

**Estudio multitemporal del cambio de la cobertura y uso del suelo del Parque
Natural Regional Páramo de Paja Blanca en el periodo 2005-2020**

María Alejandra López Bolaños
Angie Nataly Portillo Daza

Universidad de Nariño
Facultad de Ciencias Humanas
Programa de Geografía
San Juan de Pasto
2021

**Estudio multitemporal del cambio de la cobertura y uso del suelo del Parque
Natural Regional Páramo de Paja Blanca en el periodo 2005-2020**

María Alejandra López Bolaños
Angie Nataly Portillo Daza

Proyecto presentado como requisito para optar al título de Geógrafas
Modalidad proyecto de investigación

Asesor: Magister German Edmundo Narváez Bravo
Profesor Asistente del programa de Geografía

Universidad de Nariño
Facultad de Ciencias Humanas
Programa de Geografía
San Juan de Pasto
2021

Nota de responsabilidad

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son responsabilidad exclusiva de sus autores.

Artículo 1ro del acuerdo N°324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Firma del director.

Firma del jurado.

Firma del jurado.

San Juan de Pasto, mayo de 2021

Agradecimientos

Para darle cumplimiento a esta investigación se contó con el apoyo de entidades y personas que fortalecieron las actividades para lograr un completo desarrollo de los objetivos planteados. Teniendo en cuenta esto, es muy importante recalcar el apoyo económico que nos brindó la Corporación Autónoma Regional de Nariño, CORPONARIÑO para la realización del trabajo de campo, así como también al Ing. German Cárdenas, representante de la Fundación Latinoamericana de Desarrollo por su compromiso con este estudio.

De igual manera se agradece a la Universidad de Nariño, al programa de Geografía, al grupo de investigación en geografía física y problemas ambientales TERRA, a nuestro profesor y asesor German Narváez por todo su apoyo, comprensión y por el tiempo dedicado a este estudio. Además, agradecemos a todos los integrantes del grupo de investigación, en especial a Anderson Guzmán y Danny Benavides por compartir sus conocimientos y contribuir en este proyecto.

A nuestros jurados evaluadores, la profesora Gabriela Guerrero y el profesor Diego Muñoz, porque gracias a su disposición y sugerencias, se lograron los avances oportunos, sin estos el desarrollo de esta investigación no hubiera sido posible.

Agradecemos a nuestras familias por ser nuestro pilar e inspiración para cumplir nuestros objetivos, y por último a nuestros amigos Heiver y James, por estar en los momentos buenos y malos y ser incondicionales en la vida; a Rocio y Oscar por todos los momentos que compartimos y brindarnos su amistad a lo largo de estos años.

Dedicatoria

La culminación de este trabajo no hubiese sido posible, sin el apoyo y confianza de mis padres **Segunda Raquel Bolaños** y **Jesús Antonio López** quienes con su amor incondicional me han acompañado en cada momento de mi vida, de igual manera a mis hermanos **Yoli Rocio** y **Jesús Alfonso** por siempre estar presentes e impulsarme a lograr mis metas, también dedico a mi abuelita **Alejandrina de Bravo Gaviria** por ser tan especial y amorosa siempre. A mi sobrina **Emily Samara** porque con su amor genuino alegra cada uno de mis días. A todos ellos por ser mi inspiración y el motor que me impulsa día a día.

Dedicatoria

Este logro va dedicado en primer lugar a mi madre **Rosa Elvira Daza** por ser ejemplo de responsabilidad, sapiencia, amor y por supuesto mi mayor motivación para seguir adelante día a día.

A mi hermana **Yudy Portillo**, porque siempre ha estado a mi lado apoyándome y animándome a ser la mejor, ella es mi mayor inspiración y se merece esto y mucho más en la vida.

A mi abuela **María Meléndez Jurado**, por brindarme todo su amor, comprensión y acompañarme aún de la mano en este proceso llamado vida.

A toda mi familia **Daza**, por brindarme su apoyo y alegría en cada paso que doy, esto es por y para ustedes.

A **Vanessa Sánchez** por estar en cada momento tanto bueno como malo, por escucharme, entenderme y ser una persona tan incondicional.

Y a él, por acompañarme los últimos años de mi vida, ser parte de mí y estar presente a pesar de todo.

“disciplina, è il ponte tra obiettivi e realizzazioni”
JIM RONI

Resumen

El Estudio del cambio de la cobertura y uso del suelo del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, en el periodo 2005-2020, comprende un área de trabajo de 17.328,4 hectáreas, distribuidas en siete municipios del sur de Nariño; Pupiales, Iles, Gualmatán, Guachucal, Contadero, Ospina y Sapuyes, los cuales se ubican en la zona fisiográfica conocida como Nudo de los Pastos y su área forma parte de los ecosistemas denominados altoandinos. Así mismo dentro de esta, se encuentra el PNR Páramo de Paja Blanca que cuenta con una extensión de 3.107 ha.

Para este estudio se retoma algunos procedimientos y/o principios básicos de los sistemas de información geográfica, generando productos cartográficos como principales componentes del análisis del área de estudio, con una escala 1:25.000, relacionada a cobertura y uso del suelo y sus cambios multitemporales. De esta manera esta investigación se realizó siguiendo los parámetros de clasificación de coberturas expuesta en la metodología de Corine Land Cover, donde se identificó cada tipo de coberturas, dentro de los años establecidos (2005-2020) y además se tuvo en cuenta la leyenda de Usos Agropecuarios del suelo para determinar el uso de suelo.

Es así que se pudo obtener un total de 16 coberturas para el año 2020 y 13 unidades para el año 2005, teniendo en cuenta el ultimo nivel de la metodología CLC (según sea el caso). En cuenta al uso del suelo para el periodo de 15 años, hubo un total de seis usos. Con estos se logró establecer las causas y factores que provocaron dichos cambios, además de las problemáticas asociadas al mismo.

Palabras clave: Cobertura, uso de suelo, SIG, ecosistemas altoandinos.

Abstract

The Study on the change in the land cover and use of the Páramo de Paja Blanca Regional Natural Park, during the 2005-2020 period, includes a work area of 17,328.4 hectares, distributed in seven municipalities in the south of Nariño; Pupiales, Iles, Gualmatán, Guachucal, Contadero, Ospina and Sapuyes. These are located in the physiographic zone known as Nudo de los Pastos and their area is part of the ecosystems called high-Andean. Furthermore, the PNR Páramo de Paja Blanca, which has an area of 3,107 hectares, is also within their area.

For this study, some procedures and / or basic principles of geographic information systems are taken up, by generating cartographic outputs as the main components of the analysis of the study area, with a scale of 1:25,000, relating to land cover and use and its multitemporal changes. In this way, this research was carried out by following the cover classification parameters set out in the Corine Land Cover methodology, where each type of cover was identified, within the specified years (2005-2020) and the legend of Agricultural land uses to determine land use.

Thus, a total of 16 covers can be obtained for 2020 and 13 units for 2005, by taking into account the last level of the CLC methodology (as the case may be). In terms of land use for the 15-year period, there were six uses in total. Therefore, it was possible to establish the causes and factors that led to these changes, as well as the issues associated with it.

Keywords: Land cover, land use, GIS, high-Andean ecosystems

Tabla de contenido

Glosario.....	17
Introducción	18
1. Problema	20
1.1 Formulación del problema	20
1.2 Descripción del problema	20
2. Hipótesis o postulados principales.....	22
3. Objetivos	23
3.1 Objetivo general.....	23
3.2 Objetivos específicos	23
4. Localización y descripción del área de estudio.....	24
5. Antecedentes	26
5.1 Internacional	26
5.2 Nacional	27
5.3 Regional	28
6. Marco conceptual.....	30
6.1 Cobertura de la tierra	30
6.2 Uso de suelo.....	30
6.3 Análisis multitemporal.....	31
6.4 Páramo	31
6.5 Selva altoandina	32
7. Metodología	33
7.1 Primera fase: recopilación de información bibliográfica y cartográfica.....	33
7.1.1 Revisión de información bibliográfica o documental.....	33
7.1.2 Revisión de información cartográfica.....	33
7.2 Segunda fase: Procesamiento de la información y generación de productos	34
7.2.1 Elaboración del mapa topográfico	34
7.2.2 Procesamiento digital de imágenes satelitales	34
7.2.3 Aplicación de la metodología Corine Land Cover	35
7.2.4 Aplicación de la leyenda de usos agropecuarios del suelo	37
7.2.5 Generación de productos cartográficos.....	38
7.3 Tercera fase: trabajo de campo	39
7.3.1 Verificación de coberturas	39

7.3.1.1 Verificación de coberturas de la tierra con matriz de confusión e índice kappa. .	40
7.3.2 Realización de entrevistas.....	43
7.4 Cuarta fase: análisis y sistematización final de resultados	44
7.4.1 Ajuste final a la cartografía generada	44
7.4.2 Estructuración del documento final	44
7.4.3 Socialización del documento final	44
8. Caracterización de la cobertura para el periodo 2005 – 2020.....	45
8.1. Territorios artificializados.....	45
8.1.1 Zonas urbanizadas.....	46
8.1.1.1 Tejido urbano continuo (TUc).	46
8.1.1.2. Tejido urbano discontinuo (TUd).	46
8.2 Territorios agrícolas	47
8.2.1 Pastos	47
8.2.1.1 Pastos limpios (APl).	47
8.2.2. Áreas agrícolas heterogéneas.....	48
8.2.2.1. Mosaico de cultivos (AHm1).....	48
8.2.2.2. Mosaico de pastos y cultivos (AHm2).....	49
8.2.2.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (AHm3).....	49
8.3 Bosques y áreas seminaturales.....	50
8.3.1. Bosques	51
8.3.1.1. Bosque denso	51
8.3.1.1.1 Bosque denso bajo	51
8.3.1.2. Bosque fragmentado	52
8.3.1.2.1 Bosque fragmentado con pastos y cultivos (BBf1).....	52
8.3.1.2.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria (BBf2).....	53
8.3.1.3. Bosque ripario (BBr).....	53
8.3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	53
8.3.2.1 Herbazal	53
8.3.2.1.1 Herbazal denso.....	53
8.3.2.2. Arbustal.....	55
8.3.2.2.1 Arbustal denso (BHad)	55
8.3.2.2.2 Arbustal abierto.....	55
8.3.2.3 Vegetación secundaria o en transición.....	56
8.3.2.3.1 Vegetación secundaria baja (BHsb).....	56

8.4 Superficies de agua	56
8.4.1 Aguas continentales	56
8.4.1.1 Lagunas (Sal)	56
9. Caracterización del uso del suelo para el periodo 2005 – 2020.....	60
9.1 Uso residencial, comercial (ReCo)	61
9.2 Uso pecuario (Pe).....	62
9.3 Uso agrícola (Ag).....	62
9.4 Uso agropecuario (Agp).....	63
9.5 Uso forestal (Fo)	63
9.6 Uso agroforestal (Agf)	64
10. Cambios asociados a la cobertura y uso del suelo	67
10.1 Descripción de los cambios en las coberturas del suelo	67
10.2. Descripción de los cambios en los usos del suelo.....	76
10.2.1 De residencial, comercial a otro tipo de residencial, comercial (ReCo a ReCo).....	77
11.2.2 De agrícola a pecuario, agropecuario y forestal.....	77
10.2.3 De pecuario a agrícola, agropecuario y forestal.....	77
11.2.4 De agropecuario a residencial, comercial; agrícola; pecuario y forestal	78
11.2.5 De forestal a agropecuario, otro tipo de forestal y agroforestal.....	79
10.2.6 De agroforestal a agropecuario	79
11. Discusión.....	81
11.1 Causas y factores que incidieron en los cambios de cobertura y uso del suelo en el periodo 2005 – 2020.....	81
11.1.1 Intervención agrícola	81
11.1.2 Intervención agropecuaria.....	82
11.1.3 Deforestación	83
11.1.4 Explotación forestal	84
11.1.5 Intervención pecuaria.....	85
11.1.6 Regeneración.....	86
11.1.7 Urbanización	87
11.1.8 Sucesión vegetal.....	88
11.1.9 Paramización.....	89
11.2 Problemáticas asociadas al cambio de cobertura y uso de suelo	90
11.2.1 Recolección de leña	90
11.2.2 Tala selectiva	91
11.2.3 Expansión de la frontera agropecuaria.....	91

11.2.4 Turismo de naturaleza.....	92
Conclusiones	93
Recomendaciones	96
Bibliografía	97
Anexos	103

Lista de tablas

Tabla 1. Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Corine Land Cover para Colombia, IDEAM	36
Tabla 2. Leyenda de usos agropecuarios a escalas mayores a 1:25. 000. UPRA	37
Tabla 3. Matriz de confusión Metodología de Jensen 1996	42
Tabla 4. Valores de coeficientes Kappa con su fuerza de concordancia	43
Tabla 5. Coberturas de los territorios artificializados	45
Tabla 6. Coberturas de territorios agrícolas	47
Tabla 7. Coberturas de bosques y áreas seminaturales	50
Tabla 8. Usos del suelo	60
Tabla 9. Matriz de cambio de cobertura del suelo	69
Tabla 10. Cambios usos del suelo	76
Tabla 11. Causas identificadas para el cambio en el periodo 2005 – 2020	81
Tabla 12. Intervención agrícola en los diferentes municipios	82
Tabla 13. Intervención agropecuaria en los diferentes municipios	83
Tabla 14. Valores de deforestación en los diferentes municipios	84
Tabla 15. Explotación forestal en los municipios del área de estudio	85
Tabla 16. Intervención pecuaria en el área de estudio	86
Tabla 17. Valores de regeneración en el área de estudio	87
Tabla 18. Valores de urbanización	88
Tabla 19. Sucesión vegetal. Área y porcentaje por municipios	89
Tabla 20. Paramización	90

Lista de figuras

Figura. 1 Mapa de localización del área de estudio	25
Figura. 2 Combinación de la imagen Sentinel bandas 8-11-2	34
Figura. 3 Generación de mapa de cobertura del año 2020.....	38
Figura. 4 Vereda Imbula Chico.....	39
Figura. 5 Puntos simulados en Herbazal con arbustos para índice Kappa	41
Figura. 6 Tejido urbano continuo, municipio de Gualmatán	46
Figura. 7 Tejido urbano discontinuo, Iles.	47
Figura. 8 Pastos limpios, vereda Chires.....	48
Figura. 9 Mosaico de cultivos, vereda Curris, Sapuyes	49
Figura. 10 Mosaico de pastos y cultivos, vereda El Común, Iles	49
Figura. 11 Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, cerro La Campana, Ospina	50
Figura. 12 Bosque denso, PNR Páramo de Paja Blanca	52
Figura. 13 Bosque fragmentado con pastos y cultivos, El Mirador (Pupiales)	52
Figura. 14 Herbazal denso de tierra firme no arbolado. San José, Guachucal	54
Figura. 15 Herbazal denso de tierra firme con arbustos. Valle de los Frailejones, Gualmatán	54
Figura. 16 Arbustal denso, vereda El Mirador, Pupiales	55
Figura. 17 Arbustal abierto mesófilo, vereda El Común, Iles	56
Figura. 18 Laguna, vereda El Común, Iles	57
Figura. 19 Mapa de cobertura del suelo, año 2020	58
Figura. 20 Mapa de cobertura año del suelo, año 2005	59
Figura. 21 Uso residencial, comercial. Sapuyes	61
Figura. 22 Uso pecuario, vereda Chires, Pupiales	62
Figura. 23 Uso agrícola, vereda Imbula, Gualmatán	63
Figura. 24 Uso agropecuario, vereda El Común, Iles	63
Figura. 25 Uso forestal, vereda Maramba (Sapuyes).....	64
Figura. 26 Páramo de Paja Blanca. Observado desde Sapuyes	64
Figura. 27 Mapa de uso del suelo año 2020	65
Figura. 28 Mapa de uso del suelo año 2005	66
Figura. 29 Mapa de cambio de cobertura del suelo 2005 – 2020	68
Figura. 30 Áreas de ocupación de los tres tipos de cambio agrupado	77
Figura. 31 Tipos de cambios agrupados	78
Figura. 32 Áreas de los dos tipos de cambio	78
Figura. 33 Tipos de cambio con sus respectivas áreas	79
Figura. 34 Mapa de cambio de uso de suelo 2005 – 2020.....	80

Lista de anexos

Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada dirigida a la población y entidades del área de estudio

Anexo 2. Diferencia en hectáreas para coberturas del suelo en el periodo 2005-2020

Anexo 3. Diferencia en hectáreas para el uso del suelo en el periodo 2005-2020

Anexo 4. Cuantificación de las causas por municipio

Glosario

Antrópico: acción producido o modificado por la actividad humana.

Biofísico: estudio de los fenómenos biológicos que interactúan en el medio.

Causa: aquello que se considera como fundamento u origen de algo.

Cuenca hídrica: es un territorio cuyas aguas vierten a un mismo río, lago o mar y dentro de esta se dan procesos sociales, ambientales, económicos, entre otros, por parte de la población asentada en la misma.

Ecosistema de alta montaña: comunidad que se desarrolla en función de los factores físicos y se compone por superáramo, páramo propiamente dicho, subpáramo (páramo bajo) y la franja de selva altoandina.

Factor: Se entiende como una circunstancia que contribuye a producir dicho cambio en una zona determinada.

Imagen satelital: representación visual de la información capturada por un sensor montado en un satélite artificial. Estos sensores recogen la información reflejada por la superficie terrestre, luego es enviada de regreso a esta y procesada como mejor convenga.

Parque Natural Regional: espacio geográfico en el que el paisaje y ecosistemas estratégicos regionales mantienen la estructura, composición y función, así como los procesos ecológicos y evolutivos que los sustentan y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlas a su preservación, restauración, conocimiento y disfrute.

Proyección cartográfica: unidad de medida dado en un sistema de coordenadas que se utiliza para integrar datos geográficos dentro de un mapa. Para el caso de Colombia se trabaja con el sistema Origen Único.

Sistema de información geográfica: es un sistema, que a través de sus herramientas permite trabajar una base de datos con capacidades específicas para datos georreferenciados. De cierto modo, consiste en un mapa con coordenadas espaciales o geográficas, que permiten realizar un análisis simple o complejo.

Zona de amortiguamiento: franja colindante externa, no necesariamente continua al área protegida, donde se consolidan esfuerzos para armonizar la conservación del área y su entorno con las expectativas del desarrollo socioeconómico regional y local.

Zona fisiográfica: territorio físico, es decir un espacio determinado.

Introducción

El estudio de cambio de cobertura y uso de suelo en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, se adelantó en el Grupo de Investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA, en la línea de investigación de problemáticas ambientales del programa de Geografía, de la Universidad de Nariño. Esta investigación contó con apoyo financiero por parte de la Corporación Autónoma Regional de Nariño, entidad encargada del manejo del área protegida, quien por medio de la Fundación Latinoamericana de Desarrollo gestionó los recursos económicos para la realización de la fase de trabajo de campo que sirvió de base para el cumplimiento de los objetivos de este estudio.

Esta investigación tuvo como principal objetivo identificar los cambios que se han presentado en los últimos 15 años (2005-2020) en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca y su área de influencia, con el cumplimiento de este, se da por finalizado el estudio. Cabe resaltar que gracias a que se realizó el trabajo de campo satisfactoriamente, las fotografías que se encuentran a lo largo del documento, fueron tomadas por los autores de esta investigación.

En este sentido y teniendo en cuenta lo anterior, en el área de estudio se encuentran ecosistemas de alta montaña los cuales son lugares privilegiados, tanto por sus paisajes y la variedad de especies de flora y fauna que se albergan, como también por su capacidad de almacenar y regular el recurso hídrico que satisface una de las principales necesidades de las diferentes comunidades aledañas; también son considerados ecosistemas de alta fragilidad, en el cual recursos naturales como el suelo sufren cambios de cobertura, que se hacen evidentes con procesos de alteración para propósitos de ganadería o agricultura principalmente.

Por tal motivo la realización de este análisis se hizo utilizando herramientas SIG y además teniendo en cuenta la información primaria y secundaria que se recogió tanto en los referentes bibliográficos como el trabajo de campo a lo largo de la investigación. Con ello se logró establecer la cobertura y uso del suelo para los años 2005 y 2020 y el cambio total entre estos dos periodos, además de definir las problemáticas relacionadas y las causas que conllevaron al cambio en el periodo de 15 años.

En este contexto, para la obtención de la discusión y conclusiones, se llevó a cabo un proceso investigativo donde se identificó, caracterizó y analizó los factores que incidieron en el cambio de la cobertura y uso del suelo. Por esto el estudio cuenta con los siguientes componentes: formulación y descripción del problema, planteamiento de los objetivos, uno general y tres específicos. Seguido a esto, descripción general del área de estudio, los antecedentes de orden: internacional, nacional y regional; el marco conceptual donde se describen los conceptos utilizados para el desarrollo de la investigación y de manera más detallada la metodología, la cual se retomó y ajustó de estudios similares realizados por el grupo de investigación TERRA.

Así mismo dentro de los procesos que se dan a conocer en este trabajo de investigación, es importante mencionar que se tuvo en cuenta la Metodología de Corine Land Cover y la Leyenda de Usos Agropecuarios del Suelo, siendo estas la base para la realización y posterior análisis de la cartografía de coberturas y uso de suelo en el área de estudio.

Es importante agregar que desde el punto de vista geográfico, la relevancia de este estudio radica en que sus resultados sirven como base para la identificación de problemáticas tanto ambientales como sociales y de esta forma se puede contribuir en la toma de decisiones en la planificación regional y local, teniendo en cuenta que este páramo es de importancia hídrica para los municipios del suroccidente del departamento de Nariño.

Finalmente, con esta investigación se pretende aportar criterios para la identificación y análisis de los cambios que incidieron sobre la cobertura y uso del suelo en el territorio del páramo de Paja Blanca, y con ello se contribuye a que en Colombia y en el departamento de Nariño se fortalezcan políticas y estrategias encaminadas principalmente a la protección y conservación de la zonas de alta montaña, puesto que son de gran importancia ambiental, por los recursos y beneficios que ofrecen para la sociedad en general.

1. Problema

1.1 Formulación del problema

¿Cuáles son los cambios presentados en la cobertura y uso del suelo en el área de influencia del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca en el periodo 2005-2020?

1.2 Descripción del problema

Dentro de los principios específicos que define los ecosistemas de alta montaña, los páramos, subpáramo, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos deben ser objeto de protección especial y que la biodiversidad por ser patrimonio nacional de interés de la humanidad, debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible. (Congreso de la República, 1993).

Ahora bien, a lo largo del tiempo se han establecido ciertas actividades dentro de las zonas de páramo como la agricultura y la ganadería, las cuales no han sido muy benéficas para el mismo. Cabrera y Ramírez (2014) mencionan que el incremento de estas actividades en los ecosistemas de alta montaña, han sido reportados desde mucho tiempo atrás y que en la actualidad los mosaicos de pastos y cultivos es el tipo de cobertura que más predomina en los páramos colombianos. Un punto importante a destacar es que, a diferencia de las selvas húmedas, estos pueden ser adaptados fácilmente para el cultivo y la ganadería con solo la quema de predios en los que el fuego se esparce fácilmente por acción de los fuertes vientos. (Morales-Betancourt y Estévez, 2006)

Estos cambios de cobertura pueden llevarse a cabo de manera positiva o negativa. Si este es adecuado y no afecta la calidad de los nutrientes que presenta el suelo, se puede hablar de un aprovechamiento positivo; de lo contrario, si se lo hace para actividades agropecuarias que no son aptas para la zona se habla de un cambio negativo, puesto que se está contribuyendo con el desgaste y alteración de los bienes y servicios ambientales que ofrece la zona (Guerrero y Ortega, 2012).

En este sentido, según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015) el páramo de Paja Blanca hace parte del complejo de páramos suroccidentales del departamento de Nariño, se localiza en la zona centro sur, cubre siete municipios entre ellos, Iles, Ospina, Sapuyes, Gualmatán, Pupiales, Guachucal y El Contadero. En este se encuentra coberturas como bosque natural fragmentado, vegetación de páramo, vegetación de subpáramo, mosaico de pastos y cultivos entre otros.

Hacia el año 1981, entidades como la Diócesis de Ipiales y el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables y del Ambiente (INDERENA), conformaron un grupo ecológico con la ayuda de la Pastoral Social dando pie a acciones como reforestación, educación ambiental, trabajo social y la implementación de unidades productivas sostenibles. (Corporación Autónoma Regional de Nariño y Universidad de Nariño, 2010).

Tomando como referencia estas acciones, CORPONARIÑO en 1997 elabora el Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental del Páramo de Paja Blanca, documento que permite avanzar hacia el conocimiento de los recursos naturales y la población que se encuentra asociada al mismo, convirtiéndose en la directriz para llevar a cabo actividades de protección y conservación de los recursos naturales de los siete municipios que conforman el área.

Es importante resaltar el periodo de estudio, el cual se definió a partir del documento realizado para el año 2010 “Propuesta técnica para la declaratoria del PNR Páramo de Paja Blanca” sirviendo como base para que esta área sea declarada mediante el acuerdo No. 010 del 28 de mayo,

como Parque Natural Regional, con una extensión de 3.107 hectáreas en el año 2015. Teniendo en cuenta esto, el análisis se realiza entre los años 2005-2020, ya que se hizo necesaria la comparación años atrás a la declaratoria y el año más actual, con el fin de evidenciar que tan oportuno ha sido el cumplimiento de los acuerdos concretados entre las alcaldías, asociaciones y CORPONARIÑO.

No obstante, en el PNR Páramo de Paja Blanca, sigue presente la ampliación de la frontera agropecuaria, se da como un cambio de aptitud de zonas forestales a ganaderas o a zonas de cultivos, que en gran medida ocurre por la falta de alternativas económicas, además existe una desarticulación institucional y desorganización comunitaria en los siete municipios que hacen parte de esta área protegida.

Sumado a esto, hay un gran desconocimiento de la importancia de la conservación de la biodiversidad y de los bienes y servicios ecosistémicos, por esto se presentan titulaciones de tierras por encima de los 3.200 m.s.n.m. y además se da uno de los principales inconvenientes como el monocultivo de papa y la ganadería extensiva, actividades que son practicadas en áreas superiores a 45% de pendientes, suelos frágiles y sin un manejo adecuado causando así graves consecuencias para esta zona. (CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2010)

Es por ello que las principales consecuencias del uso del suelo que se desarrolla por parte de las diferentes comunidades asentadas en el área de influencia de este PNR, se reflejan en graves alteraciones a la composición natural de los recursos, principalmente en el área de bosque, afectando las funciones ecológicas que cumple los ecosistemas de alta montaña y que en los últimos años ha provocado cambios en las actividades que se llevan a cabo en esta zona.

2. Hipótesis o postulados principales

En el páramo Paja Blanca durante muchos años se han presentado diferentes procesos o actividades que conllevaron a su declaratoria como área protegida, por lo cual esta investigación se planteó analizar los cambios más relevantes que se han presentado en la zona, con principal énfasis en la cobertura y uso del suelo. Con el fin de definir la hipótesis en la que se basa este estudio, se realizó una observación dentro del área, logrando de esta manera llegar a dos supuestos, siguiendo un lineamiento de ideas preconcebidas a partir de la bibliografía consultada con anterioridad.

Es así como, una vez se declara Paja Blanca como área protegida, se hace necesario conocer que procesos de regeneración o restauración se dieron en esta área, y si la cobertura natural propia del ecosistema de alta montaña va en aumento, con la ayuda de las diferentes actividades en pro del área de páramo principalmente.

Por otro lado, se espera que la ampliación de la frontera agropecuaria se presente en ciertos sectores aledaños al Parque Natural Regional, porque desde años atrás se han ubicado monocultivos y ganadería sobre los 3.200 m.s.n.m. siendo estas actividades relacionadas al sector agropecuario la base de la economía de los siete municipios que hacen parte del área de estudio.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Analizar los cambios en la cobertura y uso de suelo que se han presentado en el área de influencia de Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca en el periodo 2005-2020.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar la cobertura y uso del suelo del área de estudio en el período 2005-2020.
- Describir los cambios de cobertura y uso de suelo ocurridos en el período 2005-2020 en el área de estudio.
- Identificar las causas y factores que han incidido en el cambio de la cobertura y uso del suelo en el área de estudio en el período de referencia.

4. Localización y descripción del área de estudio

El área declarada como Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, se ubica al centro sur del departamento de Nariño, en la zona fisiográfica conocida como Nudo de los Pastos, cuenta con una extensión total de 3.107 hectáreas, distribuida en 24 veredas de la parte alta de siete municipios, entre los que se encuentran; Gualmatán con 504,46 ha, Contadero con 468,79 ha, Iles con 608,11 ha, Ospina con 181 ha, Sapuyes con 213,13 ha, Guachucal con 223,90 ha y Pupiales con un total de 907,61 ha. (CORPONARIÑO, 2015)

Para la delimitación del área de estudio se tuvo en cuenta una serie de criterios los cuales hacen parte del objetivo de esta investigación; en el que se destaca el componente biofísico partiendo principalmente del nivel altitudinal de la zona de influencia del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, siendo la prioridad el ecosistema de páramo y selva altoandina, donde la principal amenaza es promovida por las diferentes actividades productivas que avanzan su frontera hacia la parte alta. De esta manera para determinar el área de estudio se tuvo en cuenta el PNR y la zona de amortiguamiento de este, la cual cuenta con una superficie de 17.328,4 hectáreas, previamente establecidas en el año 2010.

