MAPBIOMAS
COLOMBIA

Apéndice - Colombia

Algorithm Theoretical Basis Document - ATBD

Colección 4.0

Versión 1.0



Noviembre de 2026

Coordinación del proyecto MapBiomas Colombia
Adriana Rojas Suárez

Responsable técnico MapBiomas Colombia
Karen Andrea Huertas

Equipo de especialistas

Luis Medina
Valentina Castellanos
Janner Simbaqueba
Santiago Barreto
Julio Ramirez
Ana María González
Luisa Páramo
Maick Esguerra
Natalia Garcia
Miguel Restrepo
John Aguilar
David Martinez

Institución
Fundación Gaia Amazonas

Gaia
Amazonas

Calle 70a # 11- 30
Bogotá, Colombia.
(57-1) 772 35 42 / (57-1) 805 37 68
contacto@gaiaamazonas.org
https://www.gaiaamazonas.org

Cómo citar:
Fundación Gaia Amazonas (2026). Documento de Bases Teóricas de Algoritmo (ATDB) MapBiomas Colombia Colección 4, Apéndice Colombia – Colección 4 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo de Colombia.

CONTENIDO

1. Introducción 9
2. Características generales del país 10
2.1. Breve contexto de Colombia 10
2.2. Biogeografía de Colombia 14
2.2.1. Biogeografía Andes 20
2.2.2. Biogeografía Amazonía 22
2.2.3. Biogeografía Caribe 23
2.2.4. Biogeografía Orinoquía 24
2.2.5. Biogeografía Pacífico 26
3. Información básica y antecedentes 27
3.1. Contexto institucional 27
3.1.1. Institución 27
3.1.2. MapBiomas 27
3.2. Datos de percepción remota 28
3.3. Otras iniciativas de mapeo 28
3.4. Google Earth Engine y MapBiomas 30
4. Metodología MapBiomas Colombia 30
4.1. Mosaicos Landsat 30
4.1.1. Generación de los mosaicos Landsat 30
4.1.2. Regiones de mosaicos 35
4.1.3. Evaluación de calidad de los mosaicos 37
4.1.4. Corrección Topográfica 44
4.2. Variables 46
4.3. Clasificación 50
4.3.1. Descripción metodológica 50
4.3.2. Regiones de clasificación 53
4.4.3. Leyenda 97
4.4.3.1. Leyenda Andes 99
4.4.3.2. Leyenda Amazonía 118
4.4.3.3. Leyenda Caribe 137
4.4.3.4. Leyenda Orinoquia 160
4.4.3.5. Leyenda Pacífico 176
4.4.4. Random forest 192
4.4.5. Colecta de muestras 193
4.4.6. Temas transversales 194
4.5. Post-clasificación 194
4.5.1. Filtro Temporal 195
4.5.1.1. Año intermedio 195
4.4.1.2. Primer y último año 196
4.5.2. Filtro Espacial 196

4.5.3. Gap Fill (Relleno de vacíos) 197
4.5.4. Filtro de frecuencia 198
4.5.5. Orden de Aplicación de Filtros 198
4.6. Integración 203
5. Estadísticas y plataforma 205
6. Validación 207
7. Aplicaciones 209
8. Consideraciones prácticas y desafíos 209
9. Apéndices 211
10. Referencias 211

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Biomas preliminares de Colombia. 20
Tabla 2. Número de cartas/path y row por región. 31
Tabla 3. Parámetros de calidad de mosaicos 37
Tabla 4. Porcentaje por categoría de calidad de mosaicos respecto del total de imágenes disponibles para cada región 38
Tabla 5. Mosaicos por path-row y regiones de mosaicos de Landsat procesados con corrección topográfica. 45
Tabla 6 Descripción de bandas y variables empleadas para la Colección 4 MapBiomas Colombia. 50
Tabla 7. Criterios para la delimitación de regiones de clasificación por región. 55
Tabla 8. Clases interpretadas por regiones de clasificación en Colombia. 96
Tabla 9. Leyenda aplicada para MapBiomas Colombia. 98
Tabla 10. Número de árboles de decisión empleados por regiones de clasificación. 193
Tabla 11. Aplicación jerárquica de filtros post clasificación 203
Tabla 12. Jerarquías para integración 204
Tabla 13. Áreas de regiones de análisis 207

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización y regiones presentes en Colombia. 11
Figura 2. Mapa biogeografía Colombia. Grandes biomas 16
Figura 3. Mapa biogeografía Colombia. Biomas preliminares 17
Figura 4 . Biogeografía de los Andes Colombianos. Biomas preliminares. 22
Figura 5. Biogeografía de la Amazonia Colombiana. Biomas preliminares. 23
Figura 6. Biogeografía del Caribe colombiano. Biomas preliminares. 24
Figura 7. Biogeografía de la Orinoquia colombiana. Biomas preliminares. 25
Figura 8. Biogeografía del Pacifico colombiano. Biomas preliminares. 26
Figura 9. Cartas para Amazonía 32
Figura 10. PathRow Colombia 33

Figura 11. Píxel de mediana 34
Figura 12. Mosaicos Landsat Colección 4 - MapBiomas Colombia C4 35
Figura 13. Regiones operativas de mosaico Colombia 36
Figura 14. Calidad de los mosaicos 1985 - 2025 38
Figura 15. Calidad de mosaicos en Andes 39
Figura 16. Calidad de mosaicos de Andes 40
Figura 17. Calidad de mosaicos en Pacífico 40
Figura 18. Calidad de mosaicos en Pacífico 41
Figura 19. Calidad de mosaicos en Orinoquía 41
Figura 20. Calidad de mosaicos de Orinoquía 42
Figura 21. Calidad de mosaicos en Caribe 42
Figura 22. Calidad de mosaicos Caribe 43
Figura 23. Calidad de mosaicos en Amazonía 43
Figura 24. Calidad de mosaicos de Amazonía 44
Figura 25. Ejemplo de corrección topográfica Parque Nacional Natural Tayrona. 46
Figura 26. Proceso de toma de cálculo de bandas que componen los mosaicos anuales de imágenes Landsat 47
Figura 27. Flujo de clasificación MapBiomas Colombia Colección 4.0 52
Figura 28. Regiones de clasificación Colombia 56
Figura 29. Regiones de clasificación de los Andes Colombianos 57
Figura 30. Regiones de clasificación del Caribe colombiano 57
Figura 31. Regiones de clasificación de la Orinoquía colombiana 58
Figura 32. Regiones de clasificación del Pacífico colombiano 58
Figura 33. Regiones de clasificación de la Amazonía colombiana 59
Figura 34. Respuesta espectral de Bosque en la región Andes. 99
Figura 35. Respuesta espectral de Silvicultura en la región Andes 100
Figura 36. Respuesta espectral de Formación Natural no Forestal Inundable en la región Andes. 102
Figura 37. Respuesta espectral Otro Tipo de Formación Natural no Forestal en la región Andes. 103
Figura 38. Respuesta Espectral Mosaico de Agricultura y/o Pasto en la región Andes. 104
Figura 39. Respuesta Espectral de la Formación Playas, dunas y bancos de arena en la región Andes. 105
Figura 40. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Andes. 106
Figura 41. Respuesta Espectral Otras Áreas sin Vegetación en la región Andes. 107
Figura 42. Respuesta espectral de Afloramiento rocoso en en la región Andes 108
Figura 43. Respuesta espectral de Minería en la región Andes. 109
Figura 44. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Andes. 110
Figura 45. Respuesta Espectral Río, Lago u Océano en la región Andes. 111
Figura 46. Respuesta espectral de Glaciar y nival en la región Andes 112
Figura 47. Respuesta espectral de palma aceitera en la región Andes 113
Figura 48. Respuesta Espectral Área Natural sin Vegetación en la región Andes 114
Figura 49. Respuesta Espectral Parques fotovoltaicos en la región Andes 115

Figura 50. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales andinos en la región Andes 116
Figura 51. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales inundables andinos en la región Andes 117
Figura 52. Respuesta Espectral Formación forestal en la región Amazonía. 118
Figura 53. Respuesta Espectral Bosque inundable en la región Amazonía. 120
Figura 54. Respuesta Espectral Silvicultura en la región Amazonía. 121
Figura 55. Respuesta Espectral Formación natural no forestal inundable en la región Amazonía.. 122
Figura 56. Respuesta Espectral Formación Campestre en la región Amazonía. 123
Figura 57. Respuesta Espectral Otra formación natural no forestal en la región Amazonía. 124
Figura 58. Respuesta Espectral Mosaico de Agricultura y/o Pasto en la región Amazonía. 125
Figura 59. Respuesta Espectral Playa, duna o banco de arena en la región Amazonía. 126
Figura 60. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Amazonía. 127
Figura 61. Respuesta Espectral Otra áreas sin vegetación en la región Amazonía. 128
Figura 62. Respuesta Espectral Afloramiento rocoso en la región Amazonía. 129
Figura 63. Respuesta Espectral Minería en la región Amazonía. 130
Figura 64. Respuesta Espectral de acuicultura en la región Amazonía. 131
Figura 65. Respuesta Espectral de Río, lago u océano en la región Amazonía.. 132
Figura 66. Respuesta Espectral Palma aceitera en la región Amazonía. 133
Figura 67. Respuesta Espectral Otra área natural sin vegetación en la región Amazonía. 134
Figura 68. Respuesta Espectral Paneles solares - Amazonía. 135
Figura 69. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales altoandinos - Amazonia. 136
Figura 70. Respuesta Espectral Herbazales o arbustales inundable altoandino - Andes. 137
Figura 71. Respuesta espectral de la clase Bosque en la región Caribe. 138
Figura 72. Respuesta Espectral de la clase Manglar en la región Caribe. 139
Figura 73. Respuesta Espectral de la clase Bosque Inundable en la región Caribe. 140
Figura 74. Respuesta Espectral de la clase Silvicultura en la región Caribe. 141
Figura 75. Respuesta Espectral de la clase Formación Natural No Forestal Inundable en la región Caribe. 142
Figura 76. Respuesta Espectral de la clase Otra Formación Natural No Forestal en la región Caribe. 143
Figura 77. Respuesta Espectral de la clase Mosaico de Agricultura y/o Pastos en la región Caribe. 144
Figura 78. Respuesta Espectral de la clase Playas, dunas y bancos de arena en la región Caribe. 145
Figura 79. Respuesta Espectral de la clase Otra área sin vegetación en la región Caribe. 147
Figura 80. Respuesta Espectral de la clase Infraestructura Urbana en la región Caribe. 148
Figura 81. Respuesta Espectral de la clase Afloramiento Rocoso en la región Caribe.. 149
Figura 82. Respuesta Espectral de la clase Minería en la región Caribe. 150
Figura 83. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Caribe. 151
Figura 84. Respuesta Espectral de la clase Planicie de marea hipersalina en la región Caribe. 152
Figura 85. Respuesta Espectral de la clase Río, lago u océano en la región Caribe.. 153

Figura 86. Respuesta Espectral de la clase Glaciar y nival en la región Caribe. 154
Figura 87. Respuesta Espectral de la clase Palma Aceitera en la región Caribe. 155
Figura 88. Respuesta Espectral de la clase Vegetación herbácea sobre arena en la región Caribe.. 156
Figura 89. Respuesta Espectral de la clase Vegetación herbácea sobre arena en la región Caribe.. 157
Figura 90. Respuesta Espectral de la clase: otra área natural sin vegetación en la región Caribe. 158
Figura 91. Respuesta Espectral de la clase: Plátano y banano en la región Caribe. 159
Figura 92. Respuesta Espectral de la clase: Parques fotovoltaicos en la región Caribe. 160
Figura 93. Respuesta Espectral de los bosques en la región Orinoquía. 161
Figura 94. Respuesta Espectral de los bosques inundables en la región Orinoquía. 162
Figura 95. Respuesta Espectral de las plantaciones forestales en la región Orinoquía. 163
Figura 96. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal Inundable en la región Orinoquía. 165
Figura 97. Respuesta espectral de Formación Herbácea en la región Orinoquía. 166
Figura 98. Respuesta Espectral del mosaico de agricultura y/o pasto en la región Orinoquía. 167
Figura 99. Respuesta Espectral de la Formación Playas, dunas y bancos de arena en la región Orinoquía. 168
Figura 100. Respuesta Espectral de la infraestructura en la región Orinoquía. 169
Figura 101. Respuesta Espectral de las áreas sin vegetación en la región Orinoquía.. 170
Figura 102. Respuesta Espectral de los afloramientos rocosos en la región Orinoquía.. 171
Figura 103. Respuesta Espectral de las áreas de explotación minera en la región Orinoquía.. 172
Figura 104. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Orinoquía. 173
Figura 105. Respuesta Espectral de los ríos y lagos en la región Orinoquía. 174
Figura 106. Respuesta Espectral de los cultivos de palma aceitera en la región Orinoquía. 175
Figura 107. Respuesta Espectral de Parques Fotovoltaicos en la región Orinoquía. 176
Figura 108. Respuesta Espectral de Bosque en la región Pacífico. 177
Figura 109. Respuesta Espectral de Manglar en la región Pacífico. 178
Figura 110. Respuesta Espectral Bosque Inundable en la región Pacífico. 179
Figura 111. Respuesta Espectral Silvicultura en la región Pacífico. 180
Figura 112. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal Inundable en la región Pacífico. 181
Figura 113. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal en la región Pacífico. 183
Figura 114. Respuesta Espectral de Mosaico de agricultura y pastos en la región Pacífico. 184
Figura 115. Respuesta Espectral de Playas, dunas y bancos de arena en la región Pacífico. 185
Figura 116. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Pacífico. 186
Figura 117. Respuesta espectral de otras áreas sin vegetación en la región Pacífico.. 187
Figura 118. Respuesta Espectral de Afloramiento Rocoso en la región Pacífico. 188
Figura 119. Respuesta Espectral Minería en la región Pacífico. 189
Figura 120. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Pacífico. 190
Figura 121. Respuesta espectral de Río, Lago u Océano en la región Pacífico. 191

Figura 122. Respuesta Espectral de los cultivos de palma aceitera en la región Pacífico. 192
Figura 123. Filtro Temporal 195
Figura 124. Filtro Temporal Regla de Primer y Último Año. 196
Figura 125. Filtro Espacial 197
Figura 126. Filtro de Relleno de Vacíos (Gap Fill). 197
Figura 127. Filtro de Frecuencias 198
Figura 128. Integración de la clasificación multitemporal Colombia Colección 4.0. 205

RESUMEN EJECUTIVO

MapBiomas Colombia es una iniciativa liderada en el país por la Fundación Gaia Amazonas, socia de la Red MapBiomas Network y de la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG). MapBiomas Colombia surge del proyecto MapBiomas Amazonia, creado en 2017 impulsado por la RAISG que mapea la Pan Amazonia en los 9 países que la conforman, teniendo como propósito contribuir al entendimiento de la dinámica de uso del suelo en la Amazonía desarrollando y aplicando una metodología rápida, confiable, y de bajo costo para producir una serie temporal anual de mapas de cobertura y uso del suelo a partir del año 1985, implementando algoritmos de Inteligencia Artificial (AI) y aprendizaje automático (Machine Learning) (Rosa, Shimbo & Azevedo, 2019).

La metodología desarrollada e implementada por MapBiomas se basa en la información proporcionada por las imágenes de los satélites Landsat 4, 5, 7, 8, y 9 de resolución espacial 30 metros, a partir de las cuales se construye un mosaico de mediana para cada año, usando de preferencia los últimos meses de cada uno. Mediante el uso del algoritmo Random Forest de aprendizaje automático supervisado, se genera una clasificación pixel a pixel con la creación de múltiples "árboles de decisión" a partir de muestras aleatorias, combinando información de hasta 156 variables para obtener una predicción más robusta y precisa. Para aminorar la ocurrencia de inconsistencias en el mapeo tales como ruido, efecto sal y pimienta, vacíos de información e incongruencias temporales, se aplican una serie de filtros temporales de forma iterativa. Todo el flujo de procesos fue desarrollado mediante tecnología en la nube (Cloud Computing) desde la plataforma Google Earth Engine.

MapBiomas Colombia lanza la cuarta colección de mapas de 41 años de cobertura para la superficie de la tierra, esta también se consolida como la séptima colección para la Amazonia Colombiana que es integrada con las colecciones generadas por los demás países para conformar MapBiomas Amazonía de RAISG. MapBiomas Colombia 4.0, incluye un detalle temático de 25 clases de coberturas de la tierra distribuidas en 5 regiones biogeográficas: Andes, Caribe, Orinoquia, Pacifico y Amazonía.

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, el presente Documento Base Teórico de Algoritmos (ATBD, por sus siglas en inglés) describe a detalle el proceso metodológico y los algoritmos computacionales utilizados para la producción de la Colección 4 de MapBiomas Colombia, que mapea la cobertura y uso del suelo anualmente en el país entre los años 1985 y 2025.

1. Introducción

El cambio de las coberturas vegetales y del uso del suelo por acción antrópica es una de las principales problemáticas que impactan los ecosistemas terrestres y acuáticos, afectando directamente su funcionamiento y su capacidad de satisfacer las necesidades humanas. Los efectos no solo implican la pérdida de biodiversidad, la degradación del suelo y el cambio en el clima regional (Lambin et al., 2003), sino también la disminución en la capacidad de proveer servicios ambientales a la población, amenazando la seguridad alimentaria e incluso la salud pública (E.G. Leija et al., 2020). Sumado a esto, la complejidad de los factores que influyen en estas alteraciones y la velocidad en la que se están presentando, hacen necesario implementar herramientas de monitoreo que permitan conocer y entender oportunamente la dinámica de estos cambios para implementar medidas en torno a la gestión del territorio y de los recursos naturales.

Durante los últimos años, la teledetección y los sistemas de información geográfica se han aplicado ampliamente en análisis de cambio de coberturas y uso del suelo para la estimación de pérdidas y/o ganancias de coberturas naturales, y de las dinámicas derivadas de estos procesos, como la deforestación (Pero, 2015). A nivel global, existen varias iniciativas de mapeo de coberturas de la tierra dentro de las cuales destacan The Globcover Project (ESA, 2005) y Global Forest Watch (WRI, 2014), mientras que a nivel nacional, entidades como el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (SINCHI), se han encargado del seguimiento de las coberturas a través del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMBYC) y el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana (SIMCOBA) respectivamente.

En este contexto, la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) en asociación con el proyecto MapBiomas Brasil, crean MapBiomas Amazonía en el 2017, una iniciativa de mapeo y monitoreo anual de la cobertura y uso del suelo de toda la región Amazónica, fundamentada en el análisis de imágenes satelitales, algoritmos de machine learning y un procesamiento en la nube a través de la plataforma Google Earth Engine. Este proyecto surge a partir de la necesidad de obtener información detallada, confiable y actualizada sobre los cambios en el paisaje, e involucra una red colaborativa de investigadores, instituciones académicas y organizaciones no gubernamentales de los países Amazónicos. Tras el lanzamiento de 5 colecciones de mapas de la panamazonia, MapBiomas se extendió al resto del país en 2023, y se encuentra lanzando la cuarta colección de mapas anuales de cobertura de la tierra y uso del suelo para el territorio colombiano.

MapBiomas Colombia Colección 4 abarca una ventana temporal de 41 años, comprendidos entre 1985 hasta el 2025, donde se han abordado un total de 25 clases, que incluyen coberturas naturales de importancia como Glaciares, Herbazales inundables, Bosques inundables y Manglar; y coberturas antrópicas como Palma aceitera, Mosaico de agricultura y pastos, Minería e Infraestructura urbana. La Fundación Gaia Amazonas, representante de la RAISG por Colombia, es la organización encargada de realizar el mapeo anual de la cobertura y uso del suelo tanto de la Amazonía colombiana como del resto del país, y como parte de la

generación de conocimiento que propone el trabajo con la red, la fundación presenta este documento donde se expone la base teórica, la justificación y los métodos aplicados para producir los mapas anuales de cobertura, así como un contexto histórico y antecedentes para mejor entendimiento del procedimiento y las consideraciones diferenciales para Colombia.

2. Características generales del país

2.1. Breve contexto de Colombia

Colombia está ubicada en el extremo noroccidental de América del Sur, limita al norte con el mar Caribe, al este con Venezuela y Brasil, al sur con Perú y Ecuador, y al oeste con Panamá y el océano Pacífico. La división político-administrativa del país se compone por entidades territoriales de segundo nivel conocidas como departamentos y distritos, así como de tercer nivel denominadas municipios y territorios indígenas. Además, la legislación tiene la facultad de establecer regiones y provincias como entidades territoriales adicionales. Existen también áreas metropolitanas, comunas y corregimientos que funcionan como divisiones administrativas encargadas de llevar a cabo las funciones estatales y brindar servicios a la población (IGAC, s. f.). Actualmente Colombia cuenta con 32 departamentos, 1.103 municipios, y 18 áreas no municipalizadas.

Adicionalmente, debido a las características geográficas, climáticas, topográficas y ecológicas que varían en el territorio, el país se dividió en seis regiones naturales: Región Amazónica, Región Andina, Región Caribe, Región Orinoquía, Región Pacífico y Región Insular[1], las cuales se observan en la **Figura 1.** Con respecto a la topografía del país, podemos encontrar: (1) el sistema montañoso de los Andes, dividido en 3 grandes cordilleras: la Oriental, la Central y la Occidental, que dan lugar a los Valles interandinos del Río Magdalena; entre las cordilleras Central y Oriental; y del Río Cauca; entre las cordilleras Occidental y Central; (2) además, destaca la Sierra Nevada de Santa Marta, la montaña más alta del país con una altitud que alcanza los 5.775 msnm; (3) por otro lado, en la parte centro-oriental del país, al occidente de la Cordillera Oriental, se extiende la sabana de Bogotá; y (4) hacia el suroriente del país, encontramos los llanos, que se extienden desde la Cordillera Oriental hasta las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas (Bell, 2012). Con respecto a la Amazonía colombiana, esta se subdivide en cuatro subregiones de acuerdo con sus características sociales, económicas y ambientales. La Amazonía occidental es el área más densamente poblada, y se caracteriza por una extensa red vial que conecta sus centros urbanos. La Amazonia noroccidental está compuesta por 17 municipios, presenta áreas protegidas y ha sido escenario de conflicto armado y colonización campesina, con predominio de ganadería extensiva y cultivos de coca. La Amazonia oriental es la más extensa, en ella predomina el bosque húmedo tropical, con una población mayormente indígena y dispersa, y una economía de subsistencia. Por último, se encuentra la Amazonía sur, donde predomina el bosque húmedo tropical y es estratégicamente importante por su ubicación en el río Amazonas; esta región se integra al mercado global a través de economías extractivas y fluviales, con Leticia como epicentro económico.

[1] Para esta colección se incorporó la región insular dentro de las regiones de Pacífico y Caribe.

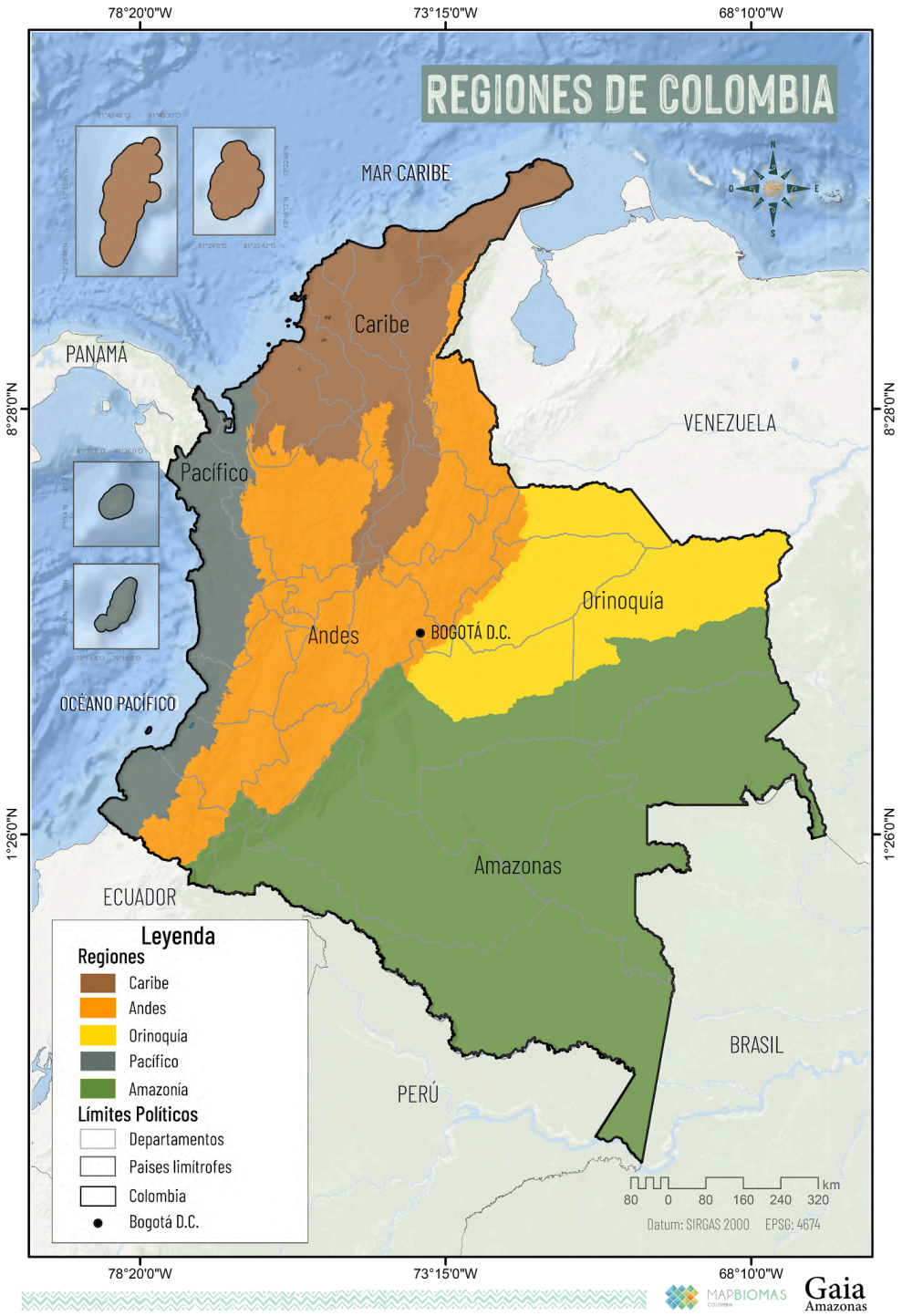


Figura 1. Localización y regiones presentes en Colombia.

Debido a su orografía altamente accidentada, Colombia presenta una gran diversidad de climas; según la clasificación climática de Caldas Lang, el clima predominante en el país es el cálido, variando en distintos grados de humedad. En la alta Guajira se encuentra un clima desértico, mientras que el árido y semiárido abarcan la mayoría de la franja litoral, Magdalena, Norte de Bolívar, Sucre y Córdoba. En amplias extensiones de la Orinoquía, Amazonas, Valle Medio Magdalena, al sur de la Región Caribe y oriente del Norte de Santander predominan las zonas semihúmedas y húmedas, y en la Región Pacífica prevalece el clima superhúmedo

(IDEAM, s. f.); estos lugares albergan diversos ecosistemas estratégicos, como ciénagas, entre las que sobresalen la Ciénaga Grande de Santa Marta (Magdalena), la Ciénaga de Zapatosa (Cesar y Magdalena), la Ciénaga Grande de Bajo Sinú (Córdoba) y la Ciénaga de Ayapel (Córdoba); además, se encuentran varios manglares distribuidos en los litorales Caribe y el Pacífico.

Adicionalmente, este patrón climático da lugar a la formación del bosque húmedo tropical, un ecosistema de gran relevancia y riqueza que se encuentra prominentemente en la Región Amazónica, el cual alberga una diversidad excepcional, con una gran variedad de especies de flora y fauna adaptadas a las condiciones de alta humedad y constante precipitación; este ecosistema desempeña un papel vital en la regulación del ciclo del agua, captura de carbono y la conservación de la biodiversidad, siendo considerado uno de los ecosistemas más diversos y valiosos del planeta (Rincón López, 2019).

En las laderas de las tres cordilleras, hasta los 1.800-1.900 msnm, se encuentran climas templados; las zonas más secas en estas laderas son el Valle del Cauca y algunos sectores de los santanderes, mientras que los climas húmedos y subhúmedos se concentran en la Cordillera central de Antioquia, la Cordillera occidental en Cauca, y a lo largo de los piedemontes llanero y amazónico (IDEAM, s. f.).

En altitudes superiores a los 2.000 msnm en las tres cordilleras y la Sierra Nevada de Santa Marta, prevalecen climas fríos, donde podemos encontrar numerosos páramos que ocupan el 1,2% del territorio nacional, entre los cuales se destacan el de Sumapaz, Chingaza, Iguaque, Puracé, El Cocuy y la Sierra Nevada de Santa Marta; además de glaciares que se ubican por encima de los 4.850 msnm y se distribuyen en seis zonas: Sierra Nevada de Santa Marta, Sierra Nevada del Cocuy, Volcán Nevado del Ruíz, Volcán Nevado Santa Isabel, Volcán Nevado del Tolima y Volcán Nevado del Huila. Por otro lado, los climas secos caracterizan el altiplano cundiboyacense y sectores de Nariño, mientras que los más húmedos se observan en las laderas de la Cordillera Oriental (IDEAM, s. f.).

Con respecto a su población, Colombia es un territorio diverso que alcanza los 48.258.494 habitantes; la mayoría de la población reside en las cabeceras municipales (77,2%), mientras que un 7,1% vive en centros poblados y un 15,8% en áreas rurales dispersas. En cuanto a la diversidad étnica y cultural, el Censo Nacional de Población y Vivienda de 2018 identificó 1.905.617 personas que se reconocen como indígenas, pertenecientes a 115 pueblos indígenas, de los cuales 62 se encuentran ubicados en la región Amazónica, principalmente en los departamentos del Amazonas y Putumayo (Escobar Gutiérrez et al., 2020). Este grupo poblacional representa aproximadamente el 4,4% de la población total de Colombia, siendo La Guajira, Cauca, Nariño, Córdoba, Sucre y Chocó, las entidades territoriales que albergan más de la mitad de la población indígena del país; sin embargo, los departamentos que han experimentado un crecimiento más marcado en su población indígena son Guaviare, seguido de Guainía, Vaupés y Vichada (DANE, 2019).

Estas comunidades han establecido sus asentamientos en el territorio, aprovechando de manera sostenible los recursos del entorno a través de saberes ancestrales y el conocimiento heredado del funcionamiento ecosistémico, lo que ha contribuido a enriquecer la diversidad

cultural y lingüística de manera significativa, además de desempeñar un papel fundamental en la conservación de los recursos naturales y el mantenimiento de la conectividad ecológica regional; no obstante, en los últimos años, se ha observado un preocupante aumento en la deforestación, lo que ha resultado en el despojo territorial de los pueblos indígenas, provocando el deterioro y exterminio de los bosques en territorios ancestrales (López Rozo, 2020). Según el boletín 38 correspondiente a la Detección Temprana de Deforestación (DTD) del IDEAM (2024), en el primer trimestre del 2024 se detectaron 13 núcleos de deforestación gestadas por la praderización a gran escala, el acaparamiento de tierras, malas prácticas de ganadería extensiva, infraestructura de transporte no planificada, cultivos de uso ilícito, tala ilegal, expansión agrícola en áreas no permitidas, quemas y extracción ilícita de minerales; siendo la Amazonía la región más afectada, seguida por las regiones Andina, Caribe, Pacífico y Orinoquía.

En cuanto a la ganadería, esta práctica sobresale como una de las actividades agropecuarias de mayor relevancia en Colombia y se caracteriza por ser uno de los principales motores de la expansión de la frontera agropecuaria, con un inventario para el 2019 cercano a 27.239.767 de cabezas en aproximadamente 39 millones de hectáreas, encontrando una presencia marcada en la Región Andina con una participación del 35,6%, seguida de la Región Caribe (27,6%), la Región Orinoquía (21,8%) la Región Amazónica (9,8%), y la Región Pacífica (5,3%); específicamente en los departamentos de Antioquia, seguido de Casanare, Meta, Córdoba y Caquetá (DANE, 2020).

En el ámbito agrícola, de acuerdo con la encuesta nacional agropecuaria - ENA, llevada a cabo por el DANE en 2019, esta actividad experimentó una extensión superior a 5 millones de hectáreas sembradas, con una mayor participación de los agroindustriales, seguido de los cereales y las plantaciones forestales. Dentro de los agroindustriales, se destaca el cultivo de café que representa el 38,4% de la actividad, seguido de la palma aceitera con un 25% y la caña de azúcar con un 13,7% (DANE, 2020); estos cultivos, aunque han demostrado ser líderes en el panorama agrícola, con un impacto significativo en la producción y economía del país, también han estado asociados con un incremento en la deforestación. Está dinámica se explica por la competencia entre las coberturas forestales y la necesidad de tierras para fines agrícolas, de tal manera que cuando la productividad de la tierra no satisface las expectativas de ganancia de los agricultores, se crea un incentivo para llevar a cabo la deforestación, con el propósito de aumentar la producción y maximizar los beneficios económicos (González Arenas et al., 2011).

Con respecto a la actividad minera, hacia el año 2024, aproximadamente el 3% del territorio nacional estaba titulado, con una ubicación predominante en el departamento de Antioquia. Entre los recursos minerales más explotados en el primer primer trimestre de 2024, el oro y otros metales preciosos ocupan un lugar destacado, seguido por el Carbón; piedra, arena y arcillas; y esmeraldas y piedras preciosas (Agencia Nacional de Minería, 2024); sin embargo, también existen numerosas áreas donde se lleva a cabo minería ilegal, lo que conlleva al deterioro ambiental, deforestación y conflictos sociales que impactan directamente a las comunidades locales; por lo que se hace imperativo la adopción de políticas y medidas adecuadas para la protección del patrimonio biológico y cultural.

Con el objetivo de “asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos naturales para mantener la diversidad biológica; garantizar la oferta de bienes y servicios ambientales para el bienestar humano; y garantizar la permanencia del medio natural, o de alguno de sus componentes, como fundamento para el mantenimiento de la diversidad cultural del país y de la valoración social de la naturaleza” (Parques Nacionales Naturales de Colombia, s. f.) se ha establecido el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Este sistema incluye las categorías de Parques Nacionales Naturales (PNN), Reservas Forestales Protectoras, Parques Naturales Regionales, Distritos de Manejo Integrado, Distritos de conservación de suelos y Áreas de recreación, además de las áreas protegidas privadas como las Reservas Naturales de la Sociedad Civil. En total Colombia cuenta con 1.700 áreas protegidas que cubren 49,885,068.36 hectáreas, representando el 16,7% de la superficie terrestre y 26,3% de la superficie marina del país (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2023).

Entre las áreas protegidas, los Andes resalta por albergar el PNN Los Nevados, PNN Chingaza y la Reserva Natural Río Blanco. En Caribe se distinguen el PNN Tayrona, el PNN Sierra Nevada de Santa Marta, el Santuario de Flora y Fauna de Colorados y la Ciénaga Grande de Santa Marta. En la Orinoquía, sobresalen el PNN El Tuparro, la Reserva Natural Nukak y el PNN Sierra de la Macarena. En el Pacífico resaltan el PNN Utría, el PNN Sanquianga, la Reserva Forestal Golfo de Tribugá, la Reserva Forestal Bajo Calima y el Santuario de Fauna y Flora Isla Gorgona. Mientras que en la Amazonía se destacan el PNN Serranía de Chiribiquete, que ostenta ser el más extenso del país, superando las 4 millones de hectáreas (Castaño Uribe, 2019), el Parque Nacional - Resguardo Apaporis que representa un modelo de manejo innovador intercultural y, el PNN Río Puré donde habitan pueblos indígenas que han tenido un reducido contacto con el exterior.

2.2. Biogeografía de Colombia

Colombia está dividida categóricamente por 9 unidades biogeográficas según Hernandez et al. (1992), estas son: Territorios insulares oceánicos caribeños (Archipiélago de San Andrés y Providencia), Territorios insulares oceánicos del Pacífico (Malpelo), el Cinturón árido pericaribeño (la Guajira, Santa Marta y Cartagena), el Macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta, la Provincia biogeográfica del Chocó-Magdalena (Acandí, Utría, Baudó, Tumaco, Lebrijá, Gorgona), la Provincia biogeográfica de la Orinoquia (Casanare, Arauca, Maipures, entre otros), la Provincia biogeográfica de la Guayana (Ariari, Vaupés, Guaviare, Macarena), la Provincia biogeográfica de la Amazonía (Florencia, Putumayo, Caguán entre otros), y la Provincia biogeográfica norandina (Tolima, Cauca, Huila, entre otros) (Camacho et al., 1992)

Del mismo modo, está compuesta por 7 grandes biomas, 1 de ellos es el bioma denominado mares y océano, en esta ocasión, dicha cobertura no se clasificó, dado que la prioridad para la colección 4 son las coberturas terrestres, en este sentido, es importante mencionarla por su relevante área dentro del territorio colombiano, sin embargo, no es objeto del presente trabajo por no encontrarse en área continental, de este modo, se menciona, más no se profundiza. Los grandes biomas terrestres están compuestos por 6 biomas zonales y azonales según la clasificación propuesta por Walter (1985) que define un bioma como un área biofísica homogénea enmarcada dentro de un zonobioma, orobioma o pedobioma que abarcan un grupo

de ecosistemas específicos, por lo cual se puede sintetizar en ambientes uniformes de la geobiosfera de gran tamaño (Walter, 1985).

Según esta clasificación el Zonobioma de bosque húmedo tropical contiene el mayor porcentaje de área entre ecosistemas naturales colombianos con una representación del 45,4% en relación al área total de grandes biomas, el segundo gran bioma que ocupa mayor porcentaje de área es Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical con 27,3%, seguido del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical con 18,7%, en cuarto lugar se encuentra el Zonobioma Alternohígrico Tropical con el 6,5% del total de la cobertura del gran bioma, en quinto lugar se encuentra el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical con 1,7%, y por último se encuentra el Pedobioma Insular Caribe con el 0,00007%. (IDEAM et al., 2017; Walter, 1985), cabe resaltar que el porcentaje restante corresponde a los mares y océanos, que como se había mencionado no se profundizará en este documento.

Para el presente documento se reconocen estas unidades biogeográficas y se toman referencias de las mismas para tener un acercamiento a la interpretación de la cobertura real, estos grandes biomas y biomas preliminares se pueden observar en la **Figura 2 y 3** respectivamente, y se describen en la **Tabla 1**. Sin embargo, se toman las regiones naturales de Colombia para su división regional y posterior clasificación, dividiéndo en 5 subregiones como se observa en la **Figura 1.**

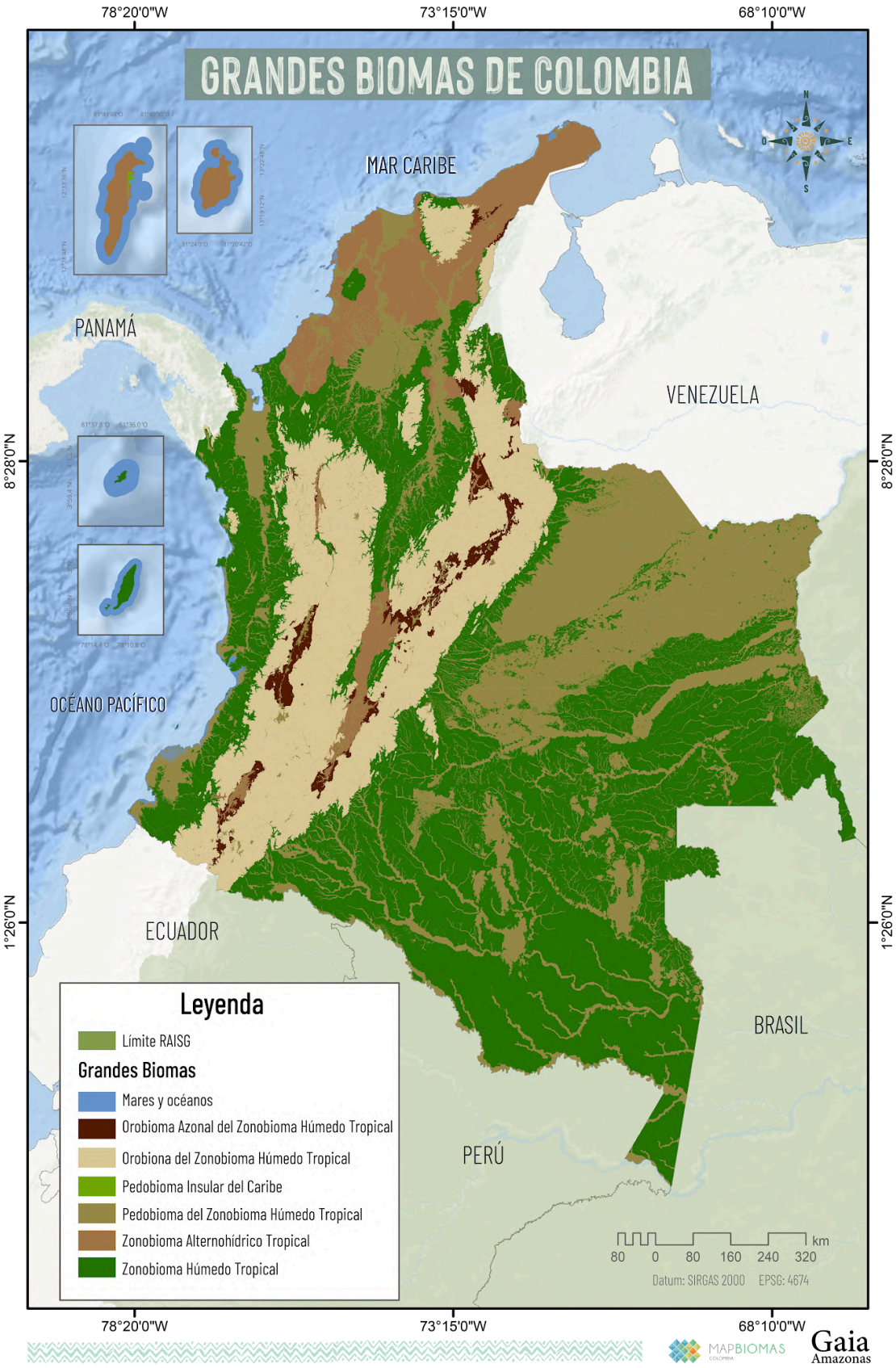


Figura 2. Mapa biogeografía Colombia. Grandes biomas

Fuente:Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al*., 2017).

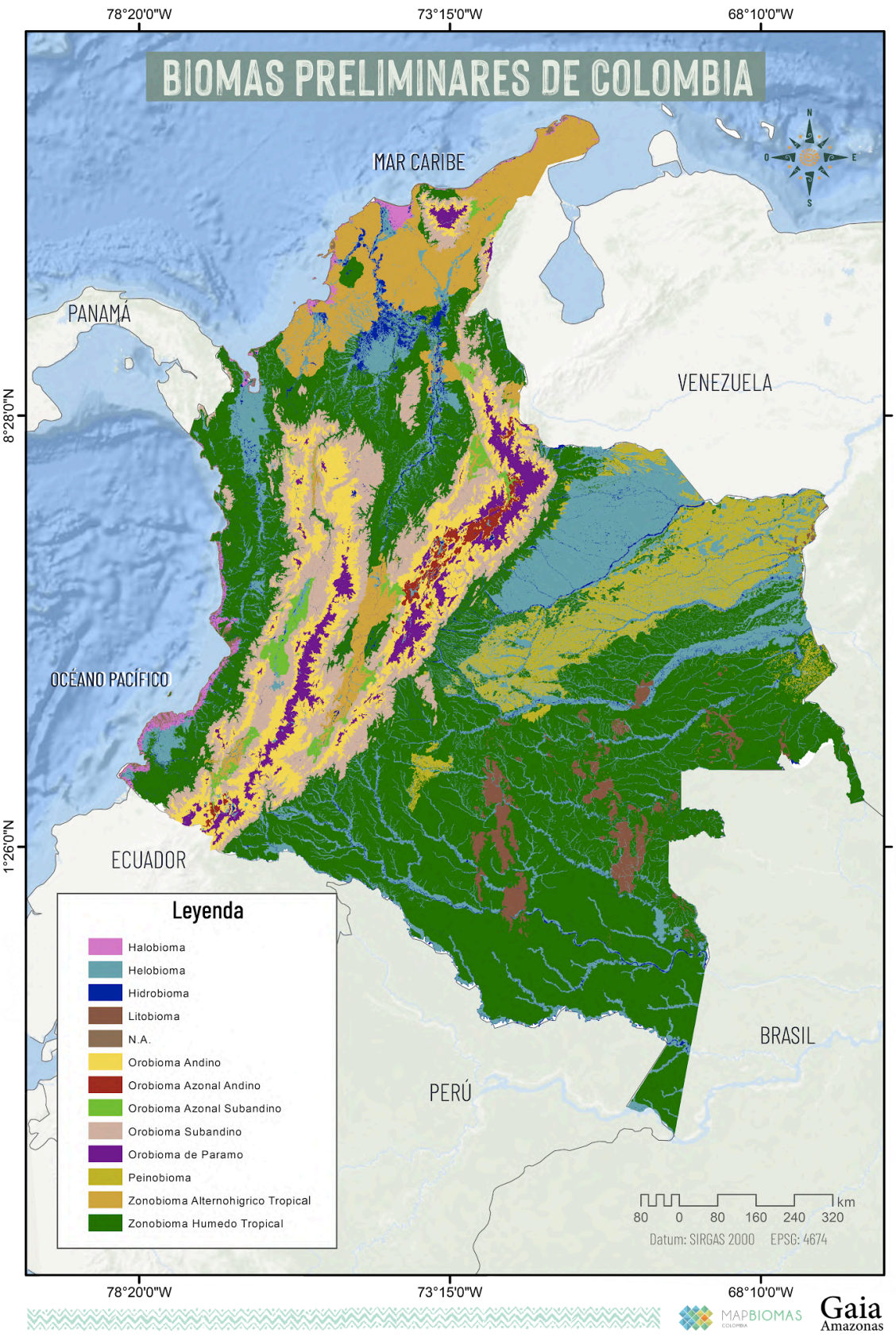


Figura 3. Mapa biogeografía Colombia. Biomas preliminares

Fuente:Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al*., 2017).

Bioma Preliminar	Definición	An	Am	Ca	Ori	Pa
Halobioma	Zonas con mal drenaje, encharcamientos permanentes o prolongados periodos de inundación con influencia de formación marina. Se identifican discriminando los ambientes edafogenéticos 1 y 2, y sus combinaciones en paisaje de planicie marina, además de la cobertura CLC, correspondiente a manglares, guandales, sedimentos expuestos en bajamar y pantanos costeros.			●		●
Helobioma	Zonas con mal drenaje, con encharcamientos permanentes o con prolongados periodos de inundación. Se diferencian teniendo en cuenta los ambientes edafogenéticos 1 y 2, con sus respectivas combinaciones; la cobertura CLC corresponde a turberas y zonas pantanosas, siempre y cuando su paisaje sea diferente a planicie marina.	●	●	●	●	●
Hidrobiomas	Cuerpos de agua permanente del área continental del país. Se identificaron teniendo en cuenta la cobertura de la tierra CLC, las clases correspondientes a lagunas, lagos y ciénagas, vegetación acuática sobre cuerpos de agua, ríos y la clase de ambiente edafogenético correspondiente a cuerpos de agua.	●	●	●	●	●
Litobiomas	Afloramientos rocosos en la Amazonía y Orinoquia, presenta en su mayor parte dos tipos de clima: Cálido muy Húmedo (76%) y Cálido Húmedo (24%). El 100% de su área se encuentra sobre la unidad geomorfológica de superficies de planamiento (mesetas o montañas con cimas aplanadas), cubierto predominantemente por bosques naturales (90%) y herbazales (7%).Se encuentran sobre el escudo guayanés y en la orilla del río Orinoco, la Serranía de la Macarena y en las cuencas de los ríos Guaviare, Inírida, Negro, Vaupés, Yarí y Caquetá (Hernández & Sánchez, 1992).		●		●	
Orobioma andino	Se encuentra en la franja altitudinal entre los 1.800 m.s.n.m. y los 2.800 m.s.n.m., son selvas higrofíticas o subhigrofíticas influenciadas por la alta frecuencia de la niebla con temperaturas de 14-15°C a 5-6°C, corresponde al piso climático Frío y las provincias de humedad según Caldas-Lang: húmedo, semihúmedo y superhúmedo y al bosque húmedo montano, bosque muy húmedo montano y bosque pluvial montano según la clasificación de Holdridge propuesta en 1964 (Hernández & Sánchez, 1992; IDEAM et al., 2017)	●	●	●		

Orobioma subandino	Se puede encontrar en la franja altitudinal entre los 800 m.s.n.m. y los 1.800 m.s.n.m. en este sentido, son selvas higrofíticas o subhigrofíticas de los pisos térmicos que van desde los 22-24°C hasta los 14-15°C, se caracteriza por la alta frecuencia de la niebla la cual lleva a elevar la humedad relativa con un comportamiento inversamente proporcional a la evapotranspiración. Equivale a los bosques húmedos, muy húmedos y pluviales de los pisos premontano y montano (Holdridge, 1964) y correspondiente al piso climático templado y las provincias de humedad según Caldas-Lang: húmedo, semihúmedo y superhúmedo (Hernández & Sánchez, 1992; IDEAM et al., 2017).	● ● ● ● ●
Orobioma Azonal Andino	Se encuentra en altitudes comprendidas entre los 2.500 m.s.n.m hasta 3.000 m.s.n.m, con temperaturas medias entre 10 y 13°C y precipitaciones de 500 hasta 900 mm/año. La vegetación varía desde un herbazal abierto hasta matorrales de 1,5 a 3,5 m de altura, y bosques bajos, relativamente densos y espinosos, que se desarrollan sobre suelos derivados de ceniza volcánica, donde ocurren procesos erosivos críticos.Sus ecosistemas son fuente de importantes especies de uso antrópico, como es el caso de varias especies de leguminosas forrajeras y ornamentales (Rodríguez. Armenteras, 2006).	●
Orobioma Azonal Subandino	El bloque de hábitat mejor conservado de este bioma se encuentra en la cuenca media del río Chicamocha, ubicándose entre los 400 m.s.n.m y los 2200 m.s.n.m y está en jurisdicción de los municipios de Boavita, Covarachía, Soatá, Tipacoque en Boyacá y Capitanejo, Cepitá, Mologavita, Onzaga, San Joaquín y San José de Miranda, en Santander. Se registran otros dos remanentes en la cuenca del río Sogamoso. El paisaje natural en este bioma ha sido alterado mediante la introducción de cultivos y pastos para ganadería (Rodríguez. Armenteras, 2006). Al igual que el Orobioma azonal andino, se compone por comunidades con una fisionomía xeromorfa, desarrolladas sobre unidades edáficas incipientemente evolucionadas.	● ●
Orobioma de páramo	Esta formación se encuentra por encima de los 2.800 m.s.n.m., se consideran los pisos térmicos climáticos muy Frío, extremadamente Frío y con una alta humedad que puede llegar a ser Húmedo, semi Húmedo y/o superHúmedo, este orobioma se puede encontrar por encima del límite superior de la formación selvática andina y bajo el límite inferior de las nieves perpetuas (Hernández & Sánchez, 1992; IDEAM et al., 2017). Está compuesto por tres suborobiomas denominados subpáramo, páramo y superpáramo.	● ●

Peinobioma	Constituyen las Sabanas de la Orinoquia-Amazonia ubicadas dentro de la cuenca del río Orinoco, la región del Magdalena medio, la depresión momposina, y el Tolima grande (IDEAM, 2007). Estos biomas son pobres en nutrientes y con escasa capacidad de retención de agua, que se derivan de arenas cuarcíticas blancas; presenta comunidades de sabanas entremezcladas con bosque de porte mediano o bajo, con tendencia al follaje esclerificado por peinomorfosis, o con un arbolado caracterizado por fustes delgados. (Hernández, 1990).	● ● ● ●
Zonobioma alternohígrico tropical	Corresponde a los bosques por debajo de los 800 m s.n.m., con largos periodos de sequía, durante los cuales la vegetación pierde su follaje, pero lo recupera nuevamente en los pocos meses lluviosos. Para su identificación se consideró la clasificación climática de Caldas y Lang, en el piso climático cálido con las provincias de humedad: árido, desértico y semiárido.	● ● ● ●
Zonobioma Húmedo tropical	Este corresponde a los bosques Húmedos de pisos isomegatérmicos que se encuentran por debajo de los 800 msnm, en los cuales la vegetación no presenta un déficit hídrico a lo largo del año, o es muy pasajero, lo cual no afecta el aspecto sempervirente de la misma, en el país corresponde al 45 %, con 51.931.076 ha, lo que lo hace el bioma más extenso de la parte continental (IDEAM et al., 2017). Este se encuentra delimitado por unos amplios caracteres climáticos, edáficos y de vegetación zonal que alcanzan el clímax ecológico. Específicamente se caracteriza por contar predominantemente dos tipos de clima: Cálido muy Húmedo (60%) y Cálido Húmedo (40%). Se encuentra principalmente sobre dos unidades geomorfológicas: lomerío fluviogravitacional y estructural erosional (86%) y planicies aluviales (13%), cubierto por bosques naturales (92%), pastos (6%) y herbazales (2%).	● ● ● ● ●

Tabla 1. Biomas preliminares de Colombia.
An: Andes. Am: Amazonía. Ca: Caribe. Ori:Orinoquia. Pa: Pacífico.

