

ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL EN EL PÁRAMO DE PAJA BLANCA, DEPARTAMENTO DE NARIÑO, PERIODO 1991 –2017.

MULTITEMPORAL ANALYSIS OF VEGETABLE COVERAGE IN THE PÁRAMO DE PAJA BLANCA, DEPARTMENT OF NARIÑO, PERIOD 1991-2017.

Autor 1. Juliana Jean Manchabajoy Manchabajoy
Autor 2. Manuel Francisco Polanco Puerta

¹ *candidata a Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Universidad de Manizales, Manizales, Colombia. ORCID: 0000-0002-9723-3366*

² *doctor en Desarrollo Sostenible Economía, Sociedad y Medio Ambiente, Universidad Católica Santa Teresa De Ávila, Castilla, España. ORCID: 0000-0002-4810-0081*

¹ *jjmanchabajoy82515@umanizales.edu.co*
² *mpolanco@umanizales.edu.co*

Resumen

Contextualización: El páramo de Paja Blanca es uno de los ecosistemas más importantes del departamento de Nariño, Colombia y hace parte de la zona fisiográfica conocida como Nudo de los Pastos. Constituye un área estratégica para las diferentes especies animales y vegetales de la región Andina, así como para las comunidades asentadas en esta zona. Su área de influencia comprende siete municipios, donde confluyen microcuencas que abastecen a los acueductos locales.

Vacío de conocimiento: es necesario identificar los cambios que ha sufrido la cobertura vegetal en el Páramo de Paja Blanca, obteniendo de información clara y precisa sobre el estado de las coberturas vegetales, clasificándolas y determinando las repercusiones de la acción humana sobre este medio.

Propósito del estudio: los objetivos específicos fueron: Identificar las causas y factores que han incidido en los cambios de cobertura vegetal ocurridos en la zona de estudio. Analizar los cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos en el período 1991-2017, en el área de estudio y su influencia en el manejo y conservación de los ecosistemas presentes por las comunidades que lo habitan y proponer estrategias alternativas de Desarrollo en el Ámbito Social y Ambiental para el Páramo de Paja Blanca.

Metodología: se aplicó la metodología Corine Land Cover – Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra, que propone un sistema de clasificación con categorías jerárquicas definidas conformes con las condiciones del territorio Nacional. Adicionalmente se utilizó información secundaria, cartografía y productos de sensores remotos los cuales fueron procesados con herramientas de SIG.

Resultados y conclusiones: se identificó que, los cambios más significativos se evidencian, en la disminución del área de bosques incrementando el área de mosaico de pastos. Lo que ha causado cambios sustanciales en los niveles estructurales y funcionales del paisaje, alterando los patrones de la vegetación y la geometrización del territorio, expresadas en la fragmentación y reducción de los ecosistemas naturales y la sustitución total o parcial por cultivos y pasturas.

Palabras clave: análisis multitemporal, cobertura vegetal, deforestación, ecosistema, páramo, SIG, teledetección.

Abstract

Contextualization: The Paja Blanca paramo is one of the most important ecosystems in the department of Nariño, Colombia and is part of the physiographic zone known as knot of the Pastos. It constitutes a strategic area for the different animal and plant species of the Andean region, as well as for the communities settled in this area. Its area of influence includes seven municipalities, where micro-basins that supply local aqueducts converge.

Knowledge gap: it is necessary to identify the changes that the vegetation cover has

undergone in the Paramo of Paja Blanca, obtain clear and precise information on the state of the vegetation cover, classify them and determine the repercussions of human action on this environment.

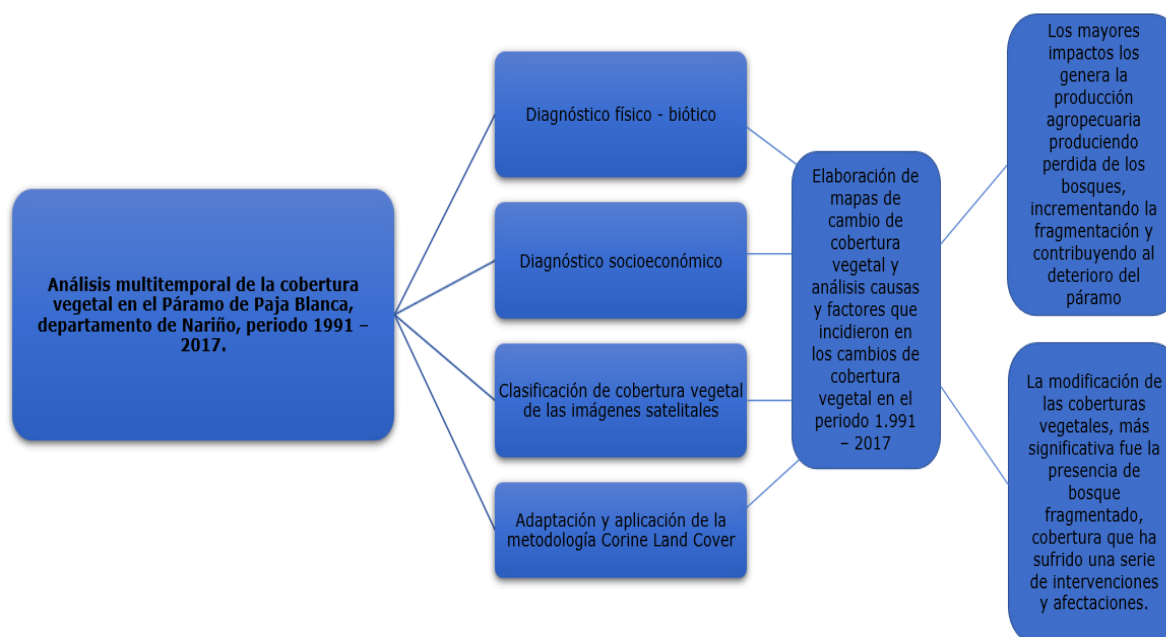
Purpose of the study: the specific objectives were: Identify the causes and factors that have influenced the changes in vegetation cover that occurred in the study area. Analyze the changes in land cover and use that occurred in the period 1991-2017, in the study area and their influence on the management and conservation of the ecosystems present by the communities that inhabit it and propose alternative Development strategies in the Social Field and Environmental for the Paramo of Paja Blanca.

Methodology: the Corine Land Cover methodology - National Land Cover Legend was applied, which proposes a classification system with defined hierarchical categories in accordance with the conditions of the National territory. Additionally, secondary information, cartography and remote sensing products were used, which were processed with GIS tools.

Results and conclusions: it was identified that the most significant changes are evidenced in the decrease in the area of forests increasing the mosaic area of pastures. This has caused substantial changes in the structural and functional levels of the landscape, altering the vegetation patterns and the geometrization of the territory, expressed in the fragmentation and reduction of natural ecosystems and the total or partial replacement by crops and pastures.