Con relación a la fisiografía de la zona, es de tipo montañoso con laderas escarpadas y cimas alargadas, que se distribuyen entre los 3.200 y 3.600 m.s.n.m. Se observan sistemas de lomeríos y colinas, se caracteriza por presentar un relieve suave y ondulado, especialmente hacia los flancos occidental y sur del páramo de Paja Blanca, en alturas comprendidas entre los 3.000 y 3.200 m. Estas geoformas, se han desarrollado sobre antiguos flujos de lava de tipo andesítico cubiertos por gruesas capas de materiales piroclásticos.

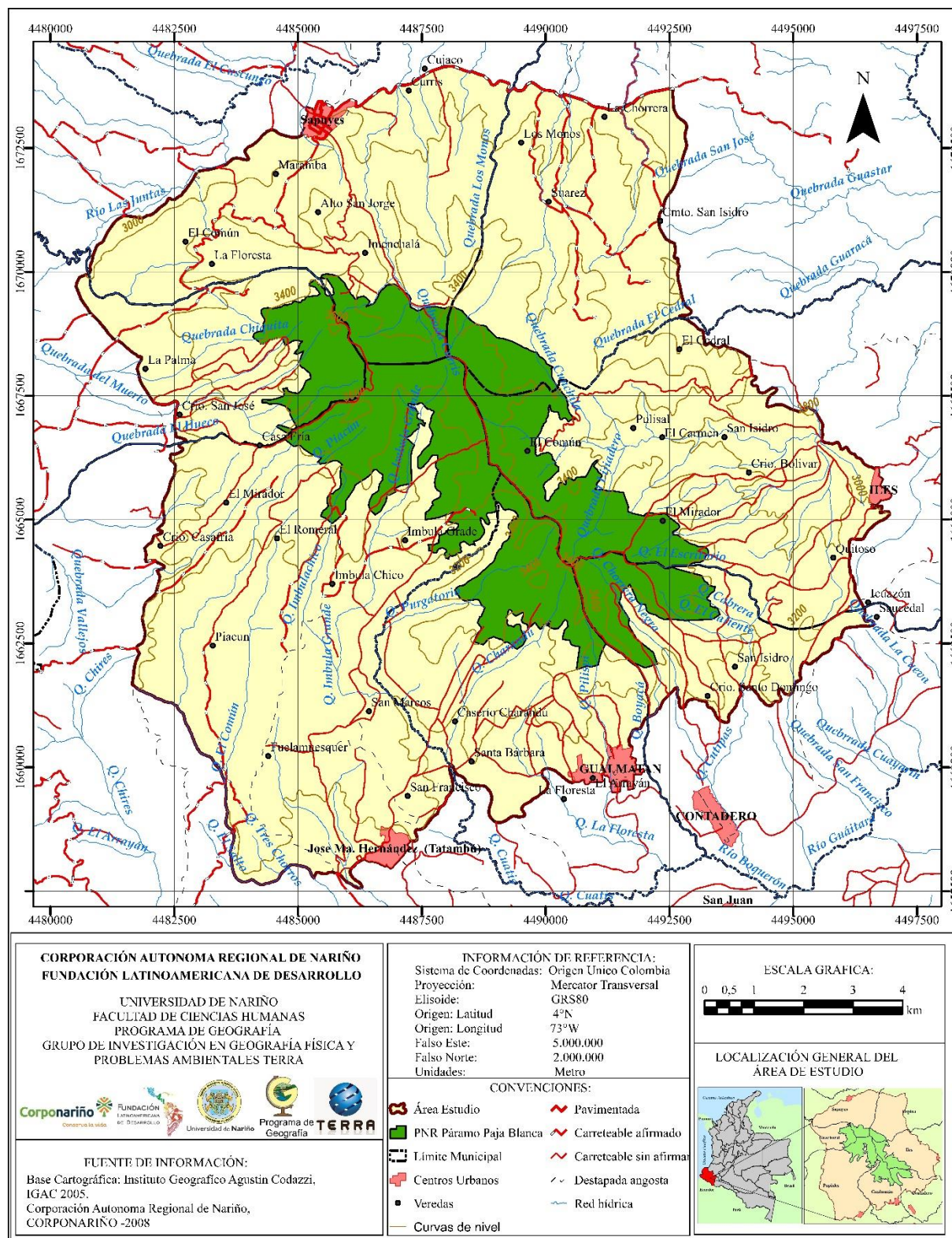
En lo que respecta en términos hidrológicos predominan las cuencas de orden tres del río Sapuyes y Boquerón. De la zona alta del páramo, nacen 36 corrientes que alimentan 13 microcuencas principales, las cuales abastecen a 36 acueductos veredales y seis acueductos urbanos de ahí que se considere al páramo Paja Blanca como una estrella hídrica de gran relevancia en el sur del departamento de Nariño. (CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2010)

En el ámbito socioeconómico, las actividades realizadas por los habitantes de la zona de influencia del páramo de Paja Blanca, son en su mayoría productivas correspondientes al sector primario y secundario, siendo la agricultura y la ganadería las más típicas. Los principales cultivos son: tubérculos, legumbres y en cuanto a la ganadería, prima el ganado de leche y la crianza de especies menores, generando de esta manera la ampliación de la frontera agropecuaria hacia el área del Parque Natural Regional.

En el área de estudio existe población indígena del pueblo de los Pastos, ubicados en los Municipios de Iles, Contadero, Pupiales, Guachucal, Ospina y Sapuyes; está organizada en cabildos o resguardos así: Cabildo de Iles, Cabildo Aldea de María en Contadero, Cabildo de Miraflores en Pupiales, Cabildo de Guachucal, Parcialidades de Calcán y Sapuyes del Cabildo de Túquerres en los municipios de Ospina y Sapuyes; resguardos de Túquerres y Guachucal. (CORPONARIÑO y Universidad de Nariño, 2010)

En la Figura 1 se da a conocer el área de estudio con su respectiva información acerca de municipios, veredas, red hídrica, red vial, la altura sobre el nivel del mar en la que se encuentra la zona de influencia del Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca, entre otros. En el anexo cartográfico N°1 se puede ver este mismo mapa de manera más amplia

Figura. 1
Mapa de localización del área de estudio



5. Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta estudios y metodologías relacionados con el tema a investigar. Los estudios de cambios de cobertura y uso del suelo, son importantes debido a que a través de estos se puede evidenciar la dinámica de un territorio en un periodo de tiempo determinado, en el cual se observan principalmente aspectos ambientales, para este caso es de vital interés debido a que se aplica sobre un ecosistema de alta montaña declarado como Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca ubicado en siete municipios del departamento de Nariño. En relación a esto, se encuentran algunas investigaciones elaboradas a nivel internacional, nacional y regional, por esto se hace mención a algunos autores que elaboraron estudios similares a este.

5.1 Internacional

En los países de Latinoamérica la elaboración de estudios multitemporales ha contribuido a identificar el índice de deforestación y procesos de fragmentación de ecosistemas, especialmente de alta montaña, sirviendo como referencia para estudios en diferentes lugares.

Este es el caso de la provincia de Cotopaxi, donde la caracterización de cambio de cobertura de la tierra es fundamental para establecer las variaciones que se han dado en un periodo de tiempo, producto de las acciones antrópicas o por cambios físicos que alberga esta provincia tanto en su zona andina, como en su porción subtropical occidental. EcoCiencia (2005), mediante el análisis de las dinámicas de cobertura de la tierra durante el período 1979-2004, se estableció las tendencias de cambio y así determinar el área ocupada por cada clase de cobertura en un tiempo posterior. Sin embargo, esta aproximación no incluye una idea de las zonas que se verían afectadas por estos cambios.

De la misma forma, se encuentra otra problemática relacionada con los diferentes procesos de crecimiento poblacional, al respecto, Moscoso (2007) menciona que en Valparaíso y Viña del Mar a medida en que avanza la urbanización ciertos tipos de usos del suelo se van reemplazando a otros usos y coberturas naturales, cada uno de estos presenta diferentes características y por ende diversos efectos sobre el medio ambiente. Lo anterior hace referencia a los procesos de expansión que se dan en zonas con un uso de suelo diferente, afectando los ecosistemas donde se establezcan.

Complementariamente para Ibarra et al. (2011) estos cambios de cobertura y el uso del suelo se han reconocido en muchos países como una de las principales causas de impacto ambiental, por ello, están ubicados en el centro de la investigación y representan un punto importante en diferentes ámbitos como medio para entender este proceso de deterioro y guía para la toma razonable de decisiones sobre el territorio. Los resultados de este trabajo en Jalisco, México para los años 1976 y 2000, ofrecen una alternativa de cómo utilizarlos en la planeación del territorio, a través de instrumentos como el ordenamiento territorial o los planes de desarrollo como el urbano y el agrícola.

Por el contrario, en Venezuela se da otro punto de vista con respecto a los procesos de transformación de los usos del suelo se han abordado desde diferentes perspectivas y enfoques. Eventualmente, uno de estos lo constituye la ecología, cuyo objetivo es el de conocer la estructura espacial, el cambio y la función en el paisaje; considerando el desarrollo y dinámica de la heterogeneidad espacial, las interacciones espaciales temporales y los intercambios a través de los paisajes, los principales procesos bióticos y abióticos. (Molina y Albarrán. 2013)

Para finalizar, esta investigación se identifica con la realizada por Ruiz, Save, y Herrera (2014), siendo un estudio multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011, permitiendo detectar cambios en el periodo de referencia, a través de imágenes satelitales, con el fin de determinar el estado de fragmentación del paisaje. Los resultados muestran que los cambios de uso de suelo están determinados por la degradación antrópica, principalmente a la transformación de la vegetación nativa a espacios agrícolas y la expansión de la ganadería.

5.2 Nacional

Dentro de los estudios relacionados con la caracterización de las zonas de páramo y selva altoandina, se basó en la metodología de Corine Land Cover en la cual se expresa que las coberturas de la tierra brindan información fundamental para diversos procesos nacionales y locales como lo son mapas de ecosistemas, conflicto de uso del territorio, ordenación de cuencas y del territorio, seguimiento a procesos de deforestación de bosques, y los inventarios forestales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2010). Gracias a esta metodología se pudo establecer las diferentes coberturas para los 2005 y 2020, así como el cambio que se presentó en el periodo de referencia.

Asimismo Rojas (2015) especifica que en el municipio de Mocoa las actividades de colonización, la implementación de prácticas agropecuarias expansivas, la construcción de obras e infraestructura a gran escala han causado el cambio de coberturas naturales y/o ampliación de espacios artificializados, generando cambios en el uso del suelo; en algunos casos pérdida de hábitat y recursos naturales, así como fragmentación de los ecosistemas y por ende el desplazamiento de la fauna, la degradación de los suelos y alteración del ciclo hidrológico. Esto conlleva a unos resultados útiles como lo es la determinación de la expansión o retracción de la frontera agrícola, cambios en los sistemas productivos e impactos ambientales.

Desde otra perspectiva Garzón (2016) establece que en los últimos años en Bogotá y otras ciudades, se han dado cambios en los diferentes ecosistemas estratégicos que se encuentran en el país, como son humedales, páramos, ecosistemas marinos, entre otros. Estas afectaciones son causadas principalmente por el ser humano, tras la invasión de estos territorios y/o inclusión de actividades agropecuarias en los mismos. En el estudio se evidencian drásticas alteraciones en el uso del suelo y el entorno como tal, dichos cambios originaron un deterioro ambiental afectando su condición ecológica general. Como consecuencia de lo anterior, más que buscar una restauración de un área natural, y de manejar las diferentes zonas estratégicas como Áreas Naturales Protegidas.

De la misma forma, Perdomo (2017) realizó un análisis multitemporal de coberturas, con relación al crecimiento urbano en Bogotá, en el cual identificó dos intervenciones sobre ecosistemas que constituyen áreas protegidas, una de ellas es la apertura de un parqueadero con una extensión de 9200 m² y en segundo lugar evidencia la eliminación de cobertura para consolidar conjuntos residenciales, estas dos actividades son procesos antrópicos sobre ecosistemas estratégicos como páramos y humedales que se hacen con un fin lucrativo. Como resultado de la investigación propone que el proceso de ordenamiento del territorio mediante la declaratoria de zonas en alguna categoría de conservación, contribuye de manera significativa a la protección, restauración y/o preservación de estos ecosistemas.

Po su lado, Veloza (2017) elaboró un análisis multitemporal de los cambios de las coberturas y usos del suelo de una de las áreas protegidas de la Cuenca Alta del Río Bogotá denominada como la Reserva forestal protectora- productora (RFPP) “Casablanca”, ubicada al sur

del municipio de Madrid Cundinamarca. Para ese caso de estudio se establece que la principal actividad que ha influenciado la desaparición de coberturas (vegetación nativa) y la aparición de otras (zonas degradadas y redes viales) fue la explotación de materiales de construcción. En la actualidad gran parte de la reserva está destinada explotación de plantaciones forestales, principalmente de pino y eucalipto, especies invasoras que disminuyen drásticamente la biodiversidad de la reserva.

5.3 Regional

A nivel regional, se ha desarrollado varios estudios de esta temática, como los estudios para la delimitación de áreas protegidas en especial los páramos por las condiciones, servicios ecosistémicos y características biofísicas.

En este orden de ideas, el límite del páramo debe ser definido desde las variables biofísicas (comunidades vegetales, bioclima, suelos, geomorfología, etc.) que garanticen su integridad. Sin embargo, el límite propuesto se fundamenta en mojones definidos desde las comunidades que han habitado y/o utilizado el páramo. En la escala regional y local, a partir de los lineamientos establecidos por la Ley 1382 de 20 de febrero de 2010, las Corporaciones Autónomas Regionales son las encargadas de delimitar los páramos en sus jurisdicciones (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2010).

Teniendo en cuenta lo anterior, el estudio de la propuesta técnica realizada por CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño (2010); titulada Declaratoria del “Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, territorio sagrado del pueblo de los Pastos”, buscaba que el área a declarar fuera de 4.634 hectáreas, basándose en las características bio físicas y el límite inferior de la mayor parte de las coberturas vegetales naturales (bosque altoandino, subpáramo y páramo) y se ha establecido con fundamento en la división predial, red hídrica y vial existente en las bases de datos del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Adicionalmente se delimitó un área de amortiguamiento, sirviendo de base para el estudio de cobertura y uso en el periodo 2005 – 2020.

Por su parte para la identificación e interpretación de las unidades de cobertura de la tierra para Chiles – Cumbal, se partió de la base metodología de Corine Land Cover que se adaptó para Colombia en el año 2004. Además, se estableció como unidad mínima de mapeo 1,6 ha, para esto se usaron imágenes como SPOT del año 2007. Además de trabajar con la imagen en modo multiespectral de 20 metros del satélite SPOT 4, también se usó una imagen pancromática del satélite SPOT 5, la cual el tamaño de los pixeles en el nivel de tierra es de cinco metros. Logrando determinar 36 unidades diferentes de cobertura, que de manera general se encuentran en los siguientes niveles: Territorios artificializados, Territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua. (Universidad de Nariño-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2015)

Es importante mencionar que, el grupo de investigación en Geografía Física y Problemas Ambientales TERRA, del departamento de Geografía de la universidad de Nariño, concluyó cinco investigaciones relacionadas con los cambios de cobertura del suelo, las cuales se tuvieron en cuenta para estructurar y ajustar la metodología de este estudio. Estas se las menciona a continuación.

En el caso del estudio de cambio de cobertura del suelo en la selva altoandina y páramo del volcán Cumbal (Coral y Portilla, 2012), fue importante la aplicación de la metodología para la clasificación de coberturas del suelo Corine Land Cover Europa, adaptado para Colombia por PPN y por IDEAM-IGAC- CORMAGDALENA, 2008. La cual permitió realizar una descripción

semidetallada de la cobertura del suelo, las caracterizaciones de cobertura para 1987, 1997 y 2009 y la identificación de los tipos de cambios y factores de incidencia y donde además se incluyen los diagnósticos: físico-biótico y socioeconómico.

También Erazo (2012) resalta la importancia de los estudios de cambio multitemporal, cuando no se cuenta con información referente a este tema. Es por esto que la realización de este proceso investigativo fue pertinente, porque en el corredor volcánico Chiles – Cerro Negro – Cerro Granizo en el periodo 1987-2011 no contaba con estudios detallados de las características, causas y factores de los cambios de la cobertura vegetal y es aquí donde la investigación geográfica se hace partícipe contribuyendo al análisis de los problemas ambientales presentes en esta zona, por medio de las transformaciones generadas por parte de la población con el fin de la apropiación del territorio.

Igualmente, Guerrero y Ortega (2012), en el estudio realizado en el área de influencia occidental del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana - Cascabel, en el periodo 1989 - 2011, utilizaron información secundaria como documentos, cartografía y productos de sensores remotos para ser procesados con herramientas de SIG. Como resultados de esta investigación se tiene un diagnóstico físico-biótico y socioeconómico con información secundaria, que se realizó con el fin de hacer una caracterización y un acercamiento de la zona de estudio por parte de los autores y finalmente se elaboró un mapa de los totales de cambios del periodo de referencia.

En concordancia a los estudios anteriormente nombrados, López y Pastrana (2015) en su investigación del cambio de la cobertura de suelo en el volcán Azufra, periodo de 1987-2010, tomaron como referencia los parámetros de clasificación de coberturas expuesta en la metodología de Corine Land Cover, donde se identificó de forma semidetallada cada tipo de coberturas, además con procedimientos como los sensores remotos, generando productos cartográficos. Logrando obtener como resultados una caracterización socioeconómica general e identificación de coberturas para cada uno de los años tomados como referencia.

En este grupo de forma similar, Pinza y Leyton, (2017) analizaron los cambios en la cobertura del suelo ocurridos en un periodo de 26 años (1989 - 2015) en el volcán Galeras y su área de influencia. Metodológicamente se utilizó la técnica de teledetección y los programas ArcGis 10.2 y Erdas 2013 para el procesamiento de imágenes satelitales Landsat de los años: 1989, 2002 y 2015. Complementario a esto se utilizó los cinco niveles generales de la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, y no por tipo de cambio. Lo cual conlleva a obtener mapas y análisis de la cobertura y cambio de esta en el periodo de referencia.

Para finalizar es importante mencionar el estudio elaborado por Muñoz-Guerrero (2017), que sirvió como apoyo para este estudio, porque se realizó en el páramo Paja Blanca, además aporta conceptos como matriz de Confusión e índice Kappa, siendo estos referentes para realizar el trabajo de campo, explicado de una de una mejor manera en la metodología de este documento, en el numeral 7.3.1.1.

Por lo tanto, en él se evalúa las transformaciones de esta área en el periodo 1984-2013 donde no solo se abarcan el cambio de coberturas, sino que establece los principales factores socioeconómicos y biofísicos que han aportado a dicho cambio. En este proceso investigativo se trabaja con imágenes satelitales del sensor Aster y se utilizó programas como Arcgis, Erdas, IDRISI ANDES, entre otros, los cuales aportaron a obtener una información más completa, además se utiliza el índice Kappa para establecer la exactitud de los mapas obtenidos a partir de la información recolectada, formula que se tuvo en cuenta para esta investigación. (Muñoz-Guerrero 2017)

6. Marco conceptual

Para este estudio sobre el cambio de cobertura y uso del suelo en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca es importante mencionar algunos conceptos que hacen parte de la temática desarrollada y los cuales son relevantes para este trabajo, entre ellos se encuentran: cobertura de la tierra, uso del suelo, análisis multitemporal, páramo y selva altoandina los cuales se describen a continuación.

6.1 Cobertura de la tierra

Para el desarrollo de esta investigación resulta pertinente abarcar este concepto por ello se cita tres autores que hacen referencia sobre este tema. En una breve definición dada por Melo, (como se citó en IGAC, 2005), aclara que la cobertura comprende los atributos de la tierra, los cuales, por estar localizados sobre esta, ocupan una fracción de su superficie. De igual forma, se determina que esta puede originarse de ambientes naturales producto de la evolución ecológica, como, por ejemplo: bosques, sabanas, lagunas, entre otros; o a partir de ambientes artificiales creados y mantenidos por el ser humano, para obtener un aprovechamiento de los mismos.

Por su parte Di Gregori (2005) define este concepto como aquella cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie terrestre. Este término abarca un gran rango y es importante señalar que no incluye únicamente la descripción de la vegetación y las actividades derivadas por la acción antrópica sobre la tierra; su definición además retrata otros tipos de superficies como los cuerpos de agua, afloramientos rocosos y suelos desnudos.

Y por último en la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, se establece una estructura jerárquica con cinco categorías para definir la ocupación del suelo con diferentes tipos de cobertura. En la primera se encuentran los territorios artificializados que comprenden las zonas urbanizadas, zonas industriales, comerciales y redes de comunicación, zonas de extracción minera, escombreras y zonas verdes artificializadas no agrícolas. En la segunda están los territorios agrícolas con los cultivos permanentes, transitorios, pastos y áreas agrícolas heterogéneas. La tercera comprende los bosques y áreas seminaturales, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y las áreas abiertas sin o con poca vegetación. En la cuarta están las áreas húmedas continentales y costeras; y en la quinta se encuentran las superficies de aguas continentales y marítimas. (IDEAM, 2010)

6.2 Uso de suelo

Este término hace alusión a las actividades antrópicas que implican la utilización de la superficie terrestre o de sus recursos. Así lo manifiesta Vink (como se citó Melo y Camacho, 2005) quien define el uso como la utilización o aprovechamiento permanente que se hace por parte del ser humano de los diferentes tipos de cobertura. Agrega, que dichos usos están encaminados a satisfacer sus necesidades materiales o espirituales.

Para organismos como la FAO (2005) quien resalta que el uso del suelo se refiere a la finalidad socioeconómica que se le atribuye a la tierra, esta puede estar direccionado a lo residencial, comercial, industrial, agropecuario, recreacional o de conservación entre otros. La misma fuente indica 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 ésta.

El concepto de usos de la tierra se caracteriza por las actividades e insumos humanos que se realizan en un tipo de coberturas con el propósito de producir, transformar o conservar la misma. Dentro de este contexto, se indica que los usos del suelo deben responder a seis interrogantes:

- 1) qué: el objetivo de las actividades realizadas.
- 2) dónde: la ubicación geográfica y la extensión de la unidad de análisis.
- 3) cuándo: los aspectos temporales que dan lugar.
- 4) cómo: el nivel tecnológico empleado.
- 5) cuánto: que sea cuantificable.
- 6) por qué: las razones que subyacen el uso actual.

Finalmente, el término “Uso de la tierra” se conceptualizó para el sistema de clasificación de usos agropecuarios propuestos como: “La transformación y/o utilización que hace el hombre a una cobertura con funcionalidad económica, social y ambiental”, que se puede enmarcar dentro los contextos: agrícola, pecuario, natural, protección y conservación. (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, UPRA. 2015)

6.3 Análisis multitemporal

Este análisis permite realizar una identificación de los diferentes cambios que se presentan en el territorio ya sea en grandes o pequeñas extensiones, dado esto se evidencian fenómenos como deforestación, cambios de uso del suelo, cultivos, entre otros. Por consiguiente, estos elementos permiten evaluar los cambios de cobertura en el área de estudio y algunas variaciones en el periodo de tiempo.

Por lo tanto, para Gonzales y Romero (2013) el conocimiento de la cobertura y uso de la tierra, constituye uno de los aspectos más importantes dentro de los análisis biofísicos del territorio. Centrando estos cambios a través del tiempo (análisis multitemporal), se puede realizar una lectura de diferentes escenarios en un periodo y espacio determinado, establecer dinámicas de predicción y prevención, así como la identificación de los niveles de estado y presión sobre los ecosistemas.

De la misma forma Scanterra (2015) lo define como el análisis de tipo espacial que se realiza mediante la comparación de las coberturas interpretadas en dos o más imágenes de satélite o mapas de un mismo lugar en diferentes fechas y permite evaluar los cambios cuando estas han sido clasificadas. Un análisis multitemporal es mucho más amplio que el análisis de una sola imagen.

Así mismo, Palacios (2015) menciona que un análisis multitemporal implica un cruce digital de dos imágenes satelitales, que previamente han sido clasificadas y que obligatoriamente guardan similitud entre ellas y aspectos como la leyenda, área, escala y proyección cartográfica utilizadas, de esta forma al cruzarlas digitalmente permite detectar las coberturas que han tenido cambio y cuantificar aquellas que ganan o pierden área, esto se conoce como dinámica de cambio, ya que supone que la pérdida de una determinada clase y que corresponde a la sustitución de la misma por otra cobertura o uso del suelo.

6.4 Páramo

Varios autores han definido este ecosistema, pero para Kepelle y Horn (2005) el páramo es una formación vegetal alto- montañosa heterogénea, herbácea y generalmente desarbolada o con doseles abiertos. Supera las cordilleras por encima de los bosques montañosos o andinos, entre los 2800 – 3200 m.s.n.m. y con límites superior entre los 4500 – 4800 m.s.n.m. Este ecosistema se encuentra en la cordillera de los Andes

Por el contrario, Morales-Betancurt y Estévez-Varón (2006) definen el páramo en Sudamérica forma parte de la región Andina, es considerado uno de los ecosistemas con mayor afectación antrópica del continente. A pesar de su topografía abrupta y las condiciones climáticas han provocado la disminución progresiva de escenarios naturales por la adecuación de tierras para sistemas agropecuarios y por la expansión de las ciudades. La deforestación, el ascenso del límite de la agricultura, el pastoreo y las quemas son los problemas más graves que enfrentan los ecosistemas de alta montaña en Colombia.

Por otro lado debido a la función que cumplen estos ecosistemas Rivera y Rodríguez (2011) expresan que los páramos prestan importantes servicios ecosistémicos que son fundamentales para el bienestar de todos los colombianos. En este sentido, son piezas claves en la regulación del ciclo hídrico, almacenan y capturan gas carbónico de la atmósfera, contribuyen en la regulación del clima regional, además son considerados sitios sagrados para la mayoría de culturas ancestrales, entre muchos otros beneficios.

6.5 Selva altoandina

La selva altoandina es franja que tiene un alto grado de intervención antrópica, Rivera y Rodríguez (2011) señalan que es una zona de ecotonía entre la vegetación cerrada de bosques o selva de media montaña que se caracteriza por mantener la textura y el color propio del bosque nativo, presentar un ambiente supremamente húmedo con predominio de vientos, asolación y constante presencia de nubes. Gracias a la cobertura boscosa que mantiene en sus laderas, protege al suelo de los efectos erosivos; y, además, presta beneficios importantes para el ecoturismo, la soberanía alimentaria, la reserva genética, la industria y la farmacia. En algunos casos, marca el límite con el ecosistema de páramo; razón por la cual, mantiene la integridad ecológica con la vegetación paramuna.

No obstante, para darle mayor claridad a la localización de esta zona, Romero (2012) expresa que la selva altoandina en Colombia se presenta como una franja de tierra ubicada entre 2.800 y 3.200 metros de altitud; está compuesto por árboles de gran porte y la presencia de vegetación estratificada en un ambiente húmedo. También cumple funciones específicas como son la regulación del flujo hídrico que desciende de los páramos y la acumulación y administración de sus nutrientes. Por esto crecen árboles hasta de 15 a 20 metros de alto que resguardan y alimentan una amplia y muy importante variedad de especies animales y vegetales.

De igual forma Camelo (2015) considera la selva altoandina como una franja de vegetación, ubicada entre los 2750 hasta los 3300 m.s.n.m., se encuentra limitada por el borde inferior del ecosistema de páramo. Esta se ubica en Colombia sobre la región andina en las tres cordilleras y en una pequeña franja sobre la Sierra Nevada de Santa Marta.

De esta manera se puede decir que esta franja es importante ya que establece una zona de protección al área de páramo frente a la expansión de la frontera agropecuaria principalmente por las características físicas con las que cuenta como son el suelo y la vegetación.

7. Metodología

El estudio del cambio de cobertura y uso del suelo en el Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca muestra como resultado el estado de este sector y los diferentes cambios que se han presentado dentro de un periodo estimado en quince años (2005 - 2020). Esta investigación se desarrolló con enfoque descriptivo, es de tipo cuali-cuantitativo y se encuentra en la línea de investigación de problemáticas ambientales del programa de Geografía de la Universidad de Nariño. A continuación, se describen las fases metodológicas y las respectivas actividades que se desarrollaron en esta investigación.

7.1 Primera fase: recopilación de información bibliográfica y cartográfica

En esta fase se revisó y se seleccionó información secundaria y cartográfica relacionada con el área de estudio, con el fin de obtener un acercamiento y conocimiento sobre esta, para conocer el estado en el que se encuentra el área protegida y la zona de influencia; además de determinar el cambio después de la declaratoria del Parque Natural Regional.

7.1.1 *Revisión de información bibliográfica o documental*

Esta actividad se realizó durante todo el proceso de investigación, en un inicio se revisó documentos referentes al área de estudio para obtener información verídica, sumado a esto trabajos de investigación, tesis y artículos acerca del tema, con el fin de hacer una recopilación y tener una visión más amplia de la zona. Cabe resaltar que fue de vital importancia la revisión del documento de la declaratoria del PNR Paja Blanca. Además, se toma información de instituciones tales como: Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Universidad de Nariño, Universidad Nacional, Corporación Autónoma Regional de Nariño, Universidad de Manizales, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, entre otros.

También se tuvo en cuenta planes de manejo ambiental y los esquemas de ordenamiento territorial de cada uno de los siete municipios que hacen parte de esta investigación, esto se hizo con el propósito de observar cual ha sido el manejo que le ha dado cada municipio a la parte de área protegida, si en ellas se han ejecutado planes, programas y proyectos, para conocer su fin y si estos llegaron a buen término.