2.2.1. Biogeografía Andes

La región de Andes colinda al norte con la región de Caribe, al este con la región de Orinoquia y la Amazonia, al oeste con la región de Pacifico y al sur con Ecuador. En ella descansan algunos de los centros urbanos más grandes del país, como su capital, está compuesta por tres cordilleras como se observa en la **Figura 4**: Occidental, con 820 km de longitud con alturas promedio de entre 1500 y 5000 m; Oriental, con 1500 km de longitud con alturas promedio entre 1500 a 4500 m; y Central, con 850 km de longitud con una altura promedio entre 3000 y 5100m (Narváez & León, 2001), sus alturas máximas alcanzan, respectivamente, 4280 m, 5330 m y 5750 m (Álvarez, 1983) y; en las cumbres de las dos últimas se encuentran ubicadas

cinco de las seis masas glaciares del país, una en la Sierra Nevada del Cocuy, y las demás en volcanes y montañas como el Ruíz, Santa Isabel, Tolima y Huila (Ceballos et al., 2012). Por lo que en la región se encontrarán climas desde frío y de páramo en Boyacá hasta clima cálido en Norte de Santander y Tolima. Así mismo, los Andes colombianos presentan un patrón bimodal de lluvia (Baena Salazar et al., 2020) y, por encima de los bosques altoandinos y hasta el límite inferior de las nieves presenta el ecosistema de montaña de páramo andino, destacando el Sumapaz como el más grande del mundo (AmbienteBogota, 2017).

En las últimas décadas, la región de Andes ha estado bajo una elevada influencia de actividades humanas (Rodríguez et al., 2004), llevándola así a ser la segunda más deforestada luego de Amazonía a causa de ganadería extensiva, praderización, cultivos ilícitos, infraestructura de transporte, incendios forestales y extracción ilícita de minerales (Rudas et al., 2007). La extracción minera está encabezada por el departamento de Boyacá con el 54% de extracciones de carbón del país, aunque también se presentan aprovechamientos de minerales metálicos y piedras preciosas en otras zonas y departamentos (Baena Salazar et al., 2020). Cabe resaltar que en la región Andina colombiana se concentran importantes áreas agrícolas y clusters productivos como el de la caña de azúcar que se extiende desde Risaralda hasta el Cauca (Méndez et al., 2018) y en la zona central de la región, en la meseta de Ibagué, donde históricamente se ha desarrollado una élite arrocera (Santos & Sanabria, 2021).

Así mismo están los cuerpos hídricos más importantes del país, como embalses, represas y lagos, como el Neusa, el Guavio, y Chingaza respectivamente, paisajes que contrastan con zonas áridas y semiáridas que principalmente se encuentran en la región Caribe y Andina resaltando para esta última la zona semiárida subxerofítica del desierto de la Tatacoa (Minambiente,2000). Finalmente, la región también es propensa a eventos de inundaciones teniendo un mayor registro los departamentos de Cundinamarca y Antioquia, en contraste con fenómenos de incendios forestales en Tolima y Cundinamarca, siendo este último el departamento con mayor número de casos (Baena Salazar et al., 2020).

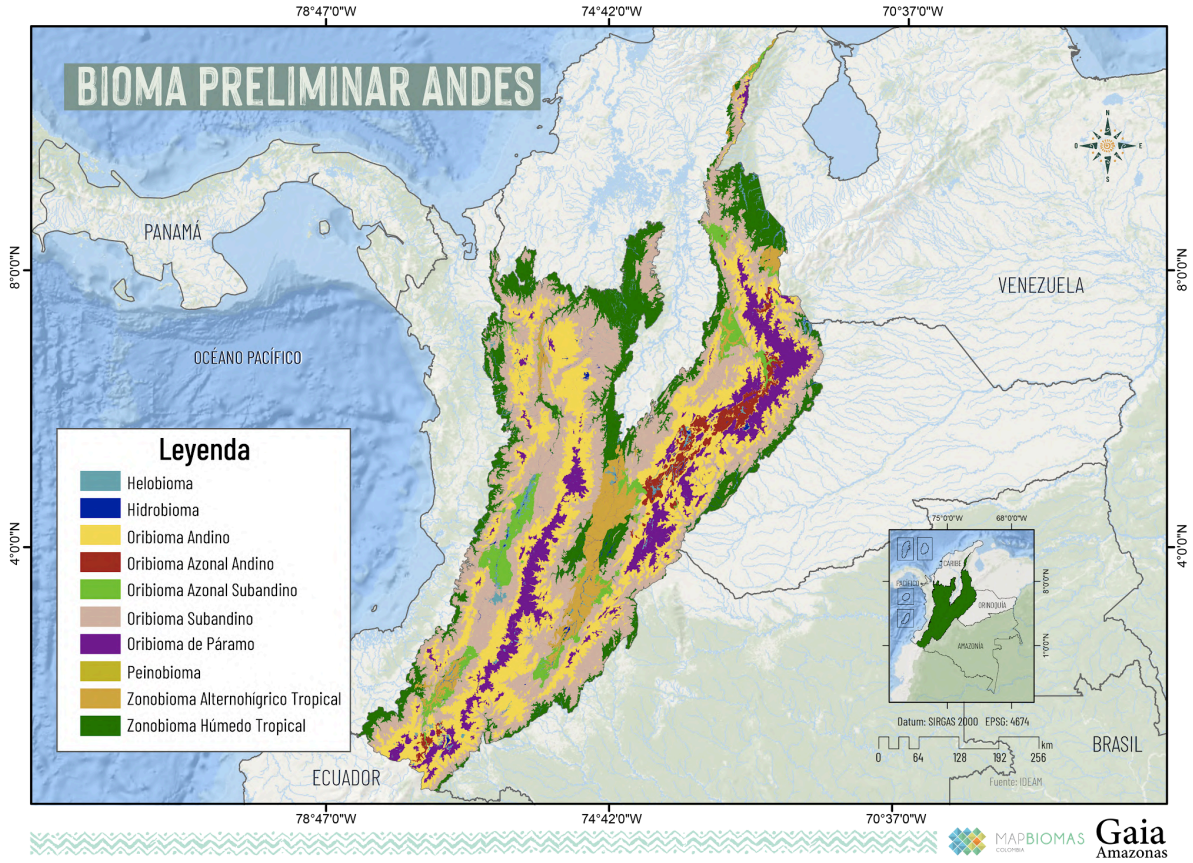


Figura 4 . Biogeografía de los Andes Colombianos. Biomas preliminares.

Fuente: Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al*., 2017).

2.2.2. Biogeografía Amazonía

La región Amazonía está compuesta por 5 biomas zonales y azonales. El zonobioma de bosque húmedo tropical, propio de ecosistemas naturales de clima cálido húmedo, es el más extenso de y representan el 64,9% de la superficie como se observa en la **Figura 5**. Le siguen los litobiomas, que concentran el 14,5% en formaciones rocosas. También destaca el 12% del territorio que presenta una influencia acuática como las llanuras aluviales y que se conocen como helobiomas. Finalmente, encontramos los peinobiomas que ocupan un 3,4% de la superficie en áreas de altillanura (Murcia García et al., 2007). Cabe mencionar que dentro de estas unidades bióticas se concentra la mayor parte de los ecosistemas representativos de la región amazónica como, bosques de tierra firme, bosques inundables, sabanas naturales, afloramientos rocosos, catingas y arbustales (Hernández & Sánchez, 1992).

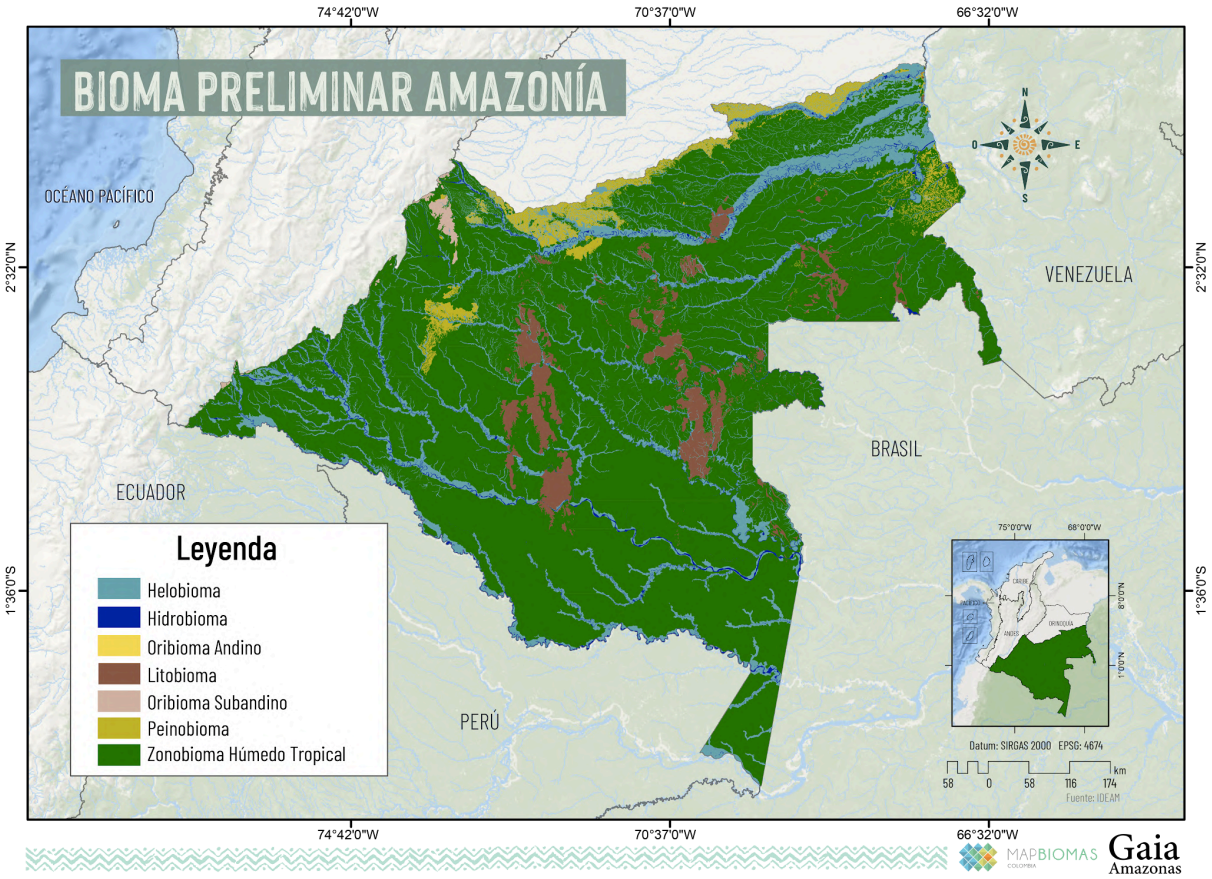


Figura 5. Biogeografía de la Amazonia Colombiana. Biomas preliminares.

Fuente: Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2017).

2.2.3. Biogeografía Caribe

La región del Caribe (**Figura 6**) limita al oriente con Venezuela, al sur con las regiones biogeográficas de Andes y Pacífico, y al norte con el mar Caribe donde se encuentran el departamento insular de Colombia de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. Además, en esta región se encuentran centros urbanos importantes como Barranquilla, Cartagena y Santa Marta (Chala-Rosado et al., 2020). Su territorio está conformado en su mayoría por tierras bajas y planas, con excepción de la Sierra Nevada de Santa Marta (Ceballos et al., 2012), uno de los principales sistemas montañosos y glaciares del país. Desde una perspectiva hídrica, la región presenta una alta y diversa cobertura de superficies de agua, entre los que se destacan la Ciénaga Grande de Santa Marta, al norte, y la subregión de La Mojana, al sur (Meisel & Pérez, 2006). Estos cuerpos hídricos, junto con la Sierra Nevada y ríos de gran importancia como el Magdalena, Cauca y Sinú, configuran una dinámica hidrológica compleja caracterizada por fenómenos como las inundaciones, que además están influenciadas por la variabilidad climática.

La región posee tres humedales Ramsar: el sistema delta estuarino del río Magdalena (Ciénaga Grande de Santa Marta), el complejo cenagoso de Zapatosa, y el complejo cenagoso de Ayapel (Ramsar, 2018), así como una importante extensión de manglares para el país (Mejía *et al.*, 2014). Entre los elementos antrópicos destacados, el carbón es el principal producto de

exportación de la región posicionándo la minería como una de las actividades económicas más importantes de la zona (Chala-Rosado et al., 2020). Además de la producción agrícola del banano, el algodón, el maíz y el arroz. Finalmente, la región presenta climas extremos desde la zona de la península de la Guajira, hasta los más altos de la Sierra Nevada de Santa Marta, con un régimen bimodal de lluvias (Chala-Rosado et al., 2020).

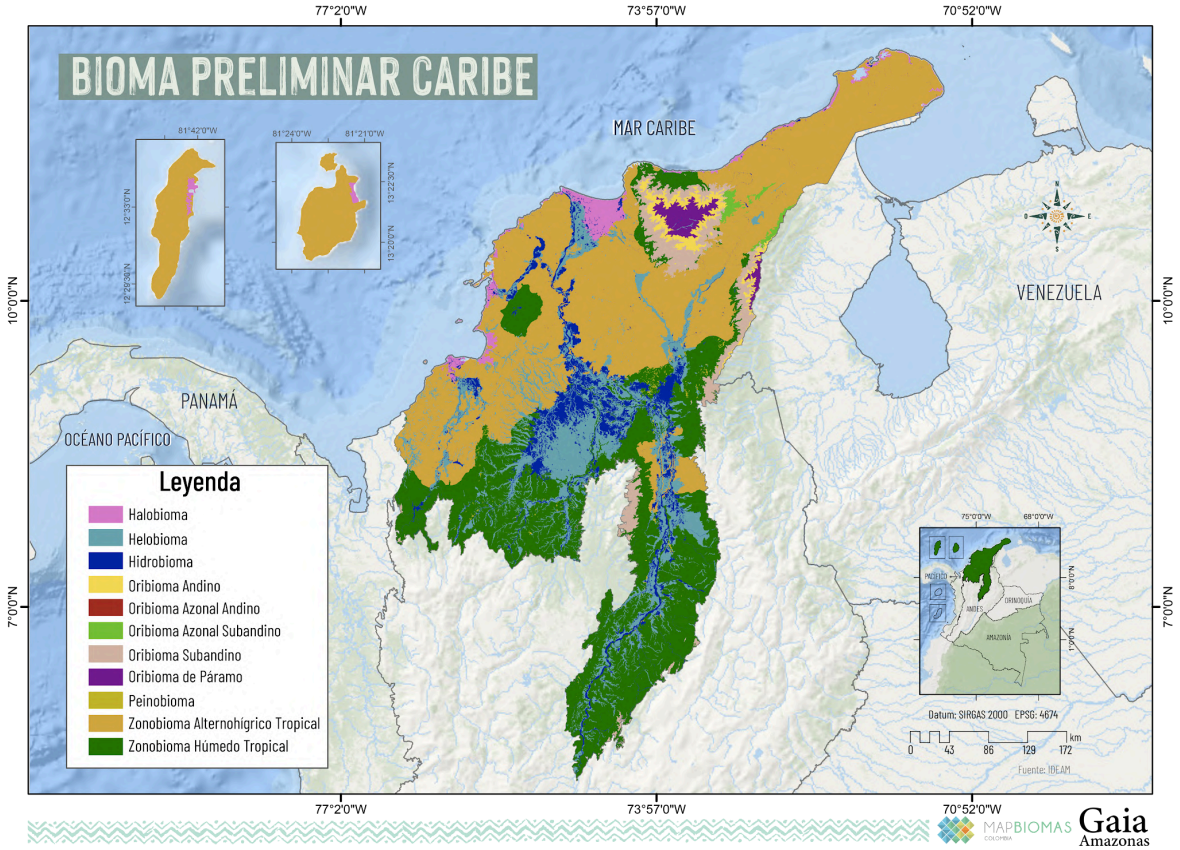


Figura 6. Biogeografía del Caribe colombiano. Biomas preliminares.
Fuente: Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2017).

2.2.4. Biogeografía Orinoquía

La región de la Orinoquía mostrada en la **Figura 7** comprende parte de los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada abarcando un área de 15.254.878 hectáreas aproximadamente en los que se puede encontrar más de 200 cuerpos hídricos dentro de los cuales se destacan los ríos Meta, Vichada, Orinoco y Arauca; así como el Complejo de Humedales de la Cuenca del Río Bita reconocido como humedal Ramsar. La orinoquia colombiana clasifica los humedales en cuatro categorías y seis complejos (Arauca, Casanare, Vichada, Tomo, Guaviare e Inírida) (Lasso et al., 2014). La región se caracteriza por presentar unidades geomorfológicas como: llanuras de inundación con influencia eólica, llanuras de inundación fluvio-lacustre, meandros abandonados, vegas de divagación, y barras de arena (Vargas, 2015).

Presenta un patrón de lluvias altas de 2000 a 3000 mm en gran parte de su territorio, con picos de 6000 mm en el piedemonte y 1500 mm al norte de Arauca bajo un régimen monomodal de precipitación entre los meses de mayo a octubre cuya temperatura presenta valores entre los 24 y 28°C (Henríquez, 2005). Estas condiciones favorecen el desarrollo de una vegetación característica como los bosques húmedos y riparios, grandes sabanas compuestas por gramíneas que, junto con el moriche, ayudan a retener el agua en estas zonas, arbustales de bajo porte achaparrados adaptados para favorecer la retención de agua, bosques inundables y grandes complejos de humedales que abarcan una grán extensión dentro de la Orinoquia (Romero Ruíz et al., 2004; Velandia, 2020).

En la región, la ganadería extensiva es una de las formas más importantes de uso y ocupación de la tierra, destacando el departamento de Casanare como el de mayor presencia de cabezas de ganado, seguido por Meta y Arauca. También se destaca la presencia de palma de aceite debido a su gran potencial y a la demanda que se genera a nivel nacional e internacional para su uso, generando grandes transformaciones de las sábanas a grandes extensiones de palma (Velandia, 2020). Otra de las actividades de gran importancia presentes en la región corresponde a la extracción de petróleo, ya que en promedio el 64% de la economía de la región depende del sector de hidrocarburos y aporta más del 70% de la producción nacional. Finalmente, la minería dentro de la Orinoquía se centra en su mayoría a la extracción de materiales de las zonas de sedimentación de los grandes ríos como el Río Vichada y el Río Inírida (Velandia, 2020).

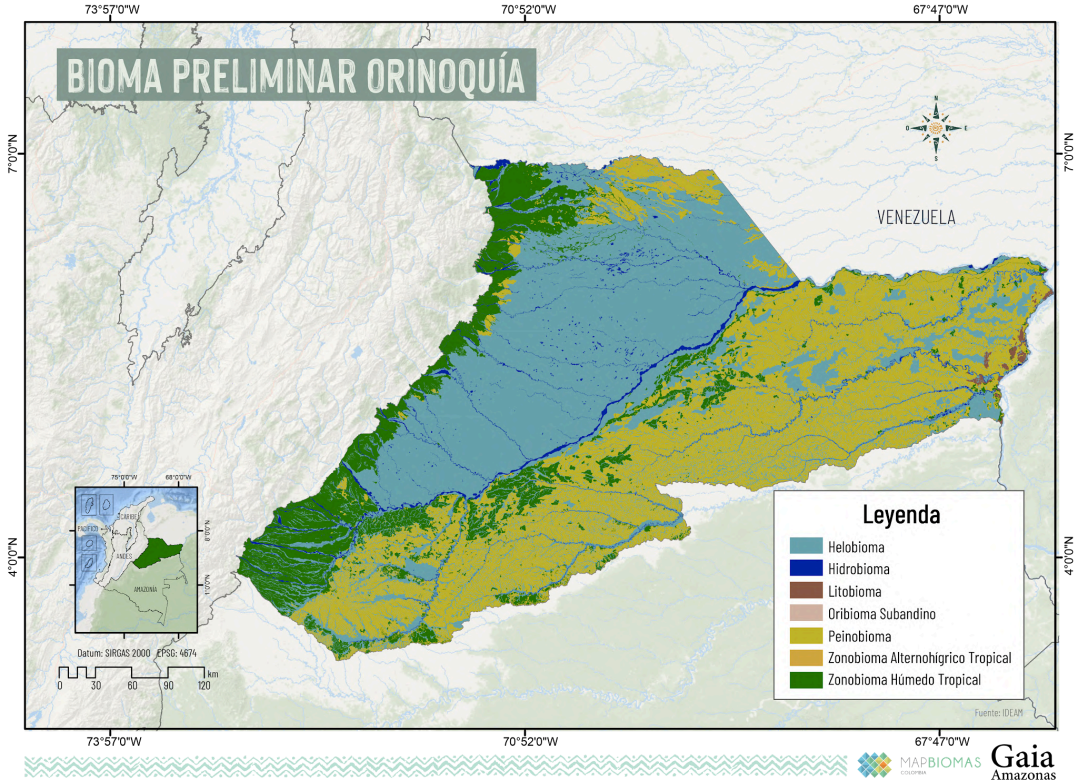


Figura 7. Biogeografía de la Orinoquia colombiana. Biomas preliminares.

Fuente: Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2017).

2.2.5. Biogeografía Pacífico

El Pacífico colombiano (**Figura 8)** es una región natural que comprende los territorios de cuatro departamentos (Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño), caracterizados por tener entornos similares (Restrepo, 2023). Se ubica en la franja oeste del país, limita al norte con Panamá, al noreste con la región Caribe, al este con la cordillera Occidental que la separa de la región Andina, al sur con Ecuador y al oeste con el océano Pacífico, de donde toma su nombre. La zona insular del Pacífico está compuesta por dos islas principales: Malpelo y Gorgona.

Los suelos de la región presentan limitantes para la producción agrícola debido a su escasez de nutrientes (Casierra-Posada & Aguilar-Avendaño, 2007). No obstante, hay cultivos de palma de aceite y pastos alrededor de Tumaco en la parte sur-oriental, como también, cultivos de plátano, banano y palmares, en la zona norte que limita con la región del Darién. Aun así, podemos afirmar que la mayor parte de la región corresponde a bosques y selvas de difícil acceso, ríos caudalosos, y los manglares más extensos de Sudamérica, estos últimos, abarcan 2927 km² (Zambrano y Rubianot 1996) y han representado para las Comunidades Negras e Indígenas de la Costa Pacífica Colombiana, una oportunidad económica, social y cultural desde hace muchos años (Sánchez-Páez et al., 1998).

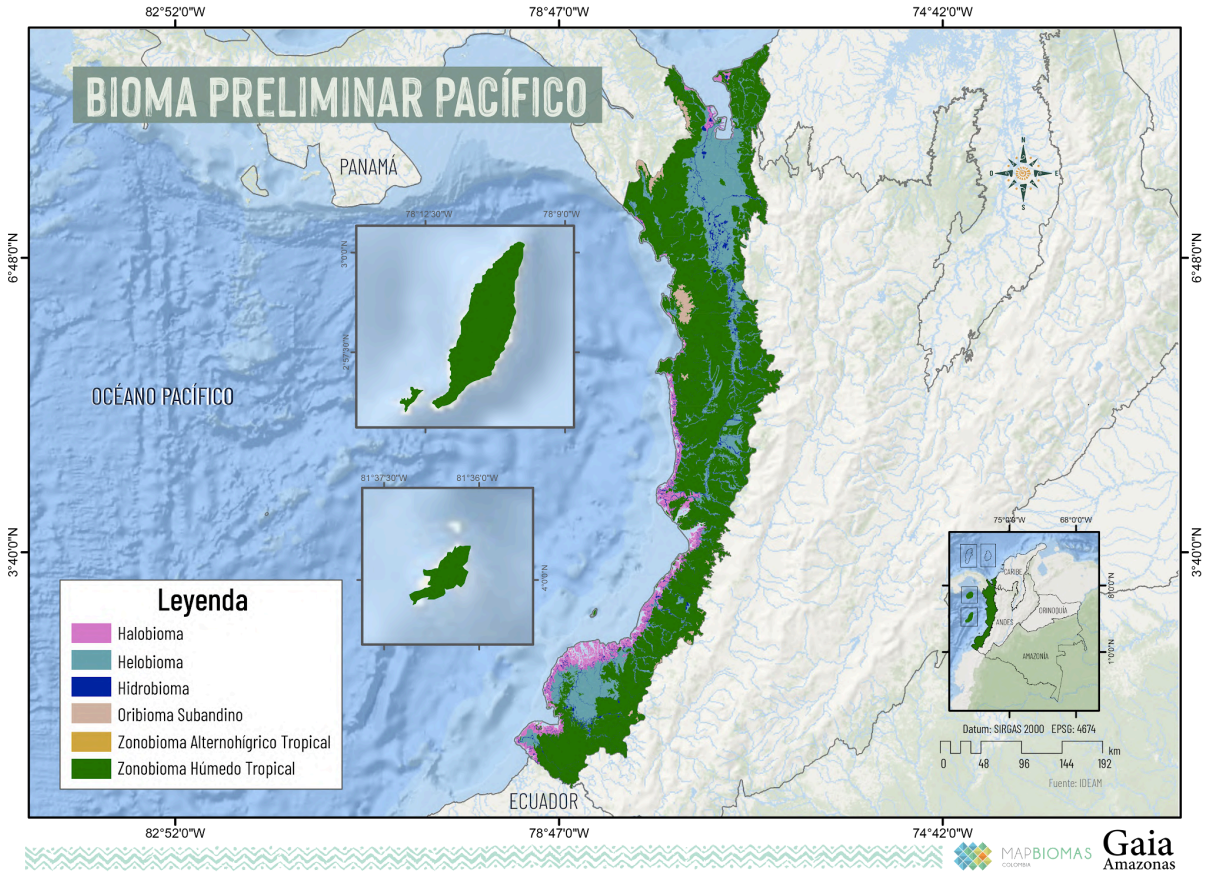


Figura 8. Biogeografía del Pacifico colombiano. Biomas preliminares.

Fuente: Extraído y adaptado de capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM *et al.*, 2017).

Adicionalmente, la región cuenta con un sitio Ramsar, llamado Delta del Río Baudó, un sistema formado por pantanos arbustivos, ríos permanentes de cauce lento, bosques anegados,

manglares, playas de arena, aguas marinas someras y aguas estuarinas. Se caracterizan por albergar una alta biodiversidad de fauna y flora, y por ser de vital importancia para las comunidades locales (*Delta del Río Baudó | Servicio de Información sobre Sitios Ramsar*, s. f.)

Finalmente, a pesar de que es una región rica en biodiversidad, con una amplia variedad de flora y fauna y varias zonas protegidas, ha enfrentado desafíos significativos relacionados con la minería. Esta actividad junto con la presencia de diversos actores en la región, ha tenido impactos importantes en el medio ambiente, como la contaminación de fuentes hídricas, debida en gran parte a la explotación de oro (Observatorio pacífico y territorio -OPT, 2022).

3. Información básica y antecedentes

3.1. Contexto institucional

3.1.1. Institución

La Fundación Gaia Amazonas es una organización no gubernamental colombiana que trabaja en estrecha colaboración con las comunidades indígenas para la protección de la diversidad biológica y cultural de la Amazonía. Su enfoque integral y multidisciplinario se basa en el diálogo intercultural, la diversidad de conocimientos, la corresponsabilidad entre comunidades indígenas, estado, sociedad civil y sector privado, y el enfoque de género. A través de alianzas y acciones concretas, buscan conservar la biodiversidad y la cultura de la Amazonía, fortaleciendo los gobiernos indígenas y promoviendo políticas públicas para la protección ambiental.

Desde su fundación en la década de 1970, Gaia Amazonas ha trabajado a favor del reconocimiento de los derechos y territorios de las comunidades indígenas en la Amazonía colombiana. Entre muchas cosas, ha impulsado la autonomía educativa, la creación de escuelas comunitarias, la negociación exitosa con grupos armados para el respeto a las comunidades indígenas, y la descentralización parcial de la salud. A lo largo de los años, han consolidado gobiernos indígenas locales, fortalecido consejos indígenas, mejorado la calidad de la educación y la salud comunitaria, y promovido la incidencia en políticas públicas para proteger la selva amazónica.

3.1.2. MapBiomas

MapBiomas es una iniciativa colaborativa que tiene como propósito mapear la cobertura y uso del suelo en la Amazonía utilizando tecnologías avanzadas. Mediante el procesamiento en la nube y clasificadores automatizados de Google Earth Engine, se generan mapas anuales históricos de la región. Surgió en 2017 como resultado de la colaboración entre la Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG) y MapBiomas, con el propósito de proporcionar información detallada y actualizada sobre la dinámica de uso del suelo en la Amazonía.

El proyecto destaca por su enfoque colaborativo, trabajando en red con instituciones de los países involucrados. Además, busca crear una plataforma abierta, replicable y colaborativa, para incorporar la participación y contribuciones de actores de la comunidad científica. La

iniciativa contribuye al entendimiento de la dinámica de uso del suelo de la Amazonía y sus cambios a lo largo del tiempo, facilitando la toma de decisiones informadas para la conservación y el desarrollo sostenible de la región. Cabe resaltar que esta iniciativa recientemente se viene expandiendo a zonas fuera del límite de la Amazonía en los países involucrados.

3.2. Datos de percepción remota

La iniciativa MapBiomas Colombia utilizó un conjunto de datos obtenidos de los sensores Landsat Thematic Mapper (TM), Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) y Operational Land Imager and Thermal Infrared Sensor (OLI-TIRS), a bordo de los satélites Landsat 4 (L4, para cobertura de vacíos de información al inicio de la serie y en 1988 principalmente), Landsat 5 (L5, para los años 1985-2012 de la serie), Landsat 7 (L7, para los años 2000-2022), Landsat 8 (L8, 2013 en adelante) y Landsat 9 (L9, para los años 2021-2025). Para la cuarta colección, se recolectaron imágenes satelitales para el periodo de 1985 a 2025.

Las imágenes utilizadas para la obtención de la reflectancia de superficie (Surface Reflectance) pertenecen a la Colección 2 del catálogo de datos Landsat. Estas imágenes se encuentran en el nivel de corrección Tier 1, lo que implica que han sido sometidas a procesos de calibración radiométrica, ortorrectificación basada en puntos de control en tierra y modelos de elevación digital para asegurar un registro preciso a nivel de píxel y una corrección atmosférica adecuada.

Cabe destacar que las imágenes Landsat de 30 metros de resolución espacial fueron accedidas a través de la plataforma Google Earth Engine, que cuenta con el respaldo de la NASA y el Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS). Esto permitió a MapBiomas Colombia obtener un conjunto confiable y consistente de datos para llevar a cabo su iniciativa de mapeo en el territorio colombiano.

3.3. Otras iniciativas de mapeo

El mapeo de la cobertura de la tierra y la deforestación es realizado por otras iniciativas a nivel internacional, nacional y regional y sus productos sirven como insumo de referencia y validación para la cartografía elaborada por MapBiomas Colombia. A escala internacional, la iniciativa Global Forest Watch (GFW) del World Resources Institute en colaboración entre el laboratorio GLAD (Global Land Analysis & Discovery) en la Universidad de Maryland, Google, USGS y NASA, mide las áreas de pérdida de cobertura arbórea en toda la Tierra (excepto la Antártida y otras islas del Ártico) en resolución de 30 × 30 metros.

Su proyecto se centra en el desarrollo de productos de datos basados en imágenes satelitales Landsat disponibles en la plataforma web Global Forest Watch 2.0. (https://www.globalforestwatch.org/). Desde la plataforma de GFW es posible la descarga de datos del cambio anual de cobertura de bosques (ganancias y pérdidas) desde el 2000 al 2023, los cuales fueron utilizados en esta colección para la verificación del mapeo de la deforestación y cambio de cobertura.

Otra de las iniciativas a nivel mundial es producida por ESRI para el 2020 (ESRI 2020 Global Land Use Land Cover) en la cual mediante el uso de imágenes satelitales Sentinel - 2 se identifica el uso y cobertura del suelo, gracias al uso de más de 5 mil millones de píxeles

distribuidos en 20.000 sitios en los principales biomas del mundo. De igual manera, la iniciativa de la ESA implementa como fuente de información las imágenes satelitales Sentinel 2 que en combinación con la información de Sentinel 1 se genera una clasificación de la cobertura terrestre global la cual abarca 11 clases temáticas con una exactitud del 75%. La iniciativa Dynamic World, desarrollada por el Instituto de Recursos Mundiales (World Resources Institute) en conjunto con Google identifican, casi en tiempo real, las coberturas de suelo global agrupadas en 9 clases temáticas mediante el uso de imágenes satelitales Sentinel - 2.

A nivel nacional dentro de las iniciativas de mapeo de la deforestación y coberturas de la tierra en Colombia se destaca la desarrollada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-. Esta iniciativa se refleja en dos proyectos, el mapa de cobertura de la tierra utilizando la metodología Corine Land Cover (CLC); y el mapa anual de pérdida de bosque en Colombia a través del Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono (SMByC). El primer proyecto fue utilizado para la verificación y confirmación de coberturas de la tierra específicas para Colombia.

A escala regional, el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas -SINCHI-, se encarga de mapear coberturas de la tierra en la Amazonía siguiendo la metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000. Dicho mapeo tiene datos de libre descarga para el 2002 y 2007. Adicionalmente, desde el 2012 se presenta una actualización de coberturas cada dos años entre los cuales se encuentran 2012- 2014, 2014- 2016, 2016-2018, y a partir del 2020, anual hasta 2024. Recientemente, el SINCHI ha generado datos abiertos de la capa de Bosque-No Bosque a escala 1:10.000, y de cobertura de la tierra a escala 1:25.000 de manera anual desde el 2018. Este monitoreo a escala más detallada se hace solamente en las zonas priorizadas de la Amazonia Colombiana por su alta deforestación e interés por parte de entidades gubernamentales de monitorear la pérdida de bosque.

A diferencia de las anteriores iniciativas, el proyecto MapBiomas es implementado por organizaciones no gubernamentales de cada país de la red, los cuales se encargan de mapear el área de cada uno de los países, es así como el proceso cartográfico es hecho por expertos de cada país con conocimientos de campo y de las particularidades geográficas de cada región. De esta manera se generan mapas anuales de cambios de uso y cobertura de la tierra con datos de la serie de Landsat que va desde el 1985 al 2025 con una resolución espacial de 30 metros a escala 1:100.000, lo cual representa una ventaja a la hora de hacer un seguimiento a diferentes coberturas debido a su alcance temporal y temática. Igualmente, para esta colección se continuó con la implementación de las imágenes generadas por el satélite Landsat 9, las cuales continuaron representando un mejoramiento en la calidad del dato para los dos últimos años de la serie.

En este orden de ideas, dado el alcance de la colección , también se hizo uso de fuentes de referencia adicionales para la validación de la clasificación de las coberturas del suelo, entre las que se destacan imágenes satelitales de alta resolución espacial y temporal. Entre estas imágenes se utilizaron las provistas por Microsoft Bing, ESRI, ESA, Planet-NICFI, CIFOR y Google a través de las cuales era posible la verificación del tipo de cobertura. De estas, se destacan las imágenes desarrolladas por Planet-NICFI debido a su resolución temporal mensual que permitió la identificación del cambio de las coberturas del suelo desde el 2015 y lo

cual resultó especialmente importante a la hora de identificar el avance de la deforestación durante los últimos años.

Igualmente, para esta colección se implementaron otras fuentes de información secundaria obtenidas de plataformas abiertas, las cuales se destinaron a mejorar la exactitud del mapeo de coberturas de la tierra. Para la clase temática de minería se utilizaron como fuentes de referencia externas la información de proyectos como por ejemplo, CoMiMo (Colombian Mining Monitoring) y EVOA (Evidencias de explotación de oro de aluvión). Igualmente, se usaron los datos del CIFOR (Center for International Forestry Research) para la validación de los bosques inundables y formación natural no forestal inundable o, para el caso del mapeo de datos de infraestructuras urbanas, se usaron los datos de ESRI Built Area para la ubicación de áreas urbanas de poca extensión.

3.4. Google Earth Engine y MapBiomas

Google Earth Engine es una plataforma de computación en la nube desarrollada por Google que permite analizar y visualizar datos geoespaciales a gran escala. Su fortaleza radica en la posibilidad de procesar enormes volúmenes de información satelital y geográfica sin necesidad de contar con una infraestructura local compleja, ya que todo ocurre en la nube. A través de su API en JavaScript y Python facilita el desarrollo de aplicaciones y análisis personalizados, mientras que sus herramientas de visualización ofrecen un entorno robusto para explorar la información espacial.

La iniciativa MapBiomas ha adoptado Google Earth Engine como su principal soporte tecnológico para procesar y analizar datos satelitales. Gracias al acceso a una amplia colección de imágenes históricas y recientes, resulta posible realizar evaluaciones temporales detalladas sobre la cobertura y el uso del suelo. El procesamiento en la nube permite manejar grandes volúmenes de información de manera eficiente y generar mapas de alta resolución que reflejan la dinámica del territorio. Además, los equipos de MapBiomas diseñan algoritmos específicos que, a través de la API de GEE, se ejecutan de forma automatizada para clasificar y mapear distintos tipos de cobertura, lo que garantiza actualizaciones regulares y precisas. Los resultados pueden visualizarse de manera interactiva y compartirse con la comunidad, lo que refuerza el carácter colaborativo y abierto del proyecto.

4. Metodología MapBiomas Colombia

4.1. Mosaicos Landsat

4.1.1. Generación de los mosaicos Landsat

La metodología de MapBiomas Colombia utiliza como insumo base para el mapeo de la cobertura de la tierra, una compilación de imágenes Landsat elaboradas de manera anual desde 1985 hasta 2025. El objetivo general de la elaboración de los mosaicos fue obtener un compilado de imágenes Landsat para cada año, que incluyeran épocas secas y lluviosas con el fin de lograr un mejor contraste entre las clases de bosque y no bosque, la menor cantidad de nubes para disminuir posibles efectos sobre la clasificación de coberturas y las fechas más actualizadas por año, y así obtener un compilado actualizado de la dinámica anual de cada zona.

La unidad de referencia para el proceso de construcción de los mosaicos para todas las regiones fue el Sistema Mundial de Referencia (WRS), este es el sistema que utiliza Landsat para organizar sus imágenes, utilizando los números de Path (trayectoria) y Row (Fila). Las imágenes satelitales de los sensores landsat 4, 5, 7, 8 y 9 usan WRS-2, el área que cubre un pathrow es un rectángulo de aproximadamente 183 x 170 km, es decir 31110 kilómetros cuadrados. En la **Tabla 2** se resume la cantidad de estos por región.

Región	Número de Path/Row	Total de mosaicos (x41 años)
Caribe	17	4240
Andes	34	
Pacífico	10	
Orinoquia	11	
Amazonia	34	

Tabla 2. Número de cartas/path y row por región.

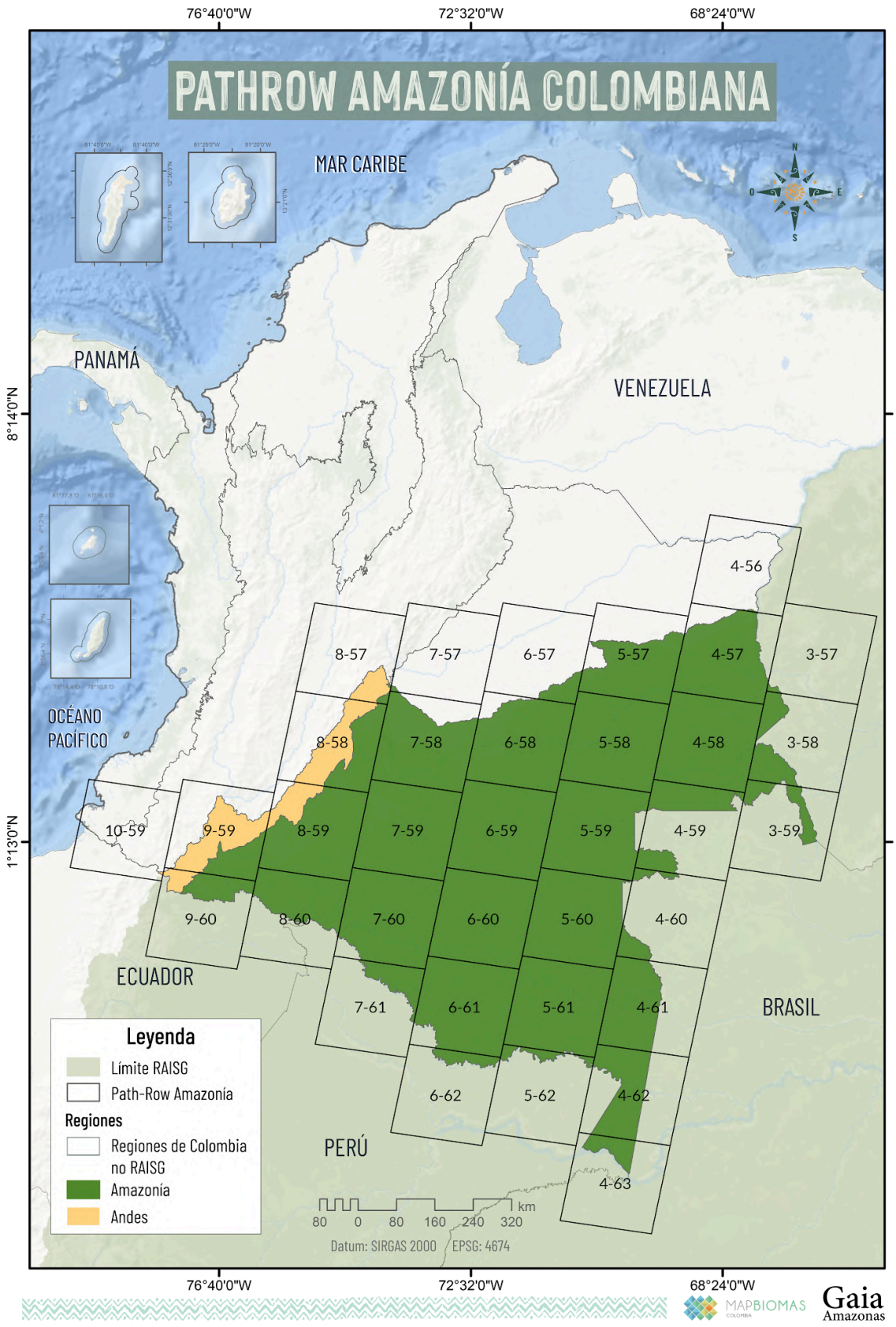


Figura 9. Cartas para Amazonía

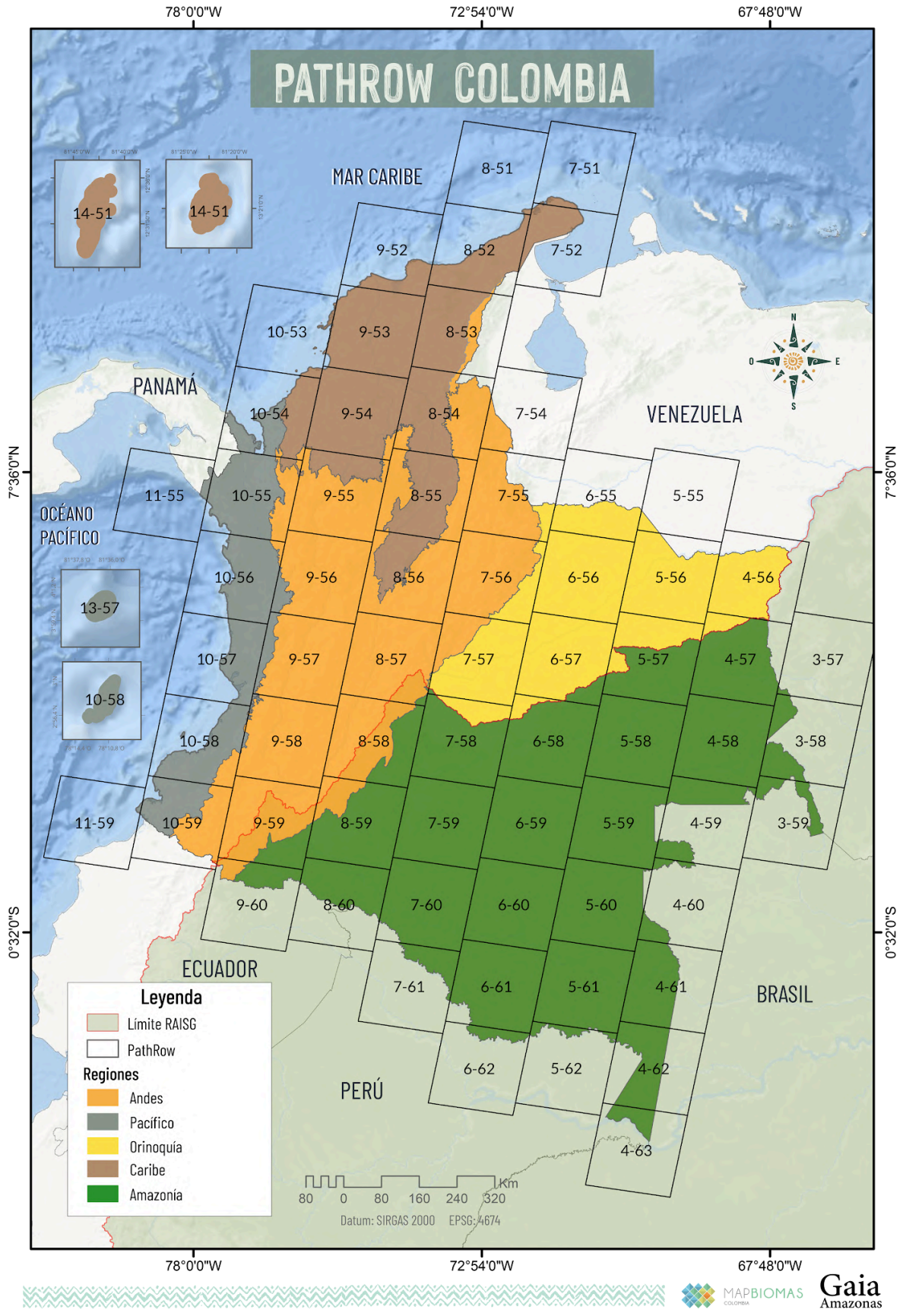


Figura 10. PathRow Colombia

Mosaico de mediana:

Para cada Path-Row y por cada año, se conformó un mosaico de imágenes de Landsat de la serie 4, 5, 7, 8 y 9. Cada mosaico está compuesto por al menos 2 imágenes donde la asignación del valor de cada píxel por banda en la composición se hace usando el valor de la mediana del conjunto de imágenes seleccionadas (espectro visible rojo, infrarrojo cercano e infrarrojo medio) tal como se representa en la **Figura 11**.

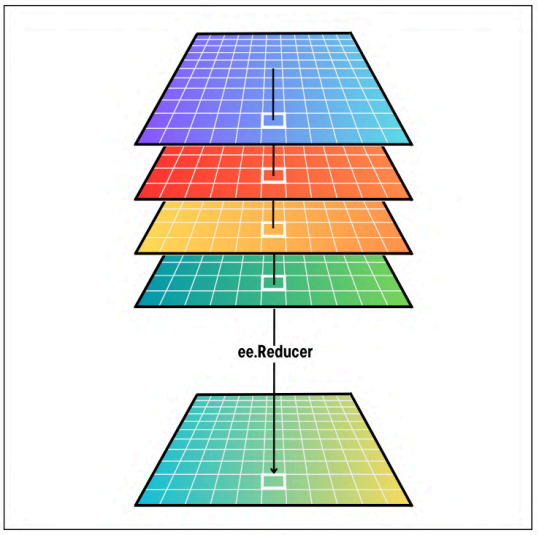


Figura 11. Píxel de mediana

De esta manera el píxel que se usó para la clasificación corresponde al valor de la mediana de la serie temporal, por ejemplo, si para una carta el mosaico final está compuesto por imágenes entre los meses de Octubre a Diciembre con un porcentaje máximo de cobertura de nubes del 30%, para el resultado final primero se enmascararon las nubes o sombras remanentes y luego se usó el reductor estadístico de mediana para la construcción del mosaico final de interpretación. Cada carta fue procesada individualmente usando el valor de la mediana entre las imágenes seleccionadas para cada año de la serie temporal 1985 - 2025.

