

**PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES ASOCIADAS A LAS ACTIVIDADES
AGROPECUARIAS EN LA CUENCA ALTA DEL RIO MAYO (NARIÑO – COLOMBIA)**

Geog. GERMAN EDMUNDO NARVÁEZ BRAVO

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2019**

**PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES ASOCIADAS A LAS ACTIVIDADES
AGROPECUARIAS EN LA CUENCA ALTA DEL RIO MAYO (NARIÑO – COLOMBIA)**

Geog. GERMAN EDMUNDO NARVÁEZ BRAVO

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TITULO DE:
MAGISTER EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE**

**Director
ALEJANDRO ECHEVERRI RUBIO Ms.C.**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO AMBIENTE
MANIZALES
2019**

*A mis hijos Germán David y Gabriela,
a mis padres Edmundo y Franca,
a mis hermanos Julieta y Paulo
y a mi amor Diana*

Agradecimientos

Elaborar una tesis de maestría es la culminación de un proceso académico extenso, interesante y enriquecedor, por eso estos agradecimientos los hago a todas aquellas personas que se cruzaron en este camino y que de mil maneras aportaron para finalizar mi maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales. En honor a lo anterior deseo manifestar mis más sinceros agradecimientos y de manera especial a mis padres Edmundo y Franca, a mis hijos Germán David y Gabriela, a mis hermanos Paulo y Julieta, a mi novia Diana Carolina y a mi cuñado Víctor Javier. Todos y cada uno de ellos me dieron la energía para trabajar decididamente.

Del mismo modo le expreso mis agradecimientos a mi asesor de tesis, el profesor Alejandro Echeverry por su motivación constante, su colaboración desinteresada y sus consejos supremamente prácticos. A todos los profesores y profesoras de la maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente así como al personal administrativo y técnico de la Universidad de Manizales quienes hacen posible, que desde los puntos más apartados de Colombia, tengamos la posibilidad de prepararnos y crecer académica y personalmente. En este mismo entorno agradezco a mi grupo de trabajo: Melisa, Gabriela y Yina con quienes compartimos muchos momentos de estudios, charlas, preocupaciones y alegrías en el desarrollo de las clases.

Por otro lado no habría logrado hacer esta investigación sin el apoyo y acompañamiento técnico tan riguroso brindado por Vanessa, Yanira y Danny en el procesamiento cartográfico y a Ángela en el desarrollo de las entrevistas. Muchas gracias amigos y colegas, su colaboración ha sido invaluable. A ustedes, al igual que a los estudiantes e integrantes del Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA de la Universidad de Nariño les doy mis reconocimientos sinceros por ser parte activa de este proceso.

Gracias, mil gracias a esas amigas y amigos de la vida y de la profesión, que de diversas maneras estuvieron presentes en este trabajo: A Claudia Marcela, Julián, Aida, Luz Estela, Sandra, Anderson, Fernando, Jhon Jairo y Claudia Liliana. Y finalmente les agradezco a aquellos líderes sociales y ambientales, así como a los profesores y funcionarios de las entidades municipales, regionales y estatales que nos colaboraron en las entrevistas y en el trabajo de campo en la zona.

Contenido

Resumen	10
Abstract	11
1 Introducción	12
2 Problema de investigación	14
2.1 Descripción del problema	14
2.2 Formulación del problema	16
3 Justificación	17
4 Objetivos	19
4.1 Objetivo general	19
4.2 Objetivos específicos	19
5 Descripción del área de estudio	20
6. Marco teórico	25
6.1 La cobertura de la tierra y su clasificación	26
6.2 El uso del suelo	30
6.3 Las actividades agropecuarias	32
6.4 La frontera agropecuaria	36
6.5 Las problemáticas ambientales	39
6.6 La deforestación	41
6.7 Los procesos erosivos y los fenómenos de remoción en masa	42
7 Metodología	46
7.1 Revisión de información documental y cartográfica	46
7.2 Procesamiento preliminar de información georreferenciada	47
7.3 Trabajo de campo	49
7.4 Sistematización y análisis de la información	52
8 Resultados	54
8.1 Cobertura y uso de la tierra en la cuenca alta del río Mayo	54
8.1.1 Bosques y áreas seminaturales	56
8.1.2 Territorios agrícolas	61
8.1.3 Territorios artificializados	64
8.1.4 Superficies de agua y áreas húmedas	65
8.2 Usos del suelo	65
8.3 Las áreas y las fronteras agropecuarias	68
8.3.1 Las actividades agropecuarias	69
8.3.2 Los cambios de las áreas naturales frente a los usos agropecuarios	81
8.4 Las problemáticas ambientales	87
8.4.1 La dinámica de la frontera agropecuaria y la deforestación	87
8.4.2 Los fenómenos de remoción en masa y la pérdida de la capacidad productiva	93

9	Conclusiones	105
10	Recomendaciones	109
10.1	Recomendaciones para los funcionarios institucionales	109
10.2	Recomendaciones para los productores y agremiaciones agropecuarias	111
10.3	Recomendaciones para las organizaciones comunitarias y líderes sociales y ambientales	113
11	Bibliografía	115

Lista de tablas

	Pág.
1 Detalles técnicos de las aerofotografías utilizadas para la interpretación de coberturas en 1995	48
2 Número y perfiles de los entrevistados por cada municipio	52
3 Cobertura de la tierra detallada para la cuenca alta del río Mayo	55
4 Uso del suelo en la cuenca alta del río Mayo	66
5 Promedio de área sembrada y producción de los siete principales productos agropecuarios en el período 2013 - 2017	70
6 Producción y área sembrada de los principales productos agropecuarios en la cuenca alta del río Mayo entre 2013 y 2017	71
7 Tenencia, uso, pobreza y acceso al agua en las unidades productivas de la cuenca alta del río Mayo	80
8 Superficie comparada entre las coberturas de la tierra en 1989 y 2017	82
9 Variación en la superficie de las principales coberturas de la tierra	83
10 Superficie de amapola cultivada en la cuenca alta del río Mayo entre 2012 y 2016	90
11 Número de fenómenos de remoción en masa para cada tipo de cobertura de la tierra en el nivel 3 de la clasificación CORINE Land Cover	96
12 Superficies de suelos con diversos grados de erosión en el área de estudio	104

Lista de figuras

	Pág.
1 Ubicación de la cuenca del río Mayo en el contexto departamental y nacional	20
2 Ubicación de la cuenca alta del río Mayo en el contexto de la subzona hidrográfica.	21
3 Área de estudio en el contexto municipal	23
4 Tipos de fenómenos de remoción en masa	45
5 Extensión y porcentajes de las áreas correspondientes a la cobertura de la tierra en el nivel I de la metodología CLC	56
6 Mapa de cobertura de la tierra para el nivel 2 de la metodología CLC	57
7 Cobertura de la tierra en el nivel 4 de la metodología CLC	58
8 Bosque denso localizado al nororiente del volcán Doña Juana en el PNN CVDJ-C	58
9 Valores porcentuales de las áreas de herbazales y arbustales en la cuenca alta del río Mayo	60
10 Localización de las coberturas de herbazales (áreas amarillas) y arbustales de páramo (línea verde)	60
11 Herbazales de páramo localizados en el flanco sur de los domos volcánicos que constituyen la cima del volcán Doña Juana	61
12 Valores porcentuales de las zonas con pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la cuenca alta del río Mayo	62
13 Localización de las coberturas de áreas agrícolas heterogéneas (áreas verdes) y pastos (áreas rosadas)	63
14 Mosaicos de pastos y cultivos y mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales en el valle del río Mayo al noroccidente del municipio de La Cruz	64
15 Usos del suelo en la cuenca alta del río Mayo	67
16 Relación entre la extensión de los usos del suelo y sus porcentajes respecto al área total de estudio	68
17 Relación entre cabezas de ganado bovino y superficie de pastos	72
18 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de café	73
19 Cafetales localizados en laderas y terrazas de origen fluvio-volcánico en el cañón del río Mayo entre los municipios de La Cruz y San Pablo	74
20 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de plátano cafetero	75
21 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de achira	76
22 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de maíz anual	77
23 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de granadilla	78
24 Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de fique	79
25 Cambios significativos de las coberturas naturales y no naturales	85
26 Cambios de la cobertura de la tierra relacionados con la transformación de áreas de bosques densos a bosques fragmentados	86
27 Parches de intervención en la selva altoandina localizada en el flanco noroccidental del volcán Doña Juana	89
28 Cultivo de amapola en zona de producción agropecuaria localizada en el corregimiento de Tajumbina (municipio de La Cruz)	89
29 Cobertura de arbustales y pastos cerca a la cascada de la quebrada Caicuanes localizada en el corregimiento de Tajumbina (municipio de La Cruz)	92
30 Coberturas de pastos limpios, mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales y bosques riparios en el extremo suroccidental del área de estudio	93

31	Distribución espacial de los fenómenos de remoción en masa en función de las coberturas de la tierra	95
32	Deslizamientos traslacionales en zonas de pastos limpios y mosaicos de pastos y áreas naturales al suroccidente del área de estudio	96
33	Deslizamientos traslacionales en zonas de pastos limpios y bosques riparios en la microcuenca del río Tajumbina	97
34	Numerosos deslizamientos traslacionales y golpes de cuchara causados por la construcción de vías en zonas de alta pendiente	98
35	Flujo detrítico en un escarpe con cobertura de arbustos densos altos en la microcuenca Carrizal	99
36	Deslizamiento traslacional de gran magnitud con represamiento de corriente hídrica en un área con cobertura de mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales	100
37	Deslizamiento rotacional junto a una franja de tunelización por concentración de agua subsuperficial en la microcuenca Cuaicuanes	101
38	Terracetas que indican procesos de reptación superficial en zonas de alta pendiente con cobertura de pastos limpios	102
39	Suelos con erosión ligera y moderada en la cuenca alta del río Mayo	103

Resumen

El objetivo principal de la investigación es “Analizar las problemáticas ambientales asociadas a las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo” localizada al nororiente del departamento de Nariño entre los municipios de La Cruz y San Pablo. Se hace una caracterización de la cobertura y el uso actual de la tierra, se describe la dinámica multitemporal de las áreas agropecuarias y naturales entre 1989 y 2017 y se identifican los problemas ambientales más relevantes asociados a dichas actividades agropecuarias. Esta es una investigación de tipo descriptivo - analítico a partir de la cual se genera información sobre las características y la dinámica de las problemáticas ambientales asociadas principalmente con la agricultura y la ganadería. Desde el punto de vista metodológico se desarrollaron cuatro fases: en primera instancia se hizo una revisión de la información documental y cartográfica seguida de un procesamiento preliminar de la información georreferenciada a partir de lo cual se llevó a cabo una fase de trabajo de campo, para culminar con una sistematización y análisis de la información. La zona de estudio se caracteriza por conservar un área extensa de coberturas naturales de bosque denso propio de la selva altoandina así como de herbazales y arbustales de páramo. Así mismo, casi la mitad del área está destinada a actividades agropecuarias observándose un predominio de los pastos para la ganadería. Estas actividades se han ido expandiendo durante los últimos 30 años generando cambios en las coberturas naturales principalmente en bosques riparios, y al mismo tiempo se observa un predominio de la ganadería sobre la agricultura. Se logró confirmar que las problemáticas ambientales más relevantes asociadas a las actividades agropecuarias corresponden, en primera instancia, a la deforestación donde la ampliación de las áreas ganaderas y de los cultivos de amapola son los principales causantes; y por otra parte se encuentran los fenómenos de remoción en masa ligados a coberturas de pastos que no ofrecen una buena retención del suelo y por el contrario condicionan el desarrollo de estos fenómenos y de la erosión en general

Palabras clave: uso y cobertura del suelo, actividades agropecuarias, frontera agropecuaria, problemáticas ambientales, fenómenos de remoción en masa, río Mayo

Abstract

The main objective of this research is to “Analyze all environmental problem tied with the agricultural activities in the upper basin of the Mayo river” which is located in the northeast of the Department of Nariño between the Municipality of La Cruz and the Municipality of San Pablo. In this research, a characterization of the cover land and the current use is presented as well a description of the multi-temporal dynamics of the agricultural and natural areas between years 1989 and 2017. In addition, the most relevant environmental problems associated with the agricultural activities are identified. This is a descriptive / analytical research which generates data and information on the characteristics and the dynamics of the environmental problems associated mainly with farming and cattle raising. From the methodological point of view four phases were developed: in the first instance, it was carried out a review of the documentary and cartographic information, then a preliminary processing of georeferenced information was made from which a field work phase was carried out and finally a systematization and analysis of the information was implemented. The study area involves a large surface of natural coverage by dense forests, typical of the High Andean forest, as well grasslands and moorland bushes. Likewise, nearly half of the area is dedicated to agricultural activities with predominance of the pastures for livestock. These activities have been expanding during the past 30 years generating changes in the natural coverage in riparian forests, primarily, and at the same time, generating a predominance of livestock activities over agriculture. It was possible to confirm during the research that the key environmental problems associated with the agricultural activities are represented by the deforestation where the enlargement of the livestock dedicated areas as well the increasing of the illicit crops (amapola cultivation) are the main causes. On the other hand, it was identified the slope movements (landslides) linked with the coverage of grasses which do not offer a solid retention of soil and, as opposite, drives the development of these phenomena and of the erosion in general

Keywords: use and cover land, agricultural activities, agricultural border, environmental problems, slope movements, Mayo river

1. Introducción

Esta investigación tiene como objetivo principal analizar las problemáticas ambientales asociadas a las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo localizada al nororiente del departamento de Nariño en el suroccidente colombiano. Para ello se propuso caracterizar el uso y la cobertura actual de la tierra, describiendo también su dinámica multitemporal en un período de 28 años entre 1989 y 2017, haciendo énfasis en los cambios presentados en las áreas agropecuarias así como en las zonas naturales, para posteriormente identificar las problemáticas ambientales más relevantes relacionadas con dichas actividades agropecuarias.

Teniendo en cuenta lo anterior, esta investigación se ha llevado a cabo bajo un enfoque cualitativo y cuantitativo de tipo descriptivo y analítico, con la cual se pretende reconocer y describir las dinámicas y problemáticas ambientales asociadas a las actividades productivas, específicamente la agricultura y la ganadería. Así mismo se establecen las razones, circunstancias y factores que explican o han influido sobre las actuales problemáticas ambientales relacionadas principalmente con la ampliación de la frontera agropecuaria, la deforestación, el desarrollo de numerosos fenómenos de remoción en masa (principalmente deslizamientos) y los procesos generales de erosión del suelo en los municipios de La Cruz y San Pablo, los cuales conforman la cuenca alta del río Mayo.

Por otro lado, el presente estudio se encuentra está enmarcado por la línea de investigación en “Desarrollo Sostenible” la cual ha sido impulsada por el Centro de Investigación en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible (CIMAD), de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, de la Universidad de Manizales. Considerando la propuesta teórica de dicha línea, esta investigación se encuentra inmersa en la sublínea de Desarrollo Sostenible; sin embargo no se inscribió en ninguno de los macroproyectos que actualmente se están ejecutando.

El documento se ha estructurado en tres partes principales, teniendo en cuenta los objetivos planteados. En primer lugar se hace una caracterización de la cobertura de la tierra en el área estudio a una escala de trabajo 1:50.000 teniendo en cuenta la clasificación CORINE Land Cover adaptada para Colombia y estableciendo simultáneamente su relación con los usos del suelo. En segunda

instancia se ha procedido a caracterizar las principales actividades agropecuarias de la zona teniendo en cuenta su extensión y dinámica productiva complementándola con un análisis de los cambios en las coberturas de la tierra tanto naturales como agropecuarias en un período de tiempo de 28 años, lapso durante el cual se evidenciaron varios procesos significativos de cambio relacionados con la ampliación de la frontera agropecuaria y el predominio de la ganadería en el área. Finalmente se identifican y describen las principales problemáticas ambientales ligadas a las actividades agropecuarias anteriormente mencionadas, y que se centran principalmente en la ampliación de la frontera agropecuaria evidenciada en gran medida a través de la deforestación e intervención de las áreas boscosas, así como en los fenómenos de remoción en masa y la pérdida de la capacidad productiva de los suelos ligada a los procesos erosivos superficiales.

En este orden de ideas, los resultados de la investigación no solo muestran las fuertes e históricas conexiones existentes entre las formas de uso del suelo y las problemáticas ambientales actuales, sino que abren un campo de trabajo a partir del cual se puede aportar principalmente en dos vías: por un lado la planificación y el reconocimiento de las problemáticas asociadas a las actividades agropecuarias y por otro lado los procesos de ordenamiento territorial que necesariamente deben abordarse desde una perspectiva multitemporal e integradora desde el punto de vista ambiental.

2. Problema de Investigación

2.1 Descripción del problema

Se sabe que en el nororiente de Nariño, las actividades agropecuarias han afectado la estructura de los ecosistemas naturales correspondientes a la selva altoandina y en menor proporción al páramo; y que al mismo tiempo se ha visto un proceso de deterioro progresivo de la oferta hídrica y de las características relacionadas con la estabilidad del suelo. De esta forma, y teniendo en cuenta las fuentes documentales revisadas, además de la experiencia profesional en el área, se considera que las principales causas de dicha problemática son:

- **La expansión de la frontera agropecuaria:** Las áreas de selva altoandina así como corredores de bosques riparios y parches de bosques y arbustales, históricamente han sido intervenidas para dar paso al establecimiento de tierras dedicadas a la agricultura y a la ganadería, siendo la segunda, la que probablemente mayor impacto ha generado en el área de estudio, puesto que ha contribuido a incrementar las áreas deforestadas tanto del bosque denso de alta montaña, como de dichos parches de bosques riparios o relictuales existentes a lo largo de algunas corrientes hídricas. Así lo han confirmado estudios de caracterización realizados por Guerrero y Ortega (2012), Obando y Narváez (2014), la Corporación Autónoma Regional de Nariño [Corponariño] (2009) y el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel [PNN CVDJ-C] (2008) a través de los cuales se confirman, desde diversas perspectivas y en momentos diferentes, que se han presentado procesos de ampliación de la frontera agropecuaria, los cuales, aunque no son tan críticos en comparación con otras áreas del país, están afectando a las coberturas naturales existentes en la región.
- **Manejo inadecuado de los recursos suelo y agua:** Esto se evidencia al observar las técnicas utilizadas en las labores agropecuarias que se llevan a cabo en la región de una manera poco tecnificada y adecuada, lo cual ha contribuido al agotamiento y contaminación de los recursos hídricos, a la sobreutilización de los suelos, y a condicionar el desarrollo de fenómenos de remoción en masa, lo cual ha afectado su capacidad de producción así como la estabilidad de los mismos especialmente en aquellas zonas caracterizadas por fuertes pendientes. (Alcaldía Municipal de La Cruz. 2016 y Corponariño, 2009). De hecho según la Universidad de Nariño

y la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios [UPRA] (2018) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. [IGAC] (2004), los suelos de estas áreas tienen un grado de erosión que varía de ligero a moderado, condición que los hace susceptibles a una alteración significativa de sus características físico-químicas, que a mediano y largo plazo tienden a contribuir a una baja productividad de las tierras asociada con un incremento en dichos procesos erosivos, así como en la frecuencia en la magnitud de los fenómenos de remoción en masa que se han presentado históricamente en varias localidades de la región.

Como consecuencia de las inadecuadas formas de uso de los recursos naturales (agua, suelo y coberturas naturales) así como de los ineficientes o a veces ausentes procesos de planificación del territorio, se observa un incremento en los procesos erosivos y un deterioro sistemático en los servicios ecosistémicos asociados principalmente a la expansión de las zonas agropecuarias sobresaliendo las ganaderas; la intervención sobre las áreas naturales que ha conllevado a una disminución en la extensión de ecosistemas altoandinos (principalmente de la selva altoandina); y los conflictos en el uso del suelo debido a la sobreutilización o, en ocasiones, subutilización de este. No obstante, aunque estas consecuencias han sido observadas en el área, aún resta por estimar, las características y el nivel de influencia de las actividades agropecuarias en este tipo de problemas ambientales, razón por la cual se justifica el desarrollo de esta investigación.

De hecho, los actuales problemas ambientales asociados a la disminución de la capacidad productiva, los cambios en los usos y coberturas del suelo relacionados con la expansión de las actividades agropecuarias, la reducción en la oferta y calidad hídrica, especialmente en épocas secas, el aumento en la frecuencia y magnitud de los fenómenos de remoción en masa y sus correspondientes consecuencias sobre las condiciones físicas y socioeconómicas de las comunidades, principalmente campesinas, constituyen hoy en día una evidencia del deterioro general de la estructura ambiental de la cuenca alta del río Mayo. Esto sumado a la carencia de programas y proyectos de orden local y regional que contribuyan a orientar adecuadamente el uso del territorio en dicha área, hacen parte del contexto general que enmarca el desarrollo de la investigación aquí presentada. Estas problemáticas han sido reconocidas por los habitantes, líderes y autoridades tanto ambientales como sociales y político administrativas de la zona quienes

consideran que las actividades agropecuarias condicionan, de diferentes formas, el desarrollo de los procesos erosivos y simultáneamente han contribuido a la disminución de las áreas con coberturas naturales.

2.2 Formulación del problema

Teniendo en cuenta lo anterior, la pregunta central de esta investigación y que orienta el desarrollo de la misma es ¿Cuáles son la problemáticas ambientales asociadas a las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo, departamento de Nariño?

Simultáneamente, los supuestos de investigación que se plantearon al inicio de este proyecto y que orientaron el diseño de los objetivos específicos, así como el desarrollo general del estudio, fueron los siguientes:

- La cobertura de la tierra y el uso del suelo, el cual puede establecerse a partir de la identificación de la primera, son atributos indispensables del territorio para determinar los problemas ambientales existentes en una región específica. De hecho varios de estos problemas ambientales estarían relacionados con transformaciones de las coberturas y usos del suelo.
- Teniendo en cuenta los patrones de uso del suelo que predominan en la región se infiere que a nivel rural, las áreas dedicadas a las actividades agropecuarias han tenido un incremento significativo sobresaliendo la ganadería como un uso dominante frente al agrícola.
- Existe una gran diversidad de problemas ambientales en el área, sin embargo se considera que la expansión de la frontera agropecuaria es la causa más importante de los procesos de deforestación o fragmentación del bosque altoandino, así como del surgimiento de fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos en el suelo.

3. Justificación

Comprender y analizar la relación entre las actividades agropecuarias y las problemáticas ambientales en la cuenca alta del río Mayo resulta pertinente por varias circunstancias. En primer lugar se está generando información acerca de la cobertura y el uso actual de la tierra así como de su dinámica multitemporal, aspectos que son muy importantes para llevar a cabo procesos de ordenamiento territorial, más aún si se tiene en cuenta que en estos momentos, tanto el municipio de La Cruz, como el de San Pablo, que poseen jurisdicción sobre el área de estudio, tienen vencidos sus esquemas de ordenamiento territorial y deberán prontamente iniciar el proceso de diagnóstico, formulación e implementación de nuevos esquemas que orienten el uso y ocupación del territorio a mediano plazo.

En segundo lugar se presenta un análisis multitemporal de mediano plazo acerca del comportamiento de las principales actividades agropecuarias, lo cual permite identificar las tendencias de producción y a partir de esto, junto con los procesos de ordenamiento productivo del territorio, revisar, fomentar o ajustar las estrategias y programas dirigidos al agro, por parte de entidades tanto locales como regionales. En este sentido, más allá del conocimiento generado en esta temática, también se abre la posibilidad al uso de esta información en los aspectos anteriormente planteados, pero también hacia el desarrollo de investigaciones de carácter socioeconómico o ambiental en las cuales se aborden de manera más particular aquellas problemáticas que enfrenta el sector agropecuario en la actualidad, principalmente cuando este se caracteriza por ser de tipo minifundista y tener serios problemas de productividad y rentabilidad como es el caso del área de estudio.

Y en tercera instancia, se genera un análisis centrado en la relación entre las actividades agropecuarias y dos problemas ambientales de particular importancia como lo son: la ampliación de la frontera agropecuaria relacionada principalmente con la deforestación e intervención de las coberturas naturales, y por el otro lado el desarrollo de fenómenos de remoción en masa principalmente en áreas ganaderas caracterizadas por la dominancia de una cobertura de pastizales en zonas de alta pendiente. La identificación y caracterización del primer problema ambiental anteriormente enunciado puede orientar la intervención de las autoridades municipales y

ambientales en relación con el uso del suelo y los procesos de conservación de las coberturas y ecosistemas naturales, más aún si se tiene en cuenta que en esta área se encuentra el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel. Mientras tanto, la información generada en cuanto los fenómenos de remoción en masa no solamente contribuye en el conocimiento de la amenaza por deslizamientos o avenidas torrenciales en el área, sino que a través de esto se puede orientar la intervención de organismos municipales o regionales encargados de la gestión del riesgo con el propósito de mitigar las condiciones de vulnerabilidad o disminuir, en algunos casos, la susceptibilidad por fenómenos de remoción en masa, especialmente en aquellas áreas que se han considerado críticas por la concentración de este tipo de procesos geomorfológicos.

De esta manera, los resultados de esta investigación no solo representan una contribución en el conocimiento de las particularidades físico – naturales, socioeconómicas y ambientales del área, sino que a partir de esto, las entidades gubernamentales de diversos niveles (municipales y regionales principalmente) así como las comunidades tanto rurales como urbanas de los municipios de La Cruz y San Pablo tienen un insumo de información actualizado y con una visión multitemporal e integral que puede orientar las decisiones y proyectos relacionados con el uso del suelo, la producción agropecuaria, la conservación de los recursos y ecosistemas naturales y la gestión del riesgo. Esto resulta de gran relevancia especialmente si se considera que la parte alta de la cuenca del río Mayo, al igual que muchas otras zonas andinas del suroccidente colombiano padecen las consecuencias de la falta de inversión estatal, los cultivos de uso ilícito y las limitaciones en cuanto al acceso de tecnología apropiada y accesible para el desarrollo de los sistemas productivos locales.

Claro está que como toda investigación, también se abren las puertas para profundizar y ampliar el conocimiento acerca de los temas aquí tratados. Por lo tanto, el abordaje de las problemáticas ambientales priorizadas, así como su relación con las actividades agropecuarias constituyen, quizás para la región, una base cognitiva y metodológica a partir de la cual se puede ampliar el conocimiento de dichos problemas ambientales y al mismo tiempo se puede replicar este enfoque en otras regiones del país con características similares.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Analizar las problemáticas ambientales asociadas a las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo, departamento de Nariño - Colombia

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el uso y la cobertura actual de la tierra en la cuenca alta del río Mayo
- Describir la dinámica multitemporal de las áreas agropecuarias y naturales entre 1989 – 2017 en la zona de estudio
- Identificar los problemas ambientales más relevantes relacionados con las actividades agropecuarias en el área de estudio

5. Descripción del área de estudio: la cuenca alta del río Mayo

El área de estudio se localiza al nororiente del departamento de Nariño abarcando la totalidad de los municipios de La Cruz y San Pablo con una superficie total de 35.039,4 ha, las cuales representan el 40,1% de la extensión total de la cuenca del río Mayo (Figura 1), que posee un área de 87.359,4 ha según lo establecido por la Corporación Autónoma Regional de Nariño y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (Corponariño y CONIF, 2009).

Según Corponariño (2007, 2016) la cuenca del río Mayo es considerada como una subzona hidrográfica o cuenca de orden 2, la cual se distribuye espacialmente entre los municipios de La Cruz, San Pablo, Colón, Belén, San Pedro de Cartago, La Unión San Lorenzo y Taminango en el departamento de Nariño, y en los municipios de Mercaderes y Florencia, departamento del Cauca.

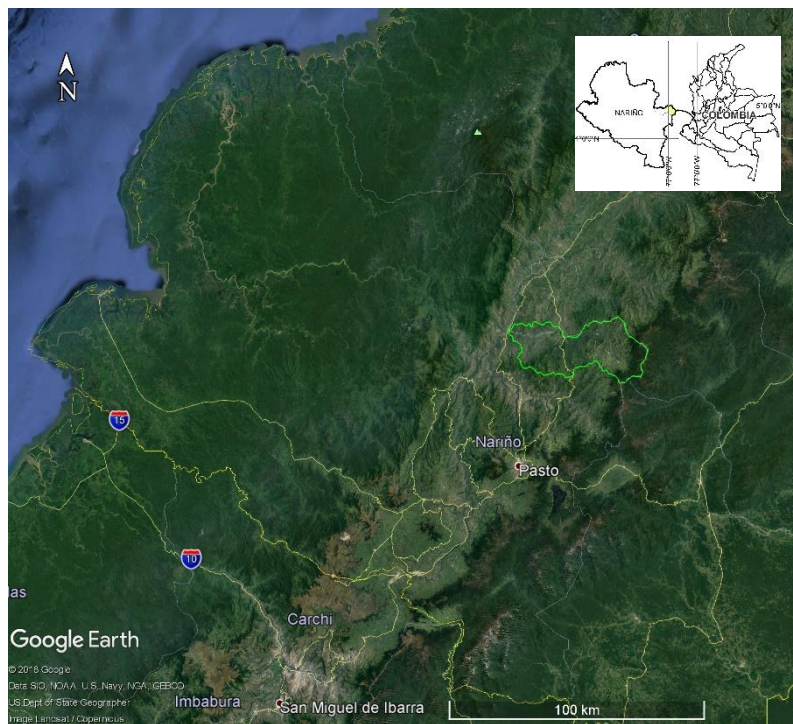


Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Mayo en el contexto departamental y nacional.

Fuente: El autor, 2019

De acuerdo a Corponariño y CONIF (2009), el 91% del área de la cuenca se encuentra en territorio nariñense, mientras que el 9% restante se ubica en el departamento del Cauca. Por otro lado, en

cuanto a la población, de acuerdo a las proyecciones del DANE (2005), en los diez municipios que conforman la cuenca, habitaría para el 2019 un total de 153.361 personas, sobresaliendo por su cantidad, municipios como La Unión (25.270 habitantes), Taminango (21.985 habitantes), San Lorenzo (20.403 habitantes) y Mercaderes (18.247 habitantes), municipios que se traslapan con la parte media y baja de la cuenca del Mayo. En cuanto a la cuenca alta, que corresponde al área de estudio de la presente investigación (figura 2), el DANE (2005) ha proyectado para el 2019 una población total cercana a los 35.414 habitantes, lo cual representa el 23,1% de la población total de la cuenca hidrográfica. De esta forma, en el municipio de La Cruz habita el 51,7% de la población de la cuenca alta, mientras que en San Pablo se distribuye el 48,3% restante.

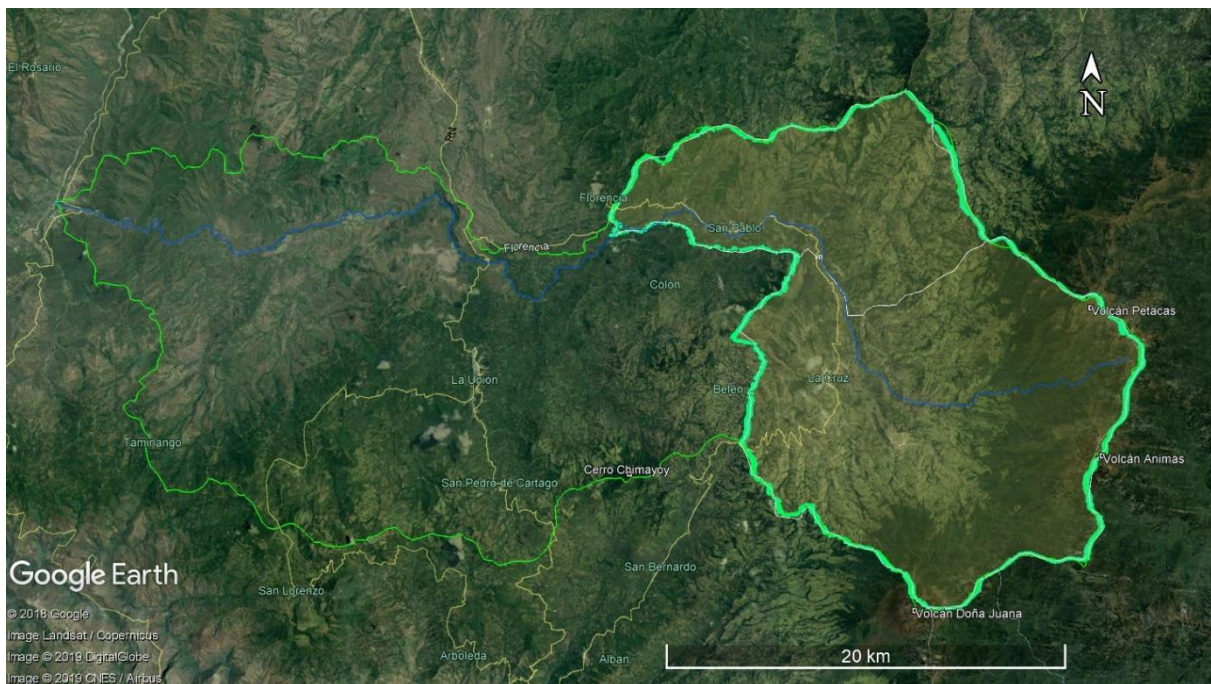


Figura 2. Ubicación de la cuenca alta del río Mayo en el contexto de la subzona hidrográfica.
Fuente: El autor, 2019

Político – administrativamente, la zona de estudio comprende la totalidad del municipio de La Cruz conformado por seis corregimientos: Cabuyales, Escandoy, La Estancia, San Rafael, San Gerardo y Tajumbina (Alcaldía de La Cruz, 2016). Del total del área de estudio, el municipio de La Cruz abarca el 68% (23.914 ha) de la cuenca alta del río Mayo. Así mismo, el municipio de San Pablo, hace parte del área de estudio, constituido por 4 corregimientos: Briceño, El Chilcal, La Chorrera y San Pablo Especial (Alcaldía de San Pablo, 2016). De este modo, San Pablo cubre el 32% de la superficie restante con un total de 11.125,4 ha.