Keywords: multitemporal analysis, vegetation cover, deforestation, ecosystem, paramo, GIS, remote sensing.

Resumen gráfico



Introducción

Los páramos son ecosistemas de gran importancia a nivel mundial, un alto porcentaje de ellos se encuentran en la cordillera de los Andes y en Colombia ocupan una superficie cercana al 3% del área continental del territorio nacional, representando el 50 % de los páramos del mundo. (Sarmiento, C. et al 2013). Los páramos colombianos se distinguen por su oferta de servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad, la provisión de hábitats para distintas especies, la regulación hídrica, la absorción de carbono. En este sentido, este tipo de ecosistemas poseen la mayor diversidad y los más altos niveles de endemismo vegetal creando espacios de infinita riqueza. De igual manera, el potencial de regulación hídrica del páramo se relaciona con su alta capacidad de retención de agua debido a su vegetación, alcanzando en condiciones de saturación los 80-90 %. Buytaert, W. (2004).

Teniendo en cuenta lo anterior, el páramo de Paja Blanca en el departamento de Nariño cobra gran importancia por sus procesos de conectividad y funcionalidad que hacen que sea un ecosistema único en la zona andina. Sin embargo, este ecosistema no ha sido ajeno a la intervención del ser humano Cabrera, M y Ramírez, W. (2014) sostienen al respecto que el incremento de las actividades antrópicas en los páramos ha sido reportado desde mucho tiempo atrás, y que en la actualidad los mosaicos de pastos y cultivos es el tipo de cobertura de uso antrópico que más predominan en los páramos colombianos.

Corponariño (2010) afirma que en el páramo de Paja Blanca son 113 hectáreas que se deforestan anualmente y que a pesar de que esta entidad ha realizado tres planes de

manejo diferentes, y ha venido implementando desde 1997 diversos mecanismos encaminados a detener el avance del sector agropecuario, estos no han dado grandes resultados. Cabe anotar entonces, que pese a los entes de control y a la normatividad existente, estos ecosistemas siguen siendo intervenidos de manera abrupta, por lo cual se hace necesario investigar y genera información que contribuya a su uso sostenible.

En tal sentido, esta investigación se definió como objetivo principal: determinar cuáles son los cambios en la cobertura vegetal en el páramo de Paja Blanca, ocurridos durante el periodo 1991 – 2017. Del mismo modo, se plantearon tres objetivos específicos el primero identificar las causas y factores que han incidido en los cambios de cobertura vegetal ocurridos en la zona de estudio, el segundo determinar los cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos en el período 1991-2017 y por último proponer estrategias alternativas de Desarrollo en el Ámbito Social y Ambiental para el Páramo de Paja Blanca.

Por lo tanto, el análisis multitemporal en el páramo de Paja blanca se hace fundamental, ya que permite identificar, los cambios más representativos de la cobertura vegetal en la escala de tiempo determinada, lo que provee información valiosa para los siete municipios de los cuales hace parte este páramo, como también insumos para posteriores estudios.

Materiales y métodos

El páramo de Paja Blanca se encuentra ubicado en la vertiente Andino Amazónica en el departamento de Nariño, con un área de 4.634 hectáreas se ubica en la parte central del nudo de los Pastos entre las coordenadas 0° 50'-1° 06' de latitud norte y 77° 45'-77° 25' de longitud oeste. Presenta una distribución altitudinal entre los 3000 y 3600 m s. n. m. y cubre los sectores altos de los municipios de Pupiales, Sapuyes, Ospina Iles, Guachucal, Contadero y Gualmatán (Corponariño, 2010). Ver figura 1.

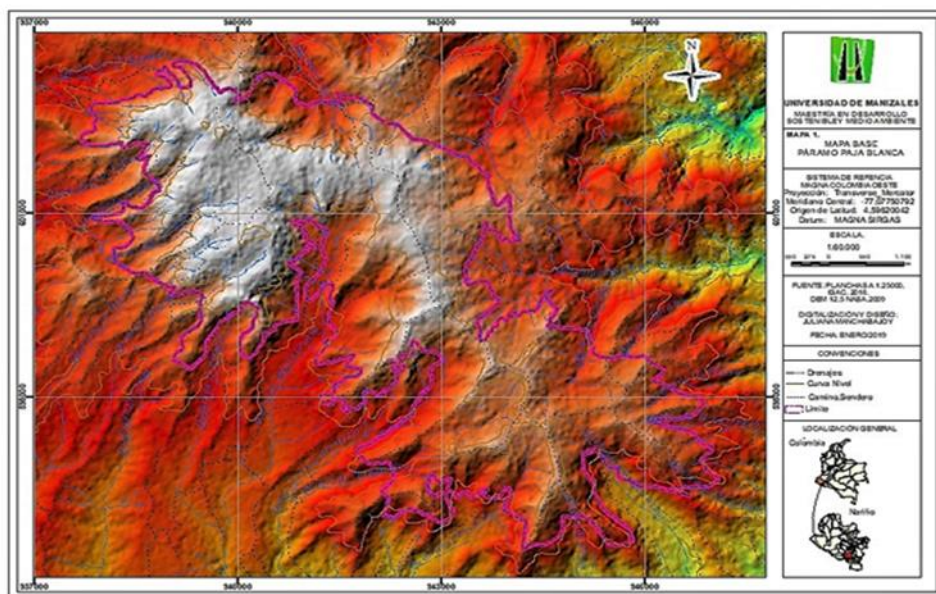


Figura 1. Mapa base páramo de Paja Blanca. Departamento de Nariño. Colombia. Fuente: elaboración propia.

Fuentes de información

Se realizó la revisión de información secundaria relacionada con las características socioeconómicas y físico-bióticas del área de estudio. Esto permitió el reconocimiento del área a partir de fuentes secundarias como: esquemas de ordenamiento territorial de los siete municipios, investigaciones, planes de manejo, planes de desarrollo, cartografía, entre otros. De igual manera, se identificó y recopiló información cartográfica básica, temática, y de sensores remotos. En lo relacionado a cartografía básica, se trabajó con planchas topográficas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en formato análogo y digital a escala 1:25.000, fundamentales para delimitar del área de estudio e identificar elementos geográficos como: red de drenaje, topografía, red vial, centros poblados y toponimias.

Adicionalmente, se complementó la información, tomando como referencia las bases cartográficas oficiales de los municipios ubicados en el área de influencia del Páramo de Paja Blanca. La mapificación y actualización de la red de drenaje y curvas de nivel, se realizó teniendo en cuenta la delimitación del área de estudio. En la Tabla 2 se relacionan las planchas utilizadas durante el proceso.

Tabla 1. Planchas cartográficas de la zona de estudio.