En la **Figura 12** se presentan los mosaicos para el área continental del territorio colombiano. Debido a la falta de información en las colecciones de Landsat o por alta cobertura de nubes, persisten vacíos a lo largo de la serie temporal; este vacío de información se presentó con mayor énfasis a inicios de las serie entre los años 1985 a 1988 y 1992 a 1996, espacialmente en las áreas de alta montaña, como páramos y glaciares, y el Chocó biogeográfico; esta situación afecta especialmente los resultados en zonas de alta dinámica en el cambio de coberturas, donde la capacidad del método para subsanar estos vacíos es insuficiente.

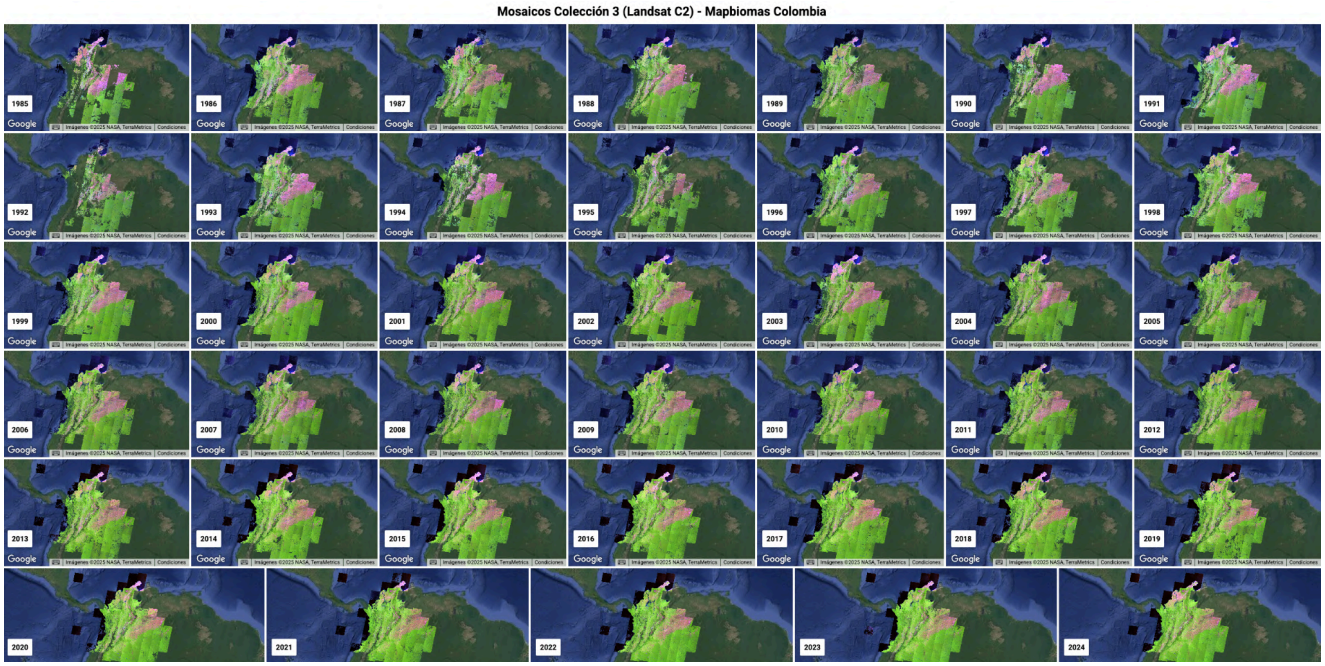


Figura 12. Mosaicos Landsat Colección 4 - MapBiomas Colombia C4
https://code.earthengine.google.com/6220d13ce4b39406656db3f4d769beac?noload=true

4.1.2. Regiones de mosaicos

Dada las diferentes características fisiográficas y climáticas del territorio colombiano, la elaboración de los mosaicos se dividió en dos regiones, Andes y Zonas Bajas, según la diferencia altitudinal entre ellas, siendo la región Andes toda aquella área colombiana de alta montaña (**Figura 13**). Esto se realizó con el fin de mejorar la calidad de los mosaicos, puesto que la altitud está directamente relacionada con la cobertura de nubes, la cual afecta la obtención de información realizada por el sensor óptico utilizado, en este caso, de los satélites Landsat.

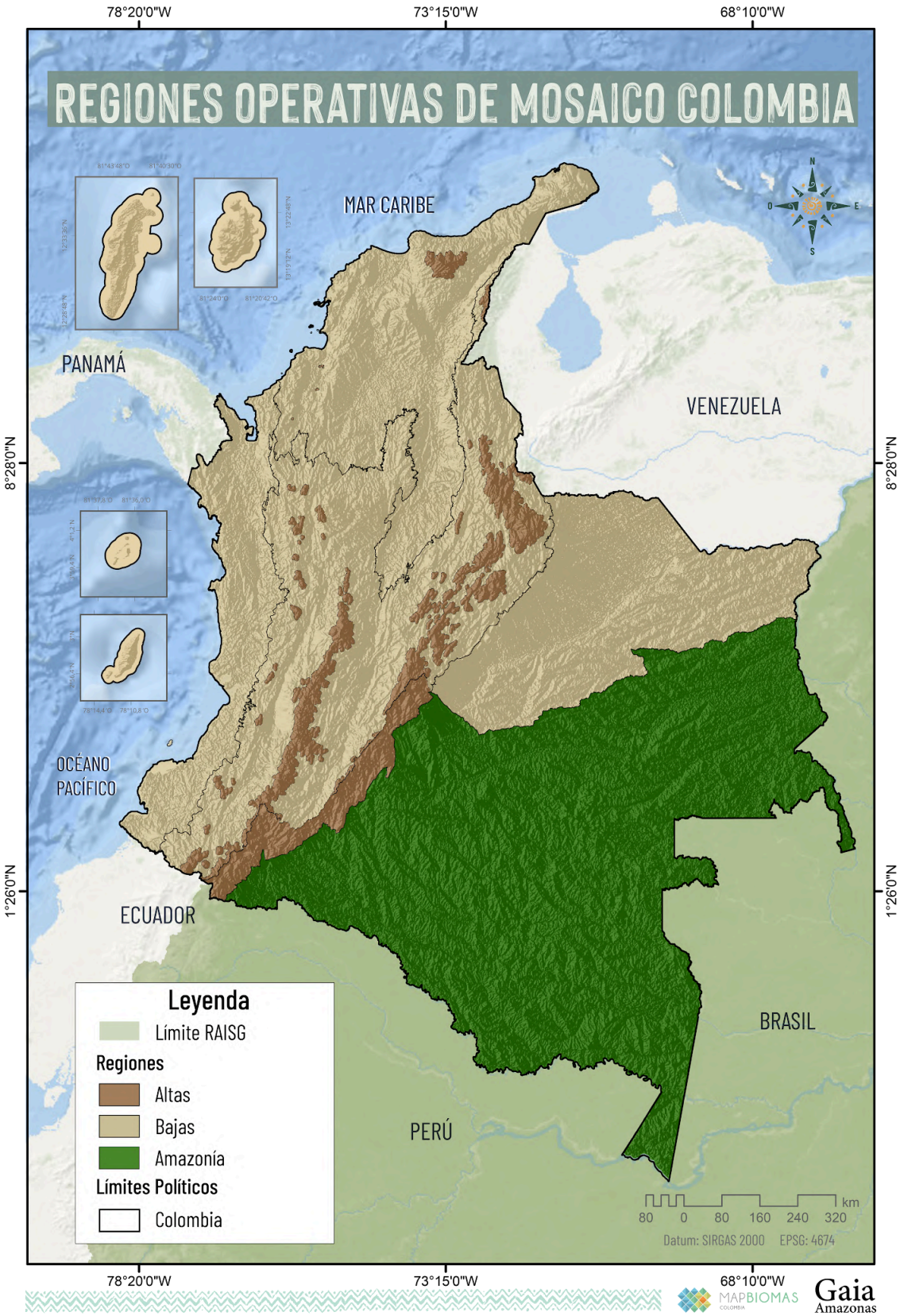


Figura 13. Regiones operativas de mosaico Colombia

4.1.3. Evaluación de calidad de los mosaicos

Se realizó una evaluación visual de los mosaicos para cada año teniendo en cuenta los parámetros de cubrimiento, presencia de nubes, bandeo y presencia de sombras, con los cuales se evaluó la calidad de cada mosaico por año en tres categorías. Los valores indican los umbrales por porcentaje de la superficie afectada por cada parámetro evaluado en cada carta, tal como se observa en la **Tabla 3.**

Calidad	Símbolo	% Cubierto	% Ruido Nubes	%Ruido Bandeo	% Ruido Sombra Relieve
Buena	B	>90	< 5	< 5	< 5
Regular	R	65 - 90	5 – 10	5 – 10	5 – 10
Mala	M	< 65	> 10	> 10	> 10

Tabla 3. Parámetros de calidad de mosaicos

Es importante resaltar que para la categoría "mala", la calidad del mosaico es relativamente aceptable ya que aunque no cubran un área significativa o presenta algún porcentaje de bandeo, sombras, ruido producido por sobreexposición en los píxeles o falta de datos por alta cobertura de nubes, aporta información para el proceso de clasificación. Los efectos adversos pueden provocar errores de clasificación y estos pueden ser tratados por medio de una serie de filtros utilizados en la etapa de clasificación.

Para la serie de 41 años para cubrir el total del territorio colombiano, se construyeron 4240 mosaicos de los cuales el 41% se evaluaron como buenos, 42% como regulares y 15% de baja calidad. A esta cifra hay que añadir 96 mosaicos en los que por falta de información no se pudo obtener una composición mínima para poder utilizar en la etapa de clasificación.

En términos de calidad general de los mosaicos (**Tabla 4**), se observa que la región del Pacífico concentra la mayor proporción de mosaicos sin información (18%) y con calidad mala (20%), lo que evidencia limitaciones en la disponibilidad de insumos. De manera similar, los Andes presentan un 21% de mosaicos de mala calidad y un 42% en categoría regular. Estas deficiencias en ambas regiones se explican principalmente por la alta nubosidad persistente en el Pacífico y por la formación de nubes orográficas en los Andes, factores que reducen la disponibilidad de imágenes limpias para componer mosaicos de calidad. Por el contrario, las regiones con mejores resultados corresponden a la Orinoquia y la Amazonia, con 58% y 48% de mosaicos de buena calidad respectivamente, seguidas por el Caribe con un 44%. Estas regiones muestran una mayor consistencia en la generación de insumos, lo que permite un análisis más preciso y confiable de la cobertura y el uso del suelo.

REGIONES	SIN MOSAICO	MALO	REGULAR	BUENO
Andes	4%	21%	42%	33%
Amazonia	3%	8%	41%	48%
Caribe	4%	7%	45%	44%
Orinoquia	1%	14%	27%	58%
Pacifico	18%	20%	43%	19%

Tabla 4. Porcentaje por categoría de calidad de mosaicos respecto del total de imágenes disponibles para cada región

Finalmente, en la **Figura 14** se muestra el multitemporal de mosaicos donde se consolida espacialmente la calidad de los mosaicos en todo el país.

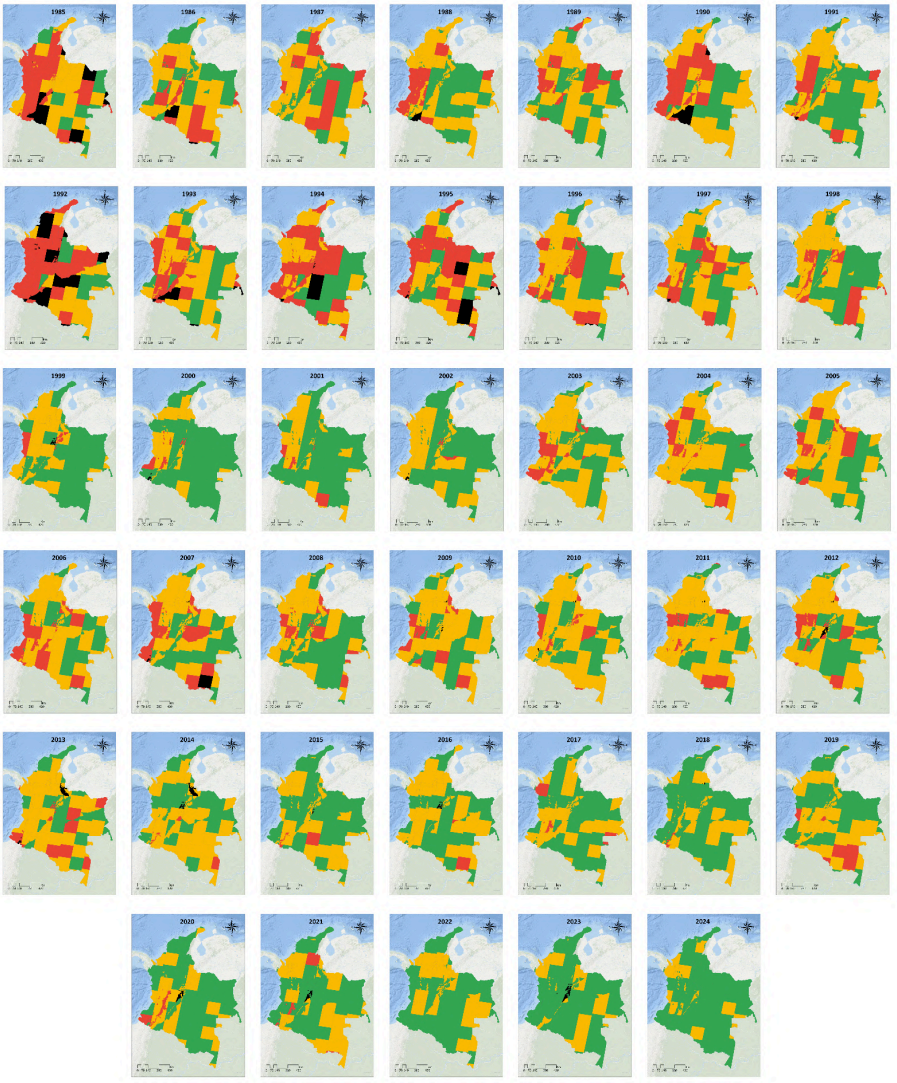


Figura 14. Calidad de los mosaicos 1985 - 2025

Evaluación mosaicos por regiones

Se resalta que en las regiones de Andes y Pacífica se presenta un mayor porcentaje de mosaicos regulares, malos o sin información debido a la falta de información en la serie de landsat, especialmente entre 1985 y 2002. A partir de este año se consiguió una mejor calidad debido a la estabilidad en el archivo de landsat, se incluyeron algunas imágenes landsat 4 para algunos vacíos presentados antes del año 1993, además de poder contar con landsat 5 hasta 2011. Landsat 5 y 7 cuentan con características similares, lo que permite combinar imágenes de estos dos sensores para componer el mosaico de mediana. Landsat 8 empieza a operar en 2013 y debido a su gran estabilidad en la captura de imágenes se consigue mejorar la composición de mosaicos, de esta manera, se observa como desde 2014 la calidad de los mosaicos es superior y se reduce la calificación mala y regular en la región de Amazonía, adicional a esto, para la composición de mosaicos de los años 2021 y 2022 se utilizaron imágenes Landsat 9 disponibles. A continuación se presenta la evaluación para cada una de los biomas.

Andes: Para la región de Andes se tienen mosaicos de mala calidad entre 1985 y 1996, a partir de este año los mosaicos empiezan a mejorar, sin embargo se tienen mosaicos de mala o regular calidad para las zonas de mayor altitud, en donde los páramos presentan condiciones ambientales extremas a causa de su baja temperatura media y el alto promedio de humedad relativa. (Díaz-Granados Ortiz et al., 2005)

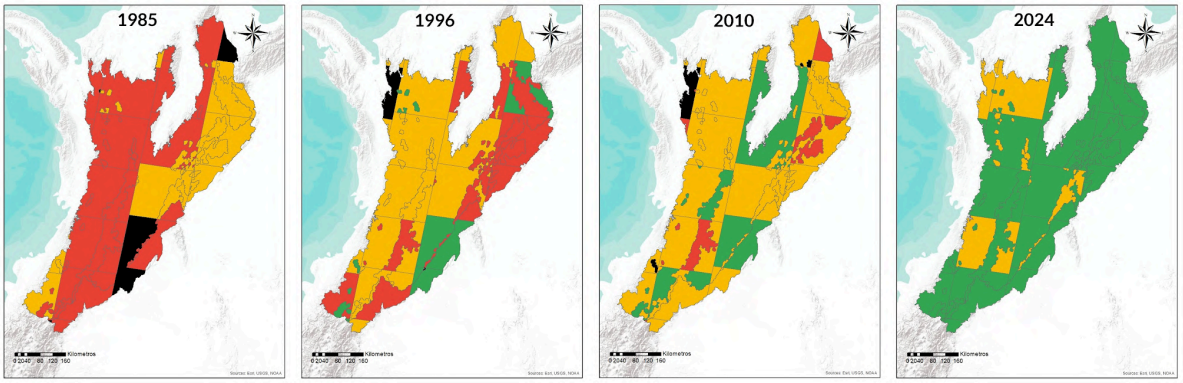


Figura 15. Calidad de mosaicos en Andes

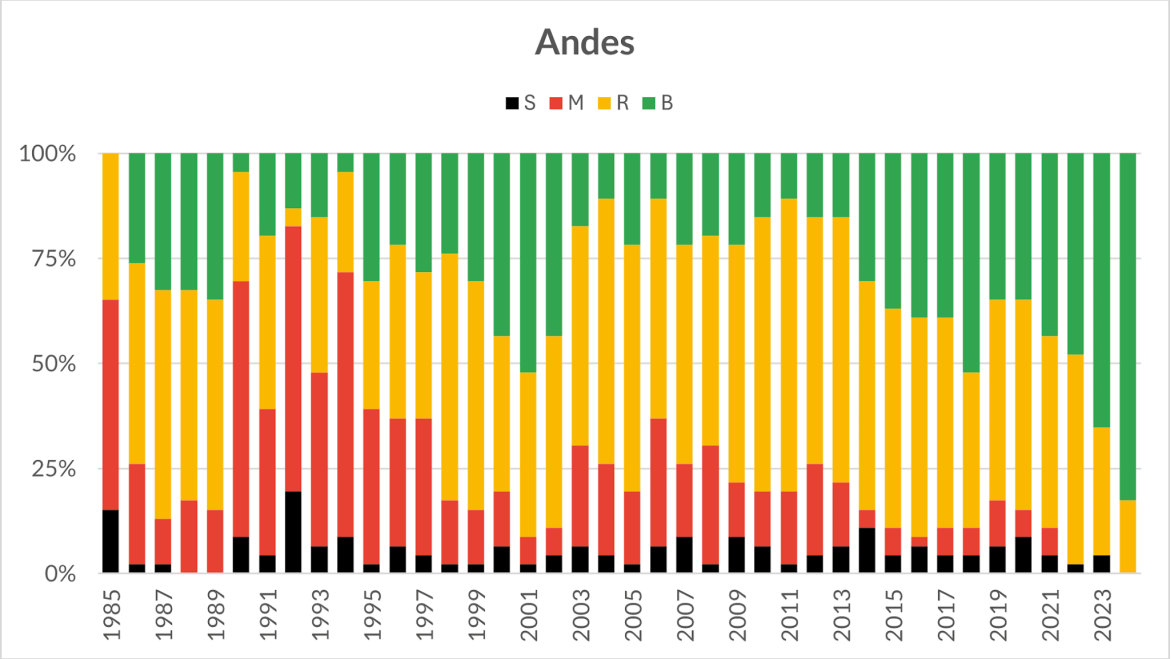


Figura 16. Calidad de mosaicos de Andes

Pacifico: Los mosaicos en el pacífico colombiano por lo general son de mala o regular calidad, ya que es una zona de altas precipitaciones, esto debido a una corriente superficial que transporta la humedad de los vientos fríos y húmedos del océano pacífico, los cuales provocan lluvias cuando interactúa con otro más cálidos o secos del este (Agencia de noticias UNAL, 2017).

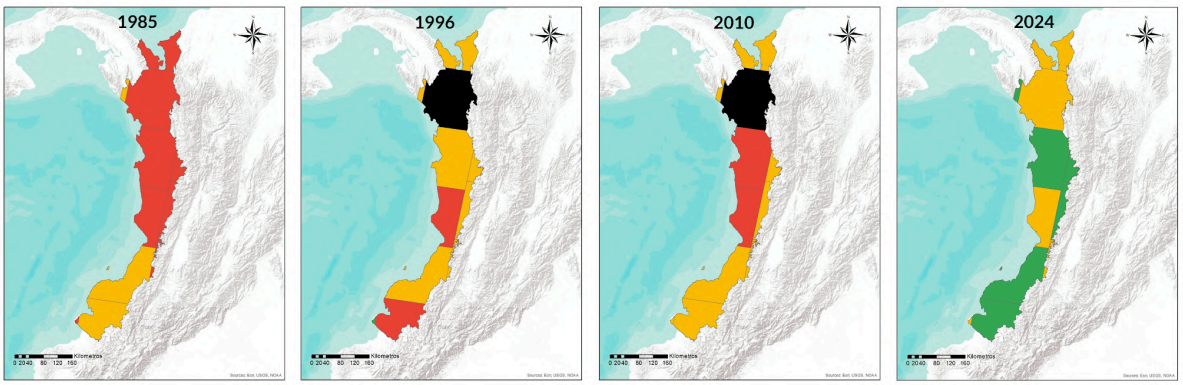


Figura 17. Calidad de mosaicos en Pacífico

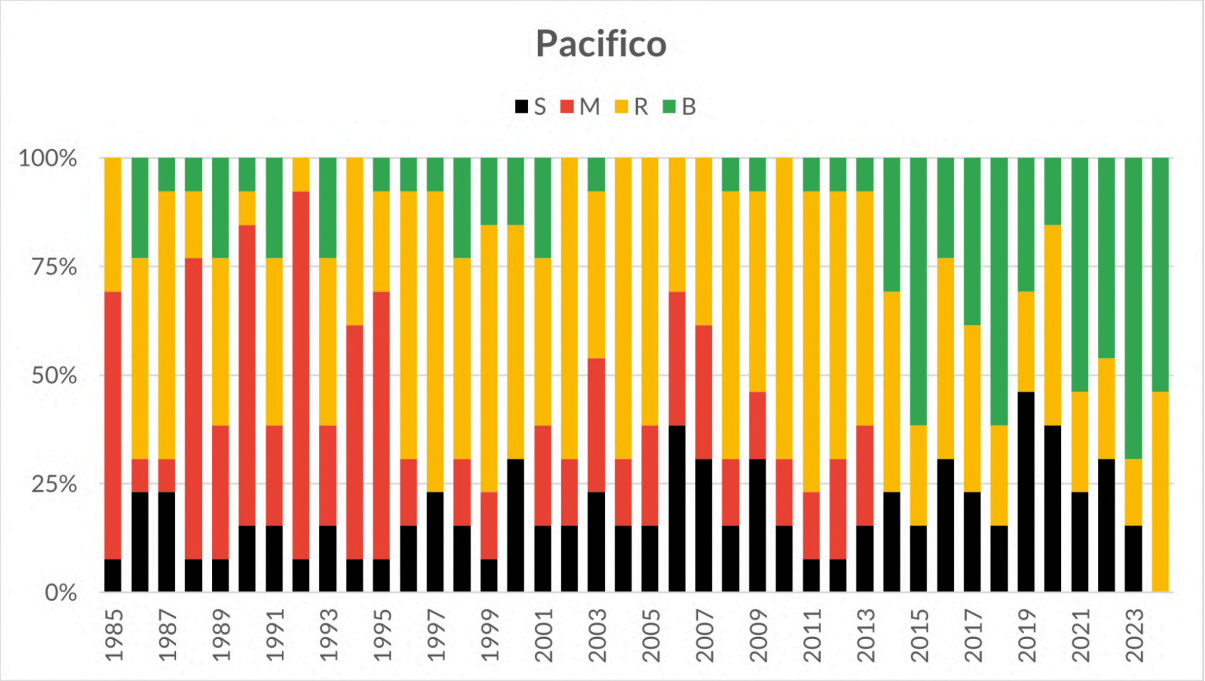


Figura 18. Calidad de mosaicos en Pacífico

Orinoquia: Es una de las regiones que tiene más información de mosaicos en los primeros años y la calidad de estos en los últimos años en su mayoría es buena, esto considerando que es una de las regiones que menos precipitaciones tiene en el territorio colombiano.

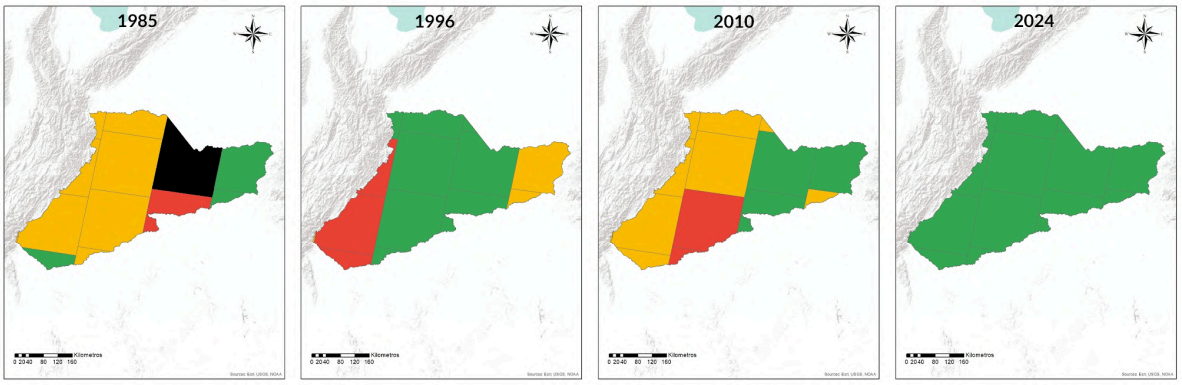


Figura 19. Calidad de mosaicos en Orinoquía

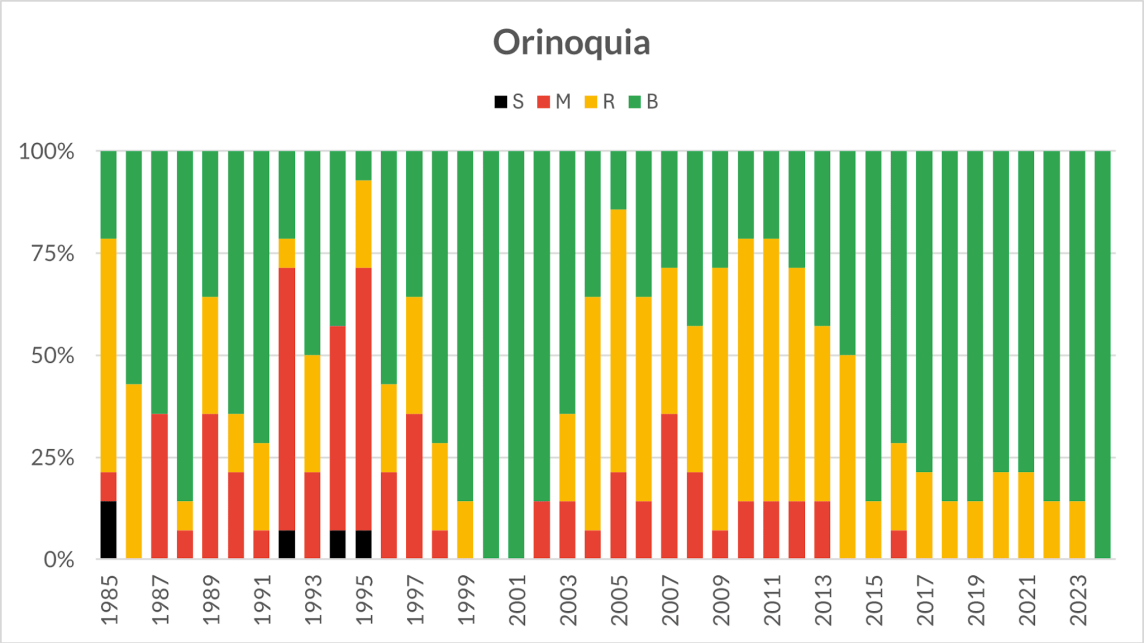


Figura 20. Calidad de mosaicos de Orinoquía

Caribe: Al igual que la Orinoquía, en Caribe se tienen muy buenos mosaicos a lo largo de la serie, a excepción de las zonas que colindan con Andes y que tienen mayor altitud y por tanto mayor precipitación.

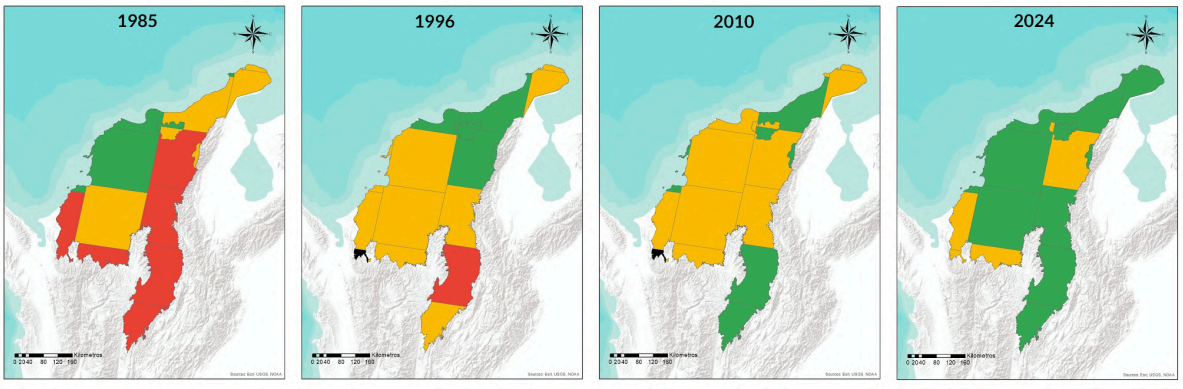


Figura 21. Calidad de mosaicos en Caribe

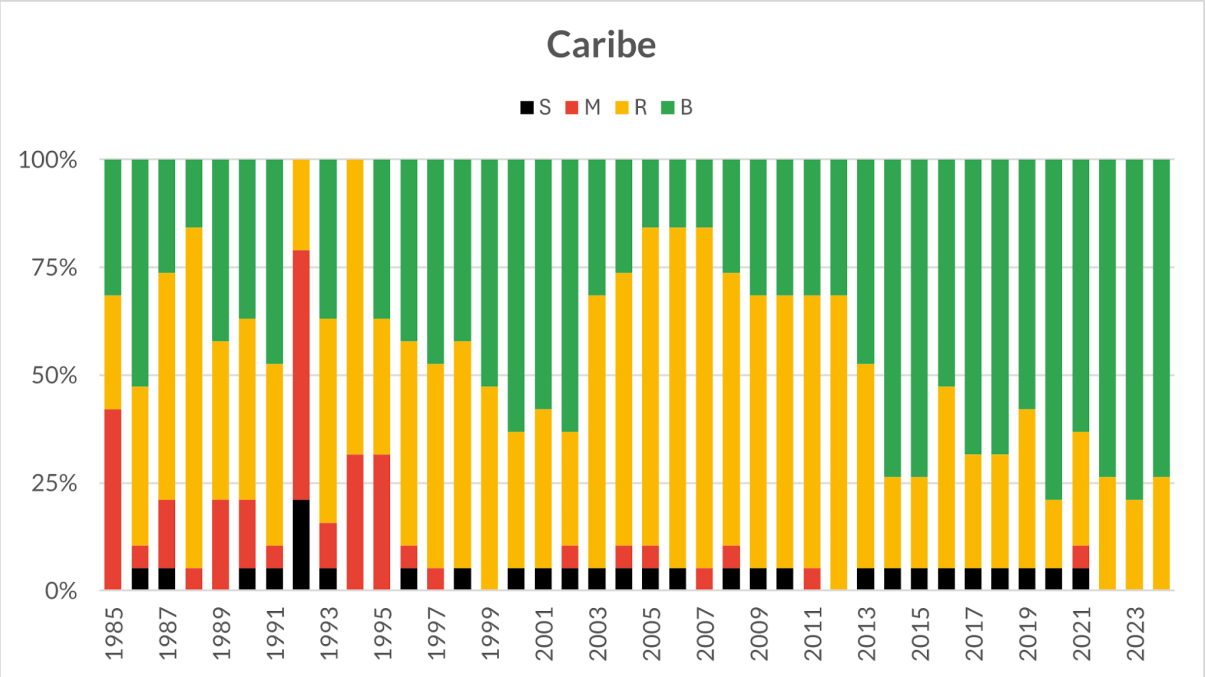


Figura 22. Calidad de mosaicos Caribe

Amazonía: La región de Amazonía también cuenta con buenos mosaicos, sobre todo en la zona sur, la calidad en los últimos años es buena en su mayoría y es una de las regiones en donde el número de mosaicos sin información es menor.

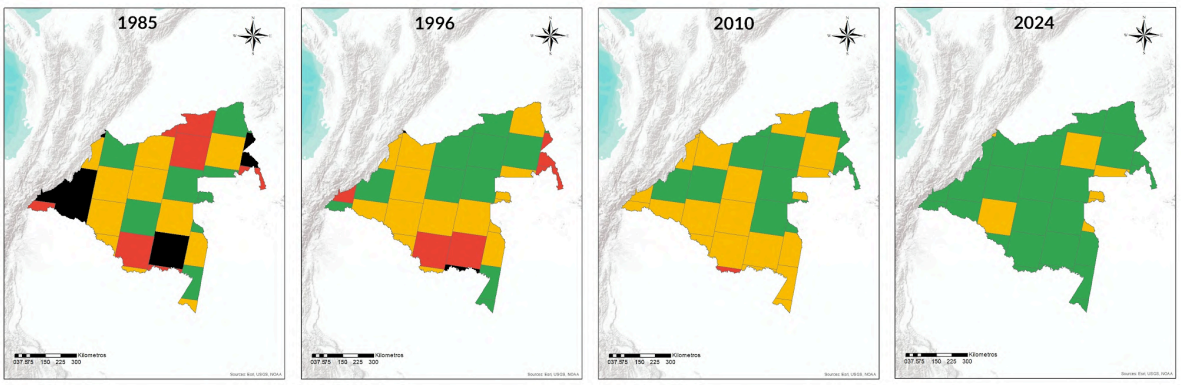


Figura 23. Calidad de mosaicos en Amazonía

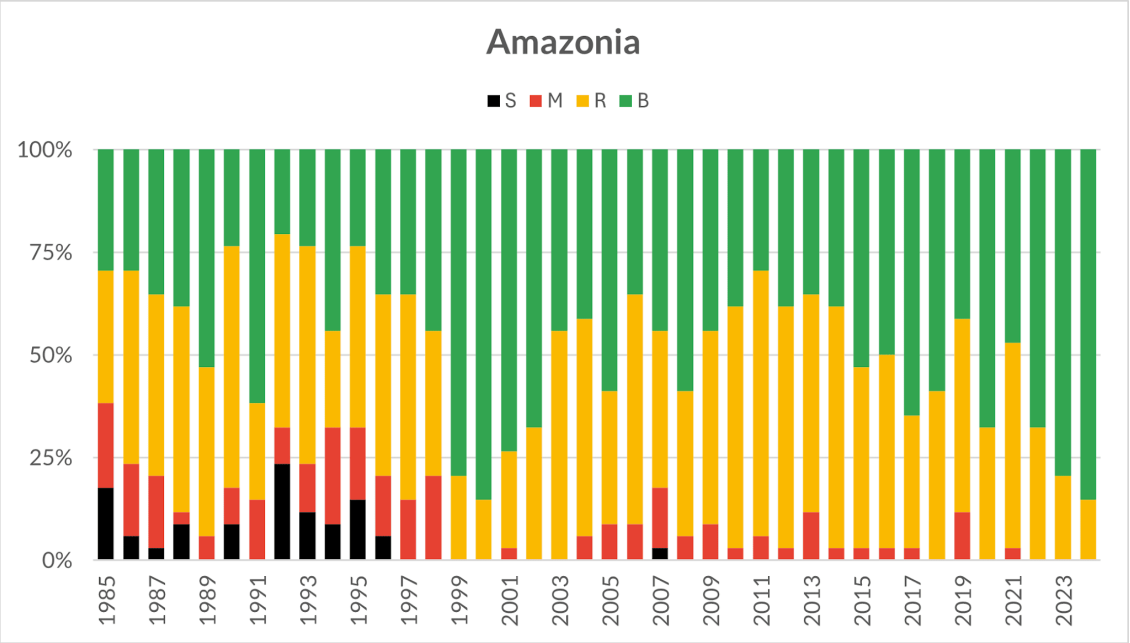


Figura 24. Calidad de mosaicos de Amazonía

4.1.4. Corrección Topográfica

Varias zonas del país se caracterizan por presentar un relieve montañoso, lo cual, frecuentemente repercute en la aparición de sombras en la imagen landsat debido a la orientación de las laderas frente al vector solar y las condiciones de iluminación de cada escena, definidas por el ángulo cenital del sensor en el momento de la toma. Estas limitaciones se manifiestan de forma que, para un mismo tipo de cobertura, algunos pixeles presentan una reducción de los niveles de reflexión de la luz y tiende a generarse un error al momento de clasificar dichas coberturas.

Una de las mejoras implementadas en la colección 4.0 MapBiomas Colombia consiste en la aplicación de una corrección topográfica en el mosaico que permite atenuar las sombras y homogeneizar la zona de mapeo. Dicha corrección se aplicó en un total de 2255 mosaicos en 57 path rows en las diferentes regiones de parametrización de mosaicos (**Tabla 5**), estos mosaicos no se implementaron la región Orinoquia y los path row correspondientes a la alta Guajira, donde no fue necesaria la corrección debido a la baja pendiente.

Path Row	Región mosaicos	Path Row	Región mosaicos	Path Row	Región mosaicos
008057	301	008055	303	008056	304
008058	301	008056	303	009053	304
007057	301	009055	303	009054	304
008059	301	009056	303	010053	304
009059	301	009057	303	010054	304

Path Row	Región mosaicos	Path Row	Región mosaicos	Path Row	Región mosaicos
009060	301	009058	303	009056	304
010059	301	009059	303	009057	304
007058	302	009060	303	009058	304
008058	302	010055	303	009059	304
006059	302	010058	303	007057	304
006060	302	010059	303	007058	304
009052	303	008055	304	007054	304
007055	303	009052	304	010055	304
008057	303	009055	304	010058	304
007056	303	007055	304	010059	304
008058	303	008057	304	010056	304
007057	303	007056	304	010057	304
008059	303	008058	304	011055	304
008054	303	008059	304	011059	304

Tabla 5. Mosaicos por path-row y regiones de mosaicos de Landsat procesados con corrección topográfica.

Un ejemplo del cambio de mosaicos para la colección tres se presenta a continuación para el Parque Nacional Natural Tayrona, donde se puede observar una comparativa entre los mosaicos:

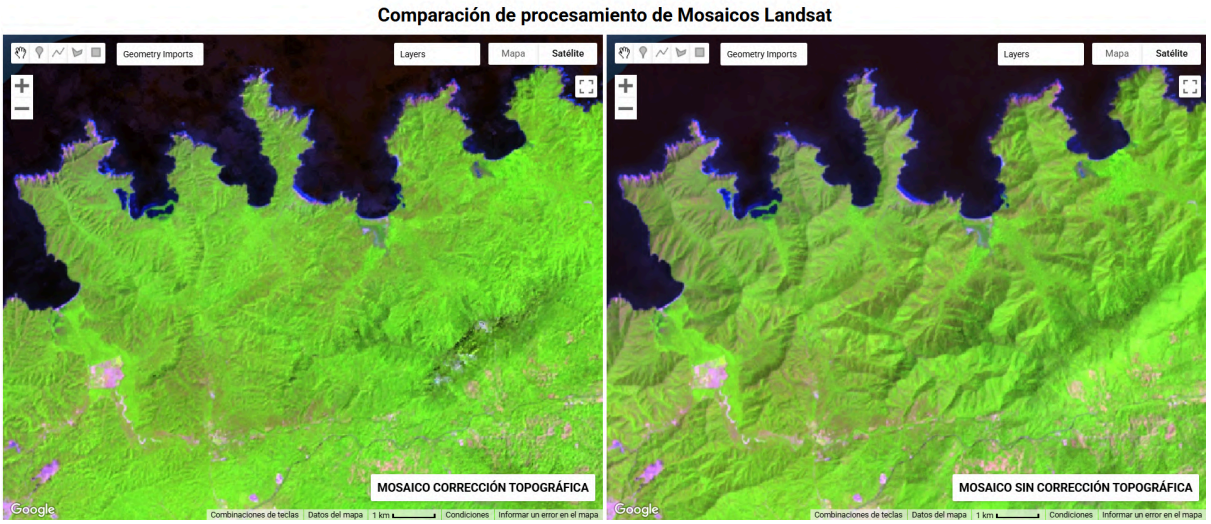


Figura 25. Ejemplo de corrección topográfica Parque Nacional Natural Tayrona.
Imagen izquierda: Mosaico con corrección topográfica. Imagen derecha; Mosaico sin corrección topográfica.

4.2. Variables

Se calcularon variables (feature space) a partir del mosaico de mediana anual que sirven como insumos para el proceso de clasificación. Las bandas Landsat, junto con las variables de clasificación, están consolidadas en archivos ráster que comprenden un total de 141 bandas, las cuales incluyen: bandas espectrales de Landsat, índices espectrales, información fraccional y de textura derivada de estas bandas, e índices de fracciones espectrales. Además, se utilizaron 7 variables estáticas: HAND, shademask2, slppost, altitud, pendiente, latitud y longitud, que facilitaron la clasificación de clases espectralmente similares, pero distinguibles por estos aspectos topográficos. A las imágenes disponibles de cada año se les aplicaron reductores estadísticos para generar los valores de cada píxel. Estos reductores son:

- **Mediana:** Mediana de todos los valores disponibles en el mosaico anual para esa ubicación (píxel).
- **Mediana época seca:** Cálculo de la mediana estadística aplicado a los píxeles del cuartil 25 (con los valores más bajos) de NDVI, utilizado como indicador de la época seca.
- **Mediana época húmeda:** Cálculo de la mediana estadística aplicado a los píxeles del cuartil 75 (con los valores más altos) de NDVI, utilizado como indicador de la época lluviosa.
- **Amplitud:** Rango de variación entre todos los píxeles disponibles en el mosaico anual.
- **Desviación estándar:** Desviación estándar de los valores de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual para una ubicación determinada.
- **Mínimo:** Valor más bajo de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual para una ubicación determinada.

- **Máximo:** Valor más alto de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual para una ubicación determinada.
- **Mínimo del periodo seco:** Valor más bajo de todos los píxeles disponibles en las imágenes del cuartil con los valores más bajos de NDVI, representando la época seca.
- **Mínimo del periodo húmedo:** Valor más bajo de todos los píxeles disponibles en las imágenes del cuartil con los valores más altos de NDVI, representando la época lluviosa.
- **Máximo del periodo seco:** Valor más alto de todos los píxeles disponibles en las imágenes del cuartil con los valores más bajos de NDVI, representando la época seca.
- **Máximo del periodo húmedo:** Valor más alto de todos los píxeles disponibles en las imágenes del cuartil con los valores más altos de NDVI, representando la época lluviosa.
- **QMO del periodo seco:** Valor más alto que presenta la banda en el índice EVI2 durante la estación seca.
- **QMO del periodo lluvioso:** Valor más alto que presenta la banda en el índice EVI2 durante la estación húmeda.

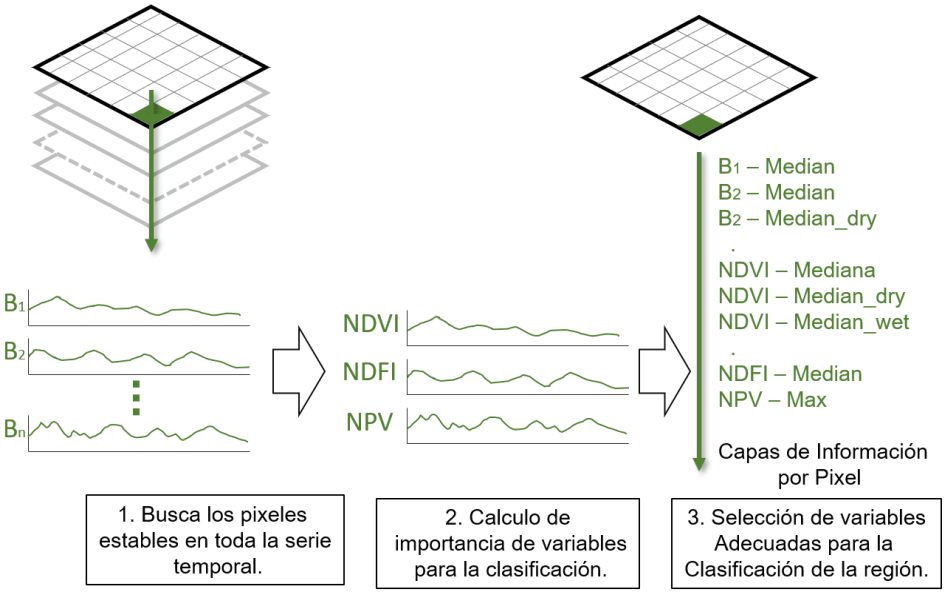


Figura 26. Proceso de toma de cálculo de bandas que componen los mosaicos anuales de imágenes Landsat

La siguiente tabla muestra el listado completo de bandas de los mosaicos finales o feature space. Cada banda representa una variable de entrenamiento del clasificador.

Tipo	Nombre	Fórmula	Descripción	Reductor												Banda de calidad
				Median	Median_dry	Median_wet	amp	ast_Dev	min	max	dry_min	dry_max	wet_min	wet_max	dry_qmo	wet_qmo
Banda	blue	B1 (L5 y L7); B2 (L8)	Espectro visible azul	■												
	green	B2 (L5 y L7); B3 (L8)	Espectro visible verde	■	■				■				■		■	■
	red	B3 (L5 y L7); B4 (L8)	Espectro visible rojo	■	■	■			■		■	■		■	■	
	nir	B4 (L5 y L7); B5 (L8	Infrarrojo cercano	■	■	■		■	■						■	■
	swir1	B5 (L5 y L7); B6 (L8)	Infrarrojo de onda corta 1	■	■	■			■			■	■	■	■	■
	swir2	B7 (L5); B8 (L7); B7(L8)	Infrarrojo de onda corta 2	■	■	■			■		■			■	■	■
Índices	ndvi	(nir - red)/(nir+ red)	Índice de vegetación de diferencia normalizada	■	■	■	■	■								
	evi2	(2.5 * (nir - red)/(nir +2.4 * red + 1)	Modificación del Índice de Vegetación Mejorado (EVI) que solo utiliza NIR y Red, obviando la banda azul.	■	■	■	■	■								
	ndwi_gao	(nir - swir)/(nir + swir)	Índice de agua de diferencia normalizada (gao)	■	■	■	■				■		■	■		■
	ndwi_mcfeeters	(green - nir)/(green+n ir)	Índice de agua de diferencia normalizada (mcfeeters)	■			■	■								
	gcvi	(nir/green) - 1	Relaciones entre bandas infrarrojo cercano y verde	■	■	■										
	hallcover	(-red * 0.017) - (nir * 0.007) - (swir2 * 0.079) + 5.22	Índice espectral de cubierta terrestre	■												
	pri	(blue - green)/(blue+ green)	Índice de reflectancia fotoquímica (*Photochemical Reflectance Index*)	■	■											
	savi	(1 + L) * (nir - red)/(nir + red + 0,5)	Índice de vegetación ajustada al suelo	■	■	■		■								

	textG	('median_green').entropy(ee.Kernel.square({radius: 5}))	Entropía en la banda Azul	
	nuaci	UNTL*(1−√(NDWIi−aNDWI)2+(NDWi−aNDWI)2+(DWIi−aNDWI)2)	Índice Normalizado Compuesto de Áreas Urbanas	
	ndsi	(green-swir1)/(green+swir 1)	Índice Diferencial Normalizado de Nieve	
	cai	(swir2 / swir1)	Índice de Alteración del Color	
	gli	((2 * green) - red - blue) / ((2 * green) + red + blue)	Índice de hoja verde	
	mndwi	(green - nir) / (green + nir)	Índice de agua de diferencia normalizada	
	ndbi	(swir1 - nir) / (swir1 + nir)	Índice acumulado de diferencia normalizada	
	ndgb	(green - blue) / (green + blue)	Diferencia normalizada Verde Azul	
	ndmi	(nir - swir1) / (nir + swir1)	Índice Normalizado de la Diferencia de Humedad	
	mdmir	(swir1 - sir2) / (swir1 + sir2)	Índice de infrarrojo medio de diferencia normalizada	
	ndrb	(red - blue) / (red + blue)	Diferencia Normalizada Rojo Azul	
	ndsi2	(swir1 - nir) / (swir1 + nir)	Diferencia Normalizada de suelo 1	
Fracción MME	gv		Abundancia fraccional de vegetación verde dentro del píxel	
	npv		Abundancia fraccional de vegetación no fotosintética dentro del píxel	
	soil		Abundancia fraccional de suelo dentro del pixel	

	shade	100 - (gv +npv + soil+cloud)	Abundancia fraccional de sombra dentro del pixel	
	snow		Abundancia fraccional de nieve dentro del pixel	
	cloud		Abundancia fraccional de nubes dentro del píxel	
Índice MEM	gvs	gv / (gv + npv + soil + cloud)	Vegetación verde normalizada por sombra	
	ndfi	(gvs - (npv + soil)) /(gvs + (npv + soil))	Índice de fracción de diferencia normalizada	
	sefi	(gv+npv -soil)	Índice de	
		/(gv+npv + soil)	fracción del ecosistema de sabana	
	wefi	((gv+npv)-(soil+shade))/(gv+npv)+(soil+shade)	Índice de fracciones del ecosistema de humedales	
	fns	((gv+shade) - soil) / ((gv+shade) + soil)	Índice basada en fracciones gv, shade y soil	
	nfib	GV-(NPV+Soil+ Snow)/ GV+(NPV+Soil+ Snow)	Adaptación del NDFI para los Andes	

Tabla 6 Descripción de bandas y variables empleadas para la Colección 4 MapBiomas Colombia.

4.3. Clasificación

4.3.1. Descripción metodológica

El proceso metodológico efectuado en la etapa de clasificación para la colección 4.0, comprende el uso del clasificador Random Forest (RF), el cual se fundamenta en algoritmos de inteligencia artificial (AI) y con ella, el aprendizaje automático (Machine Learning). A partir de la construcción de diversos árboles de decisión se clasifican los datos de un modelo realizando una serie de particiones binarias, permitiendo así realizar predicciones futuras con base en esta clasificación, cabe aclarar que los árboles de decisión se establecen de forma aleatoria a fin de reducir la correlación entre los mismos (García, 2018).

