006).

Aunque en el hígado es donde se realizan los mayores procesos de biotransformación, hay otros órganos como los riñones, los pulmones, los intestinos, la piel y las gónadas, donde también se pueden realizar este proceso. Esta biotransformación no solamente es un proceso de detoxificación sino también de toxificación, puesto que los productos del metabolismo pueden interactuar con el componente genético, proteínas causando una mayor toxicidad que el mismo ingrediente activo original. Los daños o lesiones primarias producidas en el DNA por las sustancias químicas, pueden causar la muerte de la célula afectada o ser reparados por sistemas enzimáticos, que pueden remover y reemplazar los segmentos del DNA alterados (Córdoba, 2006).

El uso de plaguicidas mezclados en una misma aplicación o en diversas aplicaciones como es el caso de del corregimiento de la Carbonera Alta, pueden traer como consecuencia efectos genotóxicos, es decir la interacción de los metabolitos producto de la biotransformación con el componente genético y estos tienden a ser acumulativos, es decir que su efecto total es la suma de los efectos en forma individual de cada compuesto. Se pueden presentar sinergismos, es decir potencializar más su efecto tóxico cuando se unen dos productos en una misma aplicación igualmente su efecto tóxico sufre el mismo proceso, o potenciarse cuando un producto no tiene un efecto genotóxico pero al combinarlo con otro se puede potenciar este efecto (Córdoba, 2006).

8.4 Posible efecto de los plaguicidas en el ambiente del Corregimiento de La carbonera Alta.

Sin tener resultados concretos por no ser la finalidad de este estudio y como contribución al diagnóstico del impacto ambiental del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta, basados en las encuestas, entrevistas con productores y visitas de campo se puede afirmar que los efectos ambientales del cultivo de la papa en sobre el ecosistema y la salud de los pobladores de este sector son altos.

La aplicación en forma indiscriminada de plaguicidas tanto para el control de plagas como de enfermedades en el cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera alta, su forma de aplicación, la frecuencia y la mezcla de productos hacen que se conviertan en uno de las mayores fuentes de contaminación ambiental en este corregimiento, teniendo en cuenta que las emisiones y dispersión de estos en la zona, como también las condiciones químicas de los plaguicidas. De acuerdo con la frecuencia de aplicación, en cada predio, que se traslapa con las aplicaciones de otros predios, se puede afirmar que en este sector se realizan emisiones de contaminantes ambientales en forma permanente, afectando uno o varios componentes ambientales como el aire, el agua y el suelo o en algún caos los tres al tiempo.

Existen diferentes formas de transporte, emisión y distribución de los plaguicidas en el medioambiente, El movimiento de los plaguicidas en el ambiente guarda una estrecha relación con el ciclo del agua en la naturaleza, viéndose afectado adicionalmente por factores físicos como la exposición a la luz solar y por factores biológicos como la acción de microorganismos sobre los plaguicidas. (Esteve, 2007).

La degradación de los plaguicidas en la naturaleza no están muy bien estudiados en la actualidad, puesto que se ha descubierto que se pueden acumular en algunos eslabones de la cadena trófica o en toda la cadena y pueden permanecer durante periodos relativamente largo dependiendo del tipo de ingrediente activo utilizado, más aun, cuando son utilizados en un ecosistemas tan frágiles como los de alta montaña, como es el caso del corregimiento de la Carbonera Alta en el municipio de Guatavita en el departamento de Cundinamarca, pero que puede extrapolarse a todas las zonas productoras de papa

en Colombia. Esta degradación se debe a procesos de hidrólisis, fotólisis, oxidación, reducción, efectos de degradación biológica realizada por microorganismos (Esteve, 2007).