Por otro lado desde el punto de vista físico biótico, la cuenca alta del río Mayo, que como se mencionó anteriormente se encuentra en el extremo oriental de la subzona hidrográfica, se caracteriza geológicamente por presentar formaciones predominantemente de origen ígneo volcánico entre las cuales sobresalen las intercalaciones de lavas y materiales piroclásticos de edad neógena (23 a 2,6 M.a.) así como flujos de lodo y piroclásticos del cuaternario (< 2.6 M.a.) los cuales están relacionados con la actividad reciente y subreciente de los complejos volcánicos que se localizan hacia el oriente y que corresponden a los volcanes Doña Juana, Ánimas y Petacas (Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear [Ingeominas] y Geoestudios, 2002). Según la misma fuente, otras formaciones geológicas que se localizan hacia la parte occidental del área de estudio se caracterizan por pertenecer a rocas sedimentarias del cretácico (145 a 66 M.a.) y paleozoico (541 a 252 M.a.)

Estas formaciones geológicas han dado lugar a un relieve montañoso con pendientes que varían de moderadas a fuertemente escarpadas debido a la disección hídrica y a la erosión general. Esto ha condicionado la evolución de relieves propios de paisaje de montaña donde predominan ambientes morfogenéticos de tipo fluvio – gravitacional y glacio – volcánico; encontrándose también mesas lomas y cañones que son geoformas propias e ambientes estructurales – erosionales típicos de paisajes de altiplanicie (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 2014). Dichas geoformas, cuyo origen se debe a la acumulación de materiales volcánicos y que posteriormente fueron fuertemente disectados se observan principalmente a lo largo del eje principal del valle – cañón del río Mayo, el cual posee una dirección, en esta zona, SE – NW.

En cuanto a las características hidroclimatológicas, el área de estudio que hace parte de la zona hidrográfica del río Patía se encuentra condicionada por el paso de la Zona de Convergencia Intertropical, la cual provoca dos períodos lluviosos durante el año (abril a mayo y octubre a noviembre con valores de lluvia anual que varían entre 1.200 a 1.600 mm (Narváez, 2010). Por otro lado, las temperaturas están influenciadas por la humedad y la variación altitudinal, razón por la cual, en el extremo occidental de la zona de estudio, que es el más bajo (1.400 a 1.500 m.s.n.m.), la temperatura media anual oscila entre los 20°C y 22°C, mientras que la parte oriental de la cuenca en donde se encuentra el cinturón de volcanes con una altitud máxima de 4.150 m.s.n.m., la

temperatura media anual está, en general, por debajo de los 6°C (Universidad de Nariño e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH], 2015).

Finalmente, respecto a la cobertura y el uso del suelo, tal como se analizará más adelante, el área de estudio se caracteriza por poseer un cinturón de vegetación natural en el extremo oriental de la cuenca justamente en la zona de alta montaña, en donde se destacan los ecosistemas de selva altoandino y páramos que corresponden al complejo de páramos Doña Juana – Chimayoy y que a la vez hacen parte (al menos una fracción de estos ecosistemas) del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel. (Figura 3).

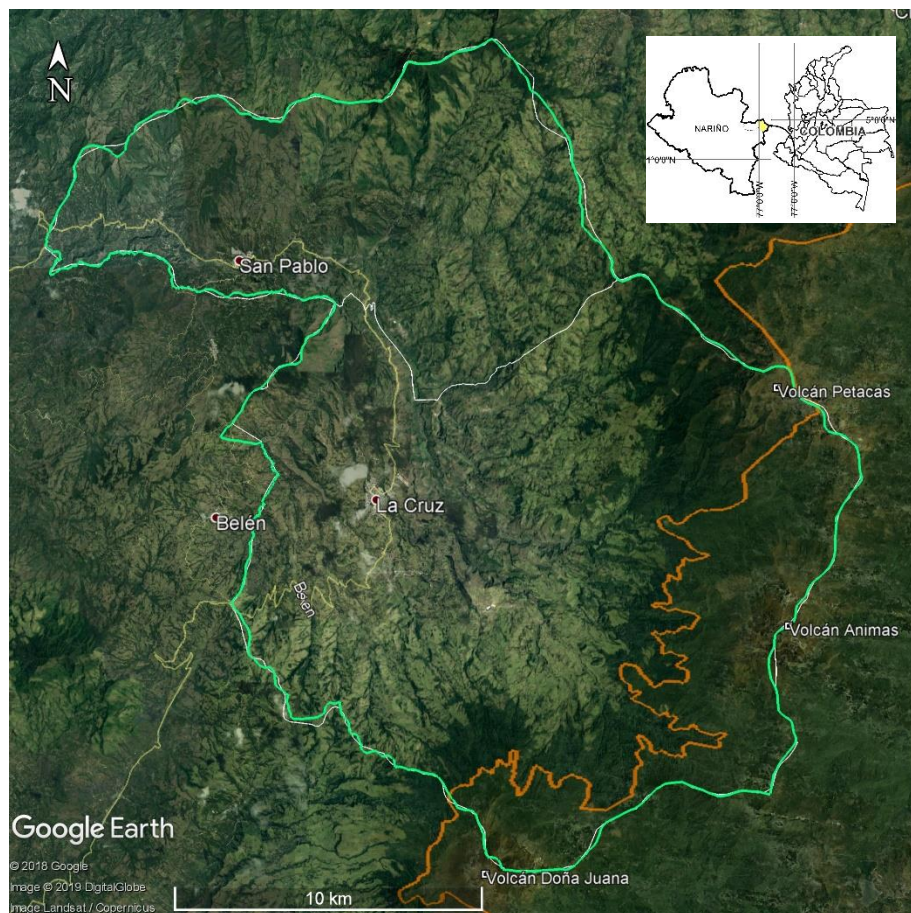


Figura 3. Área de estudio en el contexto municipal. La línea verde demarca la cuenca alta del río Mayo, mientras que las líneas blancas corresponden a la división municipal y la línea naranja indica el límite del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel.

Fuente: El autor, 2019

En contraste con lo anterior, hacia la parte central y occidental del área de estudio se observan extensas zonas de pastos y mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales que denotan la dominancia de la actividad agropecuaria en esta región sobresaliendo la ganadería especialmente en el municipio de La Cruz. Dichas áreas productivas se han establecido sobre un paisaje montañoso propio de esta zona localizada al nororiente del Nudo de los Pastos sobre la vertiente occidental de la cordillera Centro – Oriental.

6. Marco teórico

El fundamento teórico - conceptual de esta investigación se encuentra estructurado en seis aspectos relevantes: la cobertura de la tierra, el uso del suelo, las actividades y fronteras agropecuarias, las problemáticas ambientales, la deforestación y los procesos erosivos. Así entonces, resulta necesario precisar los fundamentos básicos y teóricos de estos conceptos con el fin de enmarcar el desarrollo y alcance de la descripción y análisis presentados posteriormente. Sin embargo, antes de abordar estos conceptos fundamentales es preciso contextualizar esta investigación respecto a otros estudios similares que se han llevado a cabo en el país.

El abordaje de las problemáticas ambientales en cuencas hidrográficas son supremamente diversos y abarcan aquellos estudios hechos a nivel macro para las grandes cuencas como la del Magdalena entre los que sobresalen los trabajos de Arteta, Moreno y De León (2015) acerca de la gestión ambiental en la cuenca teniendo en cuenta su estado actual; el estudio de Restrepo (2015) en el que se hace referencia al impacto de la deforestación en la erosión de la cuenca del Magdalena; y finalmente el proyecto del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del río grande de la Magdalena [CORMAGDALENA] (2007) donde se presenta un diagnóstico de la cobertura de la tierra y se establecen los principales problemas ambientales ligados a esta.

En escalas más detalladas son numerosos los trabajos que se han enfocado hacia la identificación o caracterización de los problemas o conflictos ambientales de cuencas hidrográficas o ríos. Entre estos se pueden mencionar los hechos por Plata e Ibarra (2016) sobre el estado ambiental de la cuenca bajo del río Manzanares en el departamento del Magdalena realizado a partir de la percepción local; el de Rincón-Ruiz, Lara, Castro y Rojas (2017) enfocado hacia los conflictos socioambientales y los servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy en el departamento del Meta; el trabajo de Leguizamón (2015) acerca de los conflictos ambientales y los movimientos sociales en la represa de Urrá; y la investigación de Güiza, Londoño y Rodríguez (2015) sobre los conflictos ambientales en la cuenca del río Bogotá, abordados desde el enfoque de la judicialización. En todos estos referentes existe un común denominador que está relacionado con el análisis multitemporal de los fenómenos estudiados, lo cual permite establecer las causas y

factores de los problemas o conflictos ambientales identificados.

Por último, antes de abordar los conceptos centrales de la investigación, es importante mencionar que la identificación y análisis de las problemáticas ambientales en una cuenca hidrográfica es un aspecto esencial en los planes de ordenamiento de dichas cuencas conocidos como POMCH. En consecuencia para el departamento de Nariño existen varios POMCH que se han elaborado durante la última década, entre los cuales se destacan los del río Mayo (Corponariño y CONIF, 2009), Guáitara (Corponariño, 2017) y Juanambú (Corponariño, 2015). En todos estos se abordan, de manera general, temas relacionados con coberturas de la tierra, usos del suelo, conflictos de uso, diagnósticos físico-bióticos y socioeconómicos, problemas ambientales y servicios ecosistémicos direccionados hacia el establecimiento de planes y estrategias de uso y ocupación del territorio de cada cuenca.

6.1 La cobertura de la tierra y su clasificación

La cobertura de la tierra es un aspecto geográfico que está directamente relacionado con las actividades humanas y las características naturales de un lugar. Existen varias aproximaciones teóricas, sin embargo no fue sino hasta finales del siglo XX cuando el tema empezó a trabajarse de manera específica como un elemento indispensable para la planificación del territorio. Así entonces, de acuerdo a Nunes (2005) entre varias naciones europeas se llevó a cabo el primer proyecto continental para desarrollar una metodología común para la caracterización de la cobertura de la tierra, conocida como CLC 1990 por sus siglas en inglés (Corine Land Cover). Posteriormente, según la misma autora, se generó el proyecto CLC 2000 para el cual se tuvo en cuenta las necesidades de los usuarios de la información, y en especial de las autoridades nacionales que requerían este tipo de datos para soportar sus políticas.

En términos generales el concepto de cobertura de la tierra o cobertura del suelo es bastante claro y simple. Di Gregorio y Jansen (1998) la conciben como “la cobertura (bio) física observada de la superficie de la tierra” (p.3). Retomando este trabajo y de manera posterior, Di Gregorio (2005) afirma que “existen clasificaciones y leyendas que confunden (la cobertura de la tierra) con el uso del suelo” (p.1), de ahí que sea necesario definir de manera precisa tanto uno como el otro concepto. De forma complementaria, Melo (2003) citado por Melo y Camacho (2005) establecen que el

“levantamiento de cobertura y uso de la tierra puede ser definido como la obtención, análisis y clasificación de los diferentes tipos de cobertura y usos asociados” (p.59). Posteriormente Di Gregorio (2016) complementa su definición, afirmando que la cobertura de la tierra es “una síntesis de muchos procesos que tienen lugar sobre el suelo” (p.1), lo cual, según el mismo autor, es un reflejo de la ocupación y transformación, así como de varios procesos naturales y modificaciones artificiales.

En este mismo sentido, Melo y Camacho (2005) consideran que la cobertura de la tierra se encuentra conformada por diversos tipos de “objetos” tales como la vegetación, los suelos, el agua, entre otros. Esta afirmación podría complementarse teniendo en cuenta que la cobertura de la tierra no solamente se refiere aspectos o características naturales, sino también artificiales, tales como la infraestructura y edificaciones construidas por el hombre, así como las áreas de producción, dentro de las cuales se encuentran los cultivos, los pastos para ganadería, las áreas mineras o la infraestructura ligada a la pesca, entre otros. Y en este mismo orden de ideas, se encuentran definiciones muy similares de la cobertura de la tierra expresadas por Van der Hammen (1992), Corporación Autónoma Regional del Cauca (2003) y Doorenbos y Kassam citados por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO, 1993). Estos últimos afirman, además, que la cobertura de la tierra tiene que ver con aquellas “características y propiedades de la superficie” (p.45) lo cual incluye atributos de la biósfera, la hidrología, y las actividades humanas.

Para Colombia aunque se han hecho estudios de cobertura en diferentes escalas de trabajo, desde mediados del siglo XX, sobresale el elaborado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (IGAC e CORPOICA, 2002) en el cual se reconoce que la cobertura de la tierra y el uso del suelo poseen diferencias conceptuales importantes, no obstante consideran que el uso del suelo puede ser definido a partir del análisis de las coberturas de la tierra, razón por la cual (además) resultan ser aspectos claves para los procesos de ordenamiento territorial y planificación del territorio.

Dado que el concepto de cobertura de la tierra, está ligado con la clasificación de la misma, es de anotar que dichos sistemas de organización han evolucionado notablemente en las últimas décadas. De esta manera, Melo y Camacho (2005) sintetizan y destacan varias metodologías de clasificación

tales como las propuestas por la Unión Geográfica Internacional en 1930; la del Servicio Geológico de los Estados Unidos generada en 1976; los sistemas de clasificación del antiguo International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation (ITC por sus siglas en inglés) a finales del siglo XX; el sistema propuesto por el Centro de Investigación y Desarrollo de Información Geográfica (CIAF) que hace parte del IGAC, y que se utilizó principalmente durante la década de los 90's en Colombia; y finalmente la clasificación de cobertura construida por la Subdirección de Agrología del IGAC que se propuso en el 2001.

En cuanto a la clasificación de la cobertura de la tierra a nivel mundial, existen dos metodologías que actualmente están siendo ampliamente utilizadas: CORINE Land Cover (CLC) que corresponde a una iniciativa surgida en la Unión Europea a finales de los 80's (European Environment Agency [EEA], 1995) y Land Cover Classification System (LCCS) v3 que es una metodología propuesta por la FAO y que se socializó a finales de los 90's (Di Gregorio y Jansen, 1998). De este modo, la metodología CORINE Land Cover, que por sus siglas en inglés se traduce como “Coordinación de la información sobre el ambiente” (Coordination of information on the environment) surgió como un programa que, según la EEA (1995) tiene tres objetivos: 1) compilar la información sobre el estado del ambiente en los Estados de la comunidad europea, 2) coordinar la compilación y organización de la información en dichos Estados y 3) asegurar que los datos sean confiables y compatibles. Se observa entonces, cómo la CLC constituye un esfuerzo continental para homogenizar los diversos estudios que cada país europeo realizaba en cuanto a la clasificación de las coberturas (y por ende del uso del suelo) y que representan insumos fundamentales para los procesos de ordenamiento territorial e identificación de las problemáticas ambientales.

Esta metodología fue reconocida en Colombia en los primeros años del presente milenio, de tal forma que el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) y la Corporación Autónoma Regional del río grande de la Magdalena (CORMAGDALENA) unieron esfuerzos en el año 2007 y adaptaron la metodología utilizada en Europa a las necesidades y características de Colombia (IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA, 2007). Dicho ejercicio de adaptación se realizó en escala 1:100.000 para toda la cuenca del río Magdalena (incluyendo la cuenca del río Cauca).

Lo esencial en dicha aproximación metodológica para caracterizar la cobertura de la tierra está relacionado con los atributos de las coberturas, los cuales hacen que se clasifiquen, inicialmente en cinco grandes grupos: territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua. Cada una de estas tipologías, a su vez se encuentra subdivida en otros niveles jerárquicos inferiores en los cuales se va detallando la información acerca de la cobertura de la tierra. Posteriormente, el IDEAM (2010) hizo una revisión de la metodología y propuso la leyenda nacional de cobertura de la tierra, en la cual se definió una mayor cantidad de subniveles, lo cual permite que la clasificación de coberturas de la tierra pueda elaborarse incluso a escalas cartográficas tan detalladas como 1:25.000. De manera complementaria, es importante anotar que esta propuesta metodológica, no solo se encuentra direccionada a la caracterización de la cobertura de la tierra, sino también a la identificación de los cambios, lo cual implica un análisis multitemporal de coberturas en un área determinada. Por supuesto, los aspectos metodológicos relevantes de esta metodología se abordan en el capítulo correspondiente, más adelante, ya que tanto la clasificación de coberturas en el área de estudio, como la identificación de la dinámica de la frontera agropecuaria se realizaron basándose en la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia.

Por otro lado, en cuanto a la metodología Land Cover Classification System (LCCS) propuesta por la FAO y que es descrita por Di Gregorio y Jansen (1998) es de destacar que la clasificación de la cobertura es considerada como “una representación abstracta de la situación en el campo, usando adecuados criterios de diagnóstico” (p.3). De esta manera, en la versión 1 de esta metodología se establecieron dos grandes grupos: áreas con vegetación y sin vegetación. A partir de este nivel se avanzó hacia un tercer nivel de diferenciación en el cual se establecieron ocho grandes grupos de coberturas: 1) áreas terrestres cultivadas y manejadas, 2) vegetación natural y seminatural, 3) áreas acuáticas cultivadas y regularmente inundadas, 4) vegetación acuática natural y seminatural o regularmente inundadas, 5) superficies artificiales y áreas asociadas, 6) áreas desnudas, 7) cuerpos de agua artificiales, hielo y nieve y finalmente 8) cuerpos de agua naturales, hielo y nieve. Posteriormente, en el 2016 dicha jerarquización fue ajustada teniendo en cuenta diversos criterios de clasificación, estableciéndose según Di Gregorio (2016) los siguientes tipos: 1) vegetación leñosa (árboles), 2) vegetación herbácea, 3) líquenes y musgos, 4) algas, 5) superficies construidas lineales, 6) superficies construidas no lineales, 7) depósitos, 8) áreas de extracción, 9) rocas

desnudas y fragmentos desnudos, 10) suelos duros, 11) cuerpos de agua, 12) nieve y 13) hielo.

Las formas de clasificación de la cobertura de la tierra, en función de las dos metodologías anteriormente nombradas, son diversas y el uso de una u otra depende de tres aspectos: la finalidad, la escala y el alcance técnico de un tipo de estudio en particular. Por esa razón no se considera que una u otra metodología sea más adecuada, pues su uso depende en gran medida de los tres aspectos previamente nombrados. No obstante lo anterior, si se tiene en cuenta que la metodología CLC ya ha sido adaptada para Colombia y que en la actualidad su propuesta de clasificación de la cobertura terrestre es la de más amplia aceptación, difusión y uso, se ha considerado pertinente utilizarla para cumplir con los propósitos de la presente investigación.

6.2 El uso del suelo

Como se dijo anteriormente, frecuentemente se confunde el uso del suelo con la cobertura de la tierra, sin embargo evidentemente hace referencia a un atributo muy diferente aunque estrechamente relacionado. El concepto como tal hace alusión a las actividades humanas que implican la utilización de la superficie terrestre o de sus recursos. Así lo confirma Vink (como se citó en Melo y Camacho, 2005) quien indica que el uso del suelo se refiere al empleo o aprovechamiento que de manera cíclica o permanente se hace por parte del hombre de los diferentes tipos de cobertura. Agrega, que dichos usos están encaminados a satisfacer sus necesidades materiales o espirituales.

En este orden de ideas, necesariamente el uso del suelo está relacionado con la cobertura y de hecho, el uso puede inferirse a partir de los tipos de cobertura, por ejemplo: el uso agrícola se asocia a una cobertura de cultivos, el pecuario o ganadero a una de pastos, el agropecuario está relacionado con una cobertura de mosaicos de pastos y cultivos y el forestal a un área de bosques o plantaciones forestales, entre otros. Esta asociación entre cobertura y uso, como lo afirma Melo y Camacho (2005) es el “resultado de la interrelación entre los factores físicos o naturales (atributos de tierra) y los factores culturales o humanos. De tal manera que el uso es la respuesta de la acción del hombre sobre la tierra” (p.60).

Las continuas imprecisiones que existen en la literatura y en el lenguaje técnico común en cuanto

a los conceptos de uso y cobertura, también han sido tema de interés para organismos como la FAO (2005) quien resalta que el uso del suelo se refiere al propósito socioeconómico de la tierra, el cual puede estar direccionado a lo residencial, comercial, industrial, agropecuario, recreacional o de conservación entre otros. La misma fuente señala que esta definición es muy diferente a la cobertura, la cual debería entenderse como la descripción de la vegetación y de los elementos antrópicos sobre esta. Según esto, la definición de cobertura, tal como se abordó anteriormente entra en franca contradicción con otras concepciones de la cobertura, en las que se consideran que las áreas de afloramientos rocosos, suelos desnudos y superficies de agua también son parte de las categorías de cobertura de la tierra.

En el ámbito colombiano, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (DANE e IGAC, 2005) consideran que el uso de la tierra se encuentra condicionado por las características externas de los suelos tales como la topografía, la disponibilidad del agua, el clima y la vegetación. Igualmente, dicho uso, según los mismos autores está condicionado por las características internas edáficas tales como la profundidad efectiva, la textura, la fertilidad y la retención de humedad. Todo esto junto con diversas características económicas, sociales y culturales definen el uso y aprovechamiento que se le da al recurso tierra. Obviamente esta concepción evidencia un fuerte sesgo físico de tipo edafológico que influye sobre la definición del uso de la tierra, no obstante dicha perspectiva ha sido muy tradicional en instituciones como el IGAC.

No obstante, una definición menos sesgada y un poco más integral es propuesta por Santiago (2005) quien sostiene que el uso de la tierra es “el resultado de la interacción del hombre y su entorno con la finalidad de satisfacer sus necesidades, en un momento dado, por tanto, está estrechamente relacionado con el clima, pendiente, suelos y la actividad humana, generándose un mosaico de usos. De allí que su análisis resulte primordial en un estudio de uso potencial, logrando visualizar conflictos y conformidades, que se traducen en limitantes y potencialidades” (p.73). De hecho, el mismo autor, basándose en lo propuesto por Flores (1981) y Guerrero (1993) como se citó en Santiago (2005) explica que existen dos enfoques para elaborar análisis de uso del suelo: el formal y el funcional.

Según la síntesis elaborada por Santiago, en el enfoque formal los usos del suelo son discriminados de acuerdo al tipo de cobertura y a la permanencia que éstos tengan en el área de trabajo; mientras que en el enfoque funcional el uso es el resultado de la aplicación de diversos aspectos técnicos de carácter socioeconómico, cultural e histórico, bajo ciertas condiciones naturales. De esta manera para realizar un análisis de tipo funcional se requiere levantar directamente en campo la información que permite caracterizar cada tipología de uso a través de una serie de indicadores mediante el método de la encuesta. En el caso de la presente investigación, y teniendo en cuenta que la caracterización del uso del suelo se fundamenta en la identificación y descripción inicial de la cobertura de la tierra, se puede inferir que el enfoque utilizado corresponde al formal, entre otras cosas porque el área de estudio es significativamente extensa.

Finalmente, como lo establece la FAO (1993) las sociedades mundiales requieren cada vez más de áreas que deben ser destinadas a la producción agropecuaria y forestal, el turismo, la conservación y el crecimiento urbano, razón por la cual resulta fundamental conocer las potencialidades y limitantes tanto del suelo como de los recursos principalmente hídricos. En consecuencia, la planificación del uso del suelo permite realizar una evaluación sistemática de estos elementos con el fin de adoptar las mejores opciones de uso del suelo teniendo en cuenta las condiciones sociales, económicas y ambientales. En este contexto, según la misma organización, se esperaría que ese “mejor uso” del suelo sea económicamente viable, socialmente aceptado y ambientalmente sostenible. Ahora bien, aunque la presente investigación no está direccionada hacia la planificación del uso del suelo en la cuenca alta del río Mayo, los resultados expresados en esta tanto en la caracterización de la cobertura y del uso del suelo, como en la identificación de las problemáticas ambientales si constituyen insumos que pueden orientar los procesos de uso y ocupación del territorio en los dos municipios que poseen jurisdicción sobre el área de trabajo.

6.3 Las actividades agropecuarias

De manera general se entiende por actividades agropecuarias la integración de la agricultura y la ganadería, al respecto el IGAC (2008) así como Astudillo y Paniagua (2012) coinciden en afirmar que en este sector de la economía se obtienen los recursos directamente de la naturaleza y no implica, inicialmente, ningún tipo de transformación. Así entonces, actividades como la agricultura, la ganadería, la explotación forestal e incluso la caza y la pesca serían parte de dicho

renglón.

Dependiendo de ciertas condiciones, la actividad agropecuaria puede clasificarse según su intensidad, espacialidad o producción, entre otras categorías. De esta manera, para Latinoamérica tiende a aceptarse un tipo de clasificación, principalmente de la agricultura, basada en el nivel tecnológico, tal como lo afirma Minagri-Psem (como se citó en Ministerio del Ambiente, 2013). Así entonces, se encuentran producciones de subsistencia, familiar de pequeños negocios rurales, producción comercial (de pequeños y medianos productores), agricultura o ganadería intensiva y agroindustria (agroexportación). En este contexto, es claro que en muchas áreas de la región andina colombiana y especialmente de las zonas rurales nariñenses se observan predominantemente unidades productivas de subsistencia y de pequeños negocios rurales.

En el entorno local, otros autores como Escobar y Berdegú (1990) proponen diversos indicadores para clasificar los sistemas de producción rurales, entre estos se destacan el tamaño de la finca, los niveles de capitalización, la mano de obra, los sistemas productivos, la intensificación tecnológica, la tenencia de la tierra, el tipo y grado de articulación con los mercados, la composición del ingreso familiar, la capacidad de gestión, la calidad del suelo (agroecología) y la localización geográfica. Evidentemente estos indicadores generarían una gama muy variada de posibilidades de tipificación de la producción agropecuaria, razón por la cual se requiere (desde el punto de vista metodológico) la compilación de información confiable y detallada que permita clasificar y caracterizar los diversos tipos de producción agropecuaria que se pueden derivar de la articulación de estos indicadores, para estudios de alta resolución. En un sentido similar, la FAO (1998) propone una clasificación mucho más general, abriendo la posibilidad a tres tipos de producción: las explotaciones empresariales, las explotaciones ligadas a la unidad doméstica y otras categorías de explotación. En este orden de ideas, para el área de estudio se observa un dominio de generalizado de las explotaciones agropecuarias ligadas a la unidad doméstica con diversos tipos de propiedad o tenencia de la tierra.

No obstante estas formas de producción agropecuarias de tipo campesino están enmarcadas en un contexto que al decir de Astudillo y Paniagua (2012) se caracteriza por una empleabilidad temporal, donde aún existe una gran cantidad de productores que dependen de la estacionalidad climática

para programar sus tiempos de siembra y cosecha. El mismo autor señala que, además de los recursos mineros, la producción de los países subdesarrollados se centra fundamentalmente en la agricultura y que esta se desarrolla a modo de subsistencia por parte de muchas comunidades campesinas así como otra parte se destina a la exportación, generalmente enfocada en pocos productos.

Más allá de la precariedad de este tipo de producción agropecuaria de tipo familiar o de pequeños propietarios, la FAO (2019) estima que alrededor del mundo existen cerca de 1.300 millones de personas minifundistas y trabajadores agrarios ligados a este nivel de producción. De hecho, según la misma fuente, nueve de cada diez operaciones estarían siendo administradas por familias y el 80% de los alimentos serían producidos en granjas familiares administradas y operadas principalmente por la mano de obra doméstica. Algo similar ocurre con la actividad ganadera en los países subdesarrollados, de la cual dependen 1.700 millones de personas en el mundo que viven en condiciones de pobreza y se considera que este sector en especial contribuye en la reducción de dicha pobreza, reconociendo también que es uno de los renglones de producción con más rápido crecimiento (FAO, 2019). Dichas características que se destacan a nivel global también son observables a nivel local en el área de estudio, tal como se describirá más adelante.

Otro aspecto que es necesario abordar en cuanto a las actividades agropecuarias, tiene que ver con el uso del suelo. Para analizar las características, condiciones y problemáticas de las actividades agropecuarias, definitivamente es importante vincularlas con su manifestación en el paisaje rural y que corresponde al uso del suelo agropecuario. Así entonces, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi y la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios (IGAC y UPRA, 2015) sostienen que el sector agropecuario incluye aquellos usos asociados a actividades agrícolas, acuícolas, pecuarias y forestales comerciales, razón por la cual se identifican a través de los mapas de cobertura de la tierra, centrándose principalmente en las coberturas de territorios agrícolas, definidas en la leyenda nacional de coberturas de la tierra propuesta por el IDEAM (2010).

De esta manera, el IGAC y UPRA (2015) proponen dividir los usos agropecuarios en dos: agrícola y pecuario. En consecuencia, los usos propios de las actividades agrícolas se desarrollan en “tierras

que tienen una funcionalidad de laboreo agrícola, en terrenos que han sido transformados y ocupados para la producción de cultivos y cuyo objetivo es satisfacer las necesidades alimentarias, comerciales agrícolas y agroindustriales” (p.79). De forma complementaria, los mismos autores definen el uso pecuario como aquel que se desarrolla en “tierras dedicadas a la cría de animales o a la ganadería” (p.87). Esto conlleva a tipificar la ganadería en función de las especies tales como la bovina (reses), equina (caballos), ovina (ovejas) y caprina (cabras), entre otras.

Finalmente otros aspectos de particular relevancia en cuanto a las actividades agropecuarias corresponden a la propiedad y el tamaño de los predios rurales dedicados a este tipo de producción. Dichos aspectos son muy diversos no solo a nivel mundial sino especialmente en Colombia, donde la distribución de la tierra se caracteriza por ser bastante inequitativa. En este contexto y teniendo en cuenta lo establecido por la UPRA (2018a), llaman la atención diversos estadísticos acerca de la propiedad y el tamaño de la tierra en Nariño. El departamento junto a Cauca, Caldas, Quindío y Risaralda se caracteriza por tamaños de propiedad bajos, acercándose a una mediana de 0,81 ha, la cual corresponde a uno de los valores de superficie de predios más pequeños de la región andina colombiana. Esto por supuesto, es inversamente proporcional al número de predios y propietarios, y según la misma fuente, el departamento de Nariño, al igual que Boyacá y Cundinamarca posee los mayores valores porcentuales de propietarios y predios rurales privados dedicados a la producción agropecuaria en Colombia.

Además, el estudio de la UPRA (2018a) provee otras estadísticas que enmarcan la producción agropecuaria en Colombia y también en Nariño destacando los siguientes aspectos:

- El índice de Gini para Nariño es de 0,826, valor que está por encima de la media nacional y que sugiere una alta desigualdad en la distribución de la propiedad.
- Nariño ocupa el primer lugar en cuanto a los departamentos con el mayor porcentaje de predios por debajo de la Unidad Agrícola Familiar (UAF). Dicho valor equivale al 95,34% de los predios, lo que evidencia la dominancia del minifundio en el área.
- El fraccionamiento predial definido por Massiris (2015) como la “subdivisión formal o informal de predios rurales por debajo del área mínima establecida por la legislación agraria (...) que permite el sostenimiento, capitalización y generación de ingresos de

una familia” (p.175) constituye un elemento de análisis muy importante en este caso, puesto que Nariño es el tercer departamento con el mayor número de predios con señales de fraccionamiento después de Cundinamarca y Boyacá.

De esta manera se evidencia que las actividades agropecuarias, si bien pueden caracterizarse principalmente por el uso del suelo y la producción poseen también una serie de indicadores socioeconómicos que son intrínsecos al desarrollo de estas y que, en departamentos como Nariño, dichos indicadores se encuentran relacionados con niveles precarios de productividad y de condiciones de vida, algo que también caracteriza a la región nororiental del departamento.

6.4 La frontera agropecuaria

Este concepto no es reciente, desde la década de los 80’s y principalmente en los 90’s existían varios autores, principalmente biólogos que lo abordaban con el propósito de definir aquellos corredores o franjas que separaban la vegetación boscosa y arbustiva de los campos de cultivos. (Villasenor, 1993 y Hutto, 1995)

De manera más reciente, en el contexto colombiano, es la UPRA (2018b) quien define explícitamente la frontera agrícola como:

el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las áreas condicionadas y las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica, y las demás áreas en las que las actividades agropecuarias están excluidas por mandato de la ley. (p.26)

De forma similar, González et al (2018) se refieren a la expansión de la frontera agropecuaria como la “transformación de la cobertura boscosa hacia actividades agrícolas (transitorias o permanentes) y pecuarias (generalmente ganado bovino)” (p.42). En la misma vía, aseguran que dicha expansión, responsable en gran medida de los procesos y eventos de deforestación en Colombia, está vinculada con la agricultura y la ganadería tradicional, los cultivos industriales, los cultivos de uso ilícito (especialmente de la coca y la amapola) y la praderización.

Aunque los conceptos frontera agrícola y frontera agropecuaria suelen utilizarse indiscriminadamente, y es más común el uso del término frontera agrícola, se considera que, dada la amplitud y diversidad de los procesos vinculados a este concepto, es preferible referirse a la “frontera agropecuaria” puesto que abarca un espectro más amplio de actividades productivas responsables de su dinamismo. Así entonces, recogiendo lo planteado por la UPRA (2018b) y González et al (2018) es importante resaltar las cualidades dinámicas de la frontera agropecuaria, lo cual implica que se presentan cambios espacio temporales en ella, vinculados preferencialmente con la ampliación de las áreas destinadas a las actividades agropecuarias. De este modo, son la ganadería y la agricultura (incluyendo los cultivos de uso ilícito) las causas más sobresalientes de la variación de la frontera agropecuaria, que como se analizará más adelante, tiene características muy particulares en su corrimiento altitudinal dentro de la región andina colombiana y nariñense. Al respecto, Fajardo (2006) afirma que las políticas y modelos económicos impulsados por el Estado colombiano son las responsables del incremento de las áreas agropecuarias, incorporando nuevas tierras de producción, proceso dentro del cual sobresale la actividad ganadera.