El correcto funcionamiento del algoritmo en cuestión requiere de un set de datos de entrenamiento, para lo cual fueron utilizadas muestras estables de las cuales se excluyeron las zonas que presentaron cambio a lo largo de la serie temporal de 41 años, es decir aquellos píxeles cuya clase de cobertura asociada no se repite en todos los años de la serie temporal de

imágenes. Durante el proceso, el intérprete puede descartar áreas donde el muestreo automático incorpora ejemplos que no cumplen los criterios de cada clase.

Adicionalmente, se empleó la técnica PIAO (Photo-interprétation assistée par ordinateur; fotointerpretación asistida por computador) para la identificación de coberturas, optimizando la selección y organización de las muestras de referencia e incrementando la exactitud de la clasificación en regiones con mayor heterogeneidad espacial. Debido a la extensión del territorio, las cinco (5) regiones biogeograficas: Andes, Caribe, Orinoquia, Pacifico y Amazonía, se subdividieron en 155 subregiones de clasificación conforme con las cuencas hidrográficas presentes y algunos criterios biofísicos descritos anteriormente.

Posteriormente, se realizó la generación preliminar de la clasificación para los 41 años de la Colección 4.0 de Colombia, con base en las muestras generadas. La totalidad del proceso fue ejecutado en el ambiente de geoprocesamiento en la nube Google Earth Engine (GEE), siguiendo una secuencia de pasos iterativos los cuales se observan en la **Figura 27**, en aras de obtener un producto de clasificación con calidad. A continuación se describe a grandes rasgos cada uno de ellos:

- Definición de subregiones de clasificación.
- Identificación de las muestras estables.
- Cálculo de variables (feature space) a partir del mosaico obtenido para cada año de la serie temporal, el cual cuenta con un máximo de 81 variables, que incluyen: las bandas landsat espectrales, índices y fracciones espectrales. Adicionalmente, se aplicó el cálculo de reductores estadísticos para generar un valor único para cada píxel. Estos reductores fueron: mediana, mediana época seca, mediana época lluviosa, amplitud, desviación estándar, mínimo, mínimo y máximo del periodo seco, mínimo y máximo del periodo lluvioso[2].
- Cálculo de áreas a través de polígonos de exclusión definidos según el comportamiento del Mapa de MapBiomas colombia obtenido en el paso 3 , según la **Figura 27**, obteniendo una clasificación preliminar.
- Aplicación del filtro Gapfill para suplir los vacíos de información que pueda presentar el mosaico anual y reemplazando dichos píxeles por el valor temporalmente más cercano.
- Segunda identificación de muestras estables con la opción de generar geometrías de exclusión para omitir la selección de muestra estable en una ubicación determinada y cálculo de áreas hasta lograr una segunda clasificación preliminar en el paso 6.
- En la clasificación del paso 6, se da la opción de selección de muestras complementarias consideradas para cada clase de cobertura que se incluyen como geometrías manuales directamente desde EE de Google con la intención de realizar correcciones a la clasificación preliminar de este paso.

[2] Se recomienda revisar el Algorithm Theoretical Basis Documents – ATBD General para detallar cada uno de los reductores estadísticos.

Finalmente, respecto a la aplicación de los filtros temporales, espaciales, de frecuencia y gapfill, el orden y número de iteraciones ejecutadas varía según la subregión trabajada a fin de generar una clasificación final coherente con la realidad del territorio. La cadena de procesamiento adoptada para la generación de la Colección 4.0 para Colombia se muestra gráficamente en la **Figura 27**.

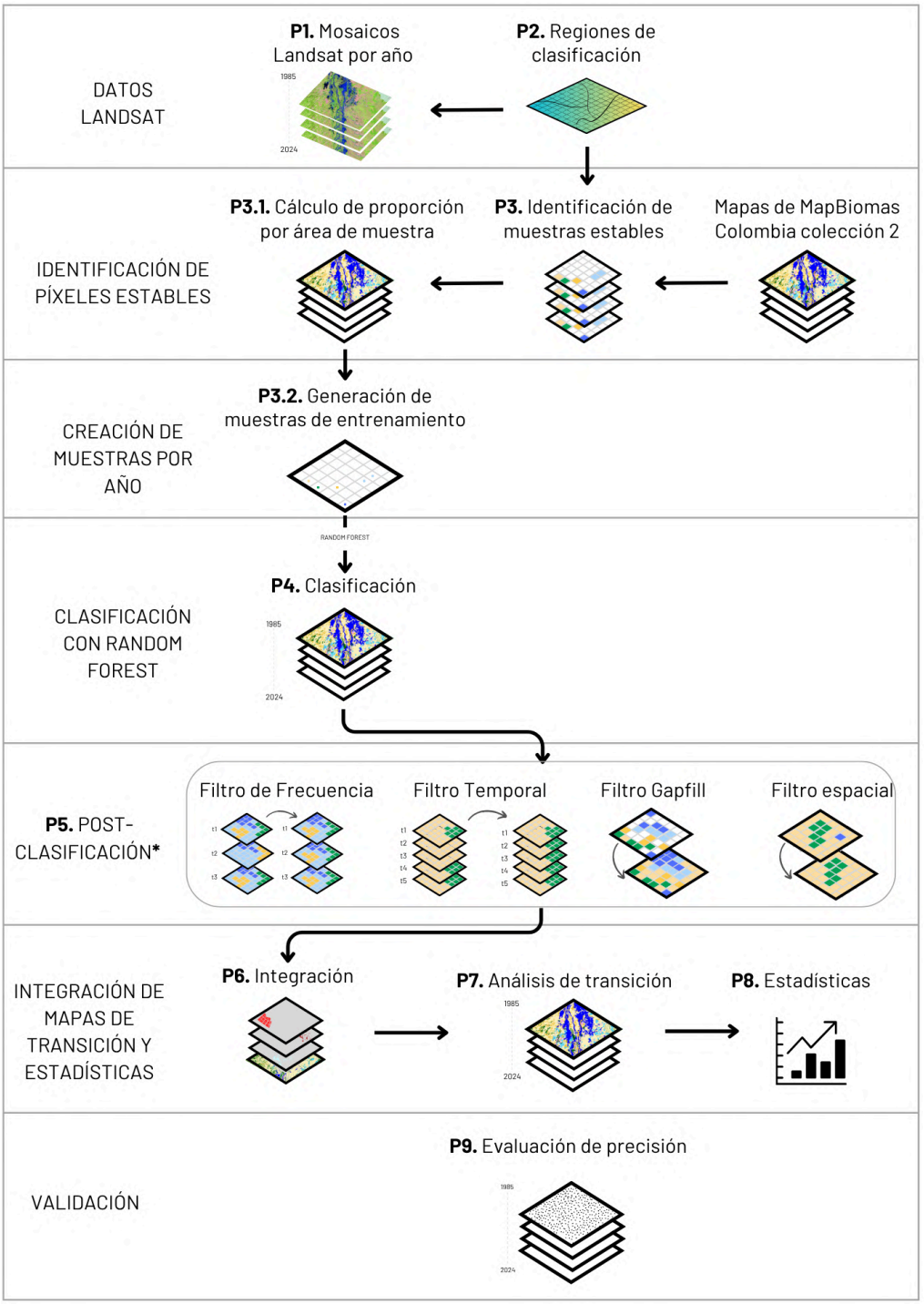


Figura 27. Flujo de clasificación MapBiomas Colombia Colección 4.0

* El orden de los filtros cambia dependiendo de la región y es definido por cada intérprete.

A nivel general, en la colección 4.0 se logró establecer un determinado número de árboles de decisión a tener en cuenta para la clasificación obtenida de Random Forest, siendo generalmente de 60 iteraciones en cada región. Así mismo, con el objetivo de obtener un mayor detalle en la leyenda y para mejorar la calidad de algunas coberturas se consideró desarrollar metodologías específicas con capas binarias (0-ausencia, 1-presencia) para algunas de las coberturas que representan una mayor dificultad en el mapeo y/o que requieren de mayor detalle; Infraestructura urbana, bosque inundable, formación natural no forestal inundable, minería y manglares siendo estas posteriormente integradas con los resultados de clasificación del mapa general, de acuerdo a un orden de prioridad definido para cada categoría.

4.3.2. Regiones de clasificación

Las regiones de clasificación son áreas que se abordan de manera operativa para mejorar en términos de procesamiento la identificación de coberturas con similitud espectral. Para ello, se usaron a modo de guía distintos mapas de referencia elaborados por instituciones oficiales del Estado y organizaciones y empresas internacionales encargadas de generar mapeos globales, con el fin de agrupar coberturas con reflectancias similares y separar zonas con coberturas diferentes, permitiendo una fácil discriminación entre ellas a la hora de clasificar.

Entre los mapas que se usaron de referencia para la delimitación de las regiones, se utilizaron el Mapa de Coberturas de la Tierra - Metodología CORINE Land Cover Adaptada para Colombia a Escala 1:100.000 (IDEAM, 2021), el Mapa de Ecosistemas Continentales y Marinos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM et al., 2017), la Zonificación hidrográfica de Colombia (IDEAM, 2013), el Mapa de Bosque y no Bosque del 2017 (IDEAM, 2017) para la identificación de las zonas con mayor dinámica de cambio.

También se utilizaron capas de referencia a escala global como el Mapa de coberturas mundiales de usos del suelo de ESRI del 2020 (ESRI, 2020) y el Mapa de usos del suelo mundial de ESA del 2015 (ESA, 2015), además de la información de la colección 5 de MapBiomas Amazonía (Gaia Amazonas, 2021) y la colección 1 de MapBiomas Colombia (MapBiomas Colombia, 2022). A partir de los mapas anteriormente mencionados se obtuvo una separación adecuada de la dinámica territorial y la diversidad ecosistémica en el territorio colombiano.

Cabe resaltar que dicha regionalización no obedece a una zonificación biogeográfica de Colombia, sin embargo, se tuvo en cuenta la delimitación de cuencas hidrográficas y ecosistemas de gran importancia como las zonas de alta montaña, páramos, ciénagas, sabanas de la Orinoquía, además de las áreas de áreas socialmente estratégicas como los asentamientos de las comunidades indígenas para el caso de la amazonia. Como resultado se definieron 155 regiones de clasificación donde 28 corresponden a la región Caribe, 62 para Andes, 15 para Orinoquía, 13 para Pacífico y 37 para Amazonía. Finalmente, se generó un buffer que encierra los dinamismos de las zonas costeras del Caribe y del Pacífico. En la **Tabla 7**, se registra cuáles fueron los criterios para las diferentes regiones según las particularidades de la misma.

Región	Criterios de delimitación de regiones
Caribe	Debido a su colindancia con el mar Caribe, esta región definió su límite litoral con un buffer de 2 km para incluir islotes (Isla Fuerte, Archipiélago de San Bernardo), bancos de arena y manglares. Por otro lado, los criterios para la definición de regiones en la zona más continental de la región incluye *clústers* de mosaicos de pastos y agricultura, *clústers* de áreas inundables y la identificación de casos especiales: ● Vegetación leñosa y herbácea sobre arena para la región de La Guajira. ● Áreas inundables y pantanosas en la región de la Mojana. ● Zonas de influencia topográfica asociada a Sierra Nevada de Santa Marta. ● Región particular para la zona glaciar y periglaciar de la Sierra Nevada de Santa Marta. ● Región de cultivos de palma aceitera en medio de una matriz de pastos y cultivos. ● Región exclusiva para el mapeo de las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. ● Ciénagas y zona de amortiguación en la desembocadura del Río Magdalena.
Andes	Debido a su compleja cadena montañosa de tres cordilleras separadas entre sí por valles interandinos, esta región incluye múltiples pisos térmicos con distintas influencias climáticas, topográficas y sociales. De esta manera, los criterios para delimitar las regiones de esta región son: ● Separación de las coberturas de mosaicos agrícolas y los pastizales naturales (páramos) y áreas glaciares de la zona de alta montaña andina. ● Diferenciación entre las zonas agrícolas y los pastizales naturales de los valles secos como por ejemplo del Río Patía y el Río Magdalena. ● Regiones enfocadas a la clasificación de los cultivos de palma aceitera en medio de una matriz de pastos y cultivos, especialmente en Tibú. ● Separación de bosques húmedos del Chocó Antioqueño. ● Separación entre regiones de montaña alta y regiones de poco relieve montañoso, con el fin de diferenciar áreas de alta complejidad topográfica de aquellas con características más planas o de baja altitud.
Pacífico	Debido a su colindancia con el océano Pacífico, esta región definió su límite litoral con un buffer de 2 km para incluir bancos de arena y algunos islotes. Los criterios para delimitar las regiones de esta región son: ● Delimitación de las regiones utilizando los ríos como límites

	naturales. ● Agrupación de áreas altamente intervenidas como los alrededores de Tumaco o la región del Urabá. ● Regiones enfocadas a la clasificación de los cultivos de palma aceitera en medio de una matriz de pastos y cultivos.
Orinoquia	Debido a la similitud espectral entre las zonas de mosaicos agrícolas y los pastos naturales y los herbazales naturales, uno de los criterios más determinantes para delimitar las regiones de esta región consistió en separar entre las Sabanas de la Orinoquía y las zonas con presencia de mosaicos de pastos y cultivos. Adicional a este criterio, se tuvo a consideración: ● Delimitación de las regiones se utilizaron los ríos como límites naturales como por ejemplo el Río Meta y el Río Guaviare. ● Para evitar esta confusión entre pastos y sabanas naturales se crearon regiones caracterizadas por tener una matriz predominantemente de pastos naturales.
Amazonía	La Amazonía al ser considerado una región estratégica para la conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático fue subdividido de tal manera que se priorizó: ● Zonas de alta dinámica sobre el "Arco de deforestación[3]" el cual cubre parcialmente los departamentos de Putumayo, Caquetá, Meta y Guaviare. ● Regiones detalladas asociadas a la presencia de comunidades indígenas y sus zonas de influencia, con el fin de detectar las dinámicas de uso del bosque a través de las chagras de cultivo.

Tabla 7. Criterios para la delimitación de regiones de clasificación por región.

[3] Categoría con la que la información nacional del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM define el foco de deforestación en la Amazonía colombiana.



Figura 28. Regiones de clasificación Colombia

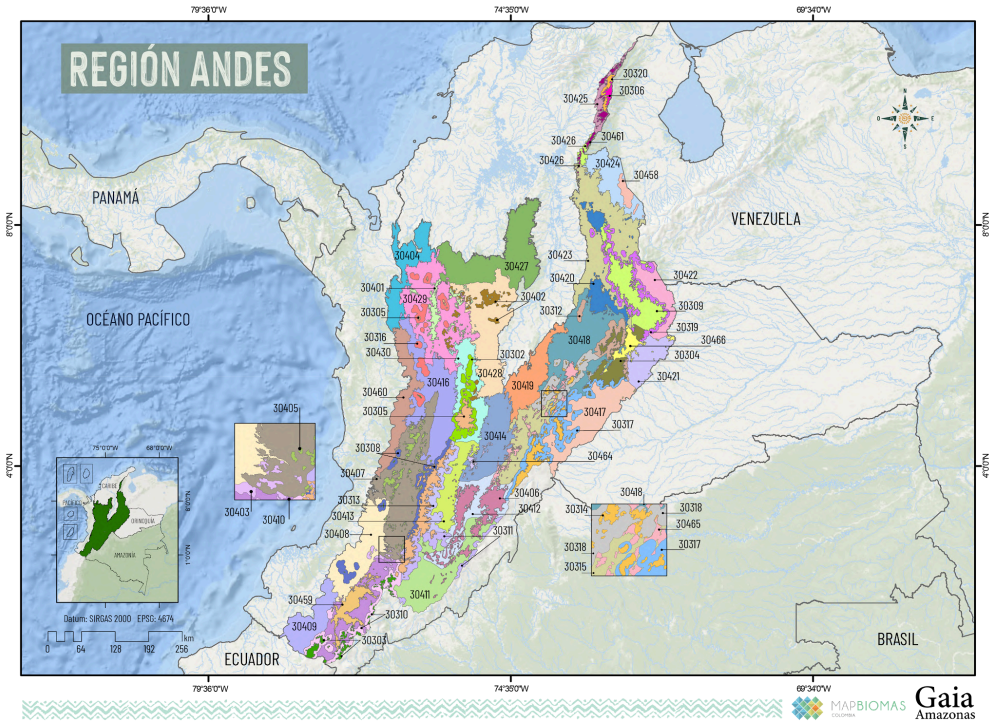


Figura 29. Regiones de clasificación de los Andes Colombianos

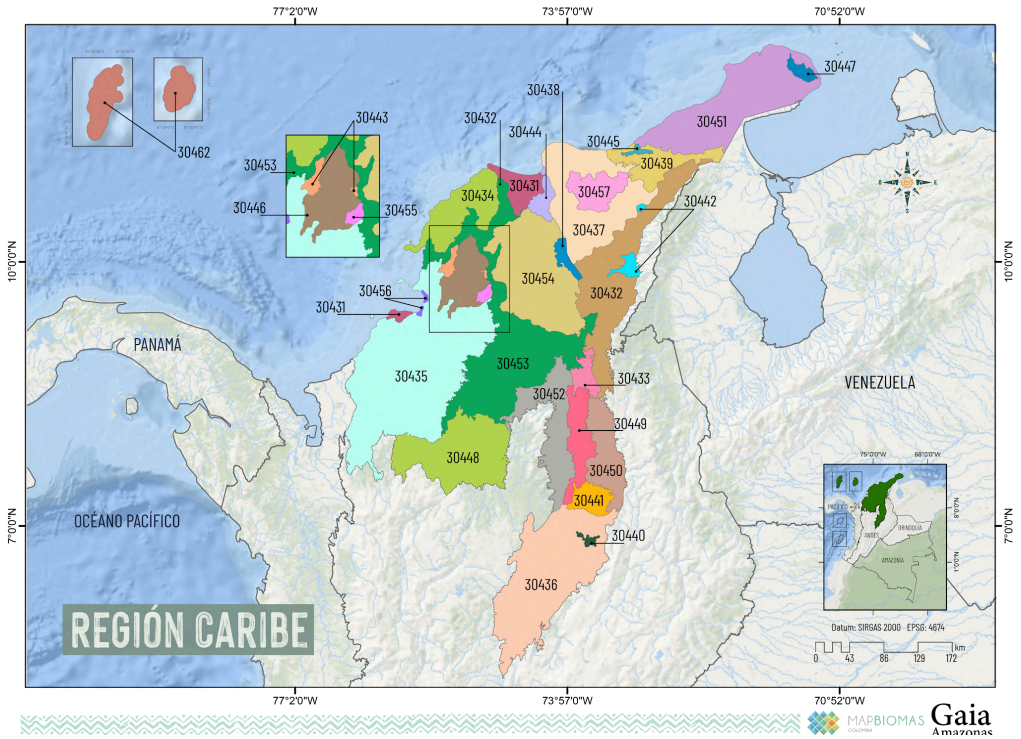


Figura 30. Regiones de clasificación del Caribe colombiano

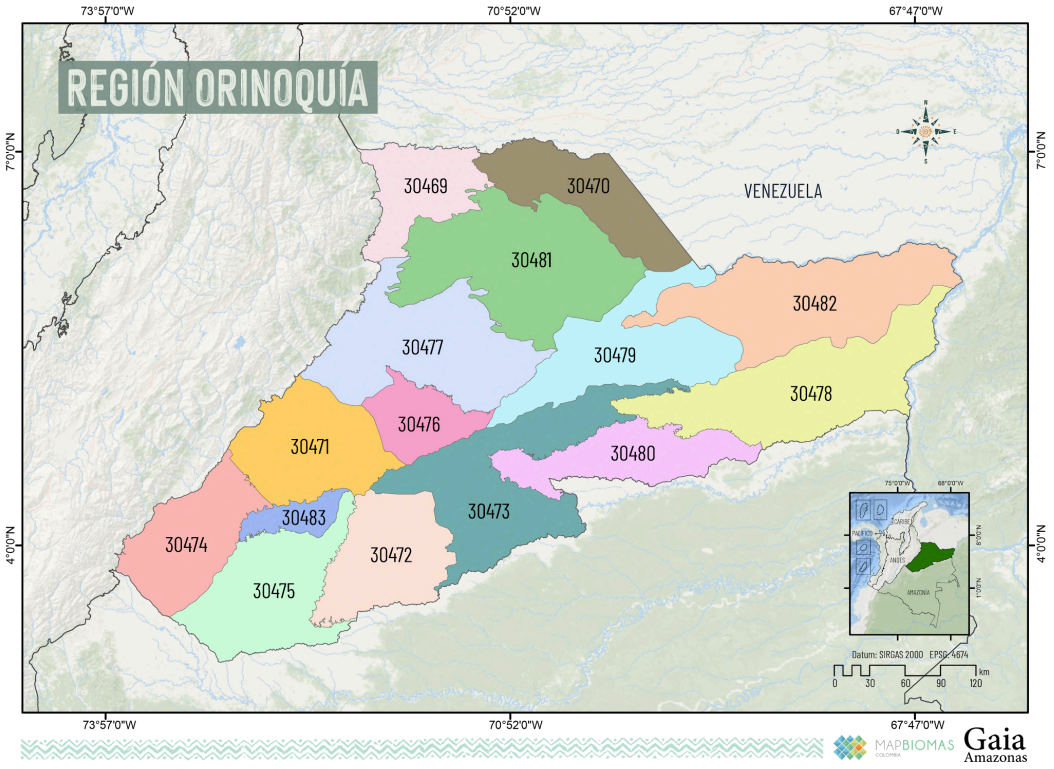


Figura 31. Regiones de clasificación de la Orinoquía colombiana

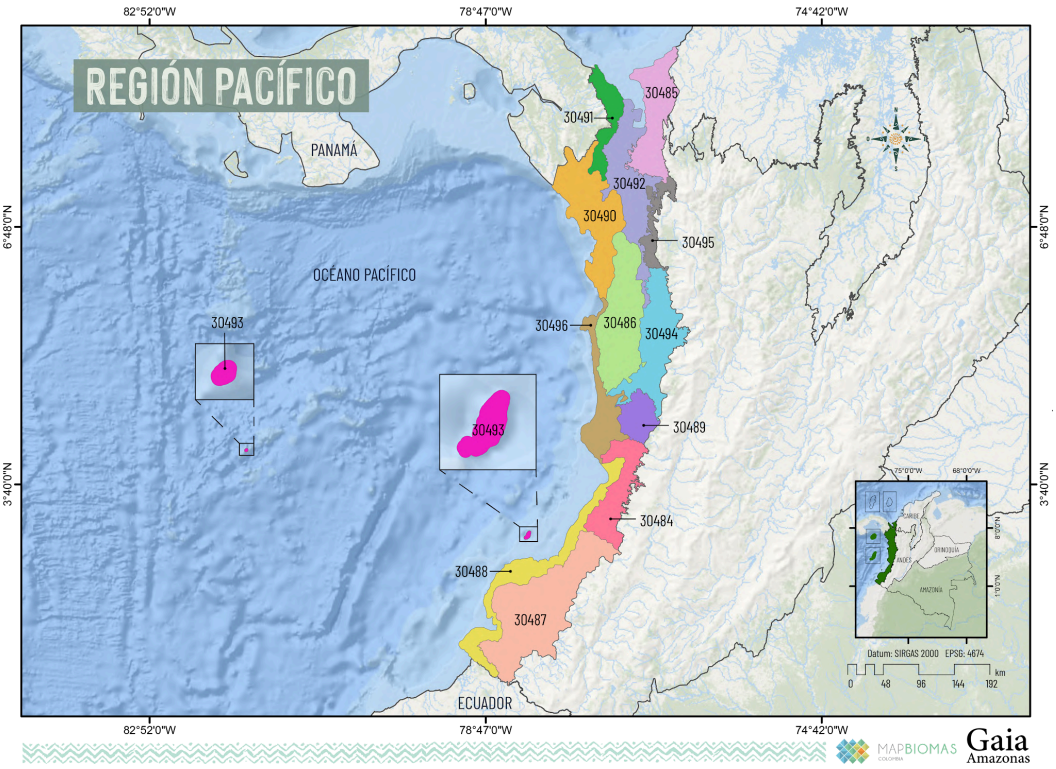


Figura 32. Regiones de clasificación del Pacífico colombiano

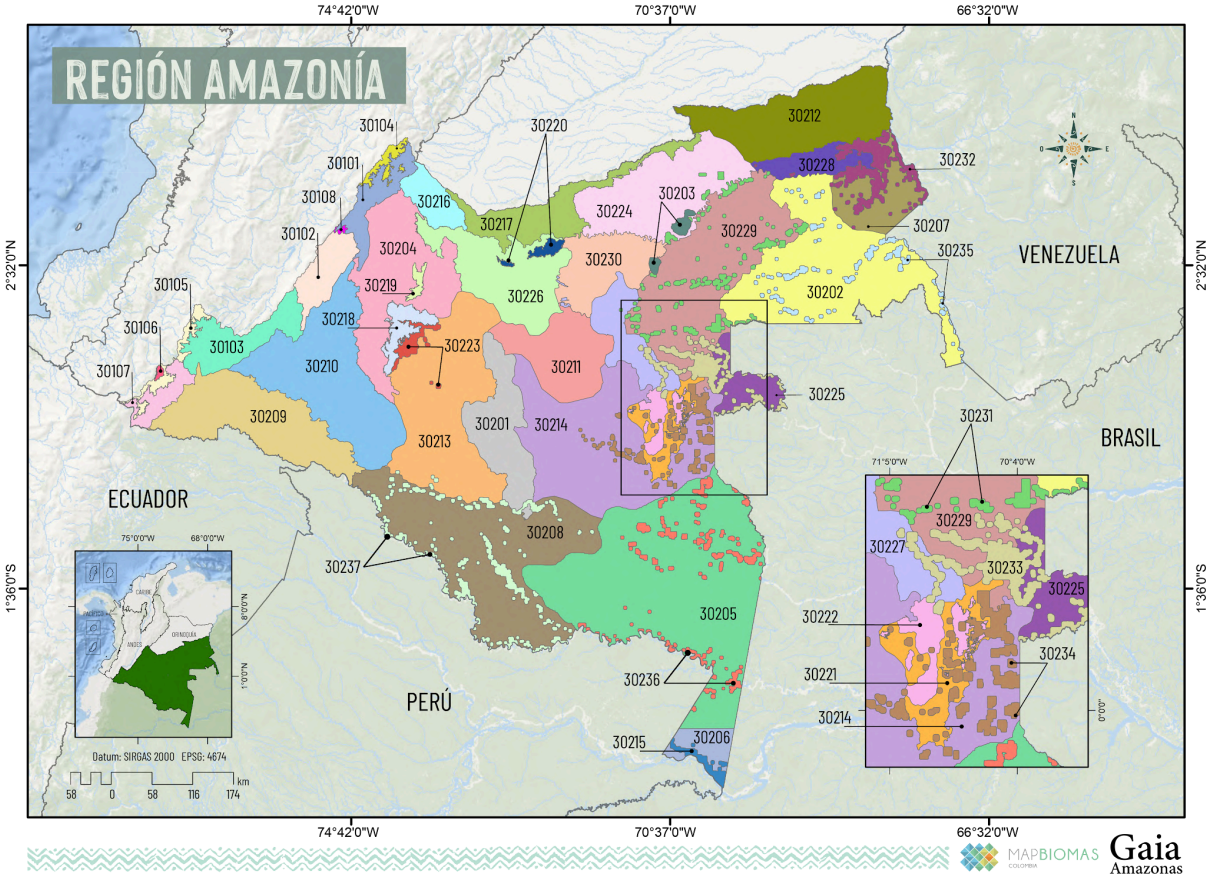


Figura 33. Regiones de clasificación de la Amazonía colombiana

A continuación, se presenta la **Tabla 8** con las principales características de cada área de trabajo definida para la colección 4 de MapBiomas Colombia. Las descripciones biofísicas de las regiones elaboradas corresponden a la información extraída a través de álgebra de mapas de la capa de Ecosistemas Continentales y Marinos de Colombia (IDEAM et al., 2017)

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
1	Andes	30101	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Muy Frío SuperHúmedo, Frío Húmedo, Frío SemiHúmedo, Frío SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo, Templado SuperHúmedo, Cálido Húmedo, Cálido SemiHúmedo y Cálido SuperHúmedo. El relieve está predominado por lomeríos, montañas, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,13,15,21,23,25,30,33,68,81	7
2	Andes	30102	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Frío Húmedo, Frío SemiHúmedo, Frío SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo, Templado SuperHúmedo, Cálido Húmedo, Cálido Semiárido y Cálido SemiHúmedo. El relieve está predominado por lomeríos, montañas, piedemontes, y valles.	3,13,15,21,23,24,25,33,68,81	6
3	Andes	30103	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SuperHúmedo, Frío Húmedo, Frío SemiHúmedo, Frío SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo, Templado SuperHúmedo, Cálido Húmedo, Cálido SemiHúmedo y Cálido SuperHúmedo. El relieve está predominado por lomeríos, montañas, piedemontes, y valles.	3,13,15,18,21,23,24,25,30,31,33,68,81	9
4	Andes	30104	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Extremadamente Frío SuperHúmedo, Muy Frío Húmedo, Muy Frío	3,6,13,15,18,21,23,25,33,68,81,82	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			SuperHúmedo, Frío Húmedo y Frío SuperHúmedo. El relieve está predominado por montañas.		
5	Andes	30105	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Extremadamente Frío SuperHúmedo, Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Muy Frío SuperHúmedo, Frío Húmedo, Frío SemiHúmedo y Frío SuperHúmedo. El relieve está predominado por montañas, piedemontes y planicies aluviales.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,29,30,33,68,81,82	7
6	Andes	30106	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SuperHúmedo y Frío Húmedo. El relieve está predominado por montañas, piedemontes y planicies aluviales.	3,13,15,18,21,24,25,33,68,81	6
7	Andes	30107	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Muy Frío SuperHúmedo, Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Muy Frío SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo, Templado SuperHúmedo, Cálido Húmedo y Cálido SuperHúmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, montañas, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,13,15,18,21,23,24,25,30,33,68,81	7
8	Andes	30108	Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Muy Frío Húmedo, Muy Frío SemiHúmedo, Frío Húmedo y Frío SemiHúmedo. El relieve está predominado por montañas	3,13,21,23,68,81	6

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
9	Andes	30302	Región ubicada en la cordillera central dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que cubre casi la totalidad del área. Se caracteriza por un clima muy frío a templado, con condiciones predominantemente húmedas y superhúmedas, que favorecen el desarrollo de bosques montanos andinos y subandinos. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con presencia de fuertes pendientes y alta heterogeneidad altitudinal.	3,6,9,13,21,23,24,25,33,68,81,82	7
10	Andes	30303	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, conformado por ecosistemas de montaña en pisos térmicos templados y fríos, con alta humedad. También se encuentran el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, relacionado con condiciones locales como pendientes extremas o características geológicas particulares, y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a suelos con propiedades específicas que influyen en la configuración del ecosistema.	3,6,9,13,18,21,23,24,25,29,30,33,34,68,81,82	16
11	Andes	30304	La región 30304 está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, compuesto por ecosistemas de montaña en pisos térmicos templados y fríos con alta humedad. También se encuentra el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a condiciones locales particulares como relieve abrupto o sustratos geológicos específicos. En menor medida, se identifican Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical, influenciados por características edáficas como suelos encharcados o de baja profundidad.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,29,30,33,68,81,82	8
12	Andes	30305	La región 30305 está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, conformado por ecosistemas de montaña en pisos térmicos templados y fríos con alta humedad. También se identifican el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a condiciones locales particulares, y Pedobiomas del Zonobioma Húmedo Tropical, definidos por	3,6,9,13,21,23,24,25,29,30,33,34,68,81,82	12

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			propiedades edáficas específicas que condicionan la estructura del ecosistema.		
13	Andes	30306	Región ubicada al norte de la cordillera oriental dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que cubre casi la totalidad del área. Se caracteriza por un clima muy frío a templado, con condiciones predominantemente húmedas y superhúmedas, que favorecen el desarrollo de bosques montanos andinos y subandinos. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con presencia de fuertes pendientes y alta heterogeneidad altitudinal.	3,6,13,21,25,81	10
14	Andes	30308	La región se caracteriza principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, predominando climas muy fríos, húmedos y superhúmedos en paisajes de montaña. El Orobioma Azonal del mismo zonobioma añade complejidad climática con condiciones templadas y frías semiáridas, propias de lomeríos y áreas montañosas más abiertas. Además, se presenta el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a zonas con influencia edáfica particular, que favorecen climas cálidos húmedos y subhúmedos en paisajes más planos o con pendientes suaves. En conjunto, la región combina una marcada variación altitudinal con diversidad de microclimas, dominados por condiciones húmedas.	3,6,9,13,21,23,24,25,68,81,82	23
15	Andes	30309	La región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, compuesto por ecosistemas de montaña en condiciones climáticas húmedas, templadas y frías. También se encuentran el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a factores locales como pendientes y geología, y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, influenciado por propiedades del suelo que condicionan la cobertura vegetal.	3,6,9,13,21,23,24,25,29,30,33,34,68,81	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
16	Andes	30310	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el cual configura un paisaje de montaña con condiciones climáticas frías, húmedas y superhúmedas. Esta predominancia le confiere al territorio una marcada identidad altitudinal, donde los ecosistemas de alta montaña juegan un papel central. En zonas más restringidas, se encuentran unidades del Pedobioma del mismo zonobioma, asociadas a condiciones edáficas particulares que favorecen la presencia de vegetación adaptada a suelos específicos, usualmente en áreas de transición altitudinal. Asimismo, el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical aparece de forma localizada, contribuyendo a la diversidad del paisaje con climas semiáridos y relieves de lomerío. En conjunto, estos biomas conforman un entorno complejo y heterogéneo, en el que predominan las condiciones húmedas y frías sobre un relieve montañoso.	3,6,9,13,21,23,24,25,30,33,68,81,82	32
17	Andes	30311	La región se encuentra fuertemente influenciada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, lo que se traduce en un paisaje montañoso con predominio de climas fríos, húmedos y superhúmedos. Esta configuración genera condiciones ambientales estables que favorecen la presencia de ecosistemas de alta montaña característicos de zonas con elevada pluviosidad y temperaturas bajas. De manera más puntual, se presentan unidades del Pedobioma del mismo zonobioma, asociadas a condiciones edáficas particulares que se manifiestan en zonas localizadas con suelos específicos. En su conjunto, la región refleja un entorno típicamente húmedo, con fuertes determinantes topográficos y suelos que, aunque en menor proporción, aportan a la diversidad ecológica del territorio.	3,6,9,11,13,15,21,23,24,25,29,30,33,81,82	9
18	Andes	30312	Región ubicada en la cordillera oriental, dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con ecosistemas montañosos en climas templados y húmedos. Le acompañan el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, influenciado por condiciones locales, y el Pedobioma del	3,6,9,13,21,24,25,30,33,68,81	13

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a suelos con propiedades específicas que condicionan la vegetación.		
19	Andes	30313	Región ubicada en la cordillera central dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que cubre casi la totalidad del área. Se caracteriza por un clima muy frío a templado, con condiciones predominantemente húmedas y superhúmedas, que favorecen el desarrollo de bosques montanos andinos y subandinos. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con presencia de fuertes pendientes y alta heterogeneidad altitudinal.	3,6,21,24,25,33,81,82	10
20	Andes	30314	Región ubicada en la cordillera oriental, dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con ecosistemas de montaña en ambientes templados y húmedos. También se presenta el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, vinculado a condiciones locales como el relieve. En menor proporción, se encuentra el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a suelos específicos que influyen en la cobertura vegetal. Toma parte del páramo de Sumapaz.	3,6,9,13,21,23,24,25,30,33,81,82	9
21	Andes	30316	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con ecosistemas de montaña en climas templados y húmedos. En proporciones menores, se presentan el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, influenciado por condiciones edáficas particulares, y el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical.	3,6,9,13,21,23,24,25,33,68,75,81,82	10
22	Andes	30317	La región de estudio se caracteriza principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con predominancia de paisajes montañosos bajo climas templados y fríos, tanto superhúmedos como húmedos. También se encuentran áreas con clima frío semihúmedo y templado semihúmedo, siempre en paisajes montañosos. Además, se observan zonas del Zonobioma	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,68,81,82	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			Húmedo Tropical con climas cálidos húmedos y superhúmedos en paisajes de montaña, así como algunas áreas de lomerío con clima cálido húmedo.		
23	Andes	30318	La región está marcada por una clara dominancia del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que aporta condiciones climáticas frías y húmedas sobre un relieve montañoso. Este bioma imprime una identidad ecológica basada en la altitud y en la elevada disponibilidad hídrica. De manera complementaria, se presenta el Orobioma Azonal del mismo zonobioma, el cual introduce mayor heterogeneidad ambiental, con climas que tienden hacia lo semiárido en zonas de lomerío o montaña menos abrupta. Adicionalmente, el territorio alberga áreas localizadas de Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociadas a suelos con propiedades particulares que influyen en la composición de la vegetación.	3,6,9,11,13,21,24,25,30,33,81	12
24	Andes	30319	La región está ubicada en la cordillera oriental y dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, representando ecosistemas de montaña en condiciones climáticas templadas y húmedas. También se identifican el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a factores locales como el relieve, y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, relacionado con suelos particulares que afectan la vegetación.	3,6,9,13,21,23,24,25,29,30,33,68,81	13
25	Andes	30320	Región ubicada al norte de la cordillera oriental dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que cubre casi la totalidad del área. Se caracteriza por un clima muy frío a templado, con condiciones predominantemente húmedas y superhúmedas, que favorecen el desarrollo de bosques montanos andinos y subandinos. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con presencia de fuertes pendientes y alta heterogeneidad altitudinal.	3,6,13,21,25,81	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
26	Andes	30401	Región ubicada en la cordillera occidental y los valles interandinos dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que ocupa más de la mitad del área, con ecosistemas montañosos en climas muy fríos a templados, bajo condiciones húmedas y superhúmedas. Le acompañan el Zonobioma Alternohígrico Tropical, caracterizado por variaciones estacionales en la disponibilidad de agua, y el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, influenciado por condiciones locales como pendientes o drenaje. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con una marcada heterogeneidad altitudinal.	3,6,9,13,21, 23,24,25,30 ,31,33,81	12
27	Andes	30402	La región está ubicada en la cordillera occidental y central predominantemente compuesta por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, destacándose un clima templado húmedo en un paisaje montañoso, que representa la mayor parte del área. También se observa un clima frío superhúmedo, presente en paisajes montañosos y en altiplanicies. Adicionalmente, el clima frío húmedo se encuentra en paisajes tanto montañosos como de altiplanicie. Aunque en menor proporción, se registran climas cálidos húmedos en paisajes de lomerío y montaña. En general, la región exhibe una diversidad de climas fríos y templados, con una clara inclinación hacia condiciones húmedas en entornos montañosos.	3,6,9,13,21, 23,24,25,30 ,31,33	8
28	Andes	30403	La región está predominantemente formada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, destacándose un clima templado húmedo y un paisaje de altiplanicie, que representa la mayor parte del área. Se asocia un clima frío superhúmedo, que también abunda en paisajes montañosos. Complementariamente, hay una notable presencia de un clima frío húmedo en paisajes tanto de lomerío como de montaña. En general, la región se caracteriza por su diversidad climática, con un fuerte predominio de climas templados y fríos en diferentes configuraciones paisajísticas.	3,6,9,13,21, 24,25,30,33	9

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
29	Andes	30404	La región se ubica en la cordillera occidental y está predominantemente compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del mismo, con un predominio de paisajes montañosos. Los climas varían entre cálido húmedo, cálido superhúmedo y templado húmedo, destacando también áreas con clima cálido semi húmedo y templado superhúmedo. En menor medida, se encuentran zonas de piedemonte con clima cálido húmedo	3,6,11,21,23,24,25,30,33	7
30	Andes	30405	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, el cual aporta una amplia variabilidad climática, incluyendo zonas con climas templados y fríos semiáridos, asociados a paisajes de lomerío y montaña. En segundo lugar, el Orobioma del mismo zonobioma contribuye con extensas áreas montañosas húmedas, caracterizadas por climas fríos y superhúmedos. También se encuentran, de forma localizada, unidades del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, vinculadas a condiciones edáficas específicas que influyen en la distribución de la vegetación.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40,75,81	14
31	Andes	30406	La región se ubica en la cordillera central y parte de la cordillera oriental y se caracteriza mayoritariamente por orobiomas del zonobioma húmedo tropical, donde predominan climas templados semihúmedos y montañas. También hay una notable presencia de climas muy fríos húmedos y fríos semihúmedos, todos con un paisaje montañoso. Además, se observan áreas con climas cálidos semihúmedos y semiáridos, manteniendo la misma estructura paisajística de montaña	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40,68	71
32	Andes	30407	La región está compuesta mayoritariamente por el orobioma del zonobioma húmedo tropical, destacándose un clima templado semihúmedo y un paisaje montañoso, que representa una parte significativa del área. También se presenta un clima frío húmedo y un clima frío semihúmedo en paisajes montañosos. Además, se identifican climas templados semiáridos, tanto en	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40,75,81	12

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			paisajes de piedemonte como montañosos. Junto a esto, hay presencia de climas templados húmedos en montañas y altiplanicies. Aunque en menor proporción, se registra un clima templado semiárido en paisajes de planicie aluvial y lomerío. En general, la región refleja una diversidad de condiciones climáticas en diferentes configuraciones paisajísticas, con predominancia de ambientes montañosos.		
33	Andes	30408	Región predominantemente conformada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que representa la mayor parte del área y se desarrolla en un paisaje montañoso bajo condiciones de clima templado superhúmedo. Se identifican zonas con clima frío superhúmedo, templado húmedo y templado semihúmedo, todos en entornos montañosos. En menor medida, aparecen climas cálido superhúmedo y frío húmedo, se registra una pequeña área con clima templado húmedo en paisaje de lomerío. Además, la región alberga áreas del Zonobioma Húmedo Tropical, típico de zonas cálidas con alta humedad, el Zonobioma Alternohígrico Tropical, asociado a variaciones estacionales de humedad, así como Pedobiomas y Orobiomas Azonales del Zonobioma Húmedo Tropica. En conjunto, esta región refleja una notable diversidad climática y ecológica.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,81	8
34	Andes	30409	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el cual se asocia a climas fríos, húmedos y superhúmedos en zonas de montaña. También se encuentra una proporción considerable del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado por climas cálidos y húmedos en áreas de menor altitud. De forma puntual, aparecen unidades del Zonobioma Alternohígrico Tropical, representativas de ambientes con marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad, así como del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, vinculado a suelos con propiedades particulares que afectan la cobertura vegetal.	3,6,11,13,21,24,25,30,33	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
35	Andes	30410	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que define un paisaje montañoso con climas fríos, húmedos y superhúmedos. En menor proporción, el Orobioma Azonal del mismo zonobioma aporta variabilidad altitudinal y climática, especialmente en zonas de lomerío y pendientes moderadas. También se identifican unidades del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociadas a condiciones edáficas específicas, y del Zonobioma Alternohígrico Tropical, caracterizado por una marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad. De forma puntual, aparece el Zonobioma Húmedo Tropical en áreas de baja altitud con clima cálido y húmedo.	3,6,9,13,21,23,24,25,30,33,81,82	9
36	Andes	30411	La región está compuesta principalmente por el orobioma del zonobioma húmedo tropical, predominando paisajes montañosos con climas fríos húmedos, templados semihúmedos y fríos semihúmedos. En menor medida, se encuentran áreas con climas muy fríos superhúmedos y húmedos, así como paisajes de piedemonte bajo clima cálido semiárido. También se observan zonas con paisajes de lomerío y altiplanicie, asociados a climas fríos húmedos y templados semihúmedos. Finalmente, hay pequeñas áreas de clima templado semiárido en paisajes montañosos.	3,6,9,11,13,15,21,23,24,25,30,31,33,40,68,75,81	15
37	Andes	30412	La región está mayoritariamente compuesta por el zonobioma alternohígrico Tropical, con climas cálidos semiáridos y paisajes que incluyen piedemonte, montaña y valle. También predominan áreas del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que se caracteriza por climas templados y fríos, tanto húmedos como semihúmedos, y paisajes montañosos. Además, se observan porciones menores con climas cálidos semihúmedos asociados al Zonobioma Húmedo Tropical, en paisajes de montaña y piedemonte. Finalmente, una pequeña parte corresponde al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical.	3,6,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40,68	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
38	Andes	30413	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado por climas fríos, húmedos y superhúmedos en zonas de relieve montañoso. También se presenta el Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a condiciones cálidas y húmedas en áreas de menor altitud. De forma localizada, se identifican unidades del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, presentes en sectores con suelos diferenciados y pendientes suaves.	3,6,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40,68,81	12
39	Andes	30414	La región se ubica principalmente en la cordillera central y está mayoritariamente compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical, con predominancia de climas cálidos semiáridos en paisajes de piedemonte, montaña y valle. También se observan áreas con paisajes montañosos bajo clima cálido semihúmedo del Zonobioma Húmedo Tropical, y en menor medida, zonas templado semihúmedas en montañas, junto con áreas semiáridas en lomeríos.	3,6,11,13,21,23,24,25,29,30,31,33,40,68,75	14
40	Andes	30415	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a climas fríos y húmedos en áreas montañosas. En segundo lugar, se encuentra el Orobioma Azonal del mismo zonobioma, que introduce mayor variabilidad climática y topográfica, especialmente en zonas de lomerío. También están presentes el Zonobioma Húmedo Tropical, correspondiente a zonas cálidas y húmedas de menor altitud, y el Zonobioma Alternohígrico Tropical, caracterizado por una marcada estacionalidad en la disponibilidad de humedad. De manera más puntual, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical se distribuye en áreas con condiciones edáficas específicas que influyen en la vegetación dominante.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,81	13
41	Andes	30416	La región de estudio está mayoritariamente compuesta por el orobioma del zonobioma húmedo tropical, predominando paisajes montañosos con climas templados húmedos, fríos húmedos y fríos superhúmedos. También se	3,6,9,13,21,23,24,25,30,33,81	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			encuentran áreas significativas con clima templado semihúmedo y templado superhúmedo en paisajes montañosos. En menor medida, hay zonas de piedemonte asociadas a climas templados húmedos y semihúmedos, así como algunas áreas con clima muy frío y superhúmedo en montañas.		
42	Andes	30417	La región de estudio se caracteriza principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con predominancia de paisajes montañosos bajo climas templados y fríos, tanto superhúmedos como húmedos. También se encuentran áreas con clima frío semihúmedo y templado semihúmedo, siempre en paisajes montañosos. Además, se observan zonas del Zonobioma Húmedo Tropical con climas cálidos húmedos y superhúmedos en paisajes de montaña, así como algunas áreas de lomerío con clima cálido húmedo.	3,6,9,11,12,13,15,21,23,24,25,30,31,33,68,81	7
43	Andes	30418	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que domina el paisaje con climas fríos, húmedos y superhúmedos en zonas montañosas. En menor proporción, se encuentra el Orobioma Azonal del mismo zonobioma, que aporta diversidad en la topografía y en las condiciones climáticas, especialmente en áreas de lomerío y pendientes medias. También se presentan unidades del Zonobioma Húmedo Tropical, vinculadas a climas cálidos y húmedos en sectores de menor altitud, y del Zonobioma Alternohígrico Tropical, representativo de zonas con variación estacional en la humedad. De forma puntual, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical aparece en áreas donde los suelos condicionan la estructura y composición de la vegetación.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,68,75,81	10
44	Andes	30419	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a climas fríos, húmedos y superhúmedos en zonas montañosas. También se encuentra una proporción significativa del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado por climas cálidos y húmedos en áreas de menor altitud. De manera más localizada, se identifican pequeñas	3,6,11,13,21,23,24,25,30,33	12

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			extensiones del Zonobioma Alternohígrico Tropical, representativo de ambientes con estacionalidad en la humedad, así como del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, ligado a suelos con propiedades particulares. También aparece, en proporción reducida, el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical, relacionado con lomeríos y zonas de transición altitudinal.		
45	Andes	30420	La región está dominada por el Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, ambos desarrollados en paisajes montañosos con climas templados y fríos húmedos a superhúmedos, influenciados localmente por el relieve. Les siguen el Zonobioma Alternohígrico Tropical, que refleja una estacionalidad marcada en la disponibilidad de humedad, y el Zonobioma Húmedo Tropical, presente en zonas de piedemonte o lomerío bajo condiciones cálidas y húmedas. Esta configuración evidencia una fuerte predominancia de ambientes montañosos con diversidad climática.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,29,30,33,68,75,81	10
46	Andes	30421	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado por climas fríos y húmedos en zonas montañosas. También se encuentra una proporción significativa del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a climas cálidos y húmedos en áreas de menor altitud. De manera puntual, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical está presente en sectores con condiciones edáficas particulares que influyen en la cobertura vegetal y su distribución	3,6,9,11,12,13,21,23,24,25,30,33,68,81	14
47	Andes	30422	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical en un paisaje montañoso, con climas templados y fríos, tanto húmedos como superhúmedos, que constituyen la mayor parte del área. También se destacan zonas con climas fríos semi húmedos y cálidos superhúmedos, manteniéndose en el contexto montañoso. Finalmente, existen áreas	3,6,9,11,12,13,21,23,24,25,30,33,68,81	13

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			menores con climas cálidos y templados semihúmedos, que contribuyen a la diversidad climática dentro de la región.		
48	Andes	30423	La región está ubicada en la cordillera oriental y está compuesta mayoritariamente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, seguido por el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma Azonal del mismo zonobioma. Esta configuración corresponde a paisajes de alta y media montaña bajo condiciones de alta humedad. Los ecosistemas presentes incluyen formaciones vegetales andinas como bosques subandinos y andinos húmedos, así como coberturas propias de zonas más bajas con climas cálido-húmedos. El Orobioma Azonal refleja pendientes pronunciadas, suelos poco desarrollados que generan microambientes específicos.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,35,40,68,81	27
49	Andes	30424	La región de estudio se caracteriza mayoritariamente por pertenecer al Zonobioma Húmedo Tropical, con predominancia de un clima cálido húmedo y un paisaje montañoso. También presenta zonas con clima cálido semihúmedo, tanto en áreas montañosas como en valles. En menor proporción, se encuentran lomeríos con clima cálido húmedo y montañas con un clima cálido superhúmedo. Adicionalmente, hay pequeñas áreas con un clima templado húmedo en entornos montañosos, asociados al Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical	3,6,9,13,21,23,24,25,30,31,33,35,40	30
50	Andes	30425	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con participación significativa del Zonobioma Húmedo Tropical y del Zonobioma Alternohígrico Tropical. Esta combinación refleja un territorio con fuerte influencia montañosa en su zona central, transicionando hacia tierras bajas cálidas y ambientes con estacionalidad hídrica. Los ecosistemas presentes se desarrollan en climas que van de muy fríos a cálidos, bajo condiciones predominantemente húmedas, e incluyen bosques andinos y subandinos, así como formaciones vegetales propias de planicies y	3,6,11,13,21,24,25,35	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			piedemontes. El relieve, conformado por montañas, piedemontes y planicies aluviales		
51	Andes	30426	La región de estudio se caracteriza mayoritariamente por estar dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con un paisaje montañoso y un clima templado semihúmedo. También cuenta con áreas relevantes de clima cálido semihúmedo en entornos montañosos. En menor proporción, se encuentran montañas con clima frío húmedo y, en menor medida, zonas con clima templado húmedo. Existen pequeñas áreas de piedemontes y lomeríos, tanto en clima templado semihúmedo como cálido semihúmedo, aunque estos paisajes son significativamente menos representativos	3,6,13,21,25	8
52	Andes	30427	La región de estudio se caracteriza principalmente por estar dominada por el Zonobioma Húmedo Tropical, con un paisaje montañoso y un clima cálido húmedo. También es notable la presencia del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, donde prevalecen paisajes montañosos con climas templados húmedos y superhúmedos. En menor medida, hay lomeríos asociados a un clima cálido húmedo, así como montañas con climas cálidos superhúmedos. Las zonas con clima frío superhúmedo en entornos montañosos son más reducidas.	3,6,11,13,21,23,24,25,30,33	10
53	Andes	30428	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, que se asocia a climas fríos y húmedos en zonas de montaña. También se observa una importante presencia del Zonobioma Húmedo Tropical, característico de áreas cálidas y húmedas ubicadas en sectores de menor altitud. De forma localizada, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical se distribuye en áreas con suelos particulares y pendientes suaves, que condicionan la vegetación presente en esos entornos.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33	92