La degradación es un proceso particular de cada producto dependiendo de su ingrediente activo y su grupo químico, por ejemplo Los organofosforados son moléculas orgánicas que contienen fósforo, se hidrolizan fácilmente y han venido reemplazando a los organoclorados, porque son menos persistentes en el ambiente y no se acumulan en los organismos. Sin embargo, la velocidad de degradación en estas sustancias es muy variable y en algunos casos, el producto degradado es más tóxico que el producto original. Los carbamatos son menos tóxicos porque se degradan fácilmente en el medio ambiente, pero presentan una acción potenciada cuando se combinan con organoclorados y/o organofosforados (mezclas/bombas). En algunos casos, son inhibidores del crecimiento celular y de la fotosíntesis. Los piretroides son insecticidas de origen vegetal, con baja toxicidad para mamíferos, poco solubles en agua, quedan retenidos en las capas superficiales del suelo antes de desaparecer, por ello es poco probable que alcancen aguas subterráneas (Fondo financiero Distrital de Salud y Hospital de Engativá, 1998).

8.4.1 Contaminación del agua.

La contaminación del agua con plaguicidas se da principalmente por el arrastre de estos hacia las fuentes. En la zona de la Carbonera Alta es muy frecuente que luego de una aplicación se presenten lluvias, estas lavan el producto, este llega al suelo y por escorrentía va a las fuentes o a los ríos y quebradas, esto debido a que los productores de papa de la zona o tienen en cuenta las condiciones climáticas para realizar estas aplicaciones. Las pocas distancias entre las fuentes de agua y los cultivos es otro factor importante que facilita su contaminación, muchos agricultores no conservan las distancias recomendadas en la guía ambiental para el cultivo de la papa en Colombia.

La cantidad de plaguicida aplicado, que en el caso del cultivo de la papa es alto y en esta zona es indiscriminada, la solubilidad de los productos utilizada es uno de los factores más determinantes como también el pH, la humedad del suelo y los contenidos de materia orgánica (López, 1992).

Los ingredientes activos de las formulaciones de los plaguicidas, las impurezas o sustancia en las cuales se preparan estos ingredientes activos, los aditivos con los que se mezclan los ingredientes activos y la degradación de estos en el suelo por los microorganismos son fuentes de contaminación de las fuentes de agua y las aguas subterráneas. Para valorar el efecto tóxico ambiental de los plaguicidas se debe tener en cuenta la susceptibilidad y la vulnerabilidad de los elementos de un ecosistema. Todos los plaguicidas solubles en agua como también los insolubles interaccionan con la biota acuática. Las concentraciones letales para diferentes formas de vida acuática son relativamente bajas, pero provoca daños a los organismos sensibles (Vallejo 1997). Como en las zonas rurales se toma del agua de consumo humano de fuentes de abastecimiento superficiales o de pozos perforados sin ningún análisis completo se espera que estas estén igualmente contaminadas con plaguicidas y sean consumidas por los pobladores.

Frecuentemente en zonas rurales donde no se cuenta con sistemas de abastecimiento de agua potable, el agua utilizada para bebida, preparación de alimentos y para la higiene personal proviene de fuentes superficiales o de pozos perforados o excavados a los cuales no se les realiza ningún tratamiento que reduzca los contaminantes presentes en el agua.

8.4.2 Contaminación del suelo.

La contaminación de los suelos es muy compleja, ya que las moléculas químicas del producto reaccionan con las del suelo y el agua de este para formar nuevos compuestos de los cuales en muchos casos se desconoce su composición química y su impacto en el suelo. Los plaguicidas pueden moverse de las capas más superficiales hacia capas más profundas y saturadas de agua alcanzando las aguas subterráneas. En otros casos estos productos pueden ser descompuestos por los microorganismos que tienen la capacidad de hacerlo o estos productos eliminan muchos microorganismos que son importantes en el proceso de mineralización de la materia orgánica. (Córdoba, 2006).