7.1.2 *Revisión de información cartográfica*

Para esta fase de la investigación se contó con alguna información obtenida de bases del IGAC como lo son curvas de nivel, hidrología, vías y centros poblados. Con relación a las imágenes satelitales, la imagen del año 2005 fue facilitada por Corporación Autónoma Regional de Nariño (CORPONARIÑO), adicionalmente se trabajó con una imagen Aster (2005) para cubrir en su totalidad el área de estudio y una imagen Sentinel 2A del año 2020 obtenidas de la página web del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). De la misma forma se precisa que, para la delimitación de la cobertura y uso de la tierra en el área de estudio, se trabajó con escala 1:25.000 y la unidad mínima de mapeo de 1,56 y 1,25 ha respectivamente.

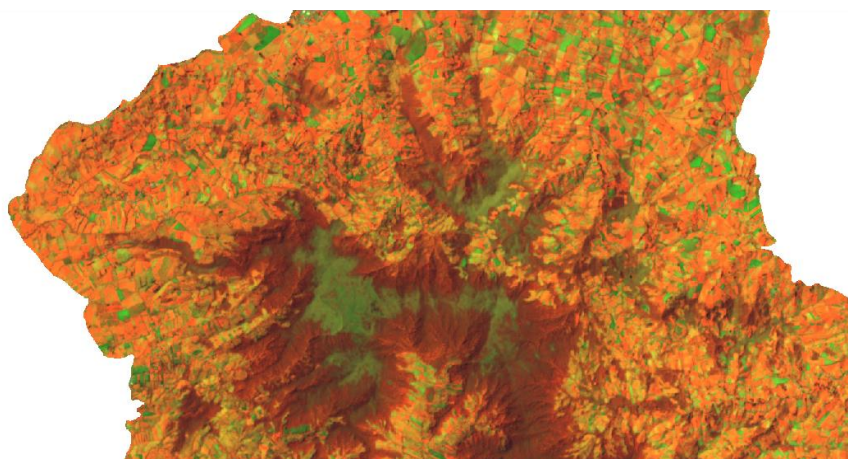
Por otra parte, existe una cartografía utilizada para la declaratoria de esta zona, puesto que en el año 2010 se generó un área de amortiguamiento en el estudio de CORPONARIÑO y la Universidad de Nariño, la cual se estableció como el área de estudio para esta investigación; así mismo, se revisó información cartográfica correspondiente a cada uno de los siete municipios con relación al área protegida y el acuerdo 010 de 2015, en el cual establece el área del PNR.

7.2 Segunda fase: Procesamiento de la información y generación de productos

En esta fase se utilizó diferentes procesos y software como Arcgis 10.3 para la elaboración de los mapas (el cual fue facilitado por la Universidad de Nariño). A partir de diferentes herramientas que ayudaron a la obtención de los mismos, es importante aclarar que se usaron imágenes Spot 5 para el año 2005, con un sensor HRS (High Resolution Stereoscopic) y con una combinación 4,1,3 y adicional a esto se trabajó con una imagen Aster para cubrir en su totalidad el área de estudio, sumado a esto una imagen Sentinel 2A del año 2020, la cual cuenta con un sensor Multiespectral y una combinación de bandas 11, 8, 2 (Figura 2) con la cual se trabajó el año 2020, estas dos imágenes cuentan con una resolución espacial de 10 metros, que facilitó la observación del área de estudio. Estos procedimientos ayudaron a la obtención de los resultados de la investigación y el posterior análisis de los mismos.

Figura. 2

Combinación de la imagen Sentinel bandas 8-11-2



7.2.1 Elaboración del mapa topográfico

El mapa topográfico fue el primer producto que se realizó a escala 1:25.000, para su elaboración se tuvo en cuenta cartografía básica del IGAC (448IA, 447IA, 429IIC y 428IVD) con el cual se generó la topografía con curvas de nivel cada 100 m, de igual forma se adoptó la hidrografía del IGAC; la división político administrativa del área de estudio, los centros poblados, veredas, el área de amortiguamiento y la delimitación del PNR Páramo de Paja Blanca. Siendo así el primer elemento útil en campo para las diferentes salidas que se realizaron con el fin de levantar y corroborar información.

7.2.2 Procesamiento digital de imágenes satelitales

Para el procesamiento de las imágenes satelitales se tuvo en cuenta un software especializado que permitió el reconocimiento específico del área de estudio, este proceso se realizó con herramientas SIG, las cuales ayudaron con una mejor visualización de la cobertura dentro del ecosistema de páramo y selva altoandina del PNR Páramo de Paja Blanca. Este proceso fue determinante para la realización de cartografía, obteniendo un preliminar de los cambios de cobertura y usos de suelo ocasionados para el periodo de estudio.

El procesamiento de las imágenes inicialmente se dio con los datos crudos de las mismas por lo cual se corrigió sus distorsiones radiométricas, geométricas y atmosféricas. En este se

manipularon los datos numéricos de las imágenes con el fin de generar información útil sobre los objetos, áreas y fenómenos presentes en el área de estudio.

El proceso incluyó: pre procesamiento (layer stacking y corrimiento de imágenes), correcciones (geométrica, atmosférica y radiométrica), realce y clasificación. El Proceso layer stacking consistió en cargar las bandas de cada imagen para crear archivos individuales en formato TIFF y posteriormente se hicieron las combinaciones necesarias. En el registro (corrimiento) de imágenes se desplegó en modo layer multibanda, las imágenes obtenidas de los años 2005-2020 y se verificó la correspondencia en sus datos de proyección y de tamaño de pixel.

Las correcciones: geométrica, atmosférica y radiométrica se llevaron a cabo de la siguiente manera: en la corrección geométrica se utilizó el programa Arcgis 10.3 para rectificar los valores X y Y, orto rectificar los datos de elevación (Z) de las imágenes, y asignar el sistema de referencia espacial Origen Único Colombia (CTM12) mediante resolución 229 de 2020, emitida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. En la Corrección atmosférica se corrigieron los valores de radiación en las bandas de cada imagen, puesto que sus propiedades y magnitudes corresponden a fechas y condiciones atmosféricas diferentes. Automáticamente, con la herramienta “Haze Correction” el programa realizó la corrección de bruma o neblina dentro de la escena.

Realizado el anterior proceso se habilitó la herramienta para la corrección atmosférica (atmospheric correction), con la cual se eliminaron los efectos atmosféricos (bruma) y del terreno para recuperar los parámetros físicos originales de la superficie terrestre incluyendo reflectancia y visibilidad del suelo. Complementario con las anteriores actividades, se efectuó el realce de las imágenes mediante la expansión del contraste, el enfoque de zonas borrosas, la ecualización de histogramas, filtros y otras acciones necesarias para optimizar la percepción visual de sus elementos.

Posteriormente, se realizó una clasificación supervisada con la ayuda de la barra Image Classification, mediante la toma de muestras de polígonos con la herramienta Draw Polygon de cada una de la cobertura observada en las imágenes, para así poder obtener un primer shapefile de estas, en este sentido se utilizó Maximum Likelihood Classification el cual arroja un total de coberturas las cuales se deben ajustar.

Seguido a esto, con la herramienta Eliminate se limpió el shapefile, eliminando polígonos que tengan un área menor al área mínima de mapeo, continuando con el procesamiento se utilizó Smooth Polygon para suavizar los polígonos pixelados que se obtuvieron en este proceso, posteriormente se corrigieron los polígonos y se clasificó cada cobertura y uso del suelo de acuerdo a los parámetros establecidos por las metodologías correspondientes que se aplicaran este estudio en una tabla de atributos la cual cuenta con todos los niveles de cada unidad, un código y el área de cada polígono.

7.2.3 Aplicación de la metodología Corine Land Cover

Para la clasificación de cobertura de la tierra se empleó la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el año 2010, la cual propone una clasificación jerárquica.

En cuanto a la unidad mínima de mapeo, esta metodología propone que debe estar acorde con el sensor, por tanto, en la adaptación que se hizo para Colombia se estableció que las superficies a cartografiar debían tener un mínimo de 25 hectáreas y 50 metros para el ancho de elementos lineales en escala 1:100.000. Debido a que la escala de trabajo de esta investigación es de 1:25.000, la unidad mínima de mapeo fue de 1,56 hectáreas, según la respectiva relación de escalas. Se trabajó hasta el nivel seis de la metodología, cuando se hizo necesario. A continuación,

(Tabla 1), se muestra algunas coberturas que hacen parte de esta zona y con esto se estableció que tipos de cobertura se encuentran en cada sector.

Tabla 1.

Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra Corine Land Cover para Colombia, IDEAM

NIVEL 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo Tejido urbano discontinuo		
Territorios agrícolas	Pastos	Pastos limpios		
	Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos Mosaico de pastos y cultivos Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales		
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque denso Bosque fragmentado	Bosque denso bajo Bosque fragmentado con pastos y cultivos Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Bosque denso bajo de tierra firme
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Bosque de galería y ripario Herbazal Arbustal	Herbazal denso Arbustal denso Arbustal abierto	Herbazal denso de tierra firme Herbazal denso inundable Arbustal abierto esclerófilo Arbustal abierto mesófilo
		Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria baja	

Durante la interpretación de las coberturas se aplicaron reglas básicas de generalización para decidir sobre aquellos polígonos que no cumplan con el criterio de área mínima de mapeo establecida, es decir mayor o igual a 1,56 hectáreas. De esta forma, al encontrar polígonos pequeños rodeados por una unidad mayor en forma individual, o que hagan parte de un grupo de unidades que no cumplan con la unidad mínima de mapeo, se incorporaron a áreas de coberturas vecinas que si cumplan con el tamaño mínimo establecido. En este sentido, al identificar coberturas con área menor a 1,56 ha alrededor de una unidad de tamaño mayor a esta, la unidad pequeña se agregó a la unidad más grande.

A partir de esta adaptación se establecieron las características del área de estudio y por ende se identificaron que tipo de actividades se realizan en el área de influencia del PNR permitiendo así un posterior análisis del estado en el que se encuentran los tipos de coberturas.

7.2.4 Aplicación de la leyenda de usos agropecuarios del suelo

En esta metodología se tiene en cuenta la leyenda de Corine Land Cover adaptada para Colombia, para poder aplicar aspectos relacionados directamente con el uso del suelo, contado con aspectos como el área mínima de mapeo que en este caso es la raíz cuadrada de 1, 56 ha es decir 1,25 ha. El contexto y el patrón espacial, forma y tamaño, la visión estereoscópica y el periodo de adquisición, además se presentan unidades de coberturas con los usos a los cuales pueden estar relacionados directa o indirectamente. En la Tabla 2, se indica los usos establecidos por niveles más detallados para el área de estudio, pero en el capítulo nueve se enumeraron y analizaron cada uno de los usos establecidos en la zona.

Tabla 2

Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a 1:25.000. UPRA

COBERTURA DE LA TIERRA			USO ASOCIADO
Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	Residencial, comercial
	Pastos	Tejido urbano discontinuo	
		Pastos limpios	Pastoreo intensivo y semiintensivo
		Mosaico de cultivos	Permanentes intensivos, Transitorios intensivos
Territorios agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	Permanentes Intensivos, Transitorios intensivos,	
		Pastoreo intensivo y semiintensivo	
		Mosaico de pastos y cultivos	Pastoreo intensivo y semiintensivo
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Permanentes intensivos, transitorios intensivos, Pastoreo intensivo y semiintensivo, barbecho, tierras en descanso. Agrosilvopastoril
		Bosque denso	Maderable, recreación, protección, caza
		Bosque fragmentado	Maderable, recreación, protección, silvopastoril, agrosilvopastoril, silvoagropecuaria, recuperación
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Bosque de galería y ripario	Maderable, recreación, protección
		Herbazal	Pastoreo extensivo, protección, recreación
		Arbustal	Madera, protección
		Vegetación secundaria o en transición	Barbecho, tierras en descanso, recuperación

Con la obtención de esta clasificación, se establecieron los usos de suelo de los años 2020 y 2005 en el área de estudio, teniendo en cuenta que desde la declaratoria del parque se han realizado distintas acciones como la creación de grupos vigía en cada municipio los cuales se encargan de velar que los objetivos propuestos tras la declaratoria.

7.2.5 Generación de productos cartográficos

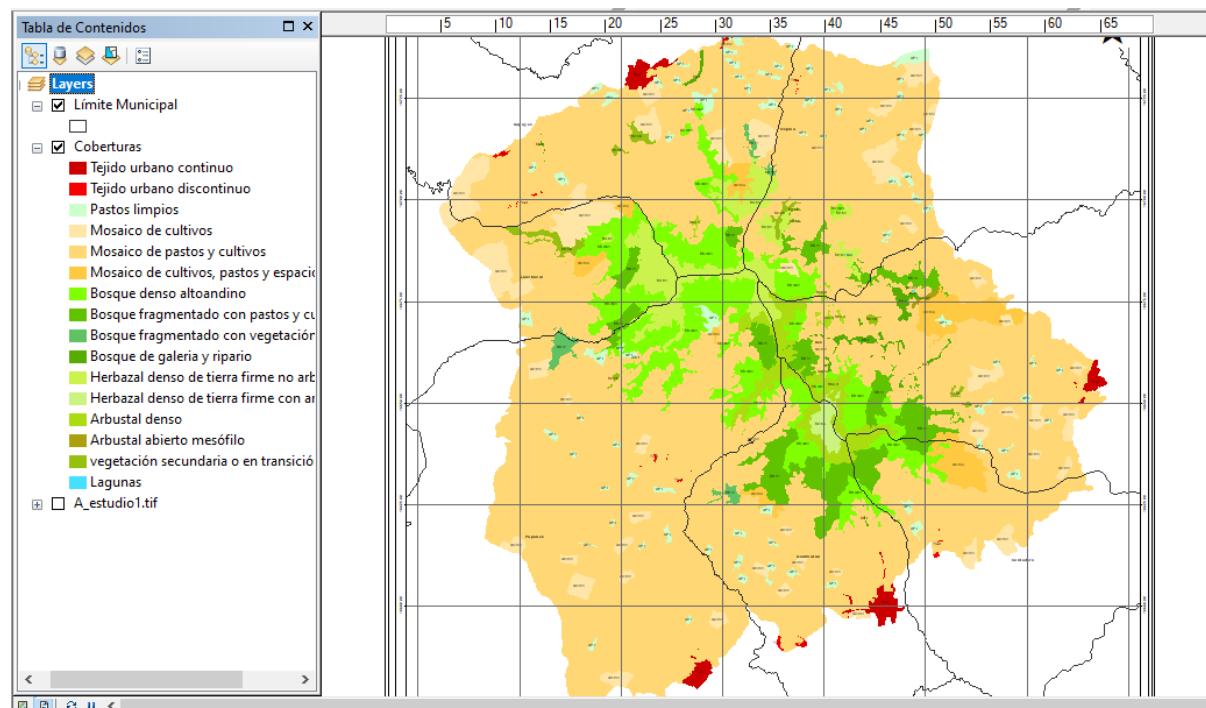
La elaboración de los mapas se hizo teniendo en cuenta la unidad mínima de mapeo en el software Arcgis, obteniendo así polígonos de cobertura que fueron verificados, más adelante se explica los procesos que sean necesarios para el resultado final de los mapas. Se elaboraron tres tipos de mapas, en un principio se realizó los mapas de cobertura y uso del suelo del año 2020 y posteriormente los mapas del año 2005. Seguido a esto y como punto final con el análisis de ellos, se logró establecer los cambios de uso y cobertura de suelo, el cual arrojó un mapa para cada una de estas. La Figura 3 corresponde al mapa de cobertura del año 2020, en ella se indica 16 coberturas diferentes según la metodología empleada.

La realización de dichos mapas de cambios, consistió básicamente en el cruce de bases de datos digitales que resultaron de los mapas de cobertura y uso del suelo, de tal forma que se utilizó la herramienta “union”, del programa Arcgis, que da como resultado los sectores donde se presentaron los cambios y por ende los más representativos y luego “dissolve” para generalizar cada polígono.

La unidad mínima de mapeo para cambios no es el mismo valor utilizado para los mapas iniciales, hay que tener en cuenta que esta unidad se debe trabajar con la raíz cuadrada de la unidad mínima utilizada para coberturas; que para este estudio es 1,25 ha, siendo esta la raíz cuadrada de 1,56 ha y para uso del suelo la raíz cuadrada es 1,12 ha. El programa Arcgis generó los polígonos de cambios automáticamente y seguido a esto se tuvo en cuenta los criterios y situaciones que fueron tomados de la metodología de Corine Land Cover y Leyenda de Usos Agropecuarios del Suelo. Estos procedimientos, dieron como resultado un total de seis mapas, tres de cobertura de la tierra y tres relacionados a usos de suelo.

Figura. 3

Generación de mapa de cobertura del año 2020



7.3 Tercera fase: trabajo de campo

En el trabajo de campo se desarrolló un conjunto de actividades necesarias para la corroboración y ajuste de información secundaria obtenida anteriormente, esta fase se divide en dos actividades que son: verificación de coberturas y realización de entrevistas. Cabe resaltar que para el cumplimiento total de esta fase se gestionaron recursos económicos con CORPONARIÑO, los cuales se obtuvieron mediante la Fundación Latinoamericana de Desarrollo.

Es importante decir, que es un proceso indispensable, donde por medio de este se obtuvo información primaria y verídica para esta investigación. Además, el área de estudio es una zona de protección y es muy significativa a nivel regional. Teniendo en cuenta esto, al realizar el trabajo de campo y aproximarse al área de estudio, se estableció un contacto con los líderes de cada uno de los siete municipios de la zona de influencia del PNR, los cuales facilitaron el acceso e información de los diferentes sectores.

Además, se buscó un acercamiento con los veedores del Páramo Paja Blanca, los cuales tienen como función representar a sus municipios en ámbitos locales, regionales y departamentales, velar por la defensa de los derechos de su comunidad, hacer cumplir las obligaciones de sus autoridades, realizar gestiones encaminadas a la conservación y protección, con el fin de conocer de primera mano cuales han sido las actividades que se han realizado a favor del PNR.

Como resultado, en este primer reconocimiento se estableció el estado actual de las coberturas y se reconoce algunos senderos y puntos estratégicos para la observación, posteriormente se programó salidas de campo para hacer los recorridos completos y generar la cartografía, una vez se obtuvo el mapa multitemporal se ejecutó las entrevistas para poder determinar las causas, factores y problemáticas. En la Figura 4 se observa la vereda Imbula Chico, desde la cual se obtuvo una panorámica hacia el PNR Páramo Paja Blanca y áreas cercanas a este.

Figura. 4

Vereda Imbula Chico



7.3.1 Verificación de coberturas

En esta actividad se cumplió con el propósito de generar un mayor acercamiento al área de estudio, en ella se obtuvo algunos datos de coberturas que existen en la zona y de los diferentes usos del suelo, que permitieron dar un diagnóstico de los mismos, además se hizo un registro fotográfico que complementa la información obtenida.

Estos recorridos se plantearon teniendo en cuenta la revisión de información cartográfica, identificando las rutas que ofrecen mayor acceso a las coberturas y uso del suelo. Esta actividad se dividió en dos etapas, la primera se desarrolló durante cinco días y contemplo la realización de diferentes recorridos por tres municipios con el fin de verificar y corregir la información de la fase anterior.

En la segunda, se complementó esta actividad en los cuatro municipios restantes para corroborar la información de coberturas y uso de suelo. Además, se contó con el acompañamiento de un guía y debido a la extensión del área de estudio, se hizo necesaria la contratación de servicio de transporte que lo brinda la misma comunidad; de esta forma esta actividad se cumplió con mayor confianza en cada sector. Esta actividad se hace con el fin de verificar los tipos de coberturas que se establecen en la zona según la actividad 7.2.2 y los tipos de uso del suelo que haya en la actualidad en el área de influencia del PNR.

7.3.1.1 Verificación de coberturas de la tierra con matriz de confusión e índice kappa.

Esta actividad se realizó con la capa de coberturas del año 2020 para confirmar su precisión, en la cual se seleccionaron 20 puntos por cada unidad de cobertura, si bien Congalton, Lumetta, Fenstermaker, Jensen, McWire y Tinney, citados por (Muñoz- Guerrero, 2017, sugieren recoger 50 puntos para cada unidad incluida en el mapa, debido a la extensión del área se decidió generar los 20 puntos anteriormente mencionados, con el propósito de agilizar el recorrido y aprovechar los puntos altos del área de estudio . Estos puntos fueron ingresados al programa ArcGis 10.3; posteriormente se ingresó cada cobertura y se usó la herramienta “create random point”. Con estos puntos se construye un matriz de confusión, la cual se explica más adelante en esta misma actividad.

De esta manera se evaluó la clasificación con el índice Kappa (k), que es una forma muy confiable para conocer la exactitud del mapa. Este mide la diferencia entre la realidad observada y el que se generó al azar. Este índice es más exacto que la matriz de confusión porque incluye en sus cálculos los valores de esta y no solamente sus extremos tal como lo subraya Cohen, citado por (Muñoz- Guerrero, 2017); tal como se describe en la siguiente formula:

$$Khat = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{ii} (x_i + X_x + i)}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_i + X_x + i)}$$

Dónde:

i = dimensión de la matriz (número de clases);

a_{ii} = número de observaciones en la línea i, columna i;

a_{i.} y a._i = total marginal de línea i y de columna i,

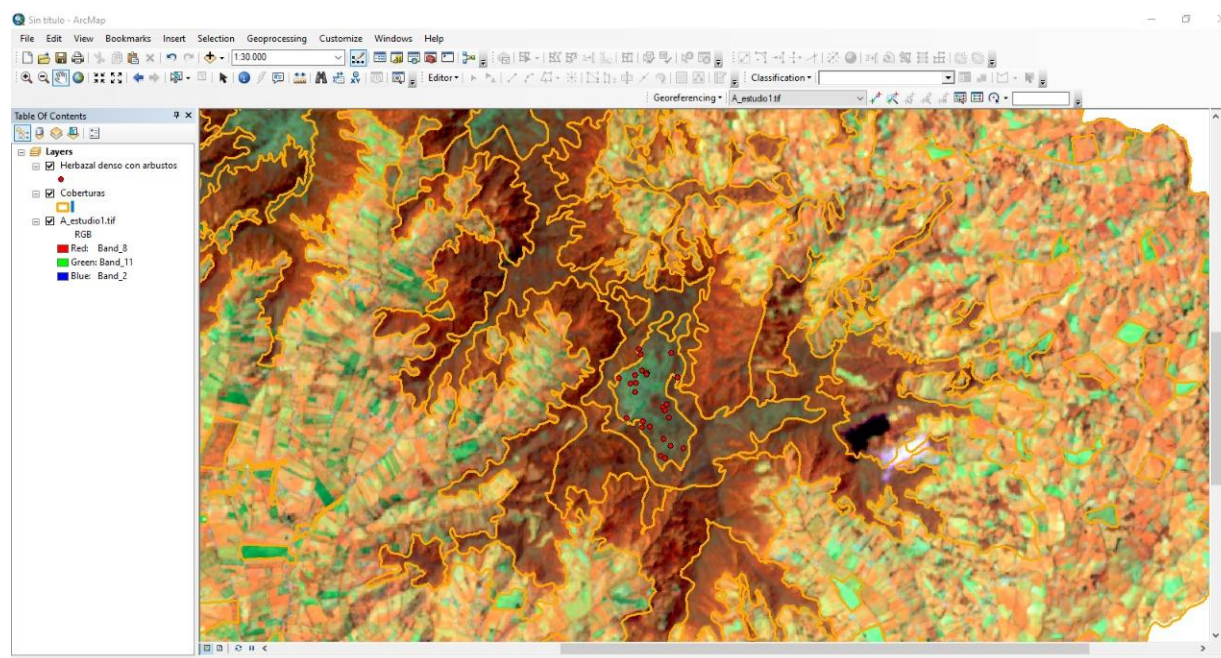
n = número total de observaciones.

Para validar los resultados obtenidos a través del modelo para el año 2020, se obtuvo un mapa ráster de las coberturas definidas para este año, seguido a esto se elaboró en campo un muestreo que consistió en la toma de 20 puntos GPS por cada unidad de cobertura del área de estudio, luego se los ingreso al programa ArcGis 10.3 para ser comparados con los obtenidos

anteriormente (20 puntos simulados para cada tipo de cobertura). Como resultado de este proceso se obtiene una tabla donde cada punto incluye el tipo de cobertura observada y simulada; con estos puntos se construyó la matriz de confusión. De esta manera en la Figura 5 se presenta como ejemplo los puntos simulados para una de las coberturas que se localizó en el área de estudio, los cuales se organizan de manera dispersa.

Figura. 5

Puntos simulados en Herbazal con arbustos para índice Kappa



Según Morales- Hernández y Carrillo- González (2016), se organiza en número de filas que corresponde a las clases referenciadas (verificación en campo) y en columnas corresponden a las clases del mapa (error asociado); a este error se le denomina de inclusión o comisión, porque representan aquellas áreas que se asignaron a dicha categoría sin pertenecer a ella. El error asignado a las filas (verdadero) se denomina error de exclusión u omisión.

Otra definición dada por Congalton, Lumetta, Fenstermaker, Jensen, McWire y Tinney, citados por (Muñoz- Guerrero, 2017) consiste en la ubicación de filas y columnas relacionada con las categorías de cobertura. En las columnas se colocan las categorías proporcionadas por la simulación, mientras que en las filas se localiza la verdad del terreno. El error asociado a cada columna se le llama “error de inclusión o comisión” y hace referencia a las categorías que no pertenecen a ella. En las filas el error asociado se denomina “error de exclusión u omisión” y representa aquellas áreas que no fueron asignadas aun perteneciendo a ella.

A continuación, se muestra la matriz de confusión (Tabla 3) generada en las 16 coberturas diferentes que se establecieron en el área de estudio. En ella se presenta los valores que ayudaron a determinar qué tan exacta fue la observación en campo, complementario en la parte inferior de esta se indica valores de: Exactitud global, sumatoria de la diagonal, número total de muestras y suma de la multiplicación entre el total de las columnas por el total de las filas.

Tabla 3*Matriz de confusión Metodología de Jensen 1996*

TUc	TUd	API	AHm1	AHm2	AHm3	BBdb1	BBf1	BBf2	BBr	BHh1	BHh3	BHh4	Bham	BHsb	Sal	Total	Exact product	Error de omisión
23	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	92	8
2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	92	8
0	0	20	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	80	20
0	0	4	19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	76	24
0	0	1	1	22	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	88	12
0	0	0	0	2	23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	92	8
0	0	0	0	0	0	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	25	96	4
0	0	0	0	0	0	1	24	0	0	0	0	0	0	0	0	25	96	4
0	0	0	0	0	0	0	0	23	2	0	0	0	0	0	0	25	92	8
0	0	0	0	0	0	0	0	3	22	0	0	0	0	0	0	25	88	12
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0	25	100	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	25	100	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	2	0	0	25	92	8
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24	0	0	25	4	96
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25	100	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	100	0
25	25	25	23	27	25	25	25	26	24	25	25	24	26	25	25	400	6,25	93,75
92	92	80	82,6087	81,48148	92	96	96	88,46	91,67	100	100	95,833	92,3077	100	100			
8	8	20	17,3913	18,51852	8	4	4	11,54	8,333	0	0	4,1667	7,69231	0	0			
25	25	25	23	27	25	25	25	26	24	25	25	24		25	25			

Exactitud global **92,5**Sumatoria de la diagonal: **346**Número total de muestras: **400**Suma de la multiplicación entre el total de las columnas por el total de las filas: **9350**

$$N = 375$$

$$\sum_{i=1}^r X_{ii} = 346$$

$$\sum_{i=1}^r X_{ii}(x_i + X_x + i) = 9350$$

$$K_{hat} = 0,92 = 92\%$$

Tabla 4

Valores de coeficiente Kappa con su fuerza de concordancia

Coeficiente Kappa	Fuerza de concordancia
0	Pobre
0,01 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Aceptable
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Considerable
0,81 - 1,00	Casi perfecta

En la Tabla 4 se indica los valores de la matriz de confusión, donde se puede apreciar una exactitud de global de 92,5% y un índice Kappa de 92% que según la Tabla número 4 se considera casi perfecta.

7.3.2 Realización de entrevistas

Esta actividad consistió en la elaboración y aplicación de un formato semiestructurado con preguntas que nos acercaron a la obtención del porqué de los cambios de cobertura y uso de suelo en cada sector, se hicieron a personas clave, como lo son los vigías del PNR, las asociaciones y personas cercanas al páramo como los pobladores de sus alrededores; además se buscó conocer las razones que los han llevado a cultivar en zonas como esta que han sido declaradas como áreas de protección. Los datos obtenidos fueron procesados para llevar a cabo un posterior análisis en la última fase mediante programas como Excel. Cabe resaltar que es de gran importancia realizarlas ya que complementaran la información primaria obtenida hasta el momento y esto permitió tener un mayor acercamiento con las comunidades.

A partir del desarrollo de esta actividad se pudo evidenciar cuales han sido las causas y factores, además de las problemáticas asociadas que han generado los diferentes cambios en el

área de estudio, y con ello se da cumplimiento al tercer objetivo planteado en esta investigación, las cuales se encuentran en la discusión de este estudio, en el capítulo 11.

7.4 Cuarta fase: análisis y sistematización final de resultados

Esta fase final es muy importante ya que en ella se plasmó todos los procesos realizados a lo largo de la investigación, para este caso es importante la mapificación de la cobertura y uso del suelo y en sí el documento técnico en el cual se describen todos los procesos necesarios para el desarrollo de este estudio.

7.4.1 Ajuste final a la cartografía generada

En esta actividad se procedió a corregir los mapas preliminares, basándose en los datos obtenidos en las fases anteriores, se elaboraron de forma definitiva los productos cartográficos que contienen información sobre los principales aspectos que se tuvo en cuenta para la investigación; esta actividad se realizó en el software ArcGis 10.3.

