

*Evaluación de la efectividad de la
Conservación en Páramos*

Yeferson Gonzalo Sanchez Parra

**EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN LA
CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS DE LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y
CUNDINAMARCA**

Yeferson Gonzalo Sánchez Parra

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ 2021

*Evaluación de la efectividad de la
Conservación en Páramos*

Yeferson Gonzalo Sanchez Parra

***EVALUACIÓN DE LA EFECTIVIDAD DE LAS ÁREAS PROTEGIDAS EN LA
CONSERVACIÓN DE LOS PÁRAMOS DE LOS DEPARTAMENTOS DE BOYACÁ Y
CUNDINAMARCA***

Tesis de grado para obtener el título de Biólogo

Yeferson Gonzalo Sánchez Parra

Director

Sergio Andrés Llano Consuegra

MSc Monitoreo y Conservación de la Biodiversidad Global

UNIVERSIDAD EL BOSQUE

FACULTAD DE CIENCIAS

PROGRAMA DE BIOLOGÍA

BOGOTÁ 2021

Agradecimientos

A mis padres, Angela Parra y Gonzalo Sánchez por su apoyo incondicional durante lo largo del desarrollo de mi carrera profesional.

A mi hermana, Karen Sanchez por siempre estar ahí apoyándome en ser cada día una mejor persona y profesional.

A mi director de tesis, Sergio Llano por su apoyo incondicional a lo largo del desarrollo de este trabajo, porque más que ser uno de los mejores profesores que encontré a lo largo de mi desarrollo profesional, se convirtió en un amigo más y en alguien en quién sé que puedo confiar.

A Camilo Cascavita, Daniela Olaciregui, María Fernanda Castañeda, Ana Moncada, Ana Venegas, Laura Mendoza y Daniel Rada y todos aquellos quienes, sin querer paso por alto por su incondicional apoyo, tanto emocional como académico, y por los ánimos que me dieron, no solo a lo largo de este proyecto sino a lo largo del desarrollo de mi vida profesional, convirtiéndose en uno de los pilares más importantes de mi vida.

A todas aquellas personas que indirectamente se cruzaron en mi camino y aportaron algo para llegar a ser quien soy hoy.

Nota de salvedad

“La Universidad El Bosque no se hace responsable de los conceptos emitidos por los investigadores en su trabajo, solo velará por el rigor científico, metodológico y ético de este en aras de la búsqueda de la verdad y la justicia”

Tabla de contenido

1	<i>Introducción</i>	1
2	<i>Marco de referencia</i>	3
2.1	<i>Marco Conceptual</i>	3
2.1.1	<i>Colombia y áreas protegidas</i>	3
2.1.2	<i>El páramo</i>	4
2.1.3	<i>Cobertura y uso del suelo</i>	6
2.1.4	<i>Estudios del cambio de la vegetación.</i>	8
2.1.5	<i>Imágenes satelitales</i>	9
2.2	<i>Marco Normativo</i>	12
2.2.1	<i>Normativa ambiental referente a páramos</i>	14
3	<i>Pregunta de investigación</i>	17
4	<i>Justificación</i>	18
5	<i>Objetivos</i>	19
5.1	<i>Objetivo general</i>	19
5.2	<i>Objetivos específicos</i>	19
6	<i>Metodología</i>	20
6.1	<i>Área de estudio</i>	20
6.2	<i>Recopilación de la información</i>	24
6.2.1	<i>Elaboración de Mapas</i>	24

Conservación en Páramos

6.3	Determinación del porcentaje de cambio.....	26
6.3.1	Análisis multitemporal	26
6.3.2	Corrección de imágenes.....	28
6.3.3	Clasificación de la cobertura.....	29
6.4	Análisis estadísticos.....	29
6.4.1	NDVI (Normalized Differencing Vegetation Index).....	29
6.4.2	Análisis de diferencias entre las imágenes.....	31
6.5	Verificación en campo	31
6.6	Evaluación de la efectividad en la conservación	33
6.6.1	Detección de cambios de uso del suelo	33
6.7	Análisis administrativo	34
7	Resultados	37
7.1	Coberturas y uso del suelo	37
7.1.1	Cambio en las coberturas del uso del suelo.....	39
7.1.2	Cambio Total de las Coberturas	64
7.2	Índice NDVI.....	65
7.2.1	Boyacá.....	66
7.2.2	Cundinamarca	73
7.3	Métricas del paisaje.....	81

7.3.1	<i>Boyacá</i>	81
7.3.2	<i>Cundinamarca</i>	90
8	<i>Discusión</i>	98
8.1	<i>Uso del suelo y estructura del paisaje</i>	98
8.2	<i>Efectividad en la conservación</i>	104
9	<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	107
10	<i>Bibliografía</i>	108
11	<i>Anexos</i>	116

Lista de mapas

<i>Mapa 1. Distribución de los páramos en Colombia.....</i>	<i>5</i>
<i>Mapa 2. Mapa de uso y cobertura del suelo para Colombia, año 2018.....</i>	<i>7</i>
<i>Mapa 3. Ubicación geográfica de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.</i>	<i>20</i>
<i>Mapa 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio. Zona de páramos que se superponen con áreas protegidas en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.</i>	<i>25</i>
<i>Mapa 1. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy.....</i>	<i>41</i>
<i>Mapa 2. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el el PNN Pisba.</i>	<i>42</i>
<i>Mapa 3. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunci – Ocetá.....</i>	<i>43</i>
<i>Mapa 4. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de azúcar El Consuelo.....</i>	<i>45</i>
<i>Mapa 5. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal</i>	<i>46</i>
<i>Mapa 6. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchan.....</i>	<i>47</i>
<i>Mapa 7. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque.....</i>	<i>48</i>

Mapa 8. Cambio de la cobertura vegetal en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota -Bijagual – Mamapacha..... 50

Mapa 9. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el Complejo de páramos Cruz verde – Sumapaz 53

Mapa 10. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza..... 54

Mapa 11. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande 56

Mapa 12. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal..... 57

Mapa 13. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero 58

Mapa 14. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde. 60

Mapa 15. Cambio de la cobertura vegetal en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo 64

Mapa 16. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado..... 61

Mapa 17. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy 66

<i>Mapa 18. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Pisba.</i>	<i>67</i>
<i>Mapa 19. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunci – Ocetá</i>	<i>67</i>
<i>Mapa 20. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de Azúcar el Consuelo.</i>	<i>68</i>
<i>Mapa 21. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal</i>	<i>70</i>
<i>Mapa 22. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchán.....</i>	<i>70</i>
<i>Mapa 23. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque.....</i>	<i>71</i>
<i>Mapa 24. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha.....</i>	<i>72</i>
<i>Mapa 25. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el Complejo de páramos Cruz verde – Sumapaz.</i>	<i>74</i>
<i>Mapa 26. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza.....</i>	<i>75</i>
<i>Mapa 27. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande.....</i>	<i>76</i>

<i>Mapa 28. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal.....</i>	<i>76</i>
<i>Mapa 29. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero.</i>	<i>78</i>
<i>Mapa 30. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna verde ..</i>	<i>78</i>
<i>Mapa 31. Cambio en el índice NDVI en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo.....</i>	<i>81</i>
<i>Mapa 32. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado.</i>	<i>80</i>

Lista de tablas

<i>Tabla 1. Bandas del satélite Landsat 8.</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 2 Áreas de los dos departamentos en los cual se realizó el trabajo</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 3. Páramos del departamento de Boyacá con su respectiva área, la categoría de conservación que ostentan y la autoridad ambiental que los administra.</i>	<i>21</i>
<i>Tabla 4. Páramos del departamento de Cundinamarca con su respectiva área, la categoría de conservación que ostentan y la autoridad ambiental que los administra.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabla 5. Fechas de establecimiento de áreas protegidas y fechas seleccionadas como momentos de estudio para cada AP.</i>	<i>26</i>
<i>Tabla 6. Métricas para la detección de cambio de uso del suelo a nivel de clase.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 7. Clases generadas para la clasificación de coberturas según (IDEAM, 2010).....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 8. Colores dados a cada una de las clasificaciones establecidas.</i>	<i>38</i>
<i>Tabla 9. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 10. Porcentaje de cambio en los lapsos analizados en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Pisba. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 11. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá.</i>	

En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 44

Tabla 12. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de azúcar El Consuelo. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 45

Tabla 13. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 46

Tabla 14. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchán. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 48

Tabla 15. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 49

Tabla 16. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 50

Tabla 17. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Cruz verde - Sumapaz.

En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 54

Tabla 18. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 55

Tabla 19. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la RFPN Páramo Grande. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 56

Tabla 20. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la RFPN El Frailejonal. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 57

Tabla 21. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 59

Tabla 22. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 60

Tabla 23. Porcentaje del cambio en la cobertura entre dos momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área. 64

Tabla 24. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área..... 61

Tabla 25. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy..... 82

Tabla 26. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Pisba. 83

Tabla 27. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá. 84

Tabla 28. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de Azúcar el Consuelo..... 85

Tabla 29. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal86

Tabla 30. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchan. 87

Tabla 31. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque 89

Tabla 32. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual – Mamapacha..... 90

Tabla 33. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Cruz Verde – Sumapaz. 91

Tabla 34. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza. 92

Tabla 35. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande.. 93

Tabla 36. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal. 94

Tabla 37. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero. 95

Tabla 38. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde 96

Tabla 39. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo. 98

Tabla 40. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado.

Lista de figuras

<i>Figura 1. Representatividad de las coberturas de las áreas en el departamento de Cundinamarca para la última fecha analizada.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 2. Porcentaje de ganancia neta en área para cada una de las clases evaluadas en el departamento de Boyacá.....</i>	<i>51</i>
<i>Figura 3. Representatividad de las coberturas de las áreas en el departamento de Cundinamarca para la última fecha analizada.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 4. Porcentaje de ganancia neta en área para cada una de las clases evaluadas en el departamento de Cundinamarca.....</i>	<i>62</i>
<i>Figura 5. Porcentaje de cambio neto en área para los dos departamentos.....</i>	<i>65</i>
<i>Figura 6. Cantidad de planes de manejo establecidos a la fecha encontrados para cada área protegida.....</i>	<i>104</i>

Lista de imágenes

<i>Imagen 1. Estructura principal del Satélite LANDSAT 8.....</i>	<i>10</i>
<i>Imagen 2. Cartel informativo sobre la delimitación de un área como zona de conservación, en dónde se evidencian datos de interés y algunas prohibiciones.....</i>	<i>31</i>
<i>Imagen 3. Diversos usos del suelo evidenciados en un área protegida.....</i>	<i>32</i>
<i>Imagen 4. Territorio correspondiente a herbazales densos (páramo).....</i>	<i>32</i>

Lista de anexos

Anexo 1. Planes de manejo encontrados para cada una de las áreas de interés. Datos obtenidos de la página web del RUNAP. 116

Anexo 2. Valores obtenidos al evaluar 4 métricas del paisaje para los 3 momentos del tiempo en las 16 áreas de estudio de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca. 117

Resumen

En Colombia el establecimiento de áreas específicas con fines de protección y conservación se ha realizado bajo la premisa de que estos son elementos que permiten garantizar la permanencia del medio natural, siendo el páramo es un ecosistema caracterizado por presentar pastizales húmedos en regiones tropicales de alta montaña, aproximadamente entre los 3,200 y 4,700 msnm el cual ayuda la regulación y captación de agua proveniente de la condensación del recurso hídrico en estas zonas y junto a los arbustos, musgos y frailejones, ayudan al mantenimiento, protección y recarga de acuíferos. Es por esto por lo que se planteó evaluar la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de los páramos de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, siendo estos los dos departamentos con mayor presencia de este tipo de ecosistemas en su territorio. Para esto se procedió a realizar análisis de cambios de cobertura, evaluación de índices de la vegetación y de métricas del paisaje en 3 momentos de tiempo para un total de 16 áreas, resultado de la superposición de los territorios delimitados como páramo por el IAvH y las diferentes áreas protegidas. Encontrando que la efectividad de la conservación se ve estrechamente ligada al establecimiento y cumplimiento de planes de manejos que se enfoquen en las necesidades específicas y que los territorios artificializados tienden a encontrarse en la periferia de las áreas, llevando a la superficie propia de páramo a compactarse en la zona central de dicho polígono, la cual corresponde a zonas de mayor altura.

Palabras clave: Páramo, Efectividad, Área protegida, Análisis multitemporal, Conservación.

Abstract

In Colombia, the establishment of specific areas for protection and conservation purposes has been carried out under the premise that these are elements that guarantee the permanence of the natural environment, being the paramo an ecosystem characterized by presenting wet grasslands in high mountain tropical regions , approximately between 3,200 and 4,700 meters above sea level, which helps the regulation and capture of water from the condensation of the water resource in these areas and together with the bushes, mosses and frailejones, they help the maintenance, protection and recharge of aquifers. This is why it was proposed to evaluate the effectiveness of protected areas in the conservation of the páramos of the departments of Boyacá and Cundinamarca, these being the two departments with the greatest presence of this type of ecosystems in their territory. For this, we proceeded to carry out coverage change analysis, evaluation of vegetation indices and landscape metrics in 3 moments of time for a total of 16 areas, as a result of the superposition of the territories delimited as páramo by the IAvH and the different protected areas. Finding that the effectiveness of conservation is closely linked to the establishment and fulfillment of management plans that focus on specific needs and that artificialized territories tend to be found on the periphery of the areas, leading to the surface of the páramo to become compacted in the central area of said polygon, which corresponds to areas of greater height.

Key words: *Paramo, Effectivness, Protected área, Multi-temporal análisis, Conservation.*

1 Introducción

En Colombia el establecimiento de Áreas protegidas (de ahora en adelante AP) y Áreas Naturales Protegidas (de ahora en adelante ANP) se ha realizado bajo la premisa de que estos son elementos que permiten garantizar la permanencia del medio natural, o de alguno de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad natural y cultural del país y así mismo, de la valoración social de la naturaleza (PNN, 2021). Por esto, generar espacios y elementos en donde se pretenda evaluar su efectividad sobre la conservación es de vital importancia. La conservación de zonas ecológicamente relevantes, como es el caso de los páramos, proporciona herramientas para evitar la degradación del recurso natural mismo, más en un país en el que las AP se encuentran bajo presiones tan severas como la ampliación de las fronteras agrícolas, la destinación de zonas para impulsar el desarrollo industrial de las regiones, e inclusive, la destrucción de zonas por el uso por parte de minería ilegal, y en algunos casos, legal.

Las AP, según el decreto 1076 del 2015 (Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente) de la Presidencia de la República, se entienden como las áreas geográficamente definidas que están designadas o reguladas y gestionadas para lograr específicos objetivos de conservación. Estos lugares representan una importante fuente de servicios ecosistémicos importantes para el desarrollo económico de las regiones. Dicho desarrollo se encuentra enmarcado fuertemente en la conservación y en la investigación; por ende, la protección de estos lugares brinda oportunidades de tener áreas geográficamente estratégicas en donde se pueden basar estudios de conservación para tomas de decisiones sobre medidas efectivas frente a problemas que se desarrollen en otros lugares del territorio (MADS, 2021).

Conservación en Páramos

El 99% de los páramos del mundo se encuentra en la cordillera de los Andes, en Venezuela, Ecuador y Colombia, y fuera de los Andes en Costa Rica (Rincón, 2016). Para Colombia la zonificación típica utilizada en la alta montaña colombiana corresponde a bosque alto andino (3.000 a 3.200 m), páramo o subpáramo (3.200 a 3.600 m), páramo propiamente dicho (3.600 a 4.100 m) y super páramos (4.100 a 4.500 m) (Díaz, Navarrete, & Suárez, 2005).

Es aquí en dónde los análisis basados en imágenes satelitales se transforman en herramientas realmente útiles pues permiten comprender de forma más certera los ciclos y las dinámicas del paisaje en las zonas de interés, cobrando aún más importancia en un panorama ecológico en el cual, páramos como el de Pisba no cuentan con un plan de manejo aceptado por la comunidad o donde las que hay no son respetadas por la problemas como la expansión desmesurada de la frontera agrícola y ganadera o, inclusive, la minería ilegal (Medellín Cano, 2021). Cabe resaltar que el análisis multitemporal mediante la utilización de imágenes satelitales permite identificar características de la cobertura vegetal, con el fin de construir mapas locales detallados en donde se plasmen los cambios a través del tiempo (De la Cruz & Muñoz, 2016), lo cual representa una herramienta propicia al momento de evaluar efectividad de diferentes estrategias utilizadas frente a la conservación.

2 Marco de referencia

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Colombia y áreas protegidas.

Las AP son áreas geográficamente definidas que están designadas o reguladas y gestionadas para lograr específicos objetivos de conservación (UICN, 2015). Estos lugares representan una gran fuente de servicios ecosistémicos importantes para el desarrollo económico de las regiones. Dicho desarrollo se encuentra enmarcado fuertemente en la conservación y en la investigación, por ende, la protección de estos lugares brinda oportunidades de tener áreas geográficamente estratégicas en donde se pueden basar estudios de conservación para tomas de decisiones sobre medidas efectivas frente a problemas que se desarrollen en otros lugares del territorio (Buytaert & Iñiguez, 2007), siendo estos lugares fuente importante de lugares como reservorios de agua, *hotspots* o servicios ecosistémicos, los cuales desarrollan su principal función ecosistémica (MINAMBIENTE, 2002).

En Colombia, como en muchos otros países, las AP se encuentran agrupadas bajo un sistema de control y administración, encontrando en este caso el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Este es el conjunto de áreas protegidas, actores sociales y estrategias e instrumentos de gestión que las articulan, para contribuir como un todo al cumplimiento de los objetivos de conservación del país. Incluye todas las áreas protegidas de gobernanza pública, privada o comunitaria, y del ámbito de gestión nacional, regional o local (PNN, 2021). Colombia es uno de los cinco países con mayor diversidad biológica a nivel internacional y como parte del Convenio de Diversidad Biológica se encuentra comprometida en establecer y mantener al año 2010 para las zonas terrestres y al año 2012

Conservación en Páramos

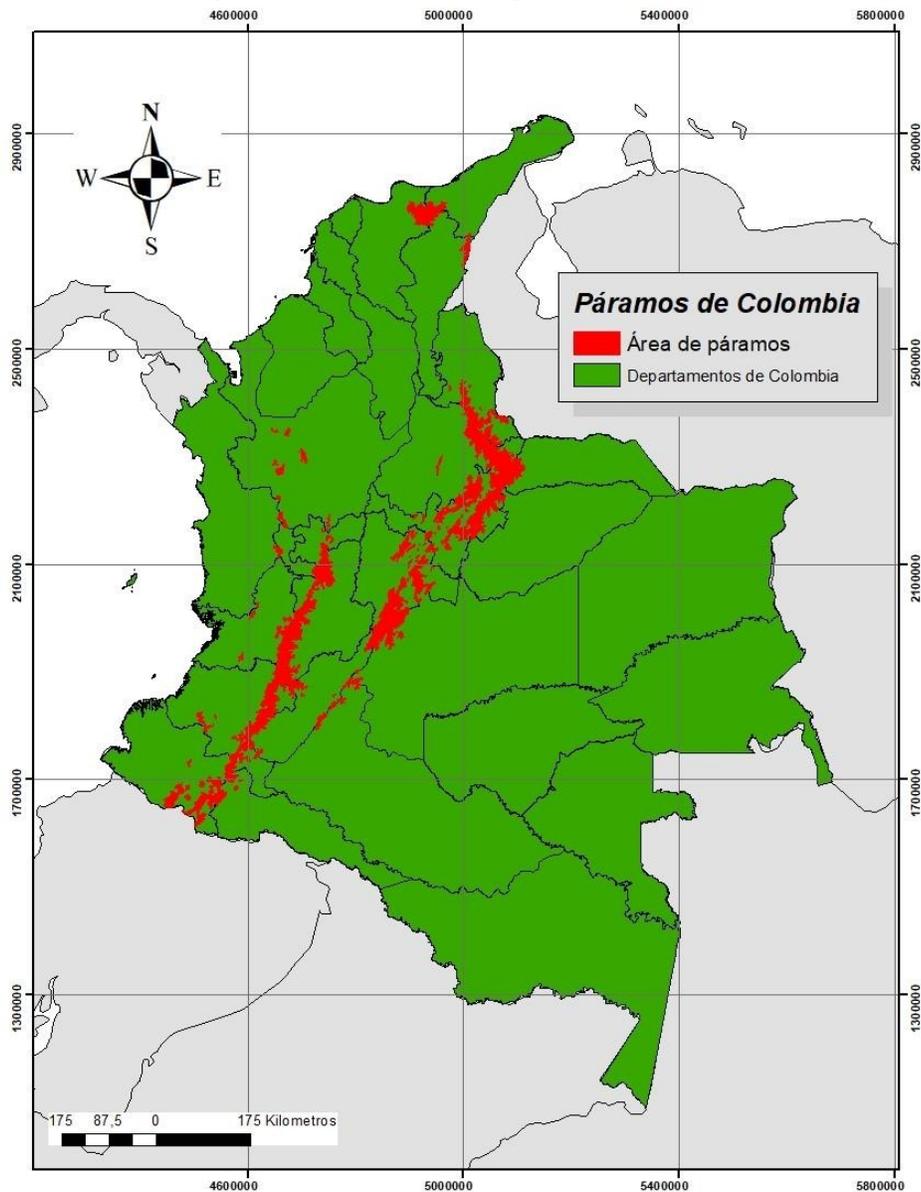
para las marinas, sistemas nacionales y regionales de áreas protegidas completos, eficazmente gestionados y ecológicamente representativos que contribuyan al logro de los objetivos del Convenio (PNN, 2021).

2.1.2 El páramo

El páramo es un ecosistema caracterizado por presentar pastizales húmedos en regiones tropicales de alta montaña, aproximadamente entre los 3,200 y 4,700 msnm por debajo de las nieves perpetuas y encima de los bosques (Páramos, 2010), aunque varios factores naturales pueden influir en la altitud del límite inferior, como la proximidad a un límite más húmedo o más seco áreas de tierras bajas, efectos de sombra de lluvia y tipo de suelo, así como el uso humano de la tierra, encontrando así que el 99 % de los páramos del mundo se encuentra en la cordillera de los Andes, abarcando desde Venezuela hasta Colombia pasando por Ecuador, la Sierra Nevada de Santa Marta y Costa Rica (Rincón, 2015).

Los páramos en Colombia se distribuyen en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta (ver Mapa 1), sumando un área equivalente al 1.69% del territorio continental nacional, es decir unos 19.330 km² (Vásquez Cerón, 2011). El departamento con mayor representatividad de este ecosistema es, Boyacá (18.3%), seguido de Cundinamarca (13.3%) y Santander (9.4%) (Martínez Ovalle, 2020). Actualmente se han delimitado 34 páramos en todo el territorio nacional, de los cuales solo 709.849 ha se encuentran en áreas del Sistema Nacional Parques Naturales protegidos, lugares que proveen agua al 70 % de la población del país (Rincón, 2016).

Mapa 1. Distribución de los páramos en Colombia.



Fuente: *Elaboración propia.*

El páramo es un ecosistema caracterizado por presentar pastizales húmedos en regiones tropicales de alta montaña, aproximadamente entre los 3,200 y 4,700 msnm por debajo de las nieves perpetuas y encima de los bosques, los cuales ayudan a la regulación y captación de agua proveniente de la condensación del recurso hídrico en estas zonas y junto a los arbustos, al mantenimiento, protección y

recarga de acuíferos (Buytaert W. , 2004). 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).

2.1.3 Cobertura y uso del suelo.

Se entiende como Cobertura del suelo la cobertura (bio) física que se observa sobre la superficie de la tierra, lo cual no solamente describe la vegetación y los elementos antrópicos existentes sobre la tierra, sino que también describen otras superficies terrestres como afloramientos rocosos y cuerpos de agua (*IDEAM, 2020*). Por otro lado, la delimitación de las coberturas de la superficie nacional, el IDEAM define la cobertura como una unidad delimitable que se genera a partir de respuestas espectrales que se encuentran definidas por diferentes características fisionómicas y ambientales, lo cual les da la propiedad de ser diferenciable con respecto a la unidad próxima (*IDEAM, 2020*).

Mapa 2. Mapa de uso y cobertura del suelo para Colombia, año 2018.



Fuente: Tomado de (IGAC, 2021).

Este concepto se diferencia del uso del suelo, porque este último busca principalmente obtener el dictamen escrito sobre uso o usos permitidos en un predio o edificación, de conformidad con las normas urbanísticas del plan de ordenamiento territorial y los instrumentos que lo desarrollen (ver *Mapa 2*).

2.1.4 Estudios del cambio de la vegetación.

Los estudios relacionados con los cambios progresivos en la cobertura vegetal y de uso de suelo han cobrado importancia en la investigación ambiental, ya que permiten evaluar las tendencias espaciotemporales de procesos como la deforestación y degradación ambiental, provocadas por actividades humanas (Escandon, Benjamin, Nieto de Pascual, & Ordóñez Díaz, 2010). Generalmente los estudios del cambio de uso del suelo buscan evaluar la velocidad de la deforestación/reforestación o el comportamiento de cierto espacio en un lapso determinado y así lograr entender cuáles son las causas sociales y económicas de los cambios, en las escalas global, regional y local (Ruiz, Savé, & Herrera, 2013). Adicional a esto, el análisis del cambio de uso de suelo es una gran herramienta para reorientar los programas de manejo y la restauración de ecosistemas degradados de cualquier área protegida. Por otra parte, los resultados pueden mostrar el grado de fragmentación del área, para poder comprender de forma más clara cómo se desarrolla la vegetación en función del tiempo y saber si los planes que se desarrollan para la conservación son realmente efectivos (Ruiz, Savé, & Herrera, 2013).

2.1.4.1 Fragstats

Fragstats es un programa de software diseñado para calcular una amplia variedad de métricas del paisaje para patrones de mapas categóricos. El software original (versión 2) fue lanzado al dominio

público durante 1995 en asociación con la publicación de un Informe Técnico General del Servicio Forestal del USDA (United States Department of Agriculture) (McGarigal & Marks, 1995).

2.1.5 Imágenes satelitales

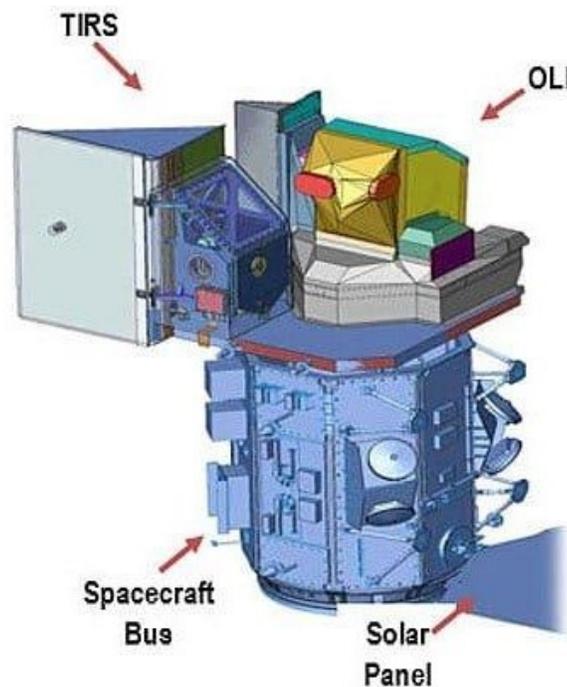
Las imágenes satelitales juegan un papel importante en la detección de dichos cambios pues estas permiten entender los procesos y ritmos propios de nuestro planeta brindando un punto de vista diferente que complementa cualquier tipo de estudio realizado. (Tri Dev & Yang, 2015). Dichas imágenes son posibles gracias a gran cantidad de satélites que proveen servicios cada hora, funcionando mediante programas avanzados que se generan año tras año, resaltando al programa LANDSAT como uno de los más exitosos y remarcables (Tri Dev & Yang, 2015) y específicamente su misión LANDSAT 8.

2.1.5.1 LANDSAT

El programa LANDSAT es un programa desarrollado en conjunto entre la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos que ofrece el catálogo más completo y amplio de observaciones terrestres abarcando un nivel global con datos libres y abiertos a todo el público que los necesite (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021). Desde 1972, los datos recopilados por la serie de satélites propios de este programa se han convertido en una herramienta fundamental para la gestión de la tierra tanto para el gobierno como para el sector privado, brindando a los científicos y tomadores de decisiones información clave sobre la productividad agrícola, la dinámica de la capa de hielo, crecimiento urbano, monitoreo forestal, gestión de recursos naturales, calidad del agua y apoyo a la respuesta ante desastres (NASA, 2021), encontrando así que las principales aplicaciones de estas imágenes se centran en la identificación y clasificación de las distintas cubiertas que existen en

la superficie terrestre, determinación de humedad del suelo, clasificación de la vegetación, mapas hidrotermales y estudios multitemporales (Jones & Kähler, 2020) siendo este último, el foco de estudio de este trabajo.

Imagen 1. Estructura principal del Satélite LANDSAT 8.



Fuente: Tomado de (Earth Observing System, 2021).

El satélite Landsat 8 es el último satélite (hasta la fecha de escritura de este documento) puesto en órbita. Este satélite presenta una serie de sensores (Operational Land Imager (OLI) y el Thermal Infrared Sensor (TIRS)) que le dan una capacidad de generar imágenes a 30 metros de resolución, con aspectos como espectro visible, infrarrojo cercano y de onda corta (ver Tabla 1). El sensor OLI proporciona, además de las clásicas bandas, una adicional para detectar cirros en la atmósfera y otra para la observación de las costas (Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, 2021),

recopilando datos en las regiones de longitud de onda visible, infrarroja cercana e infrarroja de onda corta, así como en una banda pancromática (USGS, 2021). De esta forma proporciona datos de la superficie terrestre de alta calidad de 16 bits, con instrumentos que avanzan las capacidades de medición futuras al tiempo que garantizan la compatibilidad con los datos históricos de Landsat (USGS, 2021).

Tabla 1. Bandas del satélite Landsat 8.

<i>Banda</i>	<i>Longitud de Onda (μm)</i>	<i>Resolución (m)</i>
<i>B1:</i> Aerosol Costero	0.43 - 0.45	30
<i>B2:</i> Azul	0.45 - 0.51	30
<i>B3:</i> Verde	0.53 - 0.59	30
<i>B4:</i> Rojo	0.64 - 0.67	30
<i>B5:</i> Infrarrojo Cercano (NIR)	0.85 - 0.88	30
<i>B6:</i> SWIR 1	1.57 - 1.65	30
<i>B7:</i> SWIR 2	2.11 - 2.29	30
<i>B8:</i> Pancromático	0.50 - 0.68	15
<i>B9:</i> Cirro	1.36 - 1.38	30
<i>B10:</i> Infrarrojo Termal (TIRS 1)	10.60 - 11.19	100
<i>B11:</i> Infrarrojo Termal (TIRS 2)	11.50 - 12.51	100

Fuente: Tomado de (Alonso, 2019).