Cuando un plaguicida llega al suelo, puede coger varios caminos, uno de ellos es que sea absorbido por las raíces de las plantas, degradarse química, bioquímica o biológicamente, ser desplazado a otros sitios por escurrimiento, llegar a fuente de agua superficiales o subterráneas o acumularse en el suelo, durante mucho tiempo sin cambiar composición química, dependiendo de la naturaleza del suelo, del tipo de plaguicida las condiciones

climáticas del sitio, entre otros factores. El intercambio catiónico del suelo, la presencia de elementos como el aluminio, magnesio, pueden en algunos casos aumentar la absorción química y acumularse por falta de intercambio iónicos. (Córdoba, 2006).

Los contenidos de arcillas y materia orgánica que contengan, los cuales interactúan con las cargas de los plaguicidas fijándolos mediante enlaces iónicos. La misma naturaleza del plaguicida aplicado, su estructura química, que puede determinar la solubilidad en agua y la afinidad con los coloides del suelo, las formulaciones de tipo granular y emulcificantes son más persistentes en el suelo. La humedad del suelo también es un determinante muy importante, por ejemplo en suelos arenosos, es más fácil que el producto se fije en estado seco que húmedo, como también en suelos con pH ácidos, porque los plaguicidas pueden convertirse en un catión es decir con carga positiva para incrementar su adsorción. La adsorción de plaguicidas es un proceso exotérmico, por lo que al incrementar la temperatura, el calor interno puede romper los enlaces y causar la desorción de moléculas de plaguicidas (Esteve, 2007).

9. Conclusiones y recomendaciones

9.1 Conclusiones

Luego de realizar el presente diagnóstico sobre el cultivo de la papa en un ecosistema de alta montaña se pueden sacar las siguientes conclusiones:

1. El cultivo de la papa es uno de los cultivos de un alto consumo de agroquímicos en el corregimiento de La carbonera Alta.
2. En el corregimiento de La Carbonera Alta, los productores de papa presentan un nivel educativo muy bajo lo que conduce a un manejo poco técnico del cultivo de la papa.
3. Las unidades productivas en el corregimiento de La Carbonera Alta, es de minifundio.
4. No hay conciencia del efecto del manejo agronómico del cultivo de la papa y su impacto ambiental en un ecosistema de alta montaña.
5. Se evidencia un impacto negativo del manejo agronómico del cultivo de la papa sobre los componentes del ambiente como el aire, el suelo y el agua.
6. Es posible que la población del corregimiento de La Carbonera Alta, este en riesgo de presentar enfermedades graves en un futuro a causa del mal manejo del ambiente.

9.2 Recomendaciones

1. Establecer un plan de capacitación a los productores de papa del corregimiento de La Carbonera Alta, sobre manejo adecuado de plaguicidas.
2. Establecer en el corregimiento de La Carbonera Alta, las Buenas Prácticas Agrícolas. Como manejo integrado de plagas y enfermedades, uso eficiente del recurso hídrico. Protección de las fuentes de agua.
3. Capacitar a los productores de papa del corregimiento de La Carbonera Alta, en temas de inocuidad y seguridad alimentaria.
4. Establecer programas pilotos de un manejo integrado del cultivo de la papa en el corregimiento de La Carbonera Alta.

A. Anexo: encuesta 1.

Caracterización de la Población de La Carbonera Alta.

Municipio de Guatavita (departamento de Cundinamarca)

Corregimiento de Carbonera Alta

Paramo el Tablazo.

Fecha

MARQUE CON UNA X SU RESPUESTA.