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
54	Andes	30429	Esta región está conformada principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, asociado a climas fríos, húmedos y superhúmedos en zonas montañosas. En menor proporción, se presentan el Zonobioma Húmedo Tropical, característico de áreas cálidas y húmedas en zonas de baja altitud, y el Zonobioma Alternohígrico Tropical, que refleja ambientes con variación estacional en la humedad. También se identifican unidades del Orobioma Azonal del mismo zonobioma, en zonas con mayor heterogeneidad topográfica, y del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, presente en sectores con suelos diferenciados.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,68,81	10
55	Andes	30430	La región ubicada principalmente en la cordillera central, está completamente dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, correspondiente a ecosistemas montañosos en condiciones de alta humedad. Estos se desarrollan en climas que oscilan entre templado y muy frío, con predominio de formaciones vegetales como bosques subandinos y andinos húmedos. El relieve está caracterizado por montañas y piedemontes, con pendientes marcadas y una fuerte variación altitudinal, lo que configura un paisaje complejo influenciado por la topografía	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,33,40,75,81	9
56	Andes	30458	Esta región está conformada principalmente por el Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado por climas cálidos y húmedos en zonas de baja altitud. En menor medida, se encuentra el Pedobioma del mismo zonobioma, presente en áreas donde las condiciones del suelo influyen en la cobertura vegetal y su distribución. De forma puntual, este pedobioma se extiende sobre terrenos con pendientes suaves o propiedades edáficas particulares. También se identifican pequeñas áreas con características similares a las del Zonobioma Húmedo Tropical, que refuerzan la homogeneidad climática del territorio.	3,6,11,21,23,24,25,30,33,35,40	27

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
57	Andes	30459	La región ubicada en la zona sur de los Andes está conformada por una combinación de unidades ecológicas montañosas húmedas, con predominio del Orobioma Azonal y del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, junto al Zonobioma Alternohígrico Tropical. Esta configuración refleja un relieve abrupto y variado, con influencia de factores locales como pendientes extremas y drenajes particulares. Los ecosistemas se desarrollan bajo climas templados a muy fríos, en condiciones de alta humedad y estacionalidad hídrica, donde se distribuyen bosques andinos y subandinos, así como formaciones vegetales sujetas a pulsos de humedad. El paisaje incluye principalmente montañas y piedemontes	3,6,13,21,23,24,25,30,33	71
58	Andes	30460	La región ubicada en la cordillera occidental, se caracteriza mayoritariamente por el Zonobioma Húmedo Tropical, destacándose un clima cálido superhúmedo y un paisaje montañoso, que representa una parte significativa del área. Junto a esto, se presenta un clima templado superhúmedo también en paisajes montañosos, así como climas templados semihúmedo y húmedo en el mismo entorno. Adicionalmente, hay una notable presencia de climas cálidos semihúmedos y húmedos, todos en paisajes de montaña. Aunque en menor proporción, se incluye un clima cálido superhúmedo en un paisaje de valle, aportando así a la diversidad climática de la región. En conjunto, la región refleja una rica variedad de condiciones climáticas en ambientes montañosos.	3,6,11,13,21,23,24,25,30,33,81	10
59	Andes	30461	La región ubicada en la zona norte de la cordillera oriental, está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con presencia del Orobioma Azonal del mismo zonobioma. Corresponde a un territorio de montaña con climas templados a muy fríos y condiciones de alta humedad, donde se desarrollan ecosistemas típicos de bosques andinos y subandinos. La presencia del componente azonal indica la influencia de factores locales como pendientes pronunciadas, suelos poco desarrollados o drenaje	3,6,11,13,21,24,25,30,33	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			superficial, que generan variaciones microambientales en la vegetación. El relieve está compuesto principalmente por montañas y piedemontes, con una marcada complejidad topográfica.		
60	Andes	30464	La región presenta una dominancia del Zonobioma Húmedo Tropical, seguido por el Zonobioma Alternohígrico Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Esta combinación refleja una transición altitudinal entre tierras bajas cálidas y áreas de montaña, bajo condiciones climáticas húmedas a muy húmedas. Los ecosistemas presentan bosques húmedos tropicales en planicies y piedemontes, así como formaciones vegetales sujetas a estacionalidad hídrica en zonas alternohígricas. En las zonas más elevadas, se ubican ecosistemas montanos propios de climas más fríos y alta humedad. El relieve integra planicies aluviales, piedemontes y sistemas montañosos	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,40	8
61	Andes	30465	La región de estudio se distingue mayoritariamente por la presencia del Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizados por climas muy fríos superhúmedos, húmedos y semihúmedos, todos en un paisaje montañoso. También se observa un clima frío semiárido, que se manifiesta en áreas montañosas y en paisajes misceláneos erosionados. Adicionalmente, hay secciones con climas cálidos semihúmedos y templados semihúmedos	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,81,82	9
62	Andes	30466	La región está dominada por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado principalmente por climas muy fríos, tanto húmedos como semihúmedos, en paisajes montañosos. Además, presenta áreas significativas con clima frío semiárido, igualmente en montañas. También se destacan zonas con clima muy frío superhúmedo y, en menor medida, pequeñas porciones de clima extremadamente frío superhúmedo y frío semihúmedo, siempre manteniendo el paisaje montañoso como la constante en toda la región.	3,6,9,11,12,13,21,23,24,25,30,33,68,81	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
1	Amazonia	30201	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Litobiomas de la Amazonía; Caracterizada por presentar lugares de afloramientos rocosos, posee un Cálido muy Húmedo y Cálido Húmedo. El relieve que predomina son las mesetas o montañas con cimas aplanadas.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	9
2	Amazonia	30202	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por peniplanicies, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,25,29,30,33,68	9
3	Amazonia	30203	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical.; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, macizos, planicies aluviales y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,33,68	7
4	Amazonia	30204	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo, Cálido SemiHúmedo, Cálido SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo y Templado SuperHúmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, montañas, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33	11
5	Amazonia	30205	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está caracterizado por lomeríos, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,18,21,23,24,25,30,33,68	8
6	Amazonia	30206	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido	3,6,11,13,18,21,23,24,25,33,68	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, macizos, peniplanicies, planicies aluviales y valles.		
7	Amazonia	30207	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está asociado con la formación geológica del escudo Guyanés, es mayormente plano y poco ondulado.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,25,29,33,68	7
8	Amazonia	30208	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, planicies aluviales y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,33,68	9
9	Amazonia	30209	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo, Cálido SuperHúmedo, Cálido SemiHúmedo, Templado Húmedo, Templado SuperHúmedo y Frío Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos,montañas, piedemontes, planicies aluviales, planicies fluviales y valles.	3,6,9,11,13,15,18,21,23,24,25,30,31,33,75	8
10	Amazonia	30210	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo, Cálido SemiHúmedo, Cálido SuperHúmedo, Templado Húmedo, Templado SemiHúmedo y Templado SuperHúmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, montañas, piedemontes, planicies aluviales, y valles.	3,6,9,11,13,15,18,21,23,24,25,30,31,33,68	9

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
11	Amazonia	30211	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo	3,6,11,13,15,21,24,25,33,68	6
12	Amazonia	30212	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo y Cálido SemiHúmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, peniplanicies, planicies aluviales y valles.	3,6,9,11,12,13,15,18,21,23,24,25,29,30,33,68	7
13	Amazonia	30213	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos y valles.	3,6,11,12,13,15,21,23,25,33,68	7
14	Amazonia	30214	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	6
15	Amazonia	30215	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, planicies aluviales y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,30,31,33,75	9
16	Amazonia	30216	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo, Cálido SuperHúmedo, Templado Húmedo, y Templado SuperHúmedo. El relieve está predominado por lomeríos, montañas, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,30,31,33,35,40,75	9

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
17	Amazonia	30217	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,6,9,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33,35,40	9
18	Amazonia	30218	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos y valles.	3,6,9,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33	8
19	Amazonia	30219	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo, Cálido SemiHúmedo y Templado Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, montañas planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,30,33	6
20	Amazonia	30220	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33,35	7
21	Amazonia	30221	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por planicies.	3,6,11,13,15,18,21,25,33,68	7
22	Amazonia	30222	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, macizos, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,15,18,21,25,33,68	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
23	Amazonia	30223	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está caracterizado por lomeríos.	3,6,11,12,13,15,21,23,24,25,33,68	7
24	Amazonia	30224	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, peniplanicies, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33,68	9
25	Amazonia	30225	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por peniplanicies y valles.	3,6,11,13,18,21,25,29,33,68	7
26	Amazonia	30226	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, montañas, piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,30,33,35,40	8
27	Amazonia	30227	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, macizos y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	7
28	Amazonia	30228	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por peniplanicies, planicies aluviales y valles.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,25,33,68	7
29	Amazonia	30229	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve es plano a suavemente ondulado.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
30	Amazonia	30230	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies y planicies.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,33,68	8
31	Amazonia	30231	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, peniplanicies, planicies aluviales y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	8
32	Amazonia	30232	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve es predominantemente plano, con pendientes que no sobrepasan el 3%.	3,6,11,12,13,15,18,21,23,24,25,29,30,33,68,75	10
33	Amazonia	30233	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. Esta zona es completamente llana, con mínimas elevaciones.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,29,30,33,68	7
34	Amazonia	30234	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve es predominantemente plano, con suaves pendientes.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	7
35	Amazonia	30235	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,29,30,33,68	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
36	Amazonia	30236	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por lomeríos, macizos, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,30,33,68	9
37	Amazonia	30237	Región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizada por un clima Cálido Húmedo. El relieve está predominado por altiplanicies, lomeríos, macizos, montañas, peniplanicies y valles.	3,6,11,13,15,18,21,23,24,25,33,68	9
1	Caribe	30431	La región está compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; está caracterizado por un clima Calido Semiarido y un paisaje Planicie marina	3,5,6,11,21,23,24,25,30,31,32,33,35,40,74	9
2	Caribe	30432	Región compuesta por el Zonobioma Alternohigrico Tropical, Zonobioma Húmedo Tropica el y una parte muy pequeña por el Pedobioma Húmedo Tropical. Su clima varía entre Cálido Semiárido y Semi Húmedo con un paisaje de Piedemonte, montañas y lomeríos.	3,6,9,11,13,21,23,24,25,30,31,33,35,40,49,68,74,75	9
3	Caribe	30433	La región está compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima cálido Semi Húmedo y un paisaje Piedemonte y de planicies aluviales.	3,6,9,11,21,23,24,25,30,33,35,40,75	10
4	Caribe	30434	Región con presencia de dos biomas: el Zonobioma Alternohígrico Tropical y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Además la región presenta un clima cálido Árido y Cálido Semiárido y paisajes de Lomerío, Piedemonte y Planicie aluvial.	3,5,6,9,11,21,23,24,25,30,31,32,33,35,75	10

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
5	Caribe	30435	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical con un paisaje de planicies planicies fluvio lacustres, de Lomeríos, Piedemonte, Montaña y aluviales; con un clima Cálido Semiárido y Cálido Semihúmedo	3,5,6,9,11,21,24,25,30,31,33,35,40,74,75	10
6	Caribe	30436	Esta región presenta dos grandes biomas: Zonobioma Húmedo Tropical y Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Cuenta con los siguientes climas: Cálido Húmedo y Cálido Semihúmedo. El relieve característico de la región está distribuido de la siguiente forma: Lomerío, Montaña y Planicie aluvial, principalmente.	3,6,11,21,23,24,25,30,33,35,40,75	12
7	Caribe	30437	Esta región se compone de dos grandes biomas: Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y Zonobioma Alternohígrico Tropical. Su clima se caracteriza por ser Templado Semihúmedo, Cálido Semiárido y Cálido Semihúmedo. Su paisaje es principalmente de Montaña y Piedemonte.	3,5,6,11,13,21,23,24,25,29,30,33,35,40,74,75	13
8	Caribe	30438	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical ; su clima está caracterizado por ser Calido Semiarido, Templado Semihúmedo y Cálido Semihúmedo, tiene un paisaje corresponde a planicies aluviales, montaña y piedemonte.	3,6,9,11,21,24,25,33,35,40	8
9	Caribe	30439	La región se caracteriza por compuesta por el bioma Zonobioma Alternohígrico Tropical y el bioma Orobioma Azonal del Zonobioma Húmedo Tropical; su clima es Cálido Árido, Semiárido y un paisaje lomerío, montaña, y con planicies fluvio marinas.	3,5,6,11,13,21,23,24,25,30,33,35,40,49,50	6

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
10	Caribe	30440	La región compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima Cálido Semi Húmedo y un paisaje de Lomerío y Planicie aluvial	3,6,9,11,21,23,24,25,33,35,75	9
11	Caribe	30441	La región está compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima cálido Semi Húmedo y Cálido Húmedo y un paisaje Planicie aluvial, de piedemonte con presencia de lomeríos.	3,6,11,21,23,24,25,30,33,35,40	10
12	Caribe	30442	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima Calido Semiarido y un paisaje de piedemonte con presencia de montañas.	3,9,11,13,21,24,25,31,33,35	9
13	Caribe	30443	La región está compuesta por los Zonobiomas Húmedo Tropical, y, el el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido Subhúmedo, semiárido y un paisaje Piedemonte con lomeríos.	3,6,9,11,21,24,25,30,33,35,40	8
14	Caribe	30444	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; su clima está caracterizado por ser Calido Semiarido principalmente y tener un paisaje Planicie aluvial y de piedemonte.	3,5,6,9,11,21,23,24,25,30,33,35,40,74,75	12
15	Caribe	30445	La región está compuesta principalmente por el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima predominantemente cálido Semiárido y un paisaje Piedemonte y de paisaje de Planicie fluvio marina.	3,5,6,9,11,21,24,25,33,35,49,74	10
16	Caribe	30446	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima Cálido Semiárido y un paisaje Lomerío y de Montaña	3,6,9,11,21,24,25,30,33,35	7

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
17	Caribe	30447	La región está compuesta por el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido Desértico con un paisaje predominante de Montaña, Lomeríos y Planicie fluvio marina.	3,6,21,23,24,25,33,49,50	10
18	Caribe	30448	La región está compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima Cálido Húmedo, y Cálido Semihúmedo y un paisaje predominantemente de lomeríos	3,6,9,11,21,23,24,25,30,31,33,35,40,75	7
19	Caribe	30449	La región compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido Semiárido, cálido Semihúmedo y un paisaje de planicie aluvial, montaña y de piedemonte.	3,6,11,21,23,24,25,30,33,35,40	7
20	Caribe	30450	La región comprende 2 grandes biomas: Zonobioma Húmedo Tropical y el Pedobioma Zonobioma Húmedo Tropical. Posee climas tales como Cálido Semihúmedo y Cálido Semiárido. Finalmente paisajes de Piedemonte, Planicies aluviales y montaña.	3,6,9,11,21,23,24,25,30,33,35,40	8
21	Caribe	30451	La región está compuesta principalmente por el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido Desértico y Cálido Árido con un paisaje Planicie fluvio marina y de lomeríos.	3,5,6,11,21,23,24,25,29,30,32,33,49,50	10
22	Caribe	30452	La región está compuesta por el Zonobioma Húmedo Tropical y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical; caracterizado por un clima Cálido Semihúmedo, Cálido Húmedo principalmente y Templado Semihúmedo. Tiene un paisaje de Montaña con presencia de zonas de lomeríos, Planicie aluvial y Piedemonte	3,6,11,21,23,24,25,30,33,35,40	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
23	Caribe	30453	La región compuesta por el pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Alternohígrico Tropical; su clima está caracterizado por ser Cálido Semi Húmedo, Cálido Semiárido, Cálido Árido y un paisaje Planicie aluvial, Planicie marina, piedemonte y también por un paisaje de Lomerío.	3,5,6,9,11,21,23,24,25,30,31,33,35,40,75	13
24	Caribe	30454	La región está compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, el Zonobioma Húmedo Tropical, Zonobioma Alternohígrico Tropical, ; caracterizado por un clima Cálido Húmedo, Semihúmedo, Cálido Semiárido y un paisaje Planicie aluvial, lomeríos, planicies aluviales y planicies fluvio lacustres.	3,6,9,11,21,24,25,30,33,35,40,75	12
25	Caribe	30455	La región está compuesta principalmente por el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido y árido con un paisaje de Lomerío y Piedemonte.	3,6,9,11,21,24,25,30,31,33,40	9
26	Caribe	30456	Contiene principalmente el bioma Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, un clima semiárido; y planicies marinas, y planicies fluvio lacustres.	3,5,6,11,21,24,25,33	6
27	Caribe	30457	La región está cubierta por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical con un paisaje de Montaña, principalmente y un clima Muy Frío Superhúmedo y Frío Húmedo.	3,13,21,25,29,33,34,68	8
28	Caribe	30462	La región está compuesta principalmente por Mares y océanos y el Zonobioma Alternohígrico Tropical; caracterizado por un clima cálido Semiárido con un paisaje de Lomerío.	3,5,21,23,24,25,33,68	8
1	Orinoquia	30469	La región estudiada, perteneciente al Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se caracteriza predominantemente por un clima templado húmedo y superhúmedo, así como por un paisaje montañoso. Además, se presentan	3,6,11,12,13,21,23,24,25,30,33,40	10

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			áreas con clima cálido húmedo y un paisaje montañoso o lomerío. También se identifican características de clima frío superhúmedo, aunque en menor proporción, incluyendo paisajes de altiplanicie y montaña. En general, el paisaje montañoso y los climas templado y cálido son los más representativos de la región		
2	Orinoquia	30470	La región de estudio se encuentra predominantemente en el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizada principalmente por un clima cálido semihúmedo. Los paisajes más comunes incluyen planicies eólicas, planicies aluviales y valles. También hay una presencia significativa de áreas con un clima cálido semiárido, asociadas a planicies aluviales.	3,6,11,12,21,23,24,25,33,35,40	10
3	Orinoquia	30471	La región se caracteriza principalmente por pertenecer al Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, presentando un mosaico de paisajes montañosos y de piedemonte. Predomina el clima templado húmedo, aunque también se encuentran zonas con clima templado semi-húmedo. En menor proporción, la región incluye áreas pertenecientes al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con climas húmedos y paisajes de montaña, piedemonte y planicies aluviales.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,30,31,33,35,40,75	18
4	Orinoquia	30472	La región estudiada, en su mayoría perteneciente al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se caracteriza principalmente por un clima cálido semihúmedo, con un paisaje predominante de lomerío. También se observan extensas áreas de valles bajo el mismo clima. En menor proporción, se identifican altiplanicies que complementan el paisaje. El lomerío es el elemento geográfico más destacado, seguido por los valles y las altiplanicies, todos en un contexto climático cálido semihúmedo	3,6,9,11,12,21,23,24,25,30,33,35,75	97

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
5	Orinoquia	30473	La región estudiada, dominada por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se caracteriza principalmente por un clima cálido semihúmedo y un paisaje de altiplanicie, que abarca la mayor parte de la superficie. También se encuentran zonas de lomerío y valles, aunque en menor proporción. Las altiplanicies son el rasgo geográfico más destacado, seguidas por áreas de lomeríos y valles, todas bajo un clima cálido semihúmedo	3,6,9,11,12,21,23,24,25,33,35	12
6	Orinoquia	30474	La región se compone principalmente por el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Se caracteriza por presentar paisajes de montaña, valle, piedemonte, lomerío y planicies aluviales. Predomina el clima templado húmedo y en menor medida existen áreas con clima templado semihúmedo y cálido húmedo.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,30,31,33,35,40,75	14
7	Orinoquia	30475	La región de estudio está mayoritariamente compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, destacándose por climas cálidos húmedos y semihúmedos. Los paisajes predominantes son lomeríos y valles, con una notable presencia de áreas que presentan estas características climáticas y paisajísticas.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,30,33,35,68	13
8	Orinoquia	30476	La región estudiada, en su mayoría perteneciente al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se caracteriza principalmente por un clima cálido semihúmedo y por la predominancia de paisajes conformados por planicies de inundación. También se destacan las planicies aluviales y, en menor proporción, los valles. El territorio está dominado por estas extensas planicies, mientras que las áreas de valle tienen una presencia más limitada.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,33,35,40	91
9	Orinoquia	30477	La región está compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y Zonobioma Húmedo Tropical. Dominan los paisajes de altiplanicie, planicie aluvial y valles. Se caracteriza por presentar un clima cálido húmedo y cálido semihúmedo.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,30,31,33,35,40,68	18

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
10	Orinoquia	30478	La región, en su mayoría perteneciente al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, se caracteriza principalmente por un clima cálido, tanto húmedo como semihúmedo, con un predominante paisaje de altiplanicie. Además, se identifican áreas de peniplanicie, bajo ambos climas, y en menor proporción, valles. Las altiplanicies son el elemento geográfico más destacado, seguidas por las peniplanicies, mientras que los valles ocupan una parte más reducida del territorio	3,6,9,11,12,21,23,24,25,29,33,68	12
11	Orinoquia	30479	La región está compuesta por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y Zonobioma Húmedo Tropical. Dominan los paisajes de altiplanicie, planicie aluvial y valles. Se caracteriza por presentar un clima cálido húmedo y cálido semihúmedo.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,33,35,40,68	16
12	Orinoquia	30480	La región se compone en su mayoría por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y en menor medida por el Zonobioma Húmedo Tropical. Se encuentra dominado por un clima cálido húmedo y cálido semi húmedo, dominado por un relieve de valles, planicies aluviales y altiplanicies.	3,6,9,11,12,21,24,25,33,35	10
13	Orinoquia	30481	En la región se encuentran principalmente el Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical que se caracteriza por un clima templado húmedo. Por otro lado, el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con un clima cálido húmedo. Distribuidos principalmente en paisajes de piedemonte, valles y planicies aluviales.	3,6,11,12,21,23,24,25,33,40,68	67
14	Orinoquia	30482	La región está compuesta principalmente por el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y el Zonobioma Húmedo Tropical. Predominan los paisajes de piedemonte, planicie aluvial, valle y altillanuras, y un clima cálido húmedo y cálido semihúmedo.	3,6,9,11,12,21,23,24,25,29,30,33,35,68	13

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
15	Orinoquia	30483	La región se caracteriza principalmente por pertenecer al Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con un clima predominantemente templado. También presenta sectores con clima semi-húmedo y, en menor proporción, zonas pertenecientes al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical con un clima cálido húmedo, y paisajes piedemonte, planicie aluvial, valles y lomeríos.	3,6,9,11,12, 21,23,24,25 ,30,31,33,3 5,40	10
1	Pacífico	30484	La región de estudio se encuentra mayoritariamente en el Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizado principalmente por un clima cálido y súper-húmedo. Predominan los paisajes de lomerío y montaña, con una pequeña proporción de áreas en valles. Las zonas con clima cálido húmedo y características indeterminadas (N.A.) son menos significativas en la distribución de la región.	3,5,6,11,21, 23,24,25,30 ,33	7
2	Pacífico	30485	La región presenta a lo largo de su extensión un clima cálido que varía de árido a semihúmedo y húmedo, con paisajes como lomeríos, montañas, piedemonte, valles y planicies aluviales. El relieve comprende abanicos, colinas, vallecitos y terrazas. Hace parte del Pedobioma y Orobioma del Zonobioma Húmedo Tropical y del Zonobioma Alternohígrico Tropical.	3,5,6,9,11,1 3,21,23,24, 25,30,31,33 ,35,40,74	14
3	Pacífico	30486	Presenta principalmente paisajes de planicie aluvial, fluviomarina y marina, algunos lomeríos, montañas y valles; con un relieve de crestas y espinazos, lomas, colinas y terrazas. El clima de la región es cálido superhúmedo y templado superhúmedo. Se sitúa sobre el Zonobioma Húmedo Tropical.	3,5,6,11,21, 23,24,25,30, 33	9
4	Pacífico	30487	Se ubica sobre el Orobioma y el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Presenta un clima principalmente cálido y templado, que puede ser húmedo, semihúmedo o superhúmedo. El relieve lo conforman formaciones de abanico y glacis, terrazas, lomas, colinas, planos de inundación y de marea.	3,5,6,11,21, 23,24,25, 30,31,33, 35	8

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
5	Pacífico	30488	La región de estudio está compuesta en gran parte por áreas sin especificación precisa de características climáticas y paisajísticas, así como por zonas de mares y océanos. Predominan las áreas del Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, caracterizadas principalmente por un clima cálido húmedo, y en menor medida por un clima cálido superhúmedo. Los paisajes asociados a estas áreas incluyen planicies aluviales, marinas, fluvio-marinas y algunas zonas sin identificar (S.I.).	3,5,6,11,21, 23,24,25,30 ,31,33,35	13
6	Pacífico	30489	La región de estudio se encuentra predominantemente en el Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con un clima cálido que varía entre húmedo, semihúmedo y superhúmedo, y que se asocia mayoritariamente a paisajes de valle. Existen también algunas áreas con características no especificadas en cuanto a clima y paisaje.	3,6,11,21,2 3,24,25,30, 33	9
7	Pacífico	30490	En esta región se encuentran parte de los Hidrobiomas y Halobiomas Nechí, San Juan, Truandó y Darien, Zonobioma Húmedo Tropical y Orobioma Subandino. Sus paisajes y relieve se conforman de montañas, planicies y valles, con abanicos, crestas, espinazos, terrazas y crestones. El clima es principalmente cálido y templado, que puede variar entre húmedo, semihúmedo y superhúmedo.	3,5,6,11,21, 23,24,25, 30,33	9
8	Pacífico	30491	El clima se caracteriza por ser cálido, semihúmedo y húmedo o templado semihúmedo y húmedo. Los paisajes que conforman la región son principalmente montañas, planicies, lomeríos y valles, con un relieve de terrazas, vallecitos, crestas y espinazos, planicies de inundación y arrecife franjeante., La región hace parte de Halobioma, Hidrobioma y Orobioma Darien - Tacarcuna, y del Zonobioma Húmedo Tropical.	3,5,6,11,21, 23,24,25, 30,33	5

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
9	Pacífico	30492	La región de estudio está formada principalmente por áreas sin especificación precisa de características climáticas y paisajísticas. Además, una parte importante de la región pertenece al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con un clima cálido húmedo que se encuentra asociado a diversos paisajes, entre los que destacan el piedemonte y planicies, incluyendo planicies aluviales, fluvio-marinas y marinas.	3,5,6,9,11,21,23,24,25,30,31,33,35	8
10	Pacífico	30493	La región de estudio está compuesta mayoritariamente por áreas sin especificación precisa de características climáticas y paisajísticas. Además, una porción significativa de la región corresponde a mares y océanos, cuyas características climáticas y paisajísticas no están determinadas.	3,25,29,33	6
11	Pacífico	30494	La región hace parte del Orobioma subandino, Hidrobioma, Halobioma y Zonobioma húmedo tropical San Juan y Vertiente Pacifico-Choco. El clima predominante es cálido superhúmedo y semihúmedo, sin embargo, también se presenta un clima templado superhúmedo. El paisaje y relieve está conformado por montañas, piedemontes, planicies y valles, y abanicos, terrazas, crestas, crestones, espinazos, lomas y colinas.	3,5,6,11,21,23,24,25,30,33	9
12	Pacífico	30495	La región de estudio está compuesta principalmente por el Orobioma y Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical. Predominan áreas con un clima templado superhúmedo en paisajes de montaña, así como zonas de clima cálido, tanto húmedo como superhúmedo, asociadas a diversos paisajes como piedemontes, planicies aluviales y valles.	3,6,9,11,21,23,24,25,30,33	6
13	Pacífico	30496	La región de estudio se caracteriza mayoritariamente por áreas sin especificación precisa de clima y paisaje, así como por la presencia de mares y océanos con características no determinadas. Además, una parte significativa de la región corresponde al Pedobioma del Zonobioma Húmedo Tropical, con	3,5,6,11,21,23,24,25,30,33	9

Ítem	Región	Región Clasificación	Descripción	Clases	Ver
			un clima cálido superhúmedo que se encuentra asociado principalmente a planicies fluvio-marinas, planicies marinas y valles.		

Tabla 8. Clases interpretadas por regiones de clasificación en Colombia.

4.4.3. Leyenda

La leyenda temática de MapBiomas Colombia ha sido desarrollada mediante un trabajo interdisciplinario que integra profesionales de diversas áreas de las ciencias de la tierra, en coordinación con otros países de América del Sur. Esta articulación busca asegurar coherencia y consistencia temática a nivel regional, en el marco de la Red MapBiomas.

La construcción de las clases de cobertura se fundamentó en referentes internacionales, como las categorías del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) y la leyenda de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Asimismo, se incorporaron elementos de la Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra bajo la metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia a escala 1:100.000 (IDEAM, 2010), que ha sido el principal marco de referencia para el mapeo de coberturas en el país.

Desde la Colección 1, la leyenda de MapBiomas Colombia ha evolucionado mediante la incorporación gradual de nuevas clases que buscan capturar la diversidad de paisajes y usos del suelo del país. En un inicio, se adaptaron categorías empleadas en otras iniciativas de la Red MapBiomas, como MapBiomas Brasil y Bosque Atlántico, y con el avance de las colecciones se han integrado clases específicas para reflejar transformaciones territoriales relevantes. Un ejemplo de esta evolución es la inclusión de la clase de parques solares, pajonal y arbustal andino y pajonal y arbustal andinos inundables en la Colección 4, lo que responde a la necesidad de representar dinámicas emergentes en el territorio colombiano. Actualmente, la leyenda se estructura en dos niveles jerárquicos: el nivel 1 agrupa las clases en grandes categorías temáticas, y el nivel 2 las desagrega en 25 clases específicas, de las cuales 15 corresponden a coberturas naturales, 9 a usos del suelo, 1 a cuerpos de agua (naturales y antrópicos), y 1 clase adicional destinada a representar vacíos de información a lo largo de la serie temporal de 41 años.

NIVEL 1				NIVEL 2				COBERTURA / USO
ID	**Clase nivel 1**	**Hexadecimal code**	**Color**	**ID**	**Clase nivel 2**	**Hexadecimal code**	**Color**	
1	Formación boscosa	#1F8D49		3	Bosque	#1F8D49		Cobertura
				5	Manglar	#04381D		Cobertura
				6	Bosque inundable	#026975		Cobertura
				49	Vegetación leñosa sobre arena	#02D659		Cobertura
10	Formación natural no boscosa	#D6BC74		11	Formación natural no forestal Inundable	#519799		Cobertura
				12	Formación herbácea	#D6BC74		Cobertura
				29	Afloramiento rocoso	#FFAA5F		Cobertura
				32	Planicie de marea	#FC8114		Cobertura

					hipersalina		
				50	Vegetación herbácea sobre arena	#AD5100	Cobertura
				13	Otra formación natural no forestal	#D89F5C	Cobertura
				81	Herbazales o arbustales andinos	#dfeb62	Cobertura
				82	Herbazales o arbustales andinos inundables	#6fc179	Cobertura
				18	Silvicultura	#7A5900	Uso
				35	Palma aceitera	#9065D0	Uso
14	Área agropecuaria	#FFEFC3		74	Plátano y banano (beta)	#BE83F7	Uso
				40	Arroz	#C71585	Uso
				21	Mosaico de agricultura o pasto	#FFEFC4	Uso
				23	Playas, dunas y bancos de arena	#FFA07A	Cobertura
				24	Infraestructura urbana	#D4271E	Uso
				30	Minería	#9C0027	Uso
22	Área sin vegetación	#D4271E		68	Otra área natural sin vegetación	#E97A7A	Cobertura
				25	Otra área antrópica sin vegetación	#DB4D4F	Uso
				75	Parques solares	#C12100	Uso
				33	Río, lago u océano	#2532E4	Cobertura/Uso
26	Cuerpo de agua	#2532E4		31	Acuicultura	#091077	Uso
				34	Glaciar	#93DFE6	Cobertura
27	No observado	#FFFFFF		27	No Observado	#FFFFFF	NA

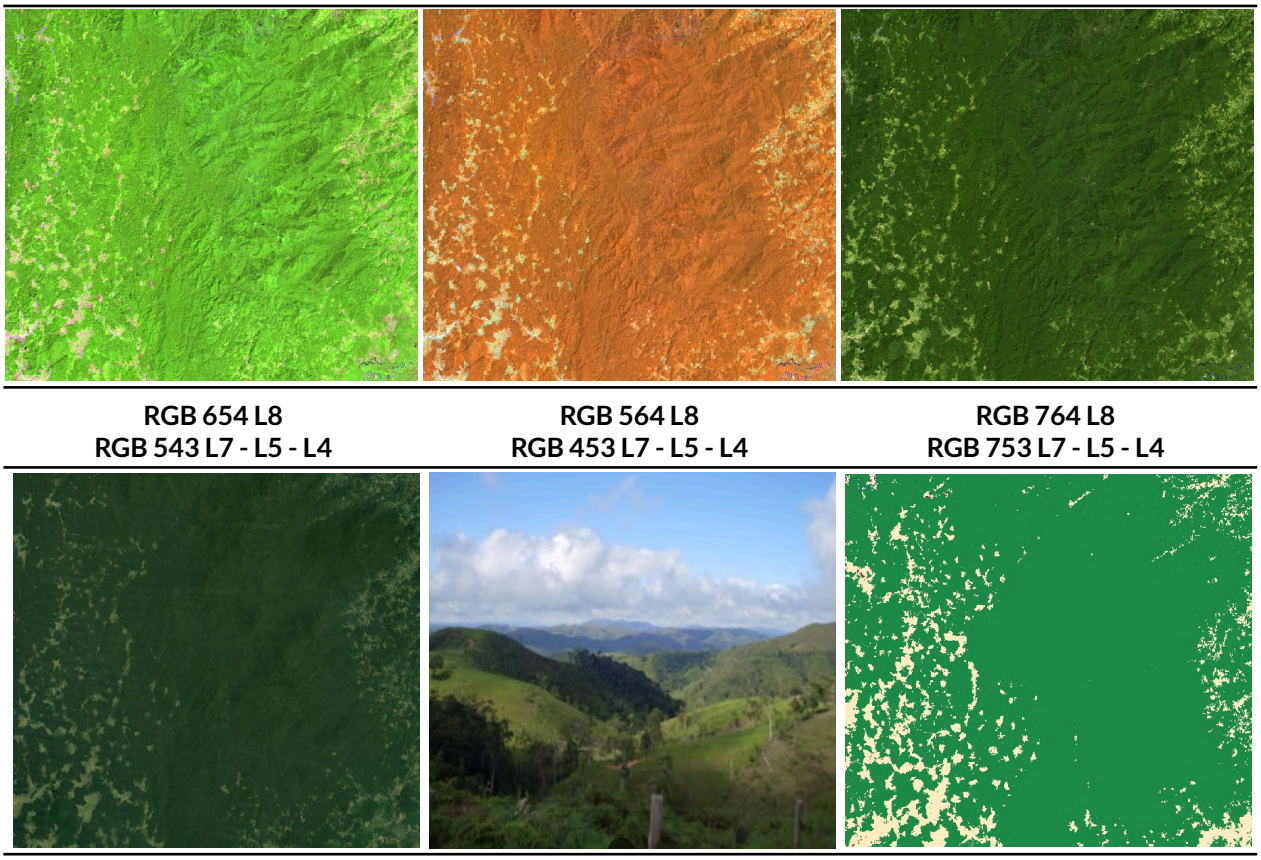
Tabla 9. Leyenda aplicada para MapBiomas Colombia.

A continuación se describen las clases de cobertura detectadas según las regiones de clasificación

4.4.3.1. Leyenda Andes

Bosque (ID:3)

Áreas naturales conformadas por una comunidad vegetal dominada elementos arbóreos o arbustivos, con presencia de algunas palmas, que conforman un dosel más o menos continuo con una altura superior a 5 m. Estas coberturas no han sido intervenidas o su intervención se ha realizado de forma selectiva. Incluye bosques basales y montanos densos de tierra firme, bosques riparios, algunos arbustales densos y vegetación secundaria en un estado avanzado de sucesión, donde ya se han recuperado parte de sus atributos estructurales. Dentro de esta cobertura se encuentra el bosque seco tropical del Valle del Magdalena, el bosque subandino, andino y altoandino de la Cordillera, que a su vez incluye bosques naturales de roble, entre otros.
Para su diferenciación, los bosques de los Andes responden a criterios fisonómicos estructurales fácilmente observables en imágenes de sensores remotos como son la densidad, sombras asociadas a la altitud y la condición de drenaje. Los diferentes matices que se observan dependen de la altura de la vegetación y de la actividad fotosintética de la misma.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

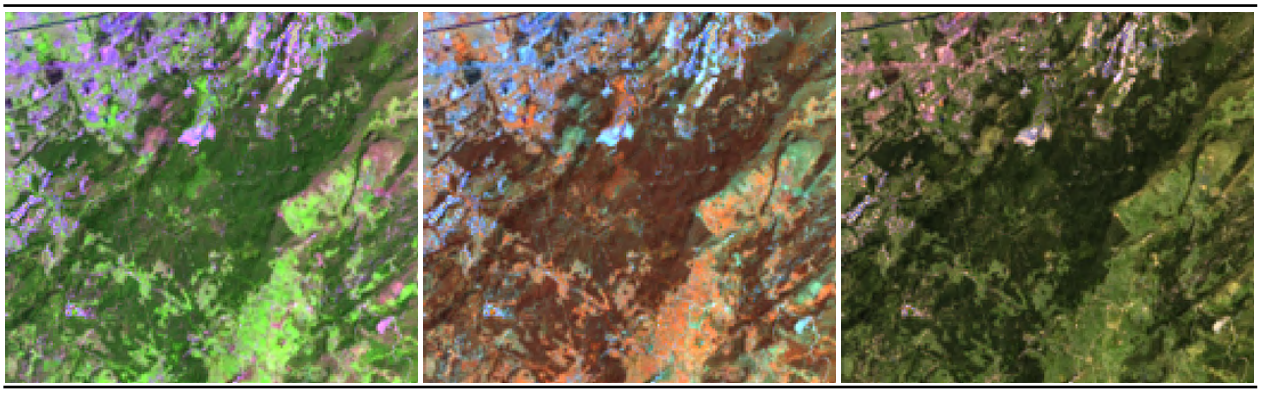
Ubicación: Serranía San Lucas - Antioquia, Año: 2017, Escala: 5000 m, Coordenadas: -74.2832, 7.2931

Figura 34. Respuesta espectral de Bosque en la región Andes.

Como se observa en la **Figura 34**, en la imagen de satélite en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta color verde claro con matices de verde oscuro, en una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan de color rojo intenso con matices oscuros, en verdadero color, se observan tonos verdes oscuros profundos, se pueden observar tonalidades m·s oscuras debido al relieve y la sombra producida por el mismo. Los diferentes matices que se observan dependen de la altura de la vegetación y de la actividad fotosintética de la misma. La textura es altamente rugosa dada por las copas de gran tamaño.

Silvicultura (ID:9)

Plantaciones de vegetación arbórea con fines de manejo forestal. Se compone de rodales forestales establecidos mediante la plantación durante forestaciones o reforestaciones, para producción de madera. Presenta patrón geométrico regular e hileras de árboles generalmente de la misma edad. Antioquia es el departamento con mayor área plantada (22,1%) del total nacional; las especies con mayor área sembrada son el pino pátula (Pinus patula) y eucalipto (Eucalyptus grandis) (MADR, 2022), la mayoría de estas plantaciones se encuentran en zonas de laderas con pendientes suaves a medias, y se caracterizan por tener un dosel uniforme y continuo.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Plantaciones de eucalipto en Sogamoso - Boyacá, Año:2021, Escala: 500 m, Coordenadas -72.87· W, 5.74563 N

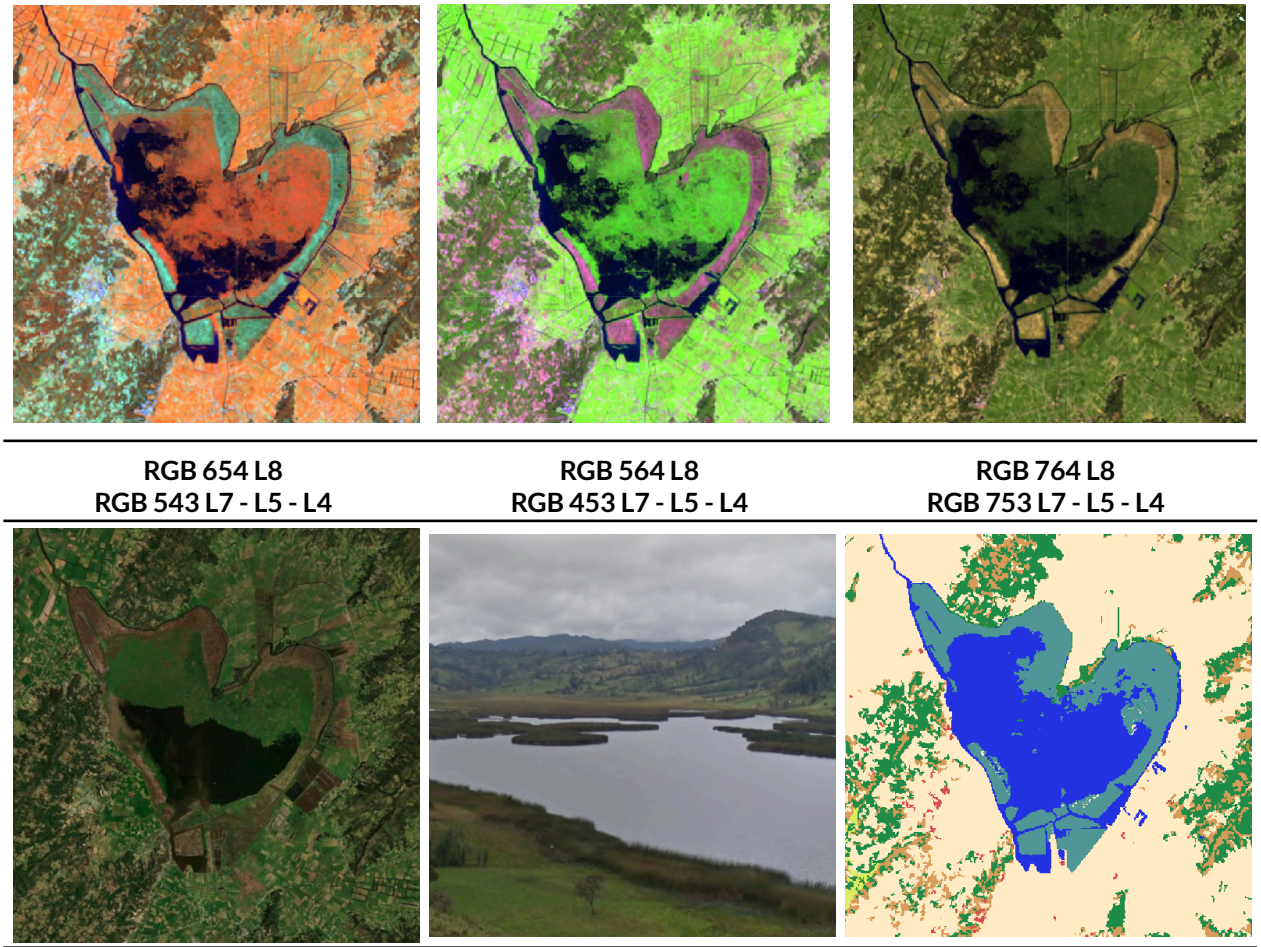
Figura 35. Respuesta espectral de Silvicultura en la región Andes

La respuesta espectral de las plantaciones forestales varían según la especie analizada y sus patrones se caracterizan por tener límites claramente definidos, en algunos casos presentan geometrías rectangulares. Presentan coloraciones intensas de verde con algunos matices de verde lima en RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, y coloraciones naranjas intensas levemente oscuras con matices rojos y cafés intensos en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4. En verdadero color se visualizan en tonalidades verdes muy oscuras con coloraciones negras.

Formación natural no forestal inundable (ID:11)

En la región Andes, esta cobertura se encuentra en terrenos bajos de tipo pantanoso, de textura esponjosa, cuyo suelo está compuesto principalmente por musgos y materias vegetales descompuestas (comúnmente llamadas turberas). Además, también se incluye la vegetación herbácea establecida en zonas pantanosas cercanas a cuerpos de agua, y aquellas especies vegetales naturales que cubren de forma parcial o total la lámina de agua, como es el caso de lagos y lagunas andinas en proceso de eutrofización (IDEAM,2010). No obstante, esta clase no incluye las formaciones naturales inundables ubicadas en la Cordillera de los Andes sobre los 2900 msnm los cuales pertenecen a la clase "Herbazales y arbustales inundables altoandinos" (ID82) detallado más adelante.

La respuesta espectral de esta cobertura es muy variable. Como se observa en la **Figura 36**, en la orilla del cuerpo de agua, para la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, la clase presenta tonalidades de color rosado intenso, pero también suelen encontrarse coloraciones pardas a marrón, en im·genes con combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 destaca por tonos naranja con matices rosa intenso y verde en algunas zonas pantanosas. Finalizando, en RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan verdes vivos. Presenta una textura fina heterogénea sin patrones definidos.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Laguna de Fúquene, Cundinamarca, Año: 2024, Escala: 1 km,
Coordenadas: -73.74398 W 5.46042N

Figura 36. Respuesta espectral de Formación Natural no Forestal Inundable en la región Andes.

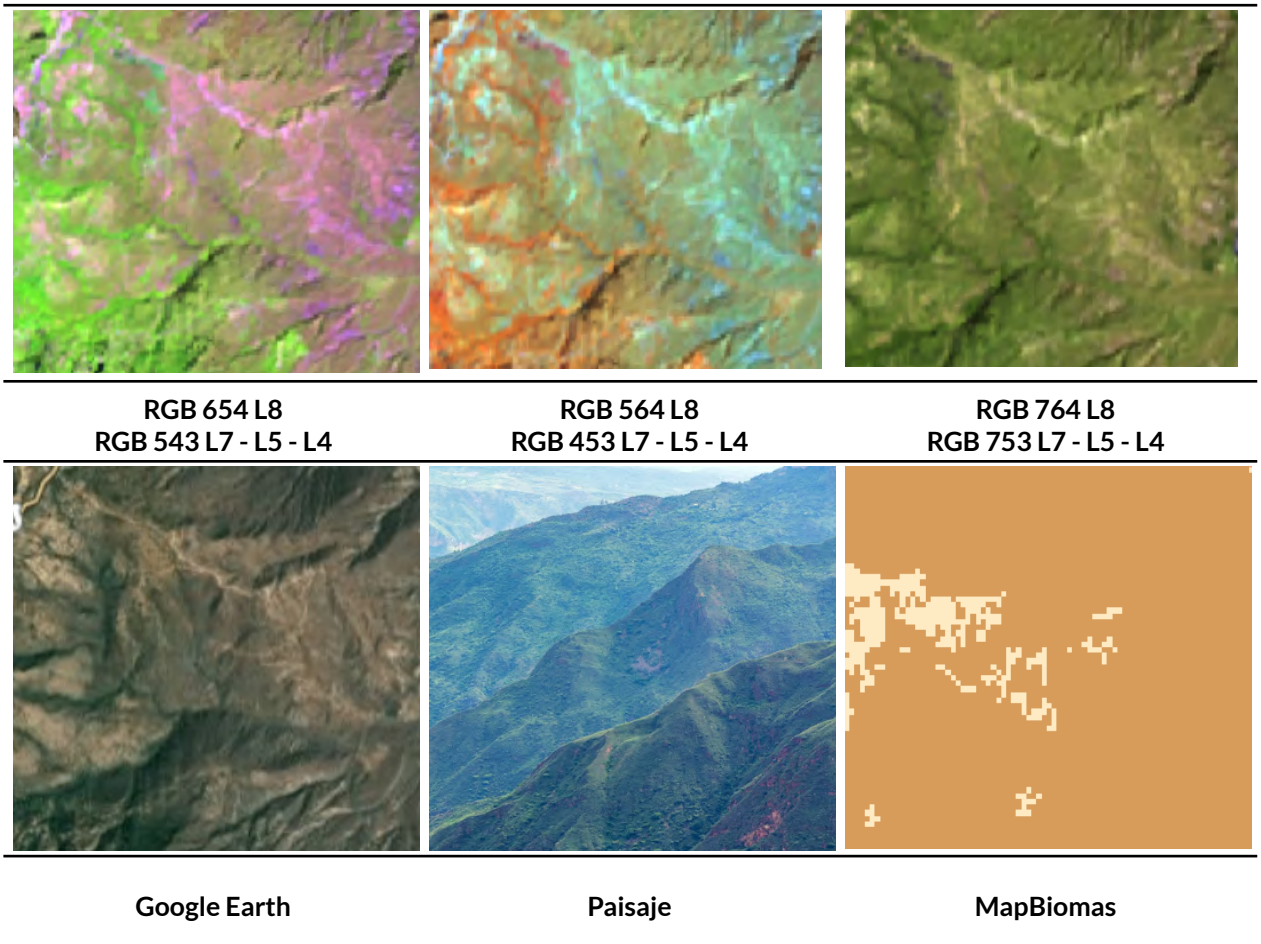
Otra formación natural no forestal (ID:13)

Se incluyen herbazales de alta montaña, algunos herbazales quemados en transición y diferentes tipos de herbazales que pueden presentar algunos elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos (Castellanos, 2010). También, la cobertura vegetal producto de sucesión ecológica natural, cuyo hábito de crecimiento es arbustivo y herbáceo, desarrollada sobre pisos altitudinales de montaña como formaciones andinas, altoandinas, páramo y bosques de niebla, con poca o ninguna intervención antrópica. No obstante, no incluye aquellos herbazales y arbustales ubicados en la Cordillera de los Andes por encima de los 2900 metros, los cuales hacen parte de la clase de "Herbazales y arbustales altoandinos" (ID 81) detallada más adelante.