2.2 Marco Normativo

En Colombia las áreas protegidas se enmarcan en un conjunto de leyes y decretos que buscan las buenas prácticas sobre estos lugares, como el decreto 1076 del 2015, el cual tiene como objeto de compilar y racionalizar las normas de carácter reglamentario que rigen en el sector y contar con un instrumento jurídico único para el mismo (Función pública, 2015). Dentro de este decreto se resalta el artículo 2.2.2.1.2.2 mediante el cual se define que El Sistema de Parques Nacionales Naturales forma parte del SINAP y está integrado por los tipos de áreas consagrados en el artículo 329 del Decreto-ley 2811 de 1974, y que la reserva, delimitación, alinderación y declaración de las áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales corresponde al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y las acciones necesarias para su administración y manejo corresponden a Parques Nacionales Naturales de Colombia (Función pública, 2015).

Dicho decreto (1076 del 2015) también menciona en el artículo 2.2.2.1.2.1. las áreas protegidas del Sinap, y de miso modo las categorías de áreas protegidas que conforman el Sinap. Después encontramos definiciones importantes para poder comprender de forma más clara las áreas sobre las cuales se pretende trabajar, encontrando artículos como:

Artículo 2.2.2.1.2.2 El sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN): área de extensión que permita su autorregulación ecológica y cuyos ecosistemas en general no han sido alterados substancialmente por la explotación u ocupación humana, y donde las especies vegetales de animales, complejos geomorfológicos y manifestaciones históricas o culturales tienen valor científico, educativo, estético y recreativo Nacional y para su perpetuación se somete a un régimen adecuado de manejo.

Cabe resaltar que la reglamentación del Sistema de Parques Nacionales Naturales corresponde en su integridad a lo definido en los artículos 2.2.2.1.7.1 al 2.2.2.1.16.3 del decreto 1076 del 2015.

Artículo 2.2.2.1.2.3 Las reservas forestales protectoras (RFP): Espacio geográfico en el que los ecosistemas de bosque mantienen su función, aunque su estructura y composición haya sido modificada y los valores naturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su preservación, uso sostenible, restauración, conocimiento y disfrute. Esta zona de propiedad pública o privada se reserva para destinarla al establecimiento o mantenimiento y utilización sostenible de los bosques y demás coberturas vegetales naturales.

Artículo 2.2.2.1.2.4 Parque Natural Regional (PNR): Espacio geográfico en el que paisajes y ecosistemas estratégicos en la escala regional, 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. La reserva, delimitación, alinderación, declaración y administración de los Parques Nacionales Regionales corresponde a las Corporaciones Autónomas Regionales, a través de sus Consejos Directivos (Función pública, 2015).

Artículo 2.2.2.1.2.5 Distritos de Manejo Integrado (DMI): Espacio geográfico, en el que los paisajes y ecosistemas mantienen su composición y función, aunque su estructura haya sido modificada y cuyos valores naturales y culturales asociados se ponen al alcance de la población humana para destinarlos a su uso sostenible, preservación, restauración, conocimiento y disfrute (Función pública, 2015).

Artículo 2.2.2.1.2.8 Reserva Natural de la Sociedad Civil (RNSC): Parte o todo del área de un inmueble que conserve una muestra de un ecosistema natural y sea manejado bajo los principios de

sustentabilidad en el uso de los recursos naturales y que por la voluntad de su propietario se destina para su uso sostenible, preservación o restauración con vocación de largo plazo.

Corresponde a la iniciativa del propietario del predio, de manera libre, voluntaria y autónoma, destinar la totalidad o parte de su inmueble como reserva natural de la sociedad civil. La regulación de esta categoría corresponde en su integridad a lo dispuesto por el Decreto 1996 de 1999 (Función pública, 2015).

2.2.1 Normativa ambiental referente a páramos

2.2.1.1 Normativa nacional

La ley 99 de 1993 consagra los páramos, subpáramos, nacimientos de agua y zonas de recarga de acuíferos como objeto de protección especial y declara que la biodiversidad debe ser protegida prioritariamente y aprovechada en forma sostenible (MINISTERIO DEL INTERIOR, 1993). En esta ley también se decretan las funciones del Ministerio de Ambiente como órgano regulador de todo servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales, función relevante teniendo en cuenta que sólo con una normatividad adecuada se puede garantizar en mayor medida la conservación paramuna, pues una regulación efectiva de las actividades humanas disminuiría notablemente su impacto negativo en los páramos (Soto, 2018).

Se encuentra también la Ley 373 de 1997, por medio de la cual se establece el programa para el uso eficiente del agua. Esta ley ordena que en la elaboración y presentación del programa se debe precisar que las zonas de páramos, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos de acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridas con carácter prioritario por las entidades ambientales de la

jurisdicción, las cuales realizarán los estudios necesarios para establecer su verdadera capacidad de oferta de bienes y servicios ambientales para iniciar un proceso de recuperación, protección y conservación (artículo 16 de la Ley 373 de 1997), modificado por el artículo 89 de la Ley 812 de 2003, establece lo siguiente (IEMP, 2018):

(...) las zonas de páramo, bosques de niebla y áreas de influencia de nacimientos acuíferos y de estrellas fluviales, deberán ser adquiridos o protegidos con carácter prioritario por las autoridades ambientales, entidades territoriales y entidades administrativas de la jurisdicción correspondiente (...).

Adicionalmente, para el territorio colombiano rige la ley 1930 del 2018 del congreso de la república, mediante la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos de Colombia, buscando establecer como ecosistemas estratégicos los páramos, así como fijar directrices que propendan por su integralidad, preservación, restauración, uso sostenible y generación de conocimiento (Colombia, 2018).

Según el artículo 4 de esta ley se dispone que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible hará la delimitación de los páramos con base en el área de referencia generada por Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander van Humboldt a escala 1:25.000 o la que esté disponible y los estudios técnicos, económicos, sociales y ambientales elaborados por la autoridad ambiental regional de conformidad con los términos de referencia expedidos por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Cabe resaltar que la función de delimitar los páramos fue concedida al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible desde la Ley 1450 de 2011 y la Ley 1753 de 2015, función ratificada por lo anteriormente expuesto en la ley anteriormente mencionada (MADS, 2021).

Adicionalmente se enmarcan todas las resoluciones de establecimiento y modificación de límites de áreas protegidas de las áreas de interés y los planes de manejo que estas adoptan para cumplir con sus objetivos de conservación (ver Tabla 7).

2.2.1.2 Normativa internacional

Respecto a los páramos y al medio ambiente en Colombia, está el Convenio de Ramsar de 1971 (del cual Colombia es Estado miembro). Teniendo como objetivo “la conservación de los humedales, a través de la acción nacional y mediante la cooperación internacional, a fin de contribuir al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”. El Convenio procura la protección de los páramos y los humedales, al reconocer su importante función como reguladores del recurso hídrico, protección que emana principalmente del Estado (Soto, 2018).

3 *Pregunta de investigación*

¿En qué medida el establecimiento de áreas protegidas es una estrategia efectiva para la conservación de las coberturas de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca?

4 Justificación

Para los departamentos de Boyacá y Cundinamarca los páramos significan un gran punto de importancia ambiental, encontrando así, proyectos de gran impacto como el Proyecto Páramos, que busca realizar acciones de conservación, preservación y reconversión de los territorios y complejos de páramos de los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Meta, Tolima y Bogotá D.C (Páramos, 2010), por esto, ayudar a organizaciones como estas, brindando información que ayude a la toma de decisión es parte fundamental del trabajo profesional que se pretenda realizar. Adicional a esto, Cundinamarca y Boyacá son los dos departamentos del territorio nacional en tener mayor cantidad de páramos en su territorio, compilando entre los dos un porcentaje del 31,6% Estos lugares representan una importante fuente de servicios ecosistémicos importantes para el desarrollo económico de las regiones y constituyen la principal herramienta de conservación en todo el mundo (MADS, 2021).

Es por esto que nace la necesidad de evaluar la efectividad de las áreas protegidas, pues sobre ellas recae sobre el hecho de la conservación de los lugares (en el caso de este estudio, los páramos) que representen un valor natural de gran magnitud, permitiendo así generar estrategias socioeconómicas para el desarrollo regional enmarcado en la protección del recurso natural mismo, pues en Colombia, las áreas protegidas comprenden 14.268.223 hectáreas, las cuales representan el 11,2 % del territorio terrestre, y 1,48 %, del territorio marino (Villa, Zarate, & Villegas, 2016). Acción que se fortalece de forma innegable con el desarrollo de los análisis multitemporales, pues estos permiten detectar cambios entre diferentes fechas de referencia, deduciendo la evolución del medio natural o las repercusiones de la acción humana sobre este (Ruiz, Savé, & Herrera, 2013) de forma y fidelidad certera.

5 Objetivos

5.1 Objetivo general

Evaluar la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de los páramos de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

5.2 Objetivos específicos

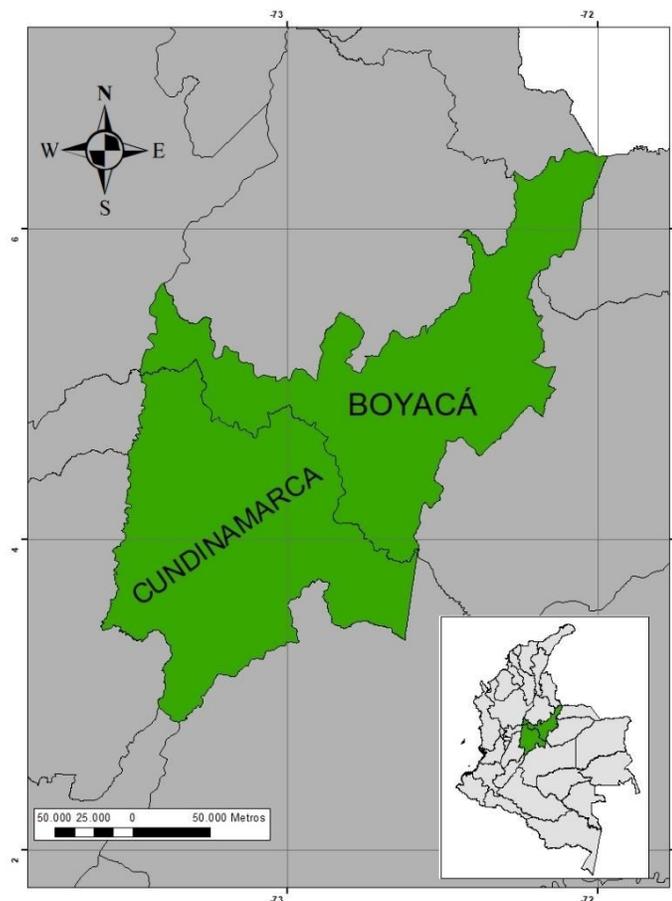
- Identificar qué superficies de páramo de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca se encuentran cobijados bajo alguna categoría de área protegida.
- Determinar el porcentaje de cambio de las coberturas anteriormente identificadas mediante análisis multitemporales.
- Establecer la efectividad de las áreas protegidas en la conservación de los páramos en los rangos de tiempo considerados.

6 Metodología

6.1 Área de estudio

Para este estudio se escogieron los departamentos de Boyacá y Cundinamarca, (ver Tabla 2) específicamente el área que se enmarca en las coberturas de páramo delimitadas por el instituto Alexander von Humboldt y que se sobreponen con las áreas definidas como objeto de protección por alguna autoridad ambiental de orden nacional o regional generando así un área total de 3205,89 km² distribuida en un total de 16 polígonos (ver Mapa 3).

Mapa 3. Ubicación geográfica de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 Áreas de los dos departamentos en los cual se realizó el trabajo.

Departamento	Área total (Km²)	Áreas protegidas (Km²)	Representatividad de las AP
<i>Boyacá</i>	<i>23,189</i>	<i>3,823</i>	<i>16.49%</i>
<i>Cundinamarca</i>	<i>24,210</i>	<i>2,702</i>	<i>11.16%</i>

Fuente: *Elaboración propia.*

En el caso del departamento de Boyacá, se aprecia que es un área de 23,189 km² ubicada dentro de la cordillera Oriental de los Andes colombianos, en donde, hasta 2021, se han delimitado un total de 3,823 km² (16.49%) agrupados en un total de 78 AP, de las cuales 7 (ver Tabla 3) cumplieron con el criterio para este estudio, siendo la más representativa en cuanto a tamaño el Parque Nacional Natural (PNN) El Cocuy.

Tabla 3. Páramos del departamento de Boyacá con su respectiva área, la categoría de conservación que ostentan y la autoridad ambiental que los administra.

Páramo	Área total (Km²)	Categoría de protección*	Autoridad ambiental
<i>Cocuy</i>	<i>3,063.31</i>	<i>PNN</i>	<i>Parques Nacionales Naturales</i>
<i>Pisba</i>	<i>351.44</i>	<i>PNN</i>	<i>Parques Nacionales Naturales</i>

<i>Tota-Bijagual- Mamapacha</i>	<i>251.03</i>	<i>DRMI</i>	<i>Corpochivor, Corpoboyacá</i>
<i>Iguaque-Merchán</i>	<i>68.89</i>	<i>SRFF</i>	<i>Corpoboyacá</i>
<i>Unidad Biogeográfica de Siscunci Ocetá</i>	<i>497.93</i>	<i>PNR</i>	<i>Corpoboyacá, Corporinoquia</i>
<i>Pan de Azúcar El Consuelo</i>	<i>259.09</i>	<i>PNR</i>	<i>Corpoboyacá</i>
<i>Rabanal</i>	<i>137.46</i>	<i>PNR</i>	<i>Corpoboyacá, Corpochivor, CAR</i>
<i>Guachaneque</i>	<i>100.00</i>	<i>DRMI</i>	<i>Corpochivor, CAR</i>

**PNN: Parque Nacional Natural; DRMI: Distrito Regional de Manejo Integrado; SFF: Santuario de Fauna y Flora; PNR: Parque Natural Regional.*

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de Cundinamarca, este departamento abarca un total de 24,210 km² de los cuales se han destinado hasta el 2021 un total de 2,702 km² (11.16%), los cuales se dividen en un total de 189 AP, de las cuales solo 9 de estas cumplieron con el criterio de selección para el desarrollo de este estudio (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Páramos del departamento de Cundinamarca con su respectiva área, la categoría de conservación que ostentan y la autoridad ambiental que los administra.

<i>Páramo</i>	<i>Área total (Km²)</i>	<i>Categoría de protección*</i>	<i>Autoridad ambiental</i>
<i>Páramo de Guargua y Laguna Verde</i>	<i>129.62</i>	<i>DRMI</i>	<i>CAR</i>
<i>Páramo el Atravesado</i>	<i>23.32</i>	<i>RNSC</i>	<i>Parques Nacionales Naturales</i>
<i>Guerrero</i>	<i>19.17</i>	<i>DRMI</i>	<i>CAR</i>
<i>Páramo de El Frailejón</i>	<i>17.94</i>	<i>RFPN</i>	<i>CAR</i>
<i>Páramo Grande</i>	<i>50.17</i>	<i>RFPN</i>	<i>Corpoguavio, CAR</i>
<i>El Páramo</i>	<i>5.34</i>	<i>RNSC</i>	<i>Corpoguavio</i>
<i>Chingaza</i>	<i>773.96</i>	<i>PNN</i>	<i>Parques Nacionales Naturales</i>
<i>Complejo de páramos Cruz Verde-Sumapaz</i>	<i>1,800</i>	<i>PNN</i>	<i>Parques Nacionales Naturales</i>

*PNN: Parque Nacional Natural; DRMI: Distrito Regional de Manejo Integrado; RNSC: Reserva Natural de la Sociedad Civil;
PNR: Parque Natural Regional; RFPN: Reservas Forestales Protectoras Nacionales.

Fuente: Elaboración propia.

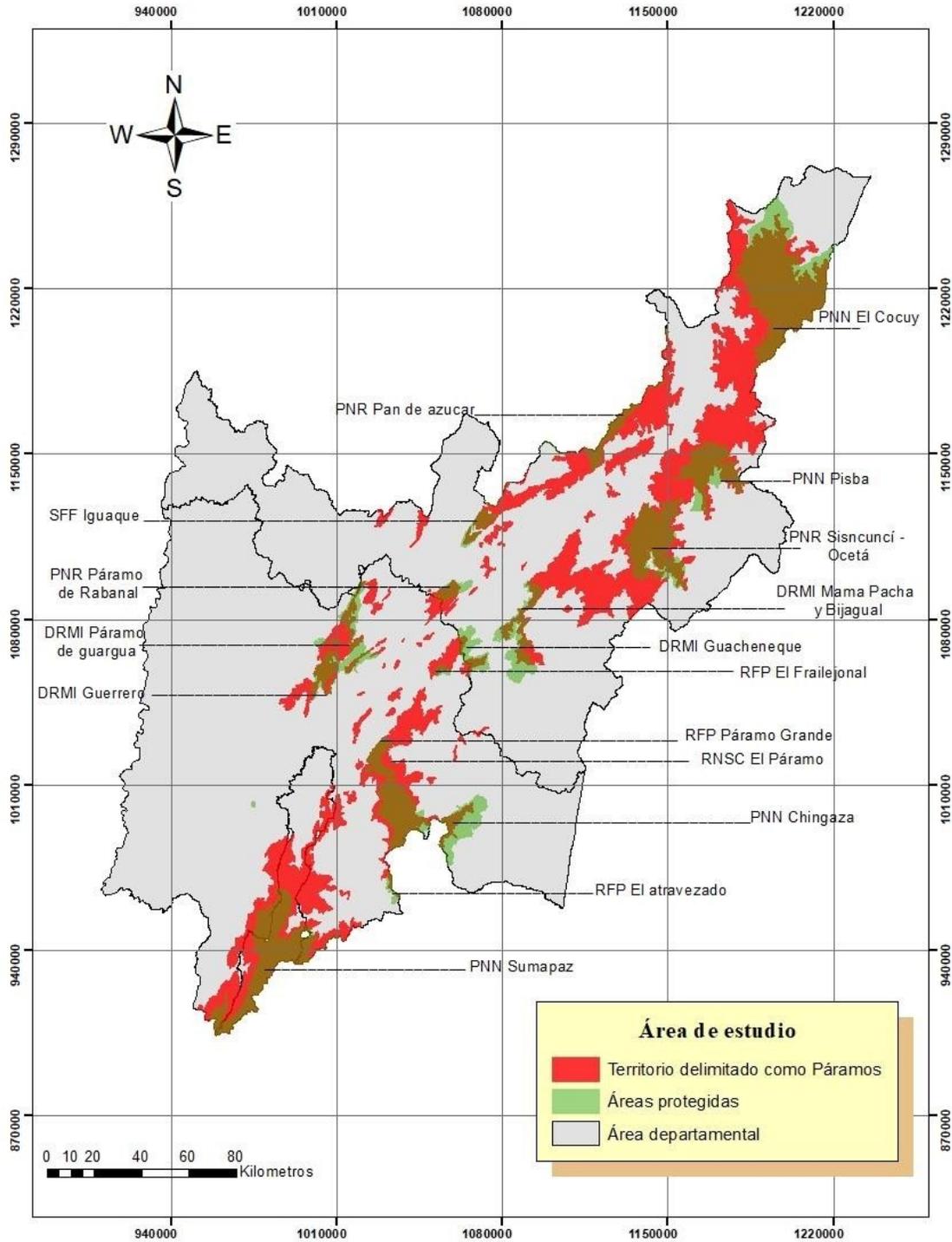
6.2 Recopilación de la información

Los *shapefiles* (capas de información cartográficas) necesarios para la delimitación de la zona de estudio y los planes de manejo de las AP estudiadas fueron obtenidos de diferentes fuentes que incluyen bases de datos nacionales como el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas RUNAP (Parques Nacionales Naturales, 2021), peticiones especiales de información a entidades públicas que no fuera de libre acceso o datos que solo tuvieran ellos en su poder y bases de datos de acceso libre de las cuales se tuviera certeza que la información allí consignada es fiable, esto, analizando la confiabilidad del sitio web consultado y revisando el tipo y lugar de publicación. Esto con el fin de abarcar una amplia gama en cuanto a la diversidad de la información obtenida. Se resalta adicionalmente que la información con la que se trabajó fue recolectada en el periodo que comprendió los meses de febrero a octubre del año 2021.

6.2.1 *Elaboración de Mapas*

La elaboración de mapas para la delimitación de las áreas de estudio (ver Mapa 4) se realizó mediante los archivos vectoriales (*shapefiles*) extraídos de las bases de datos de las AP y de los complejos de páramos, los cuales se obtuvieron de la página web del Sistema de Información Ambiental para Colombia (SIAC) y algunas fuentes secundarias consultadas (Ver Anexos).

Mapa 4. Mapa de ubicación de la zona de estudio. Zona de páramos que se superponen con áreas protegidas en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.



Fuente: Elaboración propia a partir de shapefiles obtenidos en la base de datos del RUNAP y

IAvH.

6.3 Determinación del porcentaje de cambio

Para la determinación del porcentaje de cambio se procedió a utilizar diferentes técnicas que se expondrán a continuación:

6.3.1 *Análisis multitemporal*

Para cada área protegida se tomaron 3 momentos de tiempo en concreto (con dos excepciones en la RNSC El Páramo y el DRMI Tota-Bijagual-Mamapacha en donde solo se tomaron dos imágenes pues son áreas relativamente nuevas en cuanto a su delimitación y el año actual, no vale la pena tomar 3 momentos de tiempo para llevar a cabo el análisis correspondiente). El primero consistió en una imagen cercana a la fecha de establecimiento de cada área protegida. El segundo fue obtenido con imágenes de fechas lo más actuales posible y el tercero se determinó como un punto medio entre los momentos 1 y 2 (ver Tabla 5). Esto debido a las diferentes fechas de establecimiento de las áreas y la disponibilidad de las imágenes, para poder generar así una estandarización de características para todas las zonas (características del momento de establecimiento, características durante el tiempo de conservación y características recientes).

Tabla 5. Fechas de establecimiento de áreas protegidas y fechas seleccionadas como momentos de estudio para cada AP.

<i>Área de estudio</i>	<i>Momentos tomados en el estudio</i>			
	<i>Año de establecimiento</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2*</i>	<i>Año 3</i>

<i>Páramo de Guargua y Laguna Verde</i>	<i>2009</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>
<i>Páramo el Atravesado</i>	<i>1973</i>	<i>1985</i>	<i>1997</i>	<i>2018</i>
<i>Guerrero</i>	<i>2006</i>	<i>2009</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>
<i>Páramo de El Frailejonal</i>	<i>1999</i>	<i>2000</i>	<i>2010</i>	<i>2018</i>
<i>Páramo Grande</i>	<i>1975</i>	<i>1988</i>	<i>2001</i>	<i>2018</i>
<i>El Páramo</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>x</i>	<i>2020</i>
<i>Rabanal</i>	<i>1992</i>	<i>1999</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>
<i>Chingaza</i>	<i>1968</i>	<i>1997</i>	<i>2001</i>	<i>2018</i>
<i>Cruz Verde-Sumapaz</i>	<i>1977</i>	<i>2010</i>	<i>2015</i>	<i>2020</i>
<i>Cocuy</i>	<i>1977</i>	<i>1992</i>	<i>2014</i>	<i>2020</i>
<i>Pisba</i>	<i>1977</i>	<i>1986</i>	<i>2014</i>	<i>2021</i>
<i>Tota-Bijagual- Mamapacha</i>	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>x</i>	<i>2020</i>
<i>Iguaque - Merchán</i>	<i>1977</i>	<i>1986</i>	<i>2014</i>	<i>2021</i>
<i>Unidad Biogeográfica Siscunci Ocetá</i>	<i>2008</i>	<i>2013</i>	<i>2015</i>	<i>2021</i>
<i>Pan de azúcar el Consuelo</i>	<i>2012</i>	<i>2014</i>	<i>2017</i>	<i>2021</i>
<i>Guachaneque</i>	<i>2011</i>	<i>2013</i>	<i>2016</i>	<i>2020</i>

**x: Las imágenes encontradas para estas fechas eran de meses diferentes a las otras dos obtenidas y el porcentaje de nubosidad presente superaba el límite establecido, razón por la cual se decidió no tener en cuenta, adicional a esto, por lo reciente de la fecha de establecimiento del AP, con solo dos imágenes el análisis presentó resultados significativos.*

Fuente: Elaboración propia.

Las imágenes que se utilizaron para el desarrollo de estos análisis fueron obtenidas del portal de internet del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS, 2021) pues permite consultar de forma efectiva la base de datos de las imágenes obtenidas por el satélite Landsat 8, el cual fue el seleccionado para obtener las imágenes a comparar, debido a su utilidad y amplia gama de bandas especializadas en análisis de ciencias de la tierra junto con el tamaño del grano que presentan sus imágenes, permitiendo abarcar áreas extensas (USGS, 2021).

Las imágenes seleccionadas fueron filtradas por el índice de nubosidad presente, seleccionando aquellas que presentaron una cobertura por debajo del 15% de la totalidad del área en cuestión en nubes para, de esta forma, evitar sesgos en el análisis de datos por imposibilidad de visualización (Jaramillo & Antunes, 2018).

Cabe hacer una aclaración especial, para el caso del PNN El Cocuy, el cual, por su ubicación geográfica y tamaño, no abarcó toda su área en una sola imagen satelital, generando la obligación de tener que dividirlo en PNN El Cocuy zona norte y PNN El Cocuy zona sur, acción que decidió no hacerse pues las imágenes entre la zona norte y la zona sur eran de meses diferentes, lo cual sesgaba la información. Para resolver esto, se trabajó solo con la zona norte, pues era la imagen que abarcaba mayor área de interés.

6.3.2 Corrección de imágenes

La corrección de imágenes fue realizada mediante herramientas provistas para el software ArcGIS 10.8 (ESRI, 2021) y el paquete de LEDAPS distribuido gratuitamente por la NASA y la universidad de Maryland con el objetivo de generar valores de reflectancia en superficie realizando correcciones atmosféricas en las imágenes obtenidas (Anaya, 2016).

La corrección atmosférica mediante LEDAPS considera fuentes de datos auxiliares sobre presión y temperatura del aire, concentración de ozono; adicionalmente utiliza el modelo de Densidad de Vegetación Oscura para la recuperación de la concentración de aerosoles (Jaramillo & Antunes, 2018). Para esto, se genera una unión entre diferentes bandas satelitales buscando generar así una imagen con los colores deseados (en este caso, colores que muestren la realidad del ambiente) para poder generar una posterior clasificación de componentes del paisaje (Anaya, 2016). Adicionalmente se modificó el orden de las bandas después de la unión anteriormente generada para poder obtener un rango de tonos y colores que permitieran ver de forma más clara la composición del paisaje.

6.3.3 Clasificación de la cobertura

Para la detección de cambios se procedió a hacer un análisis a nivel de píxel (cada píxel analizado comprende un área de 30m x 30m) y agrupándolos a todos según características espectrales similares, generando así, polígonos o regiones. Una vez generada la segmentación multifecha, se calcula el valor medio por segmento para los valores digitales correspondientes a las bandas utilizadas. Así se organiza la información espectral proveniente de las imágenes para que el análisis multitemporal (periodos de cambio 1 y 2) de los objetos identificados en la imagen pueda realizarse (Jaramillo & Antunes, 2018).

6.4 Análisis estadísticos

6.4.1 NDVI (Normalized Differencing Vegetation Index).

Se calculó el índice de vegetación NDVI (*Normalized Differencing Vegetation Index*). Este índice se basa principalmente en evaluar la diferencia entre la reflexión espectral entre la vegetación verde saludable, la vegetación muerta o senescente y los suelos desnudos o secos. Así, se entiende que la

vegetación saludable refleja una mayor cantidad de energía, punto comparable frente a los suelos desnudos y la vegetación muerta (Manrique, 1999).

Este índice se calcula de la siguiente forma (Manrique, 1999):

$$NDVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED}$$

Ecuación 1. Índice NDVI

En donde:

NIR: Espectroscopia de reflectancia en el infrarrojo cercano.

RED: Espectroscopía de reflectancia de la parte roja visible.

Según esta ecuación, se obtiene que la densidad de la vegetación (NDVI) en un punto determinado de la imagen es igual a la diferencia en las intensidades de la luz reflejada en el rango rojo e infrarrojo dividido por la suma de estas intensidades (Manrique, 1999).

Lo usual para el índice de vegetación (aprovechando la alta absorción de las bandas del visible y la fuerte reflectancia del infrarrojo cercano) es buscar la relación entre la banda del infrarrojo cercano (700-1300 nm) y la banda del rojo (650 nm) lo que corresponde, en proyectos como LANDSAT, a la relación entre las bandas 4 y 5 (Manrique, 1999), es por esto que este índice define valores de -1.0 a 1.0, donde los valores negativos están formados principalmente por nubes, agua y nieve, y los valores negativos cercanos a cero están formados principalmente por rocas y suelo descubierto. Mientras los valores positivos muy pequeños (0,1 o menos) de la función NDVI corresponden a áreas sin rocas, arena o nieve. Los valores positivos moderados (de 0,2 a 0,3) representan arbustos y praderas, mientras que los valores positivos grandes (de 0,6 a 0,8) indican bosques templados y tropicales. (Earth Observing System, 2021).

6.4.2 Análisis de diferencias entre las imágenes

Para el análisis de diferencias entre las imágenes se utilizó una técnica de detección de cambios en las imágenes analizadas. Esto se hizo mediante una clasificación supervisada de las coberturas presentes en cada una de las imágenes satelitales utilizadas, clasificando cada clase encontrada con ayuda de la metodología Corine Land Cover para Colombia propuesta por el IDEAM (IDEAM, 2010). Con las clasificaciones por cobertura realizadas se hizo un cálculo del porcentaje de cobertura perteneciente a cada una de las clases para después evaluar el aumento o decrecimiento de dicho porcentaje en cada uno de los lapsos entre momentos del tiempo para cada una de las zonas (Cuasquer Enríquez & Sangurima Tito, 2019).

6.5 Verificación en campo

Los datos obtenidos y los análisis generados fueron contrastados con información testigo que se obtuvo con base en diferentes visitas realizadas en distintos lapsos durante todo el desarrollo del proyecto, los cuales consistieron en su totalidad en toma de evidencia fotográfica para validar de forma personal la veracidad de la información de las coberturas arrojadas por los sensores remotos en las imágenes obtenidas. Dado el tiempo y alcance de este proyecto, las visitas a la totalidad de las AP no fueron posibles, pero si se abarcó un porcentaje significativo de estas durante el muestreo, llegando a un total de 12 áreas, dejando por fuera la RNSC El Páramo, el SFF Iguaque Merchán, el DRMI Tota - Bijagual – Mamapacha y la RFPN El Frailejónal.

Imagen 2. Cartel informativo sobre la delimitación de un área como zona de conservación, en dónde se evidencian datos de interés y algunas prohibiciones.



Imagen 3. Diversos usos del suelo evidenciados en un área protegida.



Imagen 4. Territorio correspondiente a herbazales densos (páramo).