Pero además de estas aproximaciones conceptuales, González et al (2011) han identificado los actores, que son los directamente responsables de la dinámica en la frontera agropecuaria, estos se agrupan para el caso de Colombia, en tres tipos: agricultores, ganaderos y actores armados. Al mismo tiempo establecen tres consecuencias generales relacionadas con: 1) la expansión de las superficies destinadas a cultivos, 2) la expansión de las áreas ganaderas y 3) la ampliación de las zonas de colonización. En este contexto, otros autores como Kaimowitz y Angelsen (1998); Geist y Lambin (2001) y Geist y Lambin (2002) (como se citó en González et al 2011) vinculan la expansión de la frontera agropecuaria con los procesos de deforestación y en ese sentido dichos autores llaman la atención sobre varias causas subyacentes al corrimiento de la frontera agropecuaria en Colombia, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Consolidación de la urbanización impulsada por la industrialización de las grandes urbes.
- Saturación de tierras de pequeños propietarios principalmente en la región andina.
- Incremento en la migración a las zonas de frontera de los bosques ubicados en las tierras bajas de la amazonia y del piedemonte.

- Crecimiento del narcotráfico, vinculado al aumento en las áreas dedicadas a cultivos de uso ilícito y asociado al incremento regional del conflicto armado.
- Distribución desigual en cuanto a la tenencia de la tierra.
- Políticas ambientales débiles y políticas económicas parcializadas a un limitado número de productos agropecuarios.

Adicionalmente se puede afirmar que la ampliación de la frontera agropecuaria está relacionada con una serie de condiciones socioeconómicas precarias que caracterizan a las comunidades rurales, a lo cual se suma una débil presencia de mecanismos institucionales que permitan un control eficiente de fenómenos tan agresivos como la deforestación ligada a la extracción de madera y leña, la producción de carbón vegetal y la ampliación de las áreas dedicadas a las actividades agropecuarias (tanto minifundistas como latifundistas).

Desde el punto de vista metodológico, una forma de establecer y caracterizar la dinámica de la frontera agropecuaria es a través de un análisis de cambios la cobertura en un período dado. Al respecto, Nunes (2005) determina que dichos cambios logran identificarse al comparar la cobertura de la tierra en dos años o temporalidades diferentes y por lo tanto, teniendo en cuenta los aspectos técnicos de la metodología CORINE Land Cover, existen varias posibilidades de cambios entre las cuales se encuentran las siguientes:

- Cambio de una cobertura a otra diferente
- Incremento o expansión del área correspondiente a la cobertura inicial
- Disminución o reducción del área correspondiente a la cobertura inicial
- Desaparición total de la cobertura inicial
- Aparición de una cobertura nueva

Esto resulta fundamental comprender, puesto que la dinámica de la frontera agropecuaria implica cambios en las coberturas naturales y no naturales, las cuales están representadas principalmente por los bosques y áreas seminaturales en el primer caso, y por los territorios agrícolas en el segundo. Y será a partir de la identificación de estos cambios que se podrá establecer y analizar la dinámica de la frontera agropecuaria en el área de estudio.

6.5 Las problemáticas ambientales

De forma general se considera que los problemas ambientales son problemas del desarrollo y que lo ideal sería llegar a conciliar el crecimiento económico con la posibilidad de renovar los recursos naturales a corto, mediano y largo plazo (Sánchez-Pérez, 2002). Dentro de esta postura, se asume que la degradación del ambiente tiene implicaciones sociales, políticas y económicas. En esta definición, se hace alusión también al concepto de desarrollo sustentable, a través del cual se reclama por la necesidad de mitigar los impactos ambientales de las actividades humanas, con una perspectiva de largo plazo en la cual no se comprometan o se afecten negativamente las posibilidades de supervivencia de la sociedad. El mismo autor señala que respecto a la concepción de problema ambiental o más precisamente la de problema del medio ambiente

evolucionó de forma acelerada en los setenta y ochenta, llegando a su momento culminante en la reunión de río de 1992... Hasta la década de los setenta, el problema del deterioro del medio ambiente era visto en el mundo como un problema fundamentalmente de contaminación física al que se le deberían dar soluciones técnicas y no se relacionaba con los problemas del desarrollo. (p.87)

El tema ambiental y específicamente el de los problemas ambientales termina siendo de interés global, así lo manifiesta también Hoel (1991) cuando afirma que cada país tiene su propia contribución a los problemas ambientales globales por más pequeña que esta sea y que por lo tanto, para solucionar o mitigar dichos problemas se requiere de la acción coordinada entre los países del mundo. Quizás uno de los más claros ejemplos de dicha afirmación es el calentamiento global y los efectos del cambio climático, puesto que todos los países del mundo contribuyen en las emisiones que han reforzado el efecto invernadero desencadenando con ello el calentamiento global. A su vez dicho calentamiento ha provocado cambios en el clima del planeta dando lugar a una serie de transformaciones en las interacciones entre las comunidades y su entorno (problemas ambientales). ¿Cómo mitigar los efectos del calentamiento global y del cambio climático? Pues la respuesta a dicha pregunta no es responsabilidad únicamente de los países que mayores emisiones generan, sino de toda la humanidad, puesto que los efectos del cambio climático no se distribuyen en función de la cantidad de gases efecto invernadero emitidos, sino alrededor de todo el globo

afectando, incluso a aquellos países que en menor medida contribuyen al reforzamiento del efecto invernadero. De hecho, la idea de acciones conjuntas para afrontar los problemas ambientales de escala global o continental cobró fuerza con la declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Organización de las Naciones Unidas, 1992) cuando se estableció en el principio 7 que

Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. (p.2)

No obstante, las Naciones Unidas ya habían llamado la atención cinco años antes, acerca de la situación de crisis ambiental que afectaba al planeta. A través del informe titulado “Nuestro futuro común” o más conocido como el “Informe Brundtland” se hizo énfasis en la existencia de tendencias que amenazaban la vida de muchas especies incluyendo la humana, resaltando que eran preocupantes los procesos de desertificación, deforestación, contaminación por hidrocarburos que conllevaba al reforzamiento del efecto invernadero, destrucción de la capa de ozono y contaminación del aire y el agua. (United Nations, 1987). En el mismo informe se establecía que resultaba imposible separar los aspectos propios del desarrollo económico de los inherentes a los problemas ambientales circunstancia bajo la cual se cimentaría la necesidad de implementar a escala global lo que se llamó desde ese entonces, desarrollo sustentable.

En el contexto colombiano, y en especial en el marco jurídico nacional, los problemas ambientales se empezaron a abordar con cierta insistencia a partir de la Ley 99 de 1993 (Congreso de Colombia, 1993) pero bajo la concepción de “degradación ambiental” haciendo alusión a todos aquellos procesos de origen antrópico que afectaban o impactaban sobre el “medio ambiente”. Claramente, esta norma fue el resultado de la presión que desde diversas orillas se estaba haciendo en el país para posicionar el tema ambiental en la agenda legislativa, lo cual tuvo eco una vez que la misma Organización de las Naciones Unidas hizo la declaración de Río justamente un año antes.

Más recientemente el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH] conjuntamente con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

[IDEAM], el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann [IIAP], el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés [INVEMAR] y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas [SINCHI], (2011) consideran que las problemáticas ambientales “se han convertido en un desafío que reclama constantemente acciones viables y decisiones adecuadas que promuevan una perfecta armonía entre el ambiente y la producción económica del país” (p.27). Los mismos autores expresan la necesidad de analizar las problemáticas ambientales teniendo en cuenta cuatro aspectos: el estado, la presión, la respuesta y las proyecciones. El primer paso es la identificación y la caracterización de las problemáticas ambientales asociadas a un conjunto de actividades o situaciones, que como en el caso del presente estudio, se conectan a las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo.

6.6 La deforestación

De forma general Armenteras et al. (2018) consideran que las causas directas de la deforestación están relacionadas con las actividades humanas que se originan en los diversos usos del suelo que terminan afectando la cobertura forestal bien sea a través del aprovechamiento del recurso arbóreo o mediante su eliminación para dar lugar a otros tipos de usos como los agropecuarios por ejemplo. Así mismo, afirman que dichas causas agrupan variables tanto sociales como políticas, económicas, tecnológicas y culturales que afectan a las coberturas boscosas en diversas escalas. En un sentido parecido, Simula (2009), Sasaki et al. (2011) y Budiharta et al. (2014) como se citó en Armenteras, Retana, Espelta y González (2016) consideran que la deforestación y la degradación de los bosques son las principales causas de la pérdida de biodiversidad, así como del incremento de las emisiones de carbono y otros gases de efecto invernadero.

Armenteras, Retana, Espelta y González (2016) afirman que la deforestación es “la disminución de la cubierta de bosques... resultado, en Latinoamérica, de la expansión de la frontera agrícola, la tala ilegal, los incendios forestales y agropecuarios, los proyectos de infraestructuras y la extracción de minerales” (p.10). Advierten que existen importantes diferencias entre la deforestación y la degradación de los bosques, pues en este último fenómeno los bosques “pierden o reducen su capacidad para proveer servicios ecosistémicos o sufren cambios mayores en su composición de especies, provocando afectaciones a nivel social, cultural y ecológico” (Sasaki y Putz [2009] como se citó en Armenteras, Retana, Espelta y González [2016], p.10). Esto significa que mientras la

deforestación se mide por la existencia o no del bosque, la degradación puede ocurrir sin que dicha pérdida de bosque sea necesariamente perceptible, razón por la cual es un proceso más difícil de identificar y caracterizar.

La deforestación en Colombia posee unas causas plenamente identificadas y caracterizadas. Según Armenteras et al. (2018) la tala selectiva contribuye al 85% de la deforestación, mientras que la recolección de leña y los incendios forestales pueden, como máximo, explicar el 10% de dicha deforestación de manera conjunta. La deforestación puede clasificarse según su intensidad, patrones espaciales y características, en primaria y secundaria. La deforestación primaria se presenta cuando desde un área núcleo se pasa a una zona sin bosques, aunque también puede ser que desde un área núcleo se presente una transformación que genere parches, bordes o franjas de bosque fragmentado. Por otro lado la deforestación secundaria se presenta en áreas boscosas ya transformadas, donde zonas caracterizadas por la presencia de parches boscosos, de bordes o de bosques fragmentados son transformadas en áreas sin bosques (Ramírez-Delgado, Galindo, Yepes y Cabrera, 2018). En este contexto se observa que en el área de estudio se presentan procesos de deforestación tanto primaria como secundaria, que serán descritos en el capítulo de resultados.

En este sentido es muy importante considerar los datos que para Colombia estimaron Ramírez-Delgado, Galindo, Yepes y Cabrera (2018) quienes establecieron el área deforestada durante varios períodos de tiempo desde el año 2005. Para el período 2000 a 2005 la tasa anual de deforestación en Colombia se estimó en 315.350 ha/año, mientras que para el lapso de tiempo comprendido entre 2005 a 2015 dicha tasa se redujo a 281.778 ha/año, disminuyendo aún más en el período 2010 a 2012 con 164.633 ha/año. Posteriormente en los años subsiguientes la tasa de deforestación anual fue incrementándose de la siguiente manera: 119.418 ha/año entre 2012 y 2013, 140.887 ha/año entre 2013 y 2014 y 123.696 ha/año entre 2014 y 2015. Mediciones recientes realizadas por el IDEAM (2019) han permitido determinar que la tasa anual de deforestación entre 2015 y 2016 se incrementó a razón de 178.574 y entre 2016 y 2017 aumentó a 219.718 ha/año.

6.7 Los procesos erosivos y los fenómenos de remoción en masa

Los procesos erosivos son a un conjunto de fenómenos supremamente generales y diversos, razón por la cual es importante precisar el alcance conceptual de estos, así como el de los denominados

fenómenos de remoción en masa. En este contexto, Olson (1981) como citó el Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC] (2010) define la erosión como “el proceso degradativo que más reduce la producción” (p.80). En tal sentido el IGAC (2010) considera que la erosión referida al suelo es diferente a los fenómenos de remoción en masa, puesto que tiene que ver precisamente con la pérdida en la capacidad productiva de los suelos, la cual puede incluso clasificarse en ligera, moderada, severa y muy severa. Puede afirmarse que las altas pendientes, los inadecuados usos de la tierra, la deforestación y la sobreutilización de los suelos son factores que condicionan, en gran medida, la pérdida de la capa superficial del suelo, lo cual se conoce como erosión.

No obstante, otros autores, principalmente desde la geomorfología tales como Strahler y Strahler (1989), Jaramillo (2014) y Gutiérrez-Elorza (2008) consideran, que la erosión es un proceso complejo condicionado por la resistencia de los materiales, los agentes erosivos, la destrucción y transporte de los materiales y el tiempo de persistencia. Al respecto Strahler y Strahler (1989) afirman que dentro de los procesos erosivos que se encargan de la destrucción de las vertientes, cobra especial importancia el efecto que tiene la acción fluvial sobre el relieve y que la erosión, únicamente referida al suelo, puede ser extremadamente acelerada por la acción del hombre.

De forma complementaria, el IGAC (2005) coincide en afirmar que la erosión es un término muy amplio relacionado principalmente con “las diversas maneras como los agentes móviles (agua, viento, glaciares) desprenden y transportan los productos de la meteorización y de la sedimentación, produciendo pérdida de materiales en la superficie terrestre” (p.46). A partir de esto se considera que es necesario precisar el concepto de erosión razón por la cual, dentro de las diversas concepciones que pueden existir, en esta investigación se ha direccionado la erosión hacia el conjunto de procesos geomorfológicos denominados fenómenos de remoción en masa.

Ahora bien, los fenómenos de remoción en masa son un conjunto de fenómenos geomorfológicos que se generan debido a la inestabilidad de vertientes o laderas. En este sentido IGAC (2005) establece que la remoción en masa

abarca el conjunto de procesos denudativos relacionados con la deformación del terreno y el desplazamiento o transposición más o menos rápida y localizada, de diferentes

volúmenes de suelos, de mantos completos de meteorización, incluyendo material de suelo, detritos, bloques y masas rocosas, cuesta abajo por incidencia de las fuerzas de desplazamiento (gravedad, movimientos sísmicos), a veces con participación mayor o menor del agua del suelo, del hielo y otros agentes. (p.32)

Estos fenómenos se encuentran condicionados por la forma y longitud de las laderas donde se presentan, pero dependen también de las características de las formaciones geológicas, pues hay unas que son más inestables que otras. Igualmente otros factores que contribuyen al desarrollo y tipología de los fenómenos de remoción en masa son la pendiente del terreno y la cantidad de agua presente en el mismo. De hecho, la tipología que se observa en la figura 4 fue propuesta por Varnes en la década de los 50's se considera la más completa y precisa clasificación de los fenómenos de remoción en masa, donde la cantidad de agua (humedad) junto con el tipo de materiales que se desplazan constituyen las principales variables para clasificar los movimientos del terreno.

De estos, los más comunes son los deslizamientos que corresponden a un subgrupo en el que se mueve una masa de terreno variando en velocidad y forma. Los deslizamientos, según Cruden y Varnes (1966) como se citó en Goudie (2004), se caracterizan por ser movimientos hacia afuera de la ladera y hacia abajo condicionados por la fuerza de gravedad y el agua. Dentro de este subgrupo se incluyen procesos como caídas, desprendimientos, deslizamientos rotacionales, deslizamientos laterales, flujos y movimientos en masa complejos. Los mismos autores determinaron que los principales criterios para diferenciar los tipos de deslizamientos se deberían basar en el mecanismo del movimiento, la naturaleza o características del material, la forma de la superficie de ruptura (corona), el grado de destrucción o alteración de la masa desplazada y la velocidad del movimiento.

En regiones montañosas como la andina, son comunes estos deslizamientos debido a la interacción de los factores antes mencionados y la cobertura de la tierra, pues los cambios en esta pueden alterar los flujos internos del agua y por lo tanto afectan la susceptibilidad de un terreno a presentar deslizamientos. Los deslizamientos más frecuentes son los rotacionales y los traslacionales. Hugget (2007) determina que los deslizamientos traslacionales se presentan a lo largo de superficies de corte planas e incluyen deslizamientos de detritos, de suelo, deslizamientos de rocas y de bloques. Por otro lado, los deslizamientos rotacionales (slump) ocurren sobre planos de corte cóncavos,

frecuentemente bajo condiciones en las que flujos de agua internos permite el desplazamiento del terreno de manera uniforme y en bloque. Más allá de estas características, es importante resaltar que los deslizamientos traslacionales son mucho más rápidos que los rotacionales, ya que en estos últimos el movimiento del terreno puede llegar a ser, en ocasiones, imperceptible.

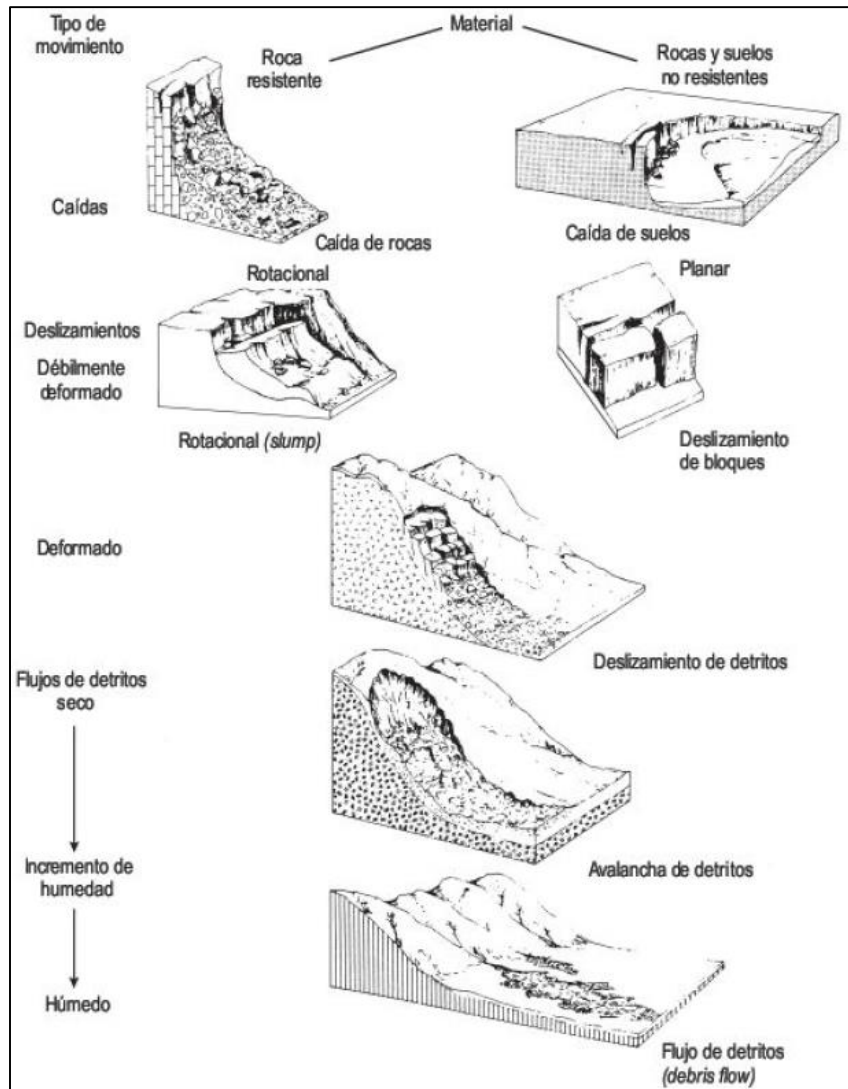


Figura 4. Tipos de fenómenos de remoción en masa.
Fuente: Varnes (1958) como se citó en Gutiérrez-Elorza (2008)

Son precisamente estos dos tipos de deslizamientos, así como otros fenómenos de remoción en masa complejos derivados de dichos movimientos, los que se analizan en el área de estudio, puesto que una buena parte de la cuenca alta del río Mayo posee condiciones que la hacen susceptible a presentar estos procesos geomorfológicos.

7. Metodología

Esta es una investigación descriptiva – analítica de tipo cualitativo – cuantitativo mediante la cual se pretende establecer y caracterizar las principales problemáticas ambientales relacionadas con las actividades agropecuarias en la cuenca alta del río Mayo. En este orden de ideas, tal como lo plantea Sabino (1992) en este tipo de investigaciones, la preocupación central es describir las características fundamentales de un conjunto de fenómenos, que en este caso tienen que ver primordialmente con el uso y cobertura de la tierra, las actividades agropecuarias y las problemáticas ambientales. En ese marco se llevaron a cabo cuatro fases investigativas para recopilar, verificar, complementar y analizar la información que se describen a continuación.

7.1 Revisión de información documental y cartográfica

Con el propósito de construir el marco teórico de la investigación, así como de revisar las caracterizaciones y metodologías utilizadas para el estudio de la cobertura y uso de la tierra, la descripción de las actividades agropecuarias, la identificación de problemáticas ambientales y los procesos erosivos y los fenómenos de remoción en masa se procedió a revisar una gran cantidad de información documental y cartográfica disponible tanto en medios digitales como análogos. De esta manera, se abordaron cerca de 80 documentos que permitieron acercarse a las temáticas de interés, aunque no todos estos hacen parte de las referencias bibliográficas seleccionadas y citadas en la presente investigación. Por otro lado, también se revisó una gama diversa de estudios técnicos con su correspondiente cartografía temática relacionados con proyectos adelantados tanto en el área de estudio como en otras regiones, principalmente del suroccidente colombiano.

También se revisaron bases de datos, lo cual permitió complementar la caracterización principalmente de las actividades agropecuarias utilizando información estadística y geoestadística a través de la cual se logró establecer las condiciones de la actividad agropecuaria tanto en el contexto departamental como en el contexto municipal. En este sentido es de destacar la información estadística sobre las actividades productivas del área, proveniente de dos fuentes principales: 1) los datos del 3er Censo Nacional Agropecuario (DANE, 2019) que se encuentran disponibles hasta el nivel municipal para todo el país, y 2) los datos compilados en los consolidados agropecuarios que elabora la Secretaría Departamental de Agricultura y que se encuentran

sistematizados desde el año 2004 hasta el 2017

7.2 Procesamiento preliminar de la información georreferenciada

Esta fase se desarrolló en dos momentos: el primero de ellos consistió en la preparación de la cartografía base del área de estudio y en el procesamiento preliminar de las imágenes satelitales, mientras que el segundo momento se llevó de manera posterior al trabajo de campo a partir de lo cual se ajustó la cartografía temática relacionada con la cobertura, el uso del suelo y los cambios que se han presentado en el área de estudio. Teniendo en cuenta la superficie y el nivel de detalle de la información que corresponde a una escala cartográfica 1:50.000, se consideró como unidad de análisis para esta fase, un área equivalente a 6,25 ha, lo cual está relacionado con la metodología utilizada, que como se dijo anteriormente corresponde a CORINE Land Cover ajustada para Colombia (IDEAM, 2010).

La metodología CORINE Land Cover (CLC) aplicada para Colombia organiza los tipos de coberturas en varios niveles jerárquicos. Ahora bien, considerando la escala de trabajo y la unidad de análisis definida para el presente estudio, se decidió identificar y describir la cobertura de la tierra hasta el nivel 3 de clasificación y en casos excepcionales hasta el nivel 4. Así mismo se utilizaron imágenes satelitales de mediana y alta resolución para generar el mapa de cobertura. Las imágenes utilizadas corresponden a los programas SPOT, una imagen de 5 m de resolución espacial del año 2018 (European Spatial Agency, 2018) y LANDSAT, una imagen de 15 m de resolución espacial realizada correspondiente al año 2017 (United States Geological Survey, 2017).

El método utilizado para la determinación de la cobertura de la tierra en las imágenes satelitales consistió en la interpretación visual de dichas imágenes, la cual se realizó utilizando el software ARCGIS 10,1 ®. Así entonces teniendo en cuenta las categorías de coberturas propuestas por la CLC adaptada para Colombia se establecieron polígonos de cobertura los cuales fueron verificados en campo. Posteriormente se desarrolló el segundo momento de esta fase, pues una vez verificadas las coberturas en campo se ajustaron y se generó el mapa respectivo en escala 1:50.000 a partir del cual se hizo la clasificación de uso del suelo. Estos dos mapas fueron los insumos fundamentales para la caracterización técnica tanto de las coberturas como de los usos.

Una vez se contaba con la caracterización de la cobertura y el uso actual de la tierra en el área de estudio, se requería establecer la cobertura de la tierra existente en 1989 con el propósito de identificar los cambios tanto en las coberturas naturales como en las no naturales, a partir de la comparación de los mapas respectivos. Para ello se utilizó y procesó una imagen satelital Landsat 4 generada por el sensor TM de 1989, y de resolución espacial equivalente a 30 m. Esta imagen se la trabajó en el software ARC GIS 10,1 ® delimitando inicialmente las áreas con coberturas naturales y no naturales a través de un proceso de interpretación visual de la imagen. Con el fin de alcanzar un mayor nivel de detalle en la identificación de las coberturas de la tierra (puesto que el mapa actual de coberturas se hizo en escala 1:50.000 con imágenes satelitales de alta resolución espacial) fue necesario realizar una ortorrectificación y georreferenciación de las fotografías aéreas tomadas por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi en 1995 y cuyos detalles técnicos se listan en la tabla 1.

Tabla 1
Detalles técnicos de las aerofotografías utilizadas para la interpretación de coberturas de la tierra

Vuelo	Fecha	Consecutivo	Área de cobertura
C-2568	Enero 14 de 1995	084	Norte y occidente de San Pablo
		085	
		086	Occidente de La Cruz
		087	
		088	
		089	Suroccidente de La Cruz
		090	
		091	
C-2569	Febrero 9 de 1995	133	Oriente de San Pablo
		134	Nororiente de La Cruz
		135	Oriente de La Cruz
		136	Suroriente de La Cruz
		137	
C-2570	Febrero 9 de 1995	161	Nororiente de San Pablo
		162	Nororiente de La Cruz
		163	
		164	Oriente de La Cruz
		165	

Fuente: IGAC, 1995

Se ajustaron los polígonos identificados para establecer las coberturas de la tierra para 1989, teniendo en cuenta las fotografías aéreas de 1995. Posteriormente se determinaron los cambios de

cobertura en dos grupos: 1) identificando las coberturas en el nivel 3 de la metodología CORINE Land Cover, lo cual permitió establecer 22 categorías de cobertura y 2) diferenciando las coberturas naturales y las no naturales, con el propósito de identificar los cambios más significativos en cuanto a la dinámica de la cobertura y en especial de la frontera agropecuaria para el área de estudio.

Posteriormente se hicieron los cálculos respectivos de las áreas de cambio dividiéndolos en dos grupos: por un lado los cambios de la cobertura relacionados con procesos de deforestación o intervención agropecuaria, los cuales están relacionados con la ampliación de la frontera agropecuaria. En este grupo también se resaltó un cambio importante que se caracteriza por transformaciones de bosques densos que cambian a bosques fragmentados; estos últimos indican procesos de intervención iniciales en áreas naturales y de ahí la importancia de determinar dicha variación. Por otro lado, se estableció un segundo grupo de cambios que corresponde a procesos de regeneración o restauración que son indicativos de un incremento de las áreas con cobertura natural debido (generalmente) a procesos de conservación, abandono o restauración.

Con la identificación de las áreas donde se habían acentuado los procesos de deforestación y transformación de las coberturas naturales, se mapificaron las zonas en las que se presentó deforestación así como las áreas donde el bosque denso pasó a bosque fragmentado. Esta fase requirió identificar preliminarmente los fenómenos de remoción en masa existentes en la cuenca alta del río Mayo. Para llevar a cabo este proceso se utilizó un imagen satelital Sentinel 2-A generada por la Agencia Espacial Europea (ESA) y que fue adquirida el 16 de julio de 2017. A través de dicha imagen, que posee una resolución espacial de 10 m, fue posible establecer la posición de las áreas con fenómenos de remoción en masa, para lo cual se hizo una interpretación visual de las imágenes de tal forma que se obtuvo una base de datos con la localización de cada deslizamiento. Complementariamente, en algunas partes del área de estudio se utilizó una imagen WorldView 3 de 1,24 m de resolución espacial generada en el año 2019 y que hace parte de las imágenes que la empresa Digital Globe ® le provee a la plataforma Bing Maps (Microsoft, 2019).

7.3 Trabajo de campo

A través de este conjunto de actividades se verificaron aspectos puntuales de cobertura, uso de la tierra, cambios de la cobertura, problemáticas ambientales y fenómenos de remoción en masa, lo

cual permitió validar, ajustar o corregir la información previamente procesada. Teniendo en cuenta que el área de estudio cubre una superficie de 35.039 ha distribuidas en dos municipios (La Cruz y San Pablo), el trabajo de campo se llevó a cabo durante cuatro semanas (no continuas) durante las cuales se recorrieron en vehículo y a pie, diversos lugares que se consideraron estratégicos para ser revisados después que se generaron los mapas preliminares de cobertura, uso de la tierra, cambios, erosión y fenómenos de remoción en masa.

Esta fase de campo, fue definitiva para recopilar información complementaria acerca del uso del suelo, determinar características locales acerca de la cobertura de la tierra, la identificación de los problemas ambientales asociados al corrimiento de la frontera agropecuaria y a los procesos de erosión y pérdida de productividad de los suelos, construir buena parte del registro fotográfico que se presenta en esta investigación y realizar las entrevistas a actores focalizados. De esta manera, el trabajo de campo realizado en la zona de estudio implicó el desarrollo de cuatro actividades. En primera instancia se procedió a hacer varios recorridos para verificar las coberturas y los usos del suelo previamente identificados durante la fase de procesamiento de las imágenes satelitales. Posteriormente se hizo énfasis en las zonas de producción agropecuaria con el propósito de observar y determinar algunas características particulares de estas actividades, teniendo en cuenta que a partir de los mapas preliminares de uso y cobertura actual de la tierra, ya se habían identificado aquellas áreas donde se centraban las actividades de producción agrícola, ganadera o agropecuaria. Una tercera actividad consistió en elaborar el inventario de fenómenos de remoción en masa y como última parte se llevó a cabo una serie de entrevistas focalizadas, como se dijo anteriormente, hacia actores (institucionales y líderes ambientales locales). Precisamente en lo relacionado con estas entrevistas, Díaz-Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández y Vela-Ruiz (2013) las define como “una conversación que se propone con un fin determinado distinto al simple hecho de conversar” (p.162) y que constituye un instrumento muy útil en la investigación cualitativa, usado principalmente para recopilar datos. Estas entrevistas fueron fundamentales para levantar y complementar la información de las actividades productivas, la dinámica de la frontera agropecuaria y las problemáticas ambientales.

Así entonces, se llevaron a cabo once entrevistas en el municipio de La Cruz y trece entrevistas en el municipio de San Pablo. La población focalizada para la realización de estas entrevistas

correspondió a funcionarios de las Alcaldías Municipales, especialmente de las secretarías de agricultura o UMATAS y las oficinas de planeación. También se entrevistaron funcionarios de entidades ambientales o productivas como Parques Nacionales Naturales de Colombia, Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño) y Federación Nacional de Cafeteros. Finalmente se realizaron varias entrevistas a líderes ambientales y agropecuarios de los dos municipios. En este sentido, tal como lo plantean Díaz-Bravo, Torruco-García, Martínez-Hernández y Vela-Ruiz (2013) así como Vargas (2012) la entrevista puede variar dependiendo de los objetivos de la misma, las características de los entrevistados y el nivel de detalle de la información requerida. Se usó una entrevista semiestructurada la cual, tal como la definen los autores antes citados, permite establecer una conversación abierta entre el informante y el entrevistador de manera flexible y facilitando la orientación del curso de la entrevista hacia los temas que interesa explorar o conocer.

Se diseñó un cuestionario a través del cual se indagó acerca de cinco aspectos principales: 1) los problemas ambientales actuales en la cuenca alta del río Mayo, 2) el estado de las actividades agropecuarias en cada municipio, 3) la relación entre las actividades agropecuarias y los problemas ambientales identificados, 4) los conflictos en el uso de la tierra y del agua especialmente en las franjas de frontera agropecuaria, y 5) la percepción acerca de la frecuencia y magnitud de los fenómenos de remoción en masa en la zona de estudio.

En cuanto a los entrevistados, en la tabla 2 se presenta una síntesis de los perfiles característicos de la población entrevistada. Una vez se realizaron dichas entrevistas se procedió a transcribirlas para llevar a cabo la correspondiente interpretación y análisis a partir de lo cual se logró complementar la información técnica generada con el procesamiento de las imágenes satelitales y el trabajo de campo.

Por otro lado, una vez identificadas las áreas tanto de cambios de la cobertura natural como de deslizamientos se llevó a cabo una fase de trabajo de campo para verificar y ajustar la interpretación hecha sobre las imágenes satelitales. De esta manera, se confirmó la ubicación de las áreas con procesos de deforestación y se complementó la información acerca de los deslizamientos, tomando datos de ubicación (latitud y longitud) de otros fenómenos de remoción en masa que no fueron

captados en las imágenes satelitales debido a que se presentaron de manera reciente. Así se logró identificar y georreferenciar 116 fenómenos de remoción en masa caracterizados principalmente por ser deslizamientos traslacionales y en muy pocos casos, deslizamientos rotacionales. Igualmente se identificaron seis corrientes hídricas que, debido a la presencia de numerosos deslizamientos en sus cuencas, evidenciaban el desarrollo de avenidas torrenciales, con abundante depositación de material de acarreo a lo largo de sus cauces.