Se incluyen otros tipos de cobertura tales como las áreas cubiertas por vegetación principalmente arbustiva con dosel irregular y presencia de arbustos, palmas, enredaderas y vegetación de porte bajo. Las comunidades vegetales incluidas en esta clase, están dominadas por elementos típicamente herbáceos que biológicamente corresponden a plantas no lignificadas o apenas

lignificadas, de manera que tiene consistencia blanda en todos sus órganos, tanto subterráneos como epigeos. Las comunidades arbustivas forman un dosel irregular con plantas perennes con estructura de tallo leñoso o lignificado con alturas entre 0.5 y 5 metros, se encuentran fuertemente ramificadas en la base y sin copa definida (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2021). En la región Andes se concentra la mayor cantidad de páramos de Colombia, donde destaca el páramo de Sumapaz, Chingaza, Los Picachos,El Cocuy, entre otros.

Como se evidencia en la **Figura 37**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color rosado. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color cian a verde pálido claro y en zonas de mayor anegamiento matices de color azul oscuro. En verdadero color, se observa un tono amarillento-marrón, esta cobertura presenta una textura fina a media heterogénea y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y relieves colinados.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Páramo de Sumapaz - Cundinamarca, Año: 2021, Escala: 2000 m,
Coordenadas: -74.1828 W, 4.0823 N

Figura 37. Respuesta espectral Otro Tipo de Formación Natural no Forestal en la región Andes.

Mosaico de Agricultura y/o Pasto (ID:21)

Comprende una asociación de cultivos y pastos situados en terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Se encuentran áreas dedicadas a

cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas.

Los cultivos transitorios se localizan en áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses con la característica de que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo. Los cultivos permanentes se relacionan con los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen, cultivos de herbáceas y cultivos arbustivos (Castellanos, 2010).

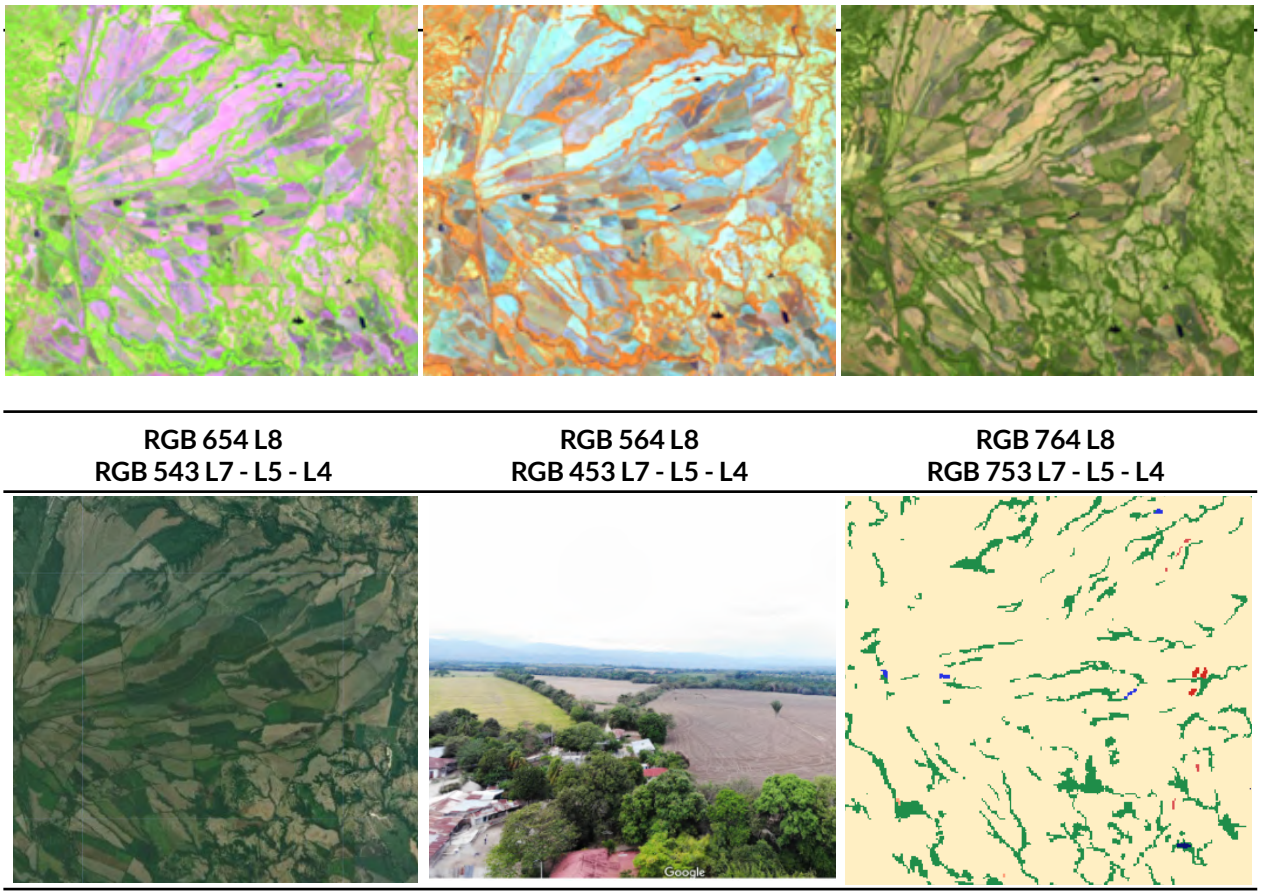


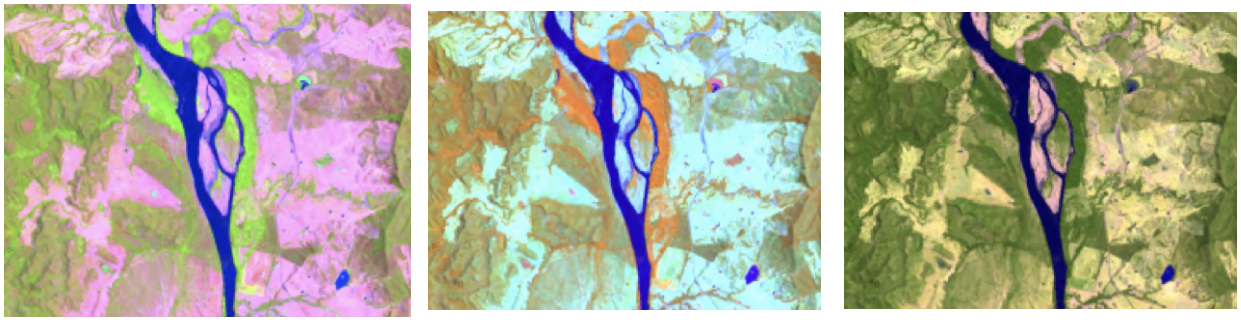
Figura 38. Respuesta Espectral Mosaico de Agricultura y/o Pasto en la región Andes.

Generalmente, en la imagen de satélite se observa el mosaico de pastos y cultivos en un arreglo espacial geométrico característico que facilita su interpretación. Igualmente, las coberturas de cultivos se aprecian en una amplia gama de tonos y colores debido a sus diferentes estados fenológicos y las variadas prácticas de manejo, adicionalmente se evidencian patrones de redes viales cercanas y zanjas de drenaje. A nivel de firma espectral como se observa en la **Figura 38** esta clase de cobertura presenta en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, una matriz de tonos de verde claro, dentro de esta también se observan colores rosados los cuales corresponden a suelos en preparación, cultivos en diferentes estados fenológicos y a pastos

respectivamente. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color rojo muy claro dada la juventud de la vegetación, dentro de esta se observan algunas tonalidades cian en pequeÒos parches. Presenta una textura fina homogénea siguiendo un patrón geométrico dado por la parcelación de los predios.

Playas, dunas y bancos de arena (ID:23)

En los Andes esta cobertura corresponde a los vestigios de los relictos de los bancos móviles y meandros abandonados, también se consideran áreas de terreno bajo y plano compuestas principalmente por suelos arenosos y pedregosos, que suelen carecer de vegetación o estar cubiertas por una vegetación escasa de arbustos bajos y dispersos. Se consideran áreas donde la presencia de vegetación es menor al 2%. Estos terrenos están compuestos principalmente por arena, tierra y rocas. Del mismo modo, se incluyen formaciones desérticas o xerofíticas de vegetación dispersa, no mayor al 20% de la cobertura.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Magdalena - límites entre Tolima y Cundinamarca, Año: 2018, Escala: 500 m,
Coordenadas: -74.72068 W, 5.12159 N

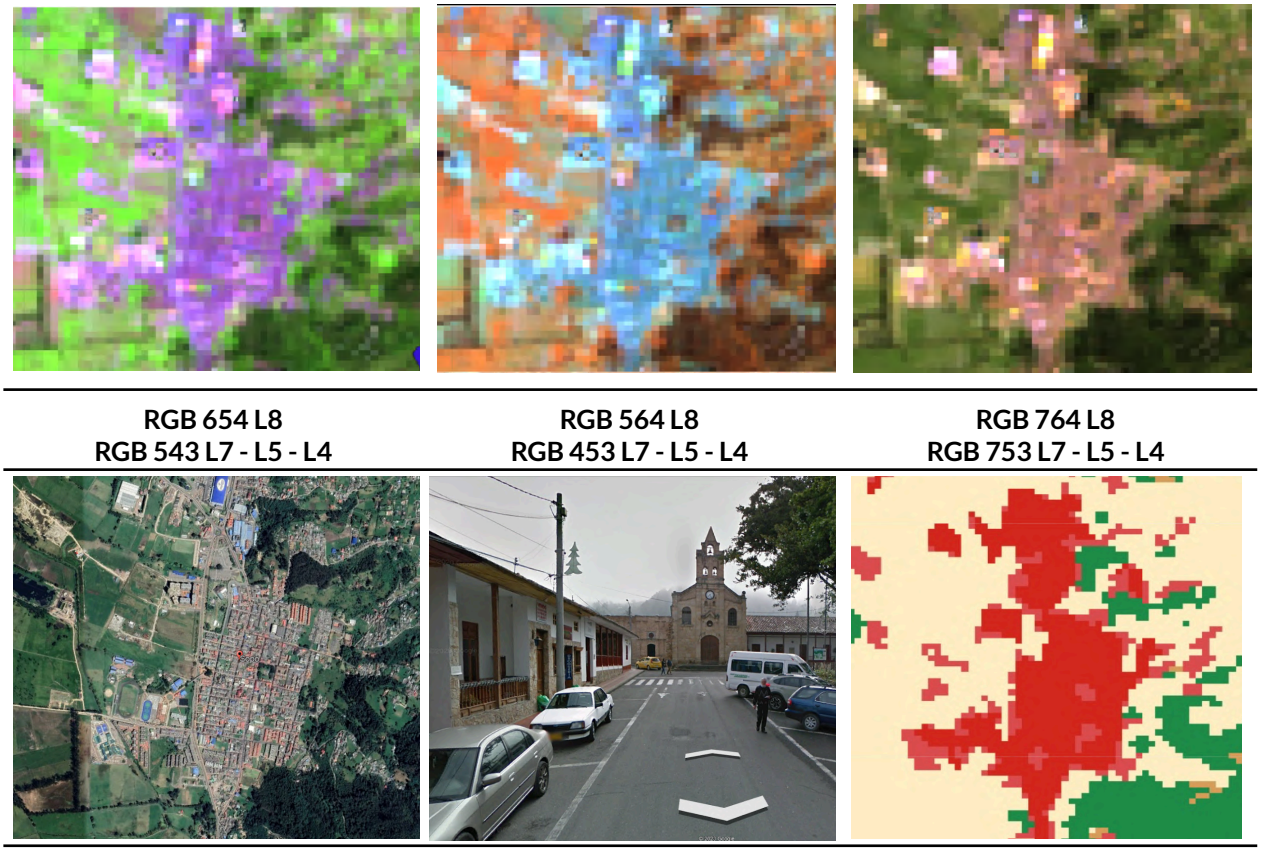
Figura 39. Respuesta Espectral de la Formación Playas, dunas y bancos de arena en la región Andes.

Esta formación natural en la combinación de bandas RGB 654 presenta tonalidades lilas a lavanda con matices de rosas pálidos a blancuzcos; en la combinación RGB 564 presenta tonos celestes intensos, con matices de azul grisáceo y en algunos casos se puede observar tonos azul acero; en la combinación de bandas RGB 764 presenta tonos rosados pálidos con matices morados opacos y

en algunos casos se visualizan de color rosa durazno o rosa salmón. Adicionalmente, se caracteriza por tener una textura media, en las zonas de playa de los afluentes hÌdricos y tiende a ser más suave en las zonas de vega.

Infraestructura Urbana (ID:24)

Comprende superficies predominantemente de pequeños centros urbanos (pueblos) 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 residenciales, comerciales, industriales, de servicios y recreativos.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Sopó - Cundinamarca, Año: 2022, Escala: 200 m, Coordenadas: -73.9400 W , 4.9082 N

Figura 40. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Andes.

La infraestructura urbana está representada por grandes pueblos y algunos caseríos o edificaciones dispersas que no cumplen con la unidad mínima cartografiable de mapeo (5 píxeles), así como de grandes e importantes centros urbanos como Medellín, Cali, Bucaramanga y Bogotá. Como se observa en la **Figura 40**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se caracteriza por presentar un color violeta fuerte brillante, en combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4 se caracteriza por presentar un tono azul claro brillante, en verdadero color se pueden observar matrices de tonos en su mayorÌa grises, con matices verdes y marrones, esta cobertura muestra una textura fina a media uniforme, determinada por el tamaño y

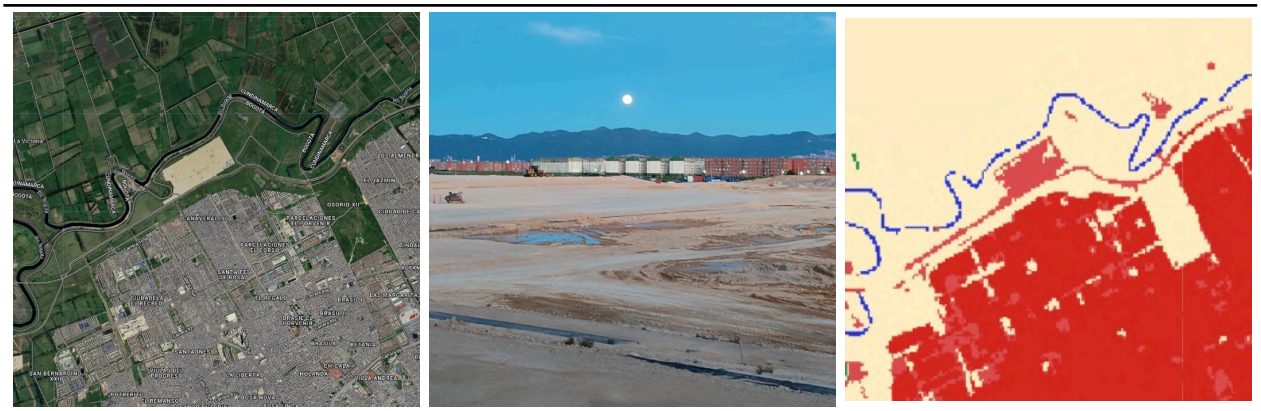
densidad de las construcciones, La homogénea distribución de estas y la red vial le otorgan un patrón geométrico que se asemeja a una cuadrÌcula.

Otra área sin vegetación (ID:25)

Esta clase comprende todas aquellas áreas que por procesos antrópicos se encuentran desprovistas de algún tipo de vegetación. Dentro de esta clase se incluyen zonas quemadas, áreas de cultivo en preparación o barbecho y los suelos desnudos. Debido a la incorporación de diferentes tipos de áreas sin vegetación dentro de esta clase, los patrones de clasificación presentan gran variabilidad entre sí. Las quemas se identifican por presentar textura homogénea, patrones geométricos definidos, asemejando formas rectangulares principalmente, y coloraciones moradas oscuras intensas en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4; en RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4 estas se caracterizan por presentar coloraciones verde aguamarina opacas y oscuras . Los suelos desnudos tienden a presentar coloraciones blanquecinas o tonos pálidos en las 3 combinaciones, con textura heterogénea media.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 543 L7



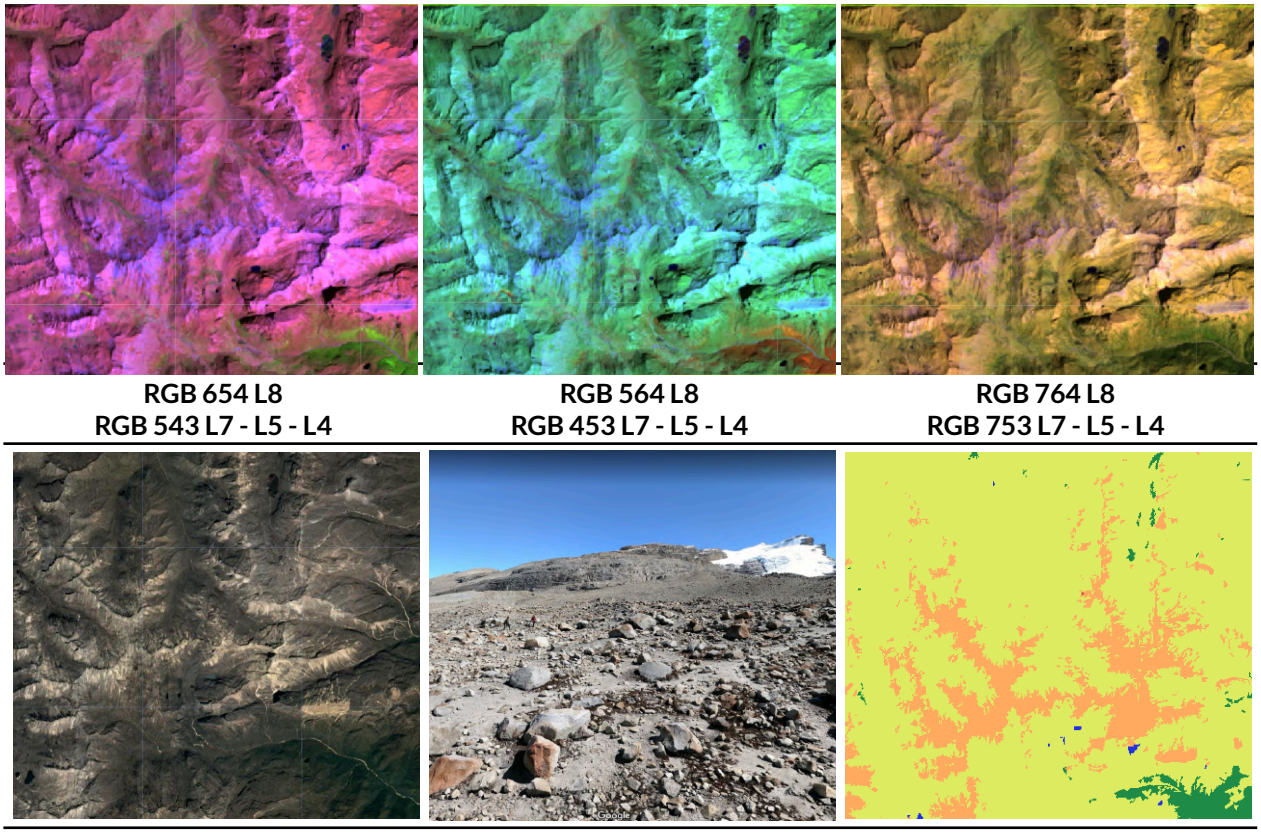
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Bogotá D.C., Año: 2023, Escala: 500 m, Coordenadas: -74.19697W, 4.64473 N

Figura 41. Respuesta Espectral Otras Áreas sin Vegetación en la región Andes.

Afloramiento rocoso (ID:29)

Corresponde a zonas constituidas por capas de rocas expuestas, donde los procesos de erosión y precipitaciones han ocasionado la exposición de la roca madre, con presencia baja o nula de la vegetación, generalmente ubicadas en laderas abruptas y de fuerte pendiente. En Andes suelen encontrarse asociados con glaciares de montaña, volcanes, fallas y deformaciones geológicas, generalmente en zonas de laderas abruptas y pendientes pronunciadas formando escarpes y acantilados.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

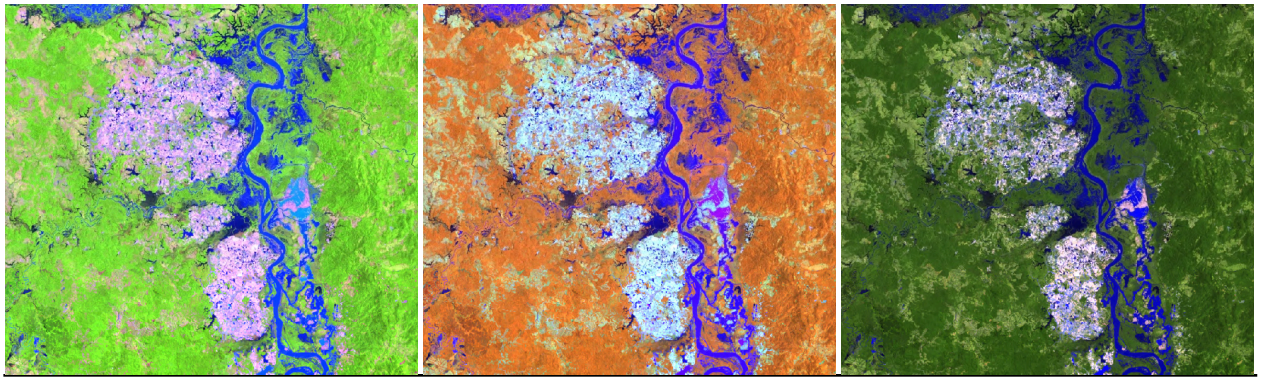
Ubicación: Güicán - Boyacá, Año: 2024, Escala 1000 m, Coordenadas: -72.15791 W 6.51145 N

Figura 42. Respuesta espectral de Afloramiento rocoso en en la región Andes

La respuesta espectral de esta cobertura, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 varìa entre tonalidades lilas claras e intensas a púrpuras oscuros, presentan matices blancos, azules y morados Ìndigo. Por otro lado, en combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4 se visualiza en color azul con tonalidades que varían entre celeste claros hasta azul cobalto, con matices grisáceos y de azul egeo. Finalmente, en combinación RGB 764 L8 RGB se presenta en tonalidades violetas oscuras a lavanda tenues, con matices magenta, grisáceos y blancuzcos. No tienen un patrón claramente definido y su textura es heterogénea media.

Minería (ID:30)

Comprende las áreas donde se extraen o acumulan materiales de la actividad minera a cielo abierto o minería fluvial con clara exposición del suelo. No se diferencia si es industrial, artesanal, ribereña o ilegal, además, se incluyeron piscinas de sedimentación asociadas a esta actividad, se presenta en pequeñas formas irregulares semejantes a parches alargados o redondeados y en algunos casos en formas geométricas bien definidas. Se incluyen áreas dedicadas a la extracción de materiales (arenales,gravilleras,canteras) y zonas destinadas a la explotación de carbón, oro, entre otros. Se caracterizan por tener una respuesta espectral similar a la clase 25, debido a la remoción del suelo para la actividad minera como se evidencia en la **Figura 43.** En combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se observan en tonos morados vivos, a morados fuertes, en combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4, se pueden observar de igual manera en tonos azules con tonalidades pasteles, en verdadero color estas zonas se perciben en tonalidades amarillas opacas, debido a la remoción del suelo para la actividad minera.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



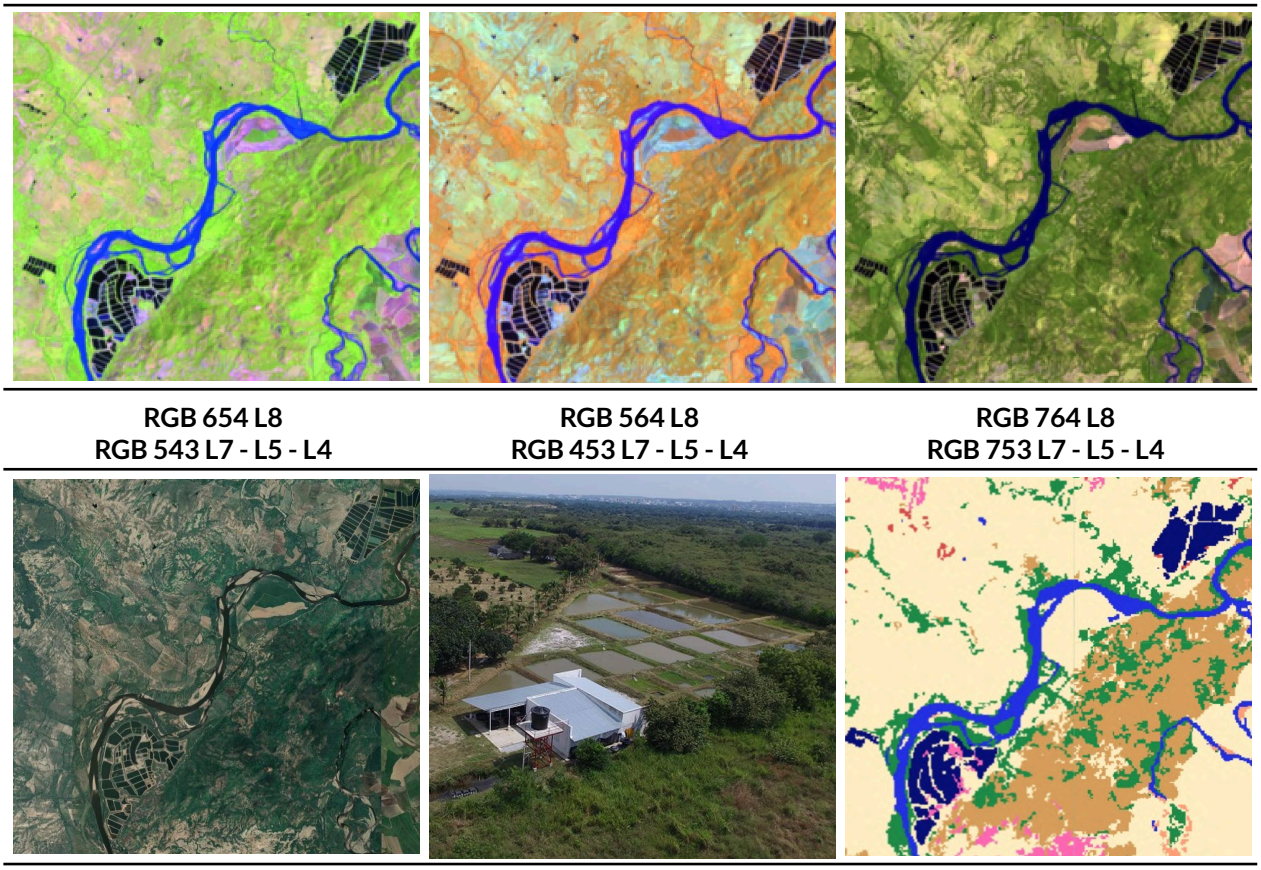
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Mina Nechí - Antioquia, Año: 2021, Escala: 2000 m, Coordenadas: -74.8447 W, 7.9133 N

Figura 43. Respuesta espectral de Minería en la región Andes.

Acuicultura (ID:31)

Cuerpos de agua artificiales destinados a la cría de peces de agua dulce. Esta cobertura se conforma por una serie de piscinas adyacentes por lo que se caracterizan por contar con patrón geométrico regular. La respuesta espectral de esta cobertura en las 3 combinaciones empleadas presentan coloraciones que van de azules oscuros a negros, y textura homogenea.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

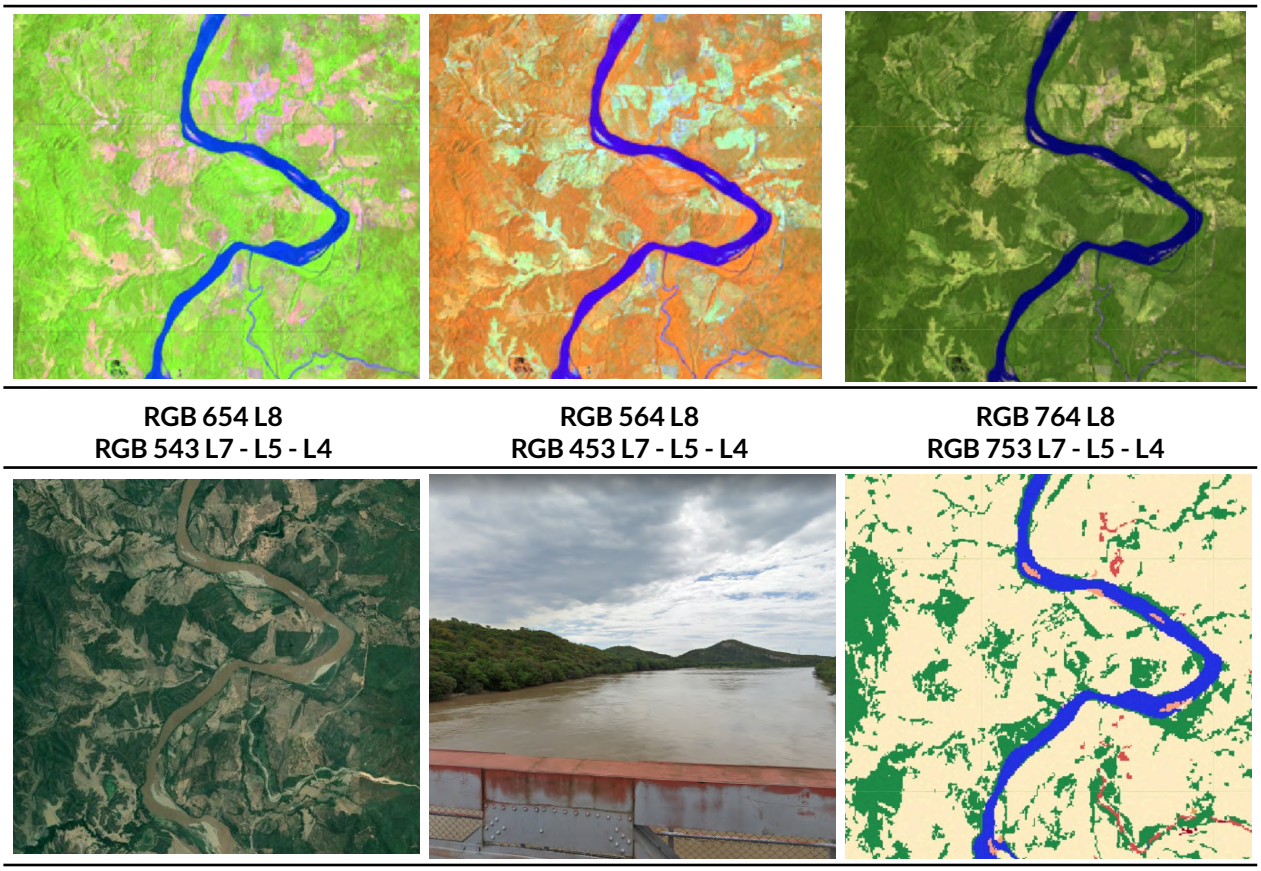
Ubicación: Municipio de Villavieja, Huila, Año: 2022, Escala: 1000 m, Coordenadas: -75.1656 W, 3.40665 N

Figura 44. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Andes.

Río, lago u océano (ID:33)

Corresponde a los cuerpos de agua permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas, y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina), embalses y cuerpos de agua en movimiento, como los ríos (Castellanos, 2010). La respuesta espectral de los cuerpos de agua depende de la carga de partículas en suspensión por ende los ríos presentan color azul oscuro debido al contenido de sedimentos y materia orgánica en una combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 como se observa en la **Figura 45**; en una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 se observan de color rojo oscuro casi negro, en verdadero color, este puede variar desde un amarillo opaco en algunos rìos arcillosos a tonos azules oscuros, y negros

azulados, Esta cobertura muestra una textura muy fina homogénea con un patrón de drenaje que sigue los diferentes cursos hídricos en algunos casos de tipo dendrítico.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4

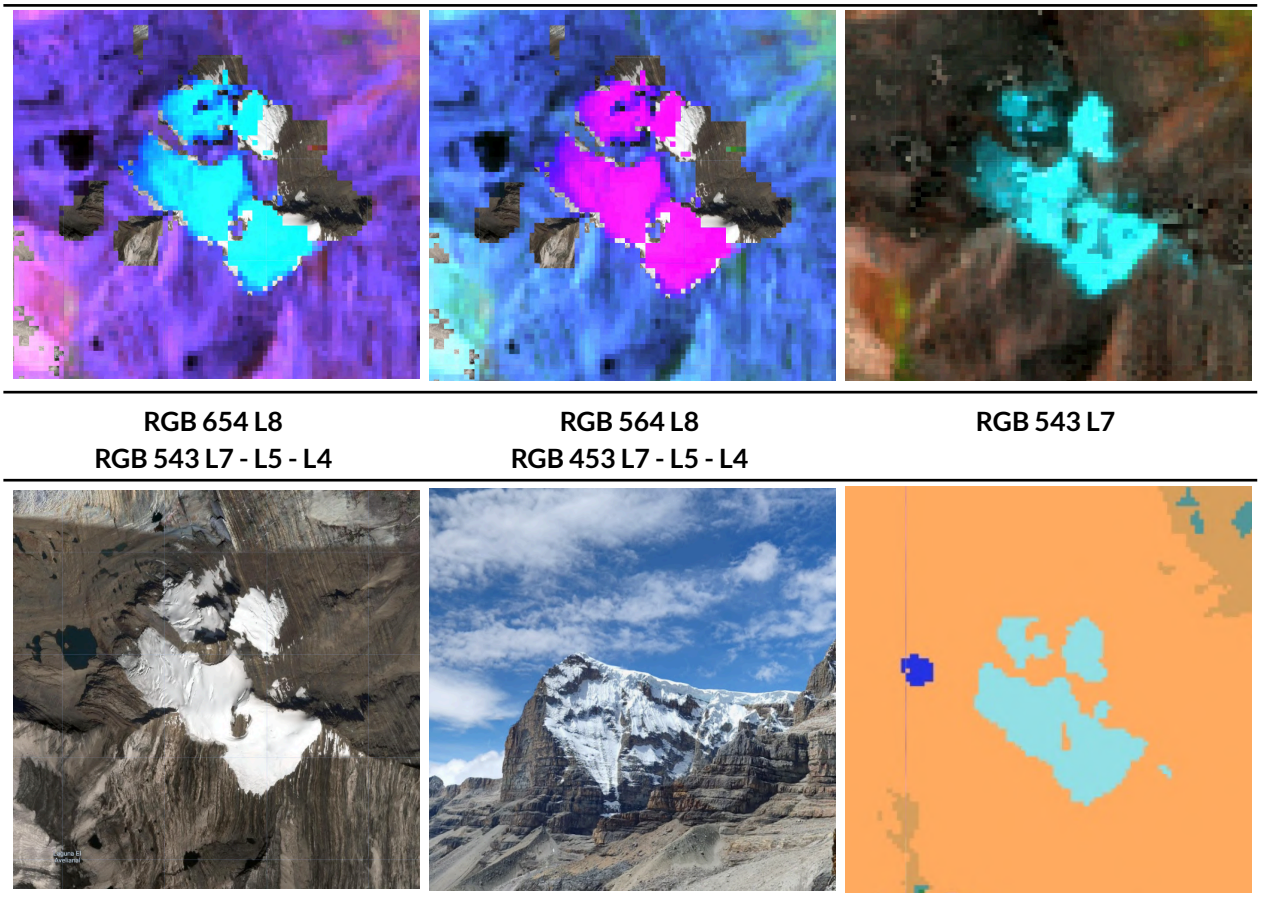
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Chaguaní - Cundinamarca, Año: 2022, Escala: 1000 m, Coordenadas: -71.71508 W, 4.98193 N

Figura 45. Respuesta Espectral Río, Lago u Océano en la región Andes.

Glaciar y nival (ID:34)

Área de cobertura de masa de hielo permanente y/o nieve constante en zonas de acumulación y/o ablación (Serrano & González,2004), localizadas en cumbres de la cordillera de los Andes, de manera focal y/o distribuida, por encima de los 4.900 msnm, ocupando los climas que se denominan extremadamente frío y superhúmedo y nival superhúmedo. Se caracterizan por estar rodeados de afloramiento rocoso y algunas posibles laguna glaciares. En combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se observa de color cian intenso, con algunos matices de azul oscuro en la periferia del glaciar, por otro lado, en combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 96 7, 5 y 4 se visualiza de color fucsia intenso con algunos matices violáceos. Esta cobertura no tiene un patrón claramente definido y su textura es homogénea de grano fino.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 543 L7

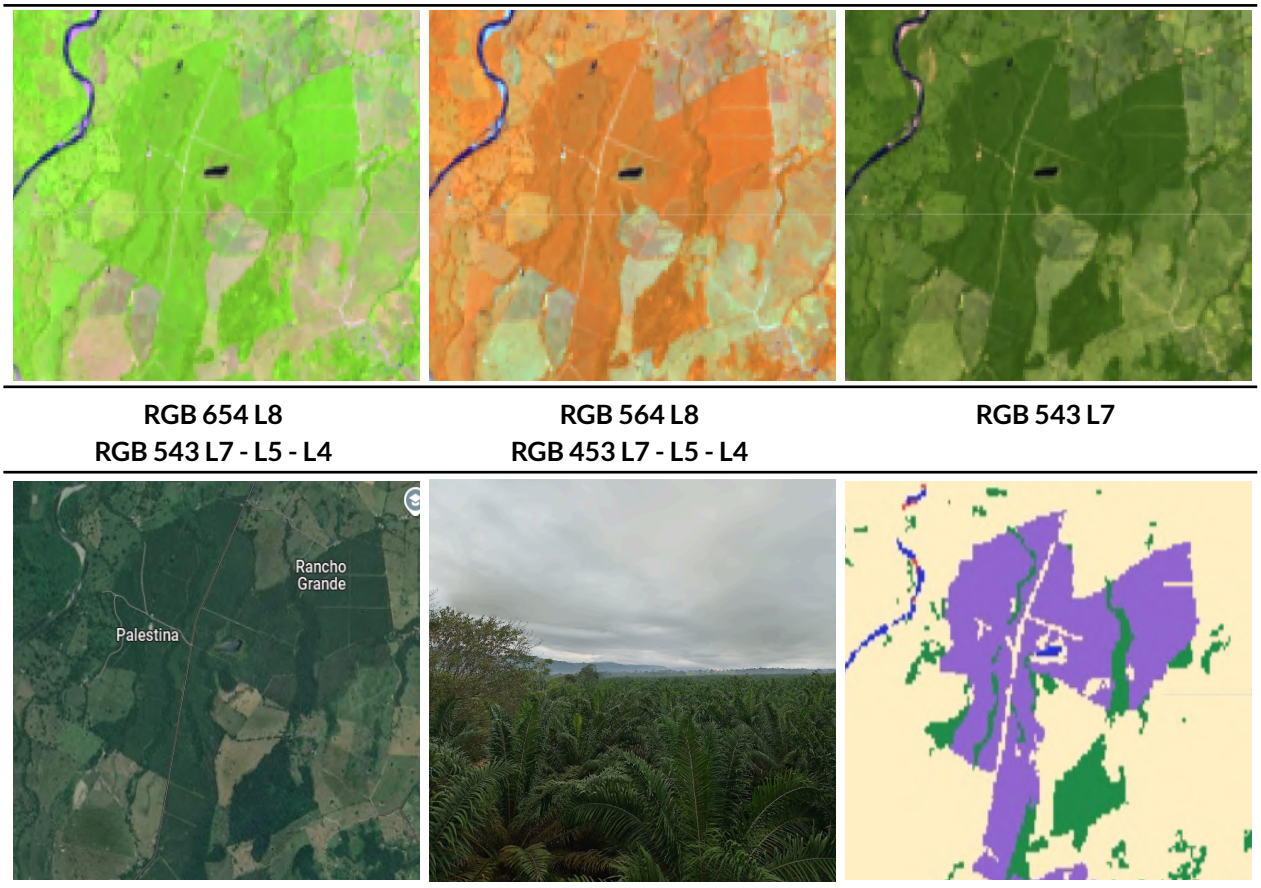
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: El Cocuy - Boyacá, Año: 2021, Escala: 100 m Coordenada: -72.282054W, 6.515076N

Figura 46. Respuesta espectral de Glaciar y nival en la región Andes

Palma aceitera (ID:35)

Esta cobertura comprende extensas áreas de cultivo con plantaciones simétricas y regulares de palma de aceite (Elaeis guineensis), que pueden ser transitorias o permanentes. Se desarrollan en parcelas considerablemente grandes en comparación con los cultivos tradicionales, y su producción se lleva a cabo a escala industrial. Este monocultivo se desarrolla favorablemente en suelos volcánicos y arcillas aluviales y marinas de zonas bajas (por debajo de 500 msnm), de buena permeabilidad y bien drenados (Aguilera, 2002).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 543 L7
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

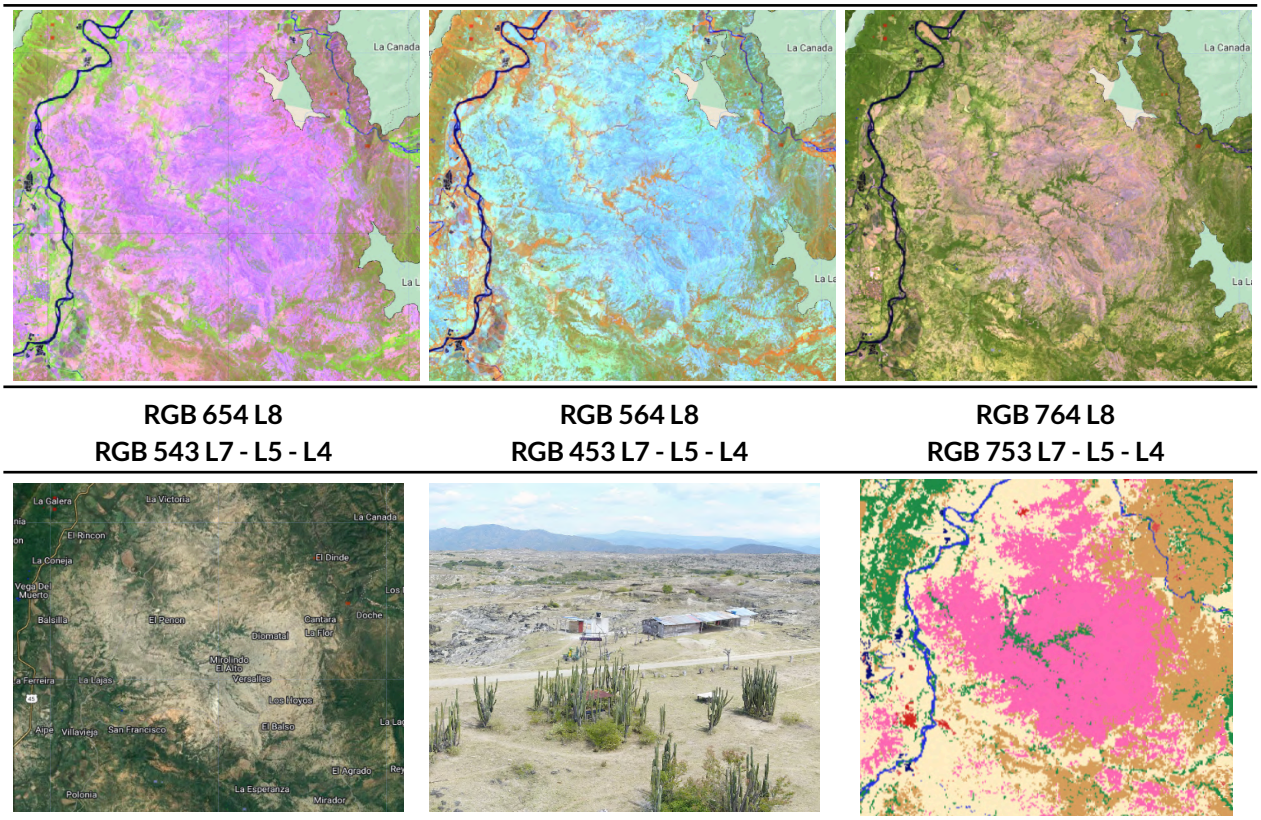
Ubicación: San José de Cúcuta - Norte de Santander, Año: 2023, Escala: 200 m Coordenada: -72.390962W, 8.153034N

Figura 47. Respuesta espectral de palma aceitera en la región Andes

Se reconoce por su textura homogénea y lisa, en la imagen satelital suele detectarse la forma estrellada de su copa y las hileras de siembra, además de una particular reflectancia en tonos brillantes para las imagenes Landsat; En la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan coloraciones verde brillante (casi neón), en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, los pixeles son de color vivo con matices naranaja, y con RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 de verde pino (**Figura 47**).

Área natural sin vegetación (ID:68)

Esta clase abarca aquellas áreas desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, originadas por procesos naturales erosivos o fenómenos naturales, En la región de Andes, se destacan unidades como el desierto de la Tatacoa, el cañón del chicamocha, y deslizamientos distribuidos a lo largo de la región. Se caracteriza por sus tonalidades fucsias, cyan, y rosa respectivamente en las combinaciones mencionadas en la **Figura 48**, destacando una textura granulosa debido al relieve de la cobertura.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

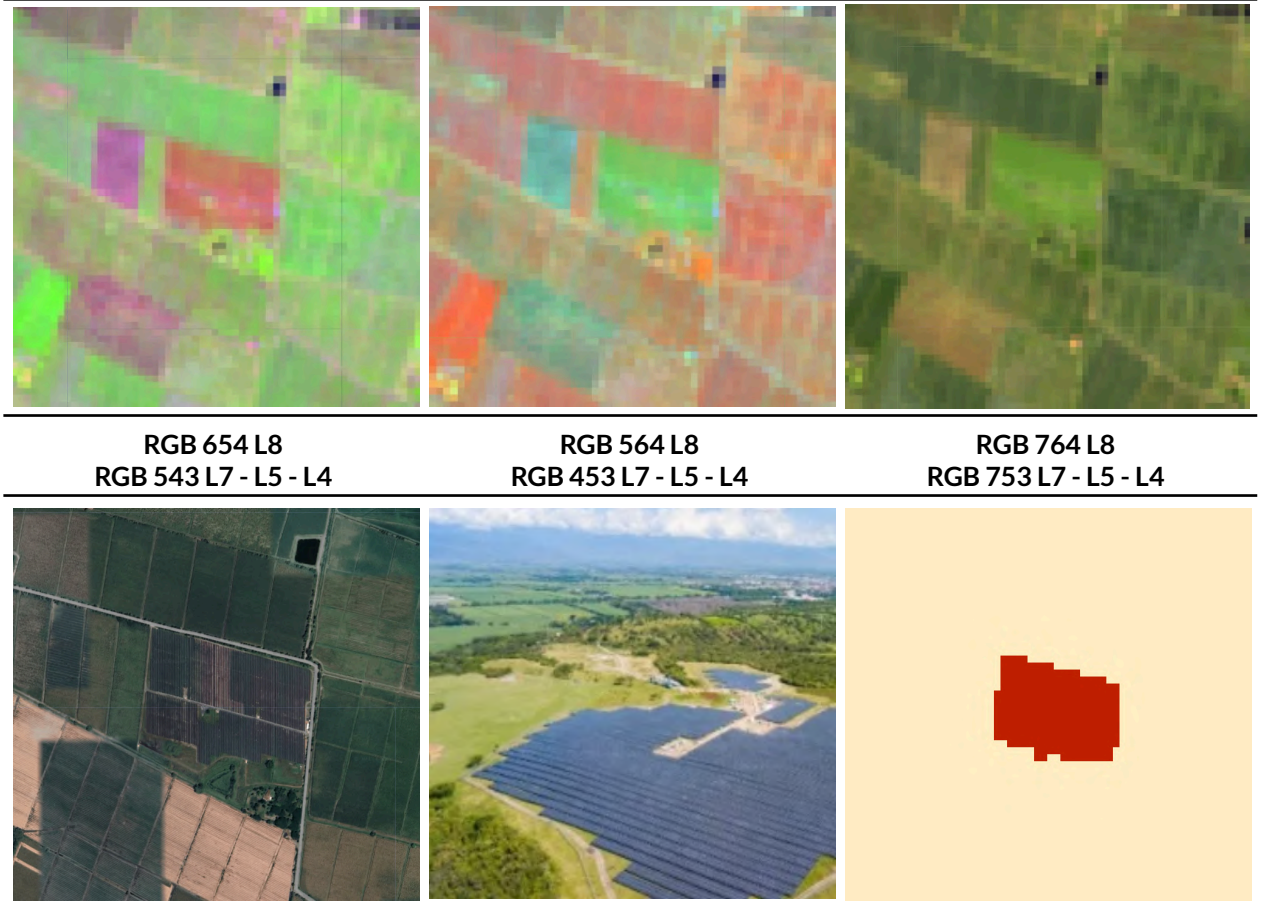
Ubicación: Villavieja, Huila, Año: 2023, Escala: 5 Km, Coordenadas: -75.1218 W, 3.2784 N.

Figura 48. Respuesta Espectral Área Natural sin Vegetación en la región Andes

Parques fotovoltaicos (ID 75)

Incluye las áreas ocupadas por instalaciones para la generación de energía solar, caracterizadas por la presencia de estructuras modulares (paneles solares) organizadas de forma regular, generalmente sobre superficies planas y despejadas. Estas áreas presentan origen antrópico claramente definido y no se confunden con otras clases de infraestructura urbana o industrial.

Se reconocen por su patrón geométrico regular y tonalidades características en las diferentes combinaciones RGB. En la figura se observan colores magenta en la combinación RGB 654 Landsat 8 y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, tonalidades grisáceas o cian en RGB 564 L8 y RGB 453 L7-L5-L4, y tonos verdosos o azul violáceo en RGB 764 L8 y RGB 753 en Landsat 7, 5 y 4. La textura es homogénea, con baja variabilidad interna, asociada a la disposición ordenada de los módulos solares.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4

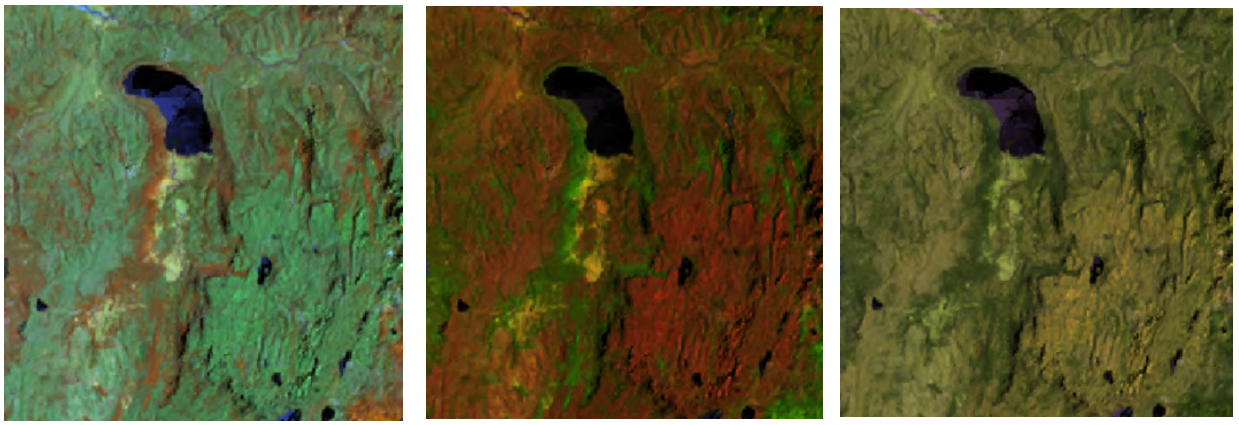
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Guadalajara de Buga, Valle del Cauca, Año: 2023, Escala: 200 m,
Coordenadas: -76.30922 W, 3.93648 N.