Como producto final se generó la cartografía base y el análisis de uso y cobertura de la tierra, para ello se utilizó información del IGAC como red de drenaje, vías, curvas de nivel, entre otros que se ajustaron según la necesidad de este estudio. En esta actividad se cuenta con productos cartográficos, que en su totalidad son 22 mapas, el primero un mapa topográfico, tres mapas relacionados con cobertura de la tierra y tres de uso de suelo para el periodo establecido. Adicionalmente se generaron 15 mapas de cada uno de los cambios de cobertura del suelo, los cuales se encuentran en los anexos.

De esta manera la cartografía se presenta en formato PDF a escala 1:25.000, los cuales hacen parte de los anexos cartográficos y las capas utilizadas en la elaboración de los mapas, se encuentran en una base de datos (Geodatabase). Se utilizó el sistema de referencia espacial en coordenadas planas, con Origen Único Colombia, definido para todo el territorio nacional.

7.4.2 Estructuración del documento final

Con la consolidación de la información primaria y secundaria, se cumplió con los objetivos trazados, los cuales se explican más adelante a lo largo de los capítulos siguientes, en los cuales se analiza y caracteriza los resultados obtenidos, además se cuenta con una discusión conformada por causas, factores y problemáticas asociadas al cambio.

En lo referente a la cobertura y uso del suelo para el periodo 2005 – 2020 se explica en el capítulo ocho y nueve respectivamente, para una de estas temáticas se utilizó la metodología mencionada en los numerales 7.2.3 y 7.2.4 del capítulo 7; en el capítulo 10 se encuentra los cambios que se dieron en el periodo de referencia y las causas y problemáticas asociados a los cambios se describen en el capítulo 11. Con estos se definen resultados, discusión y conclusiones finales que aportó la investigación.

7.4.3 Socialización del documento final

Con el propósito de dar a conocer este documento se programará un taller de manera virtual, con la finalidad de presentar los resultados y conclusiones de este estudio, se contará con la presencia de CORPONARINO, la Fundación Latinoamericana de Desarrollo, las alcaldías y el concejo comunitario; entidades interesadas en esta investigación por la relación con el PNR Páramo de Paja Blanca. Además, se pretende publicar un artículo científico en una revista indexada, con el objetivo de divulgar los resultados obtenidos en este estudio.

8. Caracterización de la cobertura para el periodo 2005 – 2020

La clasificación de la cobertura de la tierra en el área de influencia del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca se realizó con la metodología “CORINE Land Cover adaptada para Colombia, escala 1:100000” (IDEAM, 2010), la cual está organizada de manera jerárquica, en donde se definen cinco tipos de unidades de cobertura (territorios artificializados, territorios agrícola, bosques y áreas seminaturales, áreas húmedas y superficies de agua); de los cuales se tiene en cuenta hasta el último nivel propuesto. Este estudio se realizó a escala 1:25000, con una unidad mínima de mapeo de 1, 56 hectáreas, así entonces las coberturas con área inferior se anexan a la unidad vecina.

Es importante mencionar que el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca hace parte del complejo de páramos suroccidentales en el departamento de Nariño; su área de influencia está conformada por siete municipios entre los que se encuentra: El Contadero, Guachucal, Gualmatán, Iles, Ospina, Pupiales y Sapuyes; además se debe tener en cuenta la variación altitudinal del área de estudio, la cual se presentan alturas que van desde 2.900 hasta los 3.600 m.s.n.m. lo que incide en la existencia de diferentes tipos de cobertura.

Además, si bien se realiza una descripción de la cobertura y uso del suelo, la investigación se basa en los cambios generados en el periodo 2005 – 2020, por lo cual más adelante en el capítulo 10 se realiza el análisis correspondiente. En este sentido, para el año 2020, se cuenta con un total de 16 coberturas y para el año 2005, 13 coberturas, correspondientes a territorios artificializados; territorios agrícolas; bosques y áreas seminaturales y superficies de agua. A continuación, se realiza una descripción general de cada una de ellas.

8.1. Territorios artificializados

Comprenden áreas de las ciudades, poblaciones y aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un procedimiento gradual de la urbanización o de cambio del uso del suelo con fines comerciales, industriales, de servicio y recreativo. (IDEAM, 2010) En la Tabla 5 se presenta los niveles de esta categoría con su respectiva área, el código correspondiente, tenido en cuenta el ultimo nivel de la misma, así como también el área total para el año 2020 y 2005.

Tabla 5

Coberturas de territorios artificializados

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Área (ha) año 2020	Área (ha) año 2005	Código
Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo	161,3	91,2	Tuc
		Tejido urbano discontinuo	37,7	14,2	TUd
Total			199,0	105,4	

8.1.1 Zonas urbanizadas

Las zonas urbanizadas incluyen territorios cubiertos por infraestructura urbana, espacios verdes y redes de comunicación asociados a ellas, que configuran el tejido urbano. (IDEAM, 2010)

8.1.1.1 Tejido urbano continuo (TUc).

Son espacios conformado por edificaciones e infraestructura adyacente a estas. La unidad incluye: red de carreteras, pequeños parques, zonas de residencia, áreas peatonales, áreas deportivas, edificaciones de servicio público como hospitales, escuelas y mercados; con un área inferior a 1,56 ha. No incluye áreas verdes urbanas que representan más del 20% del área del polígono. Esta unidad está ubicada en los centros poblados de los municipios de Iles, Gualmatán y Sapuyes; además del corregimiento de José María Hernández en Pupiales (Figura 6).

Para el año 2020 se contabilizan 161,3 ha del área total, lo cual representa 0,9% del área total de la zona de estudio. Por otro lado, para el año 2005 se contó con un área de 91,2 ha, correspondientes al 0,5% del total de la superficie del área de estudio.

Figura. 6

Tejido urbano continuo, municipio de Gualmatán



8.1.1.2. Tejido urbano discontinuo (TUd).

Son espacios con infraestructura construida en espacios conformados por edificaciones, vías e infraestructura con una distribución dispersa. Esta incluye casas individuales con jardín y espacios verdes, cultivos, carreteras y caminos, áreas deportivas, pequeños parques y cementerios con un área superior a 1,56 ha. (IDEAM, 2010) Esta unidad está localizada en la parte baja y media del área de estudio (Figura 7).

Para el caso del año 2020, se localiza principalmente en la parte los centros urbanos de las veredas El Común y La Floresta en el municipio de Sapuyes e Imbula Chico en el municipio de Pupiales; se cuantifican 37,7 ha, lo que representa 0,2% del área total. Para el año 2005 se localizó en las veredas: Currís y El Común en el municipio de Sapuyes y el Arrayán en el municipio de Gualmatán; se registró 14,2 ha, las cuales representan 0,1% del área total en la zona de estudio.

Figura. 7*Tejido urbano discontinuo, Iles.*

8.2 Territorios agrícolas

Son áreas dedicadas a cultivos transitorios, pastos y zonas agrícolas heterogéneas, en las cuales se les puede dar un uso pecuario, agrícola o agropecuario. (IDEAM, 2010) Para el año 2020 se registraron 13.469,6 ha y para el 2005 13.687,6 ha (Tabla 6).

Tabla 6*Coberturas de territorios agrícolas*

Nivel 2	Nivel 3	Área (ha) año 2020	Área (ha) año 2005	Código
Pastos	Pastos limpios	442,9	649,9	API
	Mosaico de cultivos	1.077,0	583,2	AHm1
Áreas agrícolas heterogéneas	Mosaico de pastos y cultivos	11.528,5	12.285,2	AHm2
	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales.	421,2	169,3	AHm3
Total		13.469,6	13.687,6	

8.2.1 Pastos

Una característica de esta cobertura es el alto porcentaje de relación la con acción antrópica, haciendo referencia a su plantación. (IDEAM, 2010) En el área de estudio se reconoce la siguiente unidad.

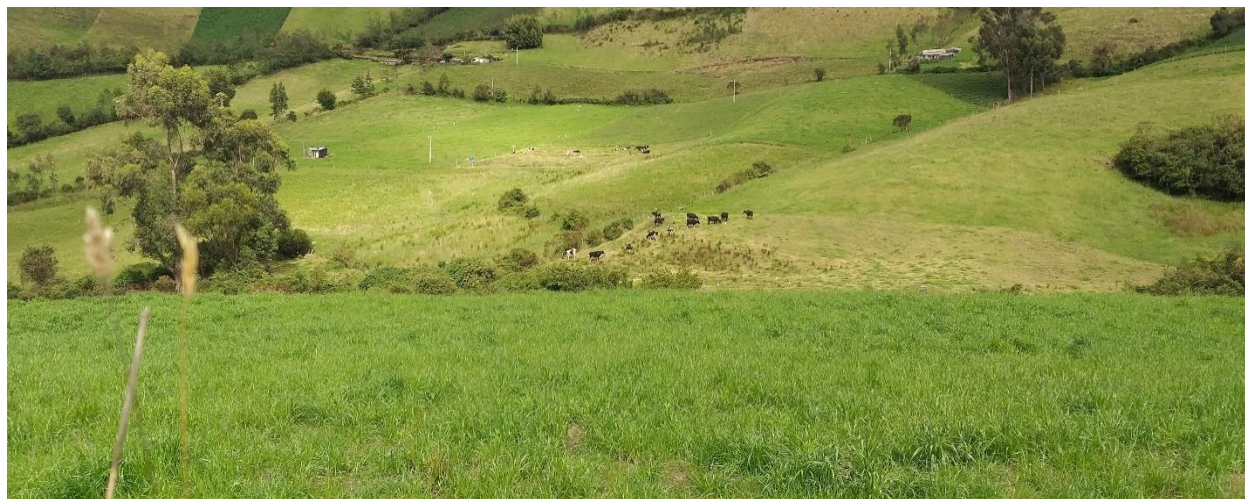
8.2.1.1 Pastos limpios (API). Esta cobertura comprende tierras ocupadas por pastos limpios con un porcentaje mayor a 70%; esta incluye zonas de pastos limpios sujetas a inundaciones temporales con un área menor a 1,56 ha, infraestructura asociadas con los pastos manejados (viviendas rurales, cercas vivas, setos); no incluye pastos naturales y pastos no aptos

para el ganado, pastos en rotación con cultivos anuales o transitorios, pastos con densidad de árboles mayores a 30% del área, pastos limpios con presencia de cultivos y espacios naturales distribuidos de forma dispersa, con área menor a la unidad mínima cartografiable (IDEAM, 2010).

En el año 2020, se reconocieron 442,9 ha que representan el 2,6% del total del área de estudio y se encuentran localizadas principalmente en las veredas: Imbula Grande y El Mirador en el municipio de Pupiales. Para el año 2005 se registraron 649,9 ha que representan el 3,8% del total del área de estudio y se encuentran localizadas principalmente en las veredas: La Palma en Guachucal; Villa Floresta ubicada en el municipio de Sapuyes e Imbula Chico en Pupiales (Figura 8).

Figura. 8

Pastos limpios, vereda Chires



8.2.2. Áreas agrícolas heterogéneas

Son unidades que reúnen dos o más clases de coberturas, tanto agrícolas como naturales, organizadas en un patrón intrincado de mosaicos geométricos que hace difícil su separación individual; los arreglos geométricos están relacionados con el tamaño reducido de los predios, con relación a las características de los suelos y las prácticas de manejo (IDEAM, 2010). En el área de estudio se identificaron las siguientes unidades.

8.2.2.1. Mosaico de cultivos (AHm1). Comprende dos o más cultivos con un patrón de distribución que representa un tamaño inferior a la unidad mínima cartografiable (1,56 ha); por lo cual se dificulta su separación en coberturas individuales (IDEAM, 2010).

En el año 2020 se localizan los cultivos de papa, arveja y algunas especies menores en el área de estudio que representan el 6,2% correspondiente a 1.077,0 ha; localizadas principalmente en las veredas de La Palma en el municipio de Guachucal; Villa Floresta y La Ceba (Sapuyes) (Figura 9). En lo que respecta al año 2005 en el área de estudio se encuentran cultivos que representan el 3,4% correspondiente a 583,2 ha. Se localizan principalmente en las veredas: La Ceba y Curris en Sapuyes; La Mesa (Pupiales). Con ello se puede evidenciar que los mosaicos de cultivos presentan un aumento considerable en toda el área de estudio.

Figura. 9*Mosaico de cultivos, vereda Curris, Sapuyes*

8.2.2.2. Mosaico de pastos y cultivos (AHm2). Comprende las tierras ocupadas por pastos y cultivos, en los cuales el tamaño de las parcelas es inferior a la unidad mínima (1,56 ha) y la distribución de los lotes es demasiado intrincado para ser representados de manera individual (IDEAM, 2010). En esta unidad se incluyen cultivos principalmente de piso térmico frío como la papa y la arveja, localizados en parcelas pequeñas, divididas comúnmente por cercas vivas; estos se encuentran entremezclados con pastos con igual distribución, inferior a 1,56 ha. Esta cobertura se encuentra localizada entre los 2900 y 3400 m.s.n.m.

Cabe resaltar que en el periodo de estudio (2005 - 2020) este tipo de cobertura se localiza en toda el área de estudio, siendo la más representativa. En el año 2020 se registra 11.528,5 ha representado así el 66,5% total de la zona de estudio (Figura 10). En caso del año 2005 se reconocieron 12.285,2 ha, que representan 70,9% del área total, por lo cual se evidencia una reducción en este tipo de cobertura.

Figura. 10*Mosaico de pastos y cultivos, vereda El Común, Iles*

8.2.2.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales (AHm3). En esta unidad la distribución no puede ser representado de manera individual, como parcelas con tamaño mayor a 1,56 ha. Los espacios naturales están conformados por relictos de bosque natural, arbustal, bosque de galería o ripario, vegetación secundaria o en transición y otras áreas no intervenidas o poco

transformadas. Incluye mezcla de parcelas de pastos limpios y cultivos de piso térmico frío con intercalaciones de espacios naturales, con área mayor a 1,56 ha; parcelas agrícolas de cultivos transitorios y bosques de galería o ripario y arbustales con área menor a la unidad mínima cartografiable (IDEAM, 2010).

Para el año 2020, se registraron 421,2 ha las cuales representan 2,4% del área total y están ubicadas principalmente en las veredas San Isidro (Iles) y en el sector de loma El Caliente ubicada en el municipio de Contadero (Figura 11). Se identificaron para el año 2005 169,3 ha las cuales representan 1% del área total; ubicada principalmente en el cerro La Campana en el municipio de Ospina.

Figura. 11

Mosaico de pastos y cultivos, vereda El Común, Iles



Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales, cerro La Campana, Ospina

8.3 Bosques y áreas seminaturales

Comprende un grupo de coberturas vegetales naturales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, en el área de estudio se identificaron 3.659,6 ha para el año 2020 y 3.535,2 ha para el año 2005 (Tabla 7). Esta se desarrolla sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; en esta categoría se incluye coberturas que son el resultado de un fuerte manejo antrópico. Las unidades se agrupan en las siguientes categorías. (IDEAM, 2010)

Tabla 7

Coberturas de bosques y áreas seminaturales

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6	Área (ha) año 2020	Área (ha) año 2005	Código
	Bosques	Bosque denso	Bosque denso bajo	Bosque denso bajo de tierra firme	Bosque denso altoandino	1.602,7	2.090,3	BBdb1
			Bosque fragmentado con pastos y cultivos			804,2	271,5	BBf1

Bosques y áreas seminaturales		Bosque fragmentado	Bosque fragmentado con vegetación secundaria			89,1		BBf2
		Bosque de galería y ripario				92,3	100,4	BBr
	Áreas con vegetación herbáceas y/o arbustiva	Herbazal	Herbazal denso	Herbazal denso de tierra firme	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	531,9	609,4	BHh1
					Herbazal denso de tierra firme con arbustos	72,5	66,5	BHh3
		Arbustal	Arbustal denso			337,9	397,1	BHAd
			Arbustal abierto	Arbustal abierto mesófilo		10,9		Bham
		Vegetación secundaria o en transición	Vegetación secundaria baja			118,1		BHsb
Total						3.659,6	3.535,2	

8.3.1. Bosques

Esta unidad comprende áreas naturales o seminaturales, formados principalmente por elementos arbóreos de especies nativas o exóticas con un solo tronco principal o en algunos casos varios tallos con una copa más o menos definida. (IDEAM, 2010)

8.3.1.1. Bosque denso. Esta cobertura está constituida por elementos arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) más o menos continuo. Incluye formaciones arbóreas secundarias que se regeneran de forma natural, las cuales han alcanzado la densidad y altura del bosque natural, no incluye vegetación de arbustos. (IDEAM, 2010)

8.3.1.1.1 Bosque denso bajo. Cobertura formada por elementos típicamente arbóreos, compuestos por un estrato de copas más o menos continuo, el cual representa más de 70% del área total de la unidad, con una altura del dosel superior a cinco metros, pero inferior a 15 metros. (IDEAM, 2010)

- *Bosque denso bajo de tierra firme.*

Esta unidad se ubica en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos y representa más del 70% área total de cobertura arbórea, no incluye formaciones arbustales con un área superior a 1,56 ha. (IDEAM, 2010)

- *Bosque denso altoandino (BBdb1).*

Esta unidad se encuentra en coberturas densas, localizadas en zonas que no presentan procesos de inundación periódicos. (IDEAM, 2010) En el área de estudio esta unidad se ubica principalmente en Parque Natural Regional, entre los 3300 y 3400 m.s.n.m. aproximadamente, del cual se han identificado 1.602,7 ha que representan el 9,2% del área total para el año 2020 (Figura 12). En cuanto al año 2005 se identificaron 2.090,3 ha que representan el 12,1% del área total, además de localizarse principalmente en el PNR Páramo de Paja Blanca, se ubicó en la vereda Imenchalá perteneciente al municipio de Sapuyes.

Figura. 12

Bosque denso, PNR Páramo de Paja Blanca



8.3.1.2. Bosque fragmentado. Abarca los territorios cubiertos por bosques naturales densos que han sido afectados por los procesos antrópicos por lo cual incluyen otro tipo de cobertura como pastos, cultivos o áreas en transición que representan entre el 5 % y 30% del área total de la unidad. (IDEAM, 2010)

8.3.1.2.1 Bosque fragmentado con pastos y cultivos (BBf1). Comprende los territorios de bosque natural donde se han presentado procesos antrópicos, pero manteniendo la estructura original del bosque. Las áreas intervenidas están representadas en pastos y cultivos, las cuales se observan como parches de variadas formas y distribución irregular; representan entre 5% y 30 % del área total de la unidad. (IDEAM, 2010)

En consecuencia para el año 2020 se identificaron 804,2 ha que representan el 4,6% del área total y están localizadas principalmente en las veredas: Imbula Grande y Loma del Medio pertenecientes al municipio de Gualmatán; El Mirador y El Cedral en Iles (Figura 13). En el año 2005 se registraron 271,5 ha que representan el 1,6% del área de estudio y están localizadas principalmente en jurisdicción del páramo de Paja Blanca y en las veredas: El Mirador y Loma Larga en Iles.

Figura. 13

Bosque fragmentado con pastos y cultivos, El Mirador (Pupiales)



8.3.1.2.2 Bosque fragmentado con vegetación secundaria (BBf2). Abarca los territorios cubiertos por bosque natural donde se ha presentado intervención humana y recuperación de este, las cuales se observan como parches de variadas formas que se distribuyen de forma irregular en la matriz de bosque. Se originan a partir del abandono de áreas de pastos y cultivos, donde ocurre un proceso de regeneración natural del bosque en los primeros estados de sucesión vegetal; representan entre el 5% y 50% del área total de la unidad.

En el área de estudio se reconocen 89,1 ha las cuales representan el 0,5% en el área de estudio, esta cobertura se ubica principalmente en las veredas: Casa Fría (Pupiales) e Imbula Grande (Gualmatán). Esta cobertura solo se identificó para el año 2020.

8.3.1.3. Bosque ripario (BBr). Se refiere a las unidades arbóreas localizadas en las márgenes de los cursos de agua y drenajes, son franjas de bosque de la zona andinas (IDEAM, 2010). Se encuentran ubicadas principalmente en las veredas: El Común, San Isidro y Pulisal en el municipio de Iles. Para el año 2020, se registran 92,3 ha que representan el 0,5% del área de estudio y para el año 2005 se reconocieron 100,4 ha que representan el 0,6% del área de estudio.

8.3.2 Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva

Abarca un grupo de coberturas de tipo natural además de ser producto de la sucesión vegetal, cuyo crecimiento es arbustivo y herbáceo. Cuenta con poca o ninguna intervención antrópica. (IDEAM, 2010)

8.3.2.1 Herbazal. Unidad constituida por una cobertura vegetal dominada por elementos herbáceos desarrollados de forma natural, estas formaciones se caracterizan por la poca intervención antrópica. Para el presente estudio se ha clasificado de la siguiente manera. (IDEAM, 2010)

8.3.2.1.1 Herbazal denso. Unidad constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos herbáceos, formando una cobertura densa mayor al 70% de ocupación; incluye otras coberturas que representan menos del 30% del total de esta, no incluye pastos limpios y pastos enmalezados. (IDEAM, 2010)

- *Herbazal denso de tierra firme.*

Esta unidad está constituida por herbazal denso, se desarrolla en áreas que no presentan inundación y puede comprender elementos arbóreos y/o arbustos dispersos. (IDEAM, 2010) De acuerdo con la escala de trabajo, esta unidad se divide en las siguientes clases:

- *Herbazal denso de tierra firme no arbolado (BHh1).*

Corresponde a aquellas superficies donde predominan la vegetación herbácea de porte bajo con una cobertura mayor a 70% del área total de esta, donde no existe presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. No incluye corredores de bosque ripario o áreas de bosque mayor a la 1,56 ha. (IDEAM, 2010)

En lo correspondiente para el año 2020, se registran 542,8 ha que representan 3,1% del área total de la zona de estudio; están ubicadas en la parte alta del PNR, entre los 3400 a 3600 m.s.n.m. principalmente (Figura 14). Para el año 2005, se identificaron 609,4 ha que representan

3,5% del área total de la zona de estudio y también se localizan principalmente en el lugar anteriormente mencionado.

Figura. 14

Herbazal denso de tierra firme no arbolado. San José, Guachucal



- *Herbazal denso de tierra firme con arbustos (BHh3).*

Comprende a superficies dominadas por vegetación herbácea con presencia de elementos arbustivos dispersos que ocupan entre 2% y 30% del área total de la unidad, se localizan en zonas de páramo y subpáramo de alta montaña. (IDEAM, 2010)

Esta unidad se localiza en el municipio de Gualmatán; en el Valle de los Frailejones, el cual hace parte del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca a una altura promedio de 3400 m.s.n.m. Para el año 2020, se registra 72,5 ha que representan 0,4% del área de estudio (Figura 15) y para el año 2005 se establecieron 66,5 ha que representan 0,4% del área de estudio.

Figura. 15

Herbazal denso de tierra firme con arbustos. Valle de los Frailejones, Gualmatán



8.3.2.2. Arbustal. Comprende los territorios cubiertos por vegetación arbustiva, según la FAO (como cito IDEAM, 2010), son plantas con estructura de tallos leñosos, con una altura entre 0,5 y 5m; con una base muy ramificada y con una copa sin definir. Esta unidad puede ser dividida en las siguientes clases:

8.3.2.2.1 Arbustal denso (BHad). Cobertura constituida principalmente por elementos arbustivos que representa más del 70% del área total de la unidad. Esta formación vegetal no ha sido intervenida o su intervención ha sido muy escasa; incluye otras coberturas con área inferior a 1, 56 ha y la cobertura de herbazales; no incluye vegetación secundaria o en transición. (IDEAM, 2010) Esta unidad se encuentra localizada principalmente en el área perteneciente al PNR. En lo que respecta para el año 2020, se registran 337,9 ha que representan el 1,9% del total del área de estudio (Figura 16) y para el año 2005 se reconocieron 397,1 ha correspondientes al 2,3 % del área total.

Figura. 16

Arbustal denso, vereda El Mirador, Pupiales



8.3.2.2.2 Arbustal abierto. Unidad constituida principalmente por una comunidad arbustiva que representa entre el 30% y 70% del área total de esta cobertura, están regularmente distribuidos y forman un estrato de copas discontinuo, la intervención en la vegetación es nula o ha sido selectiva por lo cual no ha alterado su estructura original. (IDEAM, 2010)

- *Arbustal abierto mesófilo (Bham).*

Vegetación constituida por arbustos achaparrados y arboles pequeños. Esta cobertura hace parte principalmente de las formaciones arbustivas andinas y altoandinas, cerca de los páramos y bosques de niebla. (IDEAM, 2010) En el área de estudio se localiza en la vereda El Común en el municipio de Iles, cerca de los 3.300 m.s.n.m.; esta unidad solo se encuentra para el año 2020 registrando 10,9 ha que hacen referencia al 0,1% del total de la zona de estudio (Figura 17).

Figura. 17

Arbustal abierto mesófilo, vereda El Común, Iles



8.3.2.3 Vegetación secundaria o en transición. Integra aquella cobertura vegetal originada por un proceso de sucesión de la vegetación natural luego de la intervención o por la destrucción de esta, que puede encontrarse en recuperación tendiendo a su estado original. Se encuentra en zonas desmontadas para diferentes usos, en áreas agrícolas abandonadas; no presenta elementos intencionalmente introducidos por el hombre. (IDEAM, 2010)

8.3.2.3.1 Vegetación secundaria baja (BHsb). Esta unidad comúnmente corresponde a una vegetación de tipo arbustivo- herbáceo de ciclo corto, con alturas que no superan los cinco metros y de cobertura densa; además se encuentra presencia ocasional de árboles y enredaderas. Se desarrolla posterior a la intervención original. (IDEAM, 2010) Se registran 118,1 ha, que corresponden al 0,7% del total del área de estudio y están ubicada principalmente en las veredas La Palma (Guachucal); El Carmen (Sapuyes) y San Isidro (Ospina). Esta cobertura se identifica solo para el año 2020.

8.4 Superficies de agua

Son cuerpos y causas de agua permanentes, intermitentes y estacionales, ubicados en el interior del continente. (IDEAM, 2010)

8.4.1 Aguas continentales

Son cuerpos de aguas permanentes que comprenden lagunas de agua dulce. (IDEAM, 2010)

8.4.1.1 Lagunas (Sal). Son superficies de agua dulce de carácter cerrado, en la zona andina hay cuerpos de agua situados en la alta montaña. (IDEAM, 2010) Ubicadas entre los 3.300 y 3.350 m.s.n.m. en los municipios de Iles y Ospina (Figura 18). Es importante aclarar que, aunque no cumplen con el área mínima es importante su ubicación. Tanto para el año 2020 como para el 2005

se registran 0,2 ha con un 0,001% total del área de estudio, siendo esta cobertura la más pequeña de la zona.

Figura. 18

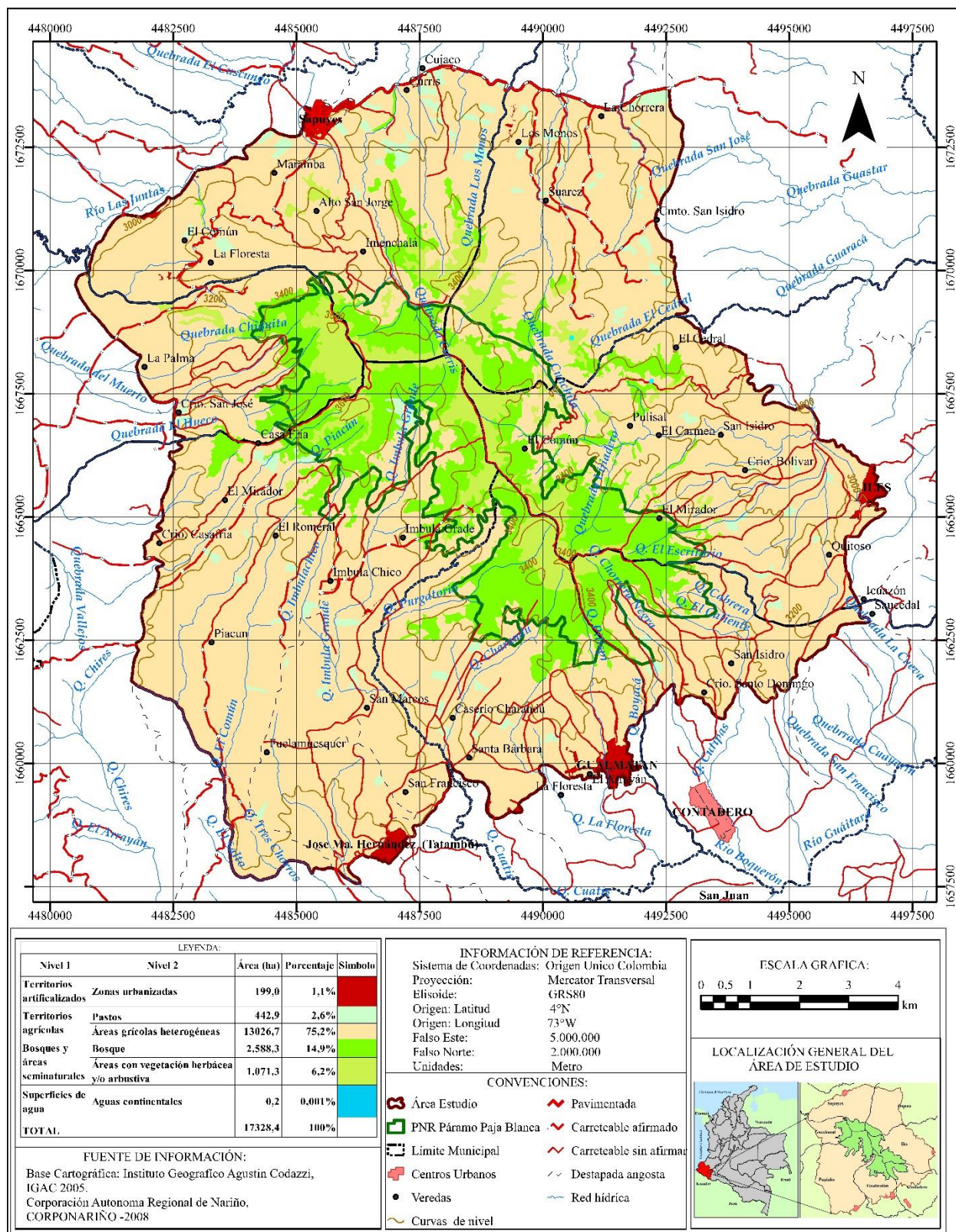
Laguna, vereda El Común, Iles

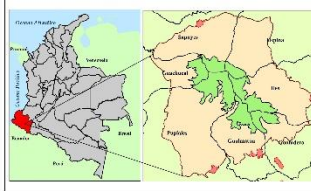


Nota. Año 2009

En este sentido y de manera general en el área de estudio se encuentra tanto para el año 2020 como para el año 2005, territorios artificializados, territorios agrícolas, bosques y áreas seminaturales y superficies de agua. A continuación (Figura 19 y Figura 20) se presenta los mapas correspondientes a los años de referencia, estos se encuentran en un nivel dos según la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. Debe señalarse que en estos mapas se identifican seis coberturas tanto para el año 2020 como para el 2005, siendo las siguientes: zonas urbanizadas, pastos, áreas agrícolas heterogéneas, bosque, áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva y aguas continentales. Por tanto, la información detalla se la encuentra en anexos cartográficos N°2 y N°3.