Caracterización de la Zona Objeto de Estudio

1. Actividad productiva que realiza en su finca:

Agrícola: SI ___ NO ___

Pecuaria: SI ___ NO ___

Forestal: SI ___ NO ___

Piscícola: SI ___ NO ___

Servicios: SI ___ NO ___

Otras: SI ___ NO ___

¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____

2. Tamaño de la unidad productiva (Hectáreas):

Predios Menores a 5 has. ___

Predios entre 5.1 y 10 has. ___

Predios entre 10.1 y 15 has. ___

Predios Mayores a 15 has. ___

No Contesto ___

3. Mujer Cabeza de Familia? (Marque con una X): SI ___ NO ___

4. Número total de integrantes del grupo familiar: _____

5. Nivel de educación escolar del jefe del hogar:

Sin ningún tipo de estudios ___

Estudios primarios ___

Estudios Secundarios ___

Estudios tecnológicos ___

Estudios Universitarios ___

Otros ___

¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____

6. Su predio cuenta con servicio de Energía Eléctrica: SI ___ NO ___ Otras: ___

¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____

7. Su predio cuenta con servicio de Acueducto: Si: ___ No: ___ Otras: ___
¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____
8. Su predio cuenta con servicio de Alcantarillado:
Pozo séptico _____
Letrina seca o bajamar _____
Cielo Abierto _____
Otros _____
¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____
9. Su predio cuenta con servicio de Aseo: Si: ___ No: ___ Otras: ___
SI ___ NO ___ Otras: ___
10. Disposición final de Residuos sólidos.
Entierra _____
Quema _____
Disposición a cielo abierto _____
¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____
- 11.Cuál es el tratamiento que le dan a los residuos sólidos peligrosos. _____

B. Anexo: encuesta 2.

Manejo de Recurso Naturales.

Municipio de Guatavita (departamento de Cundinamarca)

Corregimiento de Carbonera Alta

Paramo el Tablazo.

Fecha:

1. Recursos suelo.

1. ¿Usted identifica problemas de erosión en su finca? SI: NO:

¿De qué tipo?

Hídrica _____ Eólica _____ Biológica _____ Antrópica _____ Otras _____

¿Cuál? _____

¿Conoce de casos, donde se tengan problemas de contaminación de suelos por actividades productivas? SI: NO.

¿Cuáles? _____ ¿Dónde? _____

¿Usted implementa medidas de conservación del suelo? SI: NO:

¿De qué tipo _____

¿Usted conoce la normatividad legal en cuanto al suelo? SI _____ NO _____

¿Cual? _____

2. Agua

2. ¿Usted conoce las necesidades hídricas de su cultivo? SI _____ NO _____

¿Cuál es? _____

¿Usted ha identificado contaminación en el cuerpo de agua del cual se abastece?

SI _____ NO _____

Conoce usted el Origen si es: Domestico _____ Agropecuario _____ Otros _____

Adelanta procesos de tratamiento de aguas residuales (domestica, Agropecuaria):

SI _____ NO _____

¿Cuáles? Pozo Séptico _____ Trampas de Grasa: _____ Otras _____

¿Cuáles? _____

¿Conoce normatividad ambiental con relación al recurso agua? (Marque con una X):

SI ____ NO ____

¿Cuál? _____

3. Aire

3. ¿Realiza quemas en su finca? SI ____ NO ____

¿Cuáles? Domestica ____ Envases de Agroquímicos ____ Residuos de la Finca ____

Otras ____ ¿Cuál? _____

¿Usted considera que realiza una buena disposición de sus excretas? SI ____ NO ____

¿Como? _____

¿Adelanta procesos de mejores prácticas ambientales, como compostaje, Lombricultura, lechos de secado en su finca o empresa?: SI ____ NO ____

¿Cuáles? _____

¿Conoce la legislación ambiental en materia de aire? SI: NO:

4. Residuos Sólidos

4. ¿Alguna empresa le presta servicio de recolección? Si. No

¿Cuál? _____

Frecuencia de recolección _____

¿Usted considera que realiza un buen manejo de los residuos sólidos generados en su finca? SI ____ NO ____

¿Cuáles? Reciclaje ____ Reutilización ____ Reducción ____ Transformación ____

Otras: _____

Qué otra actividad realiza. _____

5. Biodiversidad

¿Usted práctica medidas de conservación y prevención de la flora y fauna en su área? SI ____ NO ____

¿Cuales? _____

Sabe usted que es un ecosistema de paramo SI ____NO____

Conoce usted conoce las funciones que presta un ecosistema de paramo SI ____NO____

Si su respuesta es positiva especifica cuales:

Usted conoce la normatividad en cuanto a protección y conservación de ecosistemas.