6.6 Evaluación de la efectividad en la conservación

6.6.1 Detección de cambios de uso del suelo

Se utilizó el software FRAGSTATS 4.2.1 para calcular las métricas necesarias en la determinación de los cambios en el uso del suelo de las áreas de estudio y mediante el uso de diferentes métricas del paisaje a nivel de clase (ver Tabla 6) las cuales resultaron útiles como indicadores ecológicos de la composición del paisaje y su configuración, generando así un referente en cuanto al cambio evidenciado y los niveles de conservación presentes (Berenice, 2019).

Tabla 6. Métricas para la detección de cambio de uso del suelo a nivel de clase.

Métricas

Área total remanente (CA) Determina la extensión total de cada clase en estudio (m²) dividido para 10.000 y se lo expresa en hectáreas (McGarigal K , 1995).

Número de parches (NP) Indica el grado de fragmentación, especialmente si en su estado inicial la región era relativamente homogénea en cuanto al tipo de hábitat o uso del suelo. Cuanto mayor es la cantidad de fragmentos, más fino es el grano del mosaico y la heterogeneidad se percibe a escala espacial inferior (McGarigal K , 1995).

Densidad de borde (ED) Indica la cantidad de fragmentos, pero su valor relativo permite comparar territorios de tamaños diferentes. Un mosaico con mayor densidad de borde es más heterogéneo y una clase con mayor densidad de borde está más fragmentada (McGarigal K , 1995)

Índice de continuidad Permite evaluar la continuidad espacial como indicador de fragmentación boscosa (McGarigal K , 1995).

Fuente: Adaptado de (Berenice, 2019).

Estas métricas fueron escogidas debido a la relación que existe entre ellas, permitiendo comprender de forma certera las dinámicas temporales de un área, sus procesos de fragmentación y como se relacionan dichos fragmentos entre ellos.

6.7 Análisis administrativo

Se recolectó información sobre las resoluciones de creación y delimitación de las áreas protegidas junto con los planes de manejo establecidos para ciertas áreas (aquellas que los poseían). Los planes de manejo recolectados fueron analizados para poder determinar la forma en que dichas áreas planearon ser manejadas y tener una idea previa de cómo podría ser el cambio en la vegetación (cambio teórico) y poder contrastarlo contra el cambio real evidenciado después del análisis de imágenes realizado (ver Tabla 7).

Tabla 7. Documentos encontrados para las AP.

Área de estudio	Documentos de interés		
	Resoluciones	Planes de manejo	Alcance en años del plan de manejo
Páramo de Guargua y Laguna Verde	<p>1. Acuerdo 37 del 8 de noviembre del 2016: Precisión cartográfica de los polígonos que conforman la RFPN y DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde.</p> <p>2. Acuerdo 22 del 18 de agosto de 2009: Se declara como RFPN Y DRMI al Páramo de Guargua y Laguna Verde.</p>	1	2012 - 2017
Páramo el Atravesado	<p>1. Acuerdo 12 del 8 de septiembre de 1972: se declara zona de reserva forestal protectora.</p> <p>2. Resolución 1483 del 03 de agosto de 2018: mediante la cual se precisa el límite de la RFPN Páramo el Atravesado.</p>	0	N/A
Guerrero	<p>1. Acuerdo 42 del 7 de octubre del 2006: Declarar como DRMI a un sector del Páramo de Guerrero.</p>	1	2012 - 2017
Páramo de Él Frailejonal	<p>1. Acuerdo 16 de 1999: Declarar Área de Reserva Forestal Protectora los terrenos que conforman la parte alta de la cuenca de las quebradas Don Alonso, El Pueblo y De Iza en el Páramo "El Frailejonal", localizado en comprensión territorial del Municipio Mchetá, Cundinamarca.</p>	0	N/A
Paramo Grande	<p>1. Resolución 38 de 1975: Por el cual se declara Zona de Reserva Forestal un predio denominado páramo grande ubicado en jurisdicción del Municipio de Guasca en el Departamento de Cundinamarca.</p>	0	N/A
El Páramo	<p>1. Resolución 163 del 2017: Registrar como Reserva Natural de la Sociedad Civil "EL PÁRAMO", una extensión superficiaria de cincuenta y cuatro hectáreas con tres mil cuatrocientos dieciocho metros cuadrados.</p>	0	N/A
Rabanal	<p>1. Resolución 26 del 2009: Por el cual se declara y alindera el Parque Natural Regional Rabanal, en el Municipio de Samacá en Jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá.</p>	0	N/A

Chingaza	1. Resolución 68 de 1985: con el fin de preservar la flora, la fauna, las cuacas naturales, reservarse y declárense Parque Nacional Natural Chingaza los sectores comprendidos dentro de hoyas de los ríos la playa y río frío, hoya del río chuza	2	2005 - 2009 2016- 2020
Cruz Verde-Sumapaz	1. Resolución 153 de 1977: Con el objeto de conservar la flora, la fauna, las bellezas escénicas naturales, complejos geomorfológicos, manifestaciones históricas o culturales, con fines científicos, educativos, recreativos o estéticos, delimitase y resérvese	1	2005-2010
Cocuy	1. Resolución 156 de 1997: con el objeto de conservar la flora, fauna, las bellezas escénicas naturales, complejos geomorfológicos, manifestaciones históricas o culturales con fines científicos, educativos, recreativos o estéticos, delimitase y reservase un área de 306000 hectáreas de superficie aproximada que se denominara Parque Nacional Natural El Cocuy	1	2005 - 2009
Pisba	1. Resolución 155 de 1977: con el objeto de conservar la flora, fauna, las bellezas escénicas naturales, complejos geomorfológicos, manifestaciones históricas o culturales con fines científicos, educativos, recreativos o estéticos, delimitase y reservase un área de 45000 hectáreas de superficie aproximada que se denominara Parque Nacional Natural Pisba.	2	2005 - 2009 2020 - 2025
Tota-Bijagual-Mamapacha	1. Resolución 8 de 2017: Por medio del cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) páramo Mamapacha y Bijagual, en los municipios de Garagoa, Chinavita, Ramiriquí, Tibaná, Ciénega y Viracacha, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor	1	2017 - 2022
Iguaque-Merchan	1. Resolución 173 de 1977: Con el objeto de preservar especies y comunidades vegetales y animales, con fines científicos y educativos y para conservar recursos genéticos de la flora y fauna nacional.	2	2009 - 2014 2017 - 2022
Unidad Biogeográfica de Siscuncú Ocetá	1. Resolución 27 del 2008: Por el cual se declara y alindera el Parque Natural Regional Unidad Biogeográfica Siscunsi Oceta en jurisdicción de los municipios de Sogamoso, Aquitania, Mongui y Mongua.	0	N/A
Pan de azúcar el Consuelo	1. Resolución 2 del 2012: Por el cual se declara y se alindera el Parque Natural Regional Pan de Azúcar-El Consuelo, en los municipios de Santa Rosa de Viterbo, Cerinza, Belén y Tutaza, en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Boyacá-CORPOBOYACÁ	0	N/A
Guachaneque	1. Resolución 29 del 2011: Por el cual se declara, reserva, delimita y alindera el Distrito Regional de Manejo Integrado (DRMI) Páramo de Cristales, Castillejo o Guachaneque, en los municipios de La Capilla, Pachavita, Úmbita y Turmequé en jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor	2	2012 - 2015 2020 - 2025

7 Resultados

Se analizaron un total 16 polígonos resultado del cruce entre las áreas de páramo delimitadas por el IAvH y las áreas protegidas que se sobreponen sobre estos, estando repartidos entre dos departamentos. Cada polígono contó con un total de 3 imágenes satelitales, salvo dos excepciones en las cuales solo se tomaron dos imágenes por lo reciente de su establecimiento, compilando un total de 46 imágenes satelitales que fueron utilizadas en el desarrollo total de este trabajo, abarcando un total de 3205,89 km²

7.1 Coberturas y uso del suelo

Las coberturas en las áreas de estudio fueron divididas en 4 grades grupos según el nivel 1 de clasificación propuesto por la metodología Corine Land Cover adaptada por el IDEAM para Colombia en 2010 (ver Tabla 8), los cuales buscaron abarcar y, en medida, estandarizar un poco la cantidad de resultados obtenidos siendo, en la mayor medida posible, excluyentes entre ellas mismas. Estas clases fueron:

Tabla 8. Clases generadas para la clasificación de coberturas según (IDEAM, 2010).

Clase	Descripción
--------------	--------------------

Herbazal Denso

Aunque, esta clasificación según CLC se encuentra dentro de los bosques y áreas seminaturales, decidió separarse por ser el objeto central de este estudio, definiéndolo entonces como las áreas con características específicas, tales como estar alejadas de zonas urbanas, presentar tonalidades marrones en las composiciones de bandas utilizadas, estar en zonas con un relieve predominantemente montañoso.

**Bosques y áreas
seminaturales diferentes al
herbazal denso**

Comprende un grupo de coberturas vegetales de tipo boscoso, arbustivo y herbáceo, desarrolladas sobre diferentes sustratos y pisos altitudinales que son el resultado de procesos climáticos; también por aquellos territorios constituidos por suelos desnudos y afloramientos rocosos y arenosos, resultantes de la ocurrencia de procesos naturales o inducidos de degradación.

Superficies de Agua

Son los cuerpos y cauces de aguas permanentes, intermitentes y estacionales, localizados en el interior del continente y los que bordean o se encuentran adyacentes a la línea de costa continental, como los mares.

**Territorios
artificializados**

Comprende las áreas de las ciudades y las poblaciones y, aquellas áreas periféricas que están siendo incorporadas a las zonas urbanas mediante un proceso gradual de urbanización o de cambio del uso del suelo hacia fines comerciales, industriales, de servicios y recreativos.

Fuente: Elaboración propia.

A cada una de estas clasificaciones se les asoció un color diferencial para poder generar mapas que fueran cómodos y fáciles de analizar, estos colores fueron:

Tabla 9. Colores dados a cada una de las clasificaciones establecidas.

<i>Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso</i>	

<i>Herbazal denso</i>	
<i>Superficies de agua</i>	
<i>Territorios artificializados</i>	

7.1.1 Cambio en las coberturas del uso del suelo

7.1.1.1 Boyacá.

Para el caso del departamento de Boyacá se encontró que las coberturas se distribuyeron de tal forma que la clase con mayor área para el periodo 2020-2021 es la de herbazal denso con una representatividad del 47,5%, siendo el caso contrario de las superficies de agua (en este caso unidas a la denominada “zonas glaciares” propia del PNN Cocuy) con un total de 1,6% (ver Figura 1).

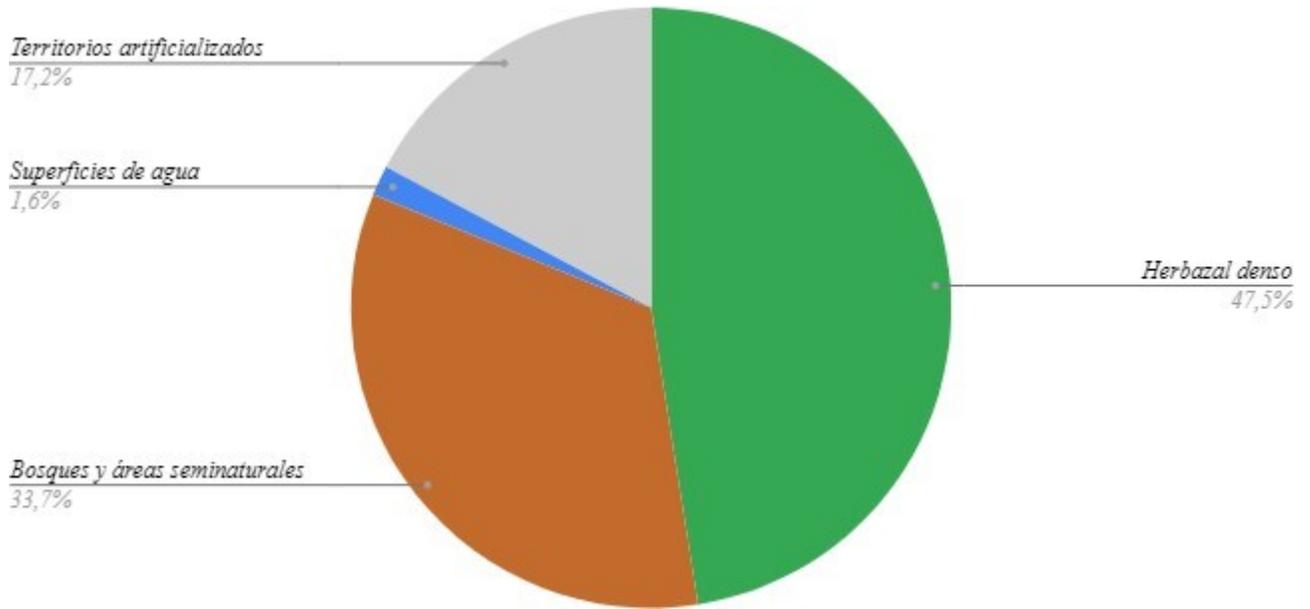


Figura 1. Representatividad de las coberturas de las áreas en el departamento de Cundinamarca para la última fecha analizada.

Cabe resaltar que el departamento de Boyacá presenta un caso especial, específicamente para el PNN el Cocuy, en dónde no se evidenció acción antrópica cercana, por lo cual, esta cobertura no fue tomada en cuenta debido a su inexistencia, en cambio, se evidenció existencia de una nueva denominada Zonas Glaciares, la cual se caracteriza por ser áreas cubiertas por hielo en forma permanente, el cual se localiza en la cima y algunas laderas de las montañas más altas del sistema andino colombiano, por encima de la cota de nivel de 4900 msnm. Se caracteriza por presentar poca variación de su área en el tiempo, con tendencia a la lenta reducción debido al calentamiento de la atmósfera por el cambio climático (IDEAM, 2010).

7.1.1.1.1 El Cocuy

Para el resultado del cruce entre el PNN El Cocuy y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene entonces que la única área que tuvo ganancia neta positiva fueron los herbazales densos (ver Mapa 5) , los cuales a lo largo del tiempo no presentaron ninguna disminución, caso contrario de las otras 3 clases evaluadas, las cuales llegaron a perder hasta un -8,38% de su área total inicial, siendo este el caso de los bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 10). Se resalta adicionalmente el hecho de que, por su ubicación geográfica y tamaño, toda el área de interés no se encontraba dentro de una sola imagen satelital, teniendo así que ser dividido en PNN El Cocuy zona norte y PNN El Cocuy zona sur, acción que decidió no hacerse pues las imágenes entre la zona norte y la zona sur eran de meses diferentes, lo cual sesgaba la información. Para resolver esto, se trabajó solo con la zona norte, pues era la imagen que abarcaba mayor área de interés.

Mapa 5. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy.

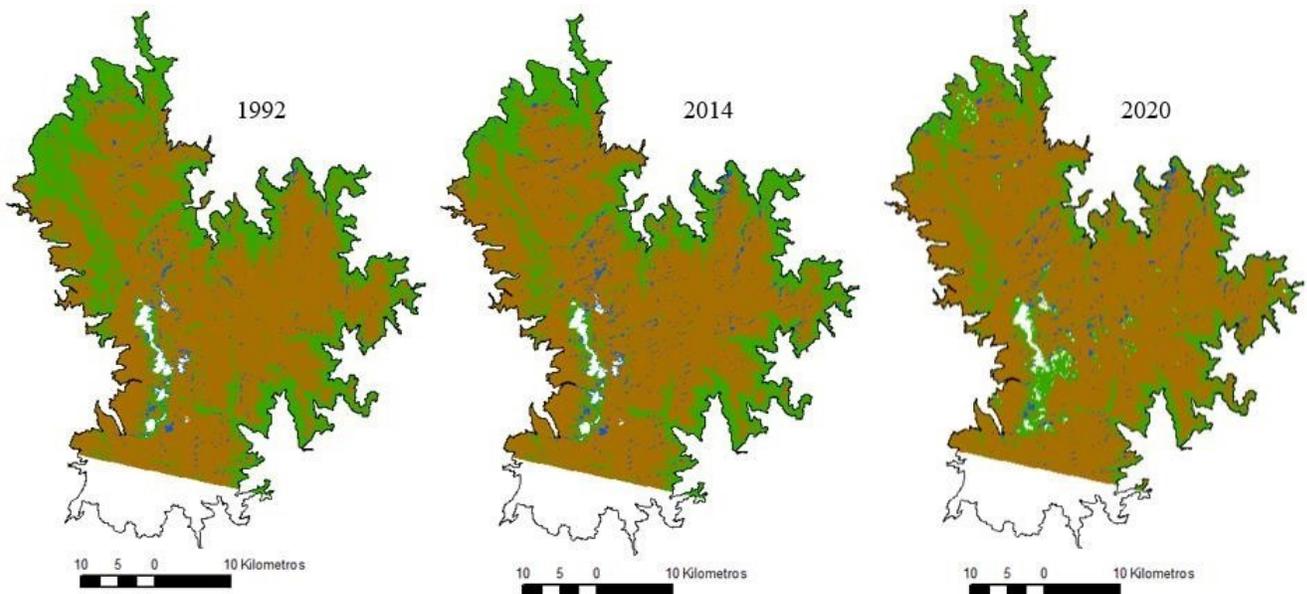


Tabla 10. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

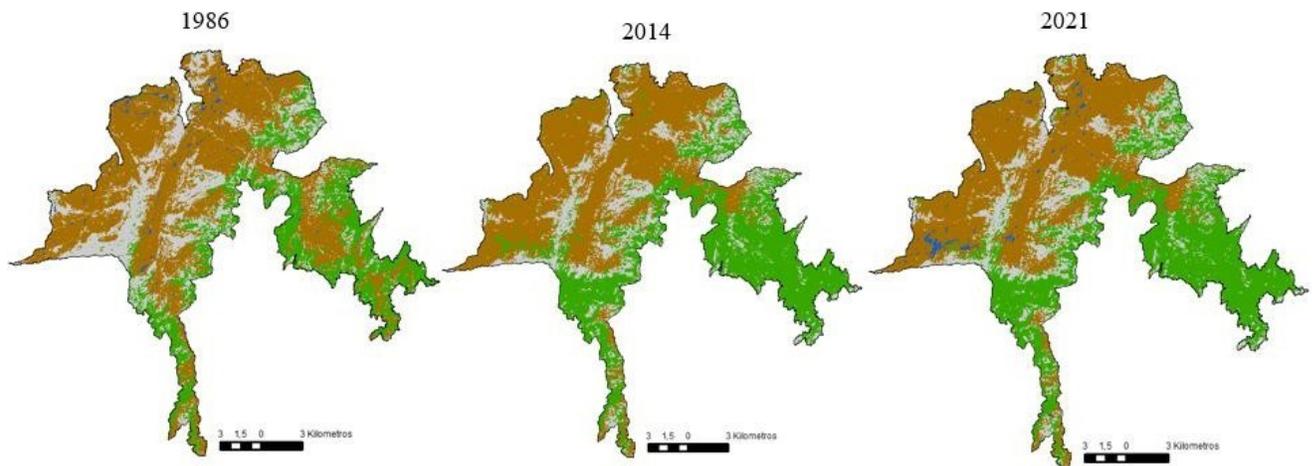
PNN El Cocuy

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal Denso	5,25	7,76	13,01
Bosques y áreas seminaturales diferentes al Herbazal denso	-0,96	-7,42	-8,38
Superficies de Agua	-0,92	-0,31	-1,23
Zonas Glaciares	-3,37	-0,03	-3,4

7.1.1.1.2 Pisba

Para el resultado del cruce entre el PNN Pisba y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene un comportamiento de cambio en donde el herbazal denso y los territorios artificializados tienden a disminuir su superficie en función del tiempo dándole paso a las demás clases establecidas (ver Mapa 6). Estas dos clases dan paso a superficies como los bosques y áreas seminaturales, la cual es la clase que más ganancia neta presenta, llegando a abarcar un 9,32% del territorio ganado en todo el tiempo que va abarca el análisis. Cabe resaltar que las superficies de agua presentes aumentan su superficie a través del tiempo (ver Tabla 11).

Mapa 6. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el el PNN Pisba.



Conservación en Páramos

Tabla 11. Porcentaje de cambio en los lapsos analizados en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Pisba. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

<i>PNN Pisba</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-0,41	-6,8	-7,21
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-0,32	9,64	9,32
Superficies de Agua	0,57	0,76	1,33
Territorios artificializados	-0,03	-4,82	-4,85

7.1.1.1.3 Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá.

Para el resultado del cruce entre el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 3 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 7). En este caso se puede ver claramente un aumento significativo y un poco alarmante de los territorios artificializados desde la parte norte hacia la parte sur del polígono, presentando una ganancia neta del 24,09% de área a lo largo del periodo de tiempo analizado. Este porcentaje ganado es cedido en gran parte por el herbazal denso el cual presenta una ganancia neta en pérdida del -23,47% de su superficie inicial. Adicional a esto, es evidente que a medida que esta clase disminuye su superficie, clases como los bosques y áreas semi naturales ganan terreno (ver Tabla 12).

Mapa 7. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi – Ocetá.

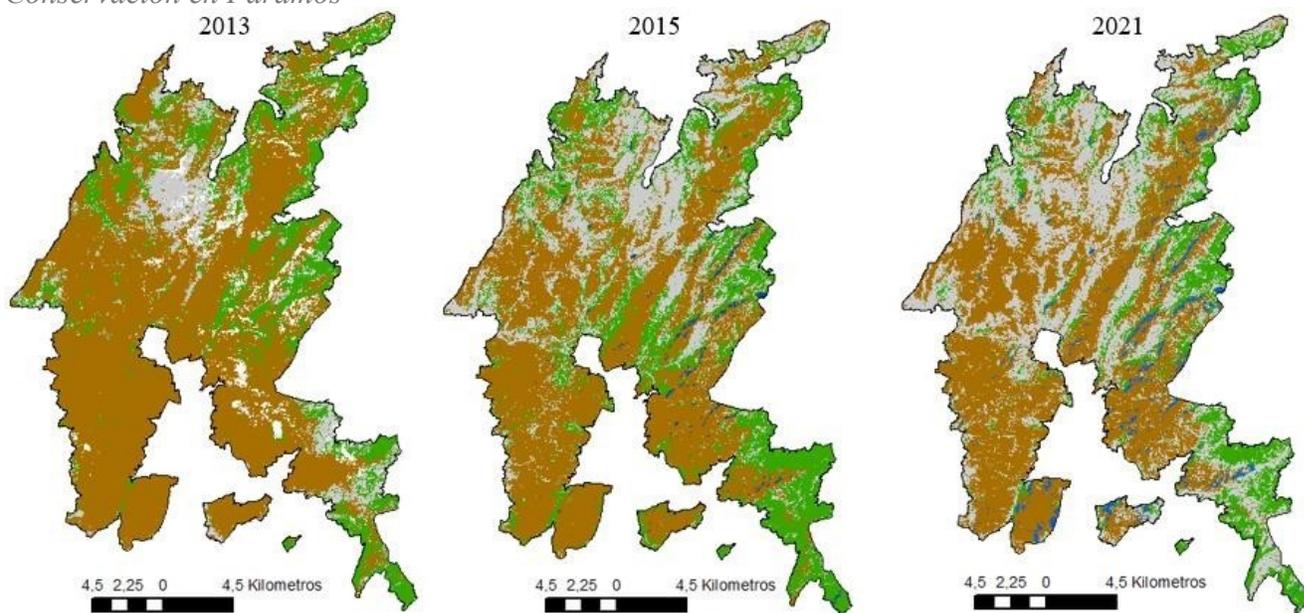


Tabla 12. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-17,93	-5,54	-23,47
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	19,39	-7,57	11,82
Superficies de Agua	-13,96	1,52	-12,44
Territorios artificializados	12,51	11,58	24,09

7.1.1.1.4 Pan de azúcar El Consuelo

Para el resultado del cruce entre el PNR Pan de Azúcar El Consuelo y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 3 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 8). Para esta zona en particular es interesante ver cómo la única clase que gana territorio es la que representa el páramo, pues es la única clase la cual presenta una ganancia neta en

Conservación en Páramos

valores positivos y la única que a través del tiempo en ambos lapsos establecidos no presenta pérdidas de superficie en área caso contrario de las otras 3 clases determinadas que hay en alguno de los 2 lapsos presentan pérdida de superficie generando así una pérdida neta, significando una reducción del área (ver Tabla 13).

Mapa 8. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de azúcar El Consuelo.

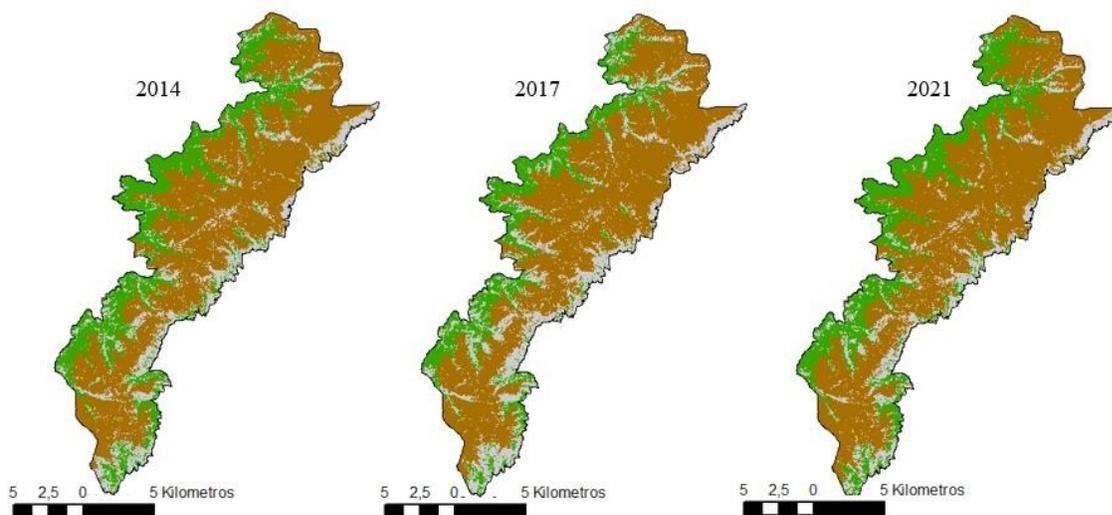


Tabla 13. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de azúcar El Consuelo. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

PNR Pan de azúcar El Consuelo

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	0,26	2,22	2,48
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-6,21	6,19	-0,02
Superficies de Agua	1,96	-2,07	-0,11
Territorios artificializados	3,99	-6,34	-2,35

7.1.1.1.5 Páramo de Rabanal

Para el resultado del cruce entre el PNR Páramo de Rabanal y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que se puede ver un aumento considerable en las coberturas tanto de Territorios artificializados como de Bosques y áreas seminaturales en la zona nororiental del polígono (ver Mapa 9). Dicho cambio se refleja en una pérdida neta de -10,43% en superficie de herbazales densos y una ganancia de área constante en las otras 3 clases, siendo la de bosques y áreas seminaturales la que mayor superficie ganó con una ganancia neta de 7,79% (ver Tabla 14). Es importante resaltar que parte de estos resultados se pueden deber a que gran parte de la zona al nororiente está constituida por plantaciones forestales siendo estas, un problema en cuanto a la separación mediante el nivel de clasificación utilizada, quedando así dentro de la clase de bosques y áreas seminaturales.

Mapa 9. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal

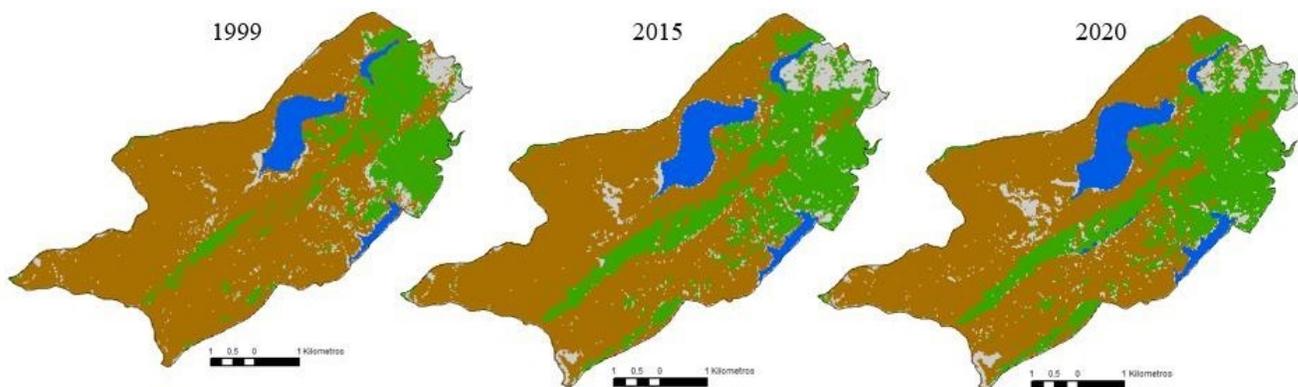


Tabla 14. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

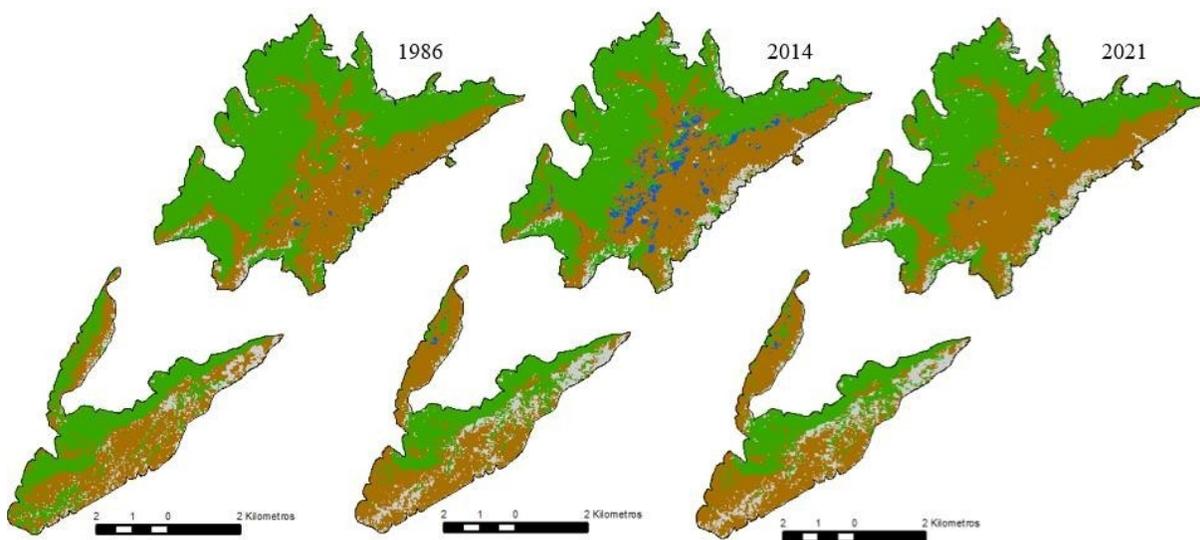
<i>PNR Páramo de Rabanal</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-8,53	-1,9	-10,43

Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	6,26	1,53	7,79
Superficies de Agua	1,09	0,33	1,42
Territorios artificializados	1,19	0,03	1,22

7.1.1.1.6 Iguaque Merchán

Para el resultado del cruce entre el SFF Iguaque Merchán y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 3 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 10). Este comportamiento se evidencia en un primer aumento sustancial de las superficies de agua las cuales después reducen su área generando una ganancia neta del 1,12% en superficie, adicional a esto se evidencia que la única clase que presentó ganancias netas negativas es la de bosques y áreas seminaturales, la cual para el final presentó una pérdida total de un 13,75% de su superficie inicial dándole paso al crecimiento de clases como el herbazal denso el cual presenta una ganancia neta del 10,57% frente a su superficie inicial (ver Tabla 15)

Mapa 10. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchan.