Tabla 2
Número y perfiles de los entrevistados por cada municipio

Número de entrevistados	Perfil	Municipio
3	Empleado público – UMATA o Secretaría de Ambiente Municipal	La Cruz
2	Empleado público – Otras dependencias de la Alcaldía Municipal	La Cruz
3	Empleado público - entidades ambientales o agropecuarias	La Cruz
2	Líderes ambientales o sociales	La Cruz
3	Empleado público – UMATA o Secretaría de Ambiente Municipal	San Pablo
1	Empleado público – Otras dependencias de la Alcaldía Municipal	San Pablo
2	Empleado público - entidades ambientales o agropecuarias	San Pablo
6	Líderes ambientales o sociales	San Pablo

Fuente: El autor, 2019

7.4 Sistematización y análisis de la información

Para estructurar el documento final de la investigación se prosiguió a realizar los análisis respectivos de la información generada, verificada y sistematizada a través de las entrevistas, el trabajo de campo y la georreferenciación de la información, de tal manera que se pudiese llevar a cabo la interpretación y análisis de la información respectiva, que condujo a centrarse, en las dos principales problemáticas ambientales existentes en el área de estudio y que corresponden a la deforestación y a los fenómenos de remoción en masa, procesos que están fuertemente relacionados con la dinámica de las actividades agropecuarias.

El análisis de la información implicó, en primera instancia, organizar y estructurar los resultados generados teniendo en cuenta los objetivos de la investigación, de tal manera que en una primera parte se integraron los aspectos de uso y cobertura actual del suelo, para luego, en una segunda

parte se abordó la identificación de los cambios de la cobertura de la tierra producidos entre 1989 y 2017 haciendo énfasis en la dinámica integrada y multitemporal de las actividades agropecuarias a partir la información georreferenciada, las estadísticas de producción agropecuaria y la información obtenida en campo. Así mismo de acuerdo a los objetivos planteados, un último aspecto consistió en la identificación y análisis de las problemáticas ambientales las cuales empezaron a precisarse desde la primera fase de la investigación y que condujo finalmente a centrarse en los procesos de deforestación y en los fenómenos de remoción en masa, ambos vinculados con la expansión de la frontera agropecuaria y con el predominio de las áreas con pastos limpios destinadas a la actividad ganadera.

Por otro lado, un segundo momento consistió en la sistematización y organización de la información obtenida en campo: georreferenciación de coberturas y usos y entrevistas. Precisamente en cuanto a estas últimas, fue necesario, definir las correspondientes categorías para organizar la información. En este orden de ideas, las categorías que se consideraron fueron tres: 1) problemáticas ambientales, a partir de lo cual se establecieron los diversos problemas ambientales identificados por los entrevistados y se procedió a establecer las respuestas más frecuentes; 2) el estado y las problemáticas actuales de la producción agropecuaria, categoría que permitió confirmar tanto los tipos de productos agropecuarios más comunes como los problemas y los conflictos de uso del suelo asociados a las actividades agropecuarias; y finalmente 3) la relación entre los procesos erosivos en general con la sobreutilización o manejo inadecuado del suelo, lo cual permitió confirmar la importancia de este tema que fue previamente identificado en el trabajo de campo.

Un tercer conjunto de procesos de gran relevancia al momento de realizar el análisis de la información, consistió en el estudio de los patrones espaciales de distribución observables en los mapas temáticos generados. De esta manera se prestó especial atención a los mapas de coberturas de la tierra, usos del suelo, cambios de cobertura, fenómenos de remoción en masa y procesos erosivos, a través de los cuales fue posible establecer la ubicación de las diversas unidades cartográficas e identificar los patrones de concentración y distribución, como los observados entre los fenómenos de remoción en masa y las áreas destinadas a la ganadería con predominio de coberturas de pastos limpios, entre otros..

8. Resultados

8.1 Cobertura y uso de la tierra en la cuenca alta del río Mayo

En este primer capítulo, se hace una caracterización de la cobertura y el uso del suelo en el área de estudio. Los resultados muestran las áreas, distribución y características tanto de las coberturas de la tierra como de los usos en los municipios de La Cruz y San Pablo haciendo especial énfasis en las coberturas tanto de bosques y áreas seminaturales como las correspondientes a territorios agrícolas. Esta caracterización sirve de base para que posteriormente se estructure un análisis de la dinámica de estas coberturas y usos a partir del análisis de la frontera agropecuaria.

En el área de estudio se observan diversos tipos de coberturas de la tierra, cuyas áreas, tipos y porcentajes pueden observarse en la tabla 3 y en las figuras 5 y 6. Sobresalen, por su extensión, los territorios agrícolas con una superficie de 19.688,3 ha, los cuales constituyen el 56,2% del área de estudio. Este grupo de coberturas se extienden a lo largo de toda la cuenca tanto en el municipio de La Cruz como en el de San Pablo y está caracterizado por la predominancia de áreas agrícolas heterogéneas. Por otro lado, el segundo grupo de coberturas con mayor extensión corresponde a los bosques y áreas seminaturales con 15.056,5 ha que representan el 43% del área total de la cuenca alta. Dicho grupo de coberturas está localizado principalmente en la parte oriental de la cuenca donde se encuentra la zona de alta montaña correspondiente a la cima de la cordillera Centro – Oriental y entre cuyas elevaciones más significativas se destacan los volcanes Doña Juana y Animas, así como los cerros Tajumbina y Petacas.

De lejos, se encuentran otras unidades de cobertura con superficies significativamente más reducidas tales como los territorios artificializados que están caracterizados principalmente por las cabeceras municipales y corregimentales, sobresaliendo las áreas urbanas de La Cruz y San Pablo. Esta tipología de coberturas representa el 0,7% de la superficie total alcanzando las 254,1 ha. Finalmente otras tipologías de coberturas como las superficies de agua y las áreas húmedas poseen una extensión conjunta de 40,5 ha constituyendo el 0,12% del área de estudio. Entre estas sobresale el embalse del río Mayo ubicado en el municipio de San Pablo y a partir del cual se provee de energía eléctrica a la región.

Tabla 3
Cobertura de la tierra detallada para la cuenca alta del río Mayo

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Area (ha)	Porcentaje	
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo			128,9	0,37	
		Tejido urbano discontinuo			118,7	0,34	
	Zonas de extracción minera y escombreras	Zona de extracción minera	Explotacion de materiales de construcción		6,4	0,02	
Territorios agrícolas	Pastos	Pastos limpios			6.756,1	19,28	
		Pastos enmalezados			197,2	0,56	
		Mosaico de cultivos			1.032,0	2,95	
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de pastos y cultivos	Mosaico de pastos y cultivos			2.325,3	6,64
			Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales			3.894,2	11,11
		Mosaico de pastos con espacios naturales	Mosaico de pastos con espacios naturales			5.195,1	14,83
			Mosaico de cultivos con espacios naturales			288,4	0,82
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso	Bosque denso alto		6.878,9	19,63	
			Bosque denso bajo		100,9	0,29	
		Bosque fragmentado	Bosque fragmentado con pastos y cultivos		1.461,1	4,17	
			Bosque de galería y/o ripario		780,7	2,23	
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Herbazal	Herbazal denso	Herbazal denso de páramo	1.082,8	3,09	
			Herbazal abierto	Otro tipo de herbazales abiertos	573,0	1,64	
		Arbustal	Arbustal denso	Arbustal denso de páramo	1.732,7	4,94	
	Arbustal denso		Otro tipo de arbustal denso	2.057,3	5,87		
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria baja		354,8	1,01	
			Tierras desnudas y degradadas		7,5	0,02	
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	Zonas arenosas naturales	Arenales	26,9	0,08		
		Zonas pantanosas		7,5	0,02		
Superficies de agua	Aguas continentales	Ríos (25m)			19,8	0,06	
		Cuerpos de agua artificiales	Embalses		3,9	0,01	
		Lagunas, lagos y ciénagas naturales			9,4	0,03	

Fuente: El autor, 2019

De manera particular, y abordando otras coberturas representativas, en niveles más detallados, llaman la atención por su extensión, las coberturas de pastos limpios con 6.756,1 ha (19,28%) las cuales están relacionadas con la predominancia de la ganadería en la cuenca alta del río Mayo. Así mismo es de resaltar la superficie significativa de las coberturas correspondientes a mosaicos de pastos con espacios naturales que poseen un área de 5.192,1 ha (14,83%). En estas áreas se observa una alternancia de pastos combinados con arbustales principalmente y de manera local con algunos bosques riparios de poca extensión. Así entonces, como se abordará más adelante, las áreas con presencia de pastos cubren aproximadamente el 34,1% de la superficie en la zona de estudio, evidenciando su predominancia y su relación con el uso pecuario

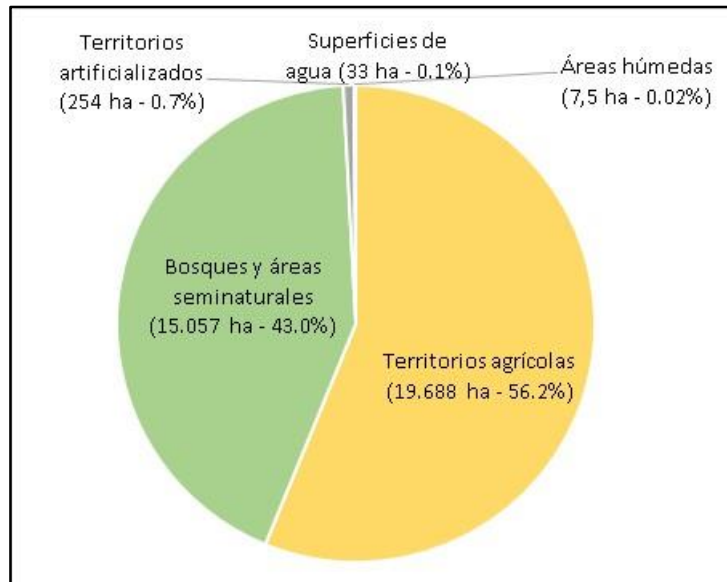


Figura 5. Extensión y porcentajes de las áreas correspondientes a la cobertura de la tierra en el nivel I de la metodología CLC
Fuente: El autor, 2019

8.1.1 Bosques y áreas seminaturales. Teniendo en cuenta lo establecido por el IDEAM (2010), esta categoría de primer orden comprende “un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales” (p.39). En el área de estudio, este grupo de coberturas se encuentra conformado por bosques, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y áreas abiertas sin o con poca vegetación distribuidas principalmente hacia el sector oriental y cima de la cordillera Centro-Oriental.

Entre las diversas coberturas que hacen parte de esta gran unidad (figura 7), sobresalen por su extensión y representatividad el bosque denso alto con 6.878,9 ha (19,6% del área total) y los arbustales densos con 3.789,9 ha (10,8% del área total). El bosque denso (figura 8) que corresponde al ecosistema propio de selva altoandina se extiende principalmente hacia el oriente de la cuenca del río Mayo y se caracteriza por la dominancia del estrato arbóreo intercalado localmente con arbustales. Por otro lado, la frontera agropecuaria es discontinua y su posición varía entre 2.900 y 3.200 m.s.n.m., lo que evidencia que las actividades agropecuarias se han extendido altitudinalmente, no obstante su dinámica será objeto de estudio del siguiente capítulo.

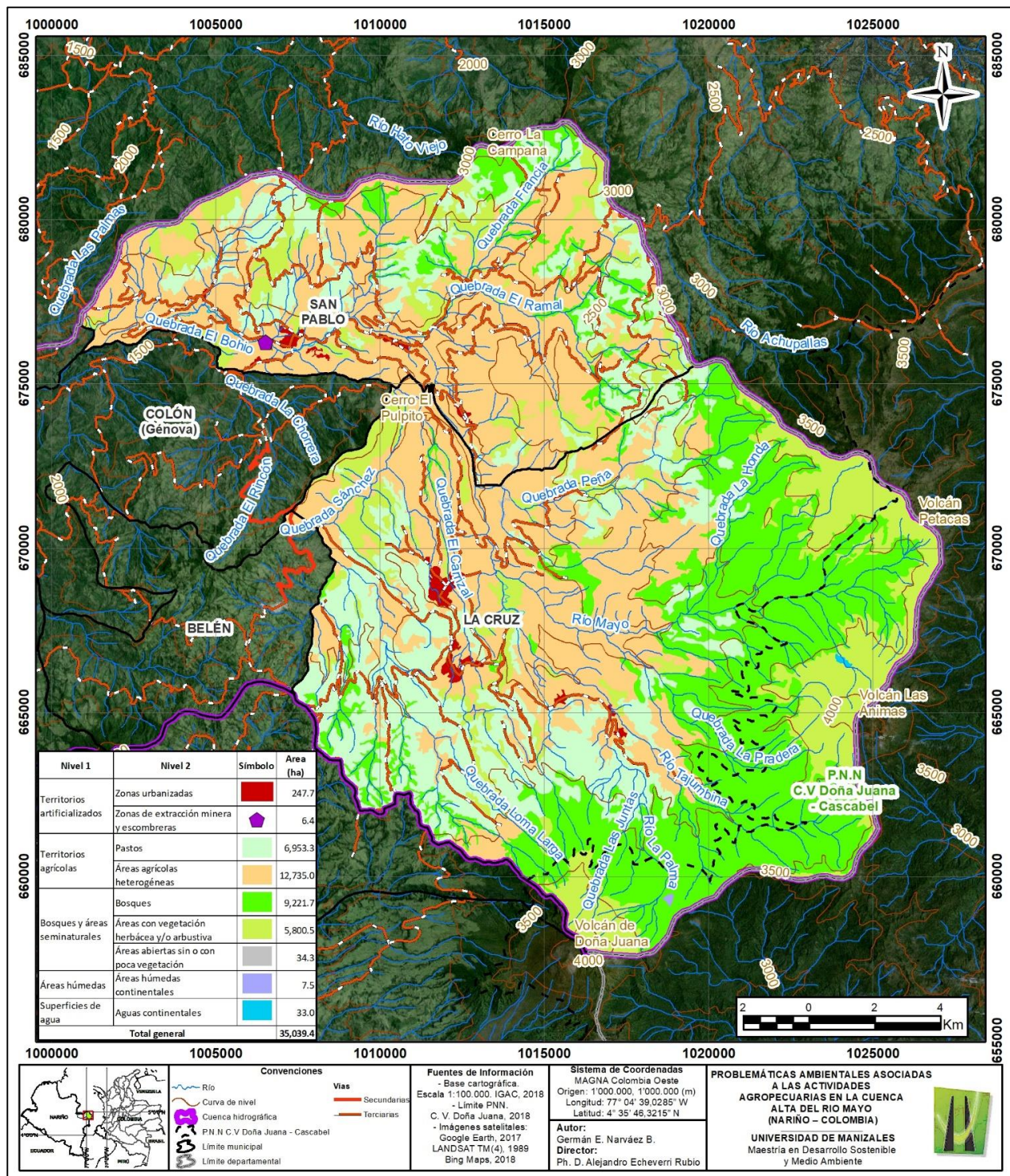


Figura 6. Mapa de cobertura de la tierra para el nivel 2 de la metodología CLC
Fuente: El autor, 2019

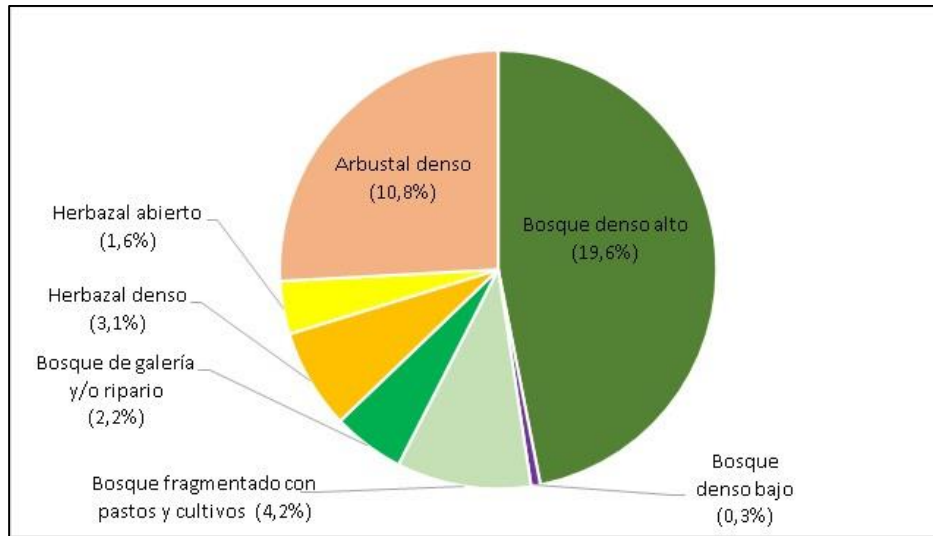


Figura 7. Cobertura de la tierra en el nivel 4 de la metodología CLC
Fuente: El autor, 2019

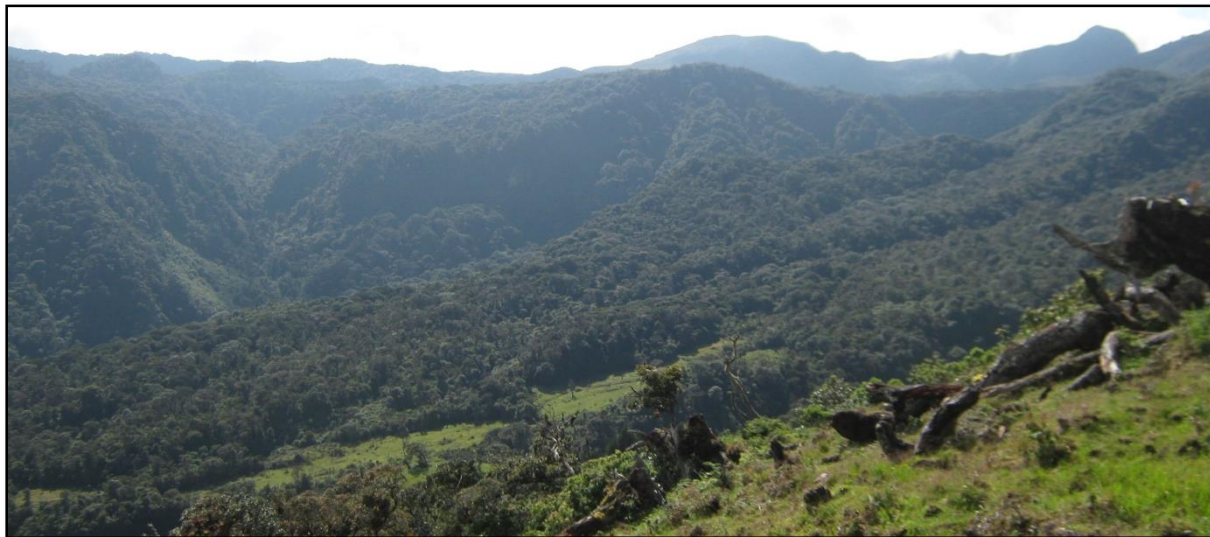


Figura 8. Bosque denso localizado al nororiente del volcán Doña Juana en el PNN CVDJ-C.
Fotografía: Narváez (2009)

Por otro lado, es importante anotar que de acuerdo a la Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN, 2008) una zona importante del bosque denso, así como los arbustales y herbazales de páramo, se encuentran dentro del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel (PNN CVDJ-C), el cual constituye un área protegida de carácter nacional que se extiende entre los departamentos de Nariño y Cauca. Así entonces, de las 6.624 ha de bosque denso que se encuentran en esta parte de la cuenca, aproximadamente 3.224 ha de dicha selva altoandina están protegidas por el PNN CVDJ-C, lo cual corresponde al 48,7%

de la cobertura boscosa. Lo anterior significa que en ese sector de la cuenca existen 3.400 ha de selva altoandina que actualmente no se encuentran bajo alguna figura de protección y que están en la jurisdicción de la autoridad ambiental regional que en este caso es CORPONARIÑO. Esta situación cobra relevancia en la medida que, como se verá más adelante en el documento, las presiones derivadas de la expansión de las áreas productivas se están dando sobre la franja boscosa al oriente de la cuenca, razón por la cual resulta imperiosa la necesidad de generar estrategias de conservación en esta área.

Otras coberturas naturales de especial significancia son los arbustales y herbazales de páramo los cuales, para esta investigación, se separaron de otros tipos de arbustales debido a su especial valor ecosistémico. De esta manera, tal como lo muestran las figuras 6 y 9, aunque la proporción porcentual de los herbazales de páramo (3,1%) y de los arbustales densos de páramo (4,9%) no es significativa, su importancia radica en que son ecosistemas que prestan numerosos y valiosos servicios ecosistémicos. Al respecto la Universidad de Nariño y el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (UDENAR e IAvH, 2016) establecieron que las áreas de páramo (arbustales y herbazales) vinculadas al complejo volcánico Doña Juana ofrecen los siguientes servicios ecosistémicos a las zonas y comunidades asentadas en la cuenca alta del río Mayo:

- Servicios de provisión: provisión de agua, alimento, aprovechamiento vegetal y geología económica.
- Servicios de regulación: regulación hídrica, regulación edáfica, regulación climática y mantenimiento de la biodiversidad.
- Servicios culturales: identidad y desarrollo cognitivo.

Como puede observarse en la figura 10, las coberturas de herbazales (áreas amarillas) se encuentran en los edificios volcánicos del Petacas (al nororiente), Ánimas (al oriente) y Doña Juana (al sur). Dichas coberturas están conformadas por pajonales interrumpidos localmente por arenales, afloramientos rocosos y arbustales de poca extensión (figura 11), distribuyéndose altitudinalmente desde los 3.500 m.s.n.m. hasta los 4.150 m.s.n.m.

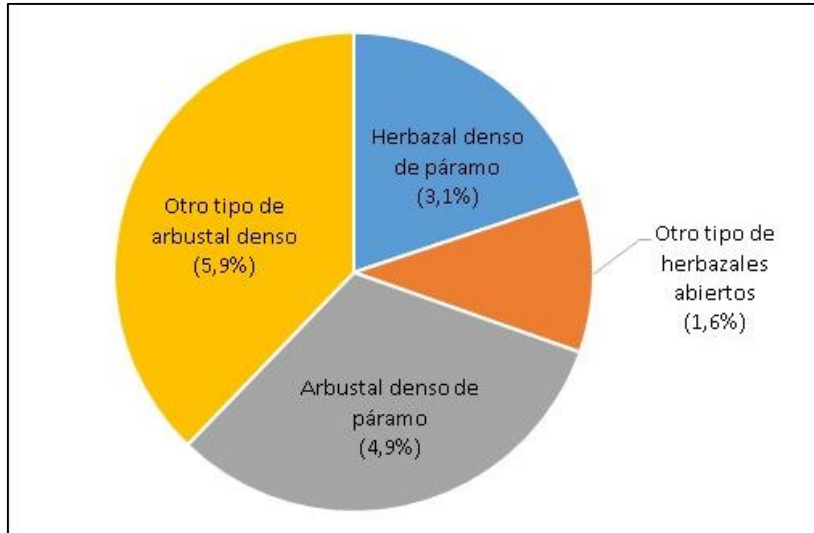


Figura 9. Valores porcentuales de las áreas de herbazales y arbustales en la cuenca alta del río Mayo.

Fuente: El autor, 2019

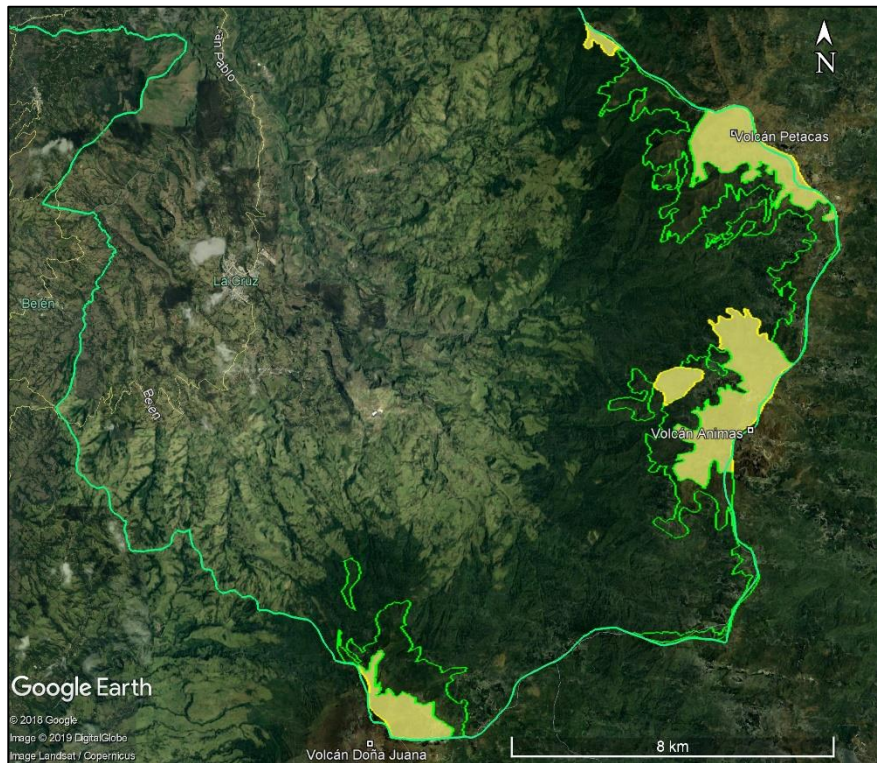


Figura 10. Localización de las coberturas de herbazales (áreas amarillas) y arbustales de páramo (línea verde)

Fuente: El autor, 2019

Por otro lado, las áreas de arbustales de páramo (líneas verdes) altitudinalmente suelen encontrarse por debajo de los herbazales en un rango altitudinal que varía normalmente entre los 3.400 m.s.n.m.

y los 3.700 m.s.n.m. constituyendo una franja entre la selva altoandina (bosques densos) y los herbazales de páramo. Este tipo de cobertura se encuentra constituida por elementos arbustivos que se distribuyen de una manera más o menos regular, con intercalaciones locales de otros tipos de vegetación como árboles o herbazales, así mismo una característica particular de este tipo de cobertura corresponde a las condiciones de achaparramiento general de la vegetación, lo cual se encuentra vinculado con los aspectos edáficos y climáticos propios de las zonas de páramo donde estas coberturas se distribuyen (IDEAM, 2010). Al respecto cabe resaltar que estas formaciones vegetales hacen parte del sector norte del denominado complejo de páramos Doña Juana – Chimayoy identificado así por el IAvH, el cual constituye un corredor de ecosistemas de alta montaña que se extiende al nororiente del departamento de Nariño desde los límites con el departamento del Cauca hasta el Putumayo.



Figura 11. Herbazales de páramo localizados en el flanco sur de los domos volcánicos que constituyen la cima del volcán Doña Juana.
Fotografía: Narváez (1998)

8.1.2 Territorios agrícolas. Este grupo de coberturas de la tierra incluye, dos grupos: pastos y áreas agrícolas heterogéneas (Tabla 3 y figura 6). Dentro del grupo de pastos, se lograron identificar dos categorías de tercer nivel que corresponden a pastos limpios y pastos enmalezados. Mientras tanto, en el grupo de áreas agrícolas heterogéneas se identificaron cinco categorías de tercer nivel que corresponden a mosaicos de cultivos, de pastos y cultivos, de cultivos, pastos y espacios

naturales, de pastos con espacios naturales y de cultivos con espacios naturales (Tabla 3). De esta manera, es evidente que dentro del área de estudio sobresalen las coberturas de pastos limpios (19,3%), mosaicos de pastos con espacios naturales (14,8%) y los mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales (11,1%). Estas coberturas están relacionadas con la predominancia de las actividades agropecuarias en el área, siendo relevantes las zonas con pastos que son destinadas a la ganadería extensiva la cual caracteriza a la economía agraria de este sector de la cuenca del río Mayo (figura 12).

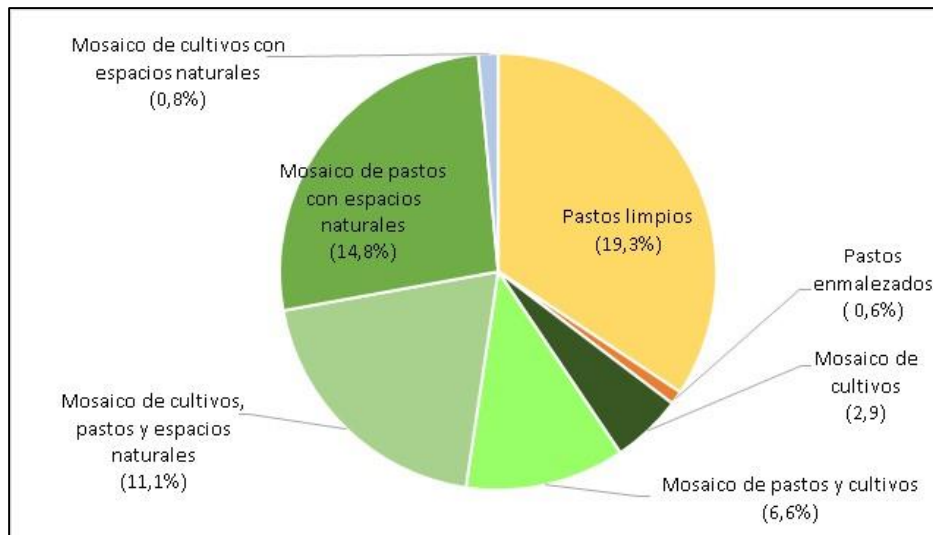


Figura 12. Valores porcentuales de las zonas con pastos y áreas agrícolas heterogéneas en la cuenca alta del río Mayo.

Fuente: El autor, 2019

Es importante destacar, como se dijo anteriormente, que los territorios agrícolas cubren el 56,2% del área de estudio, alcanzando aproximadamente 19.688,3 ha de las 35.039,4 ha que posee la cuenca alta del río Mayo, las cuales se distribuyen de manera más o menos uniforme entre los municipios de La Cruz y San Pablo (figura 13). No obstante es necesario advertir que una parte significativa de la cobertura de pastos limpios tiende a localizarse en el municipio de La Cruz, de forma más precisa en la parte sur y suroccidental, mientras que las áreas dedicadas mayoritariamente a cultivos se distribuyen entre los dos municipios sobresaliendo los cultivos de café y plátano, principalmente a lo largo del valle del río Mayo, así como los mosaicos de pastos y cultivos. En este sentido, según la Alcaldía de La Cruz (2016) dentro de las áreas caracterizadas por cultivos en el municipio, en su orden, predominan las superficies dedicadas a la producción de achira, café, granadilla y maíz tradicional; mientras que según la Alcaldía de San Pablo (2016), en

dicha localidad, los cultivos que mayor superficie ocupan son respectivamente los de maíz, café en asocio con plátano y plátano.

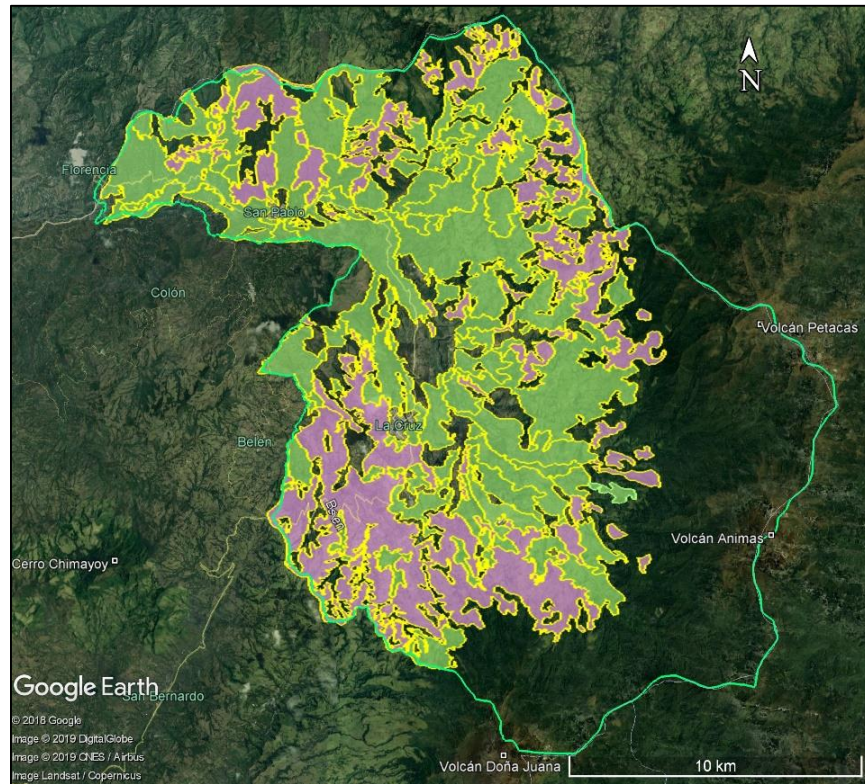


Figura 13. Localización de las coberturas de áreas agrícolas heterogéneas (áreas verdes) y pastos (áreas rosadas)
Fuente: El autor, 2019

Una característica particular de estas áreas agrícolas heterogéneas, así como de las zonas de pastos, es que son coberturas que se han establecido sobre geformas denudacionales asociadas a laderas moderada a fuertemente escarpadas, con pendientes que en la mayoría de los casos sobrepasan el 75% de inclinación (figura 14). De esta manera, tal como se analizará más adelante, la relación entre las fuertes pendientes y cultivos predominantemente herbáceos así como las coberturas de pastos, son aspectos socio-naturales que contribuyen a generar condiciones que facilitan los fenómenos de remoción en masa y la pérdida de suelos por escorrentía, lo cual con el tiempo, ha contribuido a una disminución paulatina y sistemática de los atributos de fertilidad y productividad de los suelos en esta parte alta de la cuenca del río Mayo.