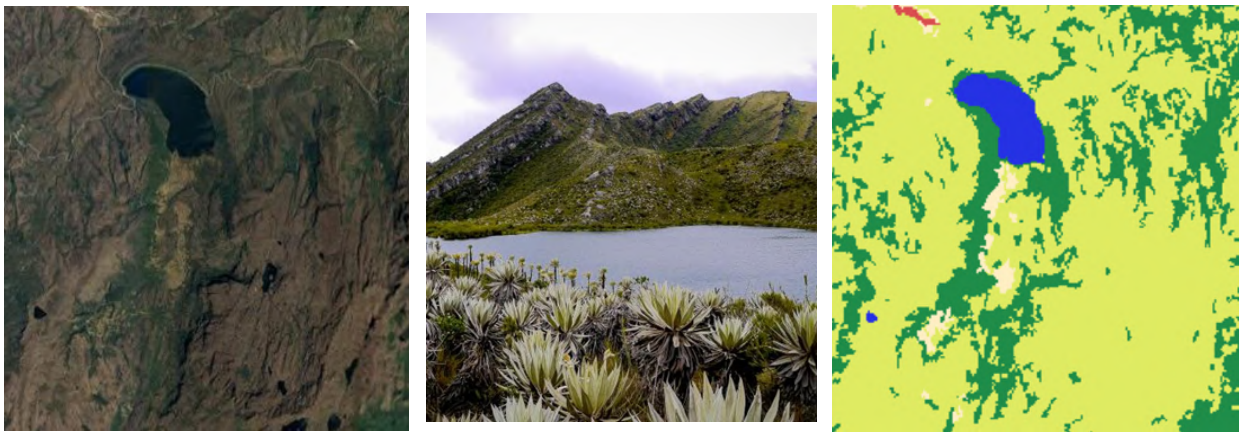
Figura 49. Respuesta Espectral Parques fotovoltaicos en la región Andes

Herbazales y arbustales andinos (ID 81)

Cobertura vegetal natural restringida a los Andes ubicada por encima de la línea de bosques, a partir de los 2.900 m s. n. m., cuya transición depende de las condiciones locales, en especial de factores edáficos y climáticos. Está dominada principalmente por especies herbáceas, con una menor proporción de arbustos cuya fisonomía y composición florística varían ampliamente. Entre las familias vegetales más representativas se destacan Poaceae, Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Rosaceae y Orchidaceae, así como Cyperaceae, Bromeliaceae y Fabaceae, las cuales aportan a la alta diversidad y endemismo del ecosistema. Estas comunidades están adaptadas a condiciones de alta humedad, nubosidad frecuente, precipitaciones elevadas, radiación solar directa, bajas temperaturas y suelos blandos. Constituyen uno de los ecosistemas más singulares y, a la vez, más amenazados por la presión antrópica.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

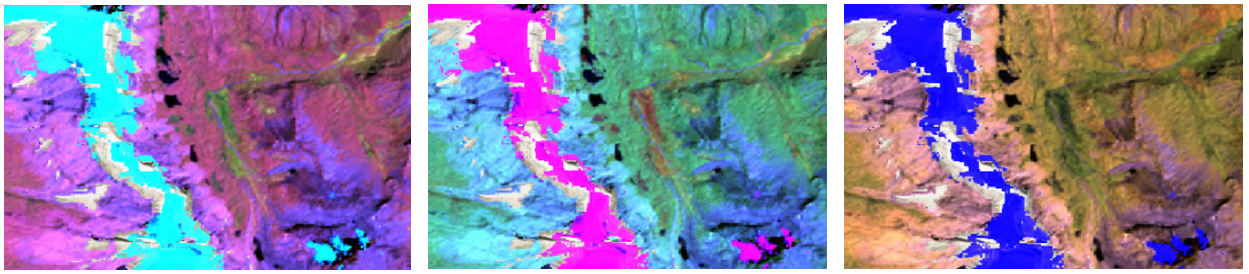
Ubicación: Páramo de Chingaza- Cundinamarca, Año: 2024, Escala: 1 Km, Coordenadas: 73.752 W, 4.529 N

Figura 50. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales andinos en la región Andes

Como se evidencia en la **Figura 50**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color morado a marrón en tonos opacos. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color verde pálido. En verdadero color, se observa un tono amarillento-marrón. Presenta una textura heterogénea y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y afloramientos rocosos y relieves colinados. Finalmente, en la leyenda de de MapBiomas se representa con un tono verde limón.

Herbazales y arbustales andinos inundables (ID 82)

Cobertura vegetal natural restringida a los Andes, asociada a sistemas de agua dulce lacustres, palustres y fluviales, dominada principalmente por especies herbáceas y en menor proporción por arbustos. Se desarrolla en planicies aluviales, zonas ripiaras y ambientes pantanosos por encima de los 2.900 msnm. Se caracteriza por vegetación adaptada a condiciones de alta humedad, nubosidad frecuente, elevadas precipitaciones, radiación solar directa, bajas temperaturas y suelos blandos compuestos en gran medida por musgos y materia orgánica en descomposición que conforman turberas. Incluye además especies que cubren parcial o totalmente la lámina de agua en lagos y lagunas andinas en proceso de eutrofización



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Boyacá, Sierra Nevada del Cocuy. Año: 2024. Escala: 1 Km.
Coordenadas: 72.2788 W, 6.4769N.

Figura 51. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales inundables andinos en la región Andes

Como se evidencia en la **Figura 51**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color morado con zonas de tonalidades más oscuras en las zonas de mayor anegamiento. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color verde pálido. En verdadero color, se observa un tono amarillento-marrón. Presenta una textura más fina que las herbazales y arbustales andinos ya que se ubica en zonas con relieves más homogéneos y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y afloramientos rocosos y relieves colinados.

4.4.3.2. Leyenda Amazonía

Formación Forestal (ID:3)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente arbóreos, los cuales forman un estrato de copas (dosel) generalmente continuo con abundancia de plantas leñosas perennes y asociaciones ecológicas con predominio de palmas naturales. Para la leyenda de coberturas de la tierra de Colombia, en esta categoría se incluyen bosques densos y algunos bosques abiertos, así como también bosques fragmentados con vegetación secundaria cuya continuidad horizontal está afectada por la inclusión de otros tipos de coberturas como mosaico de agricultura y/o pasto, áreas sin vegetación o algún tipo de vegetación en transición.

Como se mencionó se encuentran otras formas biológicas naturales, tales como diferentes especies de palma y la guadua (Castellanos, 2010).

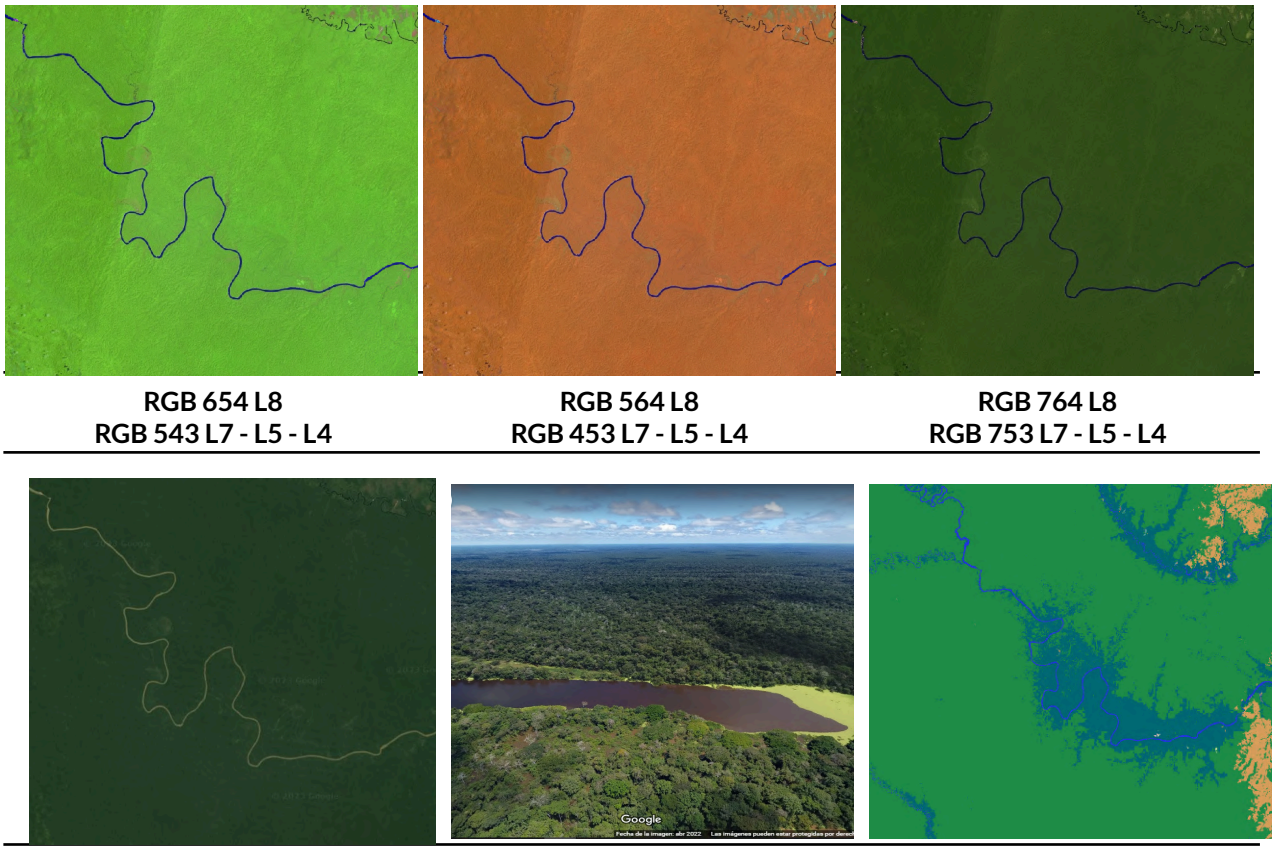


Figura 52. Respuesta Espectral Formación forestal en la región Amazonía.

Las especies que dominan esta cobertura comprenden orígenes nativos o foráneos presentes en áreas naturales o seminaturales. Estos bosques en general no han sido intervenidos o su intervención ha sido selectiva de tal forma que no se muestra alteración en su estructura original y

sus características funcionales. Así mismo, se exceptúan de esta clase las plantaciones asociadas a monocultivos de palma africana o palma de aceite que han sido establecidos de manera antrópica.

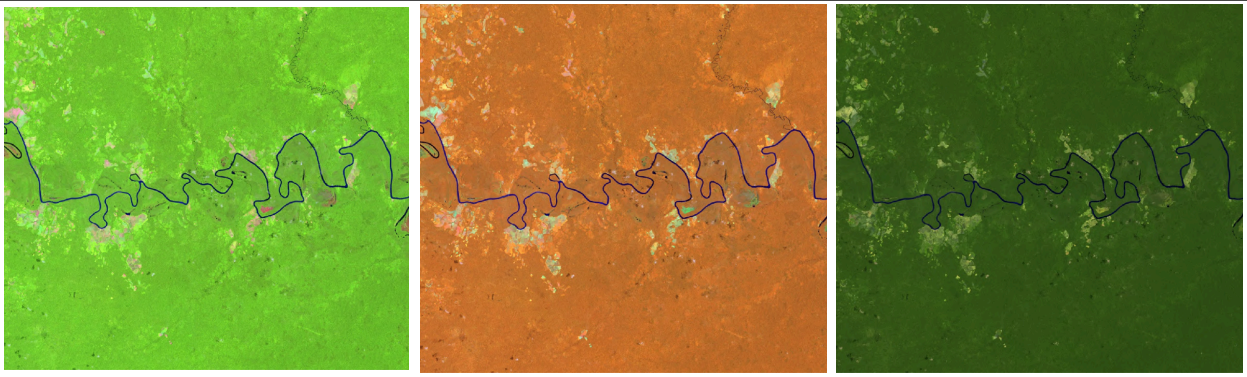
En general esta cobertura presenta en la imagen de satélite un patrón de continuidad en cuanto a forma y fisonomía con algunas formaciones arbóreas secundarias regeneradas de manera natural que han alcanzado la densidad y altura de la matriz de bosque natural original. Para los bosques de galería el patrón es fácilmente distinguible pues bordea los cursos de agua por lo tanto se asocian los diferentes patrones de drenaje (dendrítico y sub-dendrítico).

Como se observa en la **Figura 52**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, se observan tonalidades de color verde oscuro y claro con matices de colores marrón y violeta, dependiendo del estado sucesional, madurez de la vegetación y de la calidad de la imagen. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se presenta de color rojo intenso con matices de color violeta característico de la vegetación vigorosa. Presenta una textura que varía de media a gruesa rugosidad dependiendo del tamaño de las copas y la altura del dosel. Finalmente, en la clasificación 3 de MapBiomas esta se representa con tono verde oscuro y se caracteriza por ser la cobertura más extensa en el territorio de la Amazonía colombiana (límite RAISG).

Bosque Inundable (ID:6)

Hace referencia a áreas con vegetación generalmente de tipo arbóreo adyacentes a cuerpos de agua (lóticos) las cuales corresponden principalmente a las vegas de divagación y llanuras de desborde con procesos de inundación periódicos y con adaptaciones particulares a estas condiciones (López & Rodríguez, 2011) con una duración de más de dos meses (Rincón et al., 2009), caracterizada por un estrato más o menos continuo cuya área de cobertura arbórea representa más del 70% del área total de la unidad, con altura del dosel superior a 15 metros.

En este tipo de coberturas en la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 , Landsat 5 y Landsat 4, se observan tonalidades de color verde oscuro y claro con matices de colores, dependiendo del estado sucesional de la madurez de la vegetación y de la calidad de la imagen. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se evidencias la coloración de rojos marrones, respuesta espectral similar al del bosque, sin embargo, su transición es muy notoria a raíz de que la textura de esta cobertura es fina en comparación con la rugosidad de la clase 3 como se evidencia en el ejemplo de la **Figura 53**. El patrón correspondiente a esta cobertura se caracteriza por encontrarse asociados a las planicies y valles aluviales de los ríos en forma de franjas alargadas y con diferentes amplitudes que van desde delgadas a anchas, dependiendo de la red hídrica (Rincón et al., 2009).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

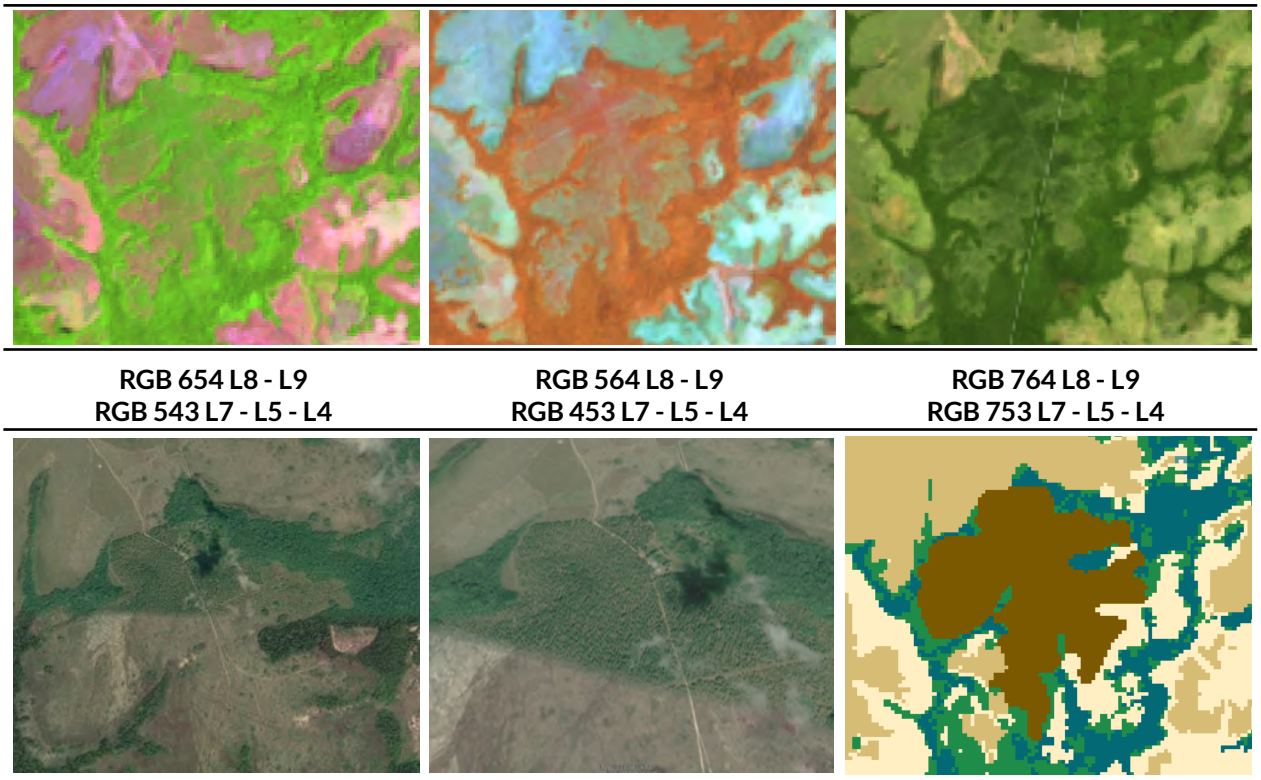
Ubicación: Río Vaupés - Guaviare, Año: 2023, Escala: 2km, Coordenadas: -71.7748 W, 1.1892 N.

Figura 53. Respuesta Espectral Bosque inundable en la región Amazonía.

Silvicultura (ID:9)

Estas coberturas consisten en plantaciones de vegetación arbórea, generalmente establecidas con fines comerciales. En este proceso se crean rodales forestales, que se forman mediante plantación o siembra durante la forestación o reforestación, con el objetivo de producir madera. En las imágenes de satélite, esta cobertura se distingue por un patrón geométrico regular, caracterizado por arreglos diseñados para facilitar el manejo de árboles, que suelen ser de la misma edad.

Para la identificación de esta clase en falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4 se observan coloraciones verdes similares a las de bosque; oscuro para plantaciones maduras y verdes claros intensos con matices de color amarillo en los primeros estadios, en RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 predominan los colores naranja rojizos, y para la combinación RGB 764 Landsat 8 y 9, y RGB 753 en landsat 7, 5 y 4 las plantaciones presentan tonos verdes oscuro fácilmente confundibles con las formaciones boscosas naturales, para su distinción entre estas clases se recomienda observar el patrón de distribución, generalmente, las plantaciones tienen formas regulares a cuadradas.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Mapiripán - Meta, Año: 2023, Escala: 500 m, Coordenadas: -72.43987 W, 3.11498 N.

Figura 54. Respuesta Espectral Silvicultura en la región Amazonía.

Formación natural no forestal inundable (ID:11)

Corresponde a aquellas superficies dominadas por vegetación natural herbácea con cobertura mayor al 70%, en suelos permanentemente sobresaturados, que durante los períodos de lluvia (4-8 meses al año en la temporada de lluvias de Abril a Noviembre) pueden estar cubiertos por una lámina de agua.

De igual forma es posible encontrar algunos individuos arbóreos en forma de parches y áreas con comunidades gregarias como por ejemplo los palmares o “morichales”, dispersos, que en ningún caso superan el 2%, y que pueden estar rodeados de áreas de bosques riparios. (Rincón et al., 2009).Como se observa en la **Figura 55**, para los herbazales inundables, la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, se observan tonalidades de color marrón o café con combinaciones naranjas oscuros. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observa coloración verde en diferentes tonalidades, oscuras mayormente, con texturas finas heterogéneas, sin patrones definidos, estos se pueden encontrar fácilmente en las madres viejas, o ríos que cambiaron su cauce (Rincón et al., 2009).



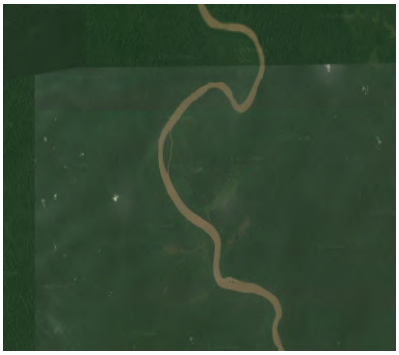
RGB 654 L8
RGB 543 L7 - L5 - L4



RGB 564 L8
RGB 453 L7 - L5 - L4



RGB 764 L8
RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth



Paisaje



MapBiomas

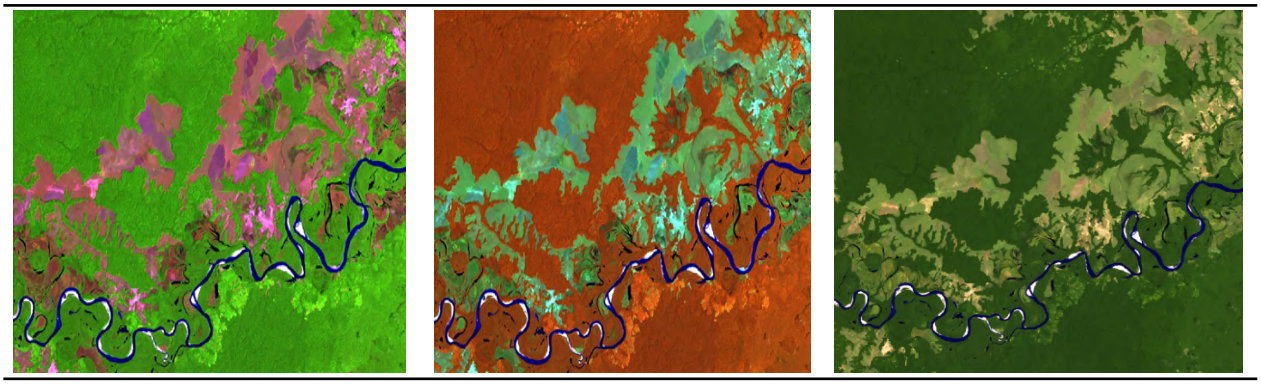
Ubicación: Río Apaporis - límite entre Vaupés y Amazonas, Año: 2023, Escala: 1km, Coordenadas: -70.91985 W, -0.16152 S.

Figura 55. Respuesta Espectral Formación natural no forestal inundable en la región Amazonía..

Formación herbácea (ID:12)

Cobertura natural compuesta en su mayoría por vegetación de tipo herbácea (gramíneas) sobre tierra firme con presencia de elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos o de manera aislada, se localizan principalmente en áreas con limitaciones edáficas y clima similar a los suelos de la cuenca del Orinoco con un rango altitudinal entre los 300 a 800 m.s.n.m.

Generalmente este tipo de cobertura se encuentra rodeada de bosques de galería en donde incluyen pastizales naturales y algunas áreas degradadas (minería) o afloramientos rocosos (Rincón et al., 2009).Como se evidencia en la **Figura 56**, la respuesta espectral de esta cobertura en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presenta tonalidades de color fucsia en tonos ocres matices claros de oscuros a claros dependiendo la estacionalidad (temporadas secas/húmedas). En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observa un color verde manzana a verde esmeralda. La firma espectral visible o en verdadero color presenta tonalidades marrones a verdes ocre debido a la composición de gramíneas naturales. En cuanto a la textura presenta un comportamiento fino con un patrón dendrítico propio de los camellones formados en zonas planas de la Amazonía colombiana y la cuenca del Orinoco. Se caracteriza por circundar bosques de galería.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Río Vichada - cercanía a La Palometa (Cumaribo, Vichada), Año: 2023, Escala: 2km, Coordenadas: -69.0575 W, 4.4042 N.

Figura 56. Respuesta Espectral Formación Campestre en la región Amazonía.

Otra formación natural no forestal (ID:13)

Cobertura constituida por una comunidad vegetal dominada por elementos típicamente herbáceos desarrollados en forma natural los cuales forman una cobertura abierta. Estas formaciones vegetales no han sido intervenidas o su intervención ha sido selectiva y no ha alterado su estructura original ni sus características funcionales (IGAC, 1999).

En general no presenta elementos de porte arbóreo de manera aislada; se desarrolla sobre afloramientos rocosos de bajo relieve o altitud y algunas áreas de suelos arenosos que no retienen humedad de manera significativa. Geomorfológicamente, este tipo de herbazales se desarrollan sobre geoformas constituidas por arenas eólicas, afloramientos rocosos y pedregosos del Escudo Guayanés. En la Amazonía colombiana su predominio está asociado a los departamentos de Vaupés y Guainía.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Cunare - Caquetá, Año: 2023, Escala: 5km, Coordenadas: -72.7532 W, 0.628 N.

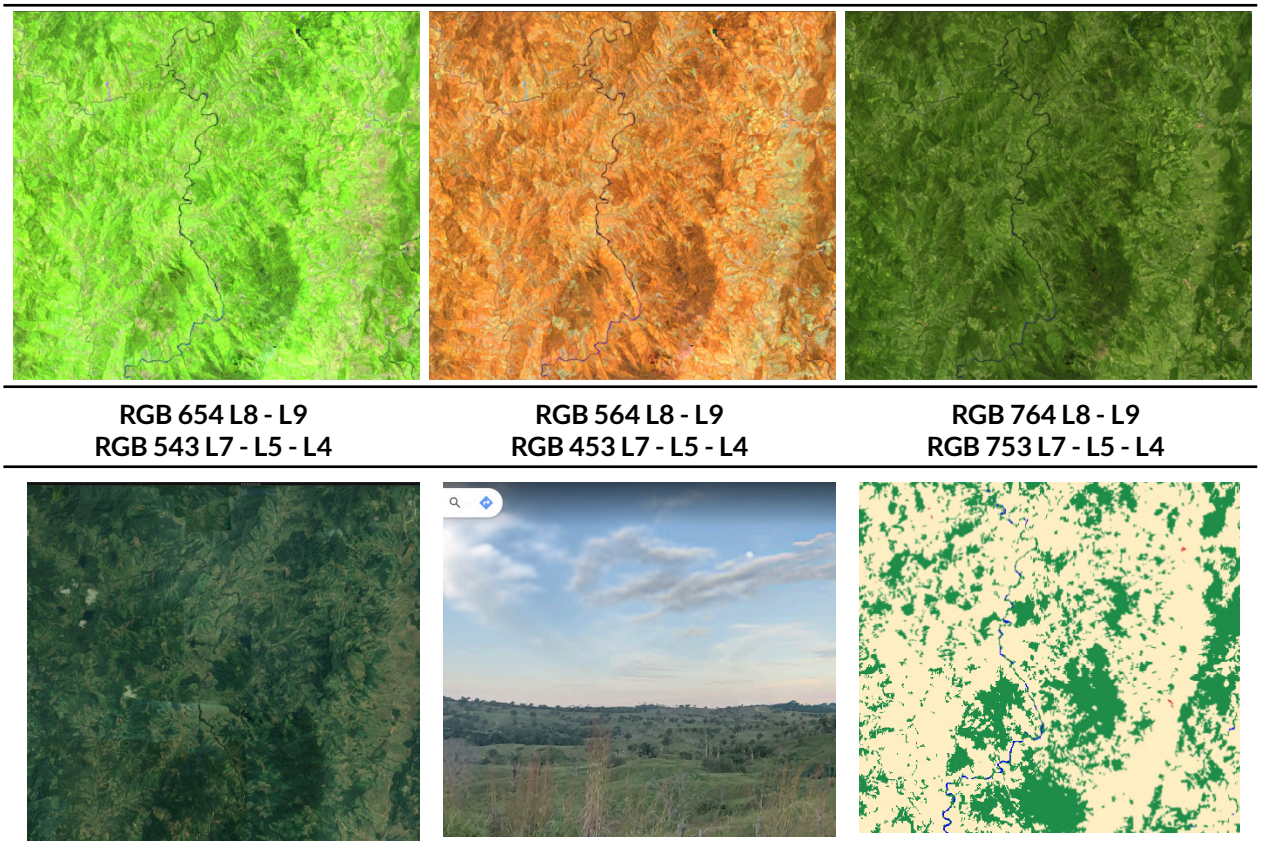
Figura 57. Respuesta Espectral Otra formación natural no forestal en la región Amazonía.

Esta cobertura se interpreta en la Amazonía de Colombia como vegetación baja observable sobre algunos relieves colinados, afloramientos rocosos o algunos tepuyes de baja altitud. Como se observa en la **Figura 57** en la imagen satelital en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 y Landsat 5, se observan herbazales o vegetación abierta baja en color fucsia en tonos ocres y marrones, similares a los herbazales, su diferenciación radica en la geoforma, las formas regulares y la gran cantidad de sombras que se generan en las imágenes. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se presenta de color cyan. Presenta una textura heterogénea fina a media con un patrón asociado con relieves colinados, afloramientos rocosos y suelos con baja profundidad efectiva.

Mosaico de Agricultura y/o Pasto (ID:21)

Comprende una asociación de cultivos y pastos situados en terrenos dedicados principalmente a la producción de alimentos, fibras y otras materias primas industriales, ya sea que se encuentren con cultivos, con pastos, en rotación y en descanso o barbecho. Se encuentran áreas dedicadas a cultivos permanentes, transitorios, áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas. Los cultivos transitorios se localizan en áreas ocupadas con cultivos cuyo ciclo vegetativo es menor a un año, llegando incluso a ser de sólo unos pocos meses con la característica de que después de la cosecha es necesario volver a sembrar o plantar para seguir produciendo (Castellanos, 2010).

Los cultivos permanentes se relacionan con los territorios dedicados a cultivos cuyo ciclo vegetativo es mayor a un año, produciendo varias cosechas sin necesidad de volverse a plantar; se incluyen: cultivos de herbáceas, cultivos de porte arbustivos como café y cacao y cultivos de porte arbóreo como los frutales. Cabe mencionar que para esta colección se excluye los cultivos de palma africana, ya que estos se incluyen como clase diferenciada identificado con el código ID:35, (Véase Palma aceitera este apartado). Finalmente, se incluyen suelos en preparación, post cosecha y algunas quemas. En cuanto a los pastos se incluyen áreas dedicadas a pastoreo permanente por un período de dos o más años que pueden presentar anegamientos temporales o permanentes cuando están ubicadas en zonas bajas o en depresiones del terreno. Una característica de esta cobertura es que en un alto porcentaje su presencia se debe a la acción antrópica, referida especialmente a su plantación, con la introducción de especies no nativas principalmente. Cabe aclarar que esta clase de mosaicos de agricultura y/o pasto se da a raíz de que en algunas zonas los tamaños de parcelas tanto de agricultura como de pastos generan dificultad en su diferenciación y por ende en su clasificación debido a la resolución espacial de las imágenes Landsat.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Planet	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Norcasia - Caquetá, Año: 2024, Escala: 1km, Coordenadas: -75.49247 W, 1.77444 N.

Figura 58. Respuesta Espectral Mosaico de Agricultura y/o Pasto en la región Amazonía.

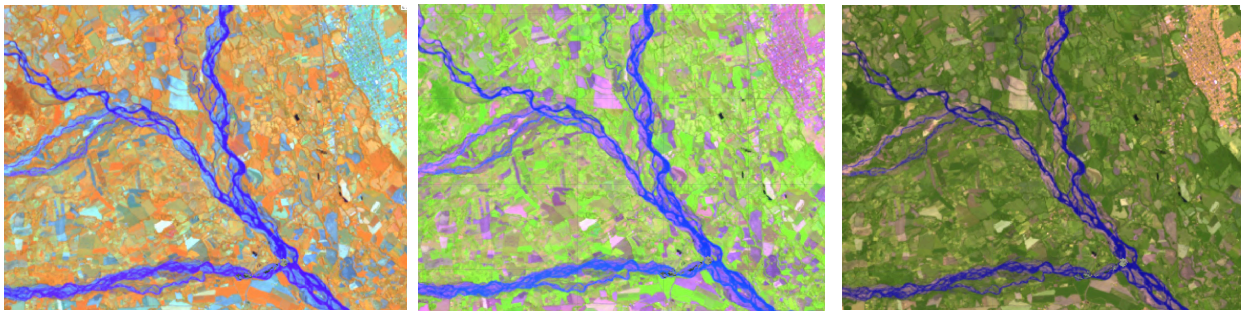
Como se observa en la **Figura 58**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, con una matriz de tonos de verdes intensos y colores amarillos los cuales corresponden a suelos en preparación, cultivos en diferentes estados fenológicos y a pastos

respectivamente. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se presenta de color verde mazana, amarillos y naranjas muy claros.

Presenta una textura fina homogénea siguiendo un patrón geométrico dado por la parcelación de los predios. Los cultivos de café localizados en Caquetá, Casanare y Meta se observan en la imagen de satélite en arreglos geométricos claramente definidos; la presencia de relictos de guaduales, redes viales y la alta densidad de viviendas rurales permiten identificar esta cobertura. Cuando las áreas cubiertas por pastos limpios son abandonadas por períodos largos (seis meses a tres años, según la región) se puede presentar el crecimiento de arbustales y el desarrollo de vegetación de sucesiones tempranas que pueden confundirse con otro tipo de formación natural no forestal o vegetación secundaria o en transición.

Playa, duna o banco de arena (ID:23)

Las playas y dunas naturales se encuentran predominantemente en zonas de inundación, como las vegas de los ríos, los bancos móviles o meandros abandonados, y están caracterizados por suelos arenosos y pedregosos.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Río Ariari - Granada - Meta, Año: 2024, Escala: 500m, Coordenadas: -73.73353 W, 3.50406 N.

Figura 59. Respuesta Espectral Playa, duna o banco de arena en la región Amazonía.

En estas zonas la cobertura vegetal tiende a ser escasa o ausente, presentando variaciones en forma o tamaño a lo largo de la serie temporal, principalmente debido a las dinámicas de inundación de los ríos. La respuesta espectral de esta clase muestra una notoria similitud en las tres combinaciones de bandas mostradas en la **Figura 59,** evidenciando una textura fina y la ausencia de un patrón claramente definido. Específicamente, en la combinación RGB 654 y 764 de

Landsat 8 y 9, así como en RGB 543 y 753 Landsat 7, 5 y 4, se aprecian tonos lilas y rosados en los bordes del río. Por otro lado, en RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 de Landsat 7, 5 y 4 predominan los matices azul celeste. Finalmente, en la clasificación 2 de MapBiomas esta se representa en color Naranja.

Infraestructura Urbana (ID:24)

Comprende superficies de grandes y pequeños centros urbanos (pueblos) 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 residenciales, comerciales, industriales, de servicios y recreativos; Los centros urbanos de extensión contínua se pueden presentar en: Leticia (Amazonas), Florencia (Caquetá), Mocoa (Putumayo), Orito (Putumayo), Calamar (Guaviare), entre otros. La mayoría de los centros urbanos de gran extensión cuentan con infraestructura aérea (aeropuerto) y vías de conexión con otras ciudades.

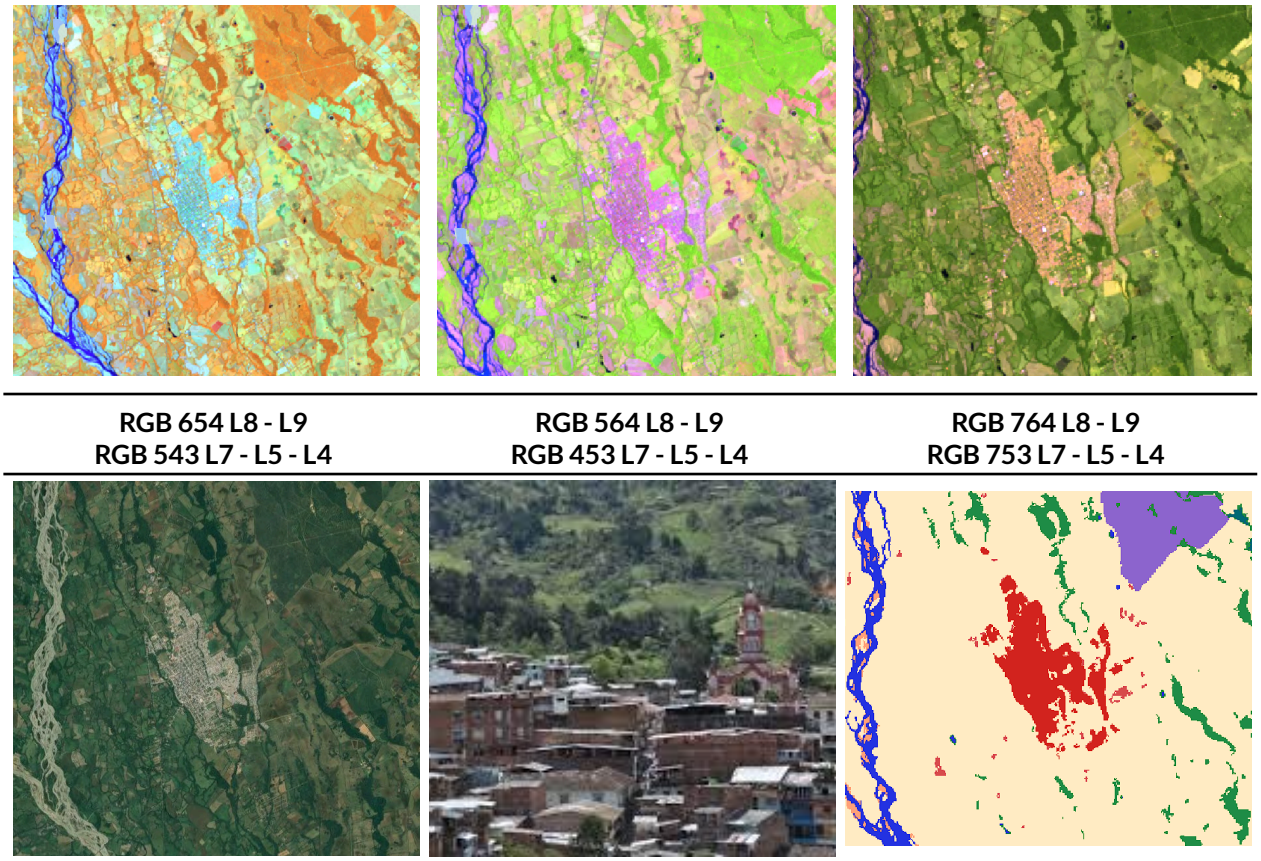


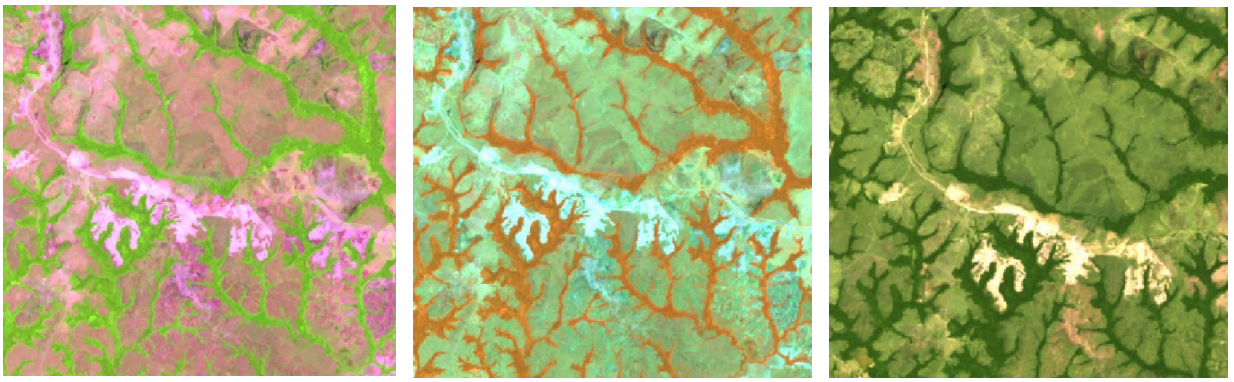
Figura 60. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Amazonía.

De igual forma se pueden encontrar caseríos en medio del bosque o alrededor de los cuerpos hídricos. Algunos caseríos pueden contar con pistas aéreas debido a que este medio representa la única vía de acceso de entrada y salida. Como se observa en la **Figura 60**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 , Landsat 5 y Landsat 4 se caracteriza por presentar

color violeta brillante, del mismo modo para la combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7 , Landsat 5 y Landsat 4 se observa en tonalidades azules claras a blancas. Muestra una textura fina a media determinada por el tamaño y densidad de las construcciones. La homogénea distribución de las construcciones y la red vial le otorgan un patrón geométrico que se asemeja a una cuadrícula.

Otra área sin vegetación (ID:25)

Comprende aquellos territorios en los cuales la cobertura vegetal no existe o es escasa, compuesta principalmente por suelos desnudos y quemados, así como por coberturas arenosas y afloramientos rocosos (Castellanos, 2010). Incluye zonas arenosas naturales en terrenos constituidos principalmente por suelos arenosos y pedregosos, por lo general desprovistos de vegetación o cubiertos por una vegetación de arbustal de tipo ralo; en la Amazonía de Colombia se incluyen además suelo expuesto por deforestación y zonas quemadas.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Vda Calo Blanco - Guaviare, Año: 2023, Escala: 500m, Coordenadas: -72.3307 W, 3.08676 N.

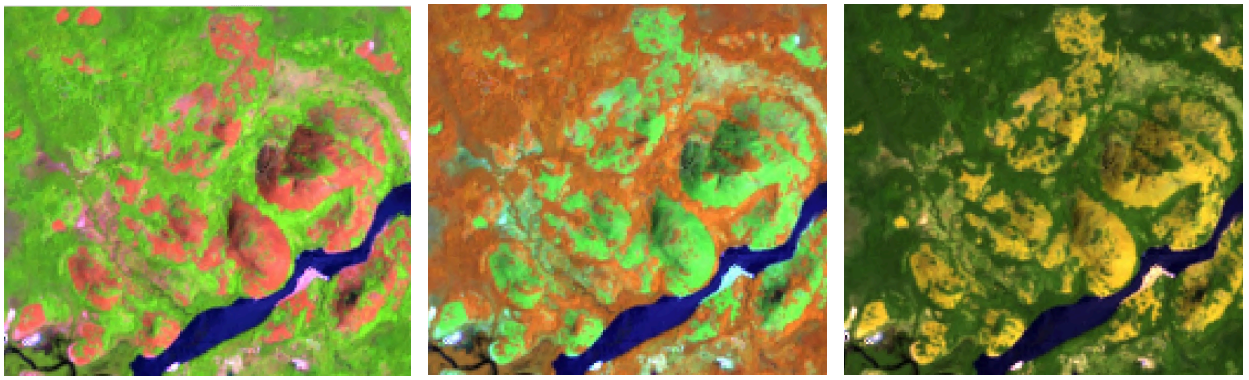
Figura 61. Respuesta Espectral Otra áreas sin vegetación en la región Amazonía.

Las zonas quemadas se refieren a las zonas afectadas por incendios recientes, donde los materiales carbonizados todavía están presentes de manera localizada tanto en áreas naturales como seminaturales, tales como bosques, cultivos, sabanas y arbustales.

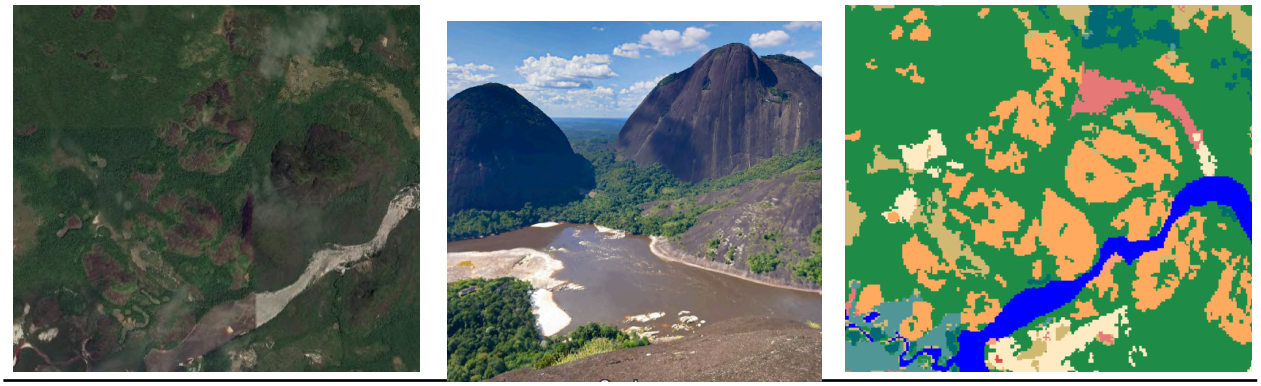
Como se observa en la **Figura 61**, la respuesta espectral de las otras áreas sin vegetación en la combinación 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 es de coloración fucsia brillante o e ocaciones se pueden presentar algunos matices amarillos; en una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, se observan de color verde menta o tonos morados oscuros, con tonalidades azules, en la la combinación 764 Landsat 8 y 753 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se puede observar en tonos amarilos palidos o en tonos cafes oscuros con tonalidades azules, esta cobertura presenta una textura muy fina homogénea y límites generalmente continuos y homogéneos.

Afloramiento rocoso (ID:29)

Corresponde a zonas constituidas por capas de rocas expuestas, donde los procesos de erosión y precipitaciones han ocasionado la exposición de la roca madre, con presencia baja o nula de la vegetación, generalmente ubicadas en laderas abruptas y de fuerte pendiente. En Amazonía su lugar representativo se encuentra en la estrella fluvial de Inírida.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

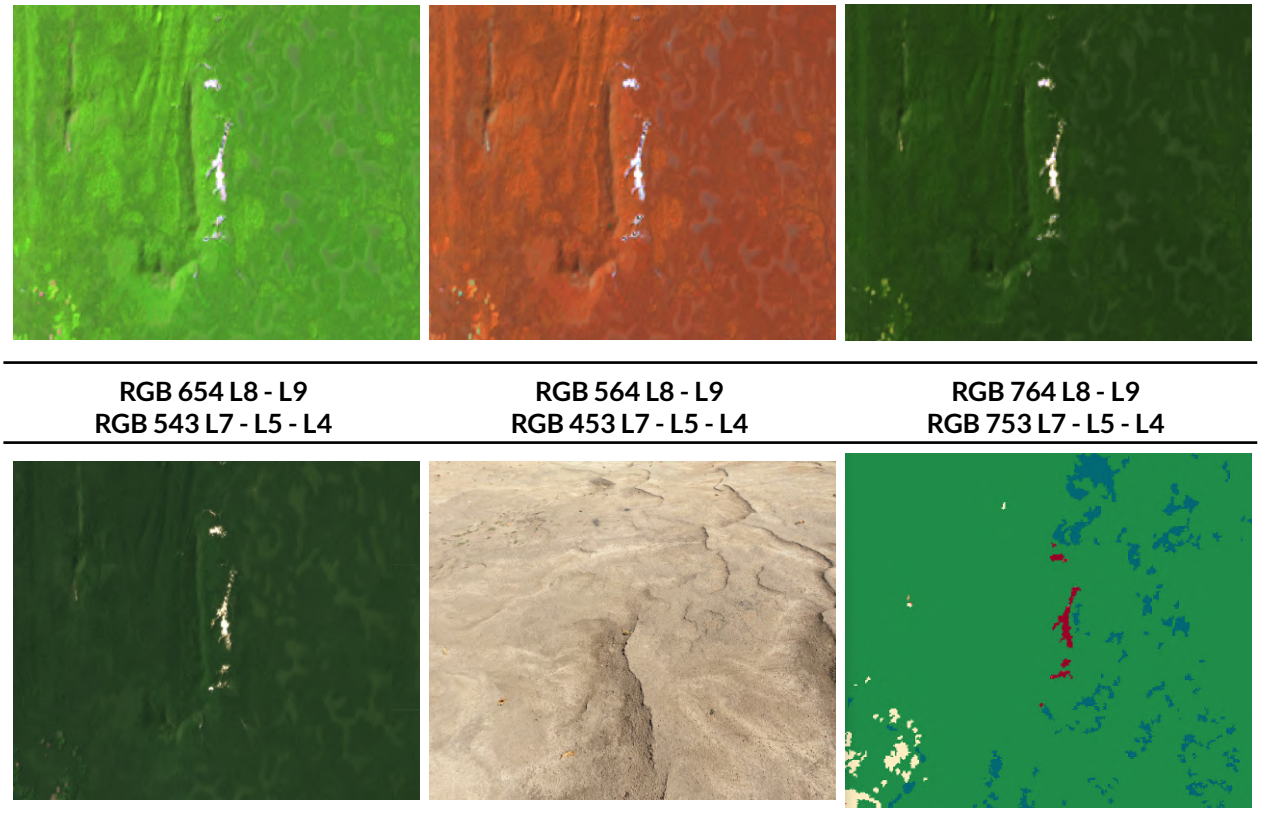
Ubicación: Puerto Inírida - Guainía, Año: 2023, Escala: 200m, Coordenadas: -67.975284 W, 3.472212 N

Figura 62. Respuesta Espectral Afloramiento rocoso en la región Amazonía.

Presenta una textura homogénea y su respuesta espectral de esta cobertura, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 varía entre tonalidades rosas. Por otro lado, en combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4 se visualiza en colores verdes. Finalmente en combinación RGB 764 L8 RGB se presenta en tonalidades amarillas.