Conservación en Páramos

Tabla 15. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchán. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

<i>SFF Iguaque Merchán</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	1,56	9,01	10,57
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-7,49	-6,26	-13,75
Superficies de Agua	2,31	-1,19	1,12
Territorios artificializados	3,62	-1,56	2,06

7.1.1.1.7 Guachaneque

Para el resultado del cruce entre el DRMI Guachaneque y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 3 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 7). En este caso se evidencia una ausencia total de cuerpos de agua en ambos polígonos que constituyen el área en cuestión. adicional a esto para el polígono superior se evidencia una pérdida en superficie Páramo para el año 2016 la cual aumenta para el año 2020. En cuanto al polígono inferior se ve una pérdida de superficie de bosques y áreas naturales la actual está reemplazada por superficie de herbazal denso y territorios artificializados, esto se hace aún más evidente al ver que la ganancia neta en herbazal denso es de 2,9%, para territorios artificializados es de 18,74% y los bosques y áreas seminaturales presentan una pérdida neta del -21,64% (ver Tabla 16).

Mapa 11. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque

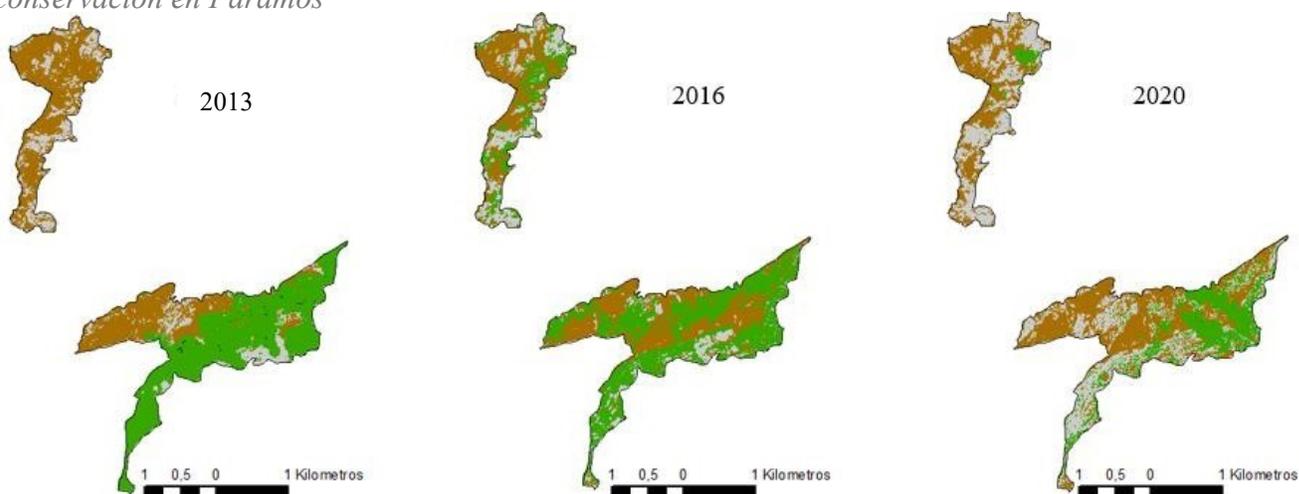


Tabla 16. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

DRMI Guachaneque

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-3,06	5,96	2,9
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	3,34	-24,98	-21,64
Superficies de Agua	-	-	-
Territorios artificializados	-0,28	19,02	18,74

7.1.1.1.8 Tota -Bijagual – Mamapacha

Para el resultado del cruce entre el DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 2 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 12). Para esta zona de estudio es interesante ver cómo la clase que presenta mayores pérdidas netas de área es la de herbazal denso, perdiendo un -18,85% de la superficie total que presentaba al inicio del estudio. También es interesante el comportamiento que presentan las superficies de agua, en dónde estas disminuyen su superficie en totalidad, adicional a esto los bosques

y áreas semi naturales aumentan su superficie a lo largo del tiempo tirando a presentar una ganancia neta de 33,96% frente a su superficie inicial (ver Tabla 17).

Mapa 12. Cambio de la cobertura vegetal en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota -Bijagual – Mamapacha

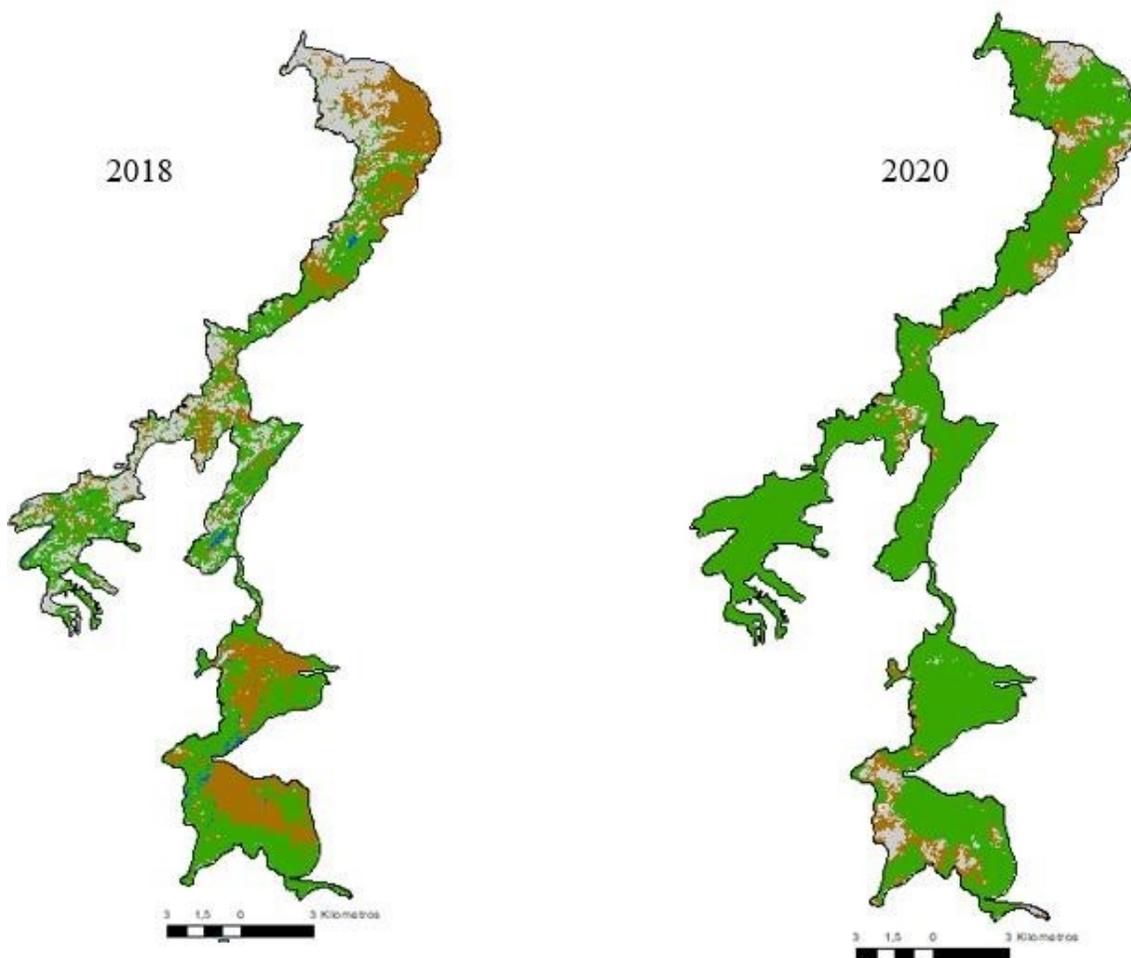


Tabla 17. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-18,85	0	-18,85
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	33,96	0	33,96

Superficies de Agua	-0,31	0	-0,31
Territorios artificializados	-15,42	0	-15,42

Si compilamos los resultados anteriores, se obtiene entonces que para el departamento de Boyacá las clases definidas para el uso del suelo presentan el siguiente comportamiento (ver Figura 2):

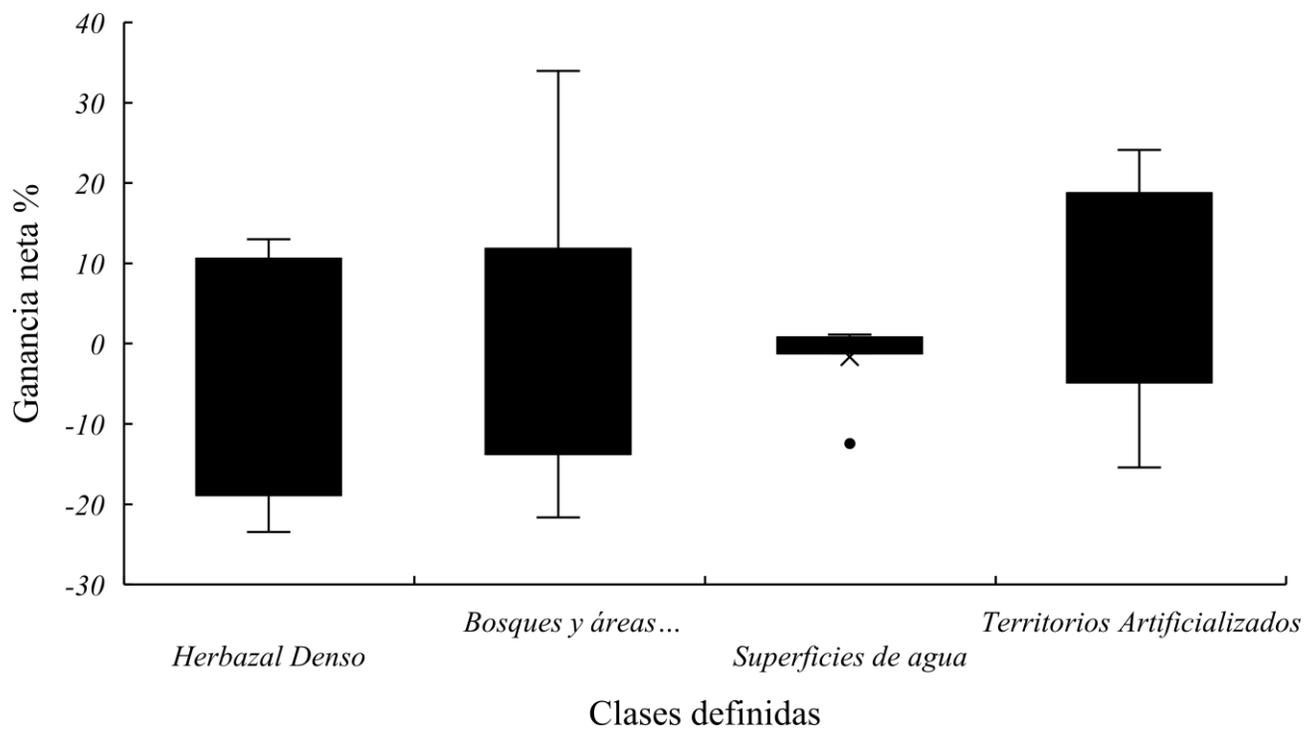


Figura 2. Porcentaje de ganancia neta en área para cada una de las clases evaluadas en el departamento de Boyacá.

Aquí podemos ver que la clase con mayor estabilidad en cuanto a ganancia neta de superficie es la correspondiente a superficie de agua encontrando que sus valores oscilan en valores cercanos al cero, caso completamente diferente a los bosques y áreas semi naturales representan un rango de distribución de datos bastante amplio. Si nos centramos en el herbazal denso, podemos ver como su rango varía entre valores de 20 y -30, Presentando un rango estrecho si lo vemos desde el punto de la media. Se

resalta también que las clases herbazal denso y bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso presentan una ligera heterogeneidad en cuanto al largo de sus bigotes, situación que permite ver que para el caso de áreas seminaturales fue mayor la ganancia neta presenciada en las áreas de estudio frente a la pérdida neta de las mismas, caso contrario de la superficie de herbazal denso, en donde el bigote más largo se dirige a la parte negativa del gráfico, dejando ver que la pérdida de superficie fue mayor que la ganancia de la misma (ver Figura 2).

7.1.1.2 Cundinamarca

Para el caso del departamento de Cundinamarca se evidencia que las coberturas se distribuyeron de tal forma que la clase con mayor área entre el año 2020 y 2021 es la de herbazal denso con una representatividad del 42,7% en contraste con las superficies de agua, las cuales poseen una representatividad del 2,7% (ver Figura 3).

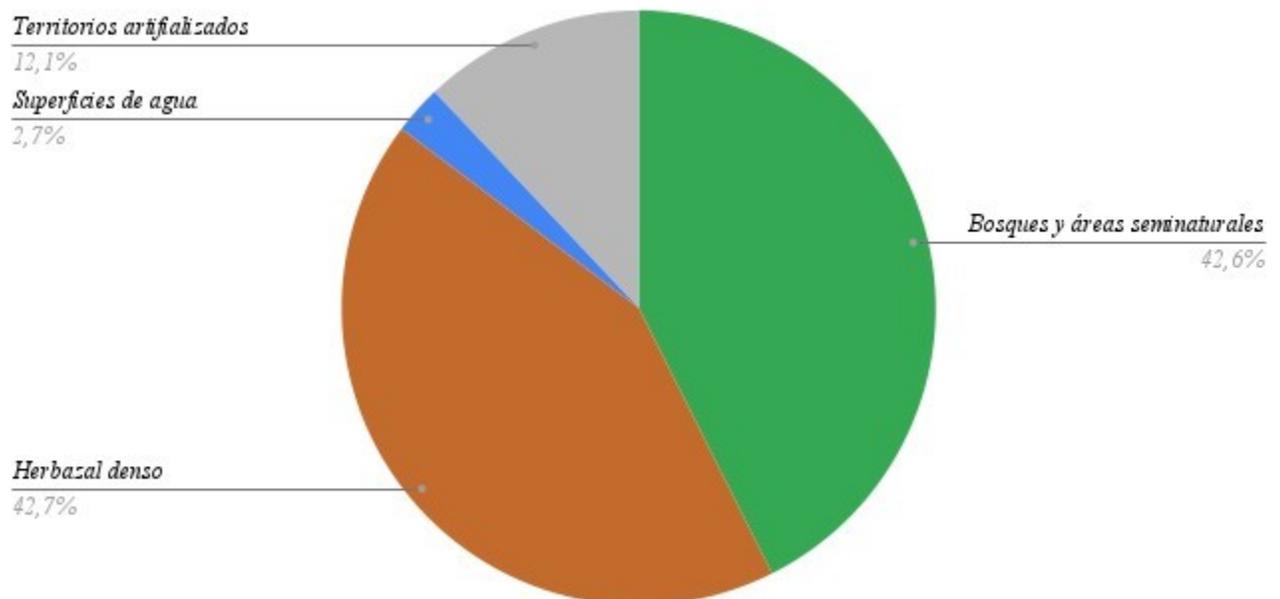


Figura 3. Representatividad de las coberturas de las áreas en el departamento de Cundinamarca para la última fecha analizada.

7.1.1.2.1 Complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz

Para el resultado del cruce entre el Complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura presenta cierto grado de variación entre los 3 momentos del tiempo analizados (ver Mapa 13). Dicho cambio se ve reflejado en un aumento considerablemente en la clase de territorios artificializados, generando una ganancia neta de 11,68%, siendo esta la única clase en la cual, en los dos lapsos de tiempo, presenta ganancias en área, resultado que contrasta fuertemente con la clase de herbazal denso, la cual inicia reduciendo su área en un -4,19% para después reducir aún más en -7,09% para una pérdida neta del 11,28% de su área inicial (ver Tabla 18).

Mapa 13. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el Complejo de páramos Cruz verde – Sumapaz

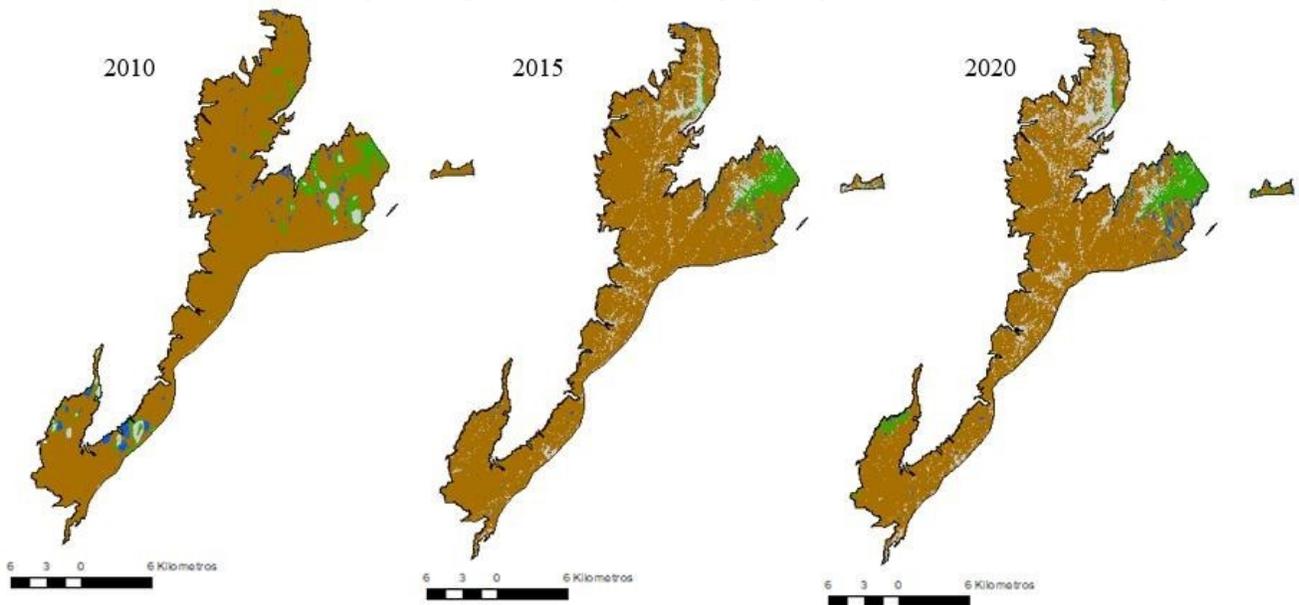


Tabla 18. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Cruz verde - Sumapaz. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

<i>PNN Cruz verde - Sumapaz</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-4,19	-7,09	-11,28
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-1,94	1,35	-0,59
Superficies de Agua	-1	1,18	0,18
Territorios artificializados	7,12	4,56	11,68

7.1.1.2.2 Chingaza

Para el resultado del cruce entre el PNN Chingaza y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura, presenta un grado medio de variación entre los 3 momentos del tiempo analizados (ver Mapa 14). Dicho cambio se ve reflejado en un aumento inicial de la case herbazal denso, ganando área en el primer lapso del tiempo para, en el segundo lapso, perder el área ganada, llegando a una pérdida neta de -0.63%, encontrando un comportamiento inverso con la clase de bosques y áreas seminaturales, la cual, inicia perdiendo territorio, para posteriormente ganarlo y generar una ganancia neta del 0,88%. Cabe resaltar que para esta zona hay ausencia de territorios artificializados (ver Tabla 19).

Mapa 14. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza

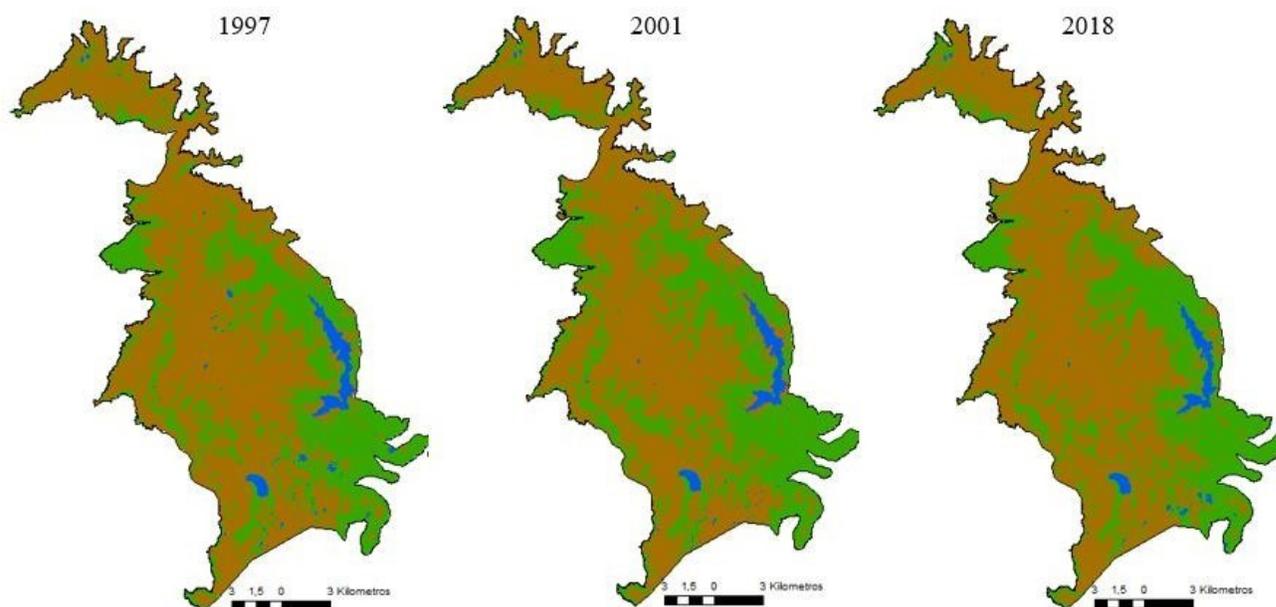


Tabla 19. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

PNN Chingaza

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	2,99	-3,68	-0,69
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-2,85	3,73	0,88
Superficies de Agua	-0,14	-0,05	-0,19
Territorios artificializados	0	0	0

7.1.1.2.3 Páramo Grande

Para el resultado del cruce entre la RFPN Páramo Grande y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura, presenta un grado medio de variación entre los 3 momentos del tiempo analizados y tiene una tendencia a aumentar en cuanto a la clase de territorios artificializados (ver

Mapa 15). Esto es aún más evidente se observa que esta clase es la que mayor ganancia neta presenta entre las 4 analizadas, terminando así con un 4,42% de área nueva total. Esto contrasta con los bosques y áreas seminaturales, clase que fue la única en presentar una pérdida neta, disminuyendo su área inicial en un -8,39% (ver Tabla 20).

Mapa 15. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande.

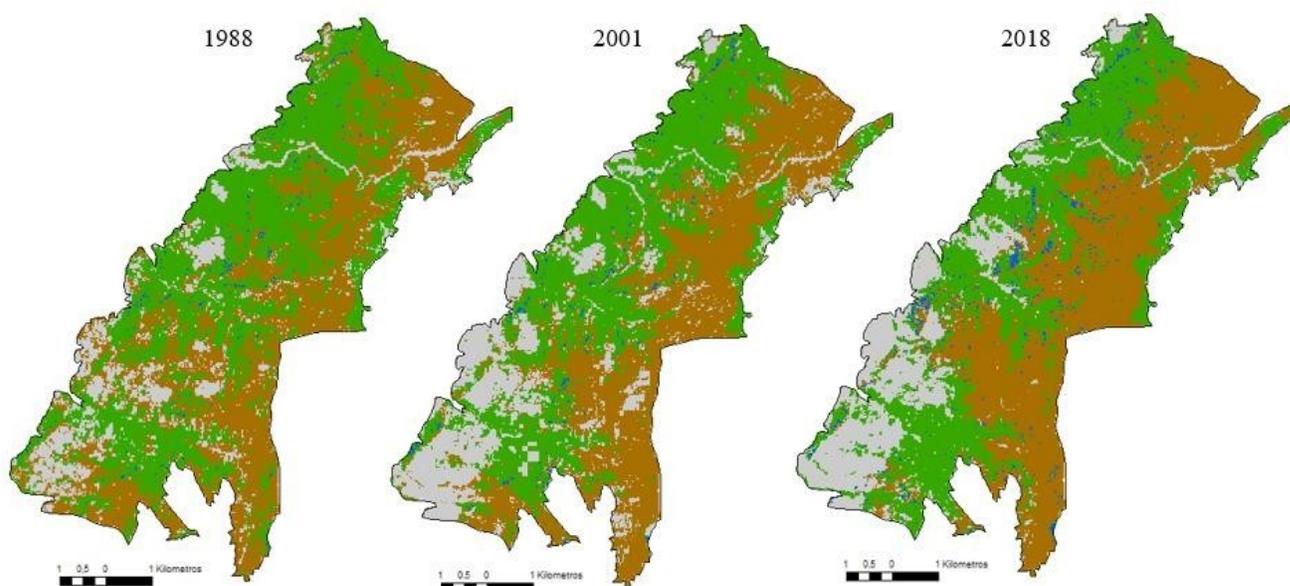


Tabla 20. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la RFPN Páramo Grande. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

RFPN Páramo Grande			
Clases	lapso 1 (%)	Lapso 2 (%)	Cambio neto (%)
Herbazal denso	-0,61	3,02	2,41
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-7,14	-1,25	-8,39
Superficies de Agua	0,2	1,37	1,57
Territorios artificializados	7,57	-3,15	4,42

7.1.1.2.4 El Frailejonal

Para el resultado del cruce entre la RFPN El Frailejonal y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que esta presenta un grado medio de variación entre los 3 momentos del tiempo analizados (ver Mapa 16). Se puede ver que entre las clases herbazal denso y bosques y áreas seminaturales fuera de herbazal denso hay un comportamiento casi inversamente proporcional, en el cual, el primero disminuye casi en igual medida que el segundo aumenta, llegando a presentar las superficies de bosque y áreas seminaturales una ganancia neta similar a la pérdida neta que presenta el herbazal denso (ver Tabla 21).

Mapa 16. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal.

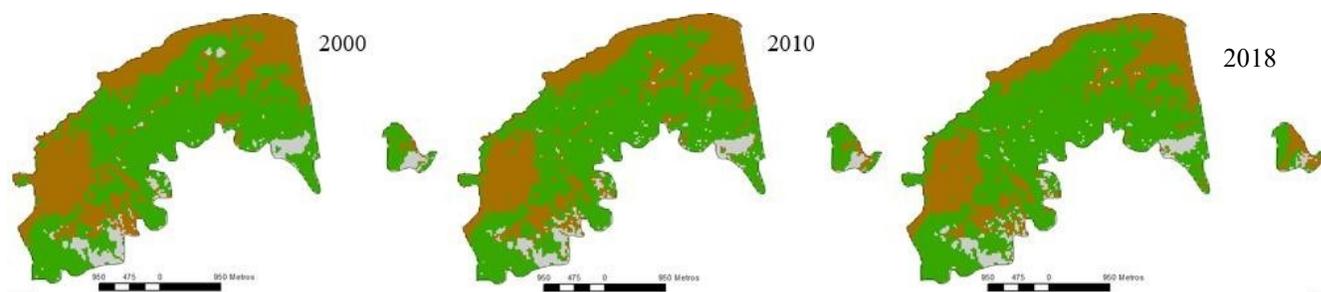


Tabla 21. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la RFPN El Frailejonal. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

<i>RFPN El Frailejonal</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-3,07	-3,09	-6,16
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	3,25	3,71	6,96

Territorios artificializados	-0,18	-0,61	-0,79
Superficies de agua	0	0	0

7.1.1.2.5 Páramo de Guerrero

Para el resultado del cruce entre el DRMI Páramo de Guerrero y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura, presenta un grado medio de variación entre los 3 momentos del tiempo analizados (ver Mapa 17). Dicho cambio se ve reflejado en un decrecimiento inicial de la case herbazal denso, perdiendo área en el primer lapso del tiempo para, en el segundo lapso, recuperar porcentaje de cobertura, llegando a una pérdida neta de -5,32%, encontrando un comportamiento inverso con la clase de bosques y áreas seminaturales, la cual, inicia ganando territorio, para posteriormente retroceder y generar una ganancia neta del 7,95% (ver Tabla 22).

Mapa 17. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero

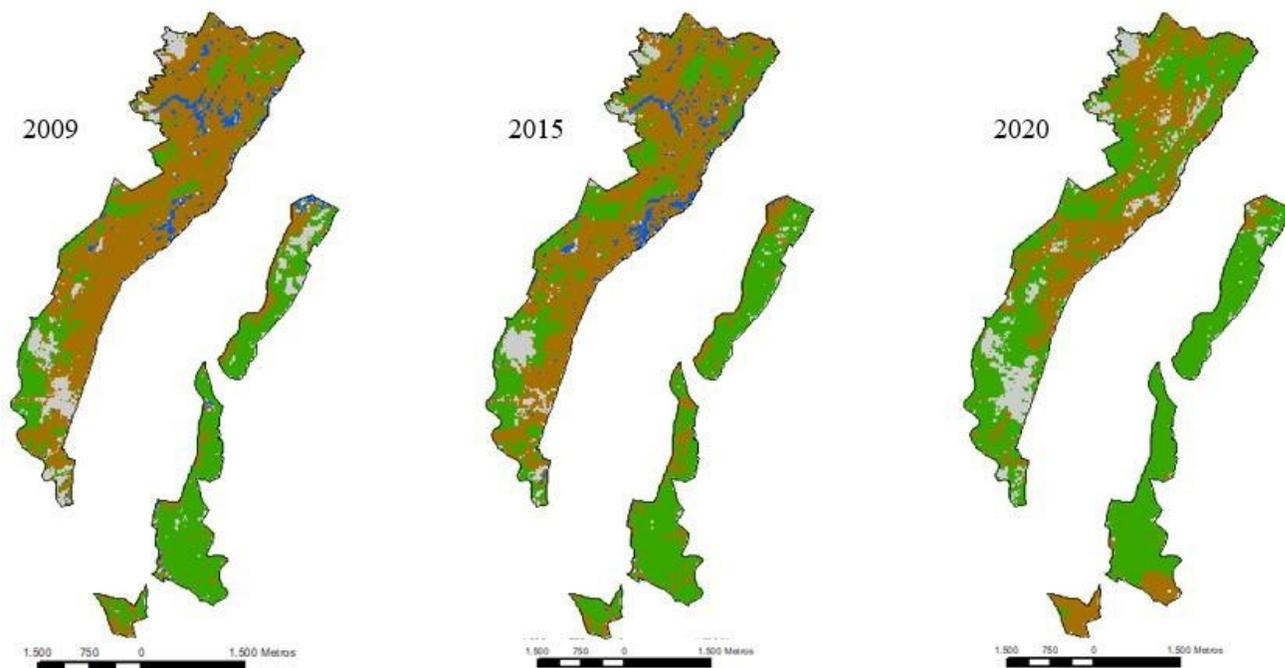


Tabla 22. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

DRMI Páramo de Guerrero

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-20,06	14,74	-5,32
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	18,8	-10,85	7,95
Superficies de Agua	0,28	-0,06	0,22
Territorios artificializados	0,98	-3,83	-2,85

7.1.1.2.6 Páramo de Guargua y Laguna Verde

Se encontró para el DRMI Páramo de Guargua y Laguna verde que la cobertura varía en diferentes grados entre los 3 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 18). Dicho cambio se ve reflejado entre los bosques y áreas semi naturales presentan una ganancia neta mayor que las otras 3 clases evaluadas,

aunque su ganancia neta es en pérdida. Cabe resaltar en el herbazal denso, que, aunque inicia perdiendo territorio en el lapso 1 lo recupera en el lapso 2 consiguiendo así una ganancia neta de 0,73% (ver Tabla 23).