¿Usted conoce las guías ambientales del subsector de la papa? SI ____NO____

¿ha recibido capacitación en la socialización de la Guía Ambiental del Subsector de la papa? SI ____NO____

C. Anexo: encuesta 3.

Manejo de sistemas productivos

Municipio de Guatavita (departamento de Cundinamarca)

Corregimiento de Carbonera Alta

Paramo el Tablazo.

Fecha:

1. En su sistema productivo que tipo de laboreo utiliza:

Laboreo Mecánico SI ___ NO ___

Laboreo Animal SI ___ NO ___

Laboreo Manual SI ___ NO ___

2. Usted ha realizado estudio de suelo se su predio: SI ___ NO ___

3. Usted realiza labranza mínima en su lotes: SI ___ NO ___

¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____

4. Que labores utiliza para la preparación de suelo antes de la siembra de papa:

Arada SI ___ NO ___ Número de aradas _____

Rastrillada SI ___ NO ___ Número de rastrillada _____

Pulida SI ___ NO ___ Número de pulidas _____

Surcada SI ___ NO ___

5. Usted podría indicar la procedencia de la semilla que utiliza:

Semilla certificada SI ___ NO ___

Semilla de cosecha SI ___ NO ___

Semilla de cosecha de otras zonas SI ___ NO ___

Otras SI ___ NO ___

¿Cuál? (Especifique su respuesta) _____

6. Distancia de la Semilla

Entre surco ___ Cm.

Entre Plasta ___ Cm.

Profundidad ___ Cm.

7. Numero de siembras en el año.

Una siembra SI ___ NO ___

Dos siembres SI ___ NO ___

Más de tres siembras SI ___ NO ___

8. Fertilización:

Usted aplica o tiene plan de fertilización de acuerdo a los estudio de suelo realizado por lote SI ___ NO ___

En caso negativo indique como efectúa la fertilización:

Kilos de fertilizante por hectárea SI ___ NO ___ Promedio utilizado _____

Kilos de fertilizante por carga SI ___ NO ___ Promedio utilizado _____

Kilos de fertilizante por surco SI ___ NO ___ Promedio utilizado _____

Utiliza otro método SI ___ NO ___

Explique: _____

Cuál es el fertilizante que usted más utiliza: _____

Si NO tiene estudio de suelo, quien le recomienda la dosis y frecuencia de aplicación de fertilizantes: _____

9. Plagas.

Cuál es el tipo de insecticida que más utiliza _____

Frecuencia con que es aplicada _____

Dosis de aplicación _____

10. Enfermedades

Cuál es el tipo de plaguicida que más utiliza _____

Frecuencia con que es aplicada _____

Dosis de aplicación _____

Bibliografía.