Número de plancha	Cantidad
428 IV-D	1
429 III-C	1
447 II-B	2
447 II-D	1
448 I-A	1

Fuente de consulta: Elaboración propia

Técnicas de análisis

Se utilizaron imágenes satelitales disponibles al público en las diferentes páginas web, donde se logró identificar aquellas que cumplían con las condiciones de trabajo necesarias y realizar su descarga. En este sentido, se trabajó con imágenes de satélite Landsat, para el año 1991 se descargó la imagen Landsat 5, a través de la plataforma Global Visualization Viewer (GLOVIS) y para el periodo 2017, se descargó la imagen Landsat 8 en la plataforma United States Geological Survey (USGS). Posteriormente se realizó la rectificación de imágenes, lo cual permitió proyectar los datos presentes en el plano, a través un sistema de proyección cartográfica, asignando las coordenadas planas Magna Colombia Oeste, que fueron utilizadas para esta investigación.

Así mismo, para la corrección de corrimiento entre imágenes, se realizó la descarga del modelo de elevación digital – DEM, la cual se realizó en el portal de datos de la Instalación de Satélites de Alaska, para descargar las imágenes de teledetección de la Tierra. Esto con el fin de complementar información de las propiedades de la superficie en la zona estudiada; para lo cual se tuvo en cuenta una resolución de 30.00 metros, realizando el acoplé de las dos imágenes en el programa Erdas 2014, con el fin de que estas tuvieran la misma resolución para ser trabajadas durante el análisis posterior.

Resultados y Discusión

Componente Socioeconómico: Tomando como base el último Censo realizado por el Departamento Nacional de Estadística - 2018, la población asentada en los siete municipios integrantes del Páramo de Paja Blanca asciende a 72.984 habitantes, de los cuales 18.993 correspondientes a las cabeceras municipales y el 53.991 a la población de centros poblados y rural disperso. Los municipios con mayor población asentada en el sector rural son Cumbal, Túquerres, Santacruz, Pupiales y Guachucal. Se estima que el 8.57% del total de habitantes de los 14 municipios que tienen territorios en los páramos del sur occidente colombiano. Pupiales, es el municipio con mayor presencia de población asentada en el páramo con un 30%, seguido de Gualmatán y Ospina con un 17.2% y 14.9%, respectivamente. Corponariño (2010).

La vocación de la población asentada en el área de influencia del Páramo de Paja Blanca, es eminentemente agrícola donde el 27,1% corresponden a praderas permanentes destinadas a la ganadería para la producción lechera, ganado de levante, de engorde, o para el mantenimiento del ganado ovino entre otros. Por otro lado, se encuentra que el 52,04% está destinada a la producción agrícola, de estas el 20% se encuentran en continua rotación de cultivos agrícolas combinados con pastos mejorados. Entre los principales productos agrícolas están la papa en primer renglón, en segundo renglón los cereales trigo y cebada, en un tercer renglón encontramos el maíz y el frijol, y por último están los ullucos, habas y ocas. Corponariño (2006).

Espiritualidad del páramo. Paja Blanca significa tradición, cultura, vida, imaginación, que han llevado a generar toda una historia mítica alrededor del páramo donde los seres imaginarios o no, seres espirituales que viven en él, que lo habitan, tienen una razón fundamental: cuidar de la naturaleza, hacer reaccionar al hombre para que no la dañe; por ejemplo, como lo comenta un poblador de Pupiales, citado por Castaño, C. (2002).

En los planes de vida de los asentamientos indígenas de las diferentes poblaciones al rededor del páramo de Paja Blanca, y en general en el Plan de Vida del Pueblo de los Pastos se contempla "como una misión el fortalecer y restaurar la biodiversidad del páramo y la diversidad de la cultura del pueblo de los Pastos, a través de las acciones e ideas que redunden en buscar y lograr un equilibrio entre el ser humano y la naturaleza como expectativa de vida, en el cual converjan todos desde el niño hasta el anciano, desde el campesino o indígena poblador hasta los estudiados.

Componente Biofísico: la riqueza en flora y fauna en el páramo de Paja Blanca hacen que sea un ecosistema estratégico por la oferta de servicios ecosistémicos. En tal sentido, este componente describe los aspectos principales como: geología, climatología y suelos. Para esto fueron consultadas en estudios relacionados con la localización del área y las variables a caracterizar, por lo cual, se tomó gran parte de la información presentada en el estudio "estado del arte de la información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño. CORPONARIÑO. (2007).

Geología descriptiva. En relación con los eventos volcánicos, según Murcia y Cepeda (1991), referenciados por Servicio Geológico Colombiano (2003), "definen un cráter antiguo en la cumbre del Cerro Paja Blanca. Los productos volcánicos de este edificio se extienden hacia el suroeste, hasta el caserío de Chiles Bajo (Pupiales), donde se pueden

apreciar los flujos de lava más lejanos del edificio volcánico, que corresponden a la base del antiguo cono y hacia el norte (vereda Casa Fría), se pueden encontrar algunos afloramientos de lavas que se extienden hasta la cabecera municipal de Sapuyes donde encontramos un suelo compuesto, donde se alternaron flujos de lavas con flujos piroclásticos. Las lavas predominan en el flanco occidental del edificio volcánico formado debido a continua y sucesiva acumulación de este material en los alrededores de la zona de emisión, para el caso cráter antiguo en la cumbre del Cerro Paja Blanca.

Suelos. Según estudio de Estudio general de suelos y zonificación de tierras del departamento de Nariño-2004, realizado por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi. El páramo Paja Blanca se encuentran 25 asociaciones de suelos, que se caracterizan por ser resultado de cenizas volcánicas, de formación andesíticas, profundos, de capas de espesor variable, que presentan diferentes tipos y formas de relieve, resultado de fuerzas tectónicas, de gran actividad volcánica y de acción climática de los períodos húmedos del Cuaternario. Dentro del páramo estudiado se presentan dos clases agroecológicas la Clase IV con el 32.6 % que corresponde a suelos con algunas limitaciones para la explotación agropecuaria; se localiza en la vereda Nariño, municipio de Ospina, son suelos superficiales, con pendientes pronunciadas, con baja capacidad de retención de agua, susceptibles a erosión y la clase VII con el 63,71% suelos escarpados, pronunciados, superficiales; se presentan en la zona de Páramo, en el Común, Imbula Grande, El Gualte, La Campana, Gavilanes, Santa Lucía en el municipio de Pupiales; Chutáis y La Floresta en El Contadero; La Floresta en Sapuyes y Consuelo de Chillanquer en Guachucal.