Mapa 18. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde.

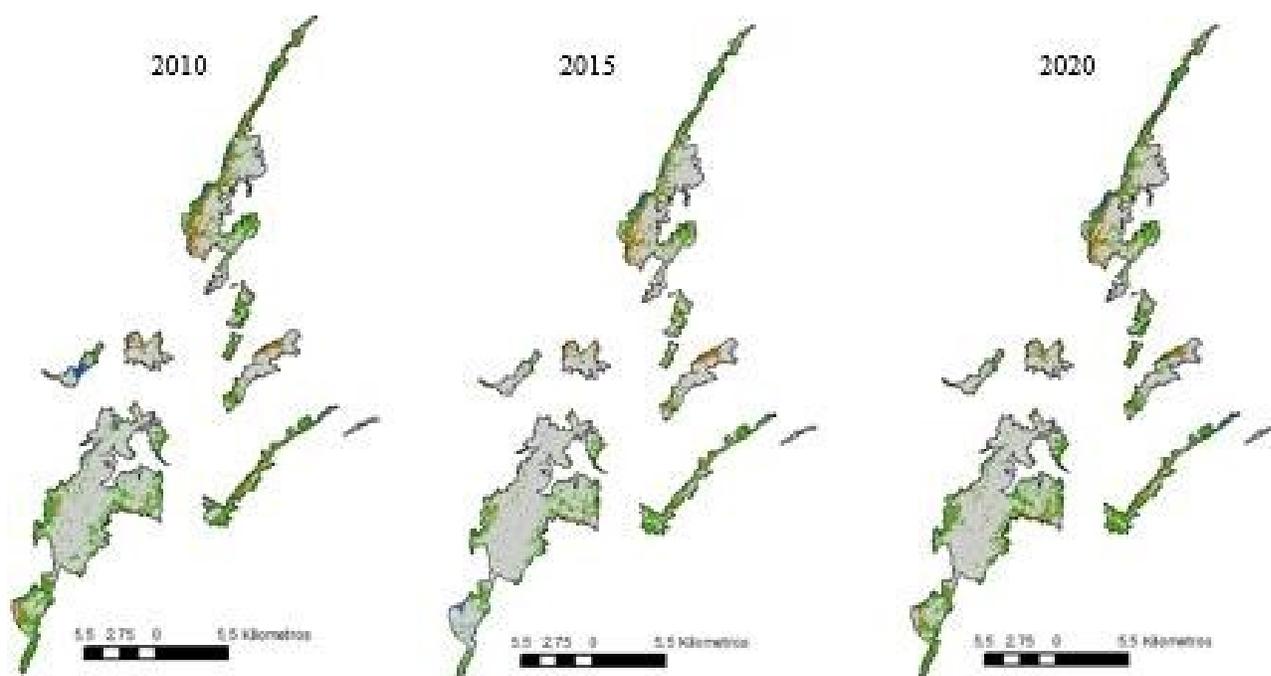


Tabla 23. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

<i>DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde</i>			
<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-1,7	2,43	0,73
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-6,14	4,3	-1,84
Superficies de Agua	-0,47	0,76	0,29
Territorios artificializados	8,33	-7,51	0,82

7.1.1.2.7 Páramo el Atravesado

El caso del resultado del cruce entre el DRMI Páramo el Atravesado y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que es un poco similar al anterior, pues en su superficie sólo hay presencia de 2 de las 4 clases analizadas (ver Mapa 19). Al igual que el caso anterior, a lo largo del tiempo se puede evidenciar que el comportamiento del herbazal denso es inversamente proporcional al comportamiento de los bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal al denso, comportamiento que permanece y se ve reflejado en la ganancia neta de ambas clases (Ver Tabla 24).

Mapa 19. Cambio de la cobertura vegetal en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado

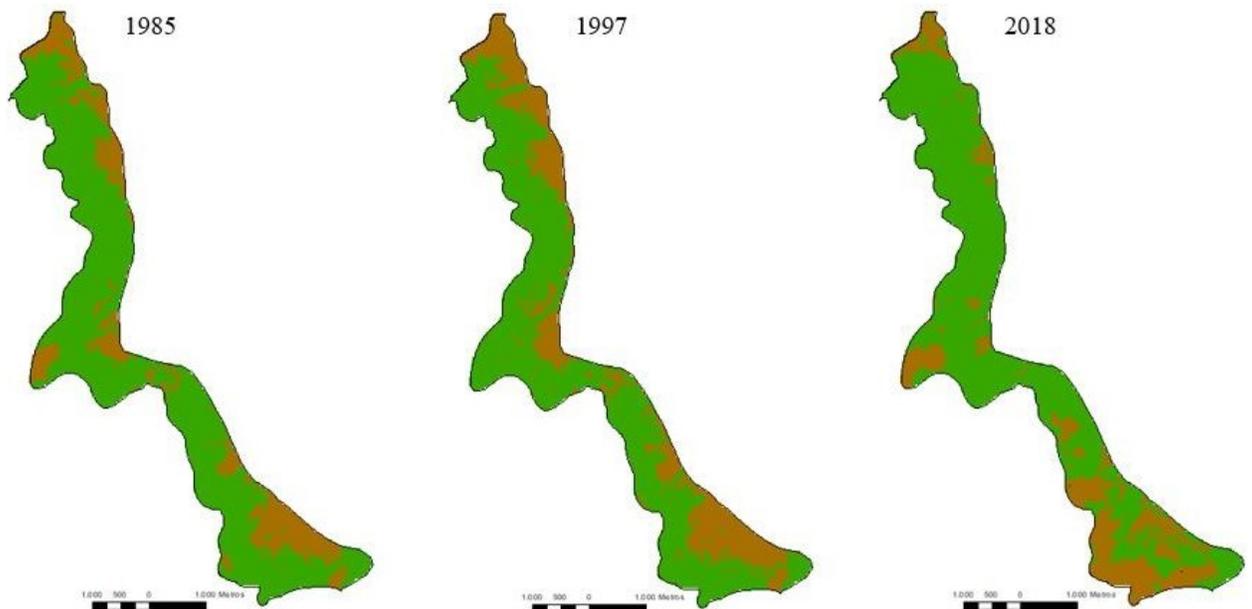


Tabla 24. Porcentaje del cambio en la cobertura entre tres momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.

RNSC Páramo el Atravesado

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	7,53	-5,87	1,66
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	-7,53	5,87	-1,66
Superficies de Agua	0	0	0
Territorios artificializados	0	0	0

Si compilamos los resultados anteriores, se obtiene entonces que para el departamento de Cundinamarca las clases definidas para el uso del suelo presentan el siguiente comportamiento (ver Figura 4):

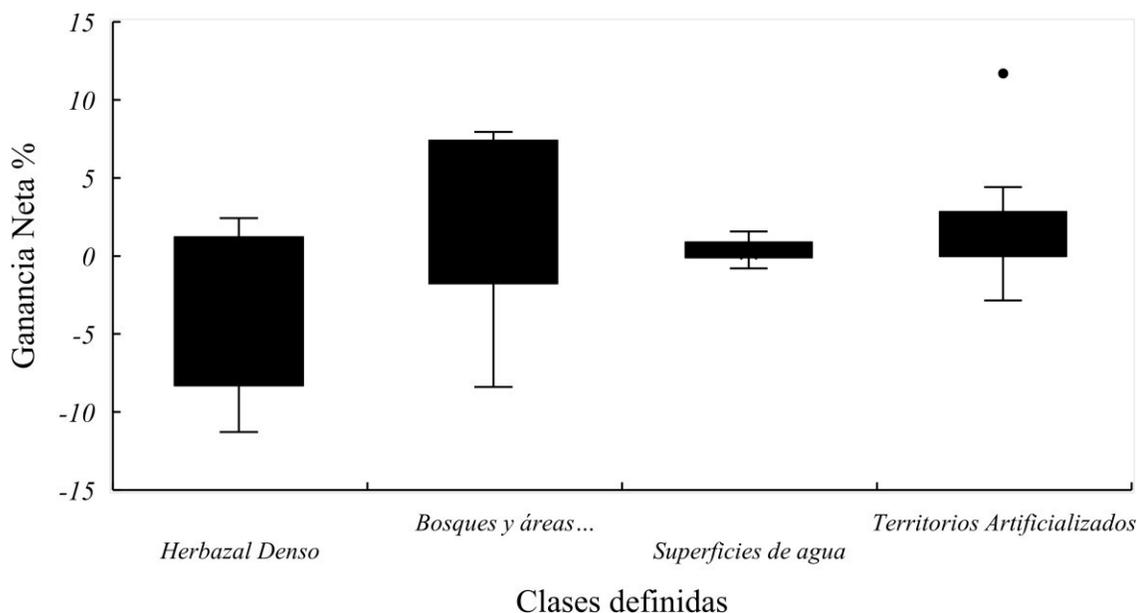


Figura 4. Porcentaje de ganancia neta en área para cada una de las clases evaluadas en el departamento de Cundinamarca.

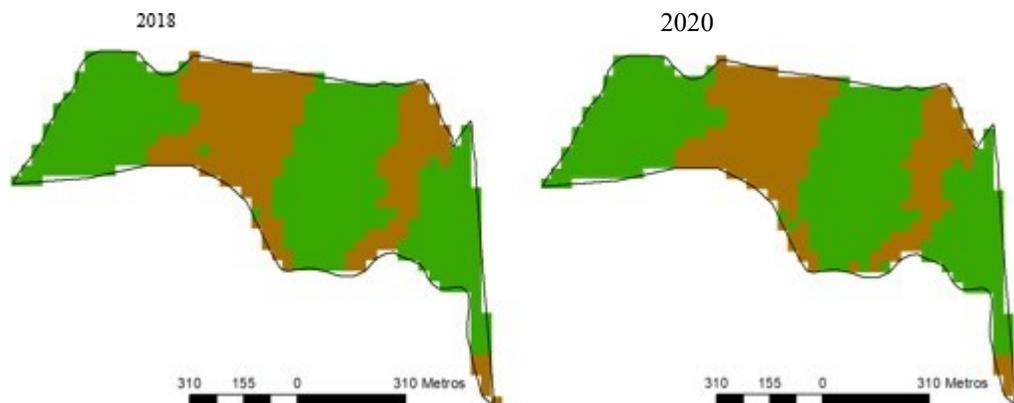
Aquí se puede evidenciar como las superficies de agua presentan el comportamiento más estable entre todas las clases manteniendo sus valores en rangos cercanos entre sí, comportamiento opuesto representado por los bosques y áreas seminaturales los cuales presentan valores bajos bastante

separados de la media y valores altos más cercanos a ella. Para el caso del herbazal denso encontramos que es una ganancia neta es la más baja y su pérdida neta es la más alta y que los territorios artificializados presentan un comportamiento similar a las superficies de agua, aunque con ganancias mayores. Se resalta también que las clases herbazal denso y bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso poseen heterogeneidad en cuanto al largo de sus bigotes, siendo mucho más marcada en el caso de Bosques y áreas seminaturales, situación que permite ver que para esta clase, la pérdida de área fue mucho mayor que la ganancia, evidenciando un bigote negativo de mayor longitud que la presentada por el bigote que se extiende hacia la zona positiva del gráfico, caso parecido al de la superficie de herbazal denso, en donde el bigote más largo se dirige a la parte negativa del gráfico, dejando ver que la pérdida de superficie fue mayor que la ganancia de la misma (ver Figura 4).

7.1.1.2.8 El Páramo

Para el resultado del cruce entre la RNSC El Páramo y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la cobertura varía en diferentes grados entre los 2 momentos de tiempo en estudio (ver Mapa 20). El Páramo al poseer un área tan pequeña sólo posee 2 de las 4 clases evaluadas y al ser un análisis tan corto en tiempo presenta cambios que aún son leves, situación que se evidencia en que el área perdida por herbazal denso es exactamente igual al área ganada por bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso (ver Tabla 25).

Este polígono se ve de esta forma (cuadrículado en su parte interior) debido al tamaño de este frente a los tamaños de cada píxel que se analiza, encontrando entonces que cada píxel en cuestión corresponde a un área de 30m x 30m y, como se aprecia en la escala, el área no tiene más de 1km de ancho total.

Mapa 20. Cambio de la cobertura vegetal en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo**Tabla 25. Porcentaje del cambio en la cobertura entre dos momentos del tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo. En tono verde se evidencia ganancia de cobertura en área y en tono rojo pérdida de cobertura en área.****RNSC El Páramo**

<i>Clases</i>	<i>lapso 1 (%)</i>	<i>Lapso 2 (%)</i>	<i>Cambio neto (%)</i>
Herbazal denso	-1,45	0	-1,45
Bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso	1,45	0	1,45
Superficies de Agua	0	0	0
Territorios artificializados	0	0	0

7.1.2 Cambio Total de las Coberturas

Una vez unidos todos los valores obtenidos para todas las áreas se obtienen entonces que la clase con menor rango de distribución sigue siendo las superficies de agua cuyos valores no oscilan en un rango superior a 10% y -10% y que la clase con rangos más amplios de distribución es bosques y áreas seminaturales, llegando a presentar inclusive valores atípicos por encima de 30%, comportamiento que se evidencia también en la clase territorios artificializados (ver Figura 5).

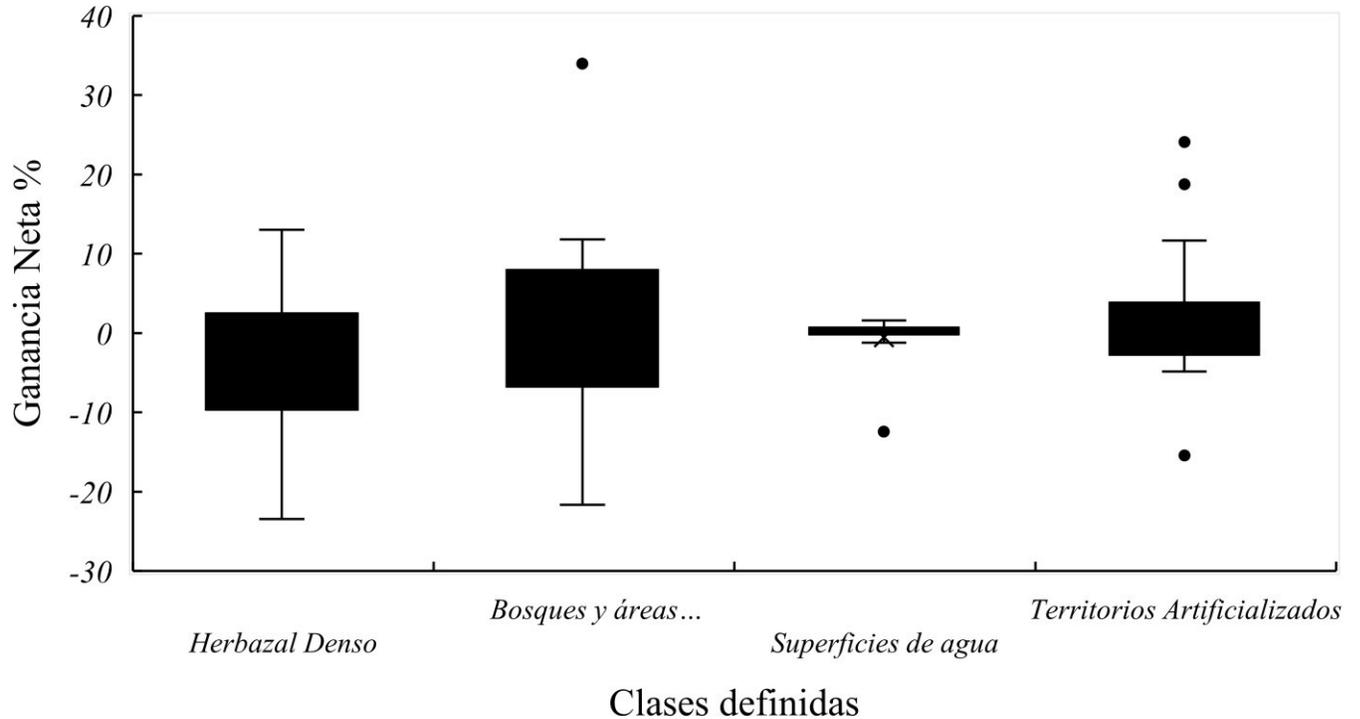


Figura 5. Porcentaje de cambio neto en área para los dos departamentos.

Se aprecian, en la mayoría de las clases datos atípicos resultado de la notable diferencia de porcentaje ganancia neta entre los dos departamentos, datos atípicos que tiene mayor presencia en la clase de territorios artificializados. En cuanto a la heterogeneidad en la longitud de los bigotes, se observa que, al unir los datos para los dos departamentos, esta aumenta, alargando hacia el espectro positivo de los datos los bigotes de los territorios artificializados, significando una mayor ganancia neta de superficie, mientras que en clases como bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, la ganancia tiene una tendencia a ser negativa, por ende, a perder superficie de cobertura. El caso del herbazal denso nos deja ver que, al igual que las superficies de agua, tiene a estabilizarse, dejando que sus bigotes, aunque muy separados del centro de la caja, posean una longitud similar (ver Figura 5).

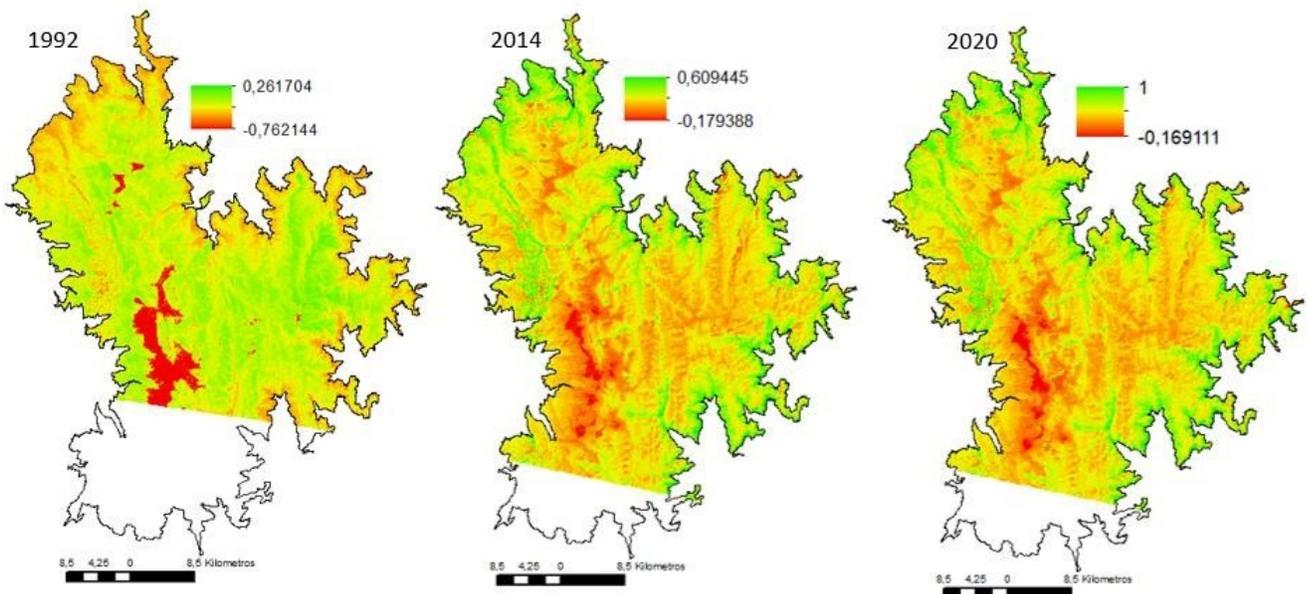
7.2 Índice NDVI

7.2.1 Boyacá.

7.2.1.1 El Cocuy

En el caso del resultado del cruce entre el PNN El Cocuy y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que existe una inversión en las áreas de páramos y vegetación externa, aumentando así los valores altos, comenzando en 0,26 y llegando casi hasta el 1. Por su parte, los valores bajos, entre el primer y el último momento de tiempo cambian de forma similar a los positivos, llegando a estabilizarse entre los dos años más recientes, pasando de -0,17 a -0,16 (ver Mapa 21).

Mapa 21. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy.



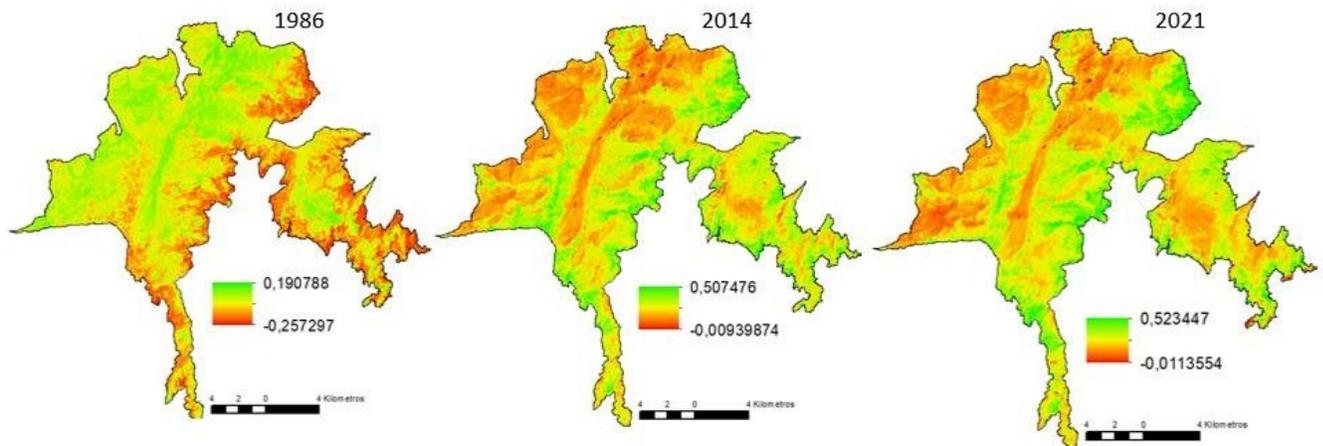
7.2.1.2 Pisba

Para el caso del resultado del cruce entre el PNN Pisba y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que el índice NDVI nos permite ver un aumento considerable en valores propios de vegetación característica de zonas de páramo. En el año 1986 se observa un área considerable de vegetación

extraño para la cual a lo largo del tiempo va retrocediendo, dando lugar a vegetación propia del páramo.

Hay una variación significativa en los valores altos viendo que estos presentan tendencia a disminuir, comportamiento inversamente proporcional al que desarrollan los valores bajos (ver Mapa 22). Cabe resaltar que el área de colores rojos, aunque tiende a disminuir lo hace de forma leve.

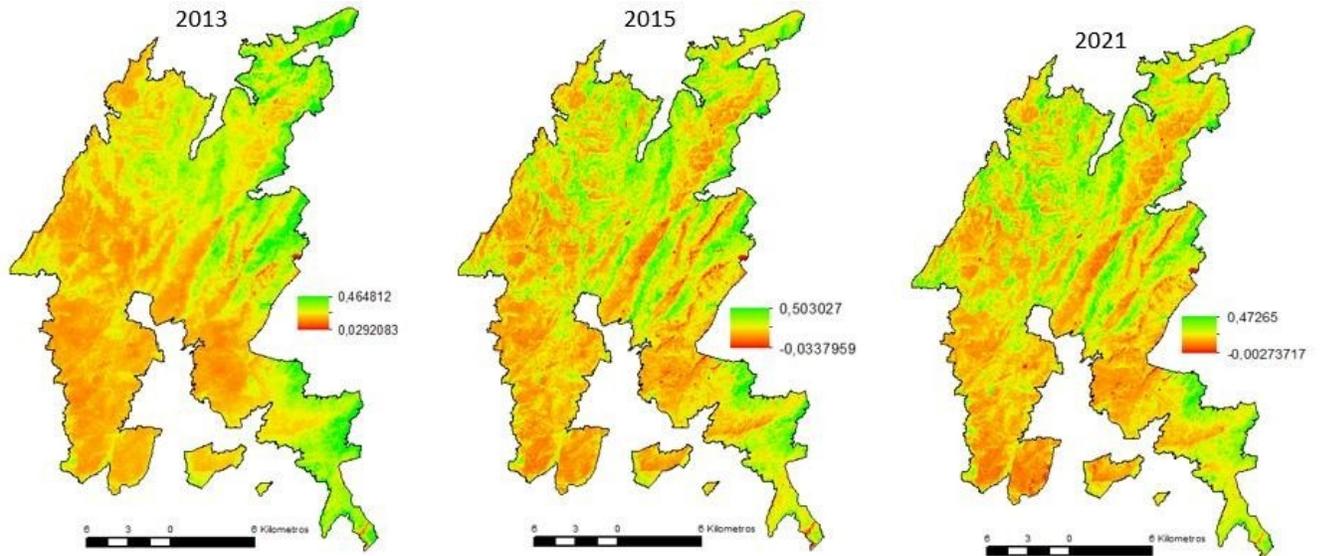
Mapa 22. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Pisba.



7.2.1.3 Unidad Biogeográfica Siscunsi – Ocetá

Para el caso del resultado del cruce entre el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi - Ocetá y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que índice NDVI presenta un comportamiento constante a lo largo del tiempo, siendo este principalmente cubierto por vegetación extraña al páramo. Aquí los valores máximos y mínimos se mantienen estables en el tiempo, aunque se evidencian cambios de color en las dos imágenes. Para el año 2021 los valores altos regresan a un punto cercano a la inicial, pasando de 0,50 a 0,47 (ver Mapa 23). Los valores negativos presentan una reducción, pasando así de -0,03 a -0,002.

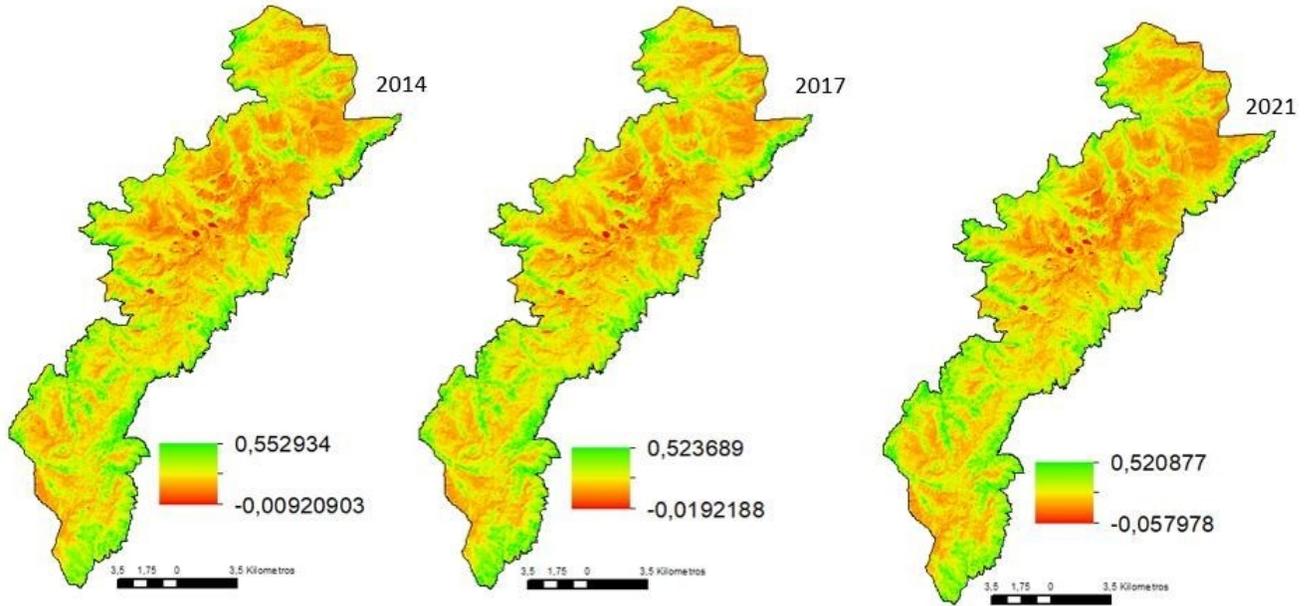
Mapa 23. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi – Ocetá



7.2.1.4 Pan de Azúcar El Consuelo

Para el caso del resultado del cruce entre el PNR Pan de Azúcar El Consuelo y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que el índice NDVI nos permite ver que los valores altos fluctúan entre valores cercanos a cero lo cual nos indica vegetación de tipo arbustivo y pastizales, y se encuentran dentro del programa de estudio, caso contrario de la vegetación extraña al páramo, la cual aunque tiene incrustaciones dentro del polígono de interés se mantiene al margen del mismo, retrocediendo poco a poco a lo largo del tiempo (ver Mapa 24).

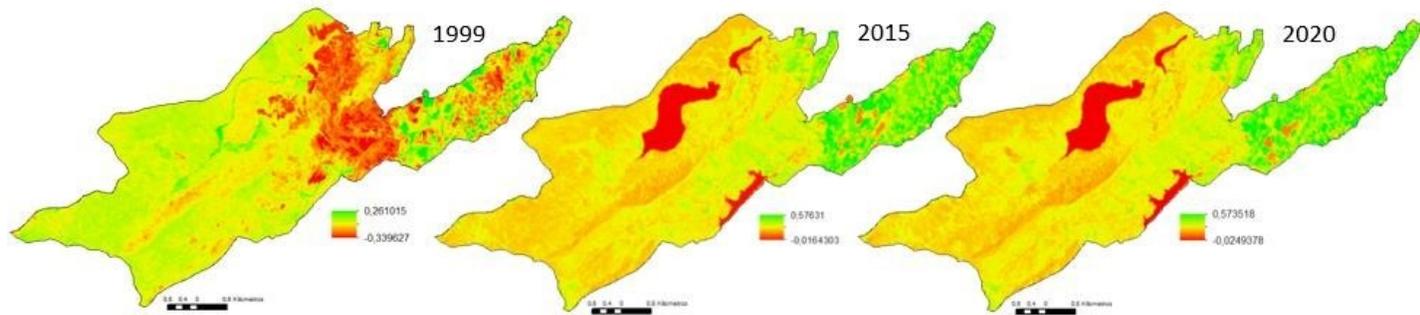
Mapa 24. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de Azúcar el Consuelo.