1. ACCEFYN. 1990. Inventario preliminar de gases de efecto invernadero, fuentes y sumideros: Colombia 1990. Academia Colombiana de ciencias Exactas, Físicas y Naturales.
2. Alcaldía de Guatavita. <http://www.guatavita-cundinamarca.gov.co>
3. Ávila, S; Estupiñán, S Torres. 2011. Calidad bacteriológica del agua de consumo humano de la zona urbana y rural del municipio de Guatavita, Cundinamarca, Colombia. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 2011; 50(2): 163-168.
4. Barrera, L,L. 1993, el boro: un micronutriente importante en el cultivo de la papa en los suelos de Cundinamarca y Boyacá. En *Papas Colombianas. Comunicaciones y asociados*. Bogotá, pp 112-117.
5. Bernal et al. 2003. Efecto de cuatro métodos de labranza sobre las propiedades físicas y la pérdida de suelo, en la rotación papa-pastos en un ecosistema húmedo alto andino de Colombia. Tesis de grado Universidad Nacional de Colombia.
6. Bues, R., Bussieres, P., Dadomo, M., Dumas, Y., Garcia-Pomar, M. y Lyannaz, J. (2004). Assessing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 102, 155-162.
7. Castaño, C., Carrillo, R. & Salazar, F., 2002.- Sistema de Información Ambiental de Colombia, Tomo III. Perfil del estado de los recursos naturales y del medio ambiente en Colombia 2001. IDEAM. Ministerio del Medio Ambiente.
8. Chamorro, C. 1989. Efecto del uso del suelo sobre la composición edafofaunística de los páramos que circundan la ciudad de Bogotá. *Suelos Ecuatoriales*. Volumen XIX, No1. 1989. Bogotá Colombia. Pp. 48-62
9. Clavijo, P. (1998). *Tecnología agrícola básica*. Primera edición. Colombia: Universidad de La Salle. Disponible: <http://explore.live.com/windows-live-hotmail-help-center>.
10. Conservación Internacional Colombia-CAR. 2004. Declaratoria y formulación del plan de manejo de un área de conservación en jurisdicción del Páramo de Guerrero. Bogotá.
11. Corte Constitucional colombiana. Sentencia C- 988 de 2004 M.P Dr. Humberto Sierra Porto.

12. Correa, J; Forero M, C; Gutiérrez; D. 2009. Generación De Un Modelo De Gestión Al Sector Papero De Cundinamarca. Universidad Del Rosario. Trabajo de grado.
13. Corporación Colombiana De Investigación Agropecuaria. 2.000. Manejo Integrado del cultivo de la papa. Manual Técnico. C.I. Tibaitatá, Mosquera, Cundinamarca. 196 p.
14. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria Corpoica. (2003). Manual de papa para productores. Bucaramanga: Litografía La Bastilla Ltda.
15. Córdoba P, D. 2006. Toxicología de Plaguicidas. Toxicología. Bogotá : Manual Moderno.
16. Dale, V. 1997. The relationship between Land-use Change and Climate Change. Ecological applications. 7(3) 1997.pp 753-769. Ecological Society of america.
17. Diaz, E y L. Paz. 2002. Evaluación del régimen de humedad del suelo bajo diferentes uso en los páramos Las Animas(municipio de Silvia) y Piedra de León (municipio de Sotará). Departamento del Cauca. Tesis de grado de Ecología de la Fundación Universitaria de Popayán. Colombia. 2002.
18. Ellies, A. Y Ramírez, C. 1993. Cambios en la Porosidad de un Suelo por Efecto
19. de su Uso. Turrialba, Vol 43. N° 1. P 72-76
20. Esteve Turrillas, Frances. Preparación de muestras para el análisis de plaguicidas mediante microondas y fluidos presurizados. Valencia: Universitat de Valencia. Servei de Publicacions., 2007. V-1578-2008 / 978-84-370-6757-5.
21. FONADE; SENA; SAC y FEDEPAPA. 2.002. Manual agronómico, fitosanitario y ambiental del cultivo de la papa. Manual de capacitación. Bogotá, D.C. 178 p.
22. Fondo financiero Distrital de Salud y Hospital de Engativa. 1998. E.S.E., Diagnóstico de las condiciones de trabajo y salud en empresas que comercializan y utilizan plaguicidas en el área de competencia del hospital de Engativa. Bogotá: s.n., Convenio 1034 de 1998.
23. FUNDAGRO (1991). Aspectos Tecnológicos del Cultivo de Papa. Fundación para el Desarrollo Agropecuario. Quito-Ecuador.
24. García Canclini, N. 1989. Culturas híbridas, estrategias para entrar y salir de la modernidad. Ed. Debolsillo. México.
25. Geoingeniería Y Ministerio Del Medio Ambiente. 1999. Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de Páramo, Sabanas, Zonas Áridas y Humedales de agua dulce.