Climatología. El páramo de Paja Blanca, se encuentra en la zona correspondiente al clima muy frío y húmedo, la fluctuación anual de la temperatura es baja, no varía más de 1,5 °C durante el año; se observa un régimen con un mínimo bien marcado entre julio y agosto y unos máximos variables entre octubre y mayo, debido a que las temperaturas más bajas se presentan a mitad de año; incluso se presentan heladas debido a la excesiva disminución de la temperatura en el suelo, condiciones tendientes hacia la sequedad que pueden afectar ocasionalmente la disponibilidad hídrica del páramo, especialmente en su flanco suroriental (Corponariño -Universidad de Nariño, 2007).

El régimen pluviométrico para el área, está caracterizado por un comportamiento de tipo bimodal con dos periodos lluviosos y dos secos durante el año; en donde la primera época de lluvias es entre marzo y mayo y la segunda se presenta entre los meses de octubre y diciembre, siendo esta más intensa que la primera. Así mismo, el periodo seco de mitad de año, junio - septiembre, es más fuerte y largo que el de enero - febrero, evidenciándose la influencia de la zona de convergencia intertropical (ZCIT) en el área.

Hidrografía. Se destacan 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. Se benefician de este recurso de ahí que se considere al Páramo de Paja Blanca como una estrella hídrica de gran relevancia en el sur del departamento de Nariño. Con relación a la fisiografía de la zona, ésta es de tipo montañoso con laderas, escarpadas y cimas alargadas, que se distribuyen entre los 3.200 y 3.600 m. Se observan sistemas de lomeríos y colinas, caracterizadas por presentar un relieve suave y ondulado, especialmente hacia los flancos occidental y sur del Páramo de Paja Blanca. Estas geoformas, se han desarrollado sobre antiguos flujos de lava de tipo andesítico cubiertos por gruesas capas de materiales piroclásticos. (CORPONARIÑO- POMCA 2017).

Cambios de cobertura y uso del suelo ocurridos en el período 1991-2017.

Se caracterizo las coberturas vegetales presentes en la zona de estudio durante el periodo establecido 1991-2017. Teniendo en cuenta la información primaria y secundaria recolectada previamente, se realizó una descripción de las categorías conforme a la aplicación y adaptación de la metodología Corine Land Cover para Colombia. A continuación, se describen de manera general las coberturas identificadas.

Cobertura Vegetal Año 1991

El páramo de Paja Blanca debido a su ubicación geográfica cuenta con vegetación y fauna endémica y aunque se encuentra inscrito dentro del complejo de páramos suroccidentales del departamento de Nariño, es un sistema aislado dentro de la misma cadena de páramo, lo que ha generado características propias de la zona. Partiendo de lo anterior, la predominancia en las coberturas vegetales en el área de estudio para el año 1991, se puede apreciar en el mapa identificado como figura 2.

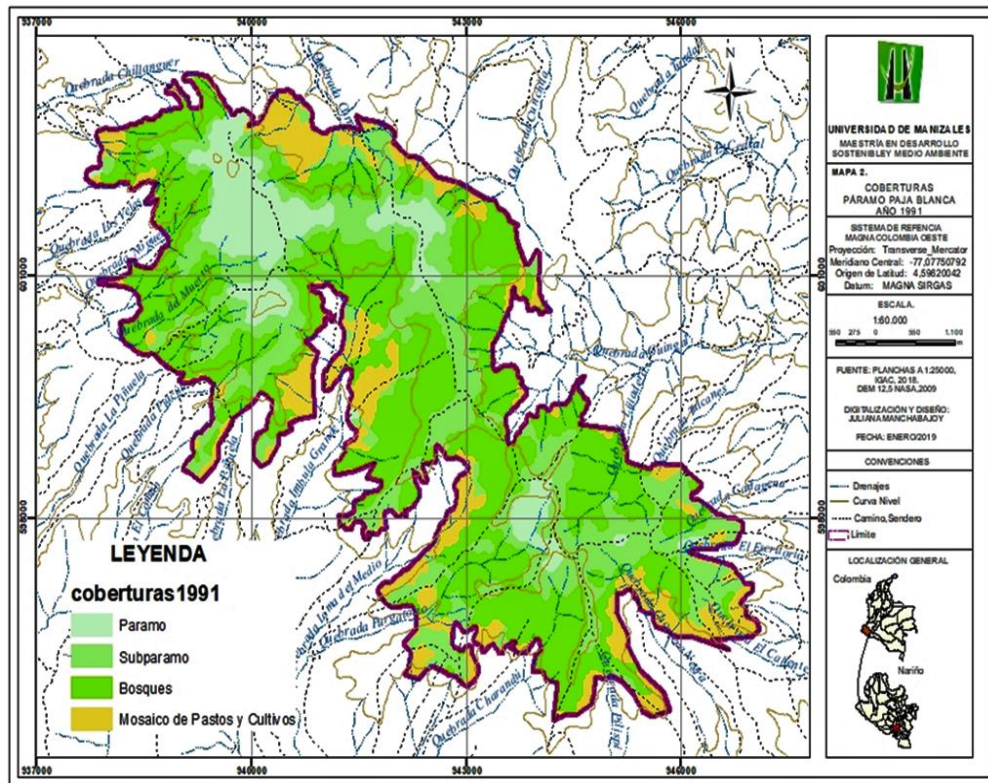


Figura 2. Mapa coberturas vegetales Páramo de Paja Blanca 1991. Departamento de Nariño-. Colombia. Fuente: elaboración propia.

Como se puede observar en la figura 2. Para esta investigación se identificaron cuatro coberturas vegetales que fueron mapeadas y se relacionan a continuación.

Tabla 2. Cobertura vegetal Paramo de Paja Blanca

Coberturas	Área total (4.634 ha)
Subpáramo	42.4 ha
Páramo	561.9 ha
Mosaico de Pastos y Cultivos	1678.7 ha
Bosque Fragmentado	2.351 ha

Fuente de consulta: elaboración propia.

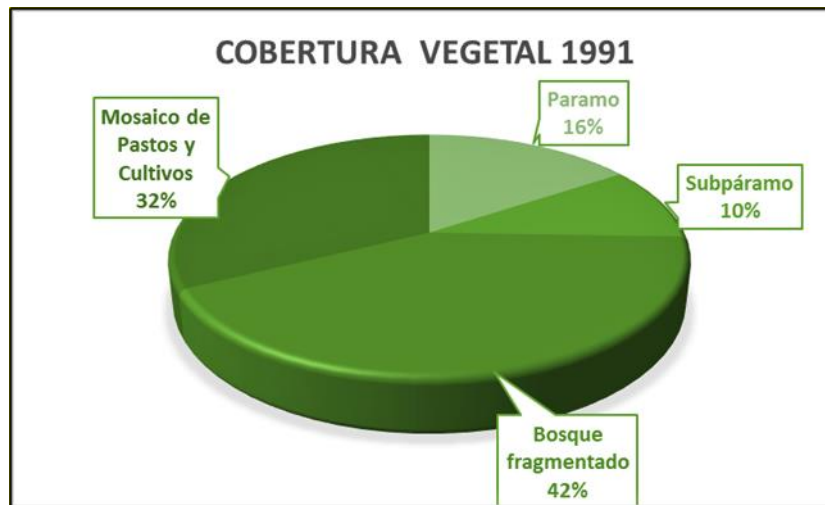


Figura 3. Porcentaje de cobertura vegetal para el año de 1991. Fuente de: elaboración propia.