Figura 14. Mosaicos de pastos y cultivos y mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales en el valle del río Mayo al noroccidente del municipio de La Cruz.
Fotografía: Narváez (2018)

8.1.3 Territorios artificializados. Este conjunto de coberturas, corresponde principalmente a las áreas urbanas de las cabeceras municipales y corregimentales, así como a las zonas rurales con alta densidad de viviendas y zonas de extracción minera entre las cuales se encuentran principalmente aquellas áreas de explotación de materiales de construcción (Tabla 3 y figura 6). La superficie de los territorios artificializados es poco significativa, debido a que en suma equivalen al 0,73% del área de estudio, lo cual corresponde a una extensión de 254 ha únicamente. No obstante su importancia radica en que los tejidos urbanos continuos de las cabeceras municipales albergan una cantidad significativa de habitantes en cada municipio, de esta forma, teniendo en cuenta las proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2005)¹ en el área urbana de La Cruz se ha estimado una población urbana de 6.509 habitantes (35.6% del total) para el año 2019, mientras que para San Pablo, se estimaron alrededor de 4.459 personas (26.1% del total) viviendo en la cabecera municipal en el 2019. No obstante lo anterior, y teniendo en cuenta las dinámicas poblacionales y urbanas, es posible que la cantidad de personas que viven hoy en día en dichas cabeceras municipales sea mucho mayor a la información aquí estimada.

¹ No se considera la información del Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2018 puesto que las estadísticas municipales aún no se han consolidado ni han sido divulgadas de manera definitiva por parte del DANE.

8.1.4 Superficies de agua y áreas húmedas. Si bien, de acuerdo a IDEAM (2010) y a la European Environment Agency (1995), estos grupos de coberturas son diferentes, para esta investigación se los ha unido debido a que su representatividad en términos de superficie es supremamente reducida, puesto que ambos grupos suman un total de 33.1 ha que apenas corresponde al 0,09% del total del área estudiada (Tabla 3 y figura 6). Las coberturas que más sobresalen en este grupo corresponden al río Mayo que en la parte centro occidental del área de estudio posee un cauce con un ancho superior a 25 m lo cual permite ser cartografiado, teniendo en cuenta las unidades mínimas de mapeo anteriormente definidas. Así mismo se han considerado los lagos y ciénagas altoandinas ubicadas en la parte oriental de la cuenca especialmente al norte del volcán Doña Juana y al occidente del Ánimas. Finalmente se incluye el embalse del río Mayo localizado cerca de la cabecera municipal de San Pablo y que hace parte de la planta de generación eléctrica de Hidromayo.

8.2 Usos del suelo

Considerando lo abordado en el marco conceptual y retomando, entre otros autores, lo dicho por Vink (como se citó en Melo y Camacho, 2005) el uso del suelo se refiere al empleo o aprovechamiento que de manera cíclica o permanente se hace por parte del hombre de los diferentes tipos de cobertura. Dicho uso tiene que ver con la posibilidad tanto física como ambiental y social de desarrollar actividades o establecer condiciones de conservación en diversas unidades de tierra. Por esta razón, una de las formas que existe para determinar el uso de la tierra en un lugar determinado, es asignar una categoría de uso a las unidades de cobertura de la tierra previamente identificadas.

En este caso, teniendo en cuenta los diversos tipos de coberturas de la tierra existentes en el área de estudio, los usos del suelo correspondientes se observan en la tabla 4. Aquí se hace evidente que el uso más extendido en la cuenca alta del río Mayo corresponde al de conservación. Este tipo de uso se encuentra reglamentado por el Decreto Único 1077 de 2015 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2015) que en su capítulo 2 establece las orientaciones sobre el ordenamiento territorial del suelo rural. De esta manera, en dicha norma se considera que el uso de conservación corresponde a aquellas zonas de protección ambiental, entre las cuales no solamente se encuentran

las áreas naturales protegidas sino todas aquellas regiones o localidades que posean una especial importancia ecosistémica, entre las cuales se encuentran los páramos, subpáramos, zonas de nacimiento de aguas, recarga de acuíferos, rondas hídricas, entre otras. Así entonces, todas las coberturas pertenecientes a la gran categoría de bosques y áreas seminaturales junto con las áreas húmedas, los ríos y los cuerpos de agua tipo lagunas, lagos y ciénagas naturales son considerados como áreas con uso de conservación, alcanzando un área de 15.093,2 ha equivalentes al 43,07% de la superficie total del área de estudio (Tabla 4, figuras 15 y 16) y que tiende a extenderse preferencialmente hacia la zona oriental de la cuenca alta del río Mayo, donde también se encuentra el PNN CVDJ – C

Tabla 4
Uso del suelo en la cuenca alta del río Mayo

Uso	Área	Porcentaje
Urbano	247,7	0,71
Agrícola	1.320,4	3,77
Pecuario	12.148,4	34,67
Agropecuario	6.219,5	17,75
Minero	6,4	0,02
Energético	3,9	0,01
Conservación	15.093,2	43,07
Total	35.039,4	100,00

Fuente: El autor, 2019

En segundo lugar, se encuentra el uso pecuario, el cual está relacionado con la significativa superficie de cobertura de pastos que existe en el área (Tabla 4, figuras 12 y 13). Así entonces, las zonas destinadas a ganadería cubren el 34,67% de la cuenca alta, equivalente a 12.148,4 ha que se localizan principalmente en el municipio de La Cruz. De esta manera, la actividad ganadera de doble propósito (leche y carne) representa un renglón importante para la economía en esta zona y abastece no solo la demanda local sino también la regional.

Por otro lado, las zonas de usos agropecuarios caracterizadas por coberturas de la tierra relacionadas con mosaicos de pastos y cultivos y de pastos y cultivos con áreas naturales (principalmente arbustales o bosques relictuales), corresponden a un uso del suelo tradicionalmente campesino que alterna las actividades ganaderas con las agrícolas. Este tipo de uso, como se

mencionó anteriormente se encuentra distribuido de manera más o menos uniforme entre los dos municipios (La Cruz y San Pablo) destacándose los cultivos de achira, maíz tradicional, café asociado a plátano y plátano.

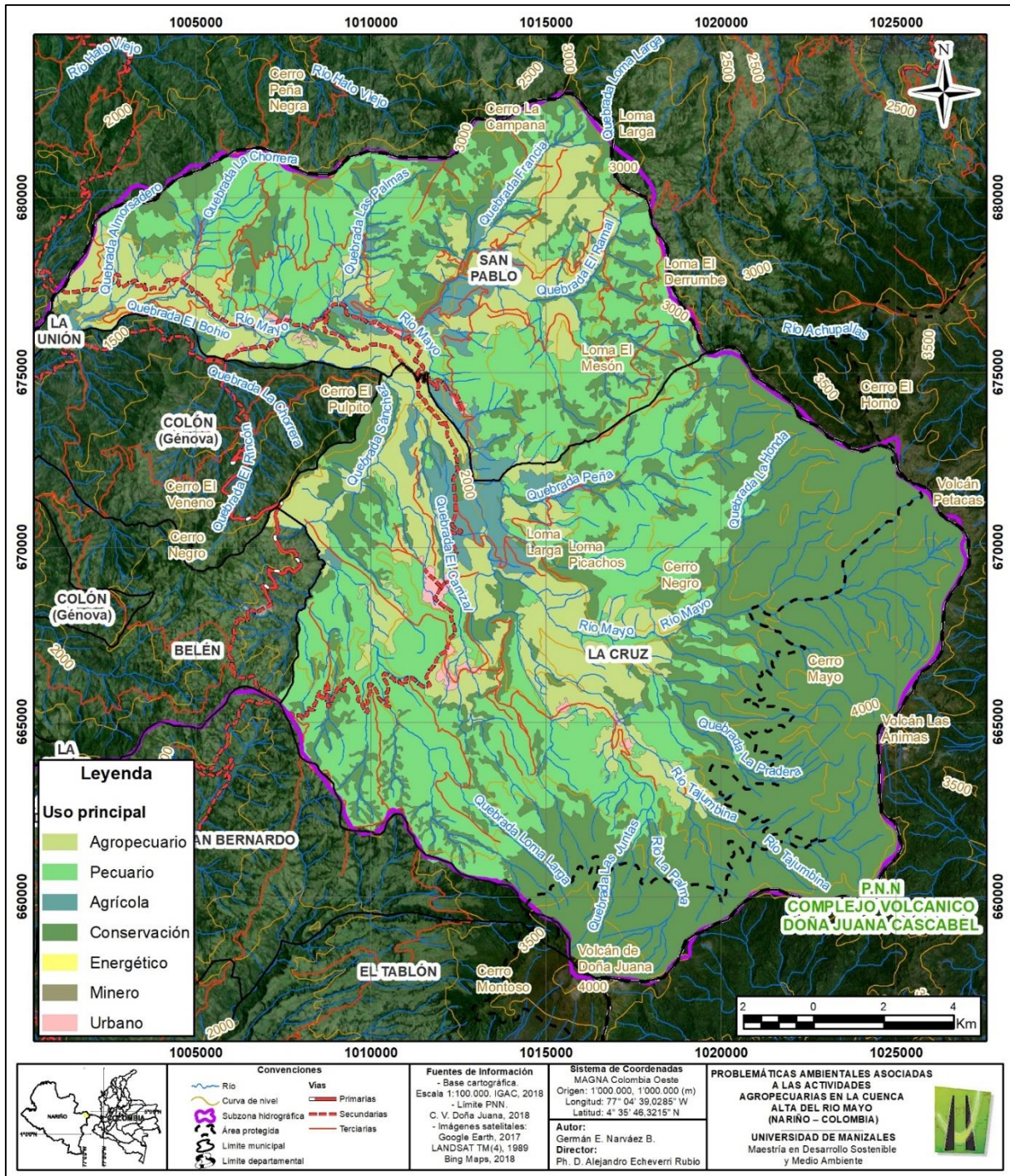


Figura 15. Usos del suelo en la cuenca alta del río Mayo

Fuente: El autor, 2019

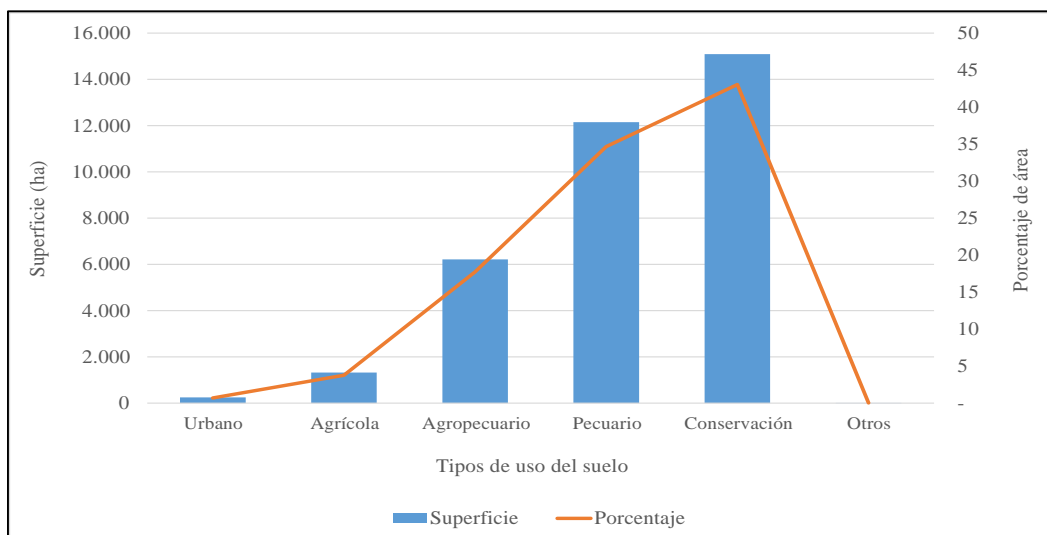


Figura 16. Relación entre la extensión de los usos del suelo y sus porcentajes respecto al área total de estudio

Fuente: El autor, 2019

En términos generales, los usos del suelo relacionados con la producción agropecuaria (uso pecuario, agrícola y agropecuario) alcanzan el 56,19% del área de estudio, lo cual suma una superficie de 19.688,3 ha. En cuanto a las características de la producción, teniendo en cuenta las estadísticas del DANE (2019) se puede concluir que el 55,7% de los productores en el municipio de La Cruz son propietarios mientras que el 9,4% son aparceros. En el mismo sentido, respecto al municipio de San Pablo el 74.3% de los productores son propietarios, mientras que el arriendo es la segunda forma de tenencia más común con un 4,2%. De esta manera, la economía agraria campesina sobresale en esta área con modos de producción de tipo minifundista y un bajo grado de tecnificación, lo cual conlleva a serios problemas de productividad y rentabilidad en las unidades de producción (Alcaldía de La Cruz, 2016 y Alcaldía de San Pablo, 2016). Esta situación, como se verá más adelante, juega un papel muy importante en los procesos de expansión de la frontera agropecuaria en altura, pero a la vez también se encuentra condicionada por las limitantes edafológicas, geomorfológicas y climatológicas de los suelos, los cuales en algunos sectores de la cuenca alta evidencian serios problemas de erosión y principalmente de fenómenos de remoción en masa, lo que sin duda alguna, constituye un serio problema ambiental puesto que no solo existen impactos sobre el medio natural, sino también sobre las formas de producción agrarias.

8.3 Las áreas y las fronteras agropecuarias

En este capítulo se hace una descripción de los cambios multitemporales de las áreas agropecuarias

y naturales en el período 1989 – 2017 (28 años), con el fin de establecer y caracterizar la dinámica de la frontera agropecuaria en la parte alta de la cuenca del río Mayo. Si se tiene en cuenta que para una cuenca, el servicio de aprovisionamiento de agua es fundamental, es muy importante analizar las condiciones de la cobertura natural puesto que estas influyen definitivamente sobre el ciclo hidrológico de una cuenca. Por esta razón se parte de dos conceptos esenciales: la actividad agropecuaria contextualizada a las características particulares del área y la frontera agropecuaria la cual tiene cambios diversos dependiendo de situaciones locales. De esta manera, en este capítulo se describen con mayor detalle las actividades agropecuarias que se presentan en la zona vinculándolas con la dinámica espacio temporal de la frontera agropecuaria principalmente en el borde oriental del área de estudio.

8.3.1 Las actividades agropecuarias. Como se mencionó anteriormente, las áreas destinadas a los usos agropecuarios suman cerca de 19.688,3 ha que equivalen al 56,2% de la superficie correspondiente a la cuenca alta del río Mayo. De esta superficie, el 61,7% (12.148,4 ha) son tierras destinadas a la ganadería de tipo bovino o al uso pecuario, mientras que el 31,6% está destinado a actividades agropecuarias mixtas desarrolladas en mosaicos de cultivos y pastos. Y finalmente, el 12,2% restante (1.320,4 ha) alberga actividades agrícolas exclusivamente.

En consonancia con lo anterior, para caracterizar las principales actividades agropecuarias en el área de estudio, así como su dinámica temporal, se utilizaron los consolidados agropecuarios generados por la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de Nariño y la Universidad Sergio Arboleda (2017 y 2016), la Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y la Corporación Colombia Internacional. (2015 y 2014) y la Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y la Unión Temporal Crece Federación (2013). De este modo se priorizaron las actividades productivas que mayor extensión han ocupado entre el 2013 y el 2017, con el propósito de identificar las tendencias y dominancias en los usos del suelo y en el desarrollo de dichas actividades en los municipios de La Cruz y San Pablo. Los productos agropecuarios que mayor relevancia tienen tanto por la superficie ocupada como por su volumen de producción pueden observarse en las tablas 5 y 6 donde se detalla la información sistematizada de los consolidados agropecuarios anteriormente mencionados.

Tabla 5
Promedio de área sembrada y producción de los siete principales productos agropecuarios en el período 2013 - 2017

Producto	Promedio de área sembrada (ha)	Promedio de producción (toneladas o cabezas)
Pastos y ganado bovino	14.559	7.379
Café	2.049	2.275
Plátano cafetero	545	2.167
Achira	433	1.022
Maíz anual	309	515
Granadilla	216	781
Fique	130	198

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Es claro que la actividad más sobresaliente en la zona es la ganadería bovina la cual ocupa un área siete veces más extensa que el segundo renglón correspondiente al cultivo del café. Tal como se muestra en la figura 18, durante los últimos cinco años de referencia, las áreas destinadas a la ganadería han tenido un incremento significativo pasando, incluso de 13.000 y 14.000 ha en pastos antes del 2015, a extensiones superiores a las 15.000 ha en los años 2016 y 2017. En este sentido, se observa que la mayor parte de esta ganadería se presenta en el municipio de La Cruz, el cual duplica en área al municipio de San Pablo, en cuanto a la superficie destinada para pastos se refiere, pues en el año 2017 este valor correspondió a 10.545 ha en La Cruz (68,2%), mientras que en San Pablo se reportaron 4.910 ha (31,8%) en el mismo período.

Es importante anotar que de acuerdo a la Universidad de Nariño y a la Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios ([UDENAR y UPRA] 2018) ni en La Cruz ni en San Pablo existen zonas con suelos cuya aptitud sea alta para pastos, principalmente kikuyo (que es el utilizado para el pastoreo del ganado teniendo en cuenta las condiciones ambientales del área). Sin embargo existen en total 13.627 ha de tierras con aptitud media y otras 1.896 ha con aptitud baja que si se utilizan adecuadas técnicas de producción podrían sostener adecuadamente la actividad ganadera en la zona.

En cuanto al número de cabezas de ganado, es también evidente un incremento sistemático de la producción bovina principalmente desde el 2014, después de una caída significativa en el número total de cabezas de ganado. De esta manera, para el 2017 se observa un valor total de 8.018 reses,

lo cual equivale a una densidad de producción de 0,52 cabezas por hectárea. Este es un indicador de una ganadería extensiva que obviamente está limitada por las condiciones de aptitud media de los suelos donde se encuentran las pasturas. Aquí también se observa un predominio en la producción ganadera para el municipio de La Cruz el cual concentra, durante el último año de referencia, el 68,3% de las cabezas de ganado, mientras que el 31,7% restante se está distribuido en San Pablo.

Tabla 6
Producción y área sembrada de los principales productos agropecuarios en la cuenca alta del río Mayo entre 2013 y 2017

Producto	Variables	Años				
		2013	2014	2015	2016	2017
Pastos y ganado bovino	Área sembrada (ha)	13,990	14,115	14,115	15,120	15,455
	Número de cabezas	8,647	6,578	6,662	6,990	8,018
Café	Área sembrada (ha)	2,070	1,324	2,137	2,225	2,488
	Producción (toneladas)	2,446	1,321	2,499	2,205	2,901
Plátano cafetero	Área sembrada (ha)	505	600	583	545	490
	Producción (toneladas)	2,250	2,250	2,498	1,485	2,350
Achira	Área sembrada (ha)	278	501	351	500	535
	Producción (toneladas)	474	606	993	1,470	1,566
Maíz anual	Área sembrada (ha)	335	250	255	500	205
	Producción (toneladas)	536	405	410	883	343
Granadilla	Área sembrada (ha)	120	164	196	248	350
	Producción (toneladas)	360	368	558	988	1,630
Fique	Área sembrada (ha)	178	148	154	99	72
	Producción (toneladas)	219	242	220	168	140

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Después de la ganadería, el café es el segundo producto agrícola de mayor importancia en la economía agraria de los municipios de La Cruz y San Pablo, siendo este último donde mayor

superficie de cultivos se encuentran, dado que su territorio municipal tiende a extenderse entre el piso térmico frío y templado. De esta manera, la producción promedio de la región, para el período de referencia, alcanza las 2.049 ha sembradas con cerca de 2.275 toneladas de café al año. De la producción total que puede observarse en la tabla 5 y la figura 18, para el 2017, San Pablo albergaba el 89,1% de la superficie cafetera, mientras que La Cruz contenía el 10,9% del área restante. En cuanto a la producción y de manera proporcional, durante el último año de referencia se produjeron 2.901,4 toneladas de café de las cuales el 86,7% se generaron en San Pablo, y el 13,3% restante en La Cruz.

Es importante señalar que de acuerdo a UDENAR y UPRA (2018) en ninguno de los dos municipios del área de estudio existen zonas con aptitud alta para el cultivo del café. Sin embargo se identificó un total 9.435 ha de tierras con aptitud media y otras 30 ha con aptitud baja que con adecuadas técnicas de producción pueden sostener la actividad cafetera en la zona, el 63,1% de dichas áreas se encuentran en San Pablo y el 36,9% restante en las partes bajas del valle del río Mayo al nororiente del municipio de La Cruz.

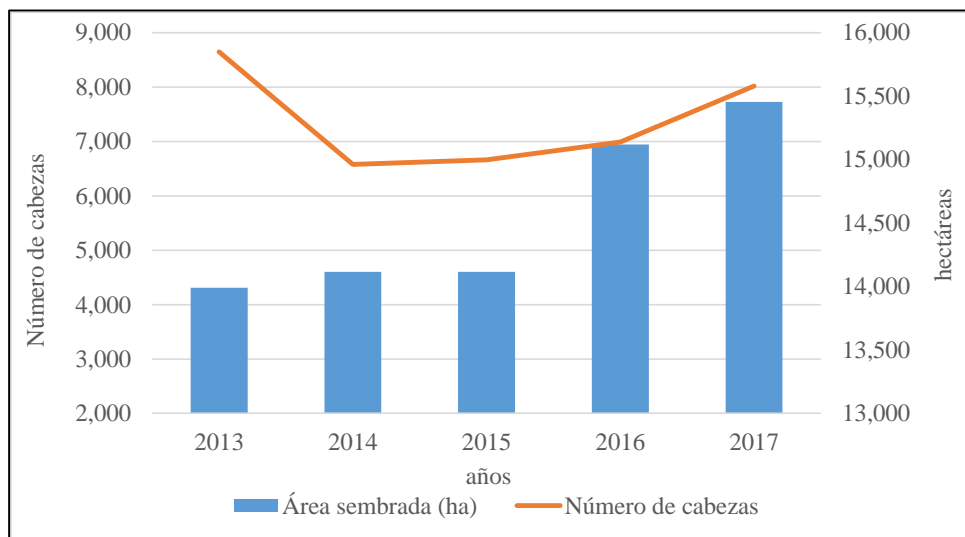


Figura 17. Relación entre cabezas de ganado bovino y superficie de pastos.
Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

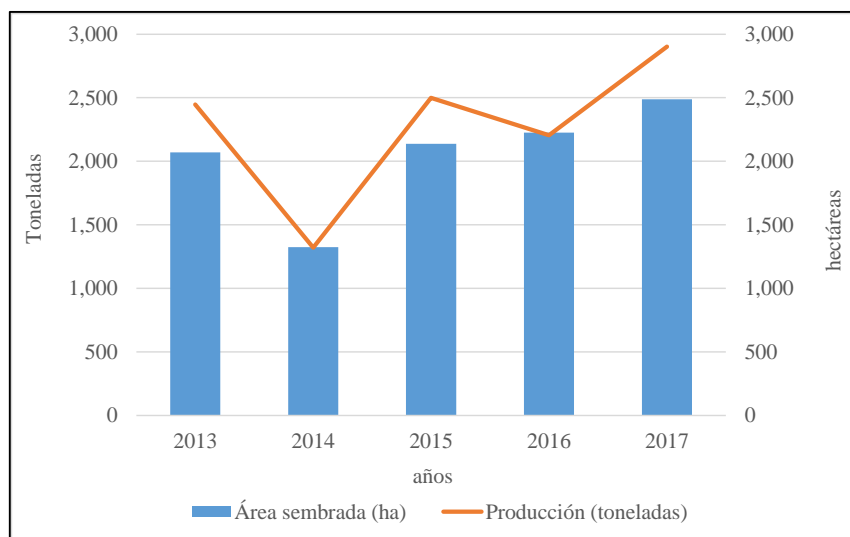


Figura 18. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de café.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Multitemporalmente se evidencia una tendencia ascendente en cuanto a la producción cafetera tanto en superficie como en volumen, esto en parte se debe a la adecuación de tierras que se ha realizado para el cultivo de café durante los últimos años en este sector de la cuenca del Mayo, las cuales se localizan principalmente en las laderas bajas, algunas vegas aluviales y en las terrazas fluvio-volcánicas que caracterizan al valle del río Mayo en esta subregión, tal como se observa en la figura 19.

Asociado con la producción de café se encuentra el cultivo de plátano, cuyas áreas y volúmenes lo ubican como el tercer producto agrícola de mayor relevancia en el área de estudio. Así entonces, la producción promedio de la región alcanza las 545 ha sembradas con un volumen cercano a las 2.167 toneladas de plátano cafetero al año. De la producción total que puede observarse en la tabla 6 y en la figura 20, para el 2017, el municipio de San Pablo albergaba el 96,1% de la superficie, mientras que en La Cruz se presentaba el 3,9% del área restante. En cuanto a la producción de plátano cafetero, durante el último año de referencia se estima un volumen equivalente a 2.350 toneladas de las cuales el 95,7% se generó en San Pablo mientras que el 4,3% restante se produjo en el municipio de La Cruz.

Según UDENAR y UPRA (2018) en ninguno de los dos municipios del área de estudio existen

zonas con aptitud alta para el cultivo de plátano (solo o asociado). Sin embargo se estableció un total 7.754 ha de tierras con aptitud media y otras 43 ha con aptitud baja que, utilizando adecuadas técnicas de producción, pueden sostener los cultivos de plátano. De estas tierras, el 71.1% de su superficie se localiza en San Pablo mientras que el 28,9% restante se encuentra en el municipio de La Cruz.



Figura 19. Cafetales localizados en laderas y terrazas de origen fluvio-volcánico en el cañón del río Mayo entre los municipios de La Cruz y San Pablo.

Fotografía: Narváez (2019)

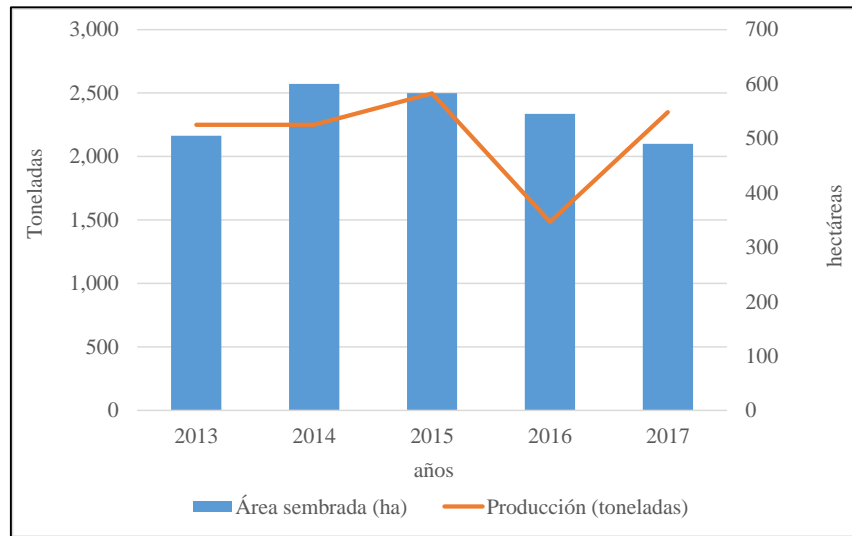


Figura 20. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de plátano cafetero.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Respecto a la dinámica multitemporal en la producción de plátano no se observa una tendencia o un comportamiento estable, y más bien durante los últimos cuatro años de registro se evidencia una tendencia negativa en lo relacionado con las áreas sembradas. Esta variación en los datos puede deberse a dos causas: por un lado los errores en la estimación generada por las UMATAS o Secretarías de Agricultura Municipales, puesto que los informes de volumen y áreas sembradas se hacen basándose en reportes de los gremios o asociaciones de productores, sin una verificación con cartografía técnicamente elaborada. Y por el otro lado, la variación en dicha producción puede deberse a que el plátano es un producto secundario asociado a los cultivos de café y por lo tanto, su aprovechamiento puede variar significativamente dependiendo de las condiciones de los mercados locales.

Por otro lado, la achira con la cual se produce un almidón muy utilizado en la gastronomía regional, es un producto de especial crecimiento principalmente en el municipio de La Cruz, puesto que es un cultivo propio de pisos térmicos fríos. De esta manera, la producción promedio en la cuenca alta llega a las 433 ha sembradas con cerca de 1.022 toneladas de achira al año. De esta producción, que puede observarse en la tabla 6 y la figura 21, para el 2017 La Cruz concentraba el 91,6% de la superficie sembrada con achira, mientras que en San Pablo se extendía el 8,4% restante. En cuanto al volumen, durante el último año de referencia se produjeron 1.566 toneladas de achira de las

cuales el 92% se generó en La Cruz y el 8% restante en San Pablo.

Desde el punto de vista multitemporal se observa claramente una tendencia ascendente en cuanto a la producción de achira tanto en superficie como en volumen, ya que en los últimos cinco años de estudio, el área casi se duplicó pasando de 278 ha en 2013 a 535 ha en 2017. Por su parte, la producción tuvo un incremento cercano al 300% en el mismo período de referencia. Es de anotar, como sucede con casi todos los cultivos a excepción del café, que las tierras destinadas a la producción de achira son pequeñas áreas (minifundios) que se intercalan con terrenos para la producción ganadera, razón por la cual no existe una producción de achira concentrada espacialmente sino diseminada en la franja del piso térmico frío de la cuenca alta.

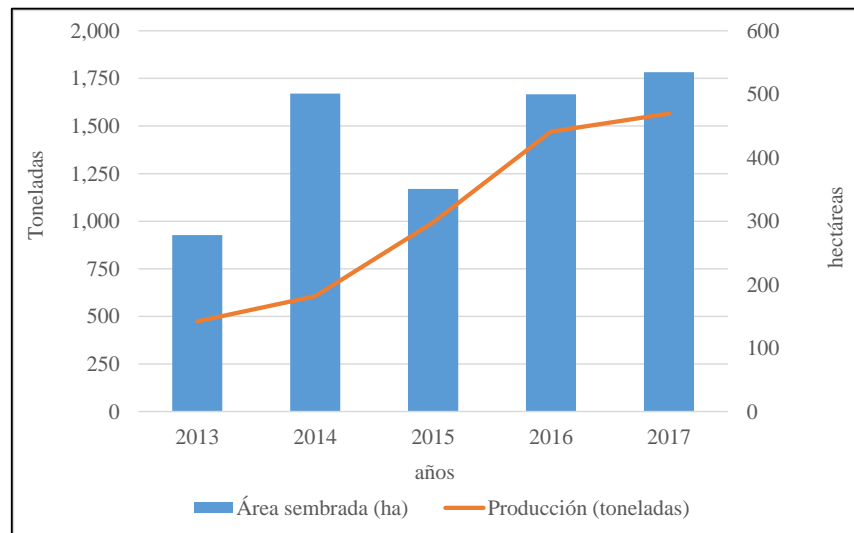


Figura 21. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de achira.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Con una producción significativamente menor se encuentra el maíz anual, a pesar que estas zonas se destacaron, durante el último cuarto del siglo XX, por su elevada producción de maíz, la cual decayó significativamente, como en toda Colombia, por la entrada de maíz desde el extranjero y por el agotamiento de los suelos debido a la sobreutilización de los mismos. De esta manera, la producción promedio de la región apenas alcanza las 309 ha sembradas con cerca de 515 toneladas de maíz al año. Los detalles de esta producción pueden observarse en la tabla 6 y en la figura 22, para el 2017, destacándose el municipio de San Pablo que albergaba el 68,3% de la superficie

sembrada en maíz, mientras que La Cruz contenía el 31,7% del área restante. En cuanto a la producción, durante el dicho año se estimó una producción de 343 toneladas de maíz de las cuales el 70,8% se generó en San Pablo, y el 29,2% restante en La Cruz.

Según UDENAR y UPRA (2018) ni en La Cruz ni en San Pablo existen suelos con aptitud alta para el cultivo de maíz anual. Sin embargo se identificó un total 3.425 ha de tierras con aptitud media y otras 1.006 ha con aptitud baja que requieren la adecuación de técnicas de producción sostenibles. De estas tierras, el 79,3% de los suelos con aptitud media se localiza en San Pablo así como también el 99,9% de los suelos con aptitud baja.

Multitemporalmente se observa un comportamiento inestable de la producción de maíz, con altos y bajos tanto en volumen como en área sembrada. Parte de esto se debe a que el maíz dejó de ser rentable para los productores locales, puesto que el mercado de estas localidades satisface la demanda con el maíz que es llevado desde otras regiones del país.