Figura. 19
Mapa de cobertura del suelo, año 2020





9. Caracterización del uso del suelo para el periodo 2005 – 2020

Para determinar el uso que le ha dado el ser humano a la tierra, se tuvo en cuenta la información incluida en los mapas de la cobertura del suelo; para los siguientes mapas se utilizó la metodología de la UPRA (2015), “Leyenda de Usos Agropecuarios del Suelo, a escalas mayores a la escala 1: 25.000”, donde se clasifican los tipos de uso existentes. El uso del suelo se basa en CORINE Land Cover, para garantizar que la exactitud de la cartografía sea superior al 85% (UPRA, 2.015). Esto ayuda a que el procedimiento en el área de estudio sea preciso a la hora de realizar el análisis. Esta metodología tiene en cuenta una serie de reglas generales para la delimitación de las unidades y una más precisas para la separación de los usos, lo cual facilita la interpretación de los conceptos.

En términos generales, Según los estudios realizado por UPRA (2017) citado por Gobernación de Nariño (2019), la vocación de uso del suelo del departamento de Nariño se encuentra de la siguiente manera: 9.3% corresponde al sector agrícola con 292.983 ha, el 7,1% agroforestal con 225.162 ha, el 3.9% a la ganadería con 123.246 ha, el 0,3% forestal de producción con 9.864 ha y 76,4 % otros con 2.405.306 ha, para un total de hectáreas productivas 744.446 ha, con un aprovechamiento de superficie de agua 3% de 93.191 ha.

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando las características del área de estudio, en el periodo 2005 – 2020, se determinaron seis clases de uso del suelo generales, entre las que se encuentran: Residencial, comercial; Pecuario, Agrícola, Agropecuario, Forestal y Agroforestal. Además se da a conocer un uso asociado a cada uno de estos (Tabla 8).

Tabla 8

Usos del suelo

Cobertura de la tierra	Uso asociado	Uso	Área (ha) Año 2020	Área (ha) Año 2005	Código
Tejido urbano continuo	Residencial, comercial		199,0	105,4	ReCo
Tejido urbano discontinuo					
Pastos limpios	Pastoreo intensivo y Semi intensivo	Pecuario	442,9	649,9	Pe
Mosaico de cultivos	Transitorios intensivos	Agrícola	1.077,0	583,3	Ag
Mosaico de pastos y cultivos	Transitorios intensivos, Pastoreo intensivo y Semi intensivo	Agropecuario	11.528,5	12.285,2	Agp
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	Transitorios intensivos, Pastoreo intensivo y Semi intensivo, barbecho, tierras en descanso	Agroforestal	1.225,4		Agf
				541,2	

Bosque fragmentado con pastos y cultivos	Protección, agrosilvopastoril					
Bosque ripario	Maderable, protección					
Bosque denso altoandino	Protección					
Bosque fragmentado con vegetación secundaria	Protección, recuperación	Forestal	2.855,6	3.163,4	Fo	
Herbazal denso de tierra firme no arbolado	Protección					
Herbazal denso de tierra firme con arbustos						
Arbustal denso						
Vegetación secundaria baja	Recuperación					
Lagunas	Protección					
TOTAL			17.328,4	17.328,4		

9.1 Uso residencial, comercial (ReCo)

Son territorios que se caracterizan por sus construcciones e infraestructura asociada, los cuales cubren espacios tanto de forma continua como discontinua. (UPRA, 2015) Este uso está representado principalmente por los centros urbanos principales del área de estudio como: Iles, Sapuyes, Gualmatán y el corregimiento de José María Hernández. En este sentido para el año 2020 cuenta con una extensión total de 199,0 ha que representan el 1,1 % del área total (Figura 21). Para el año 2005 se lo ubica en estos mismos lugares principalmente, pero registró 105,4 ha, representando el 0,6% en el área de estudio.

Figura. 21

Uso residencial, comercial. Sapuyes



9.2 Uso pecuario (Pe)

Según la UPRA (2015), son áreas dedicadas al establecimiento de actividades, cuya cobertura principal son los pastos (gramíneas) designadas al consumo animal, principalmente al ganado bovino. Además, esta especie cuenta con una baja porción de semillas modificadas o mejoradas para complementar la alimentación del animal. Estas tierras son dedicadas a la ganadería principalmente, con fin de consumo humano (carne y leche). Esta actividad de acuerdo a las practicas pecuarias y culturales en el área de estudio se realiza a ciclo abierto. La producción de leche para Nariño, aporta en promedio el 27% del PIB al sector. (Gobernación de Nariño, 2019)

Para el año 2020 se registran 442,9 ha que representan 2,6% del área total, se localiza en las veredas: El Carmen y Maramba en el municipio de Sapuyes (Figura 22); para el caso del año 2005 se determinaron 649,9 ha que representan el 3,8 % del área total en la zona de estudio, se ubica principalmente en las veredas: Imbula Grande (Pupiales); Villa Floresta y Curris (Sapuyes). Este uso del suelo presenta una disminución considerable en el área de estudio.

Figura. 22

Uso pecuario, vereda Chires, Pupiales



9.3 Uso agrícola (Ag)

Este uso se desarrolla en terrenos que han sido transformados y ocupados para la producción de cultivos cuyo objetivo principal es satisfacer las necesidades alimenticias y comerciales agrícolas. (UPRA, 2015) Comprende las áreas de cultivos transitorios de piso térmico frío como la papa y la arveja. Para el año 2020 en el área de estudio ocupan 1.077,0 ha; que representan 6,2%, este uso se ubica principalmente en las veredas: La Palma (Guachucal) y Villa Floresta (Sapuyes) (Figura 23).

Caso contrario ocurre para el año 2005 registrando 583,3 ha que representan 3,4% del total del área de estudio, localizado principalmente en las veredas La Ceba (Sapuyes); La Mesa (Pupiales) y La Chorrera (Ospina). Este uso del suelo presenta un aumento considerable en el área de estudio

Figura. 23*Uso agrícola, vereda Imbula, Gualmatán***9.4 Uso agropecuario (Agp)**

El sector agropecuario cuenta con mayor importancia en la economía de Nariño, porque aporta un 14,1% del PIB regional. (Gobernación de Nariño, 2019) Esta unidad de uso, está conformada por áreas donde se concentran actividades agrícolas y pecuarias, con algunas pequeñas zonas de bosque natural (cercas vivas), con un patrón de distribución regular. Constituyen aquellas áreas dedicadas a actividades como los cultivos de papa y arveja; a la crianza de ganado bovino establecidos sobre pastos naturales. (UPRA, 2015)

Este uso del suelo se lo localiza en toda el área de estudio, siendo el más significativo, dado que la economía principal se basa en este sector productivo. En total para el año 2020 se ocupan 11.949,7 ha; las cuales representan 69% en el área de estudio (Figura 24). Para el año 2005 se registró 12.285,2 ha que representan el 70,9% del área total.

Figura. 24*Uso agropecuario, vereda El Común, Iles***9.5 Uso forestal (Fo)**

Comprende las tierras con áreas naturales o semi-naturales, constituidas principalmente por elementos arbóreos de especies nativas, exóticas e introducidas. (UPRA, 2015). Entre los cuales conforman un corredor biológico con un uso asociado a la protección y recuperación, además se presenta tala de bosque con fines maderables; representado principalmente por vegetación arbórea, arbustiva y herbácea, que hacen parte del bosque altoandino y la zona de páramo.

Como resultado para el año 2020 se registran 2.763,2 ha que hacen referencia al 15,9% del área total (Figura 25); en el caso del año 2005 se presentaron 3.163,4 que representan 18,3% en el área de estudio. Se ubica en el área protegida del PNR Páramo de Paja Blanca y áreas cercanas por encima de los 3.100 m.s.n.m.

Figura. 25

Uso forestal, vereda Maramba (Sapuyes)



9.6 Uso agroforestal (Agf)

Son aquellas tierras que se encuentran con sistemas combinados, en arreglos que se diferencian de manera espacial y/o temporal. Esta categoría se refiere a los usos establecidos en áreas de uso forestal, donde se integran especies arbustivas que pueden ser maderables, con usos agropecuarios de clima frío y el beneficio económico (UPRA, 2015).

Para el año 2020, en el área de estudio se localiza principalmente en la parte sur de PNR Páramo de Paja Blanca; en las veredas San Francisco (Gualmatán), El Mirador y El Cedral en el municipio de Iles; en conjunto, componen un área total de 896,6 ha, equivalentes al 5,2% del área total (Figura 26). Por el contrario, para el año 2005 se registraron 541,2 ha que representan 3,1% en el área de estudio; se localiza principalmente en las veredas El Mirador (Iles); La Palma (Guachucal) y en el PNR y el cerro Campana ubicado en el municipio de Ospina.

Figura. 26

Páramo de Paja Blanca. Observado desde Sapuyes



A continuación, se presenta los mapas de uso del suelo correspondientes a los años 2020 y 2005, los cuales se encuentran de acuerdo a la Leyenda de Usos agropecuarios. De esta manera y para más detalle ver en los anexos N°4 y N°5, donde se puede observar estos usos de manera más amplia y a mejor detalle toda la información que se expresó anteriormente.

Figura. 27
Mapa de uso del suelo año 2020

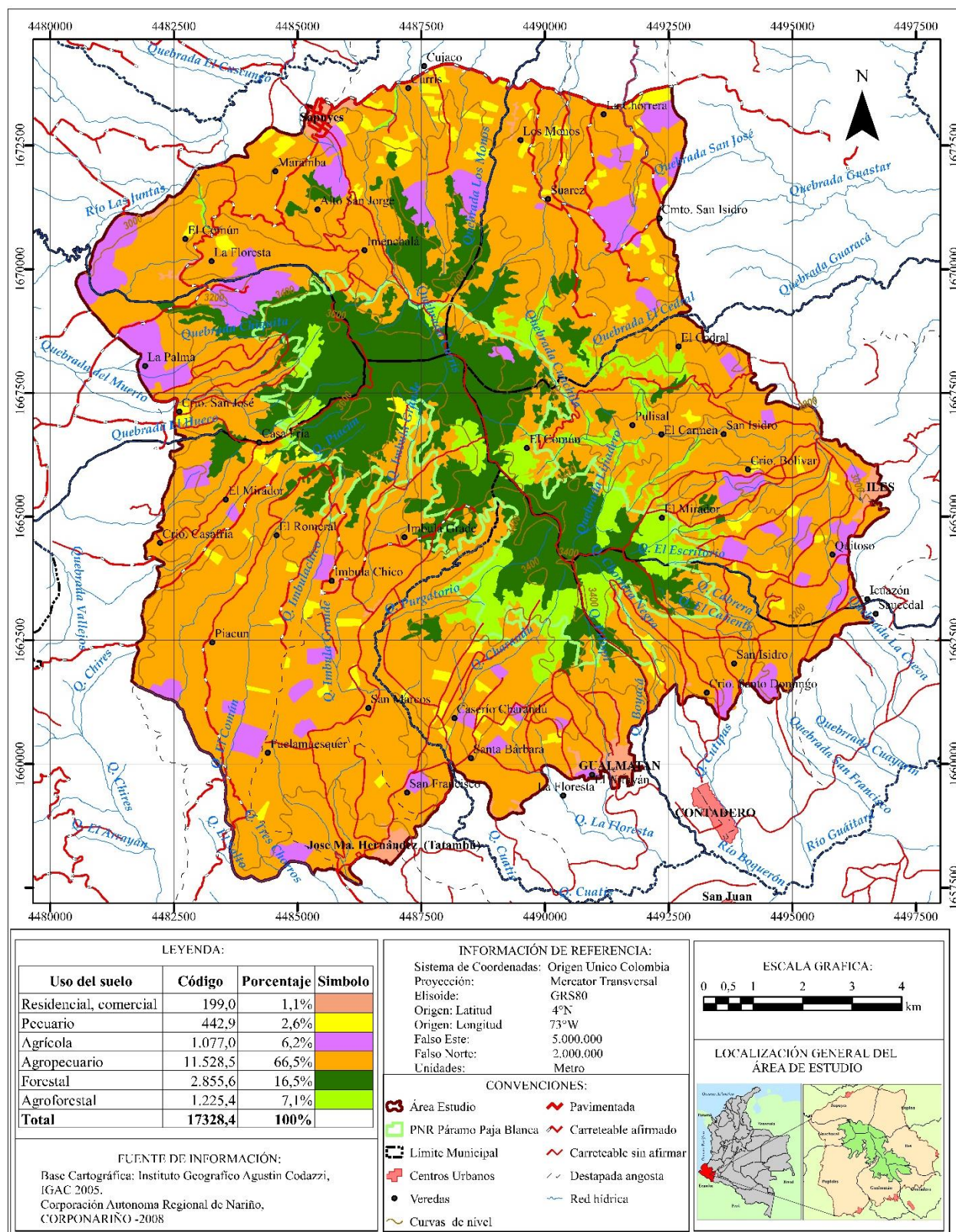
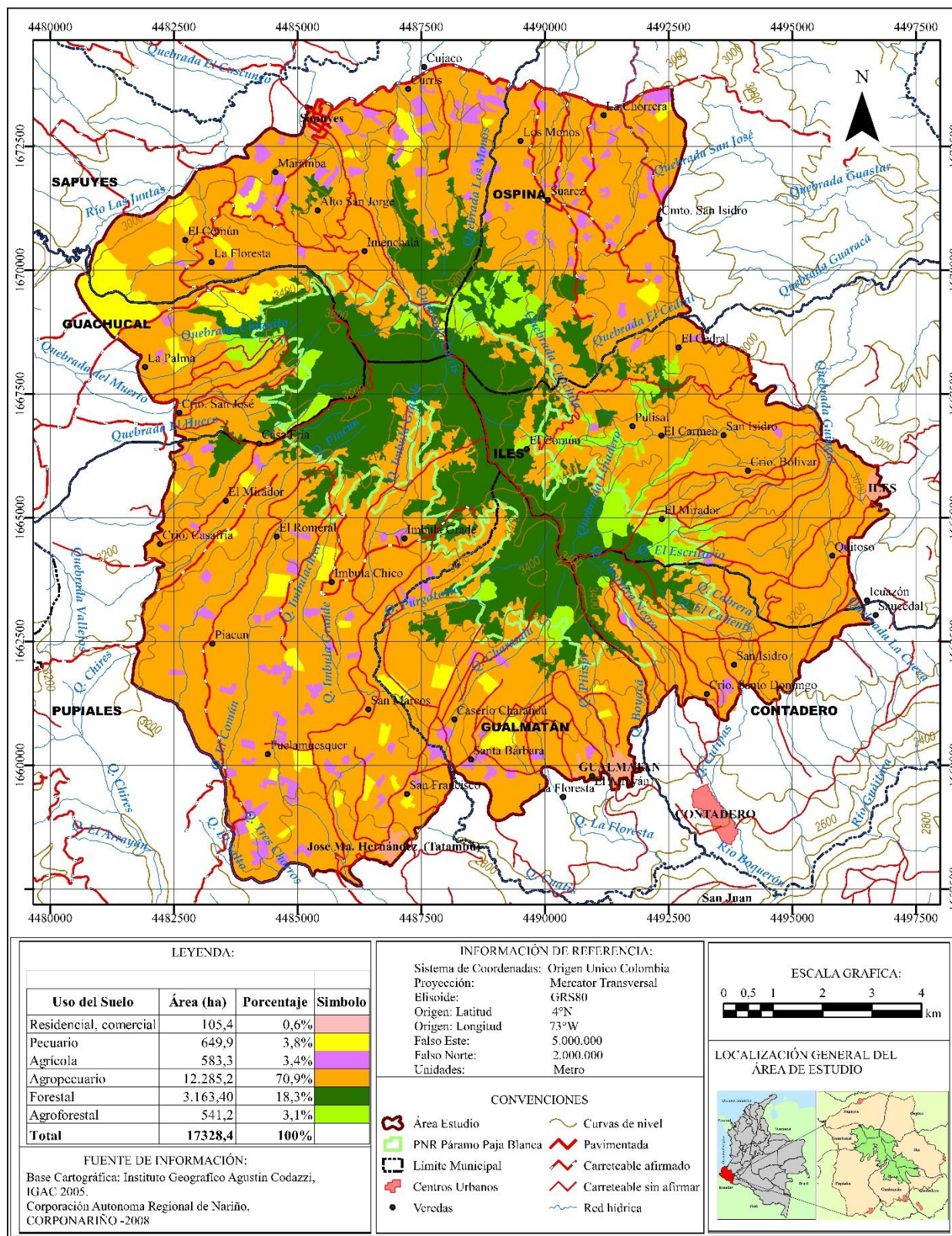


Figura. 28
Mapa de uso del suelo año 2005



10. Cambios asociados a la cobertura y uso del suelo

10.1 Descripción de los cambios en las coberturas del suelo

En este análisis se describe los tipos de cambio previamente identificados para el periodo 2005 - 2020, donde se agruparon las coberturas del suelo de acuerdo a los tres primeros niveles de la leyenda nacional de coberturas de la tierra adaptada para Colombia (CLCC), las cuales se encuentran organizadas en una matriz de acuerdo a su orden jerárquico (Tabla 9), además se incluye una descripción y los valores dados en hectáreas y su correspondiente porcentaje.

Así mismo, los cambios identificados en las coberturas del suelo se agrupan en 15 tipos directamente relacionados con tres de los cinco niveles de la leyenda nacional de coberturas de la tierra adaptada para Colombia según la metodología Corine Land Cover, pero con la característica de trabajar con su segundo nivel. De acuerdo a la regla la unidad mínima de mapeo para este caso es 1,25 ha (raíz cuadrada de 1,56 ha) y que teniendo en cuenta la escala de trabajo 1:25.000; exige mayor detalle.

Por último, en el área de estudio se cuantificaron 17.328,4 ha (100%) pero el cambio se presentó en 4.095 ha, correspondientes a 24% del área total. Si bien el criterio establecido para el análisis de los cambios de cobertura del suelo corresponde a un orden jerárquico, a continuación, se menciona los tres tipos de cambios más representativos, pero los cuales se aborda de manera más completa en la siguiente matriz y al anexo cartográfico N°6 correspondientes a estos cambios.

- Áreas agrícolas heterogéneas a otro tipo de áreas agrícolas heterogéneas
- Bosque a otro tipo de bosque
- Áreas agrícolas heterogéneas a pastos

De este modo, se presenta el mapa de cambios de manera general (Figura 29), donde se pueden observar los 15 tipos de cambio de cobertura del suelo, teniendo en cuenta el área de cambio (4095 ha). Cada uno de estos tiene un color para diferenciarse a excepción de los que pasan de una cobertura a otro tipo de la misma, estos se encuentran en color amarillo, como referencia para dar a conocer que el cambio no es muy drástico, porque se presenta en un mismo tipo de cobertura. En este sentido para mayor detalle se presenta al anexo cartográfico N°6 y para cada uno de los cambios también se consideró pertinente la realización de un mapa (anexo cartográfico), que se menciona en la matriz.

En relación al área del Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca se determinó la presencia de 12 de los cambios establecidos en el área de estudio. De esta manera de las 3.107 ha, que corresponden al área protegida 727,6 ha (23% del área del PNR), presentaron cambio en la cobertura del suelo. Siendo el más significativo el tipo de cambio de Bosque a otro tipo de bosque. Para mayor detalle revisar el anexo cartográfico N ° 23.

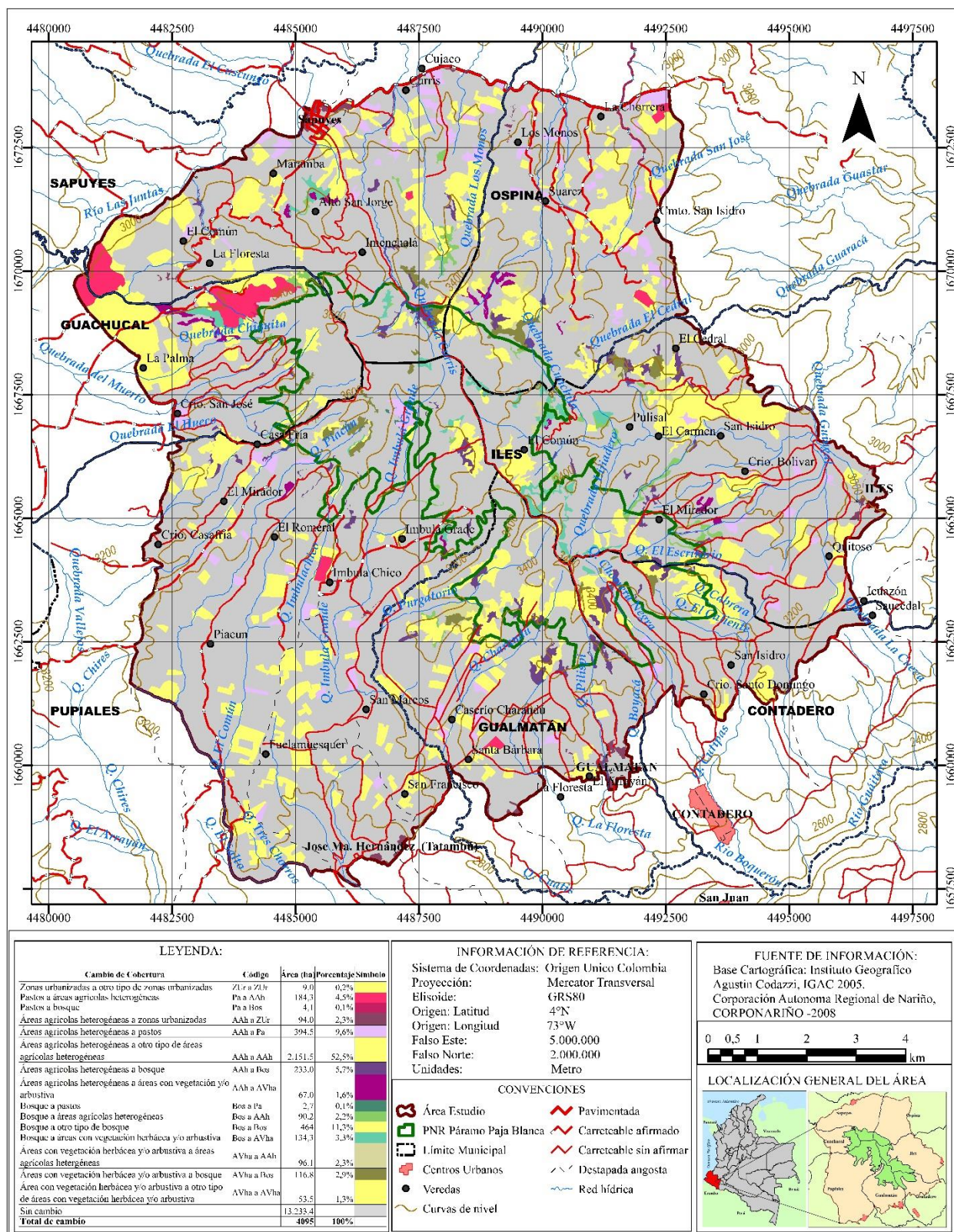
Figura. 29*Mapa de cambio de cobertura del suelo 2005 – 2020*

Tabla 9*Matriz de cambio de cobertura del suelo*

	NIVEL		CAMBIOS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	VALORES	
	1	2				ha	%
COBERTURAS	Territorios artificializados	Zonas urbanizadas	Zonas urbanizadas a otro tipo de Zonas urbanizadas	ZUr a ZUr	Es importante mencionar que este tipo de cambio se presenta de tejido urbano discontinuo a tejido urbano continuo; esto se da por diferentes procesos a lo largo del tiempo, donde se puede destacar el crecimiento de la población, la búsqueda de cercanía a los principales municipios, proyectos de vivienda propuestos por el gobierno y construcción de viviendas en áreas que en algún momento se denominaban como áreas de expansión, por el análisis realizado mediante los mapas, se entiende que algunos sectores aledaños principalmente a las siete cabeceras municipales han crecido y se han unido a estos; siendo estos lugares donde se observa en mayor porcentaje de este cambio, para más detalle revisar el anexo cartográfico N°7.	9,0	0,2
COBERTURAS	Territorios agrícolas	Pastos	Pastos a Áreas agrícolas heterogéneas	Pa a AAh	Este cambio se da de pastos limpios que son de piso térmico frío a mosaico de cultivos, se debe principalmente a el uso que se le da a la tierra en los siete municipios, generalmente el cultivo por el que más se da el cambio es el de papa ya que en este se basa una de las principales fuentes económicas, sin embargo se hayan algunos que son destinados para el autoconsumo como la arveja y cebolla. un aspecto muy importante a destacar en este sentido, es la rotación de cultivos, que en su gran mayoría se da cada seis meses o un año. Este tipo de cambio se presenta con el fin de incrementar la tenencia de la tierra y sumar así áreas productivas. Este cambio se lo puede observar de manera más amplia en el anexo cartográfico N°8.	184,3	4,5
			Pastos a bosque	Pa a Bos	Este es uno de los cambios mínimos que se presentan en el área de estudio, es importante ya que se ubica dentro del PNR Páramo de Paja Blanca, por lo cual se evidencia algunos procesos que se	4,1	0,1

				desarrollan en pro del cuidado del medio ambiente, como por ejemplo la siembra de árboles nativos en la zona, generando así mayor estabilidad y control de las especies que allí se encuentran, de esta manera se demuestra que se están dando procesos de conservación en este sector. Ver anexo cartográfico N°9 correspondiente a este tipo de cambio.		
Territorios agrícolas	Áreas agrícolas heterogéneas	Áreas agrícolas heterogéneas a zonas urbanizadas	AAh a ZUr	Este se agrupa en dos coberturas; mosaico de cultivos a tejido urbano continuo o a tejido urbano discontinuo, se da por el incremento de la población en los siete municipios, donde los habitantes de cada sector buscan de alguna manera establecerse de manera que ocupa mayor espacio en el territorio, utilizando las áreas de expansión de los diferentes sectores y de igual forma ubicándose a lo largo de las vías. Ver anexo cartográfico N°10 correspondiente a este tipo de cambio.	94	2,3
		Áreas agrícolas heterogéneas a Pastos	AAh a Pa	En este tipo se agrupan dos coberturas; mosaico de cultivos y mosaico de pastos y cultivos, los cuales cambian a pastos limpios. Este es uno de los cambios más significativos que se ha dado en 15 años, de acuerdo al área que ocupa este tipo de cambio en la zona de estudio los porcentajes correspondientes a cada cobertura a la que presenta el cambio, son: mosaico de cultivos 16% y mosaico de pastos y cultivos es de 84%. Este cambio se da especialmente cuando las comunidades direccionan su actividad económica a actividades ganaderas con el propósito de obtener leche o carne. Ver anexo cartográfico N°11 correspondiente a este tipo de cambio.	394,5	9,6

			Áreas agrícolas heterogéneas a otro tipo de Áreas agrícolas heterogéneas	AAh a AAh	<p>Se agrupa tres coberturas de áreas agrícolas heterogéneas que en 15 años se transformaron a otras coberturas de áreas agrícolas heterogéneas. Se registra un alto grado de cambio, siendo este tipo el más representativo en la zona.</p> <p>El principal cambio se presenta a mosaico de pastos y cultivos, siendo esta unidad la que cuenta con un mayor número de hectáreas en el área de estudio. En orden de mayor a menor se cuentan con los siguientes porcentajes de cambio: mosaico de pastos y cultivos 45%; mosaico de cultivos 39% y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales 16%.</p> <p>En este sentido se evidencian dos tipos de intervención, agropecuaria donde se busca la ampliación de las actividades productivas en toda el área de estudio y de regeneración donde al aplicar diferentes estrategias se reestablece la función del ecosistema de páramo que en algún momento se vio afectado por la intervención del ser humano. De manera complementaria el anexo cartográfico N°12.</p>	2.151,5	52,5
			Áreas agrícolas heterogéneas a Bosques	AAh a Bos	<p>Este tipo de cambio es muy significativo para este estudio, ya que en él se evidencia principalmente zonas donde se ha ido reforestando, restaurando y regenerando diferentes áreas, en este sentido se destacan actividades que proponen las instituciones gubernamentales con la colaboración de la comunidad, y se resalta el apoyo de la Fundación Frutos de Esperanza en el municipio de Sapuyes además las múltiples instituciones educativas, como por ejemplo la siembra de árboles, la disminución en la tala del bosque, recolección de basuras y las estufas agro terroreras.</p> <p>El cambio se da de mosaico de cultivos, mosaico de pastos y cultivos, y mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a áreas de bosque denso, bosque fragmentado y bosque ripario. La ubicación de este tipo de cambio se encuentra en el anexo cartográfico N°13.</p>	233	5,7