7.2.1.5 Páramo de Rabanal

El caso del resultado del cruce entre el PNR Páramo de Rabanal y el área de páramo delimitado por el IAvH se evidencia en este caso en particular que los valores obtenidos para este índice varían significativamente entre los 3 momentos del tiempo (ver Mapa 25), y en especial, entre el año 1999 de los otros dos años, presentando este primero un gran parche de vegetación en la parte más norte del polígono que va retrocediendo a lo largo del tiempo y finalmente se ubica en el apéndice que la forma presenta en su parte oriental, dejando libre el centro de la imagen en donde, en los 3 casos, se evidencia que la vegetación ha logrado mantenerse estable en valores, que como se ha visto antes, son propios de este tipo de ecosistema, adicional a esto, se evidencia que en los dos últimos momentos de tiempo, hacen presencia cuerpos de agua, que, en el primer momento de tiempo, aunque también se encontraba, presenta tonalidades y valores completamente diferentes.

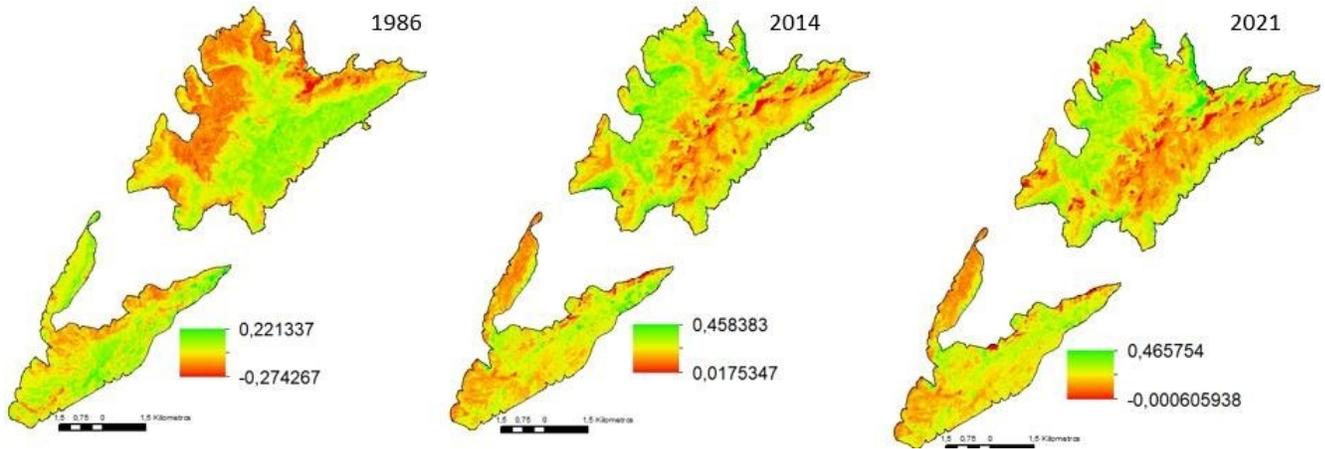
Mapa 25. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal.



7.2.1.6 Iguaque Merchán

El caso del resultado del cruce entre el SFF Iguaque Merchán y el área de páramo delimitado por el IAvH se evidencia un caso prometedor de aumento en área de territorio de páramo, para el año 1986 el área de vegetación no propia de Páramo se extendía por gran parte del polígono, pero para el año 2014 la vegetación propia del Páramo había ganado demasiado terreno aumentando el polígono considerablemente y para finalizar en el año 2021 dicha área Páramo continúan crecimiento a ritmo constante y ha logrado mantenerse hasta el día de hoy (ver Mapa 26). Cabe resaltar que este retroceso en la vegetación extraña en el Páramo es importante pues evidencia que se detiene justo detrás del borde de delimitación de este. Adicional a esto se observa que los valores tanto máximos como mínimos entre los 3 momentos del tiempo estudiados varía significativamente uno del otro aumentando y disminuyendo entre lapsos de tiempo.

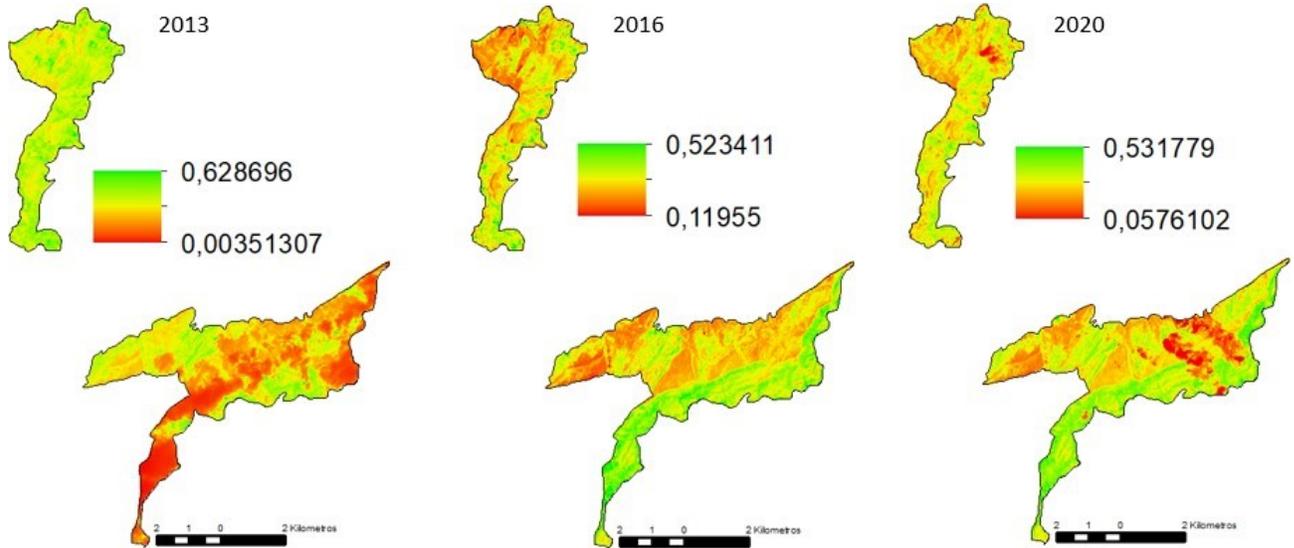
Mapa 26. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchán.



7.2.1.7 Guachaneque

El caso del resultado del cruce entre el DRMI Guachaneque y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que en la parte norte de la imagen se evidencia un aumento de los tonos rojos y anaranjados desplazando a los tonos amarillos y verdes (ver Mapa 27). Adicional a esto los valores máximos siguen siendo negativos muy cercanos a cero y los valores mínimos tienen acercarse cada vez más a cero. la zona roja en la parte sur va tomando fuerza caso contrario de lo que sucede en la parte norte.

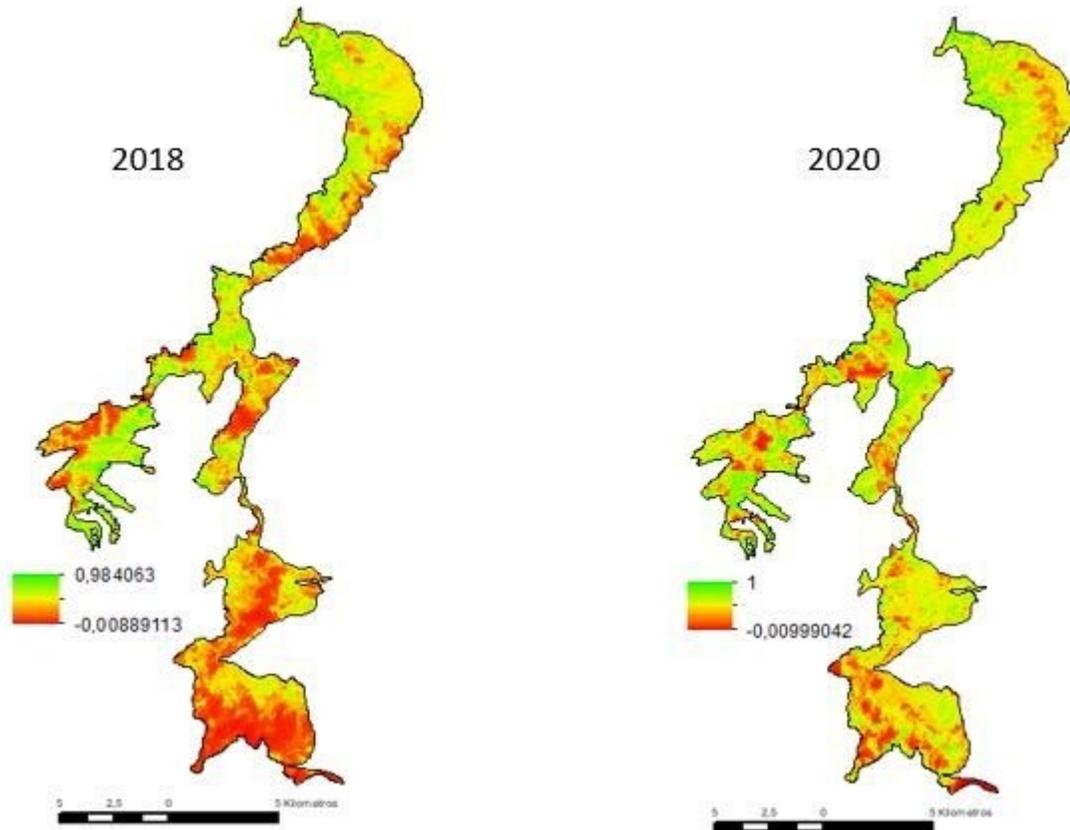
Mapa 27. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque.



7.2.1.8 Tota – Bijagual – Mamapacha

Para el caso del resultado del cruce entre el DRMI Tota – Bijagual – Mamapacha y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que en este caso el índice NDVI no nos permite evidenciar mucho pues el lapso utilizado es bastante corto y la vegetación no ha tenido tiempo de cambiar demasiado, aunque los cambios leves son perceptibles. es evidencia un cambio en los valores altos pasando de 0,98 en el 2018 a 1 en el 2020. los valores negativos aumentan pasando de -0,008 a -0,009 (Ver Mapa 28).

Mapa 28. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual - Mamapacha.



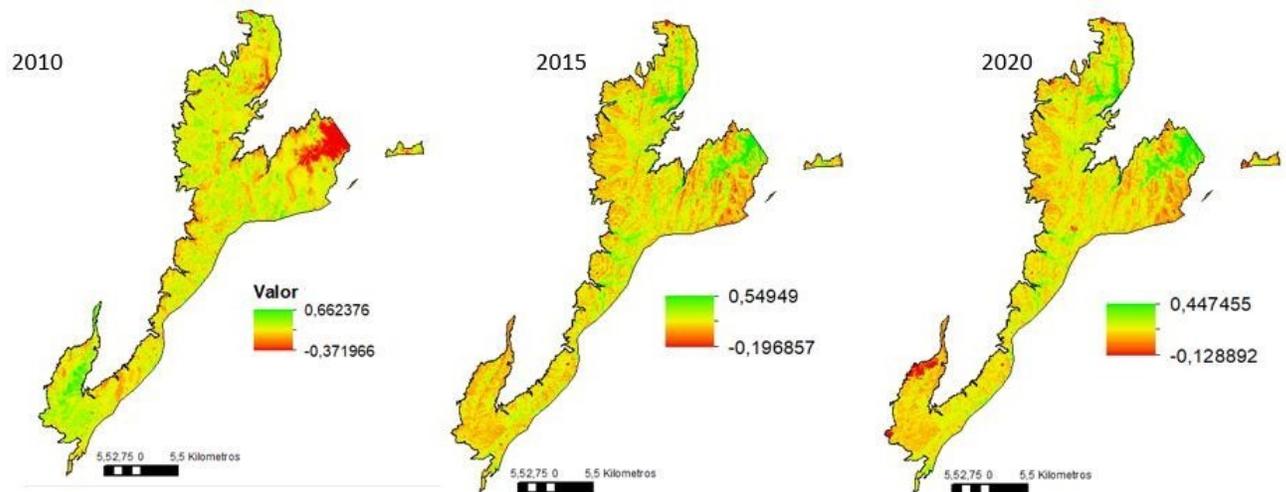
7.2.2 Cundinamarca

7.2.2.1 Complejo de Páramos Cruz Verde – Sumapaz

Para el caso del resultado del cruce entre el Complejo de Páramos Cruz Verde - Sumapaz y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que el índice NDVI presenta variaciones considerables entre el año 2010 y 2015 pero se mantuvo más o menos constante entre los años de 2015 y 2020 (ver Mapa 29). Dichos valores se mantienen, para el año 2010, entre 0,66 como el valor más alto y -0,37 como el valor más bajo, definiendo así que, aunque hay presencia de suelo descubierto en la zona, la mayor parte del área de estudio se encuentra en valores que se entienden como presencia de arbustales

y praderas. Cabe resaltar que los valores que presenta en los 3 momentos del tiempo se mantienen considerablemente estables, aunque con tendencia a llegar a cero en los valores bajos.

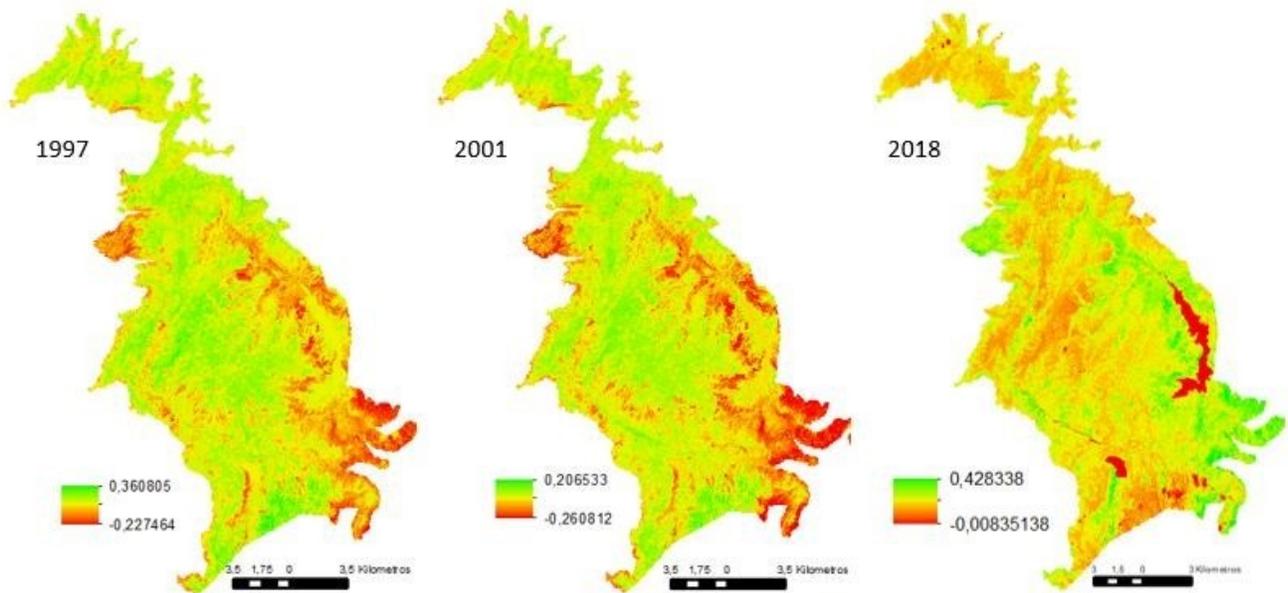
Mapa 29. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el Complejo de páramos Cruz verde – Sumapaz.



7.2.2.2 Chingaza

Para el caso del resultado del cruce entre el PNN Chingaza y el área de páramo delimitado por el IAvH se encontró que para el punto del PNN Chingaza que el índice NDVI arroja datos similares entre los 2 primeros momentos de tiempo, evidenciando que presentan valores, tanto altos como bajos, bastante similares, encontrándose entre el rango de 0,41 a -0,27 en ambos casos. Se evidencia entonces que hay presencia de muchos arbustos y herbazales y algunas infiltraciones de vegetación un poco más grande en algunas zonas del polígono de estudio. Se evidencia en la imagen correspondiente a 2018 la presencia de grandes cuerpos de agua que en las dos imágenes anteriores se muestran en tonos y con valores diferentes y que el área de otro tipo de vegetación que comenzaba a infiltrarse por la parte inferior derecha disminuyó (ver Mapa 30).

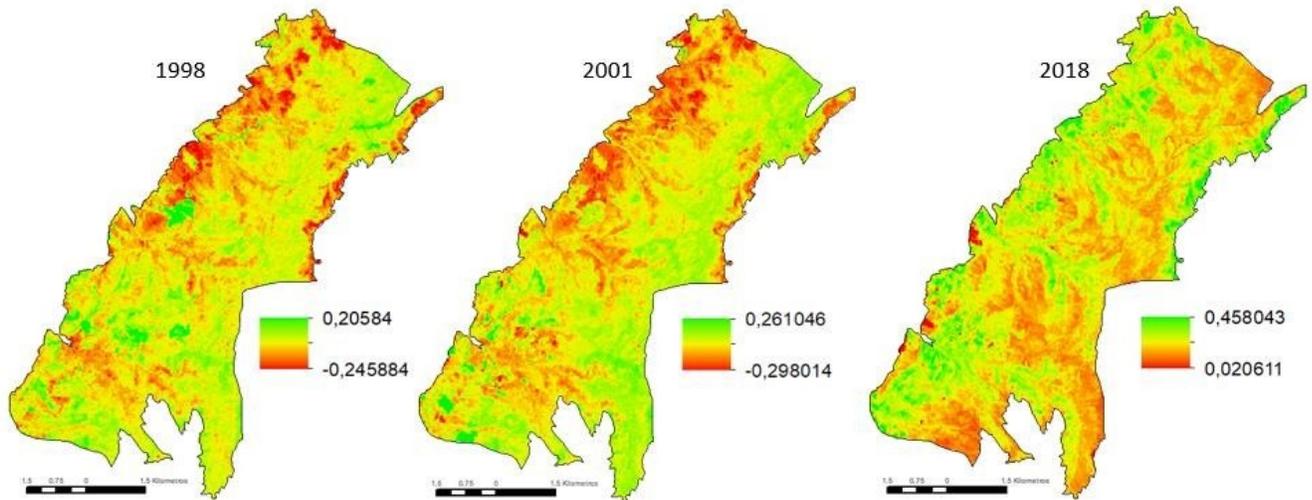
Mapa 75. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza.



7.2.2.3 Páramo Grande

El caso del resultado del cruce entre la RFPN Páramo Grande y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que el índice NDVI nos permite evidenciar de forma clara la presencia de un parche de vegetación que inicialmente se encuentra en la periferia del polígono en el año 1988, y para el año 2001 se adentra casi hasta la mitad de este, pero en el año 2018 este retrocede y dando paso a la vegetación nativa característica del páramo. Los valores altos de los 3 momentos varían significativamente uno del otro, aunque para el año 1988 y 2001 dichos valores se mantienen estables encontrándose entre 0,20 y 0,26. Se observa también que los valores negativos en los 3 momentos del tiempo son similares entre sí, esto posiblemente debido a los parches de vegetación que se encuentran fuera del polígono que, como se evidencia en las imágenes, permanecen relativamente constantes.

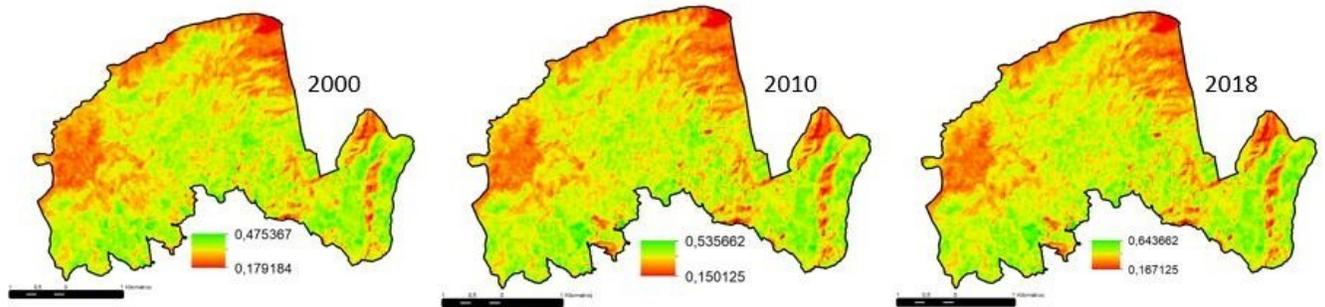
Mapa 31. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande.



7.2.2.4 El Frailejonal

El caso del resultado del cruce entre la RFPN El Frailejonal y el área de páramo delimitado por el IAvH se observa un gran parche de vegetación no propia de páramo que abarca en los 3 trazos un gran porcentaje del área de estudio, cabe resaltar que dicha capa, aunque aumenta el tamaño a lo largo del tiempo se reduce en calidad entendiéndose ésta como los valores negativos expresados por el índice (Mapa 32). Es importante resaltar el hecho de que los valores máximos y mínimos son similares entre los dos lapsos de tiempo, significando una variación leve para esta zona.

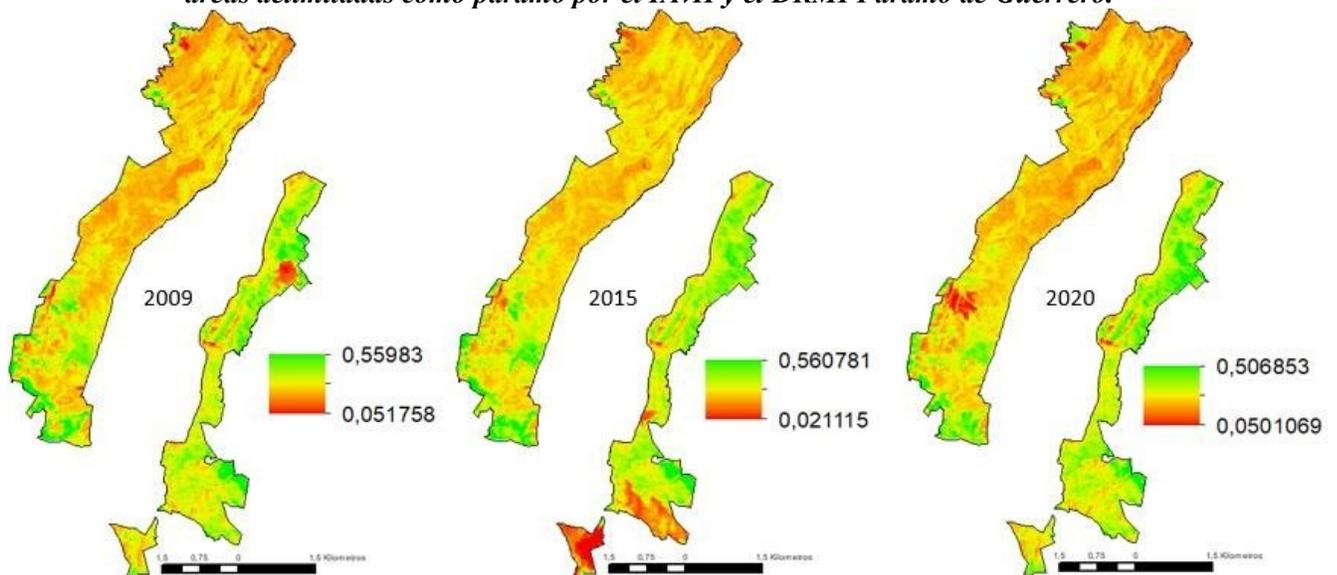
Mapa 32. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal.



7.2.2.5 Páramo de Guerrero

El índice NDVI nos arroja en el caso de la DRMI Páramo de Guerrero nos arroja que, para uno de los 2 polígonos, en este caso el más grande, la vegetación propia de los sistemas como páramos prevalece, mientras que, para el más pequeño, ubicado al lado inferior derecho, aquella que prevalece es externa a la que se entiende en valores de paramo. En los 2 lapsos de tiempo de estudio el valor máximo alcanzado por cada uno se mantiene relativamente estable entre 0,50 y 0,56 mientras que el valor mínimo comienza en 0,05, aumenta hasta 0,02 y volviendo aumentar hasta un punto muy cerca del valor inicial (ver Mapa 33). Adicional a esto se evidencian parches pequeños de bosque en la parte inferior del polígono de mayor tamaño las cuales permanecen constantes a lo largo del tiempo.

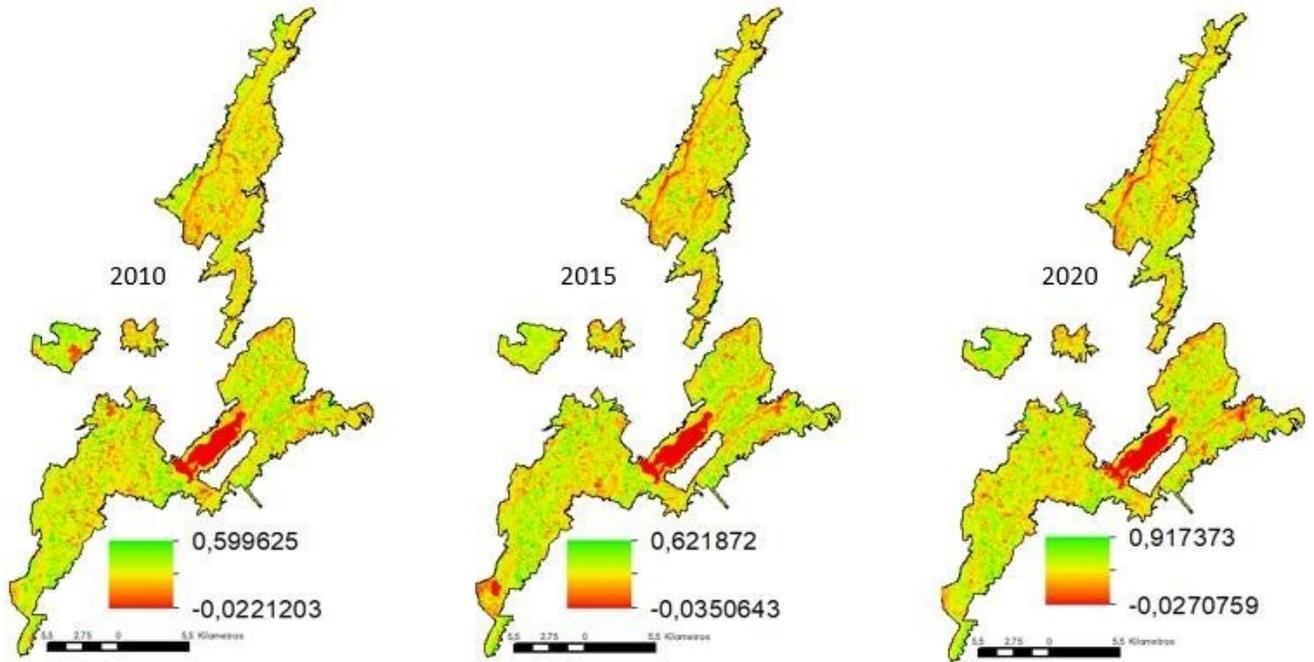
Mapa 33. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero.



7.2.2.6 Páramo de Guargua y Laguna verde

El caso del resultado del cruce entre el DRMI Páramo de Guargua y Laguna verde y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que Según el índice NDVI hay presencia de vegetación externa a valores de páramo en toda el área de estudio y que se mantienen constantes a lo largo del tiempo (ver Mapa 34). Dicha vegetación se encuentra mezclada junto con la vegetación propia de páramo haciendo entonces que los valores máximos y mínimos arrojados por el índice no varían significativamente entre cada una de las zonas de estudio manteniendo así un comportamiento constante a lo largo del tiempo.

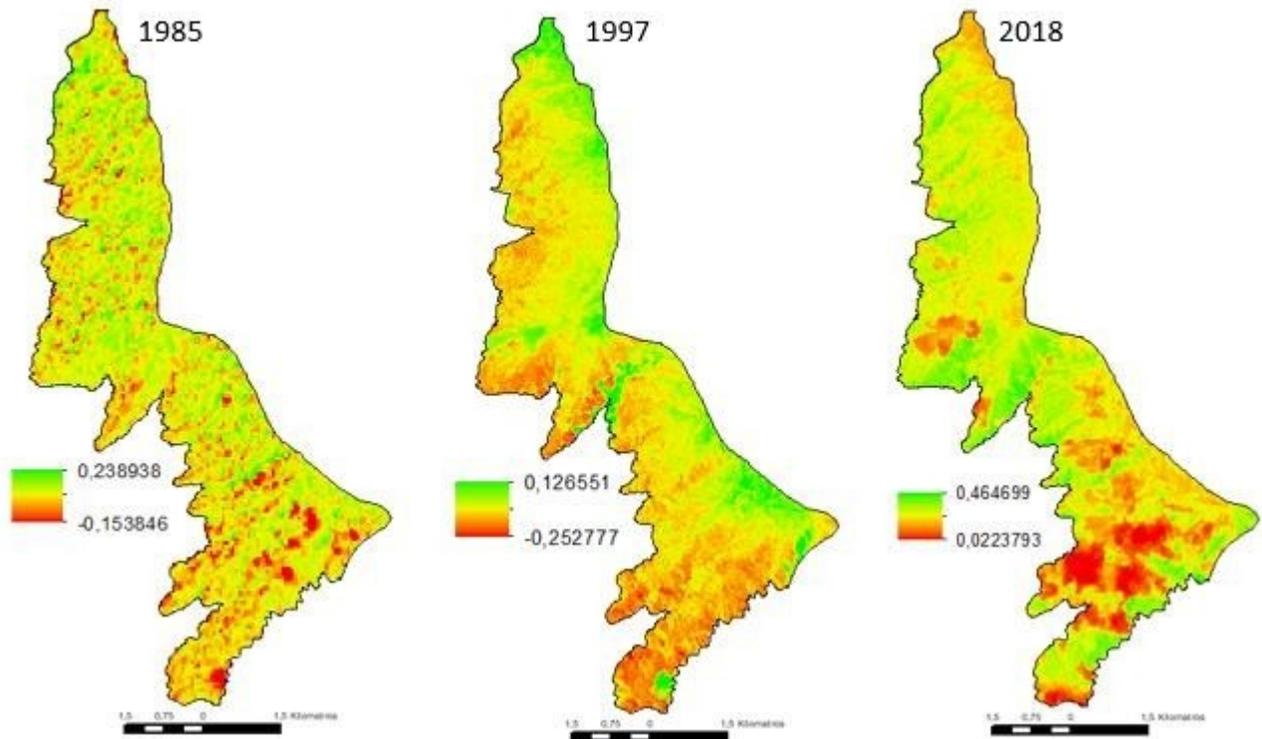
Mapa 34. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna verde.