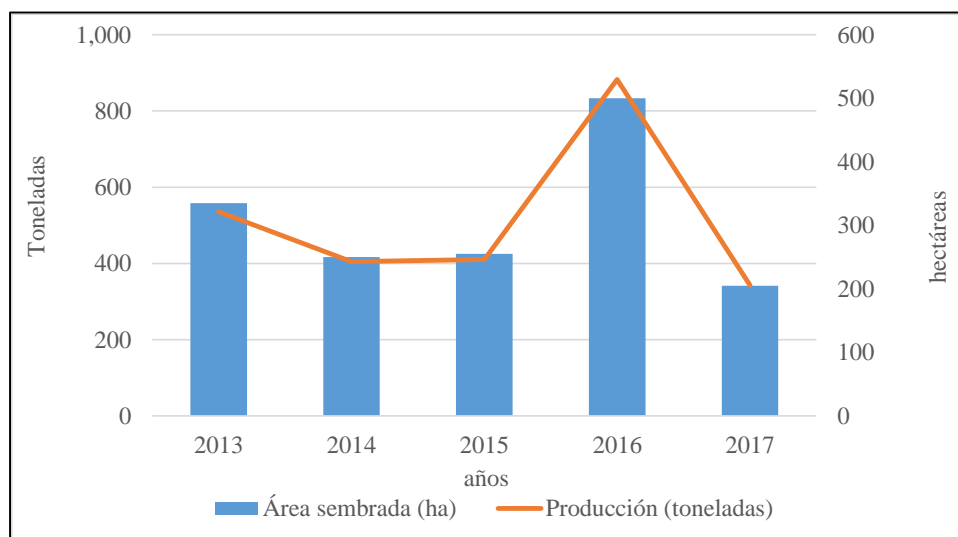


Figura 22. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de maíz anual.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

De manera contrastante, la granadilla se ha convertido en un producto promisorio para la región, principalmente en el municipio de La Cruz que es donde más se cultiva. Así entonces, la producción promedio entre los dos municipios alcanza las 216 ha sembradas con cerca de 781 toneladas de

granadilla al año, teniendo en cuenta el promedio de los últimos cinco años. De esta producción, que puede observarse en la tabla 6 y en la figura 23, para el 2017 La Cruz albergaba el 94,3% de la superficie sembrada con granadilla, mientras que en San Pablo se ubicaba el 5,7% restante. En cuanto a la producción, durante el 2017 se cosecharon 1.630 toneladas de granadilla de las cuales el 90,2% se produjo en La Cruz y el 9,8% restante en San Pablo.

Como en los anteriores casos de acuerdo a UDENAR y UPRA (2018) no existen suelos con aptitud alta para el cultivo de granadilla. No obstante se identificaron 13.145 ha de tierras con aptitud media y otras 115 ha con aptitud baja que requieren la adecuación de diversas técnicas de cultivo para garantizar la producción de granadilla. Curiosamente de esta superficie, el municipio de San Pablo posee el 55,4% de los suelos con aptitud media, mientras que en La Cruz se distribuye el 44,6% restante de áreas con suelos que poseen dicha aptitud, lo cual indica que los productores de granadilla tiene posibilidades significativas de extender este cultivo hacia San Pablo, en la medida que usen paquetes tecnológicos que logren mitigar las limitantes de los suelos.

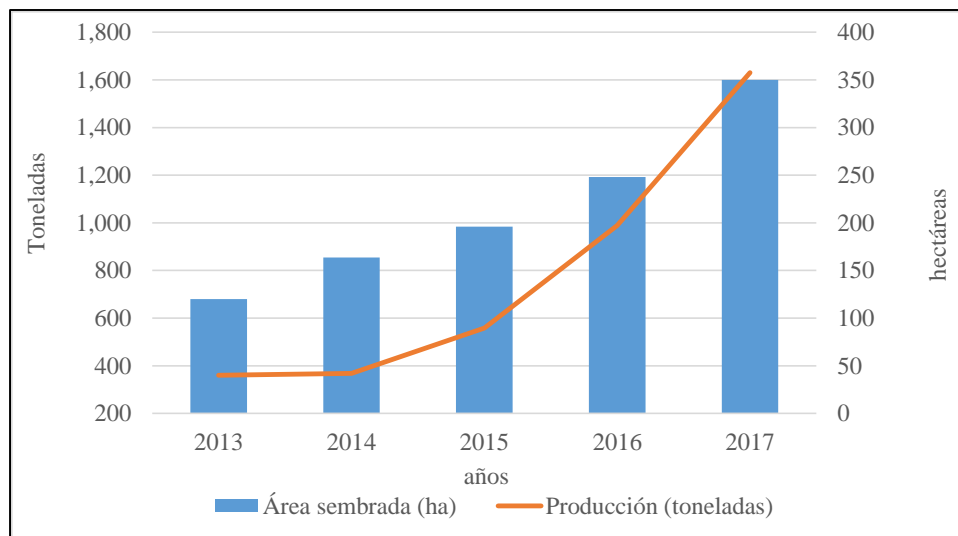


Figura 23. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de granadilla.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Respecto a la dinámica multitemporal se observa una tendencia positiva con un incremento importante tanto en área como en volumen de producción. El área destinada al cultivo de granadilla ha crecido, durante el período de referencia, 2,9 veces pasando de 120 ha en el 2013 a 350 ha en el

2017. De manera similar, el volumen de producción creció en un 452% en el mismo rango de años, pasando de 360 toneladas en 2013 a 1.630 en el año 2017. Por esta razón se prevé que el cultivo de granadilla en la cuenca alta del río Mayo continuará creciendo en los siguientes años, puesto que se ha encontrado un mercado promisorio para el producto principalmente a nivel nacional.

Finalmente, dentro de los siete productos agropecuarios de mayor relevancia en la región se encuentra el fique, para el cual se observa un comportamiento negativo tanto en área como en volumen de producción. Cada vez es menor la superficie de cultivo principalmente en el municipio de San Pablo. El área sembrada en promedio corresponde a 130 ha mientras que la producción promedio es de 198 toneladas al año, sin embargo los dos indicadores han disminuido en los cinco años de referencia, pasando de 178 ha en 2013 a 72 ha en el 2017. Igualmente la producción cayó de 219 y 242 toneladas al año en 2013 y 2014 a 140 toneladas para el 2017 tal como puede observarse en la figura 24. Es probable que en el corto plazo, el fique ya no sea un producto viable, debido al predominio de las fibras sintéticas que han reemplazado paulatinamente a la cabuya.

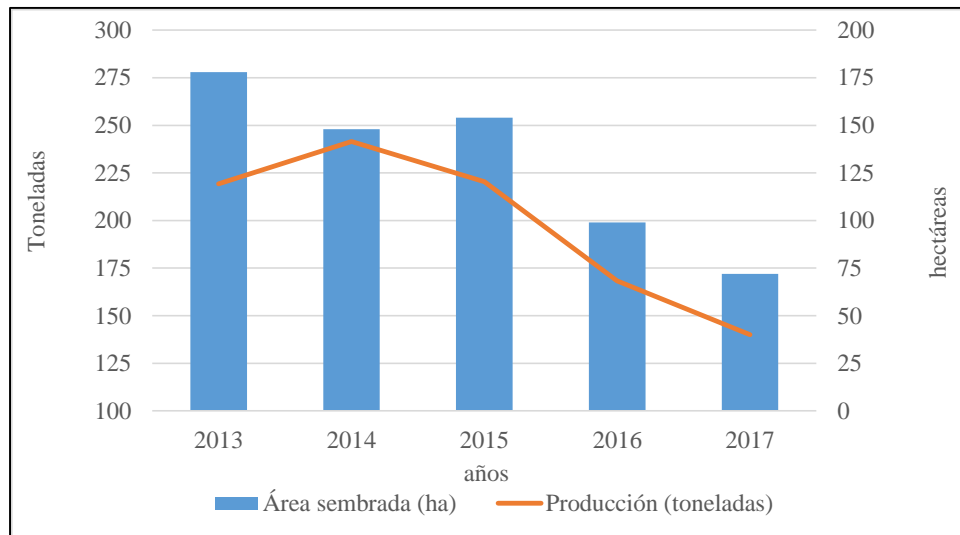


Figura 24. Relación entre la producción y la superficie destinada al cultivo de fique.

Fuentes: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Regional et al (2017, 2016, 2015, 2014 y 2013)

Otros aspectos determinantes en los medios de producción agropecuaria tienen que ver con la tenencia de la tierra y las características de las unidades productivas las cuales, según el DANE (2.019), muestran que el 69% de los predios en el municipio de La Cruz tienen un tipo de tenencia

propia, mientras que en el caso de San Pablo se acerca al 91%. (Ver tabla 7). Otros tipos de tenencia son la aparcería con un 12% en La Cruz y el arriendo con un 5% en San Pablo. Esto indica que en la mayoría de los casos, los usuarios de las tierras son propietarios, pero al mismo tiempo llama la atención que en La Cruz, este porcentaje no sea tan alto.

Tabla 7
Tenencia, uso, pobreza y acceso al agua en las unidades productivas de la cuenca alta del río Mayo

Variable	Tipo	La Cruz	San Pablo
Tenencia de la tierra	Propia	69,0%	91,0%
	Aparcería	12,0%	
	Arriendo		5,0%
Uso predominante	Agrícola	55,0%	48,0%
	Pecuario	36,0%	48,0%
Índice de pobreza multidimensional		46,7	55,4
UPA con acceso a agua		82,0%	85,0%

Fuente: DANE (2019)

En cuanto al uso predominante, se observan cifras contrastantes (pero no contradictorias) frente a los datos de coberturas y usos del suelo anteriormente descritos. Esto tiene que ver con la metodología utilizada en el 3er Censo Nacional Agropecuario del cual se desprenden dichas cifras. En este censo (DANE, 2019) la información se levantó teniendo como referencia los predios dedicados a actividades agropecuarias, por lo tanto, no necesariamente se encuentra un alta correspondencia con los valores de las superficies con diversos tipos de usos. En este orden de ideas, el 55% de los predios en La Cruz y el 48% en San Pablo se dedican a la agricultura, mientras que la ganadería se presenta en el 26% de los predios en La Cruz y en el 48% de San Pablo, lo cual indica que el tamaño de los predios dedicados a la agricultura es menor (si se tienen en cuenta las áreas de coberturas de la tierra mostradas anteriormente) y que el tamaño de los predios dedicados a la ganadería es mayor, aunque el número de estos, en total, sea inferior al número de predios que se caracterizan por el uso agrícola.

Por otro lado, según el DANE (2016) el índice de pobreza multidimensional (IPM) ajustado permite “obtener un panorama amplio de los hogares que habitan el sector rural respecto a sus condiciones educativas, de la niñez y juventud, de salud, de la vivienda y de los servicios públicos” (p.823). Teniendo en cuenta los datos de la tabla 6 es adecuado afirmar que los porcentajes de

incidencia de la pobreza en La Cruz y en San Pablo son altos, siendo un poco más precaria la situación de las comunidades rurales en este último municipio. Ahora bien, si se considera que el IPM ajustado para Colombia es de 45,7 y para Nariño de 44,9, se evidencia que este índice está por encima del promedio nacional y el departamental para los dos municipios, lo cual es una muestra de las difíciles condiciones en las que viven las comunidades rurales del área.

En síntesis, si bien existen niveles productivos relativamente altos para la ganadería y el café, esto contrasta con unas condiciones menos favorables en cuanto a la propiedad de la tierra y la pobreza de las comunidades rurales, lo cual necesariamente afecta la posibilidad de aprovechamiento de las actividades productivas y de generación de riqueza.

8.3.2 Los cambios de las áreas naturales frente a los usos agropecuarios. Un aspecto supremamente importante en el desarrollo de esta investigación está relacionado con el análisis de la dinámica de las áreas dedicadas a actividades agropecuarias contrastándola con el estado de las coberturas naturales en el área de estudio, más aún porque, al tratarse de una cuenca hidrográfica, la conservación de dichas coberturas naturales se convierte en un objetivo primordial para garantizar el aprovisionamiento y regulación del recurso hídrico, entre otros servicios ecosistémicos. En primera instancia se hace necesario hacer una comparación de los cambios en las coberturas de la tierra presentados en el período 1989 – 2017 con el fin de analizar la interrelación entre la dinámica de las áreas agropecuarias y las naturales. En ese orden de ideas, en las tablas 8 y 9 pueden apreciarse los cambios en la cobertura de la tierra para los dos años de referencia, incluyendo también la variación de las áreas dependiendo de su disminución o incremento en el transcurso de los 28 años de estudio.

Teniendo en cuenta los objetivos de esta investigación, la descripción y análisis de la dinámica multitemporal de la cobertura de la tierra, se centra principalmente tanto en las unidades de bosques y áreas seminaturales como en los territorios agrícolas. En primer lugar llama la atención, el incremento en las áreas de pastos, las cuales pasan de poseer una superficie de 6.265 ha en 1989 a 6.953,3 ha en el 2017, significando un aumento de 688,3 ha correspondiente al 11% del área existente a comienzos del período de referencia. Aquí es importante advertir que la diferencia, en cifras, frente a las reportadas en los consolidados agropecuarios, donde se asegura que para el 2017

el área sembrada en pastos estuvo alrededor de las 15.455 ha, radica en que los consolidados agropecuarios incluyen también los mosaicos de cultivos y pastos. En este mismo sentido es conveniente afirmar que tanto los datos de cobertura generados a partir de la interpretación de imágenes satelitales como los reportados en los consolidados agropecuarios son bastante aproximados porque según estos últimos, las áreas agropecuarias cubiertas por los siete principales productos agropecuarios suman un total de 19.615 ha para el año 2017, mientras que a partir del análisis de las imágenes satelitales para el mismo año se calculó una superficie de 20.064,4 ha. De esta manera, la diferencia entre los dos valores se explica por la existencia de aproximadamente 449 ha dedicadas a otros cultivos diferentes a los aquí descritos.

Tabla 8
Superficie comparada entre las coberturas de la tierra en 1989 y 2017

Nivel 1	Nivel 2	1989		2017	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	233.6	0.67	247.7	0.71
	Zonas de extracción minera y escombreras	0	0.00	6.4	0.02
Territorios agrícolas	Pastos	6,265.0	17.88	6,953.3	19.84
	Áreas agrícolas heterogéneas	13,111.1	37.42	12,735.0	36.34
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	9,358.9	26.71	9,221.7	26.32
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	5,996.0	17.11	5,800.5	16.55
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	34.3	0.10	34.3	0.10
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	7.5	0.02	7.5	0.02
Superficies de agua	Aguas continentales	33.0	0.09	33.0	0.09

Fuente: El autor, 2019

En segunda instancia, se observa una disminución de las áreas de bosques, las cuales pasaron de 9.358,9 ha en 1.989 a 9.221,7 ha en el año 2.017, significando una reducción de 137,2 ha que corresponden al 1,5% del área inicial. En cuanto a las zonas con cobertura natural también es evidente una reducción de las áreas con vegetación herbácea y arbustiva, cuya superficie disminuyó en 195,6 ha, lo cual equivale al 3,3% del área existente inicialmente en 1.989. Estos porcentajes no son significativos si se tiene en cuenta la proporción de área con cobertura natural en la cuenca alta del río Mayo, sin embargo esto no quiere decir que carezca de importancia el hecho de que haya

una disminución en las coberturas naturales, tal como se analizará más adelante.

Tabla 9

Variación en la superficie de las principales coberturas de la tierra

Nivel 1	Nivel 2	Disminución (ha)	Incremento (ha)
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	0.0	14.1
	Zonas de extracción minera y escombreras	0.0	6.4
Territorios agrícolas	Pastos	0.0	688.3
	Áreas agrícolas heterogéneas	376.1	0.0
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	137.2	0.0
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	195.6	0.0
	Áreas abiertas sin o con poca vegetación	0.0	0.0
Áreas húmedas	Áreas húmedas continentales	0.0	0.0
Superficies de agua	Aguas continentales	0.0	0.0

Fuente: El autor, 2019

Es muy importante señalar que las variaciones antes expuestas corresponden a una generalización de las áreas, puesto que realmente los cambios presentados en las coberturas de la tierra se dieron en casi todas ellas para el período de referencia, destacándose los siguientes casos:

- En las áreas agrícolas heterogéneas una superficie equivalente a 607,9 ha cambiaron a pastos, lo cual implica una predominancia de la ganadería en estos sectores localizados principalmente en el municipio de La Cruz.
- Una superficie de 128,6 ha de áreas agrícolas heterogéneas cambiaron a coberturas boscosas, hecho que está relacionado con procesos de regeneración natural o restauración.
- En las áreas con vegetación herbácea o arbustiva hubo una reducción de 167,4 ha que cambiaron a coberturas de áreas agrícolas heterogéneas, indicando procesos de ampliación de la frontera agropecuaria principalmente en zonas de alta pendiente y rondas de ríos.
- Las zonas con coberturas de bosques se redujeron en una superficie equivalente a 234,8 ha, las cuales pasaron a ser parte de las áreas agrícolas heterogéneas, aspecto que también se encuentra relacionado con la ampliación de la frontera agropecuaria, principalmente en zonas de bosques riparios (a lo largo de cursos de agua) y bosques densos en la parte alta del área de estudio.
- Se observaron muy pocos cambios respecto a la disminución en la cobertura de pastos, en

donde la transformación más extensa correspondió a 14,9 ha en las cuales la cobertura de pastos cambió a áreas agrícolas heterogéneas.

- A nivel general 915,8 ha de bosques presentaron procesos de intervención agropecuaria, particularmente deforestación de las coberturas naturales afectando principalmente áreas de bosques densos, bosques fragmentados, bosques riparios y vegetación secundaria. Los patrones de distribución espacial de estos procesos de deforestación indican una concentración en la parte alta del municipio de San Pablo y en algunos sectores de La Cruz, principalmente en zonas de bosques riparios, tal como puede apreciarse en la figura 25. Al respecto durante los 28 años de referencia la tasa promedio de deforestación (o de ampliación de la frontera agropecuaria) corresponde a 32,7 ha por año, lo cual es significativo teniendo en cuenta la superficie total de bosques en la zona. Por lo tanto es necesario llamar la atención para que tanto las autoridades municipales como las ambientales y las comunidades monitoreen y regulen estas problemáticas ambientales en dichas áreas.
- De manera complementaria, y aunque no puede tomarse como un fenómeno típico de deforestación, se identificaron las zonas y se calculó la superficie en donde se presentaron cambios de cobertura propia del bosque denso a bosque fragmentado. Estos cambios indican los primeros estadios de intervención en áreas naturales y se caracterizan por el establecimiento de pequeñas parcelas o chagras al interior del bosque denso destinadas al desarrollo de actividades productivas, generalmente de subsistencia. En esta región en particular dichos parches de intervención también se encuentran asociados a parcelas destinadas al cultivo de la amapola. En consecuencia, y como puede observarse en la figura 26, existen zonas en la parte alta (por encima de los 3.200 m.s.n.m.) y occidental de la cuenca del Mayo caracterizadas por presentar esta problemática afectando incluso sectores del PNN Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel.
- Finalmente y de forma contrastante también se evidenciaron procesos de regeneración natural o restauración dirigida, a través de los cuales varias zonas caracterizadas por coberturas propias de territorios agrícolas se transformaron en áreas con coberturas naturales (figura 25), fenómeno que se presentó en franjas riparias al suroccidente de La Cruz y en sectores puntuales de San Pablo, al norte del área de estudio. Estos procesos de restauración y regeneración sumaron un total de 276,7 ha.

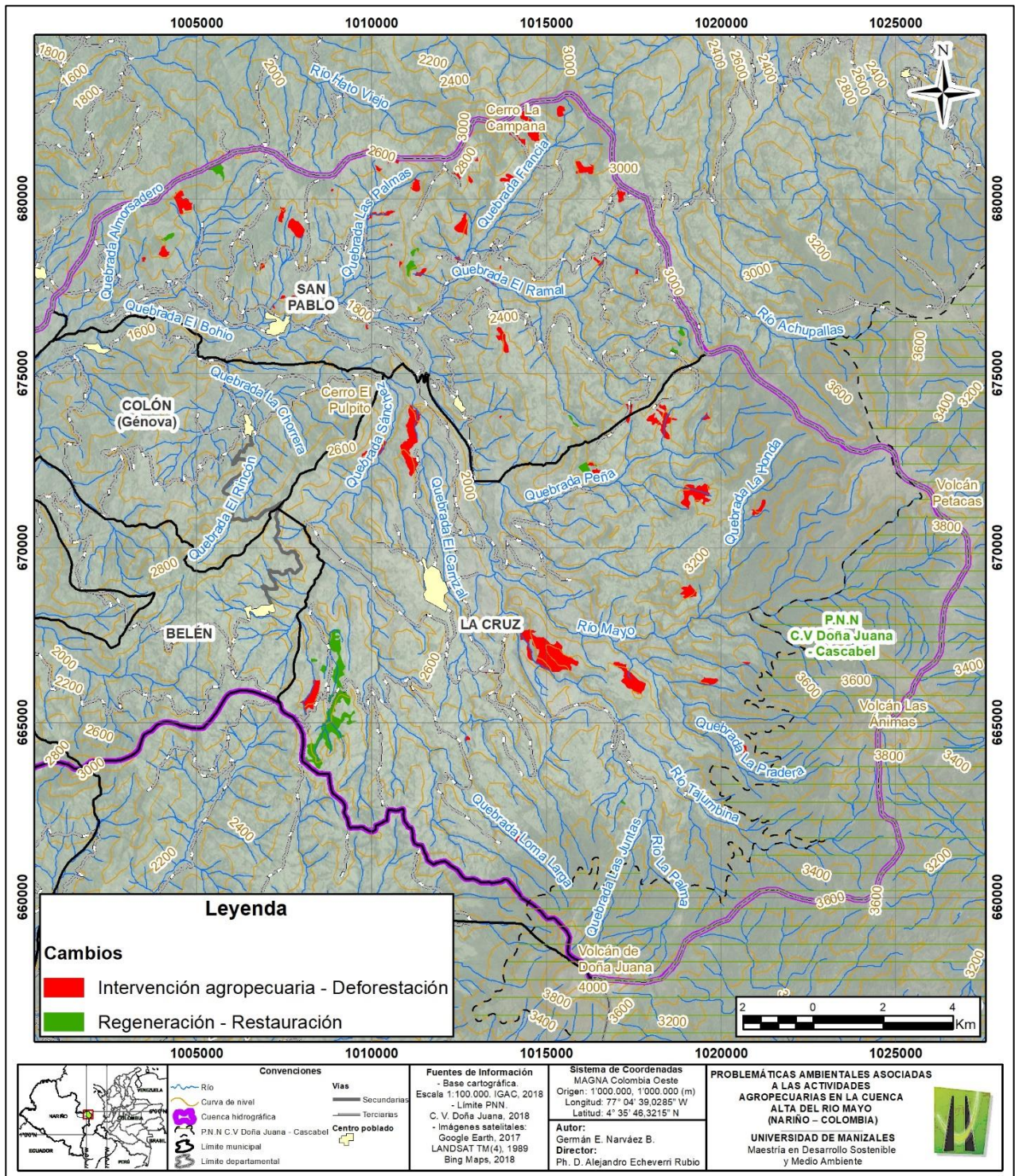


Figura 25. Cambios significativos de las coberturas naturales y no naturales
 Fuente: El autor, 2019

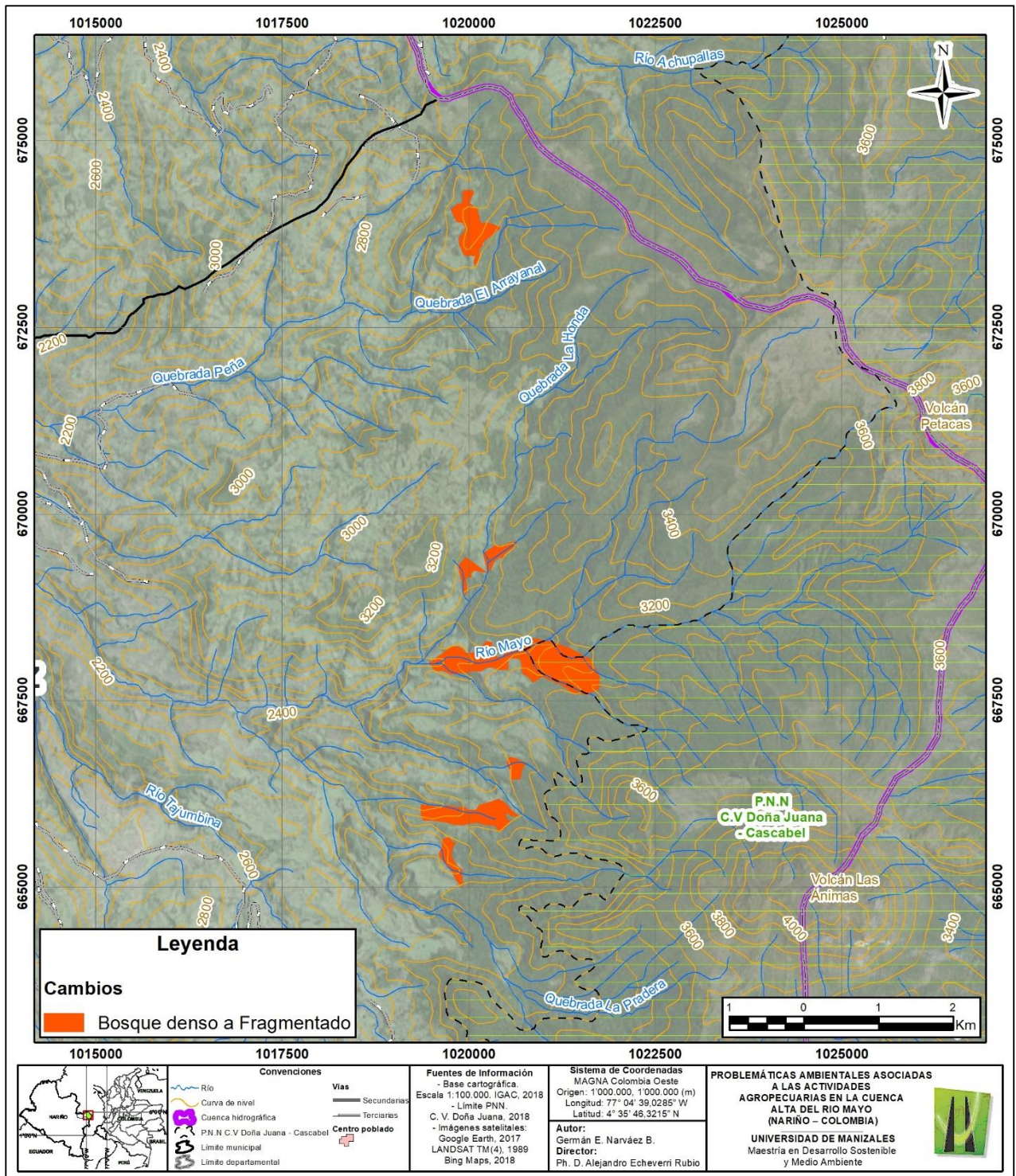


Figura 26. Cambios de la cobertura de la tierra relacionados con la transformación de áreas de bosques densos a bosques fragmentados

Fuente: El autor, 2019

8.4 Las problemáticas ambientales

Estas surgen de las diversas interacciones entre la sociedad y la naturaleza y son la manifestación de los conflictos que surgen en dicha relación, razón por la cual es imprescindible su abordaje en estudios como este, ya que definitivamente las actividades agropecuarias generan diversos impactos en el entorno dependiendo de su extensión, intensidad y forma en que se lleven a cabo. De esta manera en el presente capítulo se identifican y caracterizan las principales problemáticas ambientales asociadas a las actividades agropecuarias en el área de estudio, las cuales, como se apreciará más adelante, corresponden esencialmente a la disminución de las coberturas naturales y los procesos erosivos representados principalmente por el incremento y concentración de los fenómenos de remoción en masa. Obviamente estos no son los únicos problemas ambientales en el área, puesto que existen muchos más como la contaminación de las corrientes hídricas y de los suelos debido a la inadecuada disposición de residuos sólidos tanto domésticos como agrícolas; la contaminación de dichas corrientes generadas también por el nulo manejo de aguas residuales domésticas e industriales principalmente; y la cacería furtiva así como la explotación de especies de fauna silvestres, entre otras.

Entre diversos problemas ambientales que existen, los más comunes y que se consideran de mayor impacto corresponden a la deforestación asociada en gran medida con la dinámica de la frontera agropecuaria y los fenómenos de remoción en masa que obviamente contribuyen con la pérdida de la capacidad productiva en varias zonas de la cuenca alta del río Mayo. Si bien es cierto que no son las únicas problemáticas ambientales identificadas para el área si constituyen las más relevantes en cuestión de impacto y persistencia tanto espacial como temporalmente, razón por la cual se describen a continuación.

8.4.1 La dinámica de la frontera agropecuaria y la deforestación. Tal como se lo explicó en el capítulo sobre cambios multitemporales en la cobertura de la tierra, es de resaltar que en la zona de estudio hubo una deforestación de 915,8 ha la cual ha estado relacionada con procesos de intervención agropecuaria que indican básicamente una ampliación de la frontera agropecuaria (figura 25). Dicha deforestación como se indicó anteriormente afectó a áreas de bosques densos, bosques fragmentados, bosques riparios y vegetación secundaria. Ahora bien, teniendo en cuenta el período de estudio de 28 años se estimó una tasa de deforestación de 32,7 ha por año, la cual es

significativa si se considera la superficie total de bosques en la zona, la cual habría disminuido en un 9,8% durante el período de análisis.

Las zonas más deforestadas corresponden a superficies con coberturas de bosques riparios y vegetación secundaria que se ubicaban principalmente en escarpes o laderas de fuerte pendiente a lo largo de corrientes como el río Tajumbina, y las quebradas La Pradera, Peña y Carrizal, todas estas corrientes localizadas en el municipio de La Cruz. Por otro lado, en el municipio de San Pablo se observa una distribución heterogénea de pequeños parches de deforestación asociados en su mayoría, también con afectaciones a bosques riparios.

Particularmente hacia la parte más alta de la cuenca donde se encuentra una extensa cobertura de selva altoandina, los procesos de deforestación no son tan significativos, aunque si se observan algunas evidencias de ampliación de la frontera agropecuaria en altura hacia el volcán Petacas y el volcán Ánimas, por encima de los 3.000 m.s.n.m. En este sentido también es muy importante aclarar que dada la escala utilizada en esta investigación (1:50.000), los cambios que se identificaron y que se encuentran ligados a la deforestación fueron todos aquellos que superaban una extensión de 2,5 ha, razón por la cual, aquellas áreas donde haya habido una intervención agropecuaria con deforestación en superficies menores a dicha unidad de análisis, no fueron identificadas. De hecho, este tipo de procesos de deforestación en pequeñas extensiones son muy comunes a lo largo de la franja de selva altoandina que se encuentra al oriente del área de estudio tal como se observa en la figura 27.

Esta situación fue confirmada por los funcionarios tanto de Parques Nacionales Naturales (Oswaldo Díaz y Rodrigo Guevara) como de la UMATA de La Cruz (Vicente Narváez, Alfonso Arellano y Dani Ordóñez) quienes afirmaron que existen procesos de deforestación en pequeñas extensiones relacionados con la ampliación de la frontera agropecuaria en altura. De hecho, tal como se observó en campo, algunas situaciones de deforestación o fragmentación del bosque denso están relacionadas con la expansión de áreas para cultivos de uso ilícito, en este caso de la amapola (figura 28)

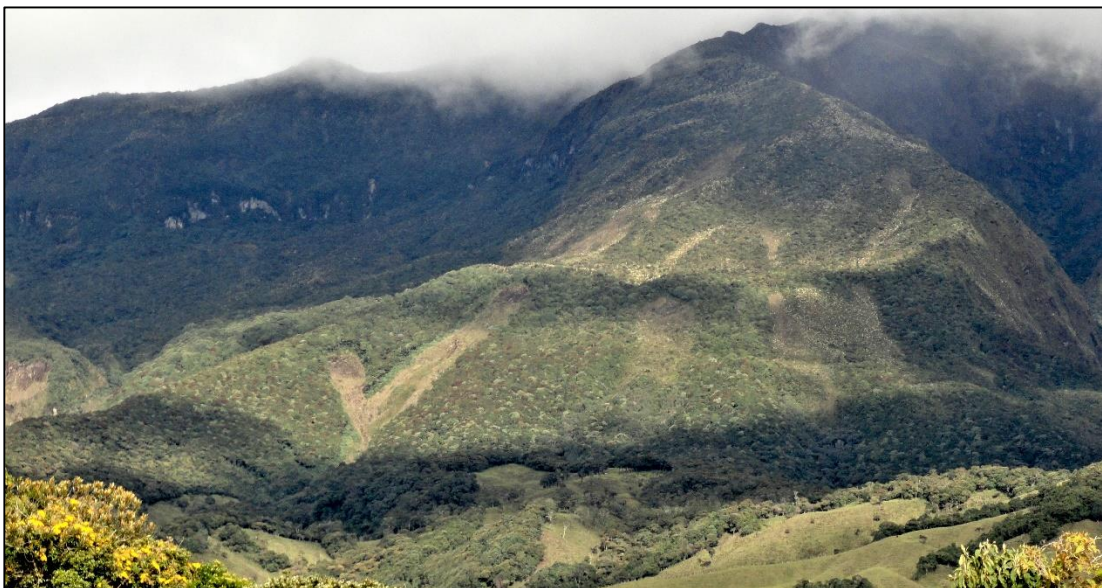


Figura 27. Parches de intervención y de deslizamientos en la selva altoandina localizada en el flanco noroccidental del volcán Doña Juana.
Fotografía: Narváez (2015)



Figura 28. Cultivo de amapola en zona de producción agropecuaria localizada en el corregimiento de Tajumbina (municipio de La Cruz).
Fotografía: Narváez (2018)

Al respecto, es importante señalar que según la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito ([UNODC], 2017) “en Colombia, la amapola se siembra en pequeñas parcelas en zonas

montañosas..., se han encontrado cultivares en altitudes que oscilan entre 1.100 y 3.600 m.s.n.m., estos se siembran a manera de sistema de rotación de cultivos y en ocasiones asociados.” (p.108). Así mismo la UNODC cataloga a los departamentos de Nariño y Cauca como los dos más grandes productores de amapola de Colombia, ya que en el 2016 (último año de referencia) se cultivaron 300 ha y 162 ha respectivamente en cada departamento.