			Áreas agrícolas heterogéneas a Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	AAh a AVha	<p>Este cambio no brinda un aspecto muy positivo, a pesar de ser muy reducido se ha evidenciado tras la declaración del PNR, lo que lleva a pensar que este ha sido benéfico para el páramo, cabe señalar algunas propuestas hechas por las alcaldías y CORPONARIÑO como son la compra de predios aledaños al área de páramo, algunos viveros de especies nativas creados por las comunidades que son utilizados para la restauración, y por parte de la población se puede nombrar el descanso que se le da a la tierra.</p> <p>Cuando la productividad de los predios baja y los dueños optan por dejar que esta tierra se reestablezca y pueda ser productiva más adelante, en este tiempo se pueden observar procesos de restauración de algunas especies. Así bien, se menciona a continuación los cambios en cada una de las coberturas, herbazal denso de tierra firme no arbolado (8%); arbustal denso (6%) y vegetación secundaria o en transición (86%), siendo esta última unidad a la que se produjo mayormente el cambio (ver anexo cartográfico N°14).</p>	67,0	1,6
COBERTURAS	Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Bosque a pastos	Bos a Pa	<p>Este tipo de cambio es el más pequeño que se presenta en la zona (ver anexo cartográfico N°15); en su gran mayoría se da por la ampliación de pastizales para la destinación de estas zonas a actividades ganaderas y obtención de leche principalmente, ya que los cultivos en los últimos años no han sido muy rentables y requieren mucho más cuidado tanto por agentes internos como abonos fungicidas aditivos y externos como el fenómeno del niño o la niña. Lo que ha provocado la aparición de pequeños parches en la parte alta del municipio de Pupiales, a una altura superior a los 3400 m.s.n.m.</p>	2,7	0,1

			Bosques a áreas agrícolas heterogéneas	Bos a AAh	Este tipo de cambio se presenta principalmente por la falta de alternativas productivas y económicas que tiene la población, teniendo en cuenta esto es muy importante resaltar la expansión de la frontera agropecuaria, donde la comunidad no mide los límites que el páramo tiene como área protegida y cultivan alado de este causando daños al área de selva altoandina y bosque, el cambio se da principalmente de bosque denso altoandino a mosaico de pastos y cultivos con un 70% y a mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales en un 30%. De manera complementaria ver anexo cartográfico N°16.	90,2	2,2
			Bosque a otro tipo de bosque	Bos a Bos	En este tipo de cambio se agrupan cuatro coberturas de bosque las que dieron el cambio a otras unidades de bosque, de estas coberturas es importante mencionar que el cambio se dio principalmente de bosque denso altoandino a bosque fragmentado con pastos y cultivos. En este orden de ideas se observa una afectación directa a esta cobertura por parte del ser humano, ya que se dan procesos de deforestación cuyo propósito es la venta y utilización de leña para el hogar debido a la falta de recursos y acceso al servicio de gas en las partes altas; y de igual forma buscan sectores con mejor accesibilidad para poder sembrar sus productos. (ver anexo cartográfico N°17). De manera más detallada se cuenta de mayor a menor con la siguiente ocupación de cambio: en primer lugar, bosque fragmentado con pastos y cultivos 78,3%; segundo, bosque fragmentado con vegetación secundaria 14,5%; en tercer lugar, bosque denso altoandino 6,7% y en de cuarto bosque ripario con 0,5%.	464	11,3

			Bosque a áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Bos a AVha	Se agrupan tres coberturas pertenecientes al área con vegetación herbácea y/o arbustiva. De este tipo de cambio es importante mencionar que se presenta de bosque denso altoandino a tres tipos de cobertura que teniendo en cuenta su área y su orden jerárquico cuentan con la siguiente ocupación: herbazal denso de tierra firme no arbolado 30%; arbustal denso 64% y vegetación secundaria o en transición 6%. En este tipo de cambio cabe resaltar los procesos de deforestación antes mencionados, donde se da la extracción de leña, dejando así zonas despojadas donde la vegetación empieza a hacer su proceso de regeneración, surgiendo de esto coberturas como el arbustal o herbazal en la parte alta, de igual forma las especies que se introducen en áreas donde se haya vegetación secundaria principalmente. La información más detallada de la ubicación de este cambio se la encuentra en el anexo cartográfico N°18.	134,3	3,3
	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva a áreas agrícolas heterogéneas		AVha a AAh	Es apropiado mencionar que el cambio principalmente se presenta de herbazal denso de tierra firme no arbolado a mosaico de pastos y cultivos (ver anexo cartográfico N°19). Este cambio en el área de estudio se da principalmente por la ampliación de la frontera agropecuaria, introduciendo en el parque natural áreas de pastos y cultivos con un fin económico para la población, sin tener en cuenta el daño que se le genera al ecosistema de páramo. La responsabilidad de estos hechos recae principalmente sobre las instituciones y entes encargados de velar por la protección de esta área, ya que estos no hacían cumplir las diferentes normas que se adoptaron cuando el páramo se convirtió en un área protegida, siendo necesario la presencia constante de los veedores o personal encargado en la zona, principalmente en el área del PNR.	96,1	2,3

			Áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva a bosque	AVha a Bos	Este variación se revela principalmente en áreas de arbustal denso que cambiaron a dos tipos de bosque (ver anexo cartográfico N°20), este es representativo ya que se evidencia zonas en proceso de regeneración o restauradas totalmente, donde la vegetación a lo largo del tiempo se ha adaptado al medio, siendo este un cambio positivo para el área protegida, en este pueden destacarse las actividades por parte de la comunidad donde en los últimos años se ha estado cuidando de manera especial este medio por los recursos que les brinda. teniendo en cuenta esto, el cambio más representativo se dio a bosque fragmentado con pastos y cultivos con 56% y en menor proporción bosque denso altoandino representado en 44%.	116,8	2,9
			Área con vegetación herbácea y/o arbustiva a otro tipo de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva	AVha a AVha	Se agrupan cinco coberturas de áreas con vegetación herbáceas y/o arbustiva que en 15 años cambiaron a otra cobertura del mismo tipo (ver anexo cartográfico N°21). En este conjunto de coberturas a las que se presentó el cambio, se encuentran las siguientes unidades: herbazal denso de tierra firme no arbolados (28%); herbazal denso de tierra con arbustos (18%); arbustal denso (11%); arbustal abierto mesófilo (22%) y vegetación secundaria o en transición (20%). Cabe destacar que, debido a la reducción de intervención antrópica en el parque natural regional, algunas coberturas se han recuperado y especies propias de la zona como lo es el arbustal está creciendo, logrando reemplazar áreas de herbazal, aquí se evidencia el fenómeno de la paramización, siendo esta una de las causas de cambio que se presenta en el capítulo 11.	53,5	1,3
Área total de cambio						4.095	100

10.2. Descripción de los cambios en los usos del suelo

En este capítulo se describe de manera general los tipos de cambios identificados, para el periodo 2005 – 2020, donde se agrupan los usos del suelo de acuerdo al orden que establece de la leyenda de usos agropecuarios del suelo, de la UPRA. Haciendo un análisis de los usos presentes en el área de estudios, de acuerdo a los definidos en el capítulo nueve de este documento.

Es importante agregar que, los cambios identificados en el uso del suelo se agrupan en 15 tipos directamente relacionados con cinco de los seis usos generales que se encuentran en el área de estudio, de la leyenda de usos agropecuarios del suelo, de la UPRA. Dichos usos son: Residencial, comercial; agrícola; pecuario; forestal y agroforestal. De acuerdo a la regla la unidad mínima de mapeo para este caso es 1,12 ha (raíz cuadrada de 1,25 ha) teniendo en cuenta la escala de trabajo 1:25.000.

Si bien el área total de estudio se cuantificó en 17.328,4 ha (100%), se registró cambios solo en el 23% del área de estudio correspondiente a 3.911,1 ha (Tabla 10). En primer lugar, se presenta una tabla en la que se da a conocer sus valores dados en área y porcentaje. Adicional una descripción de los 15 tipos de cambio reunidos en seis grupos, teniendo en cuenta el uso que tenía en el año 2005 y de esta forma representarlos en una gráfica. De esta manera los grupos quedarían establecidos en el siguiente orden.

- De residencial, comercial a otro tipo de residencial, comercial
- De agrícola a agropecuario, pecuario y forestal
- De pecuario a agrícola, agropecuario y forestal
- De agropecuario a residencial, comercial, pecuario, agrícola y forestal
- De forestal a agropecuario, otro tipo de forestal y agroforestal
- De agroforestal a agropecuario

De la siguiente tabla además de rescatar su orden de acuerdo a la metodología utilizada para establecer los usos de suelo en el área de estudio, se complementa con un código, área y su respectivo porcentaje. También es importante mencionar que los tipos de cambio de agroforestal a agrícola y de forestal a agroforestal son los de mayor ocupación en el área de estudio.

Tabla 10
Cambios uso del suelo

Cambio	Código	Área (ha)	Porcentaje de cambio
De uso residencial, comercial a otro de uso residencial, comercial	ReCo a ReCo	6,9	0,2%
De agrícola a pecuario	Ag a Pe	60,4	1,5%
De agrícola a agropecuario	Ag a Agp	466,5	11,9%
De agrícola a forestal	Ag a Fo	246,3	6,3%
De pecuario a agrícola	Pe a Ag	183,5	4,7%
De pecuario a agropecuario	Pe a Agp	418,0	10,7%
De pecuario a forestal	Pe a Fo	4,8	0,1%
De agropecuario a residencial, comercial	Agp a ReCo	94,1	2,4%

De agropecuario a agrícola	Agp a Ag	838,6	21,4%
De agropecuario a pecuario	Agp a Pe	325,9	8,3%
De agropecuario a forestal	Agp a Fo	144,9	3,7%
De forestal a agropecuario	Fo a Agp	651,4	16,7%
De forestal a otro tipo de forestal	Fo a Fo	48,6	1,2%
De forestal a agroforestal	Fo a Agf	39,7	1,0%
De agroforestal a agropecuario	Agf a Agp	381,5	9,8%
Sin cambio		13.417,3	
Total		17328,4	
Total de cambio		3911,1	100%

10.2.1 De residencial, comercial a otro tipo de residencial, comercial (ReCo a ReCo)

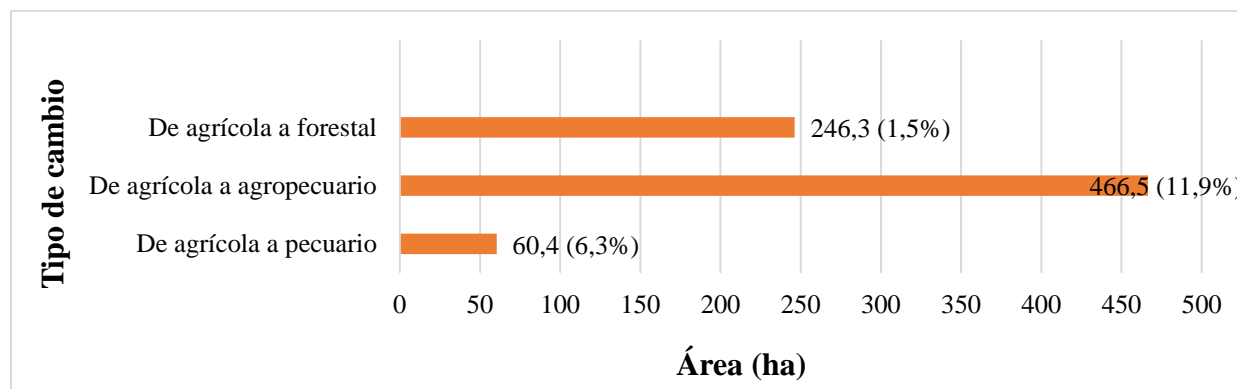
Este tipo de cambio registra una transformación de 6,9 ha que hacen referencia al 0,2% del área total de cambio. El cambio se da de residencial, comercial u otro tipo de este mismo, se presenta cerca a los centros urbanos principalmente, debido a que estos se han expandido en los 15 años comprendidos en el periodo 2005 – 2020, dando paso a la unión del suelo urbano con el rural.

11.2.2 De agrícola a pecuario, agropecuario y forestal

Se agruparon tres tipos de cambio de usos del suelo que hace 15 años tenían un uso agrícola y que en el periodo de estudio paso a pecuario, agropecuario o forestal como consecuencia del cambio de vocación del suelo con otros fines, principalmente a una combinación de actividades productivas y de regeneración. En conjunto su ocupación hace referencia a 773,2 ha, de acuerdo al área de cambio de uso del suelo (3.911,1 ha). En la siguiente grafica (Figura 30) se indica los valores de cada uno de los tipos de cambio con sus respectivas áreas y porcentaje.

Figura. 30

Áreas de ocupación de los tres tipos de cambio agrupado



10.2.3 De pecuario a agrícola, agropecuario y forestal

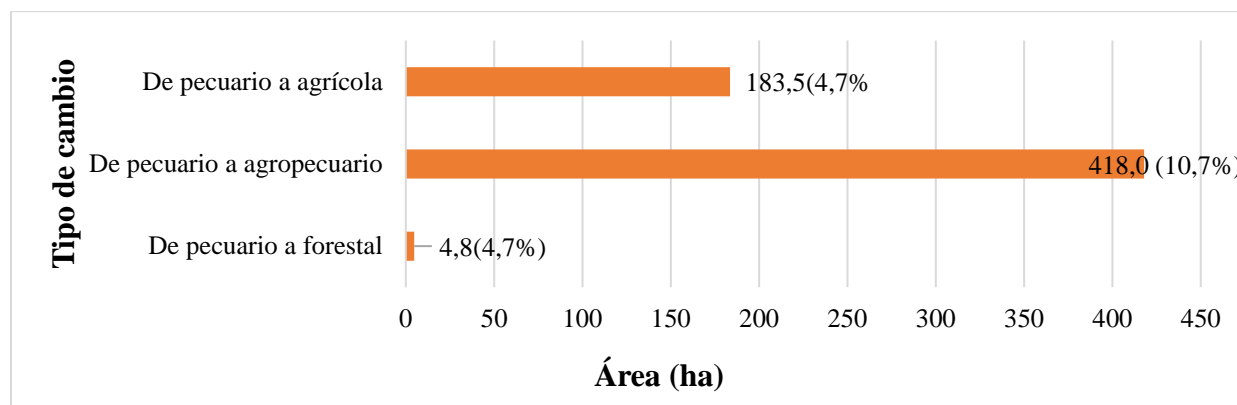
Se agruparon tres tipos de cambio que sufrió el uso pecuario en los 15 años cuantificados en el periodo 2005 – 2020, que en conjunto su ocupación fue de 606,3 ha. Algo a destacar es el tipo de cambio a agrícola como consecuencia de la constante por rotación de cultivos en la zona,

buscando dejar que el suelo recupere sus propiedades para en un periodo no mayor a dos años se le pueda dar un uso.

A continuación, se presenta una gráfica (Figura 31) con cada uno de los tipos de cambio agrupados con su respectiva área y porcentaje, donde se puede observar que el tipo de cambio de pecuario a agroforestal es el más representativo.

Figura. 31

Tipos de cambios agrupados

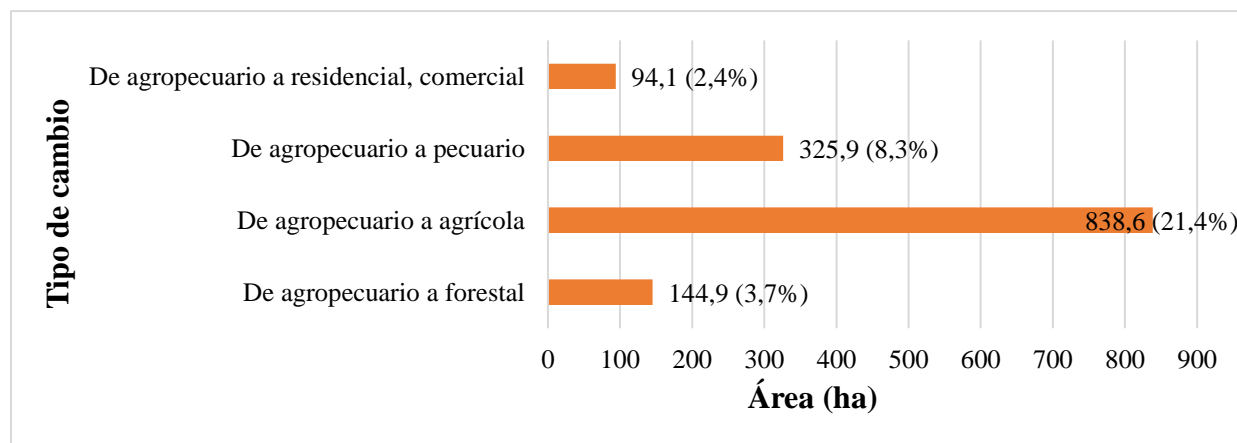


11.2.4 De agropecuario a residencial, comercial; agrícola; pecuario y forestal

Se agrupan cuatro tipos de cambio que sufrió el uso de suelo agropecuario, que en conjunto conforman 1.403,5 ha definidas en un periodo de 15 años. Este cambio se presentó por diferentes causas como la urbanización, la agricultura, la ganadería o regeneración de zonas específicas dentro del área de estudio. En la siguiente grafica (Figura 32) se presenta los valores determinados para cada tipo de cambio, en el que se puede detallar que el tipo de agropecuario a agrícola es el más representativo en el área de estudio.

Figura. 32

Áreas de cambio

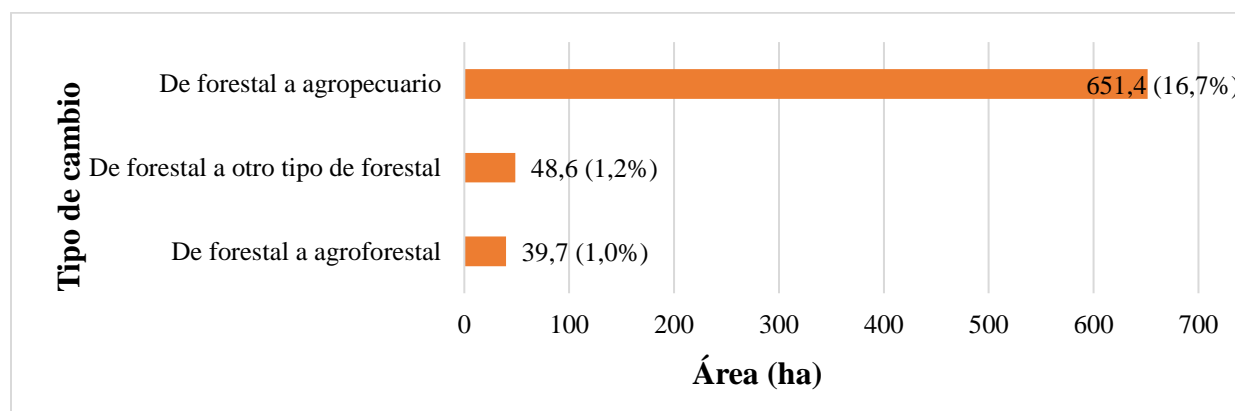


11.2.5 De forestal a agropecuario, otro tipo de forestal y agroforestal

Se agruparon tres tipos de cambio que en conjunto suman 739,7 ha cuantificadas en 15 años; el tipo de cambio de forestal a agropecuario es el más representativo, derivado de procesos de ocupación del suelo que antes era de conservación o protección a una combinación de actividades agropecuarias, lo que ha conllevado a que se tale parte del bosque para ampliar la frontera agropecuaria principalmente. A continuación, se presenta la gráfica (Figura 33) con los valores correspondientes a cada uno de estos tipos.

Figura. 33

Áreas de los dos tipos de cambio



10.2.6 De agroforestal a agropecuario

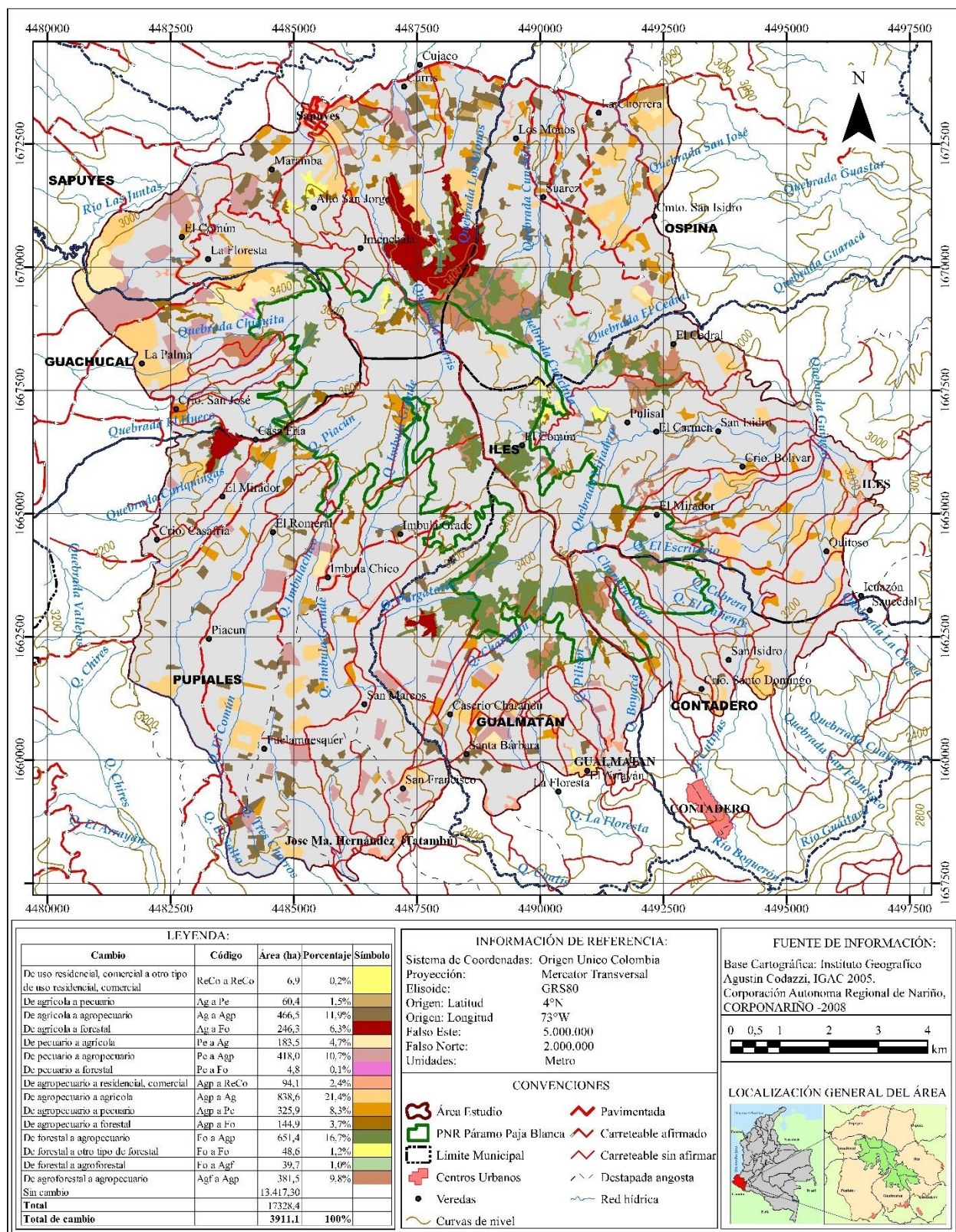
Este es el último cambio de uso del suelo identificado en el área de estudio con 381,5 ha que representa el 9,8% del total del área de cambio. Este se da por la ampliación de las actividades productivas como la agricultura y ganadería en áreas cercanas al límite del PNR Páramo de Paja Blanca, provocando que se deforeste parte del área de bosque principalmente.

De esta manera, y teniendo en cuenta los 14 tipos de cambio que ocurrieron en el periodo 2005 – 2020 en el área de cambio de uso del suelo (3911,1 ha), se presenta el mapa de cambios (Figura 34) donde cada tipo se lo diferencia de manera general con un color, a excepción de los que de un uso pasan a un mismo uso del suelo los cuales se encuentran en color amarillo y en la leyenda se da a conocer su área en hectáreas y su respectivo porcentaje. Para diferenciar de manera más sencilla se le asignó un código a cada uno de estos. En el anexo cartográfico N°22 se puede observar de manera más amplia.

En lo que respecta al área del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, se pudo identificar nueve de los 15 cambios correspondientes a uso del suelo, por lo cual de las 3.107 ha de esta área protegida, cambiaron 547,5 ha (representado en el 18% del PNR). Siendo la más significativa de Forestal a agropecuario. En el anexo cartográfico N ° 24 se puede revisar de manera más detallada.

Figura. 34

Mapa de cambio de uso de suelo 2005 – 2020



11. Discusión

Esta investigación tuvo como propósito analizar los cambios en la cobertura y uso de suelo en el PNR Páramo Paja Blanca en un periodo de 15 años, obteniendo así diferentes elementos relacionados a dichos cambios. En este capítulo en un primer momento se establecen las causas y factores que han ocasionado el cambio de cobertura y uso del suelo, donde se determina que la principal incidencia en este ecosistema es antrópica, posteriormente se analiza de manera más específica los hallazgos obtenidos, dando paso a una discusión con los conceptos más relevantes que se encuentren de acuerdo a las causas y factores y las problemáticas relacionadas a estos.

11.1 Causas y factores que incidieron en los cambios de cobertura y uso del suelo en el periodo 2005 – 2020

En este capítulo se identifican y describen en orden de afectación, nueve causas con sus factores, los cuales influyeron en los cambios de la cobertura y uso del suelo en el área de estudio. Para mayor claridad es importante mencionar que, una causa se entiende como una situación, acción o fenómeno ya sea de origen antrópico o natural que se genera por el cambio de cobertura o uso del suelo a otra; de la misma manera, un factor se entiende como una circunstancia que contribuye a producir dicho cambio en una zona determinada. (Leyton y Pinza, 2015)

Algunos procesos que inciden en el cambio de la cobertura y uso del suelo no se identifican como una causa específica, esto quiere decir, que se pueden encontrar cambios con orígenes multicausales, por esto se abordan las causas y factores que más repercusión indicaron en los procesos de cambio. A continuación, se presenta una tabla con las nueve causas, áreas y porcentajes con relación al cambio de cobertura de la tierra (4095 ha) registradas en el periodo 2005- 2020 (Tabla 11).

Tabla 11

Causas identificadas para el cambio en el periodo 2005 – 2020

Causa	Área (ha)	Porcentaje (%)
Intervención agrícola	1020,1	25,0
Intervención agropecuaria	964,2	23,5
Deforestación	599,7	14,6
Explotación forestal	536,8	13,1
Intervención pecuaria	392,9	9,6
Regeneración	355,8	8,7
Urbanización	102,8	2,5
Sucesión vegetal	84,4	2,1
Paramización	38,3	0,9
TOTAL	4.095	100

11.1.1 Intervención agrícola

La frontera agraria se define como el espacio límite entre el paisaje natural, sin un aprovechamiento de las comunidades humanas y los territorios transformados por la actividad agropecuaria. Se trata de un área de transición, que no tiene las características del medio original,

pero tampoco las propiedades de los paisajes rurales. Es también un territorio en formación en el que el trabajo modifica el entorno y crea nuevos paisajes. Por consiguiente, es un fenómeno geográfico, cuyo estudio permite reconstruir uno de los aspectos básicos en la relación hombre-medio y la concreción espacial del territorio (Fernández Muñoz, 2003).

La intervención agrícola se entiende como la siembra sucesiva de diversos cultivos en un mismo predio, pero siguiendo un orden específico. Este sistema de uso de suelo se desarrolla en sucesión en el mismo terreno, pero estrictamente en coberturas de territorios agrícolas, donde estas permiten alternar periódicamente y su variación depende de las condiciones agroecológicas de los suelos de cada zona. En el periodo de estudio (2005 - 2020), las coberturas remplazadas fueron pastos limpios y mosaico de pastos y cultivos.

Como se puede apreciar en la Tabla 12, Sapuyes es el municipio donde se presentaron los mayores cambios de cobertura y uso del suelo para este tipo de intervención, ubicándose principalmente en la vereda Alto San Jorge, es decir en la parte baja y media del área de estudio, inferior a los 3300 m.s.n.m., en el municipio de Guachucal en la vereda La Palma, muy cerca al límite del PNR Páramo de Paja Blanca, a una altura superior a los 3200 m.s.n.m.; en Pupiales en las veredas: El Mirador y Fuelamuesquer; ubicadas en la parte alta y baja del área de estudio, no supera los 3350 m.s.n.m.

Así mismo en Ospina la intervención agrícola se presenta en la vereda Gavilanes, localizándose dentro del PNR Páramo de Paja Blanca; en el municipio de Iles, en las veredas: Bolívar y Quitoso, en la parte baja y media del área de estudio, por debajo de los 3100 m.s.n.m.; en el Contadero en las veredas: Santo Domingo y San Isidro, en la parte baja del área de estudio, sobre los 3000 m.s.n.m. y en el municipio de Gualmatán, en las veredas El Arrayán y Santa Barbara, a una altura inferior a los 3100 m.s.n.m. pero cabe destacar que la intervención se la ubica tanto en la parte bajo como media de esta zona.