7.2.2.7 Páramo el Atravesado

Para el caso del resultado del cruce entre el DRMI Páramo el Atravesado y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la RNSC Páramo el Atravesado se evidencia una prevalencia por la vegetación extraña al páramo en el año 1985, la cual para el año 1997 muestra un retroceso significativo en el cual toma lugar vegetación propia del páramo la cual para el año 2018 ha retrocedido de nuevo dando paso a vegetación extraña al tipo de ecosistema que debería prevalecer. Los valores nuevamente oscilan significativamente entre un año y otro encontrando 2 años con valores negativos por encima de cero, siendo este último (1997) el año en el que el mayor valor máximo alcanzado es el menor entre los 3 (ver Mapa 35).

Mapa 35. Cambio en el índice NDVI en 3 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado.

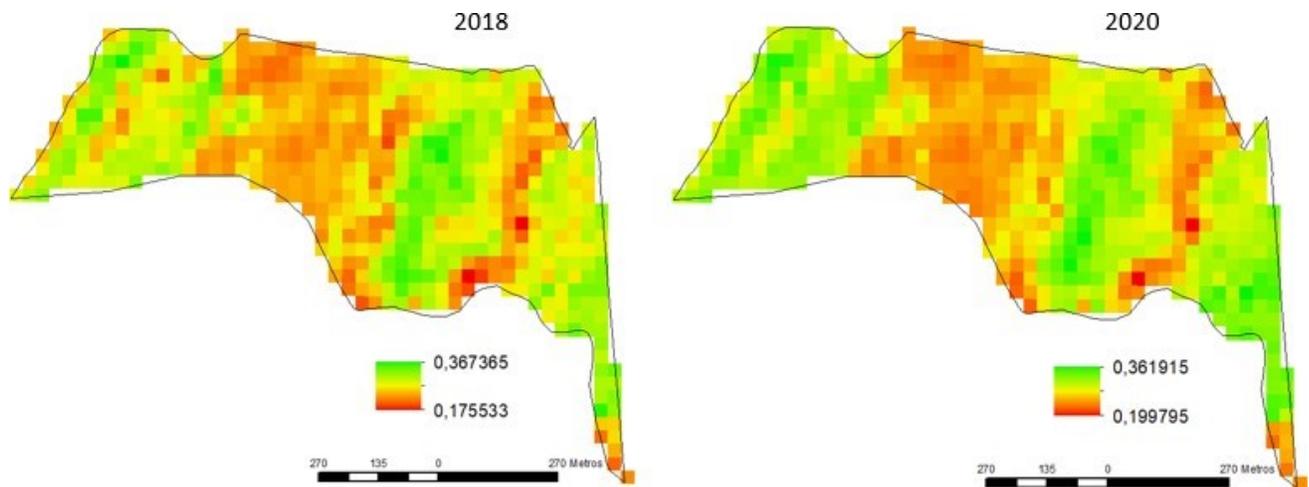


7.2.2.8 El Páramo

Para el caso del resultado del cruce entre la RNSC El Páramo y el área de páramo delimitado por el IAvH se permite evidenciar claramente cómo cambia la calidad de la vegetación en una zona pues permite ver cómo los con los pixeles van cambiando de color mientras el tiempo pasa. Se evidencia un acercamiento hacia tonos amarillos en el año 2020 después de prevalecer los rojos y anaranjados en el 2018, esto hace pensar que la vegetación propia de páramo comienza a surgir y la vegetación extraña al Páramo comienza a retroceder. Aunque es muy pronto para evidenciar cambios drásticos es importante evidenciar cómo disminuyen los valores altos y aumentan los valores bajos acercándose cada vez más al cero siendo esto un valor medio entre ambos casos (ver Mapa 36).

Este polígono se ve de esta forma (cuadrículado en su parte interior) debido al tamaño de este frente a los tamaños de cada píxel que se analiza, encontrando entonces que cada píxel en cuestión corresponde a un área de 30m x 30m y, como se aprecia en la escala, el área no tiene más de 1km de ancho total.

Mapa 36. Cambio en el índice NDVI en 2 momentos de tiempo en la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo.



7.3 Métricas del paisaje

Estas métricas tienen el interés principal en mostrar la cantidad y distribución de cada tipo de parches presentes discriminándolos por las clases anteriormente determinadas. Es útil para implementarlos en estudio de cambios por la fragmentación realizada por procesos naturales o antrópicos, destaca las composiciones, estructura y distintas funciones del paisaje de forma cuantificable (McGarigal K , 1995).

7.3.1 Boyacá.

7.3.1.1 El Cocuy

Para el resultado del cruce entre el PNN El Cocuy y el área de páramo delimitado por el IAvH se observa que la clase con la mayor área total es la clase 2 correspondiente a bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case herbazal denso (ver Tabla 26). Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone. Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el número de parches para la clase 1 mientras la clase 2 aumenta. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches.

Tabla 26. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
<i>PNN COCUY</i>	2020	3643,47	3159	9,2059	0,1667
		121690,26	3436	48,4918	0,0833
		32869,26	8391	42,3739	0,0833
		1588,05	570	2,0644	0,1667
	1992	39109,68	8345	48,0114	0,0833
		85332,06	4326	52,9456	0,1667
		5933,43	491	3,3699	0,0833
		1140,48	1437	4,2584	0,1667
	2014	45037,17	7196	38,6701	0,1667
		4171,68	4877	12,8137	0,1667
		1648,71	166	1,173	0
		110068,47	4042	45,632	0,0833

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.2 Pisba

Se observa que para el resultado del cruce entre el PNN Pisba y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la clase 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 27). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el número de parches para la clase 1 mientras la clase 2 aumenta. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 2 en el que más variación se evidencia.

Tabla 27. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Pisba.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
PNN PISBA	1986	2787,56	1349	64,7201	0,1667
		645,53	572	35,4578	0,1667
		3579,71	312	57,9543	0
		253,44	238	24,4821	0,0833
	2014	14671,98	1487	74,7463	0,0833
		299,7	640	6,9378	0,0833
		6745,5	1301	47,706	0,1111
		6727,05	3896	79,2097	0
	2021	12738,42	1088	50,4797	0,0833
		10050,57	1403	47,8735	0,1667
		299,43	402	5,5077	0,1667
		5355,27	2592	66,8426	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Contigüidad.

7.3.1.3 Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá

Conservación en Páramos

Se observa que para el resultado del cruce entre el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la clase 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 28). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento en el número de parches para la clase 1, el cual sigue un ritmo estable de crecimiento mientras la clase 2 aumenta en el primer lapso para posteriormente disminuir. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 1 en el que más variación se evidencia.

Tabla 28. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
PNR UNIDAD BIOGEOGRÁFICA SISCUNSI OCETÁ	2013	29512,53	2022	61,8003	0,0833
		2085,84	1195	15,4017	0,1667
		6481,44	5510	68,8345	0,0833
	2015	4833,09	3249	38,2088	0,1111
		22826,7	2676	80,17	0,0833
		10887,93	5414	79,0027	0,0833
	2021	512,82	631	5,6615	0,1667
		10670,76	6308	87,8962	0
		20340,54	2709	77,6272	0,0833
	2021	7490,88	3928	53,9449	0,1667
		1193,76	1542	13,6917	0,0833
			15872,85	4905	104,2923

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.4 Pan de Azúcar El Consuelo

Se observa que para el resultado del cruce entre el PNR Pan de Azúcar El Consuelo y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la clase 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 29). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento en el número de parches para la clase 3, siendo esta la clase con mayor número de parches para el momento 1, siendo superada posteriormente por la clase 2, quien pasa a tener mayor número de parches en los dos momentos de tiempo siguientes. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 2 en el que más variación se evidencia, arrojando valores de 0 para las dos primeras clases, mientras que en momento 2 y 3 la clase 1 es la única en presentar ese valor.

Tabla 29. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Pan de Azúcar el Consuelo.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>	
PNR PAN DE AZÚCAR EL CONSUELO	2014	14189,67	785	63,1028	0	
		545,31	933	13,0598	0,1667	
		4399,02	3142	65,6978	0,0833	
	2017	6299,73	1091	46,4926	0,0833	
		14254,74	856	66,2439	0	
		5415,75	2776	71,1001	0	
		1043,46	1351	22,2814	0,1111	
			4719,78	900	37,3288	0,1667

	14820,3	805	63,4272	0
2021	3803,22	2804	55,8381	0,0833
	6295,05	857	40,6834	0,1667
	515,16	778	11,4969	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.5 Páramo de Rabanal

Se observa que para el resultado del cruce entre el PNR Páramo de Rabanal y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 30). Es evidente la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, observando un aumento en el número de parches para todas las clases, siendo la clase 4 la que se encuentra con mayor número de parches en todos los momentos del tiempo. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 3 un caso diferente pues el 75% de los valores presentados se encuentran en 0.

Tabla 30. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal

Área de estudio	Año	CA	NP	ED	CONT
PNR PÁRAMO DE RABANAL	1999	2222,37	157	54,7256	0
		937,44	192	48,3163	0,0833
		235,71	4	5,4315	0,8273
		255,42	488	37,3137	0
	2015	2564,64	128	57,5441	0,0833

	686,16	155	34,5199	0,1111
	192,24	11	5,2836	0,1667
	207,9	422	34,8157	0
	2146,32	174	60,0996	0,0833
2020	998,73	180	48,9901	0
	249	24	6,5243	0
	256,68	472	39,1461	0

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.6 Iguaque Merchán

Se observa que para el resultado del cruce entre el SFF Iguaque Merchan y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 2 de los 3 momentos del tiempo, seguida de la case 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, la cual ocupa el primer puesto solo en el primer momento de tiempo (ver Tabla 31). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento en el número de parches para la clase 2, siendo esta la clase con mayor número de parches en todos los momentos de tiempo. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 1 un caso diferente pues el 75% de los valores presentados se encuentran en 0.

Tabla 31. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el SFF Iguaque Merchan.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
------------------------	------------	-----------	-----------	-----------	-------------

SFF IGUAQUE MERCHÁN	1986	2125,26	382	79,9072	0	
		2803,05	263	64,1658	0,1667	
		260,55	645	34,1602	0	
		10,17	56	1,7773	0	
			2413,53	326	63,1502	0,1667
	2014	448,83	486	44,2294	0,0833	
		2206,08	329	82,0826	0,1667	
		130,59	181	15,4413	0,0833	
		2787,56	349	64,7201	0,1667	
			645,53	572	35,4578	0,1667
	2021	3579,71	312	57,9543	0	
		253,44	238	24,4821	0,0833	

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.7 Guachaneque

Para el resultado del cruce entre el DRMI Guachaneque y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente Bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case 2 a herbazal denso (ver Tabla 31). Este caso varía en el momento de tiempo 2 en el cual, la clase 3 reemplaza a la clase 2, para después, en el momento 3, volver a como inició. Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone. Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el número de parches para la clase 1 mientras la clase 2 aumenta. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches.

Tabla 89. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Guachaneque

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
DRMI GUACHANEQUE	2013	1517,04	320	103,1992	0,1667
		1153,08	445	124,8233	0,1667
		640,08	313	57,1869	0,1667
	2016	1416,78	113	60,8	0,1667
		531	318	62,3011	0,1667
		1352,16	58	18,1731	0
	2020	1467,63	255	83,4805	0,1667
		1320,21	307	85,7272	0,1667
		523,71	409	60,1169	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.1.8 Tota – Bijagual – Mamapacha

Se observa que para el resultado del cruce entre el DRMI Ttota – Bijagual - Mamapacha y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, la cual ocupa el primer puesto solo en el primer momento de tiempo, siendo posteriormente reemplazada por la clase 1 correspondiente a herbazal denso en el segundo momento (ver Tabla 33). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando una disminución en 3 de las 4 clases, siendo la clase 4 la única que aumenta. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 2 un caso diferente pues el 50% de los valores presentados se encuentran en 0.

Conservación en Páramos

Tabla 33. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Tota – Bijagual – Mamapacha.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
DRMI TOTA – BIJAGUAL - MAMAPACHA	2018	2570,13	997	62,672	0,0833
		3113,46	883	60,2902	0,1667
		5022,09	757	80,5534	0,1667
	2020	164,25	426	10,1178	0
		8901,99	118	25,5354	0
		891,99	543	29,3459	0,1667
		654,34	786	32,5842	0
		1062,72	145	39,6281	0,0833

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2 Cundinamarca

7.3.2.1 Complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz

Para el resultado del cruce entre el Complejo de páramos Cruz Verde - Sumapaz y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case 4 Territorios artificializados en los momentos 1 y 3, pues para el momento 2, es superada por la clase 2 (ver Tabla 29). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando que todas las clases tienen un decrecimiento en el número de parches para el momento 2 y un posterior aumento en el momento 3. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad disminuye para el momento 2 y aumenta para el momento 3, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 3 en el que más variación

Conservación en Páramos

se evidencia, arrojando valores de 0.0833 para las dos primeras clases, y de 0.1677 para las dos siguientes.

Tabla 34. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Cruz Verde – Sumapaz.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
PNN CRUZ VERDE - SUMAPAZ	2015	57543,54	745	45,8335	0
		3075,75	1383	9,8454	0
		785,25	1064	6,1527	0,1667
		6070,59	6758	40,7545	0
	2010	60310,71	427	18,7668	0
		4380,66	1200	13,5693	0,0833
		1454,76	1062	7,3696	0
		1265,58	131	2,0983	0,1667
	2020	52761,96	1363	60,7846	0,0833
		3986,64	1356	12,154	0,0833
		1581,21	1485	10,537	0,1667
		9146,79	6720	50,6091	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.2 Chingaza

Para el resultado del cruce entre el PNN Chingaza y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente al herbazal denso en el primer momento de tiempo, seguida de la clase 2 Bosques y áreas seminaturales, situación que se invierte en los dos momentos del tiempo siguientes, siendo los bosques y áreas seminaturales la que pasa a ocupar el primer lugar en área total, seguida muy de cerca por el herbazal denso. Por el otro lado, la clase con el área menos representativa fue la clase 3, siendo la clase 4 una clase inexistente en esta zona de estudio (ver Tabla 35). Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso

Conservación en Páramos

de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone.

Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el lapso 1 pero un considerable aumento en el lapso 2.

Tabla 35. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>	
<i>PNN CHINGAZA</i>	<i>1997</i>	<i>15268,95</i>	<i>323</i>	<i>71,8044</i>	<i>0,1667</i>	
		<i>20354,13</i>	<i>1376</i>	<i>69,0091</i>	<i>0,1667</i>	
	<i>2001</i>	<i>823,86</i>	<i>267</i>	<i>3,6744</i>	<i>0,1667</i>	
		<i>12.223</i>	<i>2506</i>	<i>70,7755</i>	<i>0,0833</i>	
	<i>2018</i>	<i>18420,57</i>	<i>1415</i>	<i>71,062</i>	<i>0</i>	
		<i>663,48</i>	<i>154</i>	<i>2,7435</i>	<i>0,1667</i>	
	<i>2018</i>	<i>15726,51</i>	<i>3787</i>	<i>69,5249</i>	<i>0</i>	
		<i>20283,48</i>	<i>1209</i>	<i>66,4857</i>	<i>0,1667</i>	
			<i>759,42</i>	<i>203</i>	<i>3,3264</i>	<i>0,1667</i>

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad

7.3.2.3 *Páramo Grande*

Para el resultado del cruce entre la RFPN Páramo Grande y el área de páramo delimitado por el IAvH se observa que la clase con la mayor área total es la clase 1 seguida de la clase 4 hasta el momento dos. En el momento 3 se observa un cambio en el área total de cada clase, pasando a ser la clase 1 la que mayor área presenta seguida de la clase 2 (ver Tabla 36). Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone. Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el número de parches para la clase 1 mientras la clase 2 aumenta. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el

Conservación en Páramos

mismo lapso, variando únicamente si los números de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtienen valores bastante iguales entre sí, a lo largo de los 3 momentos de tiempo, arrojando valores similares entre las clases.

Tabla 36. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN Páramo Grande.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
RFPN PÁRAMO GRANDE	1988	14189,67	785	63,1028	0
		545,31	933	13,0598	0,1667
		399,02	3142	65,6978	0,0833
		6299,73	1091	46,4926	0,0833
	2001	14671,98	1487	74,7463	0,0833
		299,7	640	6,9378	0,0833
		745,5	1301	47,706	0,1111
		6727,05	3896	79,2097	0
	2018	3282,03	1557	79,763	0,1111
		1445,76	2073	52,6304	0
		644,5	748	69,5569	0,1667
		225,36	181	6,9034	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.4 El Frailejonal

Se observa que para el resultado del cruce entre la RFPN El Frailejonal y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase la case 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la clase 1 (ver Tabla 37). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento en el número de parches para la clase 1 en el primer lapso y un descenso de la misma para el segundo. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad

Conservación en Páramos

muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches.

En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre sí, siendo el momento 3

un caso diferente pues el 66% de los valores presentados se encuentran en 0.

Tabla 37. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RFPN El Frailejonal.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
RFPN EL FRAILEJONAL	2000	386,73	79	69,858	0,1667
		591,75	41	80,0439	0,1667
		61,2	55	20,9776	0,0833
	2010	354,78	154	83,8527	0,0417
		625,59	47	90,2008	0,1667
		59,31	78	24,2959	0
	2018	322,56	102	72,6858	0,1667
		664,2	59	87,1711	0
		52,92	91	25,3924	0

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.5 Páramo de Guerrero

Para el resultado del cruce entre el DRMI Páramo de Guerrero y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente Bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case 2 a herbazal denso (ver Tabla 38). Este caso varía en el momento de tiempo 2 en el cual, la clase 3 reemplaza a la clase 2, para después, en el momento 3, volver a como inició. Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone. Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando un aumento importante en el número de parches

Conservación en Páramos

de la case 2, llegando a ser la clase con más número de parches en el momento 3. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches.

Tabla 38. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guerrero.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
DRMI PÁRAMO DE GUERRERO	2009	877,68	163	107,7501	0,1667
		541,44	253	84,9198	0,125
		61,92	141	26,142	0
		140,49	174	36,4286	0
	2015	896,31	171	107,5394	0,1667
		472,41	145	89,903	0
		572,53	188	45,1366	0,0833
		79,83	47	7,8466	0,1667
	2020	791,37	176	125,6406	0,1667
		670,41	199	96,52	0,1667
		265,52	175	28,7691	0
		94,23	148	27,067	0,0833

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.6 Páramo de Guargua y Laguna Verde

Para el resultado del cruce entre el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, la cual ocupa el primer puesto solo en el primer momento de tiempo, siendo posteriormente reemplazada por la clase 1 correspondiente a herbazal denso en el segundo y tercer momento (ver Tabla 39). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches

Conservación en Páramos

en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento de las 4 clases, siendo la clase 1 la única que disminuye en el caso del momento 2. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre clases, siendo el momento 1 el caso en que mayor similitud tiene las clases entre sí, viendo que la única diferente es la clase 2 con un valor de 0.

Tabla 39. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
DRMI PÁRAMO DE GUARGUA Y LAGUNA VERDE	2010	3532,5	1511	79,1046	0,1667
		4345,59	1327	38,9224	0
		831,73	729	70,8171	0,1667
		186,48	98	4,2541	0,1667
	2015	9660,15	912	76,4672	0,0833
		5114,65	1307	35,5973	0
		696,4	1314	61,4086	0,1667
		121,68	142	3,6328	0,0833
	2020	3282,03	1557	79,763	0,1111
		1445,76	2073	52,6304	0
		644,5	748	69,5569	0,1667
		225,36	181	6,9034	0,1667

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.7 Páramo el Atravesado

Para el resultado del cruce entre el DRMI Páramo el Atravesado y el área de páramo delimitado por el IAvH la clase con la mayor área total es la clase 2 bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, la cual ocupa el primer puesto en los momentos 1 y 3, siendo reemplazada por la clase 1

Conservación en Páramos

correspondiente a herbazal denso en el segundo momento (ver Tabla 40). Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches en los diferentes lapsos analizados, evidenciando un aumento de las 2 clases en el momento 2 y posteriormente disminuyendo en el momento 3. La densidad del borde se mantiene inconstante para todas las clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches varían. Dicha densidad muestra una tendencia en aumentar a lo largo del tiempo, consecuencia del mismo aumento de parches. En cuanto al índice de contigüidad se obtiene valores bastante iguales entre clases, siendo el momento 2 el caso en que mayor similitud tiene las clases mostrando valores de 0.

Tabla 40. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC Páramo el Atravesado.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
RNSC PÁRAMO EL ATRAVESADO	1985	313,2900	68	43,4962	0,1667
		994,4100	41	43,4962	0,0833
	1997	411,8400	191	65,0149	0
		895,86	43	65,0149	0
	2018	334,98	84	48,1828	0,1667
		972,54	36	48,1828	0,2778

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

7.3.2.8 El Páramo

Para el resultado del cruce entre la RNSC El Páramo y el área de páramo delimitado por el IAvH se tiene que la clase con la mayor área total es la clase 1 correspondiente a herbazal denso en los 3 momentos del tiempo, seguida de la case Bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso (ver Tabla 38). Es Estos resultados se pueden comparar con los obtenidos en los cambios del uso de la vegetación expuestos anteriormente, en donde se evidencia gráficamente lo que aquí se expone. Cabe resaltar la forma en que en las clases varía el número de parches a través del tiempo, evidenciando una disminución en el número de parches para la clase 1 mientras la clase 2 aumenta. La densidad del borde se mantiene constante para ambas clases en el mismo lapso, variando únicamente si los números de parches, cambia (ver Tabla 41).

Tabla 41. Valores para cada una de las métricas del paisaje calculadas para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
RNSC EL PÁRAMO	2018	34,65	5	54,9085	0,7889
		19,44	3	54,9085	0,7298
	2020	33,31	4	46,837	0,7686
		17,01	6	46,837	0,4196

CA= Área total remanente; NP= Número de parches; ED= Densidad del borde; CONT= Índice de Continuidad.

8 **Discusión**

8.1 Uso del suelo y estructura del paisaje

Conservación en Páramos

Las 4 clases identificadas en las áreas de estudio presentaron variaciones considerables entre los lapsos estudiados, cambios que fueron diferentes para cada área y variaron según la categoría de protección a la que pertenecen. Se encontró que para el caso de las áreas de páramo superpuestas con territorios delimitados como Parques Nacionales Naturales el territorio perteneciente a la clase de herbazal denso tiende a disminuir, dando paso a otras clases como lo son la de bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso o inclusive, en dos casos particulares, como lo son el complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz y el PNN Pisba, darles paso a territorios artificializados. Estos dos casos podrían ser explicados por lo reciente de sus planes de manejo, encontrando que para Sumapaz este fue desarrollado para el año 2005 y para Pisba, aunque existen dos (2005-2009 y 2020-2025) hay un gran espacio de tiempo entre la realización del primero y la implementación de segundo, y que este último, ha tenido algunos conflictos como que presenta un proceso de delimitación poco aceptado, pues hasta el momento las entidades encargadas no han hecho un proceso de socialización efectivo que permita conocer cómo se va a proceder en el territorio (MADS, 2021).

Frente a los resultados de los Parques Naturales Regionales se evidencia un comportamiento específico en el que la clase de herbazal denso presenta una disminución significativa en área mientras que las otras 3 clases como bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, territorios artificializados y superficies de agua aumentan. Esta pérdida concuerda con lo mencionado por El Tiempo (2020) quienes reportan que para el año 2020 se registraron 179 incendios de cobertura vegetal, que han consumido aproximadamente 2089 hectáreas, en 59 de los 87 municipios de la jurisdicción de Corpoboyacá y que dichos incendios se han presentado en los páramos de Totabijagual-Mamapacha, Cortadera, Siscunsi y Ocetá, Pisba, Guantiva-La Rusia y el páramo Rabanal y zonas aledañas al río Bogotá, en los cuales la afectación asciende a 947 hectáreas, producto de 20 incendios. El caso en el área de superposición del PNR Pan de azúcar El Consuelo y la zona de páramos

Conservación en Páramos

delimitada por el IAvH es interesante, pues la pérdida de superficie de territorios artificializados llega a -2.35%, dándole paso a un aumento del 2,48% en superficie para los territorios de herbazal denso, evidenciando de esta forma que los procesos llevados a cabo frente a la conservación han dado frutos.

Un caso alarmante se evidencia en el área de superposición del PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá y el territorio delimitado como páramo por el IAvH en donde la pérdida neta de superficie de herbazal denso alcanza un valor de -23,47% y los territorios artificializados aumentan hasta alcanzar una ganancia neta del 24,09%, resultado de quemas indiscriminadas que buscan generar una ampliación de la frontera agrícola y ganadera en la zona (MADS, 2021) y en donde según su declaración se establece como uso prohibido aquellos relacionados con actividades agropecuarias, industriales, nuevos desarrollos urbanos, parcelaciones, minería, aprovechamiento persistente del bosque natural y de la vegetación de páramo. Sin embargo, como lo menciona la Universidad Sergio Arboleda (2013) el problema va más allá de destruir la vegetación propia del herbazal denso que recubre el suelo, pues algunos habitantes aledaños que han administrado sus tierras durante años extienden su territorio para la ganadería y la agricultura, cauterizando grandes zonas parameras que albergan frailejones de hasta 100 años, o inclusive, los talan para quemarlos o usarlos como adornos en sus festividades.

Para las zonas agrupadas en RFPN y DRMI no se evidenció un comportamiento generalizado, pues en algunos de ellos hubo pérdida de superficie de páramos para darle paso a las otras 3 clases presentes o las 3 clases que no corresponden a herbazal denso reducían su área para darle paso al aumento de superficie de herbazal denso. Caso contrario a lo que sucedió en las RNSC en donde, en ambos casos, tanto para la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y la RNSC El Páramo y la RNSC Páramo el Atravesado, una de las clases presentes disminuía su superficie para

dar paso a la otra, disminuyendo el herbazal denso en el primer caso y aumentando la misma clase para el segundo.

Para la RNSC El Páramo la superficie de herbazal denso disminuyó un 1,45% para darle paso a los bosques y áreas seminaturales, mientras que para la RNSC Páramo el Atravesado el comportamiento fue inverso, encontrando que las superficies de bosques y áreas seminaturales se redujeron en un 1,66% para aumentar la superficie de herbazal denso. Es importante aclarar que las RNSC no se limitan exclusivamente a la preservación a menos que así lo decidan sus propietarios. En la mayoría de los casos se mantienen sus actividades productivas y turísticas, a partir de un plan de manejo y algunos objetivos de conservación establecidos que debe alcanzar (WWF, 2019), planes que, en el caso de estas dos reservas en cuestión, son inexistentes, razón por la cual, no es posible definir si los objetivos de conservación han sido efectivos, porque no existen.

En cuanto a los cambios netos totales, se observó para el departamento de Boyacá que hay un aumento significativo en ganancia para la clase de bosques y áreas seminaturales diferentes a herbazal denso, llegando a ser la clase con mayor índice de ganancia, esto debido a que este departamento es uno de los más sobresalientes en cuanto a reducción de los índices de deforestación, llegando a ubicarse entre los 5 departamentos con menos alertas tempranas de deforestación (AT-D), registrando apenas un 0.18 del porcentaje nacional (CORPOBOYACÁ, 2018). Caso contrario de lo encontrado en Cundinamarca, en dónde esa misma clase presenta datos de pérdida en mayor nivel que de ganancia.

En términos de estructura del paisaje, los resultados obtenidos mediante la evaluación de cambios mediante métricas arrojaron que el número de parches por cada área tiende a aumentar en cada una de las clases, sin discriminar el elemento de protección que cobije a cada una de las áreas, aunque sí varía en el porcentaje de aumento de dicho número de parches por tamaño de área, encontrando que para áreas con mayor superficie el número de parches será mayor, como lo es el caso del área resultado del

Conservación en Páramos

cruce entre el PNN El Cocuy y el área de páramo delimitado por el IAvH en dónde se tiene que para la clase de herbazal denso el número de parches comienza siendo 3159, aumenta a 8345 y reduce a 7196, contrastando con un área de menor tamaño como la obtenida como resultado del cruce entre el SFF Iguaque Merchán y el área de páramo delimitado por el IAvH en dónde los valores no superan los 174 parches para la misma clase.

La mayor área de superficie correspondiente a herbazal denso se encuentra en la zona límite de los departamentos de interés, disminuyendo tanto en área en intervención a medida que las formaciones se acercan al PNN Chingaza o cuando se incrementa la cota altitudinal (Arellano & Rangel, 2010). Esto se evidencia con el porcentaje de territorios artificializados presentes en las diferentes áreas de estudio y cómo este es mayor en zonas que se encuentran más hacia el punto limítrofe entre Boyacá y Cundinamarca. Esto se ve claramente en casos como el de las zonas de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el DRNI Guachaneque, en donde la disminución de un 21,64% de superficie de bosques y áreas seminaturales da paso a un aumento del 18,74% en la superficie de territorios artificializados, comportamiento que se ve mucho más marcado en el polígono norte. Otro caso que se puede mencionar es el de la zona de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNR Páramo de Rabanal, en dónde el área que presenta mayor pérdida de superficie es el de herbazal denso, el cual cede la mayor parte de superficie a una masa de bosques que aumenta su área desde la parte norte. Esta masa de bosques es resultado de que esta zona se caracteriza por ser un ecosistema lleno de minifundios; por consiguiente, la gente que usa y habita el suelo es bastante y al ser un páramo con buen acceso por muchos lados, especialmente por la parte norte, se ha facilitado su intervención (El Espectador, 2020).