En cuanto a la favorabilidad de las condiciones para cultivar amapola en Nariño específicamente, la UNODC (2017) considera que la región de la cuenca alta del río Mayo ha incrementado a muy alta las condiciones de favorabilidad para el cultivo de amapola, principalmente desde el año 2016. De hecho, según el Observatorio de Drogas de Colombia ([ODC], 2019), para el año 2016, en La Cruz se cultivaron 64 ha de amapola, mientras que en San Pablo, dicha cifra ascendió a 80 ha. La serie histórica de la superficie cultivada en amapola para los dos municipios se observa en la tabla 10.

Tabla 10

Superficie de amapola cultivada en la cuenca alta del río Mayo entre 2012 y 2016

Municipio	Superficie de amapola (ha)				
	2012	2013	2014	2015	2016
La Cruz	64,0	8,1	7,1	67,1	64,0
San Pablo	7,0	26,2	12,2	82,2	80,0
Total	71,0	34,3	19,3	149,3	144,0
Porcentaje respecto al departamento	36,6	47,0	12,1	46,7	48,0

Datos obtenidos de: ODC (2019) y UNODC (2017). Los porcentajes corresponden a la proporción existente entre la sumatoria de superficie de amapola para los municipios de La Cruz y San Pablo y la superficie total departamental para cada uno de los años de referencia.

Como puede observarse, el aporte de la cuenca alta del río Mayo en cuanto a las áreas sembradas en amapola para el departamento de Nariño es muy significativo y evidentemente genera un sinnúmero de repercusiones sociales, económicas y ambientales en la región. En este sentido, y en lo concerniente con la cobertura y el uso del suelo en la zona, de acuerdo tanto al trabajo de campo como a varias entrevistas realizadas (se omiten nombres para no comprometer la seguridad de los entrevistados) la mayor parte de las áreas sembradas con amapola se establecen, como lo afirma la UNODC (2017) de forma asociada o alternada con otros cultivos o con pasturas para ganadería. De hecho la mayor parte de los cultivos de amapola que existen hoy en día en la parte alta de la cuenca del río Mayo están localizados en zonas que tradicionalmente se han caracterizado por una

cobertura correspondiente a áreas agrícolas heterogéneas y son muy pocos los casos en los cuales dichos cultivos han afectado la cobertura boscosa que se encuentra al oriente de la cuenca, entre otras cosas porque, como se dijo anteriormente, suelen ser parches extremadamente pequeños que por lo general tienen una superficie inferior a una hectárea.

Por otro lado, como se anotó al comienzo de este capítulo, la deforestación tiende a afectar las áreas de bosques riparios existentes en la zona, esto debido a la necesidad que tienen los campesinos de extender sus áreas productivas lo cual ha conllevado a que este tipo de coberturas sea cada vez menor y se limite casi que exclusivamente a las áreas de mayores pendientes. Esto contribuye también a la fragmentación del bosque en todo el flanco occidental del PNN Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel, identificándose una distancia promedio entre parches de bosque de 128,5 m. (Obando y Narváez-Bravo, 2014).

Así entonces, a nivel de paisaje se observa una dominancia de los pastos y cultivos interrumpidos por corredores de bosques riparios, arbustales y vegetación secundaria que se ubican relictualmente en aquellas zonas de mayor pendiente, como puede verificarse en las figuras 29 y 30. En la medida que las áreas agropecuarias van extendiéndose por sobre estas coberturas naturales, no solo se está contribuyendo con la disminución de la superficie de los bosques y otras coberturas similares sino que esto tiene repercusiones directas sobre la oferta y calidad del recurso hídrico, así como en el desarrollo de fenómenos de remoción en masa. Estos mismos corredores son afectados periódicamente por quemas lo cual ha contribuido a su transformación de bosques densos a arbustales en muchos casos, razón por la cual, según información de varios funcionarios de la Alcaldía de La Cruz (Franco Arlay y Alfonso Arellano) así como líderes ambientales de la región (Guido Gallardo y Hernando Álvarez) generan las condiciones para que se presenten fenómenos de remoción en masa.

Finalmente otro aspecto relacionado con la deforestación y que más específicamente tiene que ver con la degradación del bosque puesto que no implica una pérdida total de la cobertura arbórea, sino una extracción selectiva del recurso forestal o una tala focalizada para el establecimiento de pequeñas unidades productivas, se evidencia a través del cambio de la cobertura de bosque denso a bosque fragmentado (figura 26). Este problema ya había sido identificado por Guerrero y Ortega

(2012) para la totalidad del flanco occidental del PNN Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel estimándose un área de 48,2 ha que se transformaron de bosque denso a bosque fragmentado entre 1989 y 2011 en el municipio de La Cruz. En consecuencia, teniendo en cuenta que dicha investigación también fue elaborada en una escala 1:50.000 se podría concluir que el proceso de fragmentación del bosque denso, específicamente al oriente de los volcanes Petacas y Ánimas (ubicados en el municipio de La Cruz) que se puede observar en la figura 26, se ha incrementado significativamente puesto que el área de cambio calculada en el presente estudio asciende a 169,8 ha entre 1989 y 2017, lo cual implicaría (contrastando con la información de Guerrero y Ortega [2012]) que entre 2011 y 2017 la superficie de bosque denso que pasó a ser fragmentado fue de 121,6 ha.

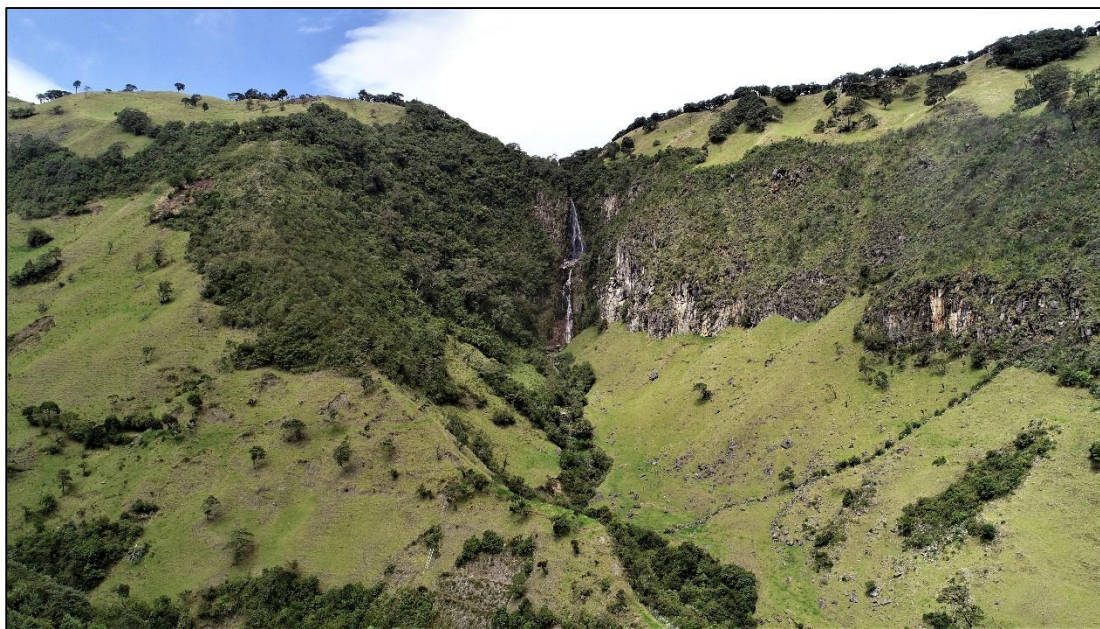


Figura 29. Cobertura de arbustales y pastos cerca a la cascada de la quebrada Caicuanes localizada en el corregimiento de Tajumbina (municipio de La Cruz). Se observa la presencia de arbustales densos altos en los escarpes, mientras que los pastos se distribuyen en el resto del área a pesar que la pendiente supera los 40° de inclinación. Fotografía VANT Phantom 4: Pizarro (2018).

Este incremento en la velocidad de transformación del bosque denso parece estar asociado, principalmente a la extracción de leña, madera y postes que son utilizados para una gran diversidad de propósitos. Así lo confirman líderes ambientales como Carlos Ordóñez, Roque Pabón, Guido Gallardo y Fabio Rosero, quienes de diversas maneras consideran que existe una problemática

ambiental ligada a la extracción de los recursos derivados del bosque, la cual tiene comportamientos fluctuantes pues se presentan épocas en las cuales aumenta este tipo de extracción y otras en las que disminuye. A esto debe añadirse nuevamente el conflicto derivado de la necesidad de tierras para expandir los cultivos de uso ilícito como la amapola la cual, como se hizo evidente anteriormente, ha tenido un incremento más o menos sistemático en la zona y que debido a su particular patrón espacial de inserción no repercute en la transformación de grandes áreas, sino más bien contribuye a la fragmentación del bosque de forma dispersa.



Figura 30. Coberturas de pastos limpios, mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales y bosques riparios en el extremo suroccidental del área de estudio.
Fotografía VANT Phantom 4: Pizarro (2018)

8.4.2 Los fenómenos de remoción en masa y la pérdida de la capacidad productiva. Los fenómenos de remoción en masa constituyen un grupo de procesos geomorfológicos de gran importancia en las relaciones ambientales existentes entre la sociedad y la naturaleza, debido a que condicionan las formas de ocupación del territorio y representan, al mismo tiempo, una amenaza para la vida, las actividades y la infraestructura humana. Igualmente, y de manera frecuente, los fenómenos de remoción en masa pueden producirse debido a inadecuadas formas de uso del suelo que generalmente afectan la estabilidad de las formaciones geológicas donde estos se presentan.

En consecuencia, para el área de estudio se elaboró un inventario de 116 fenómenos de remoción

en masa que se han presentado durante los últimos diez años, entre los cuales se encuentran deslizamientos traslacionales (89,7%) y, en menor proporción, deslizamientos rotacionales (6,7%) y flujos detríticos (3,6%). La distribución espacial de estos fenómenos evidencia patrones de concentración en ciertas áreas de la cuenca alta del río Mayo, donde la ocurrencia de estos es mayor tal como se puede observar en la figura 31. Como consecuencia de la concentración de deslizamientos traslacionales (principalmente) se pueden formar avenidas torrenciales, cuyos depósitos se han identificado en siete corrientes hídricas. Estas quebradas son: Bellavista, El Ramal y Francia que hacen parte de la microcuenca Francia afluente del río Mayo en el municipio de San Pablo; la quebrada La Palma ubicada también en dicho municipio; las quebradas Peña Blanca y San Gerardo que son parte de la microcuenca San Gerardo, localizadas en el municipio de La Cruz y la quebrada Las Dantas que es afluente de la quebrada Juan López ubicada también en La Cruz.

Entre estas zonas sobresale la cuenca Juan López la cual está localizada en el municipio de La Cruz al suroccidente del área de estudio donde se inventariaron 45 deslizamientos (38,8% del total) de los cuales 29 se presentan en la microcuenca Las Dantas (figura 32). La mayor parte de estos deslizamientos traslacionales se desarrollaron en coberturas de pastos y mosaicos de pastos y áreas naturales caracterizadas por la presencia de arbustos, en suelos de alta pendiente (mayor al 100%).

De hecho, como se afirmó anteriormente, se observa una relación muy estrecha entre los fenómenos de remoción en masa y el tipo de cobertura de la tierra donde estos se desarrollan. Al superponer la ubicación de estos fenómenos con las unidades de cobertura se evidencia una alta predominancia de deslizamientos en aquellas áreas caracterizadas por pastos limpios (44,8%), y en segunda instancia aquellas zonas con presencia de mosaicos de pastos con espacios naturales (17,2%), como puede verificarse en la tabla 11. Por otro lado, aunque un 13,8% de los fenómenos de remoción en masa se presentaron en corredores de bosques riparios, es de anotar que en la mayoría de los casos, la corona del deslizamiento se ubica en la parte alta de la franja del bosque donde predominantemente existen coberturas de pastos. Este es el caso del complejo de deslizamientos traslacionales que se ha presentado en la microcuenca del río Tajumbina en el municipio de La Cruz (figura 33) donde se concentran cuatro grandes deslizamientos a lo largo de la franja de bosque ripario que bordea el cauce de río La Palma. Dos de estos deslizamientos tienen su corona inicial en la zona alta donde hay presencia de pastos y si bien los otros dos fenómenos de remoción

en masa se concentran en el área de bosque ripario, es importante evidenciar que en la parte alta existe una cobertura de pastos limpios destinados a ganadería.

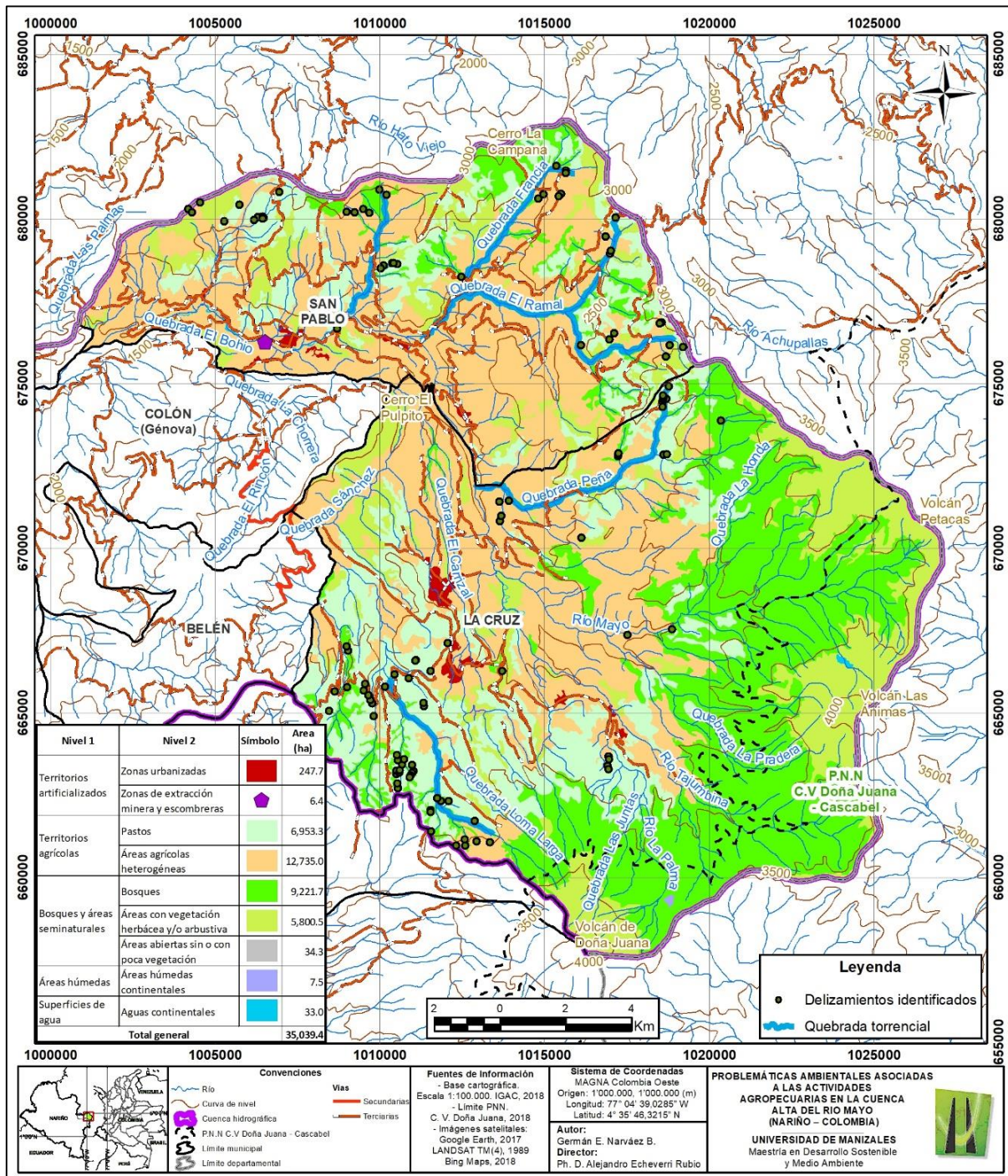


Figura 31. Distribución espacial de los fenómenos de remoción en masa en función de las coberturas de la tierra.

Fuente: El autor, 2019



Figura 32. Deslizamientos traslacionales en zonas de pastos limpios y mosaicos de pastos y áreas naturales al suroccidente del área de estudio.

Fotografía: Narváez (2019)

Tabla 11

Número de fenómenos de remoción en masa para cada tipo de cobertura de la tierra en el nivel 3 de la clasificación CORINE Land Cover

Cobertura (nivel 3)	Número de FRM	Porcentaje
Pastos limpios	52	44.8%
Mosaico de pastos con espacios naturales	20	17.2%
Bosque de galería y/o ripario	16	13.8%
Mosaico de pastos y cultivos	10	8.6%
Tierras desnudas y degradadas	4	3.4%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	4	3.4%
Arbustal	3	2.6%
Vegetación secundaria o en transición	3	2.6%
Bosque fragmentado	2	1.7%
Bosque denso	1	0.9%
Mosaico de cultivos con espacios naturales	1	0.9%
Total	116	

Fuente: El autor, 2019

Como es evidente, la presencia de pastos o en otros casos de cultivos limpios, influye sobre la estabilidad del terreno, porque se alteran los procesos de infiltración y retención de agua y al mismo tiempo se disminuye la capacidad natural de retener el suelo o las formaciones superficiales que tienen una alta susceptibilidad a presentar remoción en masa (IGAC, 2005). Esta relación ha sido también identificada por los pobladores de la región y según afirmaciones de líderes sociales y

ambientales como Eustorgio Ortega, Idber Onaldo Buitrón y Javier Muñoz así como de funcionarios de Alcaldías e instituciones ambientales como Franco Arlay, Oswaldo Díaz, Alfonso Arellano y Mario Noguera existe un alta incidencia de los deslizamientos en algunos sectores debido a la deforestación y a la ampliación de las zonas dedicadas principalmente a la ganadería.



Figura 33. Deslizamientos traslacionales en zonas de pastos limpios y bosques riparios en la microcuenca del río Tajumbina.

Fotografía: Narváez (2018)

También existen otros factores detonantes de deslizamientos diferentes a la cobertura de pastizales. Entre estos es importante señalar la influencia que tiene la construcción y el mantenimiento de las vías como el segundo factor de mayor relevancia en el desarrollo de deslizamientos traslacionales, tal como puede evidenciarse en la figura 34. Teniendo en cuenta el predominio de las altas pendientes en el área más la presencia de formaciones geológicas inestables asociadas con materiales volcánicos principalmente de tipo piroclástico, se contabilizaron 11 deslizamientos en el área de estudio causados por la desestabilización de taludes en zonas por donde cruzan las vías. De hecho, en lo referente a vías terciarias también se observa que la construcción de estas no necesariamente obedece a un diseño técnico y no se complementa con obras de contención como alcantarillas y muros o gaviones, razón por la cual, tan pronto como se hacen los cortes para construcción o ampliación de la vía rápidamente se generan fenómenos de remoción en masa.

Por otro lado un factor antrópico adicional desencadenante de varios fenómenos de remoción en masa tipo deslizamiento traslacional o flujos detríticos en el área de estudio corresponde a la fuga de agua en tuberías o mangueras. Muchas veces este tipo de conducciones se hacen de manera artesanal o no se llevan a cabo acciones de mantenimiento razón por la cual, en caso de haber fugas, el agua humedece el material superficial hasta que llega a un punto de saturación a partir del cual es totalmente inestable. Este es el caso de los fenómenos observados en las figuras 35 y 36; en la primera de estas se identifica un flujo detrítico que se inició en el límite de un potrero y un escarpe cubierto por arbustales. El flujo se presentó debido a una acción conjunta en la que la saturación del material se produjo por la acumulación de humedad durante un período lluvioso, pero también condicionada por el inadecuado manejo de una conducción de agua en la parte alta del escarpe.



Figura 34. Numerosos deslizamientos traslacionales y golpes de cuchara causados por la construcción de vías en zonas de alta pendiente. Corregimiento de Tajumbina.
Fotografía: Narváez (2011)

En cuanto al deslizamiento de la figura 36 constituye quizás el fenómeno de remoción en masa de mayor magnitud que se haya presentado durante los últimos 10 años en la zona. Este deslizamiento se produjo por la saturación del terreno debido a la acumulación de humedad en un episodio de abundantes lluvias en diciembre de 2011 más el aporte de agua generada por una tubería rota en la corona del mismo, lo cual movilizó abundante material que represó la quebrada Honda afluente del río Mayo en la vereda Moncayo del municipio de La Cruz. Posteriormente varios habitantes de la

zona acudieron al área del deslizamiento sin percatarse que se habían dado las condiciones para una avenida torrencial, donde el dique formado inicialmente por el material deslizado colapsó dejando un saldo, según El Tiempo del 13 de diciembre de 2011, de 16 desaparecidos, de los cuales posteriormente se confirmó la muerte de 14 de ellos.



Figura 35. Flujo detrítico en un escarpe con cobertura de arbustos densos altos en la microcuenca Carrizal.
Fotografía: Narváez (2012)

En menor medida, en la región existen evidencias de otros tipos de deslizamientos como los rotacionales, los cuales, tal como se afirmó anteriormente, poseen unas características de movimiento distintas, ya que son mucho más lentos y el material se moviliza en bloque. Por ejemplo en la figura 37 se observa a través de una toma aérea el deslizamiento rotacional cerca de la cabecera corregimental de Tajumbina en el municipio de La Cruz.

Este tipo de deslizamientos se presentan en zonas con predominancia de formaciones arcillosas o con alto contenido de cenizas volcánicas con pendientes moderadas a altas. Es muy frecuente que los deslizamientos tanto traslacionales como rotacionales se desarrollen muy cerca de las corrientes de agua; en este sentido es importante mencionar que la saturación de humedad es uno de los principales factores que contribuye al movimiento del terreno. Adicionalmente, en la parte inferior de la fotografía (figura 37) se observa un proceso de tunelización, el cual consiste en una infiltración del agua la cual se concentra por debajo de las capas superficiales del suelo y genera

unos flujos estacionales (más activos en épocas lluviosas) que poco a poco movilizan los materiales superficiales. Con el tiempo es muy probable que haya un colapso de la parte superior del túnel generándose una cárcava o puede presentarse también un deslizamiento traslacional e incluso un flujo detrítico. Como puede evidenciarse en este caso, los fenómenos anteriormente descritos se presentan nuevamente en un área caracterizada por una cobertura de pastos limpios.



Figura 36. Deslizamiento traslacional de gran magnitud con represamiento de corriente hídrica en un área con cobertura de mosaicos de pastos, cultivos y áreas naturales. Corregimiento de San Gerardo, municipio de La Cruz.
Fotografía: Erazo (2012)

Asociadas a estos fenómenos de saturación de agua en las capas superficiales y subsuperficiales del suelo existen otros fenómenos de remoción en masa denominados terracetos (figura 38) y que

esencialmente constituyen una serie de microdeslizamientos que se desarrollan en una ladera. Dichas terracetas evidencian el movimiento lento y superficial del suelo, fenómeno conocido también como reptación y que tiene su origen en el pisoteo permanente del ganado, en la saturación del suelo y en el movimiento del mismo por acción gravitacional debido al aumento de peso cuando este se encuentra saturado. Este tipo de microformas del relieve son muy comunes en las zonas de ladera, observándose nuevamente una alta coincidencia entre el desarrollo de estas y la existencia de pasturas para ganadería. El fenómeno como tal tiende a concentrarse más en la parte oriental del área de estudio debido a sus características de alta pendiente y mayor pluviosidad.



Figura 37. Deslizamiento rotacional junto a una franja de tunelización por concentración de agua subsuperficial en la microcuenca Cuaicuanes.

Fotografía: VANT Phantom 4: Pizarro (2018)

Por otro lado, más allá de la evidente influencia de los fenómenos de remoción en masa en la región y de su estrecha relación con las áreas caracterizadas por coberturas de pastos, condición que disminuye la capacidad de retención del suelo y altera los procesos internos y superficiales de circulación del agua, también es importante analizar la relación entre las formas de uso del suelo

en las zonas agropecuarias con la erosión en general. Para esto también se interrelacionó la información de coberturas de la tierra con las características de los suelos y se pudo identificar una estrecha relación que definitivamente afecta la productividad de los suelos y por ende la rentabilidad de las actividades agropecuarias desarrolladas en la región.



Figura 38. Terracetas que indican procesos de reptación superficial en zonas de alta pendiente con cobertura de pastos limpios. Corregimiento de Tajumbina, municipio de La Cruz.
Fotografía: Narváez (2013)

En la figura 39 puede observarse la distribución de suelos con los respectivos grados de erosión. De manera complementaria, como se evidencia en la tabla 12, se puede afirmar que casi la mitad del área correspondiente a la cuenca alta del Mayo (46,6%) no posee procesos erosivos, al menos identificables en escala general. Estas zonas sin erosión se localizan principalmente en la parte oriental y suroriental, y en menor proporción en el extremo noroccidental del área de estudio.

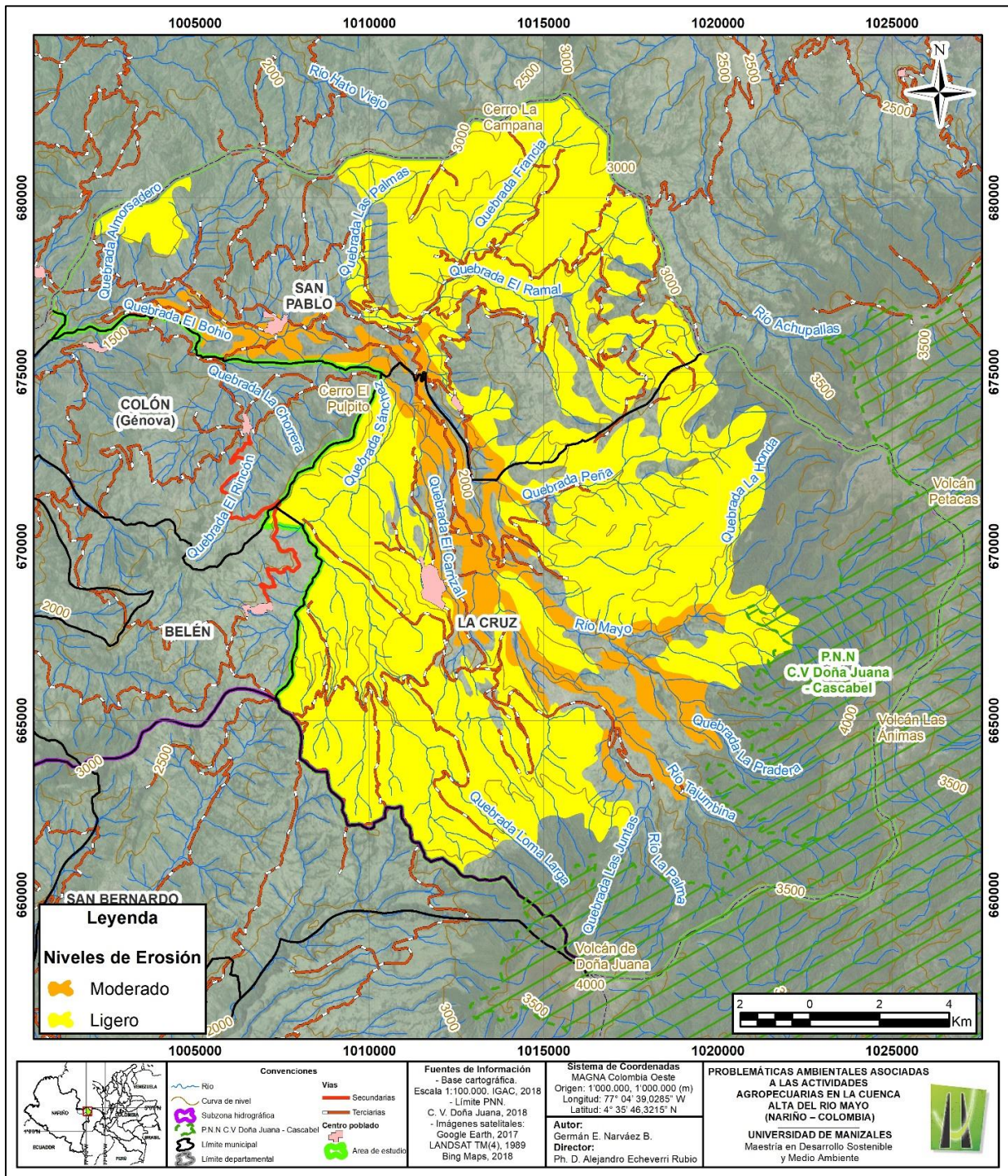


Figura 39. Suelos con erosión ligera y moderada en la cuenca alta del río Mayo.

Adaptado de IGAC (2004)

Sin embargo, el 53,4% del área de estudio si presenta evidencias de erosión siendo mayor la extensión de suelos con erosión ligera. Estas áreas según el IGAC (2004) corresponden principalmente a zonas con suelos típicos del paisaje de altiplanicie variando desde climas fríos y

húmedos en la parte alta y media de la zona de estudio, a climas medios secos o húmedos que se distribuyen en el sector noroccidental. Las pendientes se caracterizan por ser moderadas a fuertemente escarpadas y justamente sobre estas áreas se concentran las zonas de pastos, cultivos y mosaicos de pastos y cultivos, lo cual genera una señal de alarma, puesto que al ser suelos susceptibles a la erosión o que ya evidencian un grado ligero en la misma, deben aplicarse medidas y tecnologías que mitiguen esa condición. Así lo manifiestan también diversos líderes ambientales y sociales del área que como Hernando Álvarez, Roque Pabón, Jorge Ordóñez y Guido Gallardo al igual que funcionarios de las entidades estatales como Alexander Rosero, Edgar Benavides, Alfonso Arellano, Dani Andrés Ordóñez, Oswaldo Díaz y Vicente Narváez quienes consideran que existen inadecuadas prácticas agrícolas que conllevan a deteriorar o a acelerar las condiciones de erosión del suelo. Las mismas personas entrevistadas coinciden en afirmar que adicionalmente se presentan problemas de contaminación por excesivo uso de agroquímicos principalmente en los cultivos que se establecen en la región, lo cual contribuye a alterar nocivamente las características físico químicas de los suelos y a contaminar las fuentes hídricas cercanas.

Tabla 12
Superficies de suelos con diversos grados de erosión en el área de estudio

Tipo de erosión	Área (ha)	Porcentaje
Ligero	16,099.8	45.9
Moderado	2,617.2	7.5
Sin erosión	16,322.4	46.6
Total	35,039.4	100.0

Datos obtenidos originalmente de: IGAC (2004) y reprocesados por UDENAR y UPRA (2014) en escala 1:100.000

Correspondiendo a una extensión significativamente menor, existen algunas áreas con suelos que poseen un grado de erosión moderado, las cuales según el IGAC (2004) se caracterizan por presentarse en suelos de altiplanicie propios de climas fríos y medios con diversas condiciones de humedad. Geomorfológicamente, estos suelos están en franjas de cañones con pendientes que varían de moderada a fuertemente escarpadas y que corresponden a áreas de disección profunda hecha por las corrientes hídricas sobre materiales piroclásticos. Casi toda esta área se encuentra alineada a la dirección del valle del río Mayo y constituyen el borde o escarpe de disección del río Mayo y otras corrientes afluentes de este.

9. Conclusiones

Los bosques y áreas seminaturales representan el segundo tipo de coberturas más extenso en la cuenca alta del río Mayo localizada entre los municipios de La Cruz y San Pablo al nororiente del departamento de Nariño. Este grupo de coberturas incluye a los bosques densos, fragmentados y riparios, así como a arbustales y herbazales principalmente de páramo, constituyendo una franja de vegetación natural que se ubica hacia la región oriental de la cuenca donde se encuentran los volcanes Doña Juana, Ánimas y Petacas, los cuales hacen parte del denominado complejo de páramos Doña Juana – Chimayoy establecido por el Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt como uno de los cuatros complejos paramunos del departamento de Nariño y que en el 2018 fue delimitado por la Corporación Autónoma Regional de Nariño. El hecho de poseer una cobertura natural de extensión considerable es muy importante para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos dentro de los cuales sobresale la provisión de agua para el consumo humano, las actividades agropecuarias y la generación de energía eléctrica.

Los territorios agrícolas abarcan un poco más de la mitad de la superficie en la cuenca alta del río Mayo, sobresaliendo las áreas de pastos limpios que representan casi la quinta parte de las coberturas destinadas a actividades productivas, como lo es la ganadería de tipo extensivo y de doble propósito, la cual se desarrolla con mayor extensión en la parte sur, en jurisdicción del municipio de La Cruz. Poseen importancia también las áreas caracterizadas por mosaicos de pastos con espacios naturales y mosaicos de cultivos, pastos y espacios naturales, las cuales evidencian una predominancia de actividades ganaderas, alternadas con una agricultura primordialmente de pequeña escala, poco tecnificada y con serios problemas de productividad y rentabilidad.

Ya que el uso del suelo se encuentra estrechamente relacionado con las coberturas de la tierra, puesto que a partir de estas se determinan las categorías de uso, es evidente que en la cuenca alta del río Mayo predomina el uso de conservación el cual se encuentra asociado principalmente con las coberturas de bosques y áreas seminaturales, las áreas húmedas y las aguas continentales las cuales están vinculadas con los ecosistemas de selva altoandina y páramo. En contraste y también con una significativa extensión, están los usos relacionados con las actividades agropecuarias que se presentan, en un poco más de la mitad de la superficie, prevaleciendo el uso pecuario.

Las actividades agropecuarias representan un renglón importante en la economía de la región sobresaliendo la ganadería bovina y el cultivo del café, actividades que abarcan conjuntamente casi la totalidad de las áreas destinadas a los usos agropecuarios, aunque las zonas de pastos dedicadas a la ganadería sobresalen entre las demás, cubriendo cerca de las cuatro quintas partes de las tierras agropecuarias. La Cruz lidera el renglón de la ganadería bovina así como la producción de achira y granadilla, mientras que San Pablo presenta los valores más altos de producción de café y plátano.