Tabla 12

Intervención agrícola en los diferentes municipios

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Sapuyes	229,4	22,5%
Guachucal	219,9	21,6%
Pupiales	171,3	16,7%
Ospina	160,8	15,8%
Iles	158,2	15,5%
Contadero	43,2	4,2%
Gualmatán	37,3	3,7%
TOTAL	1.020,1	100%

11.1.2 Intervención agropecuaria

Según Apollin y Eberhart, 1999 citado por (Verdezoto y Viera, 2018) Un sistema de producción agropecuaria es la unión de diversos subsistemas, los cultivos, a nivel de parcela explotadas homogéneamente con sucesiones de siembra (donde pueden existir varios cultivos); lo de crianza definido en grupo de animales de una misma especie preferiblemente. Este sistema es conocido como producción familiar ya que en este se basa su economía.

De esta manera la causa se relaciona por la combinación de actividades agrícolas y pecuarias, presentes en diversos procesos para la adecuación del suelo, para darle paso a la siembra de cultivos y el pastoreo de ganado, obteniendo como resultados mosaicos de pasto y cultivos y un uso agropecuario. Además, se aclara que en esta causa se abordan los cambios generados únicamente sobre coberturas de territorios agrícolas como pastos limpios, mosaico de cultivos y mosaico de cultivos, pastos y áreas naturales. La afectación directa o indirecta en coberturas de bosque y áreas seminaturales; se aborda más adelante en las causas de deforestación.

En el periodo 2005 – 2020, esta causa estuvo presente en todos los municipios que hacen parte del área de estudio (Tabla 13); Pupiales es el municipio que mayor cambio presentó principalmente en las veredas: El Mirador y Casa Fría, pero la intervención agropecuaria se ubicó tanto en la parte alta como en la parte baja del área de estudio, sin superar los 3300 m.s.n.m.; en Sapuyes en las veredas: San Jorge y Curris, localizándose en la parte baja del área de estudio; en el municipio de Ospina el cambio se registró principalmente en la vereda Suarez, en la parte baja de esta zona (la intervención agropecuaria no supera los 3100 m.s.n.m.).

De la misma forma, en Guachucal en la vereda: La Palma; por debajo de la cota de los 3400 m.s.n.m. por lo cual la intervención agropecuaria se la encuentra en la parte alta y baja de este municipio en Gualmatán en la vereda Santa Barbara, inferior a los 3100 m.s.n.m. esta intervención se encuentra en la parte baja y alta del área de estudio, muy cerca al PNR; en Iles principalmente en la vereda El Cedral, pero su ubicación esta tanto en la parte alta como baja entre los 2900 y 3300 m.s.n.m. y en el Contadero se registró a 3100 m.s.n.m., lo cual ubica la intervención agropecuaria muy cerca al límite del PNR Páramo de Paja Blanca.

Tabla 13

Intervención agropecuaria en los diferentes municipios

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pupiales	280,9	29,0
Sapuyes	264,7	27,5
Ospina	181,2	18,8
Guachucal	134,6	14,0
Gualmatán	81,5	8,5
Iles	12,6	1,3
Contadero	8,7	0,9
TOTAL	964,2	100

11.1.3 Deforestación

Según Sasaki y Putz (2009) citado por FAO, MADS e IDEAM (2018), la degradación de bosques involucra el cambio de bosques a otros tipos de cobertura de la tierra, desmontando total o parcialmente las coberturas bosque y áreas seminaturales, para la ampliación de la frontera agropecuaria principalmente. Esta frontera se define como el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan tanto actividades agrícolas como pecuarias o una combinación entre estas, es decir actividades agropecuarias de las áreas protegidas, las de especial importancia ecológica. (UPRA, 2018)

Por otro lado, la deforestación es la causa de la reducción de la calidad del bosque, afectando de manera negativa sus características, provocando que los servicios ecosistémicos

como el hídrico se reduzcan; esta se presentó en cinco coberturas de bosque y áreas seminaturales en toda el área de estudio; al incorporar actividades con uso de suelo agrícola, pecuario, agropecuario y agroforestal. Para el periodo de referencia, se presentó un cambio de 599,7 ha; coberturas de bosque y áreas seminaturales que fueron deforestadas para darle un uso de suelo agropecuario o agroforestal, en los siete municipios que conforman el área de estudio (Tabla 14).

De esta manera, el cambio más significativo se presenta en el municipio de Gualmatán, donde el bosque denso altoandino cambia a bosque fragmentado con pastos y cultivos principalmente, ubicado dentro del área del PNR Páramo de Paja Blanca en una altura entre los 3300 y 3400 m.s.n.m.; en Iles la vegetación boscosa y arbustiva sufre un cambio a un uso de suelo agropecuario, este se localiza en la parte alta, incluyendo el PNR del área de estudio (entre 3000 a 3400 m.s.n.m.) en el municipio de Ospina el principal cambio se da de herbazal denso de tierra firme no arbolado a mosaico de pastos y cultivos, ubicado en la parte alta, en cotas entre los 3200 y 3400m.s.n.m.

De la misma forma, en Pupiales el bosque denso altoandino (uso del suelo forestal) cambio a un uso de suelo agropecuario, la deforestación se presenta en la parte alta del área de estudio, incluyendo el PNR Páramo de Paja Blanca (altura comprendida entre 3300 y 3400 m.s.n.m.); en el municipio de Sapuyes el cambio se da a mosaico de pastos y cultivos principalmente, en la parte media y alta del área a una altura de 3100 a 3400 m.s.n.m.; en Guachucal el uso del suelo se dio a agropecuario (mosaico de pastos y cultivos), se presenta dentro del PNR, a una altura superior a los 3300 m.s.n.m. y en el Contadero el cambio fue a uso de suelo agroforestal, debido a que la deforestación se da sobre el área protegida.

Tabla 14

Valores de deforestación en los diferentes municipios

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Gualmatán	208,5	34,8
Iles	147,1	24,5
Ospina	94,5	15,8
Pupiales	53,5	8,9
Sapuyes	46,9	7,8
Guachucal	29,3	4,9
Contadero	19,9	3,3
TOTAL	599,7	100

11.1.4 Explotación forestal

Según la OIMT (2002), una de las causas más comunes de alteración de los bosques o áreas de páramo es la explotación forestal inducida por el ser humano, entre las actividades que más se desarrollan están la extracción de madera, tala de selectiva principalmente con fines comerciales, incendios forestales, adquisición de frutos, entre otros, lo cual conlleva al deterioro del ecosistema. En el área de estudio la principal actividad forestal es la tala de árboles, para aprovechar la madera como leña para el consumo doméstico, provocando que el bosque denso altoandino haya cambiado su cobertura a arbustal denso, este cambio se presenta en los siete municipios que conforman el área de estudio (Tabla 15).

En el periodo de estudio la explotación forestal se cuantificó 536,8 ha, en su mayoría dentro del área de PNR Páramo Paja Blanca provocando un cambio en la cobertura natural propia de este ecosistema. Por consiguiente, en el municipio con mayor explotación forestal es Iles, principalmente en las veredas: El Común y El Mirador; sobre la cota de los 3300 m.s.n.m.; en el Contadero el cambio se presentó sobre los 3400 m.s.n.m. (dentro del área del parque); en el municipio de Sapuyes en la vereda Alto San Jorge principalmente, localizado en la parte alta del área de estudio sin incluir el área protegida (desde los 3100 a 3400 m.s.n.m.); en Pupiales el cambio se dio en la vereda: El Mirador, en la parte alta del área de estudio, incluyendo el área del parque a una altura de 3300 m.s.n.m.

Así mismo en el municipio de Guachucal en la vereda La Palma, ubicada en parte alta del área de estudio sobre los 3200 m.s.n.m., cerca al área del PNR Páramo Paja Blanca; en Gualmatán se ubicado en la vereda San Francisco, entre los 3100 y 3300m.s.n.m., por debajo del límite del área protegida y en Ospina en la cota de 3400 m.s.n.m., esta si se ubica dentro del área de PNR, hacia el flanco oriental de este.

Tabla 15

Explotación forestal en los municipios del área de estudio

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Iles	234,5	43,7
Contadero	125,7	23,4
Sapuyes	60,1	11,2
Pupiales	46,7	8,7
Guachucal	34,2	6,4
Gualmatán	30,7	5,7
Ospina	4,9	0,9
TOTAL	536,8	100

11.1.5 Intervención pecuaria

Esta causa de cambio se relaciona con el desarrollo de actividades ganaderas, dedicadas a la leche principalmente; por esta razón los suelos de uso agrícola o los de uso agropecuario se acondicionan para establecer pastos limpios, además se pudo establecer que ese este tipo de cobertura surge como el resultado de dos acciones: la primera es porque, aunque esta intervención es mucho menor a la agrícola, es mucho más rentable para los campesinos ya que los suelos no necesitan agroquímicos como es el caso de los cultivos y la segunda razón es por la interferencia de factores como el climático: precipitación, temperatura y humedad y especialmente el fenómeno del Niño; que en diferentes épocas del año afecta la siembra y esto da lugar a grandes extensiones de pastos.

Esta intervención por lo general se desarrolla sin ningún tipo de control conllevando a la ampliación de la frontera agropecuaria, lo cual induce a procesos como la deforestación en la franja de la selva altoandina especialmente, pero esta causa no se involucra con la afectación a coberturas boscosas, puesto que esto ya se mencionó en el numeral 10.1.4 de este capítulo. La actividad pecuaria hace referencia como causa de cambio en las coberturas de territorios agrícolas ya sea con un uso agrícola o pecuario.

La introducción de productos extranjeros de baja calidad proveniente de países europeos como Bélgica, Holanda y Alemania de acuerdo con Fedepapa, la preocupación de los agricultores radica en que este Bélgica es el principal productor y exportador de papa fresca y congelada en el mundo, tiene más de un millón de toneladas almacenadas y listas a países como Colombia. (Caracol Radio, 2020) El municipio que presento mayor cambio es Sapuyes, puesto que cambio su vocación de uso agrícola a agropecuaria a pecuaria, dedicando varia de su extensión de terreno a los pastos limpios. En la siguiente tabla se puede apreciar, el área y porcentaje de cambio de cada uno de los siete municipios que conforman el área de estudio.

Tabla 16

Intervención pecuaria en el área de estudio

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Sapuyes	103,6	26,4
Ospina	95,3	24,3
Pupiales	88	22,4
Iles	43,1	10,9
Gualmatán	35,3	8,9
Contadero	17,1	4,4
Guachucal	10,5	2,7
TOTAL	392,9	100

La intervención pecuaria afecto en mayor proporción los mosaicos de pastos y cultivos en un 84% y en un 16% los mosaicos de cultivos, en los 15 años que comprende este estudio, en los siete municipios que comprenden esta (Tabla 16). Siendo el municipio de Sapuyes el que mayor cambio generó en las veredas Maramba y Alto San Jorge, ubicándose en la parte baja del área de estudio; seguido del municipio de Ospina principalmente en la vereda: La Chorrera principalmente, en toda el área de este municipio en la parte baja y media.

En este mismo sentido, en Pupiales en la vereda: El Mirador, pero en este si se ubica la intervención pecuaria tanto en la parte baja y alta del área de estudio, incluyendo el PNR Páramo Paja Blanca a una altura de 3400 m.s.n.m.; Gualmatán en la vereda: Charandú, muy cerca al límite del PNR, sobre los 3300 m.s.n.m.; en el municipio de Contadero a una altura de 3100 m.s.n.m., cerca al límite del parque y el cambio menor se dio en Guachucal en la vereda San José, en la parte baja del área de estudio (a una altura de 3200 m.s.n.m.).

11.1.6 Regeneración

La regeneración es la acción de restablecer parcial o totalmente la composición, estructura y función de la biodiversidad, que hayan sido alterados o degradados. (UPRA, 2018) En este orden de ideas se presenta la influencia de dos factores: cuando se deja que las coberturas se regeneren libremente; principalmente la vegetación nativa; en segundo lugar, la incorporación de especies propias de esta zona. De esta forma la regeneración se presentó principalmente en el tránsito de un uso de suelo agropecuario a agroforestal o forestal.

Es así que, antes de establecer la zona de amortiguamiento para la delimitación del PNR Páramo de Paja Blanca, la tala de bosques con fines de leña para comercializar y de uso doméstico eran muy comunes. Por las condiciones económicas del campesino, el precio de un cilindro de gas

era muy alto, sumado a esto las condiciones de las vías de acceso no eran las mejores, por lo cual los repartidores de este producto no llegaban hasta las veredas cercanas al páramo.

La CAR ha realizado varias capacitaciones donde se les explica a los habitantes de las veredas como se debe hacer el proceso de siembra y el cuidado de estas especies arbóreas, complementario a esto se les explica como separar las basuras especialmente los agroquímicos utilizado para los cultivos de papa. Para evitar que las fuentes hídricas y el bosque sufran alteraciones negativas como la tala, la Corporación realizó el proyecto de “Estufas ecoeficientes” para algunos municipios; con el fin de optimizar el uso de la leña, a cambio los beneficiarios sembraron huertos de leña. Estas estufas tienen tres fines, disminuir la deforestación, mejorar los niveles de salud y como se mencionó anteriormente la creación de huertas de leña.

De esta manera, la reforestación se presentó en los siete municipios con diferencia en el área de ocupación (Tabla 17). Es así como Iles es el municipio donde más se regeneró la cobertura de la tierra, en la vereda El Cedral ubicada a 3300 m.s.n.m aproximadamente, este cambio se dio de mosaico de pastos y cultivos a bosque fragmentado con pastos y cultivos; en el municipio de Gualmatán se presenta este mismo cambio principalmente en la vereda: San Francisco a una misma altura e igualmente muy cerca del límite del PNR Páramo Paja Blanca.

En Sapuyes el cambio se dio de mosaicos de pastos y cultivos a vegetación secundaria baja o a bosque denso altoandino, en las veredas Maramba y San Jorge; es importante resaltar que las estrictas medidas incorporadas por la administración municipal en acompañamiento de CORPONARIÑO, ha influenciado en la regeneración de las especies vegetativas. En el municipio de Pupiales se dio un cambio en la a una altura de 3300 m.s.n.m.; dando paso que se regeneraran coberturas propias del páramo; en Guachucal se incorporó vegetación secundaria baja hasta los 3400 m.s.n.m.;

En el caso del municipio de Contadero el cambio no es muy significativo, donde el uso del suelo dejo de ser agropecuario para convertirse en agroforestal; aumentado el área de bosque en dentro de la zona delimitado como PNR al suroccidente de este, a una altura de más de 3.200 m.s.n.m. y en Ospina el cambio fue muy cerca al costado occidente del Parque Natural Regional, a una altura entre los 3200 y 3400 m.s.n.m.

Tabla 17

Valores de regeneración en el área de estudio

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Iles	84,5	23,7
Gualmatán	69,9	19,6
Sapuyes	59,8	16,8
Pupiales	44,9	12,6
Guachucal	42,9	12,2
Contadero	28,2	7,9
Ospina	25,6	7,2
TOTAL	355,8	100

11.1.7 Urbanización

Según Merlotto, Piccolo, Bértola (2012) la urbanización es el desarrollo territorial, económico y social que provoca una transformación radical de la cobertura y uso del suelo, el cual generalmente se encuentra ocupado por vegetación boscosa o mosaico de pastos y cultivos. La

urbanización se evidencia en el crecimiento de centros urbanos principalmente, procesos determinados por factores relacionados por los Esquemas de Ordenamiento Territorial (EOT) de cada municipio, donde el área de expansión determinada ocupa espacios dedicados antes a mosaico de pastos y cultivos, provocando un cambio de uso del suelo de agropecuario a residencial, comercial.

En el área de estudio se dio un incremento tanto del suelo urbano como rural, el tejido urbano continuo aumentó en 15 años, 70,1 ha; ubicado en la parte media y Baja del área de estudio, sin afectar el PNR Páramo de Paja Blanca. En el municipio de Gualmatán por la construcción de la estación de servicio de Gasolina y en Sapuyes por la ampliación de la zona de expansión. Para el caso del tejido urbano discontinuo amplió su superficie 23,5 ha; en las veredas Santo Domingo (Contadero) y Cuatis (Gualmatán), llegando a cuantificar un cambio total de 102,8 ha; dedicadas a la urbanización de los municipios. El principal cambio se dio de mosaicos de pastos y cultivos a tejido urbano continuo.

Por lo tanto, en la Tabla 18 se presentan los valores por cada municipio, en este caso para evidenciar el aumento de zonas urbanizadas, un factor influyente en este crecimiento es la población del territorio que conforma el área de estudio, principalmente en la zona urbana, ya que esta se presentan procesos derivados de factores como el crecimiento de la población en mayor proporción que en la zona rural, sumado a lo anterior el comercio influye en el uso de suelo comercial que se le viene dando a los centros poblados principalmente.

Tabla 18
Valores de urbanización

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Gualmatán	37,5	36,5
Sapuyes	29,5	28,7
Pupiales	18,6	18,1
Iles	9	8,8
Contadero	4,4	4,3
Ospina	3,8	3,6
TOTAL	102,8	100

11.1.8 Sucesión vegetal

La sucesión vegetal hace referencia a la evolución natural que sucede en ecosistemas por su dinámica, reemplazando organismos en un periodo de tiempo, influenciado por varios factores, principalmente naturales, puede ser bióticos o abióticos, en el cual se puede presentar un estado progresivo o regresivo, cuya característica es la sustitución de una especie por otra. (Sabattini y Sabattini, 2018)

En el área de estudio el cambio se generó en coberturas localizadas en el ecosistema paramuno, se manifestó en la vegetación herbácea y/o arbustiva, los cuales sufren una adaptación a arbustal o bosque denso altoandino propios de los ecosistemas de alta montaña; donde el herbazal denso cambia a algún tipo de bosque o el arbustal denso a bosque denso. Estos cambios se presentaron hasta los 3600 m.s.n.m.

La sucesión vegetal es muy reducida en el área de estudio, teniendo en cuenta el periodo de referencia, con tan solo 84,4 ha, incluyendo la superficie declarada como PNR presente en los siete municipios. En Pupiales la sucesión se dio de arbustal denso a bosque denso altoandino

principalmente, entre los 3400 y 3600 m.s.n.m. en el flanco occidental del PNR Páramo Paja Blanca; en Iles el cambio se dio en alturas de 3100 y 3500 m.s.n.m., en cercanías a la vereda El Común, en la parte media y alta del área de estudio; en el municipio de Sapuyes el cambio está en alturas entre 3200 m.s.n.m. en la vereda Imbenchala y a 3500 m.s.n.m. dentro del área del PNR.

En menor proporción el cambio se registró en los municipios de Contadero, en elevaciones entre los 3300 y 3400 m.s.n.m. dentro del área protegida; en Ospina el cambio se dio en las veredas Gavilanes y La Florida en cercanías al flanco oriental del Parque Natural Regional; en el municipio de Guachucal el cambio fue en los 3500 m.s.n.m. en la superficie perteneciente al PNR y en Gualmatán la sucesión fue menos representativa a una altura de 3400 m.s.n.m. en el flanco sur del páramo. En la siguiente tabla se presenta área y porcentaje de cada uno de los municipios (Tabla 19).

Tabla 19

Sucesión vegetal. Área y porcentaje por municipio

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pupiales	26,2	31,0
Iles	24,4	28,9
Sapuyes	11,1	13,2
Contadero	8,5	10,1
Ospina	5,9	7,0
Guachucal	5	5,9
Gualmatán	3,3	3,9
TOTAL	84,4	100

11.1.9 Paramización

Este fenómeno se presenta cuando las especies de páramo que son altamente competitivas y se limitan a elevaciones superiores, ocupando alturas inferiores a lo habitual. La paramización determina la aparición de sectores situados dentro de la selva andina, donde vegetación boscosa original es sustituida por vegetación que se asemeja a las características del ecosistema de páramo. (Vargas, 2011)

En el periodo 2005- 2020 se colonizaron 38,3 ha de coberturas entre los 3200 y 3500 m.s.n.m., las cuales cambiaron a herbazal denso de tierra firme no arbolado y en menor proporción a herbazal denso de tierra firme con arbustos. En este orden el municipio que presentó mayor paramización fue Pupiales donde la vegetación boscosa y/o arbustiva pasó a herbazal denso de tierra firme no arbolado en el flanco occidental del PNR Páramo Paja Blanca en alturas entre los 3400 y 3600 m.s.n.m.; en Gualmatán el cambio se dio en el Valle de los Frailejones (ubicado en el parque) donde el herbazal sustituyó el arbustal.

En este mismo sentido, los municipios que menor cambio presentaron fue por lado Ospina donde el herbazal denso ocupó espacios antes dedicados a actividades agropecuarias, en elevaciones superiores a los 3300 m.s.n.m., ubicado en la parte alta del área de estudio, cercano al límite de Paja Blanca; en Guachucal el cambio se presentó a una altura de 3400 m.s.n.m. en el flanco norte del Parque Natural Regional Páramo Paja Blanca; en Iles, en el área del PNR a 3500 m.s.n.m. y en el municipio de Sapuyes el bosque denso altoandino se reemplazó por herbazal denso no arbolado en el flanco norte del área protegida a una altura de 3500 m.s.n.m.

De este modo, la información anteriormente dicha se la puede encontrar de manera más detallada más adelante, donde se indica valores de área y porcentaje por municipio (Tabla 20). Es importante aclarar que la paramización no se presentó en el municipio del Contadero, pero si en los seis restantes, de este modo la paramización es la causa con menor ocupación en el área de estudio.

Tabla 20
Paramización

Municipio	Área (ha)	Porcentaje (%)
Pupiales	15,6	40,7
Gualmatán	9,6	25,1
Ospina	5,2	13,6
Guachucal	3,8	9,9
Iles	2,5	6,5
Sapuyes	1,6	4,2
TOTAL	38,3	100

11.2 Problemáticas asociadas al cambio de cobertura y uso de suelo

El análisis de las problemáticas derivadas del cambio de cobertura y uso del suelo es un producto de la revisión de información secundaria e información cartográfica del área de influencia del Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca. Se puede decir que por diferentes razones la población ubicada dentro del área de estudio y en cercanías al parque, ejercen presiones e impactos en los ecosistemas como el de alta montaña, generando deterioro principalmente en la selva altoandina y la zona de páramo propiamente dicho.

11.2.1 Recolección de leña

El uso de leña involucra aspectos culturales, como usos y costumbres culinarias tradicionales que reflejan el vínculo de la gente con la tierra, con el bosque y sus recursos. Pero esta relación también se ve condicionada por la facilidad con que se accede al recurso, la disponibilidad del mismo o su menor costo con respecto a otras alternativas. (Santos Gonzales et al. 2012). Este aspecto es muy importante y se debe destacar en el PNR Paja Blanca ya que las comunidades asentadas a lo largo del límite del parque natural intervenían esta zona para extraer leña con dos fines, uno era uso comercial y el segundo para actividades del hogar, en el transcurso de los últimos 15 años esto se ha ido reduciendo de manera gradual, por la intervención de las entidades encargadas, sin embargo en algunas zonas existen caminos por los cuales los habitantes se dirigen a realizar esta actividad.

Cabe resaltar algunas actividades que se han propuesto para la disminución de esta actividad como lo son las estufas agroterroneras, cuyo fin es disminuir el uso de leña y crear huertas para el auto sostenimiento y así poder preservar las especies del parque y dentro de unos años las familias utilicen los árboles que sembraron. En segundo lugar, se encuentran algunos viveros con especies nativas para que estas sean sembradas en el área del parque y así ayudar al medio para que brinde los diferentes servicios ecosistémicos en un futuro y junto a esta se encuentra la colaboración de las instituciones educativas en pro de la siembra de árboles. Con todo esto se genera concientización en la población residente en los siete municipios correspondientes al área de estudio y se prevé una disminución de esta problemática.

11.2.2 Tala selectiva

La tala selectiva es una actividad de uso forestal utilizada con frecuencia, la cual ha demostrado tener un menor impacto sobre la biodiversidad que la tala generalizada. Sin embargo, tanto la magnitud como la dirección del cambio ecológico después de la tala dependen de su intensidad y de la subsecuente dinámica del bosque (Restrepo et al. 2016). La tala selectiva es una actividad creciente que ha demostrado producir menos daños en el suelo y el dosel frente a la deforestación generalizada (Asner et al. 2004).

Entre las consecuencias más importantes que tiene la tala selectiva en los bosques está la pérdida de biomasa, no solo durante el periodo de extracción, sino también en el tiempo después de la actividad. (Restrepo et al. 2016). En países neotropicales como Colombia, que presenta diversidad de clima y relieves, se vuelve difícil predecir el rumbo que tomará la recuperación de los bosques objeto de tala selectiva. A pesar de tener un 52.6% (60 millones de hectáreas) del territorio nacional ocupado por bosques (IDEAM, 2014), Colombia presenta altas tasa de deforestación, con pérdidas de 5.4 millones de hectáreas de bosque en los últimos 20 años (García-Romero, 2013).

En este sentido específicamente en el área del páramo de Paja Blanca se encuentran algunos parches de bosques fragmentados con pastos y cultivos que con el paso de los años han ido disminuyendo, sin embargo, las partes afectadas, en la actualidad son utilizadas para sembrar papa o en su defecto para la ganadería. Teniendo en cuenta las diferentes entrevistas realizadas en campo, se determinó que hace 15 años se talaba con un fin lucrativo, lo que conllevaba a que grupos de personas entren al área de bosque y talen especies para venderlas y obtener un recurso monetario. Como bien lo dicen los autores anteriormente citados, la afectación en esta cobertura no fue de gran tamaño, sin embargo, tras 15 años de haber realizado esta actividad, estas zonas no se han recuperado generando así un desfase de coberturas y una afectación al ecosistema como tal.

11.2.3 Expansión de la frontera agropecuaria

Esta es una de las problemáticas con mayor impacto en toda el área nacional, esta afecta la selva amazónica la cual se va desplazando desde el noroccidente hacia el centro de la amazonia y también en las cordilleras donde se expande de forma vertical invadiendo las áreas de páramo sumamente importantes por sus servicios ecosistémicos, así bien el Ministerio de Agricultura en colaboración con diferentes entidades a definido la frontera agropecuaria para Colombia en 40.075.960 de hectáreas.

En este sentido, el PNR Paramo de Paja Blanca no es ajeno a dicha problemática, la expansión de la frontera agropecuaria se presenta desde hace ya varios años ocasionada por las comunidades asentadas en el área de influencia las cuales han decidido colonizar nuevos territorios ascendiendo cada vez más hacia el páramo hasta llegar a introducirse en él, sin tener en cuenta la declaratoria del PNR Páramo de Paja Blanca en el año 2015 e incurriendo en faltas a lo determinado. En consecuencia, a esto cabe mencionar que el ministerio de agricultura define la frontera agropecuaria como el límite del suelo rural que separa las áreas donde se desarrollan las actividades agropecuarias, las 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.

Se afirma que la expansión de la frontera agropecuaria se debe a la disponibilidad de tierras agrícolas de bajo costo y sin regularizar, a la rentabilidad económica cortoplacista, a la variación de precios internos y externos y a la presencia/ausencia de pobladores. La expansión de la frontera

agropecuaria es la expresión de un capitalismo agrario inspirado en el agro-negocio (Paz et al. 2015)

En el caso de PNR Páramo de Paja Blanca se puede decir que se ajusta a la idea anteriormente planteada, ya que la principal razón por la cual se da la expansión de la frontera agrícola es por la apropiación de tierras para posteriormente sembrar papa, esta apropiación se debe a que estas zonas tan altas cumplen con las condiciones óptimas para la producción del tubérculo, así también se necesitan áreas de gran extensión para que la producción sea significativa y de igual manera aumente la rentabilidad y con ella la aplicación de nuevas tecnologías implementando la mecanización en los procesos de siembra y cosecha, donde el tractor es el principal instrumento utilizado. Se puede establecer que hay una alta producción ya que el departamento de Nariño ocupa el 21% de la producción Nacional para 2018 y donde sus principales productores son Túquerres e Ipiales.

Para finalizar se puede decir que en el PNR Paramo de Paja Blanca si bien algunas zonas puntuales han bajado o se ha mantenido la intervención como en el municipio del Contadero y en la cual se ha recuperado parte del área de paramo una gran área de la frontera a seguido ampliándose como en el municipio de Pupiales de manera constante y sin tener en cuenta la declaratoria como PNR por lo cual esta es una problemática latente en el periodo de tiempo establecido para este estudio, siendo una de las más relevantes y con mayor grado de afectación en el área.

11.2.4 Turismo de naturaleza

El gobierno nacional de Colombia considera que el Sector de Turismo de Naturaleza debe ser un sector de alto dinamismo, que contribuya a insertar al país en la economía global, aumentando el ingreso de divisas, la llegada de turistas internacionales y ser generador de empleo. Por este motivo, el Sector de Turismo de Naturaleza ha sido invitado a formar parte del Programa de Transformación Productiva, el cual tiene como objetivo central contribuir a la transformación de sectores de la economía nacional en sectores de talla mundial.

Sobre el turismo de naturaleza existen múltiples definiciones, sin embargo, dentro de las diversas interpretaciones, el turismo de naturaleza siempre es considerado como la modalidad turística que enfatiza la interrelación y apreciación de la naturaleza en su estado puro.

Si bien esta actividad ha surgido en pro de las áreas protegidas y de las comunidades asentadas cerca o dentro de ellas, y con el fin de dar a conocer los recursos y beneficios que brindan los diferentes ecosistemas, en el caso del páramo de Paja Blanca se han prohibido las actividades turísticas debido al alto impacto de contaminación que generaban estas por que se hacían de manera indiscriminada y afectando todo el ecosistema.