26. Global Crop Protection Federation (2000). "Manejo integrado de plagas: la vía de avance de la industria de la protección de los cultivos." pp. 21.
27. Instituto de Estudios Ambientales – IDEA. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
28. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.
29. Instituto colombiano Agropecuario ICA. 1980. Estado actual de la fertilización de los suelos colombianos y estimativos sobre fertilizantes para varios cultivos. Documento de trabajo No 85. Programa Nacional de suelos.
30. Instituto Nacional de Salud. Protocolo de vigilancia de intoxicación aguda por plaguicidas – Anexo 2. Clasificación y toxicidad de los plaguicidas. En:[http://190145.112.2/epidemiologia/siviglia/PDF/Protocolos/intoxicación – t. pdf](http://190145.112.2/epidemiologia/siviglia/PDF/Protocolos/intoxicación-t.pdf). Revisado 06 25 2014.
31. Laenge, R.; Steger-Hartmann, T. & Schweinfurth H. (2006), The environmental risk assessment of human pharmaceuticals in the overall EU regulatory affairs process, en *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 45(3), pp. 223-228.
32. Leff, E. 2004. Racionalidad ambiental, la reapropiación social de la naturaleza. Siglo veintiuno editores. México
33. Lobo, C., Mattié, N., Veliz, L. y Ramírez, N. (2008). Desarrollo de un modelo espacial para la evaluación de la dinámica de erosión hídrica y pérdida del suelo utilizando técnicas de teledetección y sistemas de información geográfica, en el Municipio Rangel del estado Mérida. Idecyt-UNESR. Sigtel Ingeniería Geográfica.
34. León- Sicard, T. 2007. Medio ambiente, tecnología y modelos de agricultura en Colombia – hombre y arcilla. Instituto de Estudios Ambientales –IDEA, Universidad Nacional de Colombia.
35. Lopez G, J A.1992 Las aguas subterráneas y los plaguicidas. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España, 1 Dirección de Aguas Subterráneas y Geotecnia del. ITGE, Instituto Tecnológico GeoMinero de España,. 84- 7840-130-X.
36. MAVDT, IDEAM, PNUD., 2001.- Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT), Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Bogotá, Colombia.

37. Malagón-C., D., C. Pulido-R., R. Llinás & C. Chamorro. 1995. Suelos de Colombia. IGAC: 632 pp. Bogotá.
38. Márquez, e. 1986. Adopción de agroquímicos en el cultivo de la papa en el municipio de Ventaquemada. Boyacá. Tesis Universidad Javeriana. Bogotá. Pp118.
39. Méndez, O. 2006. Análisis ambiental del cambio tecnológico en el cultivo de papa en Páramo de Guerrero, Cundinamarca (1930-2005). Tesis Magister en Medio Ambiente y Desarrollo.
40. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2012). Anuario estadístico del sector agropecuario. p 294.
41. Ministerio de Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial. 2004. Guía Ambiental Para el Cultivo de La Papa. P.56
42. Ministerio del Medioambiente.2002. Programa para el Manejo Sostenible y Restauración de Ecosistemas de la Alta Montaña colombiana. Bogotá. Pg 73.
43. Molano, Joaquín. 1995."Paisaje de alta montaña ecuatorial". En Reyes, Pedro (ed.) El páramo un ecosistema de alta montaña. Fundación de Ecosistemas Andinos. Bogotá.
44. Ochoa, J. (1999). "Las papas de Sudamérica Perú," Centro Internacional de la Papa, Lawrence, US. p. 1036.
45. Paris, M. 2009. Mecanismos para transformar un reservorio de agua en una reserva de almidón: transformación del paisaje, cambio sociocultural y conservación en el Páramo de Guerrero, 1950-2009. Trabajo de grado en Antropología. Universidad de Los Andes. Bogotá.
46. Pardo, G.F; Barreto, M.1986. Estudio agro medico sobre el uso de plaguicidas en los municipios de Aquitania y Toca (Boyacá). Ciencia y Tecnología: UPTC. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Instituto de de Investigaciones Agrarias. No 1, pp. 86-98
47. Pombo Hwdo (1989) en Geoingeniería - MMA (1999). Identificación de prioridades para la gestión ambiental en ecosistemas de Páramos, Sabanas, Zonas Aridas y Humedales de agua dulce.
48. Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios. Memorias Panorama Y Perspectivas Sobre La Gestión Ambiental De Los Ecosistemas De Páramo. Bogotá. 2008. Pg.148.