Existen varias limitantes que condicionan las actividades agropecuarias. Por una parte, los suelos de estas áreas no poseen una aptitud alta para la producción agropecuaria que actualmente se están generando pues su aptitud varía de media a baja, lo cual requiere la implementación de técnicas direccionadas a aumentar la productividad y simultáneamente mitigar los procesos de erosión del suelo. Igualmente, una limitante significativa corresponde a las condiciones precarias en cuanto a la calidad de vida de las comunidades rurales, la cual está por debajo de los promedios nacionales y departamentales; situación que aunada a una alta división de la tierra y a tamaños pequeños de la misma, limitan la sostenibilidad y rentabilidad de las actividades agropecuarias.

La dinámica en cuanto al uso y la cobertura de la tierra entre 1989 y 2017 es discreta ya que se han presentado varios cambios, pero la dimensión de estos es relativamente baja si se tiene en cuenta la superficie total. No obstante los cambios más significativos están relacionados con el incremento de las áreas con coberturas de pastos, lo cual se encuentra en consonancia con los valores ascendentes en la producción bovina de la región. Simultáneamente se observan procesos de deforestación hacia el norte y suroccidente del área de estudio vinculados con la ampliación de la frontera agropecuaria y la explotación de los recursos forestales, situación dentro de la cual es importante destacar la transformación de las áreas de bosques densos a bosques fragmentados, lo cual evidencia los procesos de intervención, que afectan las partes altas al occidente del área de estudio. En contraste, se observan algunos casos de regeneración y restauración de las coberturas naturales en áreas dispersas y pequeñas donde antiguas zonas dedicadas a actividades agropecuarias han sido abandonadas o sometidas a descansos extensos, conllevando al surgimiento natural de una vegetación secundaria.

Recientemente cobra importancia el cultivo de la amapola, el cual se presenta en pequeñas extensiones de forma asociada o intercalada con otros cultivos y en reducidos parches de intervención en la selva altoandina. En este sentido dentro del contexto del departamento de Nariño como el mayor productor de amapola de Colombia, la cuenca alta del río Mayo sobresale porque allí se encuentra casi la mitad de las áreas dedicadas a este cultivo a nivel departamental para los años 2015 y 2016. Esto acarrea una serie de repercusiones sociales, económicas y especialmente ambientales que ejercen una presión adicional sobre las coberturas naturales principalmente boscosas que se encuentran al oriente del área de estudio donde se extiende la selva altoandina y está localizado el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel.

La dinámica de la frontera agropecuaria posee una gran diversidad de elementos, sin embargo como problemática ambiental es importante considerar la incidencia que han tenido los procesos de deforestación y de fragmentación del bosque en la zona. En el primer caso asociado con la deforestación, se concluye que la expansión de las áreas dedicadas principalmente a la ganadería y secundariamente a la agricultura se está dando sobre coberturas de bosques riparios, vegetación secundaria. Por otro lado, se presenta un proceso de fragmentación del bosque denso el cual está relacionado con la intervención y explotación selectiva de los recursos del bosque sin que necesariamente estas acciones se encuentren ligadas a una pérdida significativa de la cobertura arbórea especialmente hacia la parte alta y oriental del área de estudio en donde la extracción de leña y de madera son las actividades que mayor presión generan sobre el recurso boscoso.

Los procesos erosivos y principalmente los fenómenos de remoción en masa constituyen una amenaza significativa para la vida, infraestructura y actividades de las comunidades asentadas en la zona debido a su alta frecuencia en ciertos sectores del área de estudio como las microcuencas Francia, La Palma, San Gerardo y Juan López. De 116 fenómenos de remoción en masa identificados, la mayoría de estos corresponde a deslizamientos traslacionales que se caracterizan por su movimiento caótico y rápido dejando depósitos heterométricos que frecuentemente contribuyen a generar o alimentar avenidas torrenciales. En torno a estos fenómenos se evidenció la estrecha relación que existe entre estos y las coberturas de pastos, ya que las dos terceras partes de las remociones en masa se suelen presentar en zonas caracterizadas por coberturas de pastos limpios. La alta incidencia de esta cobertura en el desarrollo de deslizamientos se encuentra

asociada a la imposibilidad de los pastos para generar retención de la superficie del suelo y a las alteraciones en los volúmenes de infiltración y flujos subsuperficiales del agua.

Considerando la erosión superficial del suelo, también se evidencian relaciones entre la distribución espacial de los suelos con algún grado de erosión y la extensión de las zonas dedicadas a actividades agropecuarias. Casi la mitad de los suelos en la cuenca alta del río Mayo tienen una erosión ligera mientras que menos de una décima parte de estos poseen en grado moderado. Al respecto es claro que los suelos que no evidencian erosión se encuentran principalmente hacia la parte alta y oriental de la cuenca caracterizada por una dominancia de coberturas naturales, principalmente boscosas, mientras que las zonas dedicadas a la ganadería y agricultura coinciden con las áreas que poseen suelos con erosión predominantemente ligera. Dado que la erosión es una característica muy común en los suelos de las montañas colombianas, es importante tener en cuenta las prácticas culturales y la tecnología utilizada para el desarrollo de las actividades agropecuarias puesto que de mantener las actuales condiciones de producción, se pueden estar acelerando los procesos erosivos en el mediano plazo, lo cual contribuiría negativamente a la productividad y rentabilidad de las actividades agropecuarias en el área.

Las problemáticas ambientales identificadas y dentro de las cuales sobresalen las transformaciones de las coberturas naturales debido a la expansión de la frontera agropecuaria, así como los fenómenos de erosión en masa y los procesos erosivos localizados predominantemente en áreas ganaderas condicionan la sostenibilidad ambiental de la cuenca alta del río Mayo puesto que son problemáticas complejas que se encuentran interrelacionadas con otros procesos. En el caso de las transformaciones e intervenciones de las coberturas naturales, existen consecuencias sobre la oferta y regulación hídrica, la biodiversidad y capacidad de retención del suelo; mientras que en el caso de los fenómenos de remoción en masa se comprometen las actividades, la vida y la infraestructura construida; y adicionalmente, los procesos erosivos superficiales del suelo limitan la rentabilidad y productividad de las actividades agropecuarias. En síntesis aunque por ahora el panorama en cuanto a la sostenibilidad ambiental de la cuenca alta del río Mayo no es crítico, de seguir con la actual tendencia de uso y ocupación de la tierra, en el mediano y largo plazo se comprometerán seria y negativamente las condiciones de vida de las comunidades, de la biodiversidad y los recursos naturales.

10. Recomendaciones

Considerando los alcances y resultados de la investigación se ha determinado que existe una serie de aspectos puntuales que pueden ser abordados por diversas entidades, organizaciones, agremiaciones y actores sociales con el propósito de mitigar el impacto de algunas problemáticas ambientales o para reorientar procesos como la ocupación del territorio, las actividades productivas o la intervención institucional o comunitaria frente a los problemas socio ambientales. En este orden de ideas se han planteado estas recomendaciones clasificadas según la tipología de actores a quienes van dirigidas, razón por la cual se las ha construido pensando en los funcionarios institucionales (locales, regionales y nacionales); los productores y agremiaciones agropecuarias; y las organizaciones comunitarias o líderes sociales y ambientales.

10.1 Recomendaciones para los funcionarios institucionales

Como el máximo organismo político administrativo, es urgente que las alcaldías municipales de La Cruz y San Pablo construyan unos Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) Modernos, ya que los que se habían formulado a comienzos de este milenio caducaron, en algunos casos hace más de seis años. Es necesario recordar que los EOT orientan los procesos de ocupación y uso del territorio, y dado que existe una gran variedad de conflictos en el uso de la tierra y de problemas ambientales asociados a dicho uso, son los EOT los documentos maestros que orientarán, a mediano y largo plazo, el desarrollo de alternativas para superar dichos conflictos y solucionar los problemas ambientales a través de modelos de ocupación que garanticen el bienestar de la población y contribuyan a la conservación de las áreas naturales, más aún si se tiene en cuenta que los dos municipios constituyen la parte alta de una cuenca tan importante como la del río Mayo.

Las alcaldías municipales de La Cruz y San Pablo deberían, de forma simultánea, construir unos planes de ordenamiento productivo, los cuales deben tener en cuenta tres aspectos claves: las condiciones biofísicas del área, el componente socioecosistémico identificable a través de la cobertura y el uso de la tierra, y los aspectos socioeconómicos vinculados principalmente a las condiciones del mercado y a las variables sociodemográficas de la población tanto urbana como rural. Estos planes de ordenamiento productivo pueden orientar las políticas, programas y proyectos relacionados con la producción agropecuaria de tal forma que se optimicen los esfuerzos

institucionales y comunitarios encaminados a reconstruir o fortalecer las actividades del campo.

Al respecto, el papel de la UMATAS o Secretarías de Agricultura Municipales es supremamente importante, no solo en el proceso de liderar la elaboración de los EOT o de los Planes de Ordenamiento Productivo, sino para fortalecer la asistencia agropecuaria a los campesinos de la región. Es preciso llamar la atención sobre la necesidad que existe para que los campesinos implementen técnicas sostenibles de producción, se realice un uso racional de los recursos (principalmente agua y suelo), no haya un abuso en la utilización de agroquímicos y se haga un adecuado manejo de los residuos generados en el proceso productivo. Este tipo de acciones van encaminadas hacia el desarrollo de actividades agropecuarias sostenibles y a fomentar la competitividad de los productos, a través de la apertura de nuevos mercados, principalmente internacionales, que exigen un alto nivel de sostenibilidad en las actividades agropecuarias.

En cuanto a iniciativas de conservación de los ecosistemas de alta montaña presentes en el área, así como de otras coberturas naturales, es preciso fortalecer las acciones conjuntas llevadas a cabo entre las UMATAS, Corponariño y el Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel. Como pudo evidenciarse, existen problemas serios de deforestación y de ampliación de la frontera agropecuaria que por ahora no afectan significativamente al área protegida del PNN CVDJ-C, sin embargo, de continuar estas tendencias, en pocos años dicha amenaza se materializaría. De hecho, como los mismos organismos ambientales lo reconocen, hoy en día existen conflictos por el uso y extracción del recurso forestal, así como por las concesiones de agua, problemas que podrían ser afrontados de una manera más eficiente si se fortalece y mantiene el desarrollo de proyectos coordinados entre las tres entidades.

Teniendo en cuenta la problemática de los fenómenos de remoción en masa verificable a través del alto número de deslizamientos asociados con avenidas torrenciales en algunas corrientes hídricas de los dos municipios, es necesario que las oficinas de gestión del riesgo municipales o los funcionarios que desarrollen estas funciones, trabajen mancomunadamente con la oficina departamental de gestión del riesgo en dos frentes: por un lado es preciso contar con el conocimiento técnico de la amenaza o susceptibilidad asociada a estos fenómenos, así como de la vulnerabilidad de la población, la infraestructura y las actividades antrópicas en los dos municipios.

Por otro lado deben fortalecerse los procesos de gestión del riesgo encaminados de manera precisa a reducir el grado de exposición de la comunidad frente a estos fenómenos, lo cual implica desarrollar e implementar sistemas de alerta temprana y llevar a cabo campañas periódicas de capacitación e información a las comunidades potencialmente más afectadas por estos fenómenos.

Finalmente, es importante que las instituciones educativas de la región fortalezcan dos aspectos esenciales que contribuyen a la solución o mitigación de las problemáticas ambientales identificadas. En primera instancia se encuentra la educación ambiental abordada desde una perspectiva mucho más integral a la que típicamente se desarrolla en el aula. Esto significa que es necesario identificar y conocer los problemas ambientales que se derivan de las situaciones conflictivas entre la naturaleza y la sociedad y luego establecer y promover acciones concretas que contribuyan a mediano y largo plazo en la solución o mitigación de dichos problemas. Un segundo aspecto tiene que ver con el conocimiento del entorno municipal; hoy en día, los ciudadanos no conocen las características geográficas, sociales, económicas, culturales, históricas y ambientales de los lugares donde viven y eso contribuye a la falta de un sentido de apropiación y de defensa del territorio. En la medida, que desde las instituciones educativas se promueva el conocimiento de la tierra propia, es más factible que las acciones antes recomendadas a otras entidades, así como las establecidas para la comunidad en general, tengan un mayor impacto y permanencia a largo plazo.

10.2 Recomendaciones para los productores y agremiaciones agropecuarias

De forma conjunta con el accionar de las entidades municipales, es importante también que los productores (individuales o asociados) así como las agremiaciones se comprometan decididamente con el tratamiento que se le debe dar a las problemáticas ambientales relacionadas con las actividades agropecuarias. En ese sentido es importante que dependiendo de las posibilidades de cada caso en particular se procure un uso sostenible de los recursos y se utilicen técnicas de producción que minimicen los impactos negativos de las actividades agropecuarias sobre dichos recursos, principalmente sobre el agua y el suelo. En muchos casos, dadas las condiciones de erosión, alta pendiente y susceptibilidad a fenómenos de remoción en masa, debe procurarse utilizar técnicas tradicionales de siembra que mitiguen los efectos de la pérdida superficial del suelo, con el fin de extender temporalmente la posibilidad de seguir utilizando estos suelos para labores agrícolas, en donde también es importante implementar ciclos de descanso para no agotar

o no acelerar la pérdida de nutrientes.

Dadas las limitantes de los suelos, los productores agrícolas se ven obligados a utilizar de manera abusiva una gran cantidad de agroquímicos, lo cual no solo tiene repercusiones negativas sobre el agua, el suelo y el aire sino sobre la propia rentabilidad del cultivo. En este orden de ideas se llama la atención para que no haya un uso exagerado de agroquímicos, y más bien recurran a técnicas de menor impacto que garanticen la sostenibilidad ambiental y económica de la producción. Ligado a esta situación también se encuentra el problema del manejo de los empaques de dichos agroquímicos, los cuales son desechados sin utilizar algún tipo especial de disposición. Al respecto es importante que se trabaje colaborativamente con las Alcaldías Municipales para que a través de la UMATAS y los servicios municipales de aseo, se realice un adecuado almacenaje y disposición final de los empaques utilizados.

Es evidente que la agricultura y la ganadería, especialmente la segunda condiciona el desarrollo de fenómenos de remoción en masa en la región y al mismo tiempo se encuentra asociada a la existencia de suelos con grados de erosión ligera a moderada. En este contexto es necesario que los productores agropecuarios y principalmente los ganaderos realicen su actividad teniendo en cuenta tres acciones estratégicas: 1) Establecer sistemas asociados de producción preferencialmente de tipo silvopastoril o agrosilvopastoril con el fin de diversificar la producción y reducir la susceptibilidad a los procesos erosivos. 2) Implementar o fortalecer los sistemas de cercas vivas y conservar o restaurar las áreas de bosques riparios, teniendo en cuenta que por ley se debe conservar la ronda hídrica de las corrientes hídricas. 3) No ampliar la frontera agropecuaria, lo cual implica que no se deberían extender las áreas dedicadas a las actividades agropecuarias deteriorando otras coberturas naturales, las cuales, deben más bien conservarse.

Con el fin de mejorar las condiciones de vida de las familias campesinas resulta estratégico organizar o fortalecer las agremiaciones de productores a través de las cuales se procure una mayor capacidad de producción mediante el uso de técnicas sostenibles, rentables y mancomunadas. Dichas agremiaciones podrían también gestionar el acceso a mercados de carácter nacional o internacional y al mismo tiempo revisar la viabilidad para generar valor agregado a la producción agropecuaria de la región, con lo cual los campesinos podrían mejorar sus niveles de ingresos y

por ende su calidad de vida en un contexto de producción sostenible a mediano y largo plazo. Adicionalmente es necesario llamar la atención sobre la importancia que posee la información estadística una vez se consoliden las agremiaciones. Esto implica que los productores implementen sistemas de información acerca de sus actividades de tal manera que se pueda hacer un seguimiento y evaluación a las técnicas implementadas en procura de mejorar permanentemente las condiciones de la producción agropecuaria.

10.3 Recomendaciones para los organizaciones comunitarias y líderes sociales y ambientales

Como comunidad en general, los ciudadanos y ciudadanas de los municipios de La Cruz y San Pablo deben ser los principales veedores no solo en cuanto al cumplimiento de la normatividad ambiental y de uso del suelo por parte de las autoridades y de la comunidad, sino también respecto a la conservación de los recursos, la gestión del conocimiento y el uso de la tierra. En este orden de ideas un aspecto central corresponde a la defensa de los recursos hídricos con los que actualmente cuenta la zona. De hecho varios líderes sociales y ambientales identificaron como problema la contaminación de las aguas, lo cual no solamente se encuentra vinculado con las actividades agropecuarias. Sin embargo es preciso velar porque este problema no se agudice y al mismo tiempo se debe promover la conservación del recurso a través de la restauración de las coberturas naturales (principalmente bosques riparios), el respeto de las rondas hídricas y el uso adecuado y justo del agua a través de las diversas concesiones otorgadas a los usuarios.

La gestión del conocimiento es un proceso que puede ser liderado por las comunidades quienes no necesariamente deben depender de las instituciones educativas o de los organismos estatales o no gubernamentales para acceder, difundir o generar conocimiento. En este sentido se puede hacer una gestión comunitaria que se recomienda se direcciona hacia el abordaje de las características y problemáticas de las actividades productivas en la región. Esto significa que las mismas comunidades pueden generar espacios de intercambio de saberes, talleres, conferencias y otro tipo de eventos donde se exploren y se analicen diversos aspectos relacionados con la agricultura, la ganadería, la minería, la explotación forestal, el ecoturismo, entre otros. De esta manera no solo se democratiza el acceso al conocimiento sino que también se cualifica la población en general, repercutiendo en el fortalecimiento de la conciencia ambiental, el desarrollo de proyectos

productivos sostenibles, la apropiación del territorio y la defensa de los derechos ciudadanos.

En un sentido similar, es muy importante que las comunidades generen espacios para conocer y reconocer las amenazas que potencialmente las pueden afectar, así como las condiciones de vulnerabilidad en las que viven. Si bien en la investigación se hizo énfasis en los fenómenos de remoción en masa asociados a deslizamientos y avenidas torrenciales principalmente, lo cierto es que en el área pueden presentarse otros fenómenos naturales que potencialmente pueden volverse amenazas como son los sismos, las erupciones volcánicas o las sequías, entre otros. En este contexto es necesario que las comunidades permanentemente se encuentren informadas sobre los dos componentes determinantes del riesgo: la amenaza o susceptibilidad y la vulnerabilidad. A futuro, esto repercutirá necesariamente en la mitigación del grado de exposición y del daño a la vida, las actividades y la infraestructura existente en el área y de esta manera se contribuye a incrementar la resiliencia general, puesto que una sociedad que conoce sus condiciones de riesgo, responde mucho más eficazmente en caso que se materialice el mismo a través de un evento desastroso.

Finalmente, y con el propósito de contribuir a las iniciativas institucionales de conservación de los ecosistemas naturales de alta montaña que se encuentran en el área (selva altoandina y páramo), es de vital importancia que las comunidades se empoderen acerca de este tema y promuevan el conocimiento de estas áreas estratégicas a través de programas permanentes de capacitación dirigidos tanto a la población urbana como rural; y simultáneamente se fortalezcan los procesos comunitarios en defensa de las áreas naturales protegidas y de los ecosistemas naturales en general. Obviamente este tipo de procesos requieren del trabajo conjunto entre los líderes sociales y las entidades ambientales como Corponariño, Parques Nacionales Naturales y la UMATAS o Secretarías de Ambiente municipales. De esta manera se contribuye a la conservación de ecosistemas y de especies en algún grado de amenaza, se promueve la restauración de coberturas naturales intervenidas o fragmentadas, se mantienen los servicios ecosistémicos asociados, principalmente los de aprovisionamiento y regulación, y se disminuye la presión que actualmente se está dando debido a la expansión del cultivo de la amapola, la extracción de leña y la explotación maderera.

11. Referencias

- Alcaldía Municipal de La Cruz. (2016). *Plan de Desarrollo 2016 – 2019: Acciones de impacto – progreso visible*. Recuperado de <http://www.lacruz-narino.gov.co/planes/plan-de-desarrollo-2016-2019-acciones-de-impacto-progreso>.
- Alcaldía Municipal de San Pablo. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal de San Pablo: 2016 – 2019. Construyendo juntos*. Recuperado de https://sanpablonarino.micolombiadigital.gov.co/sites/sanpablonarino/content/files/000048/2366_plan-de-desarrollo.pdf
- Armenteras, D., González, T.M., Meza, M., Ramírez-Delgado, J.P., Cabrera, E., Galindo, G. y Yépez, A. (Eds.). (2018). *Causas de degradación forestal en Colombia: una primera aproximación*. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia e IDEAM.
- Armenteras, D., Retana, J., Espelta, J.M. y González, T.M. (Eds.). (2016). *Degradación de bosques en Latinoamérica: síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales*. Bogotá D. C., Colombia: IBERO-REDD+
- Arteta, Y., Moreo, M. y De León, I. (2015). La gestión ambiental de la cuenca del río Magdalena desde un enfoque socialmente responsable. *Amauta*. (26), 193-218
- Astudillo, M. y Paniagua, J. (2012). *Fundamentos de Economía*. México, México: Universidad Nacional Autónoma de México
- Congreso de Colombia. (1993). *Ley 99 por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones*. Recuperado de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1635523>
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2017). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Guáitara*. Pasto, Colombia: Corponariño
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2015). *Plan de ordenamiento y manejo de la cuenca hidrográfica del río Juanambú*. Pasto, Colombia: Corponariño
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2016). *Plan de gestión ambiental regional del departamento de Nariño (PGAR 2016 – 2036): Región próspera y ambientalmente sostenible*. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/corporacion/planificacion->

ambiental/pgar/

- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2007). *Zonificación y codificación de cuencas en el departamento de Nariño*. Pasto, Colombia: Corponariño.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño y la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (2009). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca hidrográfica del río Mayo*. Pasto, Colombia: Corponariño y CONIF
- Corporación Autónoma Regional del Cauca. (2003). *Guía metodológica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas del departamento del Cauca*. Popayán, Colombia: CRC
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2019). *Geoportal del 3er Censo Nacional Agropecuario*. Recuperado de <https://geoportal.dane.gov.co/geocna/index.html>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2016). *3er Censo Nacional Agropecuario: Hay campo para todos. Tomo 2*. Bogotá, Colombia: DANE.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2005). *Censo General 2005: Nivel Nacional*. Bogotá, Colombia: DANE.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística e Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2005). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento de Boyacá*. Bogotá, Colombia: DANE e IGAC
- Di Gregorio, A. (2016). *Land Cover Classification System (LCCS). Classification concepts. Software version 3*. Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Di Gregorio, A. (2005). *Land Cover Classification System (LCCS). Classification concepts and user manual. For Software version 2*. Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Di Gregorio, A. y Jansen, L.J.M. (1998). *Land Cover Classification System. Classification concepts and user manual. Software version 1*. Roma, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Díaz-Bravo, L., Torruco-García, U., Martínez-Hernández, M., y Vela-Ruiz, M. (2013). La entrevista, recurso flexible y dinámico. *Metodología de la investigación en educación médica*, 2(7), 162-167
- El Tiempo. (13 de diciembre de 2011). *Deslizamiento en Nariño arrasó con la vereda Moncayo*. Recuperado de <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-10912210>

- Escobar, G. y Berdegué, J. (1990). *Tipicación de sistemas de producción agrícola*. Santiago de Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción.
- European Environment Agency. (1995). *CORINE Land Cover*. Recuperado de <https://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover>
- European Spatial Agency. (2018). *Imagen Satelital 5 m*. Paris, Francia: ESA
- Fajardo, N. (2006). Colombia: entre la unidad y la fragmentación. *Espacio crítico*. (5). Recuperado de http://www.espaciocritico.com/sites/all/files/revista/recrt05/n5_a06.pdf
- González, J., Cubillos, A., Chadid, M., Cubillos, A., Arias, M., Zúñiga, E.,... Berrío, V. (2018) *Caracterización de las principales causas y agentes de la deforestación a nivel nacional período 2005-2015*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM
- González, J., Etter, A., Sarmiento, A., Orrego, S., Ramírez, C., Cabrera, E.,... Ordóñez, M. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: IDEAM.
- Goudie, A.S. (Ed.). (2004). *Encyclopedia of Geomorphology. Volume 1*. London, England: Routledge.
- Guerrero, G. y Ortega, D. (2012). *Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del Parque Nacional Natural (PNN) Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel. Período 1989 – 2011*. (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, Pasto, Colombia.
- Guiza, L., Londoño, B. y Rodríguez, C. (2015). La judicialización de los conflictos ambientales: un estudio de caso de la cuenca hidrográfica del río Bogotá (CHRB), Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*. 31(2), 195-209.
- Gutiérrez-Elorza, M. (2008). *Geomorfología*. Madrid, España: Pearson – Prentice Hall.
- Hoel, M. (1991). Global environmental problems: the effects of unilateral actions taken by one country. *Journal of environmental economics and management*, 20(1), 55-70. doi: 10.1016/0095-0696(91)90023-C
- Hugget, R. (2007). *Fundamentals of geomorphology*. Abingdon, England: Routledge.
- Hutto, R. (1995). Can patterns of vegetation change in western Mexico explain population trends in Western Neotropical Migrants? En M.H Wilson and S.A. Sader. (Eds.), *Conservation of neotropical migratory birds in Mexico*. (pp.48-58). Missoula, USA: University of Montana.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Instituto de

- Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico Jhon von Neumann, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés e Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas. (2011). *Informe del estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables - 2010*. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). *Indicadores ambientales – Bosques y recursos forestales (ecosistemas)*. Bogotá, Colombia: IDEAM. Recuperado de <http://smbyc.ideam.gov.co/MonitoreoBC-WEB/reportes/paginaIndicadores.jsp>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Leyenda nacional de coberturas de la tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia. Escala 1:100.000*. Bogotá, Colombia: IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Autónoma Regional del río grande de la Magdalena. (2007). *Mapa de cobertura de la tierra cuenca Magdalena – Cauca. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000*. Bogotá, Colombia: IDEAM, IGAC y CORMAGDALENA.
- Instituto de Investigación e Información Geocientífica, Minero-Ambiental y Nuclear y Geoestudios. (2002). *Geología de la plancha 411 – La Cruz*. Bogotá, Colombia: Ingeominas.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2014). *Nariño: características geográficas*. Bogotá D.C, Colombia: IGAC
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2010). *El ABC de los suelos para no expertos*. Bogotá D.C., Colombia, IGAC.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2008). *Atlas básico de Colombia. Tomo I*. Bogotá D.C., Colombia: IGAC
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2005). *Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras*. Bogotá D.C., Colombia: IGAC
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2004). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño*. Bogotá D.C., Colombia: IGAC
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. (2002). *Zonificación de los conflictos de uso de las tierras en Colombia*. Bogotá D.C.,

Colombia: IGAC y CORPOICA.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi y Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios. *Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a 1:25.000*. Bogotá D.C., Colombia: IGAC y UPRA.

Jaramillo, D. F. (2014). *El suelo: origen, propiedades, espacialidad*. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

Leguizamón, Y. (2015). Conflictos ambientales y movimientos sociales: el caso del movimiento embera katio en respuesta a la construcción de la represa Urrá (1994-2008). *Memoria y Sociedad*. 19(39), 94-105. doi: 10.11144/Javeriana.mys19-39.cams

Massiris, A. (2015). Gestión del territorio para usos agropecuarios: bases para la formulación de una política pública. Bogotá D.C., Colombia: UPRA.

Melo-Wilches, L.H., y Camacho Chávez, M.A. (2005). *Interpretación visual de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra*. Bogotá, Colombia: Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Microsoft. (2019). *Bing Maps*. United States: Microsoft. Recuperado de: <https://www.bing.com/maps>

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2015). *Decreto Número 1077 de 2015 “Por medio del cual se expide el Decreto único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio”*. Recuperado de <http://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30020036>

Ministerio del Ambiente. (2013). *Estudio de desempeño ambiental 2003 – 2013*. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/esda/>

Narváez-Bravo, G. (2010). *Análisis de la lluvia mensual y su interacción con el relieve y la circulación local en sectores de baja precipitación de la zona andina colombiana*. Pasto, Colombia: Universidad de Nariño.

Nunes, M. V. (Ed.). (2005). *Image 2000 and CLC 2000 Products and Methods*. Ispra, Italy: European Communities.

Obando, J. y Narváez-Bravo, G. (2014). *Conectividad de las coberturas para el monitoreo estructural y la articulación de los instrumentos de planificación territorial en la zona de intervención del subproyecto Mosaico de Conservación del PNN Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel y Corponariño*. Pasto, Colombia: Parques Nacionales Naturales de

Colombia y Corponariño.

Observatorio de Drogas de Colombia. (2019). *Sistema de Información de Drogas de Colombia*. Bogotá, Colombia: UNODC. Recuperado de <http://visor.odc.gov.co/>

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito. (2017). *Colombia. Monitoreo de territorios afectados por cultivos ilícitos 2016*. Recuperado de https://www.unodc.org/documents/colombia/2017/julio/CENSO_2017_WEB_baja.pdf

Organización de las Naciones Unidas. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Recuperado de <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2019). *Empleo rural decente*. Recuperado de <http://www.fao.org/rural-employment/background/es/>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (2005) *Sistema de clasificación de cobertura de la tierra (conceptos de clasificación y manual para el usuario-version 2*. Roma, Italia: FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (1998). *Censos agropecuarios y género – Conceptos y metodología*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/X2919S/x2919s00.htm#Contents>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (1993). *Guidelines for land use planning*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/t0715e/t0715e00.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación. (1993). *Yield response to water. Irrigation and Drainage*. Roma, Italia: FAO

Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel. (2008). *Plan de Manejo del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel 2008 – 2013*. Popayán, Colombia: Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales

Plata, A. e Ibarra, D. (2016). Percepción local del estado ambiental en la cuenca baja del río Manzanares. *Luna Azul*. (42), 235-255. doi: 10.17151/luaz.2016.42.15

Ramírez-Delgado, J.P., Galindo, G.A., Yepes, A.P. y Cabrera, E. (2018). *Estimación de la degradación de bosques de Colombia a través de un análisis de fragmentación*. Bogotá D.C., Colombia, IDEAM, MADS y Programa ONU-REDD.

Restrepo, J. (2015). El impacto de la deforestación en la erosión de la cuenca del río Magdalena

- (1980 – 2010). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. 39(151), 250-267. doi: 10.18257/raccefyn.141
- Rincón-Ruiz, A., Lara, D., Castro, L. y Rojas, C. (2017). Conflictos socioambientales y servicios ecosistémicos en la cuenca del río Orotoy: reflexiones para su gestión.
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Buenos Aires, Argentina: Lumen.
- Sánchez-Pérez, G. (2002). Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia. *Economía y Desarrollo*, 1(1), 79-98
- Santiago, J.A. (2005). Determinación del uso potencial de la tierra con fines agrícolas en el municipio Bolívar, estado Táchira. *Geoenseñanza*. 10 (1), 69-85. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/21004>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Universidad Sergio Arboleda. (2017). *Consolidado agropecuario – Nariño 2017*. Pasto, Colombia: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural y Universidad Sergio Arboleda. (2016). *Consolidado agropecuario – Nariño 2016*. Pasto, Colombia: Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y Corporación Colombia Internacional. (2015). *Consolidado agropecuario – Nariño 2015*. Pasto, Colombia: Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente.
- Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y Corporación Colombia Internacional. (2014). *Consolidado agropecuario – Nariño 2014*. Pasto, Colombia: Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente.
- Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente de Nariño y Unión Temporal Crece Federación. (2013). *Consolidado agropecuario – Nariño 2013*. Pasto, Colombia: Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente.
- Strahler, A. y Strahler, A. (1989). *Geografía física*. Barcelona, España: Omega
- Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales (2008). *Plan de Manejo Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana – Cascabel 2008 – 2013*. Popayán, Colombia: UAESPNN
- Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios. (2018a). *Análisis de la distribución de la propiedad rural en Colombia. Resultados 2015*. Bogotá

- D.C., Colombia: UPRA.
- Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios. (2018b). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia. Escala 1:100.000*. Bogotá D.C., Colombia: UPRA.
- United Nations. (1987). *Our Common Future, from one earth to one world*. Recuperado de <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- United States Geological Survey. (2017). *Satelital Image Path 9 – Row 59 15 m*. Reston VA, United States: USGS
- Universidad de Nariño e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2016). *Estudio técnico, económico, social y ambiental para la identificación y delimitación a escala 1:25.000 del Complejo de Páramos Doña Juana – Chimayoy*. Pasto, Colombia: UDENAR e IAvH.
- Universidad de Nariño e Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2015) *Estudio técnico, económico, social y ambiental para la identificación y delimitación a escala 1:100.000 del Complejo de Páramos Doña Juana – Chimayoy. Entorno regional del complejo de páramos Doña Juana – Chimayoy*. Pasto, Colombia: UDENAR e IAvH.
- Universidad de Nariño y Unidad de Planificación de Tierras Rurales, Adecuación de Tierras y Usos Agropecuarios. (2018). *Evaluación de tierras para la zonificación con fines agropecuarios para el departamento de Nariño. Escala 1:100.000*. Pasto, Colombia: UDENAR y UPRA.
- Van der Hammen, T. (1992). *Historia, ecología y vegetación*. Bogotá D.C., Colombia: FEN – COA Fondo de Promoción del Banco Popular.
- Vargas, I. (2012). La entrevista en la investigación cualitativa: nuevas tendencias y retos. *Revista Calidad en la Educación Superior*, 3(1), 119-139
- Villasenor, J.F. (1993). *Importance of agricultural border strips in the conservation of North American migratory landbirds in western México*. (Tesis de Maestría). University of Montana, USA.