La vegetación del páramo Paja Blanca, se estructura en un conjunto de cuatro tipos de formaciones vegetales. Determinadas básicamente, por el tipo y número de asociaciones vegetales locales que se puede encontrar en la zona de estudio. Estas diferencias fisonómicas encontradas, pueden deberse a la distinta exposición a vientos, radiación solar y humedad, y con ello también a cambios de temperatura, al cual la fisonomía particular puede ser una adaptación (Holdridge, 1996). Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se describirá las coberturas tomadas para el año 1991 así:

Páramo. Este tipo de cobertura está presente entre 3500 y 4.100 m.s.n.m. en la parte alta de los siete municipios que hacen parte del páramo de Paja Blanca, con un porcentaje del 16% para el año 1991. Esta unidad se caracteriza por presentar una cobertura vegetal de bajo porte que se localiza en las zonas más altas y está compuesta principalmente por rosetales, con especies de Espeletia, y los pajonales con especies de Calamagrostis y los chuscales de Chusquea tessellata, gramíneas (familia Poaceae) del tipo pajonal (Calamagrostis sp), entremezclada con plantas arroquetadas como los frailejones (Espeletia sp.) y otras especies.

Subpáramo. Este tipo de cobertura se encuentra entre 3.000 y 3.200 m.s.n.m. representan el 10 % dentro de las coberturas presentes en la zona. Respecto a las

asociaciones predominantes de características achaparradas, bosques altos dominados por especies de *Weinmannia* (Encenillos), de *Hesperomeles* (mortiños), de *Clethra*, *Hedyosmum* y de *Escallonia* (Tibarrodamonte). Dichas asociaciones aparecen dominando los paisajes de Iles, a los 3.100 m.s.n.m. En los municipios de Sapuyes, Ospina y Guachucal se manifiestan sobre los 3.500 m.s.n.m., esta franja aparece inmediatamente después del bosque alto andino, constituyéndose como el inicio de la vegetación de subpáramo.

En este tipo de cobertura, uno de los problemas es el reemplazo de áreas con vegetación de subpáramo por bosque fragmentado, debido a procesos de parametrización y cultivos transitorios de papa. Donde, la actividad antrópica es mayor entre los 2.900 y los 3.200 m.s.n.m., evidenciando la destrucción y fragmentación de hábitat. Es importante destacar que se observaron pequeños parches y relictos de bosque en medio del páramo y bordeando corrientes hídricas, los cuales conforman una red de hábitat que hacen posible el establecimiento de una gran variedad de especies vegetales y animales que contribuyen a mantener el equilibrio ecológico de la zona.

Bosque fragmentado. Este tipo de cobertura corresponde al 42%, es una de las coberturas que muestran un mayor grado de intervención, en su interior albergan segmentos de otras coberturas como pastos, cultivos, que no superan el 30% de su área total. Para este tipo de cobertura se encontró que para el año 1991 existían 2.351 ha, cifra que hace notoria el cambio de cobertura que ha sufrido este páramo.

Mosaico de pastos y cultivos. La cobertura de cultivos y pastos representan entre el 32% de su área total y el resto lo ocupan espacios naturales, como bosque relictual, bosque ripario y arbustal. Comprende mezclas mayores a 6,25 ha de pastos y cultivos anuales o transitorios con espacios naturales e Infraestructuras asociadas (viviendas, setos, vías). No comprende, espacios naturales que constituyan más del 70% de su área total. Partiendo de lo anterior para el año 1991 existían 1678,7 ha. Evidenciando el aumento de la intervención antrópica dentro del páramo, aun si ya se habían establecido algunos parámetros con el fin de velar por conservación.

Cobertura Vegetal Año 2017

El páramo de Paja Blanca por su ubicación altitudinal y debido a su sistema montañoso que va desde un piso térmico frío hasta el páramo, posee una condición especial como fuente generadora y reguladora del recurso hídrico; siendo la principal fuente de abastecimiento de los siete municipios pertenecientes a la zona de estudio. Cabe resaltar que, en particular los ecosistemas de las zonas altas de los Andes poseen un importante valor científico y regulador del clima mundial, por su flora endémica, su paisaje único, y por ser fundamentales para la regulación de la hidrología regional. Teniendo en cuenta lo anterior, para el año 2017 se realizó la clasificación de las cuatro unidades de coberturas tomadas para este estudio, con fin de identificar los cambios que han tenido durante el periodo de tiempo establecido. El mapa de cobertura vegetal para el año de 2017 Figura 4, dio como

resultado cuatro tipos de coberturas vegetales presentes en la zona de estudio, las cuales se las describe a continuación.