Acorde a estos resultados podría entenderse que áreas como el complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz, o el PNN el Cocuy, que se encuentran a los extremos de los departamentos a los cuales

Conservación en Páramos

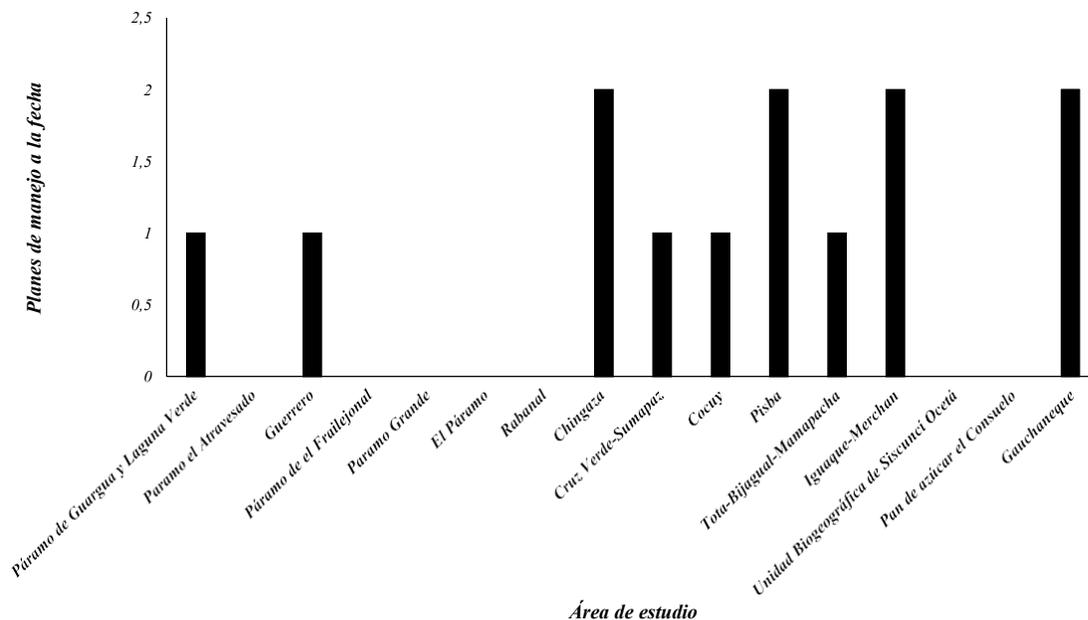
pertenecen, presentan un gran nivel de conservación, premisa que no se cumple, pues para las zonas de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el Complejo de páramos Cruz Verde – Sumapaz existe una disminución del 11,28% en superficies propias de herbazales densos, llegando a aumentar la superficie de territorios artificializados en un 11,68%. Esto, posiblemente debido a que el complejo Cruz Verde – Sumapaz se encuentra ubicado en cercanías a la ciudad de Bogotá y en algunos centros poblados de menor proporción donde las coberturas ligadas al sector agropecuario y antrópico se extienden en cerca de 13900 hectáreas (Arellano & Rangel, 2010), razón por la cual, el que su estado de conservación disminuya es de gran importancia e interés, pues en las demás zonas de estudio cercanas al páramo de Sumapaz, las coberturas naturales como herbazal denso, bosques y áreas seminaturales diferentes al herbazal denso y superficies de agua presentan valores altos de conservación en comparación.

Cabe resaltar el retroceso en materia de zonas glaciares presentes en las zonas de superposición entre las áreas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN El Cocuy, las cuales son consecuencia de fenómenos como el calentamiento global, generando que, como mencionan Herrera & Ruiz (2009) la rata de retroceso glaciar sea más del doble, en los cuatro últimos años, 2003- 2007 comparada con 1986-2003, datos que confirman los obtenidos en este estudio, en dónde se evidencia una pérdida neta del 3,4% en superficies glaciares frente a un aumento del 13,01% en superficies de herbazal denso, siendo este último el ecosistema inmediatamente aledaño a las zonas glaciares. Este estudio, como prácticamente todos en el grupo, exhibió una tendencia lineal en la pérdida glaciar, mencionando adicionalmente que, de continuar esta tendencia, el glaciar desaparecería en aproximadamente 20 años (Herrera & Ruiz, 2009).

8.2 Efectividad en la conservación

Se encontró que los páramos que se encuentran bajo regulación de autoridades ambientales como las Corporaciones Autónomas Regionales son aquellos que presentan un estado de transformación alarmante, concordando con Arellano & Rangel (2010), quienes mencionan que para los páramos de la jurisdicción de la CAR es alarmante el estado de transformación, especialmente en el páramo de Merchán, en donde es de suma importancia implementar medidas de manejo y zonificación ambiental. Cabe resaltar que Iguaque – Merchán es una de las áreas en donde la cobertura de herbazal denso aumentó en un 9,01% en el segundo lapso evaluado, frente a un 1,56% para el primero, esto debido a que su primer plan de manejo se estableció para el año 2009, un año antes del estudio mencionado anteriormente, razón por la cual, las percepciones obtenidas difieren para esta zona.

Figura 6. Cantidad de planes de manejo establecidos a la fecha encontrados para cada área protegida.



Frente a esto, al análisis de los planes de manejo presentes para cada área protegida deja ver una gran falencia de estrategias de conservación, pues el 44% de las áreas evaluadas no presentan ningún

plan de manejo a la fecha y el 25% (ver Figura 6) de la totalidad de áreas evaluadas, aunque presentan, ya están caducados pues fueron realizados hasta años como 2009 o 2017 (ver Anexo 1). Esto da una idea de por qué el estado de ciertas zonas en donde los territorios de herbazal denso han disminuido y los territorios artificializados han aumentado. Casos se han mencionado anteriormente, en donde al combinar los cambios de cobertura, los cambios abruptos en métricas del paisaje e inclusive los valores de los índices NDVI obtenidos con la falta de planes de manejo, podemos plantear que dichos cambios y tendencia a no mejorar el aspecto de conservación podría deberse a la falta de un lineamiento que plantee unos objetivos a cumplir en lapsos determinados.

Se trae a colación el ejemplo del área resultado del cruce entre el PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá, en donde se ha visto un aumento incomparable en los territorios artificializados seguido por un decrecimiento de igual magnitud en los herbazales densos, dando paso a que para el índice NDVI, los valores tiendan a incrementarse, pasando de territorios con valores típicos de herbazales densos a parches de zonas con valores pertenecientes a vegetación característica de pisos altitudinales diferentes, cambiando las dinámicas ecosistémicas, encontrando, según Ortega (2021), una relación directa entre el aumento de la frontera agrícola y la pérdida de bosques y biodiversidad, y rápidamente el paso de suelos fértiles a terrenos en proceso de desertificación, concordando en que urge la realización un ordenamiento de los suelos, según su aptitud de cultivo.

Por otro lado, se evidenció que en zonas como la superposición de zonas delimitadas como páramo por el IAvH y el PNN Chingaza, el SFF Iguaque Merchán o el DRMI Guachaneque, que se caracterizan por ser las únicas áreas en presentar planes de manejo relativamente cerca en tiempo el uno del otro, la efectividad en la conservación es mayor, presentando aumentos considerables en las superficies de herbazal denso de hasta un 10, 57% para el SFF Iguaque Merchán, o una disminución de rangos para los valores de NDVI, los cuales tienen a acercarse más a 0, en el caso del DRMI Guachaneque, o

inclusive, una notoria estabilización en el índice de contigüidad para las clases delimitadas dentro del área de superposición entre las áreas delimitadas como páramo y el PNN Chingaza. Esto nos deja ver que un plan de manejo es esencial para utilizar efectivamente los recursos financieros, físicos y humanos disponibles, y planificar la consecución de recursos provenientes de organismos nacionales e internacionales aliados para así poder lograr los objetivos de conservación planteados dentro de este (Parques Nacionales Naturales, 2020) y generar resultados como los expuestos anteriormente.

9 Conclusiones y recomendaciones

- Las áreas que presentan acción humana en zonas aledañas a sus límites presentaron un mayor porcentaje de territorios artificializados frente a aquellas en dónde el acceso a su territorio es más complejo y sus límites se encuentran más distanciados de los asentamientos humanos.
- Entre mayor sea el tamaño del área, el número de parches por clase presenta una tendencia a aumentar, comportamiento que se repite si el área presenta un mayor cambio de coberturas.
- Los territorios artificializados tienden a encontrarse en la periferia de los polígonos estudiados, llevando a la superficie perteneciente a herbazal denso a compactarse en la zona central del mismo, la cual corresponde a territorios que se encuentran en mayor altura.
- La efectividad de la conservación de un territorio definido como área protegida se ve estrechamente ligada al establecimiento y cumplimiento de planes de manejo que se enfoquen en las necesidades específicas de las poblaciones que habitan dicha zona y las características ecológicas que esta presente.
- La correcta aplicabilidad de las herramientas a los sistemas de información geográficas (SIG) es indispensable para poder determinar de forma correcta y efectiva diversas dinámicas de cambio presentes en áreas de interés, permitiendo evaluar la forma en que factores tan importantes como el cambio climático afectan y modifican el territorio.
- No está de más estar monitoreando la dramática reducción de las coberturas propias de la zona y más en los ambientes de alta montaña pues son zonas, en donde por culpa del calentamiento global, las condiciones cambian a ritmos apresurados y en dónde la frontera agrícola busca oportunidades de crecimiento pues la zona limítrofe entre los bosques y áreas seminaturales y

los herbazales densos pueden desaparecer rápidamente, dando paso a zonas de pastoreo o quemas continuas para cultivos agrícolas.

10 Bibliografía

- Alcaraz, D., Baldi, G., Durante, P., & Garbulsky, M. (2008). Análisis de la dinámica temporal del NDVI en áreas protegidas: tres casos de estudio a distintas escalas espaciales, temporales y de gestión. Ecosistemas, 17(3), 108-117.*
- Alonso, D. (1 de Enero de 2019). MappinGIS. Obtenido de Combinación de bandas en imágenes de satélite Landsat y Sentinel: <https://mappinggis.com/2019/05/combinaciones-de-bandas-en-imagenes-de-satelite-landsat-y-sentinel/>*
- Anaya, J. A. (1 de 1 de 2016). Implementación y evaluación del modelo Landsat Ecosystem Disturbance Adaptive Processing System (LEDAPS): estudio de caso en los Andes colombianos. Revista de teledetección, 40, 1. doi:<http://dx.doi.org/10.4995/raet.2016.3582>*
- Arellano, P., & Rangel, J. (2010). Fragmentación y estado de conservación en páramos de Colombia. Colombia Diversidad Biótica X Cambios global (natural) y climático (antrópico) en el páramo colombiano. Universidad Nacional de Colombia, 479-541.*
- Berenice, C. E. (2019). ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL, PERIODO 19902017, CARCHIECUADOR. Ibarra: Universidad técnica del norte. Obtenido de ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL, PERIODO 19902017, CARCHIECUADOR.*

Buytaert, W. (2004). The properties of the soils of the south Ecuadorian Páramo and the impact of land use changes on their hydrology. Leuven: Leuven : Katholieke Universiteit Leuven.

Buytaert, W., & Iñiguez, V. (2007). The effects of afforestation and cultivation on water yield. Forest Ecology and Management, 22-30.

Caracol Radio. (26 de Octubre de 2021). Así va la delimitación del Páramo de Pisba: Educación. Obtenido de Así va la delimitación del Páramo de Pisba: Educación: https://caracol.com.co/emisora/2021/10/26/tunja/1635271385_792080.html

Colombia, C. d. (27 de Julio de 2018). Ley 1930 del 17 de Julio 2018. Obtenido de Ley 1930 del 17 de Julio 2018: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=http%3A%2F%2Fes.presidencia.gov.co%2Fnormativa%2Fnormativa%2FLEY%25201930%2520DEL%252027%2520DE%2520JULIO%2520DE%25202018.pdf>

CORPOBOYACÁ. (21 de Marzo de 2018). Boyacá se posiciona como uno de los departamentos con niveles más bajos de deforestación a nivel nacional. Obtenido de Boyacá se posiciona como uno de los departamentos con niveles más bajos de deforestación a nivel nacional: <https://www.corpoboyaca.gov.co/noticias/boyaca-se-posiciona-como-uno-de-los-departamentos-con-niveles-mas-bajos-de-deforestacion-a-nivel-nacional/>

Cuasquer Enríquez, F. B., & Sangurima Tito, A. C. (2019). ANÁLISIS MULTITEMPORAL DE LA COBERTURA VEGETAL Y USO DEL SUELO EN LA RESERVA ECOLÓGICA EL ÁNGEL, PERIODO 1990-2017, CARCHI-ECUADOR. Ibarra Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

De la Cruz, B., & 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. (Tesis de maestría). . Cauca-Colombia. : Universidad de Manizales.

Díaz, M., Navarrete, J., & Suárez, T. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. Bogotá: Revista de ingeniería.

Earth Observing System. (1 de Enero de 2021). Earth Observing System / NDVI (Índice Diferencial Normalizado De Vegetación) Y Clorofila. Obtenido de Earth Observing System / NDVI (Índice Diferencial Normalizado De Vegetación) Y Clorofila: <https://eos.com/es/make-an-analysis/ndvi/>

El Espectador. (16 de Diciembre de 2020). El páramo de Rabanal se recupera de sus heridas. Obtenido de El páramo de Rabanal se recupera de sus heridas: <https://www.elespectador.com/ambiente/el-paramo-de-rabanal-se-recupera-de-sus-heridas-article/>

El Tiempo. (14 de Julio de 2020). ¿Por qué el 2020 ha sido el peor año para los páramos de Boyacá? Obtenido de ¿Por qué el 2020 ha sido el peor año para los páramos de Boyacá?: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/por-que-el-2020-ha-sido-el-peor-ano-para-los-paramos-de-boyaca-517654>

Escandon, J., Benjamin, J. A., Nieto de Pascual, M. C., & Ordóñez Díaz, M. d. (2010). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México, 9(46), 27-53. doi: <https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i46.135>

Escandón, J., Benjamin, J. A., Nieto de Pascual, M. C., & Ordóñez Díaz, M. d. (2010). Cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo del 2000 al 2009 en Morelos, México. Cambio en la cobertura

ESRI. (1 de Enero de 2021). Resources for ArcMap. *Obtenido de Resources for ArcMap:*

<https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-desktop/resources>

Función pública. (17 de Julio de 2015). Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Obtenido de Decreto 1076 de 2015 Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible:

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>

Garbulsky, M., & Paruelo, J. (2004). *Remote sensing of protected areas to derive baseline vegetation*

functioning characteristics. Journal of Vegetation Science,, 15, 711-720.

Herrera, G., & Ruiz, J. (2009). *Retroceso glaciar en la Sierra Nevada del Retroceso glaciar en la Sierra*

Nevada del Retroceso glaciar en la Sierra Nevada del. Perspectiva Geográfica, 27-36.

IDEAM. (1 de Enero de 2010). METODOLOGÍA CORINE LAND COVER. *Obtenido de*

METODOLOGÍA CORINE LAND COVER:

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

IDEAM. (1 de Enero de 2010). Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia. *Obtenido de*

Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia:

<http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/metodologia-corine-land-cover>

IDEAM. (12 de Mayo de 2020). COBERTURAS DE LA TIERRA. *Obtenido de COBERTURAS DE LA*

TIERRA: <http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/coberturas-tierra>

IEMP. (2018). Evaluación normativa, social y ambiental de los páramos en Colombia . *Bogotá: Luis*

Enrique Martínez Ballén.

IGAC. (1 de Enero de 2021). Colombia en Mapas. Obtenido de Colombia en Mapas:

<https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

Jaramillo, L., & Antunes, A. F. (2018). Detección de cambios en la cobertura vegetal mediante interpretación de imágenes Landsat por redes neuronales artificiales (RNA). Caso de estudio: Región Amazónica Ecuatoriana. REVISTA DE TELEDETECCIÓN Asociación Española de Teledetección, 33-46.

Jones, R. C., & Kähler, K. N. (20 de Enero de 2020). Landsat satellites and satellite technologies. Obtenido de Landsat satellites and satellite technologies: <https://search-ebSCOhost-com.ezproxy.unbosque.edu.co/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=89474740&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., . . . Skanes, H. (2001). The causes of land-use and land-cover change: moving beyond the myths. Global Environmental Change, 261 - 269.

MADS. (24 de Enero de 2017). RESOLUCIÓN 97 DE 2017. Obtenido de RESOLUCIÓN 97 DE 2017: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fjusticiaambientalcolombia.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2017%2F02%2Fresolucic3b3n-97-de-2017-mads.pdf&clen=112745&chunk=true>

MADS. (1 de Enero de 2021). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.minambiente.gov.co/>

Manrique, E. (1999). ÍNDICE DE VEGETACIÓN. APLICACIÓN DEL NDVI . teledetección, 217-219.

Martínez Ovalle, M. F. (2020). DISTRIBUCIÓN DE MUSGOS (BRYOPHYTA) EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL COMPLEJO DE PARAMOS GUANTIVA - LA RUSIA (BOYACÁ Y SANTANDER, COLOMBIA). Tunja: UPTC.

Martínez Ovalle, M. F. (2020). DISTRIBUCIÓN DE MUSGOS (BRYOPHYTA) EN UN GRADIENTE ALTITUDINAL EN EL COMPLEJO DE PARAMOS GUANTIVA - LA RUSIA (BOYACÁ Y SANTANDER, COLOMBIA). Tunja: UPTC.

McGarigal K . (1995). FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Portland, OR.: General Technical Report.

Medellín Cano, M. J. (27 de Septiembre de 2021). La deuda con el páramo de Pisba. El Espectador, pág. 1.

MINAMBIENTE. (01 de 01 de 2002). Páramos: Programa para el manejo sostenible y restauración de. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de Páramos: Programa para el manejo sostenible y restauración de.

MINAMBIENTE. (1 de Julio de 2010). Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. Obtenido de Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.minambiente.gov.co%2Fimages%2Fnormativa%2Fdecretos%2F2010%2Fdec_2372_2010.pdf&clen=1967703&chunk=true

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (1 de Enero de 2021). Plan Nacional de Teledetección. Obtenido de Plan Nacional de Teldetección: <https://pnt.ign.es/programa-landsat>

MINISTERIO DEL INTERIOR. (22 de Diciembre de 1993). Ley 99 de 1993. Obtenido de Ley 99 de 1993: <https://www.mininterior.gov.co/la-institucion/normatividad/ley-99-de-1993>

Ministerio del Medio Ambiente. (01 de 01 de 2002). Páramos: Programa para el manejo sostenible y restauración de. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente. Obtenido de Páramos: Programa para el manejo sostenible y restauración de.

NASA. (01 de Enero de 2021). LANDSAT SCIENCE. Obtenido de LANDSAT SCIENCE: <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>

Ortega, L. A. (01 de Enero de 2021). La ampliación de la frontera agrícola le abre la puerta a la desertificación. Obtenido de La ampliación de la frontera agrícola le abre la puerta a la desertificación: <https://www.dw.com/es/la-ampliacion-de-la-frontera-agr%C3%ADcola-le-abre-la-puerta-a-la-desertificaci%C3%B3n/a-53826029>

Páramo.org. (01 de 01 de 2010). Mecanismo de información de páramos. Obtenido de Mecanismo de información de páramos: [Dialnet-LosParamosEnColombiaUnEcosistemaEnRiesgo-5662382.pdf](#)

Páramos. (01 de 01 de 2010). Mecanismo de información de páramos. Obtenido de Mecanismo de información de páramos: [Dialnet-LosParamosEnColombiaUnEcosistemaEnRiesgo-5662382.pdf](#)

Parques Nacionales Naturales. (16 de Julio de 2020). Planes de Manejo Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia. Obtenido de Planes de Manejo Áreas del Sistema de Parques Nacionales Naturales de Colombia: <https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/organizacion/planes-de-manejo-areas-del-sistema-de-parques-nacionales-naturales-de-colombia/>

Parques Nacionales Naturales. (1 de Enero de 2021). RUNAP. Obtenido de RUNAP: <https://runap.parquesnacionales.gov.co/>

PNN. (1 de Enero de 2021). Sistema Nacional de Áreas Protegidas – SINAP. Obtenido de Sistema

Nacional de Áreas Protegidas – SINAP:

<https://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>

Presidencia de Colombia. (17 de Julio de 2018). Ley 1930 del 2018. Obtenido de Ley 1930 del 2018:

<http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY%201930%20DEL%2027%20DE%20JULIO%20DE%202018.pdf>

Rincón, L. N. (2015). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. INGENIARE, 1-10.

Rincón, L. N. (2016). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. Bogotá: Universidad Santo Tomás.

Rincón, L. N. (2016). Los páramos en Colombia, un ecosistema en riesgo. Bogotá: Universidad Santo Tomás.

Ruiz, V., Savé, R., & Herrera, A. (2013). Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo, en el Paisaje Terrestre Protegido Miraflor Moropotente Nicaragua, 1993 – 2011. ECOSISTEMAS, 117-123.

Soto, L. J. (2018). Algunas reflexiones normativas sobre los páramos en Colombia. Ambiente Jurídico, 83-98.

Tri Dev, A., & Yang, I. (Abril de 2015). Exploring Landsat 8. International Journal of IT, Engineering and Applied Sciences Research, 4, 4-10. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/311901147>

UICN. (01 de 01 de 2015). ¿Qué es un área protegida? Obtenido de ¿Qué es un área protegida?: <https://www.iucn.org/es/regiones/am%C3%A9rica-del-sur/nuestro-trabajo/%C3%A1reas-protegidas/%C2%BFqu%C3%A9-es-un-%C3%A1rea-protegida>

Universidad Sergio Arboleda. (23 de Mayo de 2013). Objeciones del páramo más lindo del mundo.

Obtenido de Objeciones del páramo más lindo del mundo:

<https://www.usergioarboleda.edu.co/sergiointeractivo/uncategorized/paramos-colombia-oceta/>

USGS. (8 de 10 de 2021). EARTH EXPLORER. Obtenido de EARTH EXPLORER:

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

Vásquez Cerón, A. e. (2011). El gran libro de los páramos. (A. V. Castro., Ed.) Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Recuperado el 15 de Septiembre de 2021

Villa, C., Zarate, C., & Villegas, C. (2016). Estrategias para la sostenibilidad financieras de las áreas protegidas de Colombia. Ensayos de economía, 271-292.

W. Buytaert, V. I. (2007). The effects of afforestation and cultivation on water yield. Forest Ecology and Management, 22-30.

WWF. (21 de Febrero de 2019). ¿Por qué establecer una Reserva Natural de la Sociedad Civil? Obtenido de ¿Por qué establecer una Reserva Natural de la Sociedad Civil?: <https://www.wwf.org.co/?uNewsID=343530>

11 Anexos

Anexo 1. Planes de manejo encontrados para cada una de las áreas de interés. Datos obtenidos de la página web del RUNAP.

<i>Área de estudio</i>	<i>Planes de manejo</i>		
	<i>Plan de manejo existente</i>	<i>Cantidad de planes</i>	<i>Alcance en años</i>

*Evaluación de la efectividad de la
Conservación en Páramos*

Yeferson Gonzalo Sanchez Parra

<i>Páramo de Guargua y Laguna Verde</i>	<i>SI*</i>	<i>1</i>	<i>2012 - 2017</i>
<i>Paramo el Atravesado</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Guerrero</i>	<i>SI*</i>	<i>1</i>	<i>2012 - 2017</i>
<i>Páramo de El Frailejonal</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Paramo Grande</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>El Páramo</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Rabanal</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Chingaza</i>	<i>SI</i>	<i>2</i>	<i>2005 - 2009 2016- 2020</i>
<i>Cruz Verde-Sumapaz</i>	<i>SI</i>	<i>1</i>	<i>2005-2010</i>
<i>Cocuy</i>	<i>SI</i>	<i>1</i>	<i>2005 - 2009</i>
<i>Pisba</i>	<i>SI</i>	<i>2</i>	<i>2005 - 2009 2020 - 2025</i>
<i>Tota-Bijagual-Mamapacha</i>	<i>SI</i>	<i>1</i>	<i>2017 - 2022</i>
<i>Iguaque-Merchan</i>	<i>SI</i>	<i>2</i>	<i>2009 - 2014 2017 - 2022</i>
<i>Unidad Biogeográfica de Siscunsi Ocetá</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Pan de azúcar el Consuelo</i>	<i>NO</i>	<i>0</i>	<i>N/A</i>
<i>Guachaneque</i>	<i>SI</i>	<i>2</i>	<i>2012 - 2015 2020 - 2025</i>

Anexo 2. Valores obtenidos al evaluar 4 métricas del paisaje para los 3 momentos del tiempo en las 16 áreas de estudio de los departamentos de Boyacá y Cundinamarca.

<i>Área de estudio</i>	<i>Año</i>	<i>CA</i>	<i>NP</i>	<i>ED</i>	<i>CONT</i>
RNSC Páramo el Atravesado	1985	313,2900	68,0000	43,4962	0,1667
		994,4100	41,0000	43,4962	0,0833
	1997	411,8400	191,0000	65,0149	0
		895,86	43	65,0149	0
	2018	334,98	84	48,1828	0,1667
		972,54	36	48,1828	0,2778
PNN Chingaza	1971	15268,95	323	71,8044	0,1667
		20354,13	1376	69,0091	0,1667
		823,86	267	3,6744	0,1667
	2001	12.223	2506	70,7755	0,0833
		18420,57	1415	71,062	0
		663,48	154	2,7435	0,1667
	2018	15726,51	3787	69,5249	0
		20283,48	1209	66,4857	0,1667
		759,42	203	3,3264	0,1667
		3643,47	3159	9,2059	0,1667
PNN El Cocuy	2020	121690,26	3436	48,4918	0,0833
		32869,26	8391	42,3739	0,0833
		1588,05	570	2,0644	0,1667
	1992	39109,68	8345	48,0114	0,0833
		85332,06	4326	52,9456	0,1667
		5933,43	491	3,3699	0,0833
	2014	1140,48	1437	4,2584	0,1667
		45037,17	7196	38,6701	0,1667
		4171,68	4877	12,8137	0,1667
		1648,71	166	1,173	0
		110068,47	4042	45,632	0,0833
RNSC El Páramo	2018	34,65	5	54,9085	0,7889
		19,44	3	54,9085	0,7298
	2020	33,31	4	46,837	0,7686
		17,01	6	46,837	0,4196
RFPN El Frailejonal	2000	386,73	79	69,858	0,1667
		591,75	41	80,0439	0,1667
		61,2	55	20,9776	0,0833
	2010	354,78	154	83,8527	0,0417
		625,59	47	90,2008	0,1667
		59,31	78	24,2959	0

		322,56	102	72,6858	0,1667
	2020	664,2	59	87,1711	0
		52,92	91	25,3924	0
		1517,04	320	103,1992	0,1667
	2013	1153,08	445	124,8233	0,1667
		640,08	313	57,1869	0,1667
		1416,78	113	60,8	0,1667
DRMI Guachaneque	2016	531	318	62,3011	0,1667
		1352,16	58	18,1731	0
		1467,63	255	83,4805	0,1667
	2020	1320,21	307	85,7272	0,1667
		523,71	409	60,1169	0,1667
		3532,5	1511	79,1046	0,1667
	2010	1345,59	1327	38,9224	0
		8531,73	729	70,8171	0,1667
		186,48	98	4,2541	0,1667
		9660,15	912	76,4672	0,0833
DRMI Páramo de Guargua y Laguna Verde	2015	1114,65	1307	35,5973	0
		2696,4	1314	61,4086	0,1667
		121,68	142	3,6328	0,0833
		3282,03	1557	79,763	0,1111
	2020	1445,76	2073	52,6304	0
		8644,5	748	69,5569	0,1667
		225,36	181	6,9034	0,1667
		877,68	163	107,7501	0,1667
	2009	541,44	253	84,9198	0,125
		61,92	141	26,142	0
		140,49	174	36,4286	0
		896,31	171	107,5394	0,1667
DRMI Páramo de Guerrero	2015	472,41	145	89,903	0
		172,53	188	45,1366	0,0833
		79,83	47	7,8466	0,1667
		791,37	176	125,6406	0,1667
	2020	670,41	199	96,52	0,1667
		65,52	175	28,7691	0
		94,23	148	27,067	0,0833
		2125,26	382	79,9072	0
SFF Iguaque Merchán	1986	2803,05	263	64,1658	0,1667
		260,55	645	34,1602	0

		10,17	56	1,7773	0
		2413,53	326	63,1502	0,1667
	2014	448,83	486	44,2294	0,0833
		2206,08	329	82,0826	0,1667
		130,59	181	15,4413	0,0833
	2021	2787,56	349	64,7201	0,1667
		645,53	572	35,4578	0,1667
		3579,71	312	57,9543	0
		253,44	238	24,4821	0,0833
		2570,13	997	62,672	0,0833
	2018	3113,46	883	60,2902	0,1667
		5022,09	757	80,5534	0,1667
DRMI Tota –		164,25	426	10,1178	0
Bijagual -		8901,99	118	25,5354	0
Mamápacha	2020	891,99	543	29,3459	0,1667
		654,34	786	32,5842	0
		1062,72	145	39,6281	0,0833
		14189,67	785	63,1028	0
	2014	545,31	933	13,0598	0,1667
		4399,02	3142	65,6978	0,0833
		6299,73	1091	46,4926	0,0833
		14254,74	856	66,2439	0
PNR Pan de Azúcar	2017	5415,75	2776	71,1001	0
El Consuelo		1043,46	1351	22,2814	0,1111
		4719,78	900	37,3288	0,1667
		14820,3	805	63,4272	0
	2021	3803,22	2804	55,8381	0,0833
		6295,05	857	40,6834	0,1667
		515,16	778	11,4969	0,1667
		2787,56	1349	64,7201	0,1667
	1986	645,53	572	35,4578	0,1667
		3579,71	312	57,9543	0
		253,44	238	24,4821	0,0833
PNN Pisba		14671,98	1487	74,7463	0,0833
	2014	299,7	640	6,9378	0,0833
		6745,5	1301	47,706	0,1111
		6727,05	3896	79,2097	0
	2021	12738,42	1088	50,4797	0,0833
		10050,57	1403	47,8735	0,1667

		299,43	402	5,5077	0,1667
		5355,27	2592	66,8426	0,1667
		2222,37	157	54,7256	0
	1999	937,44	192	48,3163	0,0833
		235,71	4	5,4315	0,8273
		255,42	488	37,3137	0
		2564,64	128	57,5441	0,0833
PNR Páramo de Rabanal	2015	686,16	155	34,5199	0,1111
		192,24	11	5,2836	0,1667
		207,9	422	34,8157	0
		2146,32	174	60,0996	0,0833
	2020	998,73	180	48,9901	0
		249	24	6,5243	0
		256,68	472	39,1461	0
		57543,54	745	45,8335	0
	2015	3075,75	1383	9,8454	0
		785,25	1064	6,1527	0,1667
		6070,59	6758	40,7545	0
PNN Cruz Verde - Sumapaz	2010	60310,71	427	18,7668	0
		4380,66	1200	13,5693	0,0833
		1454,76	1062	7,3696	0
		1265,58	131	2,0983	0,1667
	2020	52761,96	1363	60,7846	0,0833
		3986,64	1356	12,154	0,0833
		1581,21	1485	10,537	0,1667
		9146,79	6720	50,6091	0,1667
		29512,53	2022	61,8003	0,0833
	2013	2085,84	11,95	15,4017	0,1667
		6481,44	5510	68,8345	0,0833
		4833,09	3249	38,2088	0,1111
PNR Unidad Biogeográfica Siscunsi Ocetá	2015	22826,7	2676	80,17	0,0833
		10887,93	5414	79,0027	0,0833
		512,82	631	5,6615	0,1667
		10670,76	6308	87,8962	0
	2021	20340,54	2709	77,6272	0,0833
		7490,88	3928	53,9449	0,1667
		1193,76	1542	13,6917	0,0833
		15872,85	4905	104,2923	0,0833
	1988	14189,67	785	63,1028	0

*Evaluación de la efectividad de la
Conservación en Páramos*

Yeferson Gonzalo Sanchez Parra

		545,31	933	13,0598	0,1667	
		4399,02	3142	65,6978	0,0833	
		6299,73	1091	46,4926	0,0833	
		14671,98	1487	74,7463	0,0833	
RFPN Páramo Grande	2001	299,7	640	6,9378	0,0833	
		6745,5	1301	47,706	0,1111	
		6727,05	3896	79,2097	0	
			3282,03	1557	79,763	0,1111
	2018	1445,76	2073	52,6304	0	
		8644,5	748	69,5569	0,1667	
		225,36	181	6,9034	0,1667	