En este sentido las principales problemáticas son: basuras, caminatas por senderos no establecidos afectando a la vegetación baja, extracción de especies nativas como el frailejón, afectación a la flora y fauna, desequilibrio en la alimentación de las especies de la zona por residuos dejados por los visitantes entre otras. Lo cual conllevó la decisión del cierre del parque prohibiendo el acceso de la población en general y permitiendo solo el ingreso al personal de instituciones ambientales o personal autorizado.

Conclusiones

En la cobertura actual del suelo en el PNR Páramo Paja Blanca y la zona con función amortiguadora que corresponde a 17.328,4 ha, se encontraron cuatro de los niveles de cobertura correspondientes a la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, entre ellos están, zonas urbanizadas con 199,0 ha, territorios agrícolas con 13.469,6 ha, bosques y áreas seminaturales con 3.659,6 ha y superficies de agua con 0,2 ha. Siendo la más representativa los territorios agrícolas, con la cobertura de mosaico de pastos y cultivos la cual corresponde a 11.528,5 ha equivalente a 66,5 % del total del área de estudio. En segundo lugar, se encuentra el bosque denso altoandino con 1.602,7 ha, es decir 9,2% y en tercer lugar el mosaico de cultivos con 1.077,0 ha (6,2%). Además, las coberturas que representan menos del 1% son: zonas urbanizadas, bosque fragmentado con vegetación secundaria, bosque ripario, herbazal denso de tierra firme con arbustos, arbustal abierto mesófilo, vegetación secundaria baja y lagunas.

En el periodo 2005 - 2020, las coberturas naturales correspondientes al área del PNR, han presentado cambios; el bosque denso para el año 2005 contaba con 2.090,3 ha y esta redujo para el año 2020 a 1.602,7 ha, obteniendo así una diferencia negativa de 487,6 ha; la unidad de bosque fragmentado en el año 2005 correspondía a un total de 271,5 ha y en el año 2020 893,2 ha, si bien este aumento es importante se debe aclarar que no es positivo, porque con ello se modifica la franja de selva altoandina, la cual protege el ecosistema de páramo. Se establece que el área de bosque denso altoandino alrededor del páramo es muy reducida y esta zona es de vital importancia para la protección y conservación del ecosistema y los diferentes servicios que presta, por ende, es la que más cuidado debe tener por las diferentes condiciones físicas, climáticas y de biodiversidad que presenta el páramo de Paja Blanca.

La mayor parte del uso de suelo que se encuentra en el área de estudio corresponde a agropecuario teniendo como base la metodología de la UPRA, en el año 2005 había una extensión de 12.285,2 ha y para el año 2020 se contó con 11.528,5 ha. Teniendo como referencia este periodo, en la parte productiva se generó un incremento en el sector agrícola, en un inicio se contaba con 583,3 ha y para el año 2020 1077 ha. Caso contrario para los sectores pecuario y el agropecuario que disminuyeron con 207 ha y 756,7 ha respectivamente. Esto como consecuencia de la ampliación de los cultivos, donde hubo un cambio de vocación notoria al sector agrícola por la influencia de los factores económicos.

Teniendo en cuenta el uso del suelo que se presenta en área de estudio, se estableció dos tipos de factores principales que ocasionan los cambios, en primer lugar, se encuentran los antrópicos como: la rotación de cultivos y la expansión de la frontera agropecuaria, que provocaron la aparición de áreas seminaturales dentro del PNR y a lo largo de los años ha afectado cada vez más el área de amortiguamiento. En segundo lugar, se encuentran los factores de tipo natural como: el fenómeno del niño que afecta el sector productivo y económico de los siete municipios, generando un cambio de vocación.

Los cambios de coberturas más significativos en el área de estudio se presentan en los territorios agrícolas, en primer lugar, de áreas agrícolas heterogéneas a otro tipo de áreas agrícolas heterogéneas con un total de 2151,5 ha; en segundo lugar, se halla el cambio de áreas agrícolas heterogéneas a pastos con 394,5 ha y por último los pastos a áreas agrícolas heterogéneas que

cuentan con 184,3 ha, representando así un 66,6% del área total. Uno de los factores principales de estos cambios es la rotación de cultivos, que para este caso se da una o dos veces al año en toda el área. Hay que tener en cuenta que para los siete municipios que hacen parte de este estudio las actividades económicas se basan principalmente en el sector agropecuario, lo que conlleva a que se presente este tipo de cambio de manera constante.

En relación a la cobertura de bosques y áreas seminaturales se encontraron los siguientes cambios: De bosque a otro tipo de bosque con 464 ha, de bosque a áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con 134,3 ha, de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva a bosques con 116,8 ha y de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva a otro tipo de áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva con 53,5 ha que representan un total de 18,8% de cambio. Estos cambios se dan en la parte alta del área de estudio aproximadamente a los 3.200 msnm, y son de gran importancia ya que se encuentran cerca al límite del PNR, además se presenta entre coberturas naturales, evidenciando la alta competencia que hay entre las especies de ecosistemas de alta montaña.

El cambio de uso de suelo con mayor extensión en el área de estudio, es de agropecuario a agrícola con 838,6 ha que representan 21,4% en relación al área de cambio, este es de gran importancia ya que a pesar de que no ubicarse en la parte alta, da paso a una votación suelo netamente agraria y deja a un lado el sector pecuario. En segundo lugar se observa el cambio de forestal a agroforestal con 691,2 ha que representan 17,7%, ubicado a lo largo del área de estudio, tanto en el área natural protegida como en los límites cercanos a esta, afectando el área de bosque que rodea al páramo. Estas transformaciones se deben tener en cuenta porque se evidencia una afectación a las áreas naturales que son aquellas que se requieren proteger con la declaratoria del parque natural regional.

En el área de estudio se encuentran dos procesos internos en la franja de páramo, que a pesar de contar con áreas muy pequeñas son relevantes en este ecosistema de alta montaña y por ende deben mencionarse. El primero hace referencia a la paramización que cuenta con un área total de 38,3 ha, donde se encuentra una transformación de arbustal denso a herbazal denso de tierra firme no arbolado con 15,1 ha; de bosque denso altoandino a herbazal denso de tierra firme no arbolado con 8,4 ha; de mosaico de pastos y cultivos a herbazal denso de tierra firme no arbolado con 1,3 ha; de mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales a herbazal denso de tierra firme no arbolado con 3,9 ha; y por último, de arbustal denso a herbazal denso de tierra firme con arbustos con 9,6 ha. En segundo lugar, está la sucesión vegetal con 84,4 ha, dentro de esta causa el principal cambio se da de arbustal denso a bosque denso con 47,1 ha, herbazal denso de tierra firme no arbolado a bosque denso altoandino con 5,7 ha, herbazal denso de tierra firme no arbolado a bosque fragmentado con pastos y cultivos con 13,6 ha, herbazal denso de tierra firme con arbustos a arbustal denso con 6 ha, y herbazal denso de tierra firme no arbolado a arbustal abierto mesófilo con 12 ha. Cabe mencionar que estos cambios son positivos para el PNR porque con ellos se conserva las coberturas del páramo propiamente dicho.

La urbanización en el área de estudio corresponde a 102,8 ha ubicándose alrededor de los centros urbanos, factor a tener en cuenta porque estos no se encuentran aledaños a la franja del PNR. El crecimiento en la zona rural es reducido, ya que los habitantes buscan localizarse en la zona urbana por las facilidades y servicios que esta ofrece y el uso residencial- comercial que es muy aprovechado por su cercanía a los diferentes municipios. Teniendo en cuenta esto se puede

establecer que el crecimiento urbano y la ocupación de áreas de expansión no afecta el área del parque, ayudando así a que se conserve su estructura ecológica y este siga brindando servicios vitales como el recurso hídrico para los siete municipios.

En el periodo establecido para este estudio, se implementaron estrategias de conservación por parte de CORPONARIÑO, entidad encargada del manejo del PNR, encontrando así para el año 2020 algunas zonas nuevas de bosque que han reemplazado áreas anteriormente ocupadas por pastos y cultivos, ocupando un total de 355,8 ha que representan el 9% del área total de cambio, a pesar de ser reducida muestra unos indicadores positivos para el área de estudio, evidenciando así que los diferentes programas y proyectos planteados por la Corporación Autónoma Regional de Nariño si han dado buen resultado tras la declaratoria como Área Protegida.

Teniendo en cuenta las problemáticas que se encontraron en el área de estudio, se evidencia que estas han provocado diferentes cambios en el periodo de 15 años, la recolección de leña y la tala selectiva se presenta como una actividad cultural arraigada a la comunidad, generando impactos en el área de bosque, si bien la afectación que se evidencio para el año 2020 no tiene una gran extensión, estas actividades pueden causar un daño irreversible a mediano y largo plazo en el área natural, perjudicando no solo el ecosistema sino los servicios que este provee como el recurso hídrico principalmente.

La expansión de la frontera agropecuaria es una de las problemáticas más evidentes en toda el área de estudio, debido a que las comunidades han adecuado diferentes áreas principalmente de selva altoandina para la introducción de cultivos de papa y la ganadería, generando un desequilibrio ecosistémico por la reducción de la franja del parque la cual es la principal barrera de protección del páramo propiamente dicho, siendo esta la que ayuda a regular los diferentes servicios que se le provee al ser humano. La principal afectación, se observa en la parte centro del área de estudio entre los municipios de Pupiales e Iles donde hay algunas zonas de bosque fragmentado con pastos y cultivos correspondientes a 83,8 ha, las cuales revelan la realización de actividades antrópicas en el parque natural.

Recomendaciones

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación, se presentan algunas recomendaciones con las cuales se busca que se proteja los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de la población asentada en el área de influencia del PNR Páramo de Paja Blanca. A continuación se mencionará a cada una de ellas.

En este orden de ideas, se hace necesario que CORPONARIÑO, las administraciones de los siete municipios y las comunidades ubicadas dentro de esta área de estudio se articulen, para concretar procesos para la conservación de las coberturas propias de los ecosistemas de alta montaña. Es importante efectuar proyectos encaminados a la restauración de diferentes zonas dentro del área protegidas, especialmente en Sapuyes, Pupiales e Iles, siendo estos, los municipios donde mayor cambio se presentó y en donde la población manifestó la poca presencia de las entidades territoriales tanto a nivel departamental como local.

Es necesario realizar un monitoreo de las coberturas que presentaron mas cambios en el periodo de estudio, como el bosque denso altoandino y arbustal denso, que disminuyeron su área a causa de las actividades antrópicas, estos deber estar en constante supervisión por el personal de la entidad encargada, buscando generar espacios de concertación con la población para la restauración de las zonas donde se presente mayor deforestación o deterioro de la cobertura natural.

Teniendo en cuenta que la ampliación de la frontera agropecuaria, se presenta sobre los 3.000 m.s.n.m., afectando el ecosistema de alta montaña, se debe planificar de una mejor manera el uso del suelo, que para el área del PNR debe ser de netamente forestal por los procesos que se dan dentro del mismo. Además, la tala selectiva y extracción de leña son dos problemáticas que han provocado causas como la deforestación y la explotación forestal, dado que son una opción económica para muchas familias, por lo cual se debe garantizar desde las diferentes entidades, algunas alternativas para reemplazar dichas actividades y complementario a esto, concientizar de la importancia ambiental que tiene esta área.

Para finalizar, considerando la importancia de los resultados obtenidos en esta investigación, se espera que se tengan en cuenta para el ordenamiento del territorio y el plan de manejo ambiental, ya que permitirá realizar un diagnóstico más acertado de las condiciones en las que se encuentra esta área. La cartografía generada en este estudio debe ser el orientado para la toma de decisiones en pro del PNR Páramo de Paja Blanca, de tal manera que se pueda dar cumplimiento a los acuerdos concretados tras la declaratoria en el año 2015.

Bibliografía

- Armenteras, D., González, TM., Retana, J., Espelta, JM. (eds). (2016) Degradación de bosques en Latinoamérica: *Síntesis conceptual, metodologías de evaluación y casos de estudio nacionales*. Publicado por IBERO-REDD+.
- Bermúdez, E. (2015). *Análisis multitemporal en la cobertura boscosa de la zona norte del departamento del Chocó, 1990 – 2014* (Tesis de especialización). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Cabrera, M. y Ramírez W. (Eds.). (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (IAvH). Recuperado de <http://humboldt.org.co/es/component/k2/item/562-restauracion-páramos>
- Cohen, J. (1960). A coefficient of agreement for nominal scales. *Educational and Psychological Measurement*, 20(1), 37-46. Recuperado de <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/001316446002000104>
- Camelo, D. (2015). *Evaluación del estado sucesional actual de las áreas restauradas y con invasión previa de Ulex europaeus L. en los Cerros orientales de Bogotá* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Congreso de la República. (1993). *Ley General Ambiental de Colombia*. Recuperado de https://www.oas.org/dsd/fida/laws/legislation/colombia/colombia_99-93.pdf
- Coral, G. y Portilla, N. (2012). *Estudio del cambio de la cobertura del suelo en la selva-altoandina y el páramo del volcán Cumbal, departamento de Nariño, en el período 1987 – 2009* (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (1997). Acuerdo 018 de 1997. Recuperado de http://corponarino.gov.co/corporacion/direccionamiento-estrategico/acuerdos_corporativos/
- Corporación Autónoma Regional de Nariño y Universidad de Nariño. (2010). Declaratoria del “Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, territorio sagrado del pueblo de los Pastos”, Nariño-Colombia. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/documentotecnicodeclaratoriapajablanca.pdf?fbclid=IwAR23qVzuFBCluF3QcHAx0DnYWCkuQvA6h5gL4oceIvoaRNimNN69SWaMBU>
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2015). Acuerdo 010 del 28 de mayo del 2015. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/direccion/acuerdos/acuerdo01028052015.pdf>
- De La Cruz, M y Muñoz, G. (2016). *Análisis multitemporal de la cobertura vegetal y cambio de uso del suelo del área de influencia del programa de Reforestación de la federación nacional de cafeteros en el Municipio de Popayán, Cauca* (Tesis de especialización). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Di Gregorio, A. *Sistema de clasificación de la cobertura de la tierra (LCCS)*, versión 2: Conceptos de clasificación y manual del usuario. (FAO), Roma: Environment and Natural Resources Service Series, No. 8 – FAO. 2005, 208p.
- DNP, (2007). *Documento Visión Colombia 2019: Consolidar una gestión ambiental que promueva el desarrollo sostenible*. Recuperado de: <http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Portals/0/archivos/documentos/2019/Documentos/101040-CARTILLA%20AMBIENTAL.pdf> [Accedido agosto 23, 2010]

- EcoCiencia. (2005). *Estudio multitemporal de cambios en la cobertura vegetal (1979-2004) y modelización prospectiva en la provincia de Cotopaxi*. Recuperado de https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/35160333/2005_MartinezC_LUCCP_rospectivoCotopaxi.pdf?response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEstudio_multitemporal_de_cambios_en_la_c.pdf&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A%2F20190701%2Fus-east-1%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20190701T212506Z&X-Amz-Expires=3600&X-Amz-SignedHeaders=host&X-Amz-
- Erazo, R. (2012). Análisis del cambio de cobertura vegetal en el corredor volcánico Chiles- Cerro Negro – Cerro Granizo del departamento de Nariño, período 1987-2011 (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Garzón, N. (2016). *Estudio multitemporal para identificar los cambios en la cobertura vegetal del humedal de Tibabuyes* (Tesis de especialización). Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.
- Fernández Muñoz, S. (2003). *El Bajo Neuquén. La transformación de un espacio natural en un territorio en la Patagonia Argentina* (Tesis de doctorado, Universidad Autónoma de Madrid).
- Ferriol, M (2016). Sucesión vegetal. Recuperado de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/68337/Ferriol%3BL%C3%B3pez%20%20La%20sucesi%C3%B3n%20vegetal.pdf?sequence=1>
- Romero, H. G. (2013). Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. *El Desafío del Desarrollo Sustentable en América Latina*, 123-142.
- Gobernación de Nariño. (2019). Plan departamental de extensión agropecuaria del departamental de Nariño PDEA – Nariño.
- Gonzales, L y Romero, A. (2013). *Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura de la tierra e incidencia del cultivo de palma en el territorio del municipio de Villanueva Casanare*. (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Guerrero, G y Ortega, D. (2012). *Estudio del cambio de la cobertura vegetal en el área de influencia occidental del Parque Nacional Natural (P.N.N.) complejo volcánico Doña Juana-Cascabel periodo 1989-2011* (Tesis de grado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Ibarra, J., Román, R., Gutiérrez K., Gaxiola, J., Arias, V. y Bautista M. (2011). Cambio en la cobertura y uso de suelo en el norte de Jalisco, México: Un análisis del futuro, en un contexto de cambio climático. *Ambiente e Agua*, 6(2), 1-18. Doi: 10.4136/1980-993X
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2005). Interpretación de imágenes de sensores remotos y su aplicación en levantamientos de cobertura y uso de la tierra. Bogotá.
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Bosques. (2014). *Proyecto Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono. Bogotá, D. C., Colombia*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM. (2010). *Leyenda de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia en escala 1:100.000*. Recuperado de http://siatac.co/c/document_library/get_file?uuid=a64629ad-2dbe-4e1e-a561-fc16b8037522&groupId=762

- Kapelle, M. y Horn, S. (Ed.). (2005). *Páramos de Costa Rica*. San José, Costa Rica: Editorial IMBio
- Killeen, T., Siles T., Soria, L. y Correa, L. (2005). Estratificación de vegetación y cambio de uso de suelo en los Yungas y Alto Beni de La Paz. *Ecología en Bolivia*, 40 (3), 32- 69. Recuperado de [http://www.mobot.org/MOBOT/Research/madidi/pdf/03Estratificacin40-3\(1\).pdf](http://www.mobot.org/MOBOT/Research/madidi/pdf/03Estratificacin40-3(1).pdf)
- Lambin, E. y Meyfroidt, P. (2009). Land use transition: socio ecological versus socio economic change. Department of Geography. University of Louvain. Belgium. *Land Use Policy* (27).108-118.
- Lopez, R. y Pastrana, J. (2015). Estudio del cambio de la cobertura de suelo en el volcán Azufral departamento de Nariño – Colombia período: 1987-2010 (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Martin PA, Newton AC, Pfeifer M, et al (2015). Impacts of tropical selective logging on carbon storage and tree species richness: A meta-analysis. *For Ecol Manage* 356, 224 - 233. Doi: 10.1016/j.foreco.2015.07.010
- 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.
- Merlotto, A., Piccolo, M. C., Bértola, G. R. (2012). Crecimiento urbano y cambio del uso/ cobertura del suelo en las ciudades de Necochea y Quequén, Buenos Aires. *Revista de Geografía Norte Grande*, 53, 159 – 176.
- Ministerio de ambiente, DNP y UPA, (1996). *Conpes 2834. Política de Bosques*. Recuperado de <http://www.páramo.org/portal/node/382>
- Ministerio de Ambiente. (2008). *Resolución número 769 del 2002*. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002resolucion769.pdf>
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Declaratoria del Parque Natural Regional de Paja Blanca, en Nariño, significa proteger, cuidar y conservar los ecosistemas*. Recuperado de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-asuntos-ambientales/1815-declaratoria-del-parque-natural-regional-de-paja-blanca-en-narino-significa-proteger-cuidar-y-conservar-los-ecosistemas-ministro-vallejo>
- Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). *Resolución número 769 de 2002*. Recuperado de <http://corponarino.gov.co/expedientes/juridica/2002resolucion769.pdf>
- Ministerio del Interior y de Justicia. (2011) *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial*. Recuperado de https://www.mininterior.gov.co/sites/default/files/noticias/cartilla_ley_organica_de_ordenamiento_territorial.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2018, 21 de junio). *Frontera agrícola nacional: la cancha del sector agropecuario para el desarrollo rural sostenible*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/-Frontera-agr%C3%adcola-nacional-la-cancha-del-sector-agropecuario-para-el-desarrollo-rural-sostenible-.aspx>
- Molina, G. y Albarrán, A. (2013). Análisis multitemporal y de la estructura horizontal de la cobertura de la tierra: Parque Nacional Yacambú, estado Lara, Venezuela. *Cuadernos de geografía*, 2 (1), 25-40.
- Morales-Betancourt, J. y Estévez-Varón, J. (2006). El páramo: ¿ecosistema en vía de extinción? *Revista Lunazul*, 22, 1-13. Recuperado de <https://isfcolombia.uniandes.edu.co/images/documentos/páramoextinsion.pdf>

- Morales-Hernández J. y Carrillo-González F. (2016). Cambio de cobertura vegetal en la región de Bahía de Banderas, México. *Revista Facultad de Ciencias, universidad Nacional*, 38(1), 17 – 29. Doi: 10.15446/esrj
- Moscoso, C. (2007). Cambios en los usos y coberturas de suelo y sus efectos sobre la escorrentía urbana. Valparaíso y viña del mar, período 1980-2005. (Tesis de pregrado). Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- Muñoz- Guerrero D. A. (2017). Transformaciones y prospectivas del paisaje en el páramo Paja Blanca, Nariño, Colombia. *Revista Perspectiva Geográfica*, 22(2), 47 – 66. Doi: 10.19053/01233769.7598
- OIMT. 2002. *Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados*. OIMT – Serie de políticas forestales no 13
- 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-versión 2. Roma, Italia: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2010). *Evaluación de los recursos forestales mundiales*. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-am665s.pdf>
- Palacios, E. (2015). *Análisis multitemporal de los cambios de la cobertura boscosa en la zona pacífico norte del departamento del Chocó, 1990 – 2014* (Trabajo de grado para optar al título de especialista). Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.
- Perdomo, J. (2017). *Estudio multitemporal de la dinámica de transformación de la cobertura por crecimiento urbano, de la localidad de suba, Bogotá, D.C. periodo 1998 – 2014* (Tesis de especialización). Universidad de Santo Tomas, Bogotá, Colombia.
- Paz, R. Lipshitz, H. Zerda, H. Tiedeman, J. (2015). Estructura agraria, áreas de concentración de la agricultura familiar y procesos de expansión de la frontera agropecuaria en Santiago del Estero, Argentina. *Revista Nera*, 18(27), 259-279.
https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/56727/CONICET_Digital_Nro.ff30fe65-5df1-41b1-bb25-13c4bece719e_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Pinza, C. y Leyton M. (2017). *Cambios en la cobertura del suelo en el volcán Galeras; departamento de Nariño, periodo 1989 – 2015* (Tesis de pregrado). Universidad de Nariño, San Juan de Pasto, Colombia.
- Rangel, CH. O. (2000) *Diversidad Biótica III. La Región de vida paramuna*. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.
- Restrepo, I.C, Aldana, A.M. & Stevenson, P.R. (2016). Dinámica de bosques en diferentes escenarios de tala selectiva en el Magdalena medio (Colombia). *Colombia Forestal*, 19(2), 195-208.
- Rivera, D. y Rodríguez, C. (2011). *Guía divulgativa de criterios para la delimitación de páramos de Colombia*. Recuperado de http://www.humboldt.org.co/images/Atlas%20de%20páramos/Guia_delimitacion_páramos.pdf
- Rodríguez, L. E. (2020,07,11). Peligro de importación masiva de papa congelada de baja calidad. *Caracol Radio*. Recuperado de <http://www.caracolradio.co.co>
- Rodríguez, N., Pabón, J., Bernal, N., y Martínez. (2010). Cambio climático y su relación con el uso de suelo en los Andes colombianos. *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia y Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e investigación*. Bogotá, D.C, Colombia. 80p.

- Romero, J. (2012). *El bosque Alto-Andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia
- Rojas, L. (2015). *Análisis cambio de cobertura y uso de suelo en los periodos 2002 – 2012 en el municipio de Mocoa, Putumayo* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Abierta y a Distancia y Escuela de Ciencias Agrícolas Pecuarias y del Medio Ambiente, Pitalito, Colombia.
- Ruiz, V., Save, R., y Herrera A. (2014). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflores Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011. *Revista Científica de FAREM-Estelí. Medio ambiente, tecnología y desarrollo humano*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/287537787_Análisis_multitemporal_del_cambio_de_uso_del_suelo_en_el_Paisaje_Terrestre_Protegido_Miraflores_Moropotente_Nicaragua_1993_-_2011
- Sabattini, J. A. y Sabattini, R. A. (2018). Sucesión vegetal y restauración ecológica. *Revista científica agropecuaria*, 22 (1 – 2), 31 – 53.
- Santos González, Arellano, Estrada Lugo, Erin, & Rivas Lechuga, Gerardo. (2012). Uso de la leña y conservación del bosque en el volcán Huitepec, Chiapas, México. *Liminar*, 10(1), 138-158. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S166580272012000100010&lng=es&tlng=es
- Sarukhán, J. (2005-2010). Monitoreo de la cobertura del suelo. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/cobertura_suelo/index.html
- Scanterra. (2015). *Análisis multitemporal*: scanterra.com. Recuperado de http://www.scanterra.com.ar/conozca_mas.html
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2015). *Leyenda de usos agropecuarios del suelo a escalas mayores a la escala 1:25000*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. (2018). *Identificación general de la frontera agrícola en Colombia a escala 1:100000*.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). *Metodología para la identificación general de la frontera agrícola en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia
- Universidad de Nariño e Instituto Alexander von Humboldt. (2015). *Estudio Técnico, Económico, Social y Ambiental para la Identificación y Delimitación a escala 1:25.000 del Complejo de Páramos Chiles-Cumbal* https://drive.google.com/file/d/0B2IWOi9_JmiHTUFaaVR0UHliVG8/view
- Van Der Hammen, T. (1998). *Plan ambiental de la cuenca alta del río Bogotá*. Recuperado de <http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/33796/28263.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta biológica colombiana*, 16 (2), 221 – 246.
- Veloza, J. (2017). *Análisis multitemporal de coberturas y uso del suelo de la Reserva Forestal Protectora- Productora “Casablanca” en Madrid Cundinamarca entre los años 1961 y 2015: Aportes para el ordenamiento territorial municipal*. (Tesis de especialidad). Universidad Distrital Francisco José de Caldas – Centro de Investigación y Desarrollo en Información Geográfica, Bogotá, Colombia.

Verdezoto, V. y Viera, J. (2018). Caracterización de Sistema de Producción Agropecuarios en el proyecto de riego Guarguallá – Licto, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo. *Ciencias Agrarias*, 11(1), 45 – 53. DOI: <https://doi.org/10.18779/cyt.v11i1.198>

Anexos

Anexo 1. Formato de entrevista semiestructurada dirigida a la población y entidades del área de estudio.

Entrevista dirigida a población de los siete municipios que hacen parte del área de influencia del PNR Páramo de Paja Blanca

Nombre: _____

Edad: _____ **Lugar de residencia:** _____

Celular (opcional): _____ **Ocupación:** _____

Correo electrónico (opcional): _____

Fecha: _____ **Lugar de la entrevista:** _____

Preguntas entrevista Paja Blanca

1. ¿Hace 15 años (2005) a qué se dedicaban estas tierras? Si hubo cambios, ¿por qué se presentaron estos cambios?

2. En las partes donde hay cultivos ¿Con qué frecuencia se hace la rotación y qué tipo de cultivos se siembran?

3. ¿Se han presentado programas de reforestación, restauración o conservación después de que el páramo se declaró como área protegida? Descríbalos

4. ¿Por qué se presenta la tala del bosque en esta área?

5. ¿Qué impactos ha tenido CORPONARIÑO en cuanto a la conservación del páramo?

6. ¿Cuál es su opinión acerca de la conservación de bosques? ¿Es importante? ¿Por qué?

7. ¿Cuáles actividades económicas le dejan mayores ingresos a la familia?

Anexo 2. Diferencia en hectáreas para coberturas del suelo en el periodo 2005-2020

AÑO 2020		AÑO 2005		
Código	Área (ha)	Código	Área (ha)	Diferencia
TUc	161,3	TUc	91,2	70,1
TUd	37,7	TUd	14,2	23,5
API	442,9	API	649,9	-207
AHm1	1.077	AHm1	583,2	494
AHm2	11.528,5	AHm2	12.285,2	-756,7
AHm3	421,2	AHm3	169,3	251,9
BBdb1	1.602,7	BBdb1	2.090,3	-487,6
BBf1	804,2	BBf1	271,5	532,7
BBf2	89,1			
BBr	92,3	BBr	100,4	-8,1
BHh1	531,9	BHh1	609,4	-77,5
BHh3	72,5	BHh3	66,5	6
BHad	337,9	BHad	397,1	-59,2
Bham	10,9			
BHsb	118,1			
Sal	0,2	Sal	0,2	IGUAL
TOTAL	17328,4	TOTAL	17328,4	

Anexo 3. Diferencia en hectáreas para el uso del suelo en el periodo 2005-2020

AÑO 2020		AÑO 2005	
Uso del suelo	Área (ha)	Uso del suelo	Área (ha)
Residencial, comercial	199	ReCo	105,4
Pecuario	442,9	Pe	649,9
Agrícola	1.077	Ag	583,3
Agropecuario	11.528,5	Agp	12.285,2
Agroforestal	1.225,4	Agf	541,2
Forestal	2.855,6	Fo	3.163,4
Total	17328,4	Total	17328,4

Anexo 4. Cuantificación de los cambios por municipio.

Municipio	Área por municipio (ha)	Porcentaje
Sapuyes	806,7	20%
Pupiales	745,7	18%
Iles	715,9	17%
Ospina	577,2	14%
Gualmatán	513,6	13%
Guachucal	480,2	12%
Contadero	255,7	6%
TOTAL	4095	100%