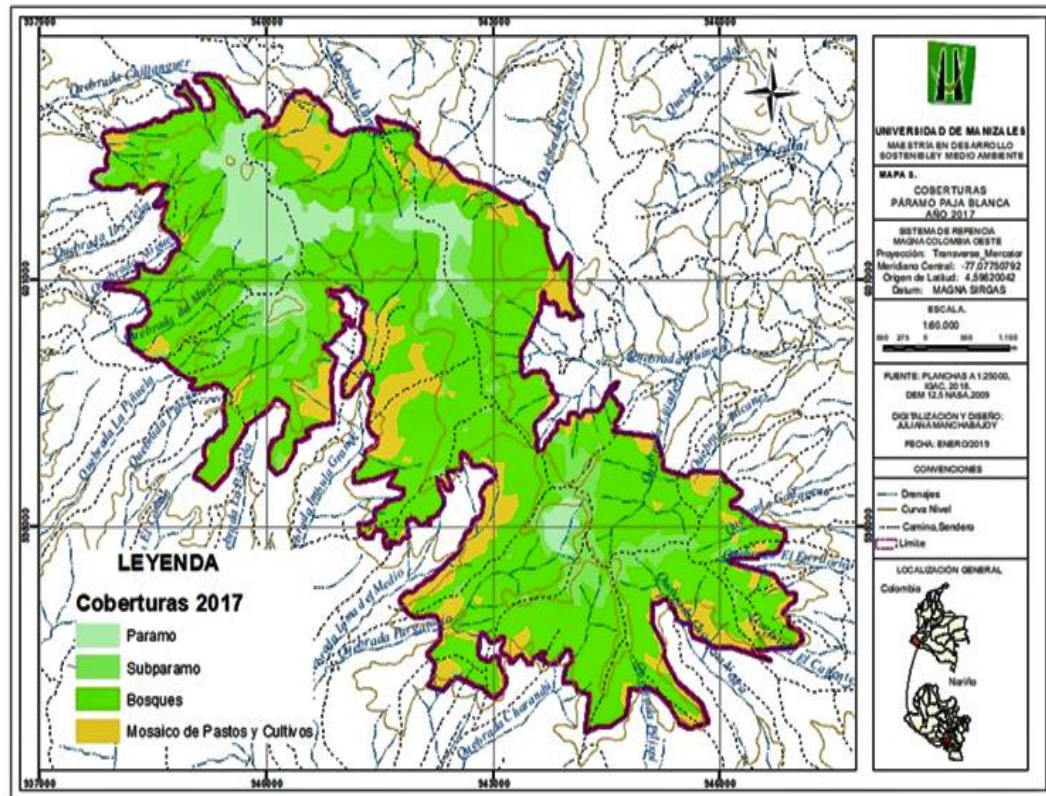


Figura 1. Mapa coberturas vegetales Páramo de Paja Blanca 2017. Fuente de: elaboración propia.

Tabla 1. Cobertura Vegetal 2017

Coberturas Vegetales	Área total (4.634 ha)
Subpáramo	74.6 ha
Páramo	563.8 ha
Mosaico de Pastos y cultivos	1.722.7 ha
Bosque fragmentado	2.363 ha

Fuente de consulta: elaboración propia.



Figura 1. Coberturas vegetales 2017. Fuente: elaboración propia. 2020

Páramo. La presencia de esta cobertura de tipo herbáceas y arbustivas, aproximadamente ocupa el 15 % de todo el territorio de Paja Blanca. Distribuidas en cuatro tipos de formaciones, cada una estas formaciones, se encuentran ubicadas en sitios distintos; encontrándose, vegetación tipo pajonal en Sapuyes, vegetación de pajonal-matorral en Pupiales y Frailejona en Gualmatán. Este tipo de cobertura vegetal no ha sufrido transformaciones o cambio hacia otras categorías o si los hubo fueron significativas. Esto quizá sea un indicador de efectividad de las gestiones adelantadas por Corponariño para la protección y conservación del páramo.

Subpáramo. Corresponde a la zona de transición entre límite de paramo y el bosque, presenta muchos arbustos y árboles bajos que proceden del bosque adyacente, entremezclados con la vegetación propia del páramo; caracterizada por su vegetación arbustiva y vegetación de tallo leñoso, dominados por familias como Asteraceae (géneros *Diplostegium*, *Pentacalia*, *Castilleja* e *Hypericum*). También en algunos casos se encuentran formas de crecimiento como el arbustal-rosetal.

Dentro de la zona de estudio, se evidencio la transición de esta cobertura ocurre abruptamente entre espesas formaciones arbustivas con los pajonales–frailejonales en el municipio de Guachucal y Gualmatán, a un gradiente suave en extensas laderas de vertientes húmedas en el municipio de Ospina e Iles. Donde predomina vegetación graminoide como las cortaderas y frailejones típicos del páramo bajo como *Espeletiosiscorymbosa*, *Paramiflosglandulosus* y *Espeletia argétea*. CORPONARIÑO. (2010).

Bosque fragmentado. Con una extensión de 2.363 ha, lo que corresponde al 43% del total de coberturas del área de estudio, es la cobertura predominante y la que ha sufrido grandes transformaciones. Caracterizada por una vegetación achaparrada, muy densa y bastante diversa con plantas de tallos retorcidos o inclinados, de madera fuerte, follaje coriáceo. Se encuentra presente en los siete municipios, siendo los municipios de Iles, Guachucal y Pupiales los de mayor afectación. Donde se encontró que se están invadiendo

los predios del páramo para cultivos agropecuarios y apertura de potreros para pastar el ganado, afectando considerablemente la producción de agua para la población de los 7 municipios que hacen parte de esta zona hídrica.

Mosaico de cultivos, pastos. Este tipo de cobertura corresponde al 34 % de las coberturas presentes. Predominante en el municipio de Iles evidenciando su vocación eminente agrícola, donde la mayoría de predio son dedicados a la producción de papa. De igual manera, esta cobertura se presenta en los municipios de Pupiales, Ospina y Contadero con presencia de cultivos de hortalizas, tubérculos y pastos dedicados a la ganadería.

Causas y Factores que Incidieron en los Cambios de Cobertura Vegetal en el Periodo 1.991 – 2017.

En lo concerniente a la problemática en el páramo de Paja Blanca, podemos evidenciar algunos de los procesos o fenómenos que han incidido en el cambio de las coberturas vegetales identificadas. Sin embargo, dichos cambios no están definidos por una causa específica como tal teniendo orígenes multicausales. En tal sentido, para esta investigación se abordaron las causas y factores que más incidencia mostraron en los procesos de cambio en la cobertura vegetal que son los siguientes:

Actividades Agrícolas: este proceso de intervención está asociado al cambio de la cobertura vegetal de mosaico pastos y cultivos, siendo el cultivo de papa seguido por tubérculos como el ulluco, la oca y el haba verde productos predominantes en los siete municipios. Este tipo de intervención en los procesos agrícolas, tienen dinámicas de acuerdo con el nivel de tecnificación, recursos disponibles, tamaño de las unidades productivas e insumos y servicios requeridos. De hecho, Hofstede (2001) considera que los cultivos en el páramo causan el mayor impacto en el suelo, que se da desde la preparación del terreno; se elimina toda la vegetación y se voltea el suelo, éste se seca superficialmente y los nutrientes se liberan.

Así mismo, las condiciones climáticas hacen que sea un territorio clave para estos cultivos, ideales para la producción y el almacenamiento de semilla libre de plagas. Sin embargo, las prácticas agrícolas que inician con la preparación del terreno incluyendo la tumba y quema de la vegetación natural constituye uno de los efectos negativos en el páramo, puesto que esto seguido de un primer arado rompe la estructura de la capa superficial del suelo. Adicionalmente, el cultivo de la papa utiliza una gran cantidad de insumos como pesticidas, herbicidas, y fertilizantes que generan contaminación de suelos y aguas.

Actividades pecuarias: esta cobertura surge como resultado de dos tipos de acciones inducida, cuando los pobladores adecuan el suelo para su producción y cuando interfieren factores climáticos como: temperatura, precipitación y humedad; y especialmente el fenómeno del Niño que, en diferentes épocas del año, afectan aquellas coberturas asociadas con la producción agrícola y dan paso a grandes extensiones de pastizales o

praderas. Destinada al desarrollo de actividades netamente pecuarias, siendo la ganadería la actividad predominante en los siete municipios del páramo de Paja Blanca con mayor presencia en el municipio de Guachucal que posee grandes extensiones de pastizales dedicadas exclusivamente a la ganadería siendo destacado por la producción de leche del departamento. Se considera que no es posible una actividad ganadera económicamente rentable en el páramo, puesto que la productividad del ecosistema es muy baja debido a que las especies de pastos naturales tienen poco valor nutritivo y se necesitarían grandes extensiones para que pudiera existir una ganadería intensiva lo que termina por afectar drásticamente el suelo.