49. Ramírez, J. A y Lacasaña, M. 2001. Plaguicidas: clasificación, uso, toxicología y medición de la exposición. Arch Prev Riesgos Labor. [En línea] 2001. [Citado el: 28 de Septiembre de 2010.] /Upload/TextCompleto/2/1/216.pdf.
50. Rangel-Ch., J.O. 2000. La diversidad beta: Tipos de vegetación. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 658-719.
51. RANGEL-CH., J.O. 2000. Síntesis final: Visión integradora sobre la región del páramo. En: J.O. Rangel Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica III: La región de vida paramuna. Pp. 814-836. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia e Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá.
52. Rangel-Ch., J.O. 2000. La región paramuna y franja aledaña en Colombia. Colombia Diversidad Biótica III La región de vida paramuna. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales, Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
53. Rangel, O. 2001. Colombia Biodiversidad Biótica III. La región de vida paramuna. Bogotá, Colombia. 866 p.
54. Reinhardt, D. (2007). "Programming good relations-development of the arbuscular mycorrhizal symbiosis." Current Opinion in Plant Biology. 10: 98-105.
55. Saavedra, S., Contreras I., Cáceres, G., Grimaldo, J. y Muñoz, M. (2000). Glosario de términos. Mérida, 1ª edición, serie: Economía, Venezuela: Facultad de Ciencias Económicas y Sociales – GISAGA
56. Sentis, I. 1994. La materia Orgánica y la degradación y erosión de los suelos en el trópico : En: Memorias del VII congreso Colombiano de la ciencia del suelo. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. 1994. Bucaramanga. Colombia. Pp.38-47
57. Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario SIPSA, 2013. El cultivo de la papa, Solanum tuberosum Alimento de gran valor nutritivo, clave en la seguridad alimentaria mundial. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. No 15. Septiembre 2013.
58. Smith, S. and Read, D. (2008). Mycorrhizal Symbiosis, Elsevier Edition. Third Edition. 10-90.
59. Trevisan, M.; Werf, H.; Alfarroba, F.; Blümel, S.; Isart, J.; McGrath, D. & Seppälä, T. (2002), Comparison and evaluation of eight pesticide environmental risk indi-

- cators developed in Europe and recommendations for future use, en *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 90(2), pp. 177-187.
59. Toro, I. (1997), La evaluación del riesgo: Herramienta para determinar el impacto ambiental ocasionado por el uso de plaguicidas en los ecosistemas colombianos, Documento presentado a la Corporación Colombiana Agropecuaria-CORPOICA para concursar a la categoría de Investigador Titular (C5).
 60. Trejos C, Isaza L, Paredes V. Estrategias para disminuir la contaminación por organismos bacterianos, en la fuente abastecedora de agua del acueducto de la ciudad de Pereira. *Scientia et Technica*. 2003;9(23):23-7
 61. Sinaltrainal. La Papa, Tradición de un Pueblo Campesino, Humilde y Trabajador. Bogotá. 2013. <http://www.sinaltrainal.org/index.php/campanas/campana-por-soberania-democracia-paz-y-bienestar-para-los-colombianos/3357>.
 62. Vallejo Rosero, María del C. Toxicología Ambiental. Bogotá : Guadalupe Ltda., 1997.
 63. Watson, R. T., Noble, I. R., Bolin, B., Ravindranath, N. H., Verardo, D. J., Dokken, D. J., 2000.- IPCC Special Report, Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, 377 p.