Las prácticas utilizadas tradicionalmente para mejorar la actividad pecuaria se inician con la tala y quema de la vegetación, para aprovechar los rebrotes tiernos, con lo cual la matriz del paisaje se modifica y queda predominando un estrato rasante compuesto por gramíneas. Una de las especies que más sufre es el frailejón, puesto que al quemar la necromasa adherida a su tronco se impide la transferencia de los nutrientes de las hojas marchitas y en descomposición hacia los tejidos en crecimiento y se les quita la cobertura que les posibilita soportar las heladas y las fuertes oscilaciones de temperatura entre el día y la noche.

Otra de las consecuencias de la ganadería extensiva es el pisoteo permanente del ganado sobre el suelo genera erosión laminar y fragmentando cada vez más los suelos, esto debido a que las pesuñas del ganado producen huecos en la superficie, forman grandes charcos que perturban totalmente la micro topografía del suelo y producen líneas de terracedo, compacta el suelo, de tal forma que se impide la sucesión natural de la vegetación y se afectan los procesos de descomposición de la materia orgánica y la respiración del suelo.

Actividades Agropecuaria: la combinación simultánea de actividades agrícolas y pecuarias que comprenden diferentes procesos en el tratamiento del suelo para la siembra de cultivos y el pastoreo de ganado, han generado coberturas de mosaicos de pastos y cultivos de piso térmico frío. El sistema de producción de agricultura monocultivos de papa, principalmente y ganadería extensiva con uso de las quemadas controladas busca despejar las zonas para el cultivo o para obtener rebrotes para el ganado, impactando negativamente las comunidades vegetales, las cuales son reemplazadas por otra vegetación compuesta de pequeñas hierbas rasantes formadoras de tapetes y gramíneas resistentes tanto al pisoteo como al ramoneo del ganado (Vargas 2002). En este sentido, el desarrollo de esta intervención se debe a que muchos de los campesinos asentados en la zona buscan, la ampliación de las unidades productivas con el fin de que la parte agrícola sirva como un complemento a la actividad ganadera o viceversa, permitiéndoles mejorar su economía.

Deforestación: este es quizá una de las problemáticas más preocupante dentro del Páramo de Paja Blanca, se presenta en suelos jóvenes poco profundos con bajas coberturas vegetales y pendientes superiores al 25%. Las causas directas de la deforestación, se relacionan con actividades humanas que afectan directamente el medio natural (Geist, H y Lambin, E 2001). En tal sentido, la tala de maderas en zona de páramo, es una práctica tradicional de los pobladores de veredas han derivado históricamente su sustento económico, ya sea para la explotación de carbón o de combustible para preparar sus alimentos. Sin embargo, estas prácticas ocasionan un fuerte impacto ambiental en estos ecosistemas como pérdida de especies de fauna y flora disminución de fuentes hídricas, erosión del suelo etc. En este sentido, la deforestación, está ligada a la ganadería extensiva y cultivos. En el caso particular de los páramos cuyos niveles altitudinales se han perdido o son difusos por efecto de la deforestación del bosque altoandino y zona de paramo, es necesario estudiar y comparar regiones parecidas y reintroducir las especies perdida.

Estrategias Encaminadas a Determinar Alternativas de Desarrollo en el Ámbito Social y Ambiental en el Páramo de Blanca

Se convierten en el punto de partida para avanzar hacia un proceso de manejo participativo, que este aliado con la académica e institucionalidad. Coherente con las políticas y herramientas de planificación del orden local, regional y nacional, con el fin único de conservar y proteger. En tal sentido, se plantea lo siguiente:

Fortalecer el Sentido de Apropiación del Páramo: los esfuerzos de conservación recientes han usado el pago por servicios ambientales como una estrategia para incentivar un manejo de tierras que propenda por el fortalecimiento de los servicios ecosistémicos relacionados con agua, carbono y biodiversidad, al mismo tiempo que el pago a las comunidades logre asegurar el sustento local. En tal sentido, las actividades de las comunidades de páramo que se involucran en procesos de conservación son importantes, porque cuentan con los saberes locales que proporcionan el conocimiento empírico local, que alberga gran cantidad de información sobre la biodiversidad de la fauna y flora, así como de las condiciones biofísicas. Así mismo, facilitan modelos para el uso y manejo del territorio de páramo con saberes de armonía y equilibrio en relación a lo que se consume y lo que se aporta, lo que se hace y se deja de hacer. Así, los conocimientos de las comunidades locales precisan derechos y deberes de sus habitantes, frente a las áreas a conservar.

Sistemas Productivos Sostenibles: considerando las múltiples apropiaciones del territorio a través de las actividades agropecuarias, la implementación de estrategias orientadas a la reconversión y sustitución o mejora de actividades agropecuarias. Debe ahondar esfuerzos y recursos para la implementación de proyectos productivos al interior del área de páramo como en sus bordes con función amortiguadora. De igual manera, se deben implementar estrategias que permitan gestionar cambios en la ruta de la sostenibilidad de las actividades agropecuarias presentes en las áreas delimitadas y adyacentes, con el fin de promover usos alternativos que apunten a objetivos de

conservación, sin afectar su seguridad alimentaria. Todo esto acompañado de la mano de las comunidades locales, para el aprovechamiento sostenible de la biodiversidad del páramo y la definición de estrategias de producción agroecológica en ecosistemas de páramo, con el fin de generar conocimiento que facilite este proceso. Así mismo, será necesario adelantar acciones de restauración ecológica, como el enriquecimiento y reforestación con especies nativas, previo a investigaciones en el territorio, proyecto que se vienen adelantando por la Corporación Autónoma Regional de Nariño.

Articulación del Componente Ambiental en el Plan de Ordenamiento Territorial:

Partiendo de la revisión bibliográfica se pudo constatar que el componente ambiental en los E.O.T de los municipios es muy limitado y escasamente se realiza una descripción del páramo, por tal razón se hace indispensable la articulación de los instrumentos de planificación territorial previstos por entidades territoriales y otras figuras asociativas tales como : Planes de Ordenamiento Territorial de los municipios de influencia del páramo, Planes de Ordenamiento Territorial Departamental, Planes de vida, Planes parciales y Unidades de Planificación Rural. Así mismo, son indispensables los Instrumentos de planificación ambiental de estrategias de conservación y complementarias como son: Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas, POMCA; Planes de Manejo de Micro cuencas etc.

Para concluir podemos afirmar que el proceso de conservación de la biodiversidad, debe ser continuo y articulado con otras áreas que mantengan los flujos ecológicos actualmente amenazados por el incremento en la transformación, sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas. Es hora de llevar a cabo un proceso que permita entender la interrelación del hombre con su espacio, puesto que el mal uso de éste, incrementará los costos sociales en el futuro. Haciendo necesaria la formulación y la aplicación de políticas que reglamenten el manejo ambiental del ecosistema páramo, para que se conserve su biodiversidad y se mantengan sus condiciones hídricas y paisajísticas.

Compensación económica

Demostrar la efectividad de una compensación exige un proceso técnico que permite relacionar la intervención con un resultado percibido. El primer paso es, usualmente, el levantamiento de una línea base, sobre la cual se realizan proyecciones de escenarios con y sin la compensación que deben mostrar el efecto de la intervención (Quétier & Lavorel, 2011). Teniendo en cuenta lo anterior, la compensación económica se convierte en una herramienta útil a la hora de buscar la conservación de los ecosistemas de páramo, esta debe estar acompañada por las instituciones vinculadas a estos procesos. De igual manera, se deben estructurar proyectos pilotos de compensación que pueden ser evaluados posteriormente y que permitan identificar con claridad los potenciales beneficiarios de este tipo de iniciativas, que sirven para disminuir el acelerado crecimiento de la frontera agropecuaria.

Conclusiones

Con la investigación realizada se identificó, que uno de los mayores impactos lo genera la producción agropecuaria es la pérdida de los bosques, incrementando la fragmentación y contribuyendo al deterioro del páramo, impactando negativamente el recurso hídrico. Esto debido a la utilización de agroquímicos y las constantes quemadas que deterioran cada vez más este ecosistema. El segundo impacto negativo, lo genera la ganadería con el sobre pastoreo, el cual produce compactación del suelo, acelerando los procesos erosivos, afectando la fertilidad del suelo.

En relación con la modificación de las coberturas vegetales, la más significativa fue la presencia de bosque fragmentado, cobertura que ha sufrido una serie de intervenciones y afectaciones, con un mayor proceso de fragmentación ligada al aumento de la cobertura de mosaico de pastos y cultivos. Esto ha afectado su conectividad, desarrollo y estructura reflejando así claramente los impactos negativos generados por la ampliación de frontera agropecuaria. En este sentido, cabe resaltar la importancia de obtener información de este tipo, veraz y exacta de las condiciones evolutivas de la zona de páramo, donde los estudios de análisis temporal se convierten en una herramienta clave para monitorear, cuantificar y analizar las ganancias o pérdidas de vegetación.

La conservación del páramo de Paja Blanca debe contemplar una serie de estrategias que en primera instancia reconozcan al habitante del páramo como parte fundamental del proceso de conservación del páramo entendiendo las diversas tensiones que enfrenta entre, vulnerabilidad, resiliencia, adaptación y transformación de su entorno. En segundo se debe establecer un mecanismo de compensación acorde a los servicios ambientales y tercero velar por la protección de áreas estratégicas como nacimiento de agua, rondas de bosque nativo, quebradas y ríos que garanticen la conservación de este páramo.

Contribución de la autoría

Primer autor: investigación, análisis de datos, escritura – borrador original. Segundo autor: Investigación, conceptualización, escritura – revisión y edición.

Agradecimientos

Al PhD Manuel Francisco Polanco Puerta mi asesor, por todo su apoyo en el proceso de la investigación. A la comunidad académica e investigativa de la Universidad de Manizales que contribuyen a la formación de profesionales en el campo de la ciencia y la tecnología.

Literatura citada

Buytaert, W. (2004). The properties of the soils of the south Ecuadorian paramo and the impact of land use changes on their hydrology. (Tesis de doctoral). Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences, Katholieke Universiteit Leuven.

- Buytaert w., Iñiguez V y Bièvre B. (2007). "The effects of afforestation and cultivation on water yield in the Andean páramo", *Forest Ecology and Management*, vol. 25, no. 1. Pp 22-30.
- Cabrera, M. y Ramírez W. (Eds.). (2014). Restauración ecológica de los páramos de Colombia. Transformación y herramientas para su conservación. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Recuperado de <http://humboldt.org.co/es/component/k2/item/562-restauracion-paramos>.
- Castaño, C. (2002). Páramos y Ecosistemas Alto Andinos de Colombia en condición HotSpot & Global Climatic Tensor. Ministerio del Medio Ambiente e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). IDEAM. Colombia.
- Corporación Autónoma Regional de Nariño. (2010). Declaratoria del parque natural regional páramo de Paja Blanca, territorio sagrado del pueblo de los Pastos. Nariño. Recuperado de: <https://corponarino.gov.co/wp-content/uploads/2019/06/Documento-Tecnico-P%C3%A1ramo-de-Paja-Blanca-1.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Nariño., Universidad de Nariño. (2007). Estado del Arte de la Información biofísica y socioeconómica de los páramos de Nariño. Nariño. Colombia. Recuperado de: <https://corponarino.gov.co/expedientes/ntervencion/biodiversidad/tomo01introduccion.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2010). Proyecciones población. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/>
- Geist, H., y Lambin, E. (2001). What Drives Tropical the forestation Ameta analys isofproximate and underlying causesof deforestation based on subnational case study evidence, Recuperado de: http://www.pik-potsdam.de/members/cramer/teaching/0607/Geist_2001_LUCC_Report.pdf [Accedido Mayo28,2010]
- Quétier, F. & Lavorel, S. (2011). Assessing ecologi-cal equivalence in biodiversity offset schemes: Key issues and solutions. *Biological Conservation*, 144(12)
- Hofstede, R. (2001). El Impacto de las Actividades Humanas sobre el Páramo. p.161-182. En: *Los Páramos del Ecuador, Particularidades, Problemas y Perspectivas*. Editorial Aby-Yala. Proyecto Páramo. Quito. Pp 310.
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (2004), Estudio general de suelos y zonificación de tierras. Departamento de Nariño. Bogotá.
- Murcia, A., y Cepeda, H. (1991). *Mapa geológico de la Plancha 429 - Pasto; Escala 1:100.000*. Recuperado de www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000138&pid=S0120-0283201300020000500025&lng=en
- Sarmiento, C., Cadena, M., Sarmiento, J., y León, O. (2013). Aportes a la conservación estratégica de los páramos de Colombia: Actualización de la cartografía de los complejos de páramo a escala 1:100.000. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. Bogotá, D.C. Colombia.

Servicio Geológico Colombiano. (2003). Reconocimiento geológico regional de las planchas. Departamentos de Caquetá, Cauca, Huila, Nariño y Putumayo. Memoria explicativa. Bogotá D.C.