Minería (ID:30)

La minería se encuentra dispersa en medio del Bosque (ID.3) y se presentan como pequeñas áreas de suelos desnudos dedicados a la extracción de minerales. Estas áreas se encuentran, por ejemplo, en el municipio de Taraira (Vaupés), distribuidas alrededor del departamento de Guainía, entre otras. Igualmente, se puede identificar un gran clúster de áreas mineras en el departamento de Putumayo.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Planet	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Pana Pana, Guainía, Año: 2023, Escala: 500 m, Coordenadas:-68.96314 W 1.90199 N

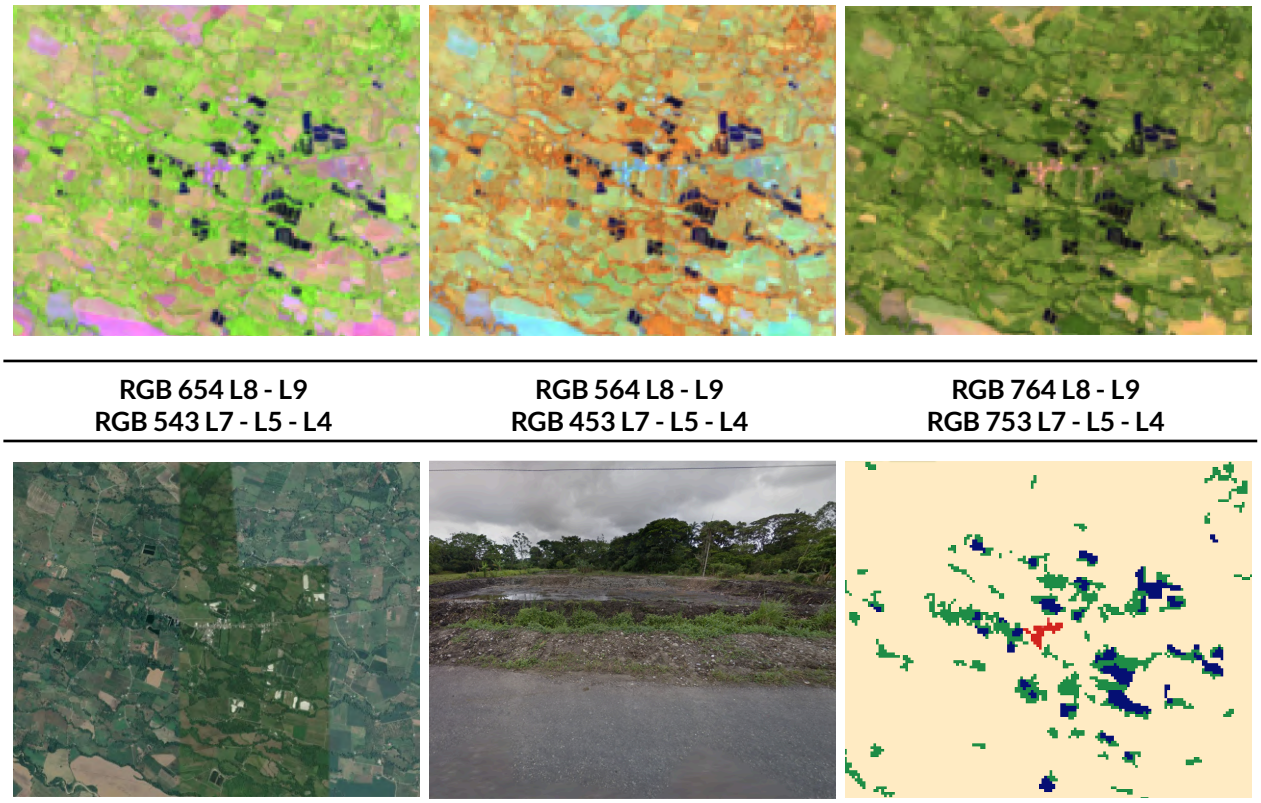
Figura 63. Respuesta Espectral Minería en la región Amazonía.

Como se observa en la **Figura 63**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4 y en una combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 432 Landsat 7, 5 y 4 se observa una respuesta espectral de bosque con parches de coloración Magenta a morados en la combinación de rojos y azules en la combinación de verdes, propios de los suelos desnudos, estas coberturas se diferencian de las demás debido a que generalmente se encuentra inmerso dentro del patrón de bosque y con cercanía a centros poblados generalmente pequeños, presentan una textura gruesa heterogénea.

Acuicultura (ID:31)

Esta clase incluye todos los cuerpos de agua artificiales destinados a la cría de peces en agua dulce para consumo. La cobertura se compone de una serie de piscinas adyacentes, que se distinguen por su patrón geométrico regular.

La respuesta espectral de la acuicultura es similar a la de los cuerpos de agua, esta al ser aguas estancadas tienden a tener una coloración verde oscura a negra en las imágenes de alta resolución. Así mismo, la coloración es azul oscura para las diferentes combinaciones de bandas usadas (RGB 654 Landsat 8 y 9, RGB 543 Landsat 7, 5 y 4). Estas conservan un patrón claramente distinguible asociadas a geometrías casi siempre cuadradas a rectangulares. Para la clasificación de la colección 4 esta tiene una coloración azul oscura.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Jbicación: Vía Lejanías - Aguas Claras, Meta. Año: 2022, Escala: 200 m, Coordenadas: -73.90554 W, 3.47541

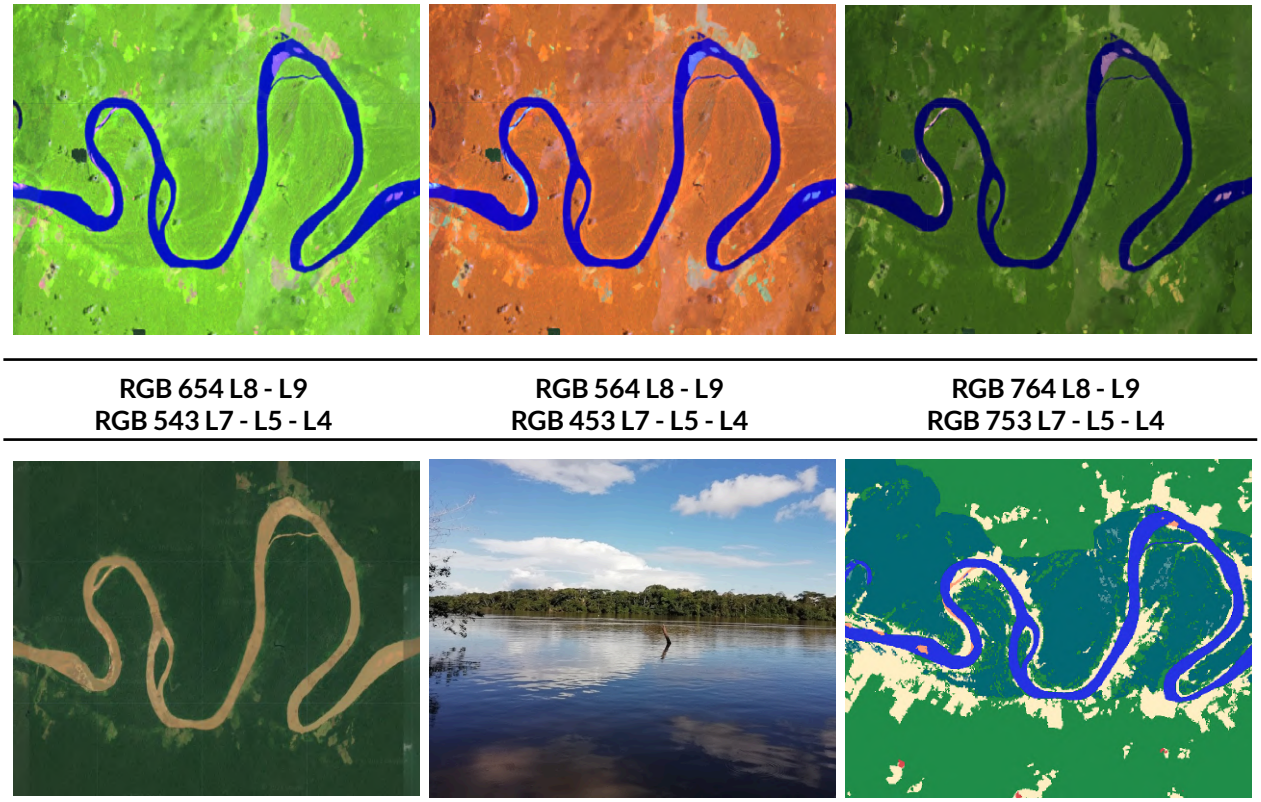
Figura 64. Respuesta Espectral de acuicultura en la región Amazonía.

Río, lago u océano (ID:33)

Son los cuerpos de agua permanentes, intermitentes y estacionales que comprenden lagos, lagunas y estanques naturales o artificiales de agua dulce (no salina) y cuerpos de agua en movimiento.

La respuesta espectral de los cuerpos de agua depende de la carga de partículas en suspensión, los ríos presentan color azul oscuro debido al contenido de sedimentos y materia orgánica y cuando

sus cargas de partículas en suspensión son menores su color varía. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, la coloración es la misma en las diferentes combinaciones de bandas usadas. Muestra una textura muy fina homogénea tal como se evidencia en la **Figura 65** con un patrón de drenaje que sigue los diferentes cursos hídricos en algunos casos de tipo dendrítico.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Río Caquetá, Año: 2021, Escala: 1km, Coordenadas: -74.490056 W -0.138241 S

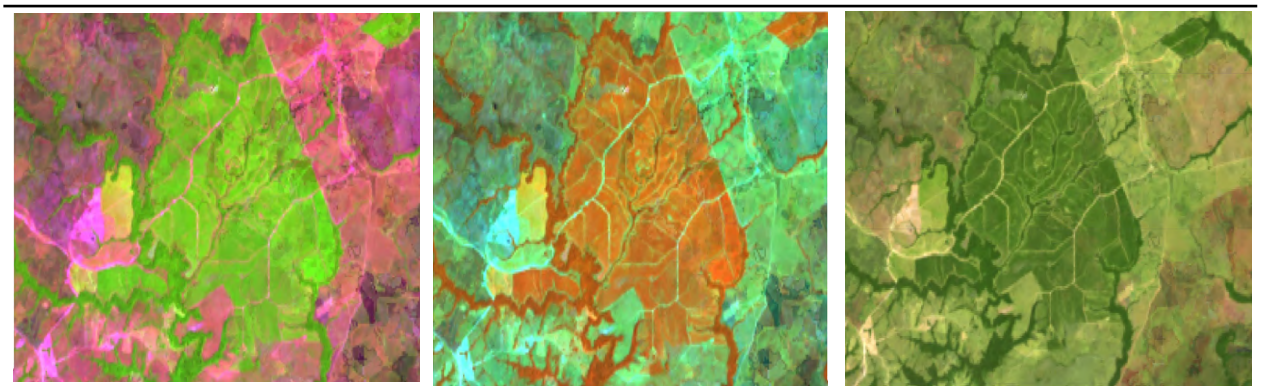
Figura 65. Respuesta Espectral de Río, lago u océano en la región Amazonía..

Palma aceitera (ID:35)

Comprende superficies de cultivos simétricos de Palma de aceite, transitorios o permanentes, en los cuales los tamaños de parcelas son considerablemente grandes en comparación a los cultivos normales, generalmente se realizan en grandes extensiones y su aprovechamiento es en escala industrial.

Como se evidencia en la **Figura 66** este cultivo obedece a un claro patrón geométrico regular, distribuido por lotes el cual es intrincado con vías dentro de la misma formación que sirven de redes de acceso para su cuidado y aprovechamiento y su textura es fina y homogénea con un patrón geométrico dado por la parcelación de los predios.En combinación falso color 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 y en una combinación RGB 563 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observa una respuesta espectral similar al bosque, de

coloración verde, estas coberturas se diferencian entre sí, por los patrones simétricos en el mosaico, los grados de intervención de la zona aledaña y la regularidad de sus límites.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

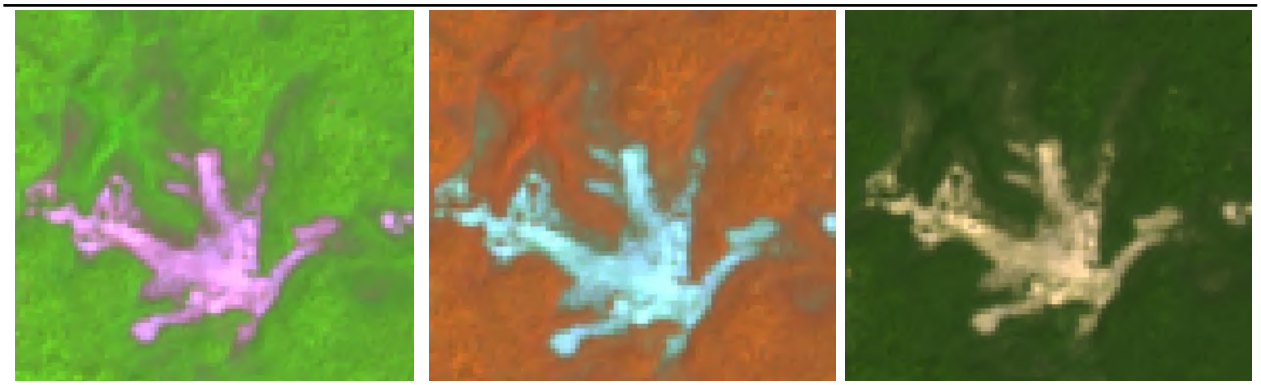
Ubicación: Mapiripán, Meta, Año: 2021, Escala: 500 m, Coordenadas: -72.08995 W, 2.9255 N.

Figura 66. Respuesta Espectral Palma aceitera en la región Amazonía.

Otra área natural sin vegetación (ID:68)

Esta clase comprende aquellas áreas desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, originadas por procesos naturales erosivos o fenómenos naturales. En la región Amazonía, se utilizó para el mapeo de disturbios naturales (deslizamientos, erosiones hídricas, entre otros), así mismo para clasificar algunas zonas con vegetación escasa en los tepuyes.

La respuesta espectral se asemeja a la clase 25, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4 se observa una tonalidad morado azulado oscuro, mientras en la combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 se pueden observar tonos verdes mentas pálidos y tonalidades amarillentas con matices blanquecinos,Por último, en verdadero color RGB 764 para Landsat 8 y 9, y RGB 753 en Landsat 7, 5 y 4, los píxeles presentan tonalidades rosa opacas. En la leyenda MapBiomas se representa con un tono fucsia intenso como se evidencia en la **Figura 67.**



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Guainía, Año: 2022, Escala: 500 m, Coordenadas: -67.51949 W, 3.52939 N.

Figura 67. Respuesta Espectral Otra área natural sin vegetación en la región Amazonía.

Paneles solares (ID:75)

Incluye todas aquellas áreas destinadas a la instalación de módulos fotovoltaicos capaces de transformar la luz solar en energía eléctrica. Estos espacios comprenden conjuntos de paneles solares montados sobre estructuras fijas o con sistemas de seguimiento solar, así como subestaciones, redes internas de conexión y otras infraestructuras necesarias para la transmisión, distribución y gestión de la energía generada. Si bien comúnmente abarcan grandes extensiones —como el Proyecto Corredor del Jaguar, en Guaviare, o el parque solar Dinamarca de GreenYellow, en el Meta—, también se han identificado instalaciones de menor escala orientadas a facilitar el acceso a la energía en comunidades aisladas para disminuir la dependencia de combustibles fósiles.

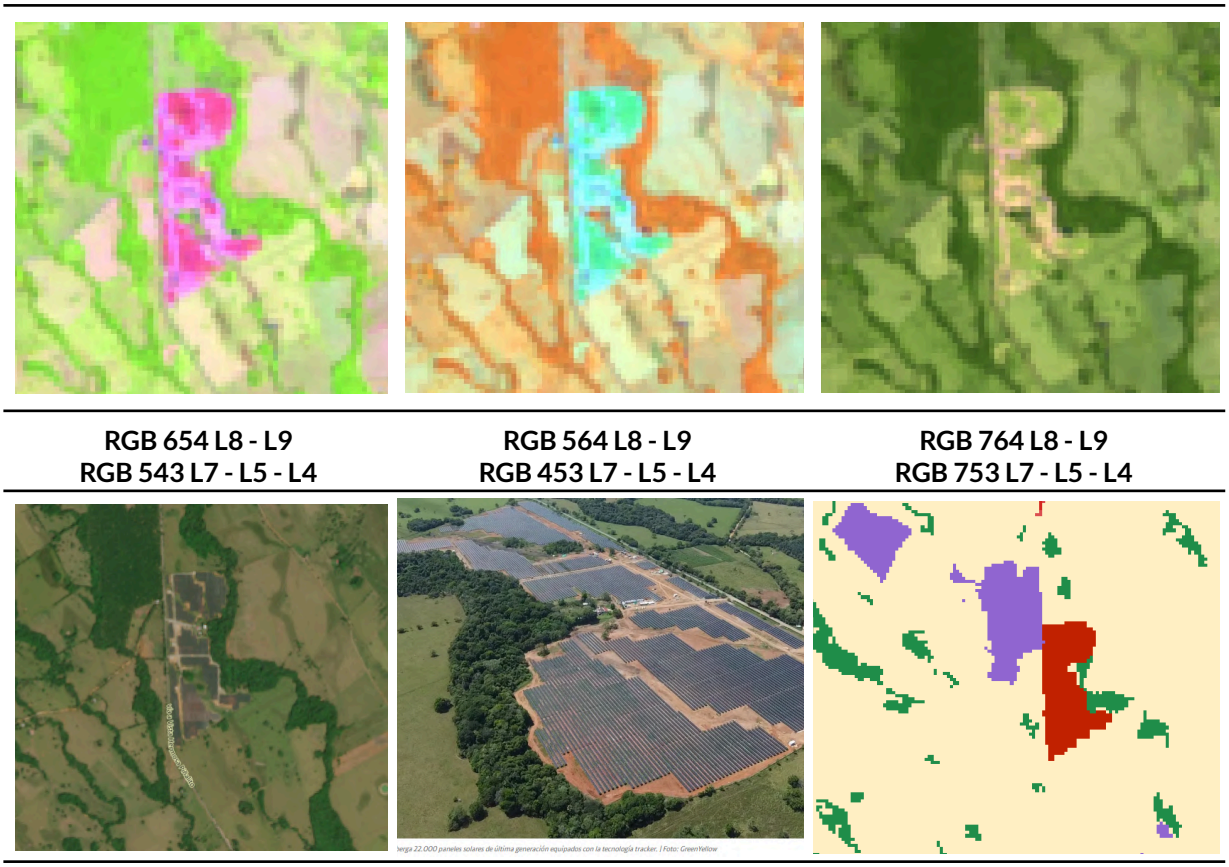
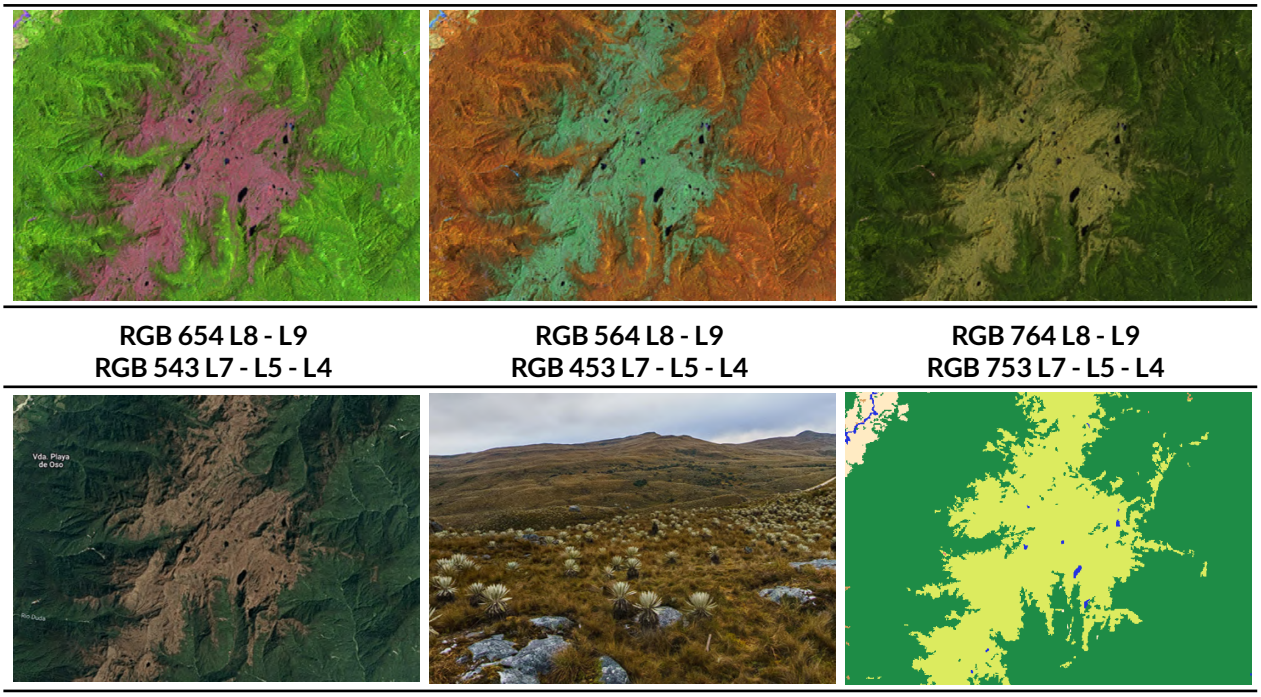


Figura 68. Respuesta Espectral Paneles solares - Amazonía.

Su respuesta espectral es muy distintiva, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, presenta tonos de color magenta con algunos matices rosa claro. En la combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 se observan pixeles de color menta en tonos vivos. Presentan texturas finas homogéneas en patrones geométricos definidos como se evidencia en la **Figura 68.** Finalmente, en la leyenda de MapBiomas esta se representa con color rojo.

Herbazales o arbustales altoandino (ID 81)

Cobertura vegetal natural restringida a los Andes, ubicada por encima de la línea de bosques, a partir de los 2.900 m s. n. m., cuya transición depende de las condiciones locales, en especial de factores edáficos y climáticos. Está dominada principalmente por especies herbáceas, con una menor proporción de arbustos cuya fisonomía y composición florística varían ampliamente. Entre las familias vegetales más representativas se destacan Poaceae, Asteraceae, Ericaceae, Melastomataceae, Rosaceae y Orchidaceae, así como Cyperaceae, Bromeliaceae y Fabaceae, las cuales aportan a la alta diversidad y endemismo del ecosistema. Estas comunidades están adaptadas a condiciones de alta humedad, nubosidad frecuente, precipitaciones elevadas, radiación solar directa, bajas temperaturas y suelos blandos. Constituyen uno de los ecosistemas más singulares y, a la vez, más amenazados por la presión antrópica.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

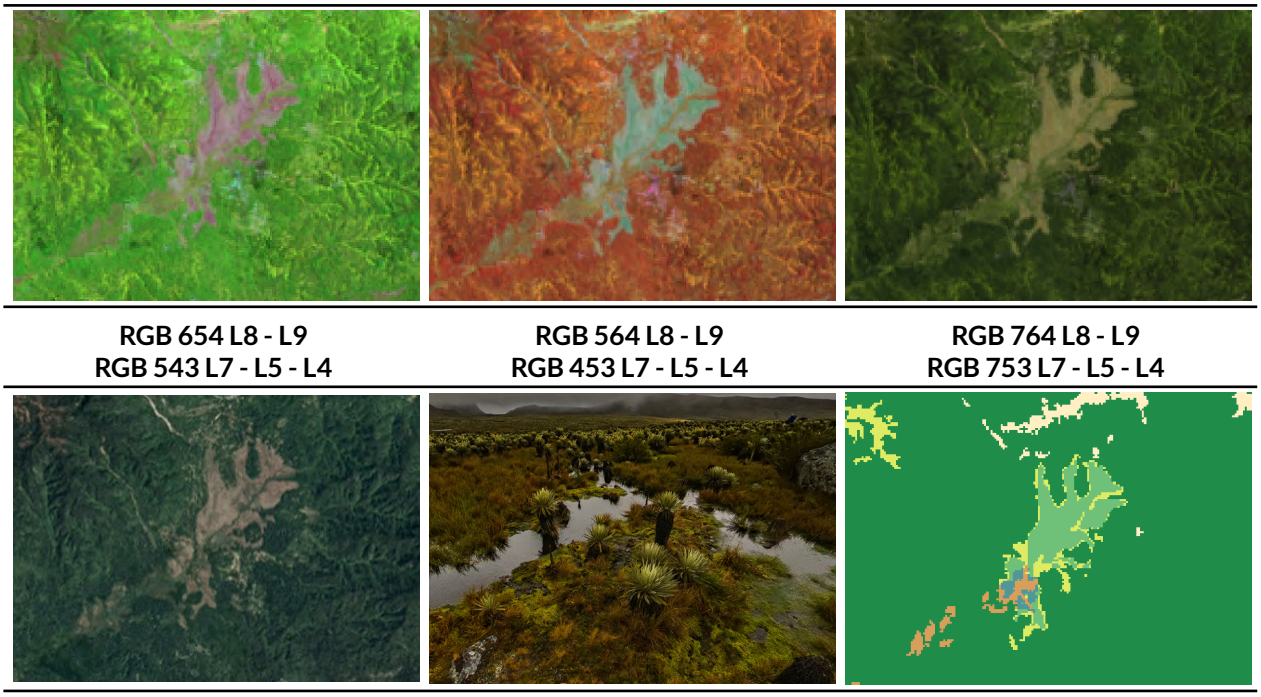
Ubicación: Páramo sumapaz - Meta, Coordenadas:-74.248694 W, 3.653077 N, Escala: 1 km, Año: 2024

Figura 69. Respuesta Espectral Herbazales y arbustales altoandinos - Amazonia.

Como se evidencia en la **Figura 69**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color morado a marrón en tonos opacos. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color verde pálido. En verdadero color, se observa un tono amarillento-marrón. Presenta una textura heterogénea y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y afloramientos rocosos y relieves colinados. Finalmente, en la leyenda de de MapBiomas se representa con un tono verde limón.

Herbazales o arbustales inundable altoandino (ID 82)

Cobertura vegetal natural restringida a los Andes, asociada a sistemas de agua dulce lacustres, palustres y fluviales, dominada principalmente por especies herbáceas y en menor proporción por arbustos. Se desarrolla en planicies aluviales, zonas ripiaras y ambientes pantanosos por encima de los 2.900 msnm. Se caracteriza por vegetación adaptada a condiciones de alta humedad, nubosidad frecuente, elevadas precipitaciones, radiación solar directa, bajas temperaturas y suelos blandos compuestos en gran medida por musgos y materia orgánica en descomposición que conforman turberas. Incluye además especies que cubren parcial o totalmente la lámina de agua en lagos y lagunas andinas en proceso de eutrofización.



RGB 654 L8 - L9 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 - L9 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 - L9 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Pasto - Nariño, Coordenadas: -77.11389 W, 1.00599 N, Escala: 500 m, Año: 2024

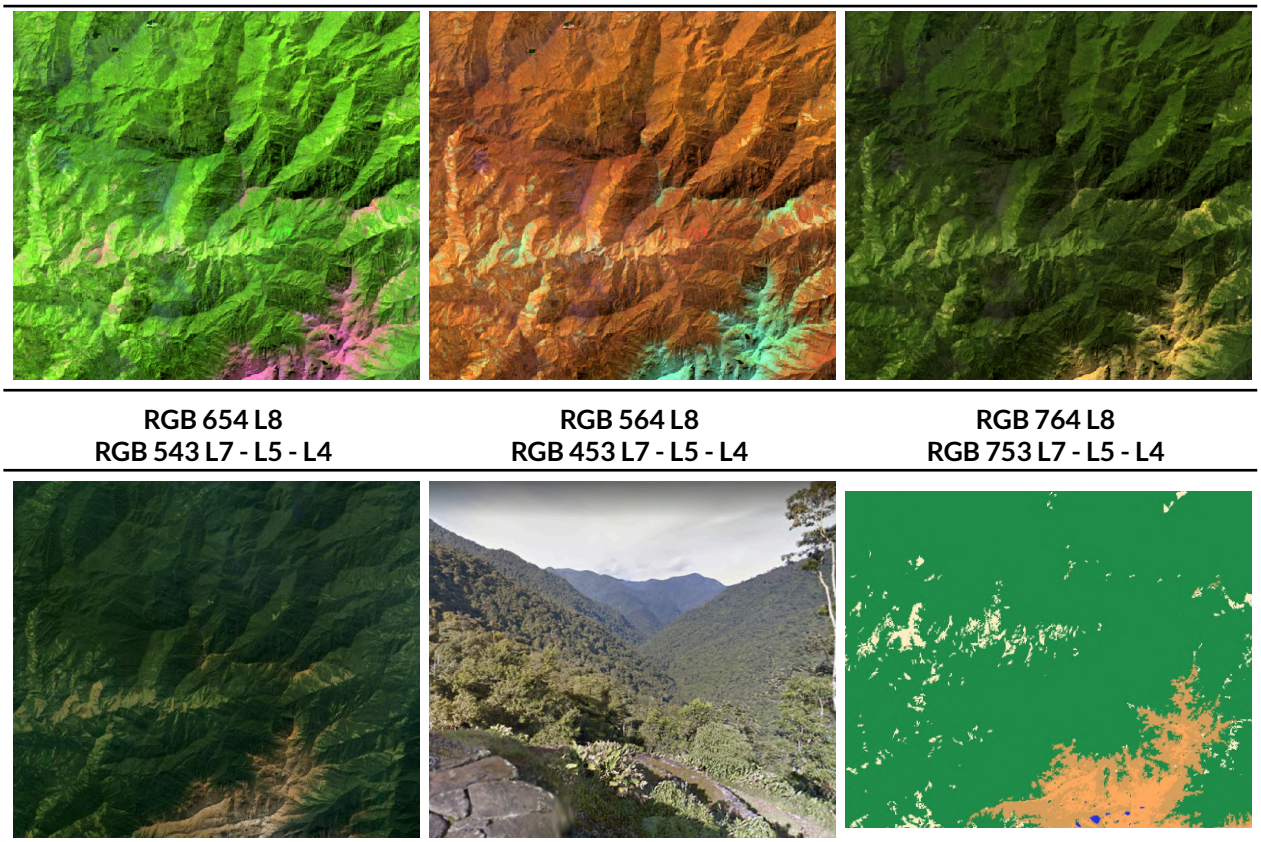
Figura 70. Respuesta Espectral Herbazales o arbustales inundable altoandino - Andes.

Como se evidencia en la **Figura 70**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 9, y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color morado con zonas de tonalidades más oscuras en las zonas de mayor anegamiento. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y 9, y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color verde pálido. En verdadero color, se observa un tono amarillento-marrón. Presenta una textura más fina que las herbazales y arbustales andinos ya que se ubica en zonas con relieves más homogéneos y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y afloramientos rocosos y relieves colinados.

4.4.3.3. Leyenda Caribe

Bosque (ID:3)

Esta clase corresponde a áreas naturales con predominio de elementos arbóreos o arbustivos los cuales forman un dosel más o menos continuo con una altura superior a 5 m. Se incluyen los bosques densos de tierra firme, arbustales densos, bosques riparios y de galería, y vegetación secundaria en estado avanzado de sucesión donde ya se han recuperado parte de sus atributos estructurales. En la región Caribe se pueden encontrar diferentes tipos de bosques según el gradiente altitudinal y las condiciones climáticas, como el bosque húmedo tropical del Magdalena Medio, caracterizado por presentar un estrato alto y dosel continuo con una vegetación siempre verde; el bosque seco tropical de la Llanura del caribe, el cual está sometido a periodos de sequía y temperaturas extremas y presenta una vegetación caducifolia de tipo espinosa; y los bosques montanos de la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta (IDEAM, 2010,IDEAM, IGAC e Instituto Humboldt, 2017).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación:Sierra Nevada de Santa Marta - Magdalena, Año: 2021, Escala: 2000 m,
Coordenadas: -73.9136W, 10.9809N

Figura 71. Respuesta espectral de la clase Bosque en la región Caribe.

En los bosques densos con un alto grado de conservación es posible su identificación a través de la imagen satelital dada su continuidad en cuanto a forma y fisonomía; Presentan tonos más oscuros comparados con algunas formaciones arbóreas secundarias regeneradas de manera natural. En el caso de los bosques riparios o de galería el patrón es fácilmente distinguible pues bordea los cursos de agua siguiendo los diferentes patrones de drenaje (dendrítico a subdendrítico).

En cuanto a las imagenes landsat empleadas, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, la clase en cuestion se identifica por tonalidades de color verde oscuro y claro, lo cual, como se menciono anteriormente, depende de su estado sucesional y madurez. Para la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 presenta coloraciones rojo oscuro a naranja, finalmente para una imagen con combinación de bandas RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 Landsat 7-5-4 el bosque refleja en color verde oscuro (**Figura 71**). La textura varía de media a gruesa rugosidad según la densidad del dosel.

Manglar (ID:5)

Formación natural de bosques densos y siempre verdes ubicados en las zonas litorales, ocupando una zona transicional entre el continente y el océano (Fundación Gaia Amazonas, 2022). Crecen

sobre suelos planos y fangosos que pueden estar permanente o estacionalmente inundados debido a la influencia de las mareas. Se encuentran en zonas estuarinas, bahías, ensenadas, lagunas costeras y esteros, entre otros, donde reciben los aportes de las aguas de escorrentía continental y la influencia de las aguas marinas o salobres (Gaxiola, 2011). De acuerdo Murcia & Castillo (2018) los manglares en la región Caribe se distribuyen desde el golfo de Urabá (Antioquia) hasta la bahía Turkakas en la alta Guajira y su composición florística en la zona incluye cinco especies de los géneros Rhizophora, Avicennia, Laguncularia, Pelliciera y Conocarpus. Dada la influencia del agua salobre, estas formaciones han desarrollado adaptaciones morfológicas especiales para sobrevivir tales como: Raíces alargadas y flexibles para colonizar sustratos inestables, estructuras anatómicas denominadas "lenticelas" en tallos, ramas y raíces para el intercambio de gases con la atmósfera y estrategias reproductivas como la presencia de semillas que pueden flotar durante largos periodos de tiempo (Villalba, 2006).

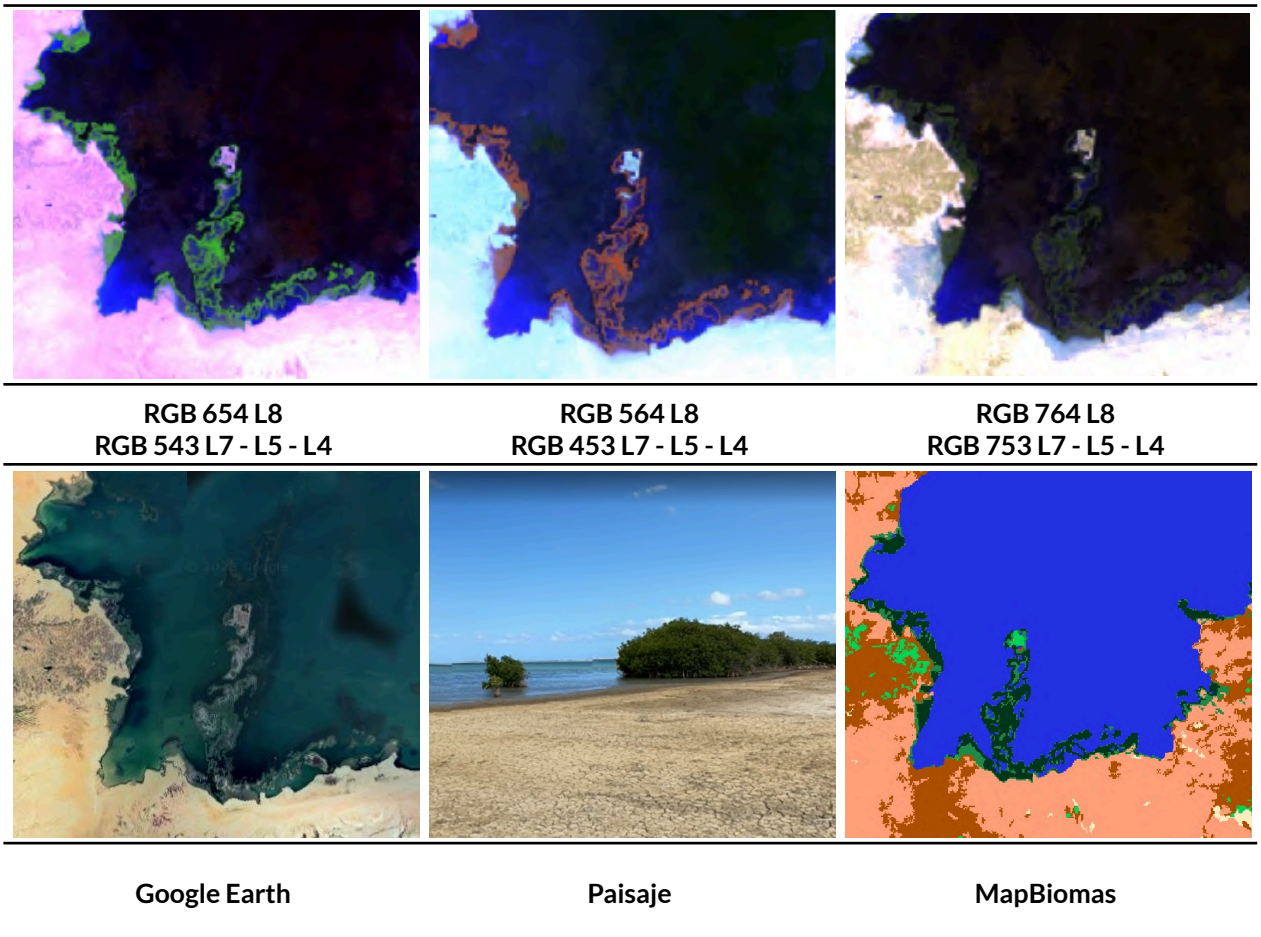


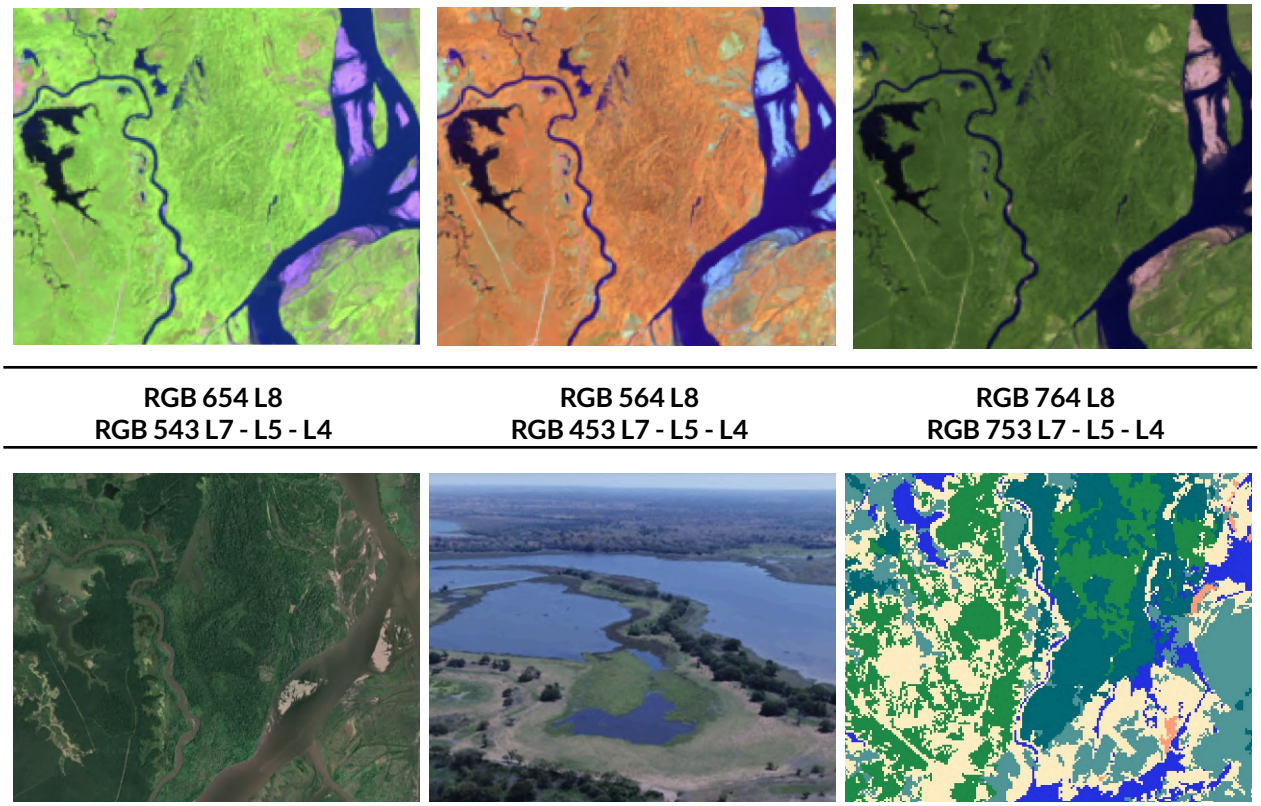
Figura 72. Respuesta Espectral de la clase Manglar en la región Caribe.

En la parte superior de la **Figura 72**, se muestran las combinaciónes empleadas para la identificacion de dicha cobertura, en falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, se destaca por tonalidades de color verde oscuro grisaceo en coberturas con predominio de estratos arbustivos y brillante para vegetacion con mayor porte, con texturas suaves. Para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 la respuesta espectral

va de rojo a marrón con mayor intensidad en la vegetación vigorosa. Por último, en la combinación RGB 764 para L8 y RGB 753 en landsat 7 , 5 y 4, el manglar refleja a color verde oscuro opaco.

Bosque Inundable (ID:6)

Los bosques inundables son coberturas boscosas que comprenden vegetación en diferentes estratos, destacando la formación de plantas leñosas o arbóreas con alturas desde los 3 metros en adelante. Se caracteriza por establecerse en las riberas de los ríos temporales o permanentes, ciénagas, humedales valles o planicies aluviales, por su orografía poco accidentada esta formación también es conocida como bosques de galería, sin embargo, esto no implica que todos los bosques de galería correspondan a esta clase.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación:Rio Magdalena - Bolívar/Santander, Año: 2022, Escala: 200 m,
Coordenadas: -73.82262W, 7.76953N

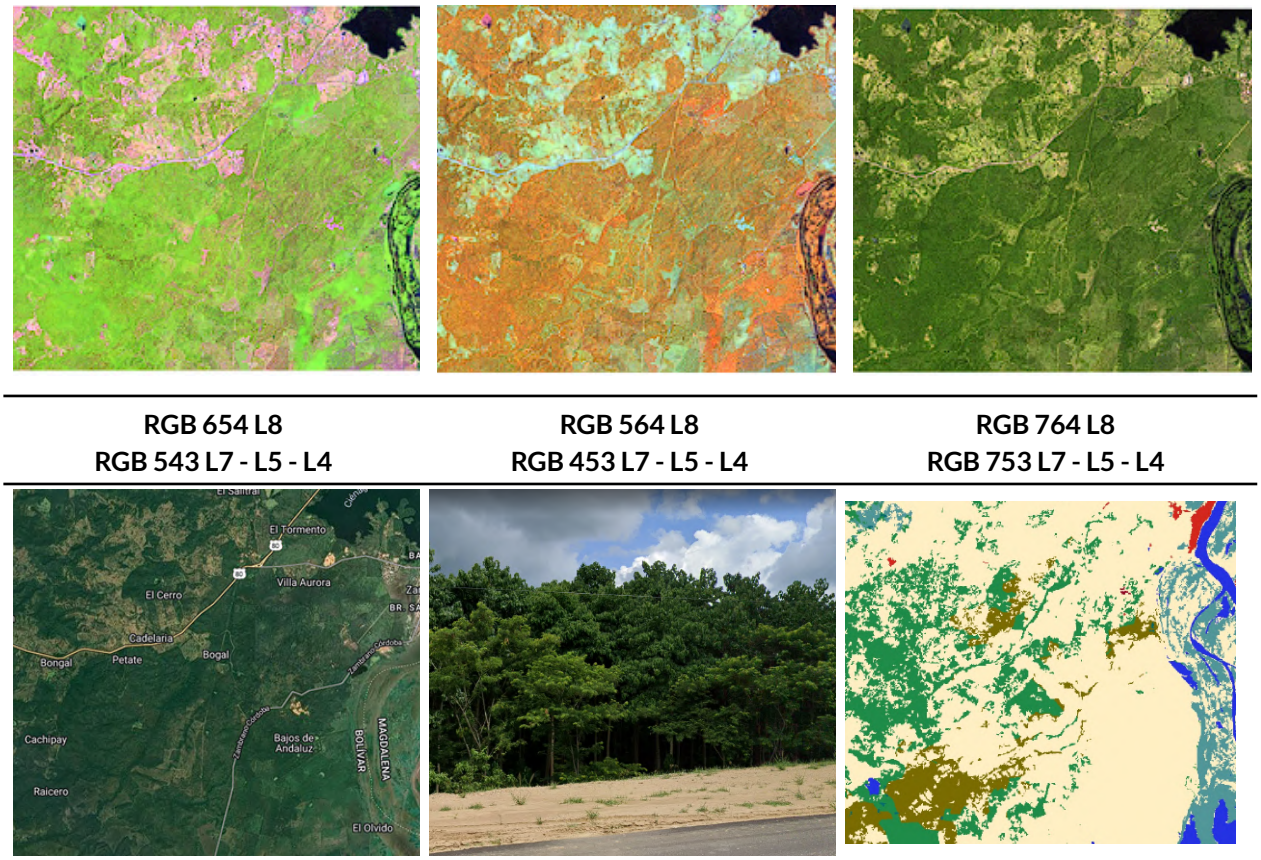
Figura 73. Respuesta Espectral de la clase Bosque Inundable en la región Caribe.

En el caribe colombiano, en las coberturas ubicadas detrás del manglar, donde el nivel de inundación no es tan alto, se pueden encontrar algunas especies de tierra firme que toleran la inundación, así como palmas, que hacen parte del bosque inundable.Como se observa en la **Figura 73** este tipo de coberturas en la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4 se distingue por tonalidades de color verde claro intenso, para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 la coloración varia entre rojo a marron con matices de color naranja intenso, diferenciandose de la formacion boscosa por su textura fina, en

comparación con la rugosidad de la clase 3, por ultimo, en la combinacion RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 esta clase presenta tonos verde oscuro a claro.

Silvicultura (ID:9)

Esta cobertura corresponde a una clase antrópica, se encuentra constituida netamente por vegetación arbórea establecida en rodales puros mediante la siembra o plantación para procesos de forestación o reforestación con fines comerciales. En la región caribe las especies con mayor área sembrada son Tectona grandis (Teca) y Gmelina arborea (Melina), donde la mayoría de dichas plantaciones se ubican en zonas de planicie con pendientes suaves.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Zambrano - Magdalena, Escala: 1000 m, Año: 2021, Coordenadas: -74.88476W, 9.73087N

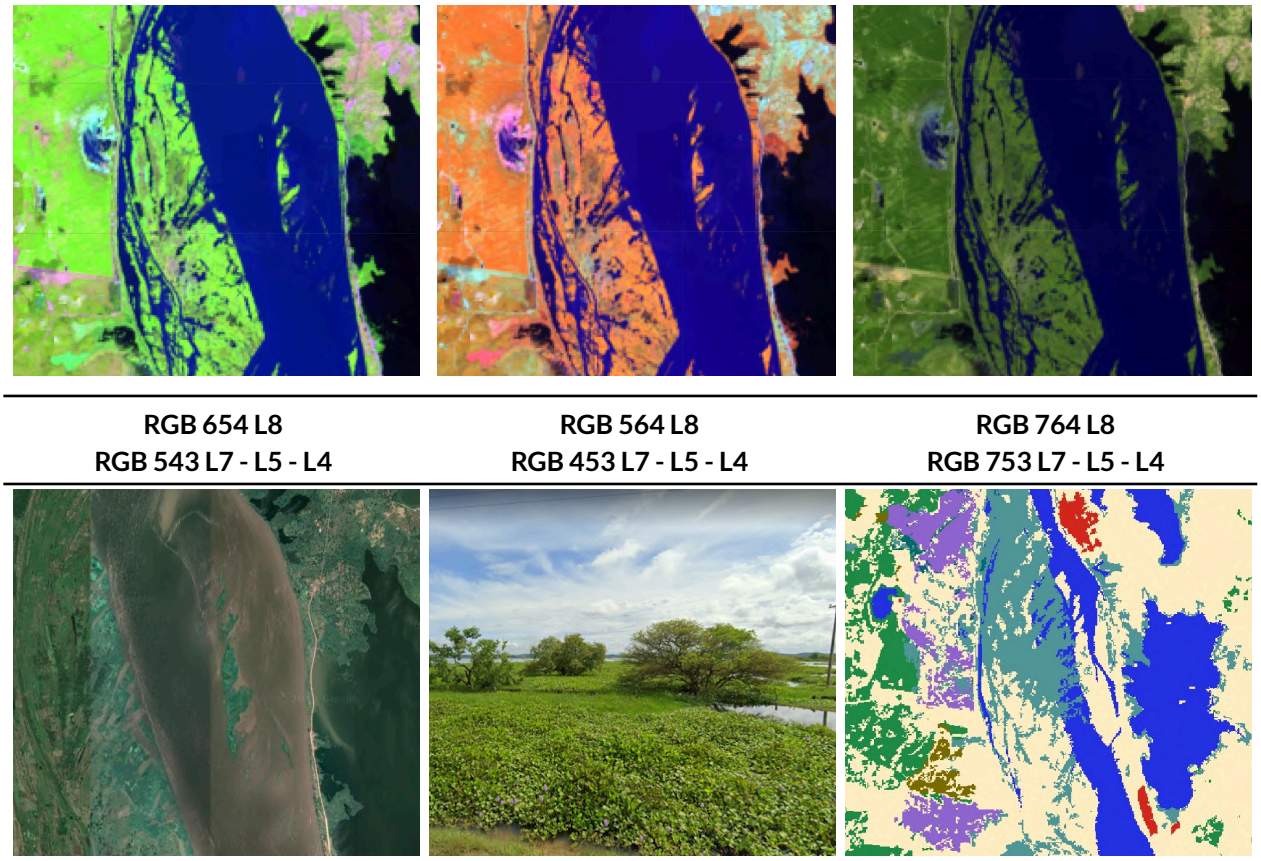
Figura 74. Respuesta Espectral de la clase Silvicultura en la región Caribe.

En la imagen de satélite esta clase se caracteriza por presentar una cobertura continua con un patrón geométrico regular, constituido por las hileras de árboles generalmente de la misma edad. Para la identificacion de esta clase en falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan coloraciones verdes; oscuro para plantaciones maduras y verdes claros intensos con matices de color amarillo en los primeros estadios, en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 predominan los colores naranja en plantaciones jovénes que se tornan rojizos al avanzar su edad, finalmente, para la combinacion RGB 764 Landsat 8 y RGB 753

en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 las plantaciones presentan tonos verdes oscuro fácilmente confundibles con las formaciones boscosas naturales, sin embargo, en silvicultura se presentan texturas mas homogeneas y de menor rugosidad comparadas a las observadas en clase 3 (**Figura 74**).

Formación Natural No Forestal Inundable (ID:11)

Este tipo de coberturas se constituyen por vegetación herbácea y, en menor medida, arbustiva localizada en zonas asociadas con deltas de ríos, estuarios, ciénagas, lagunas costeras y planicies marinas de inundación, así como en las madres viejas o ríos que cambiaron su cauce.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4

Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Ciénaga Zurra - Tenerife, Magdalena, Escala: 500 m, Año: 2022,
Coordenadas: -74.85062W, 9.86896N

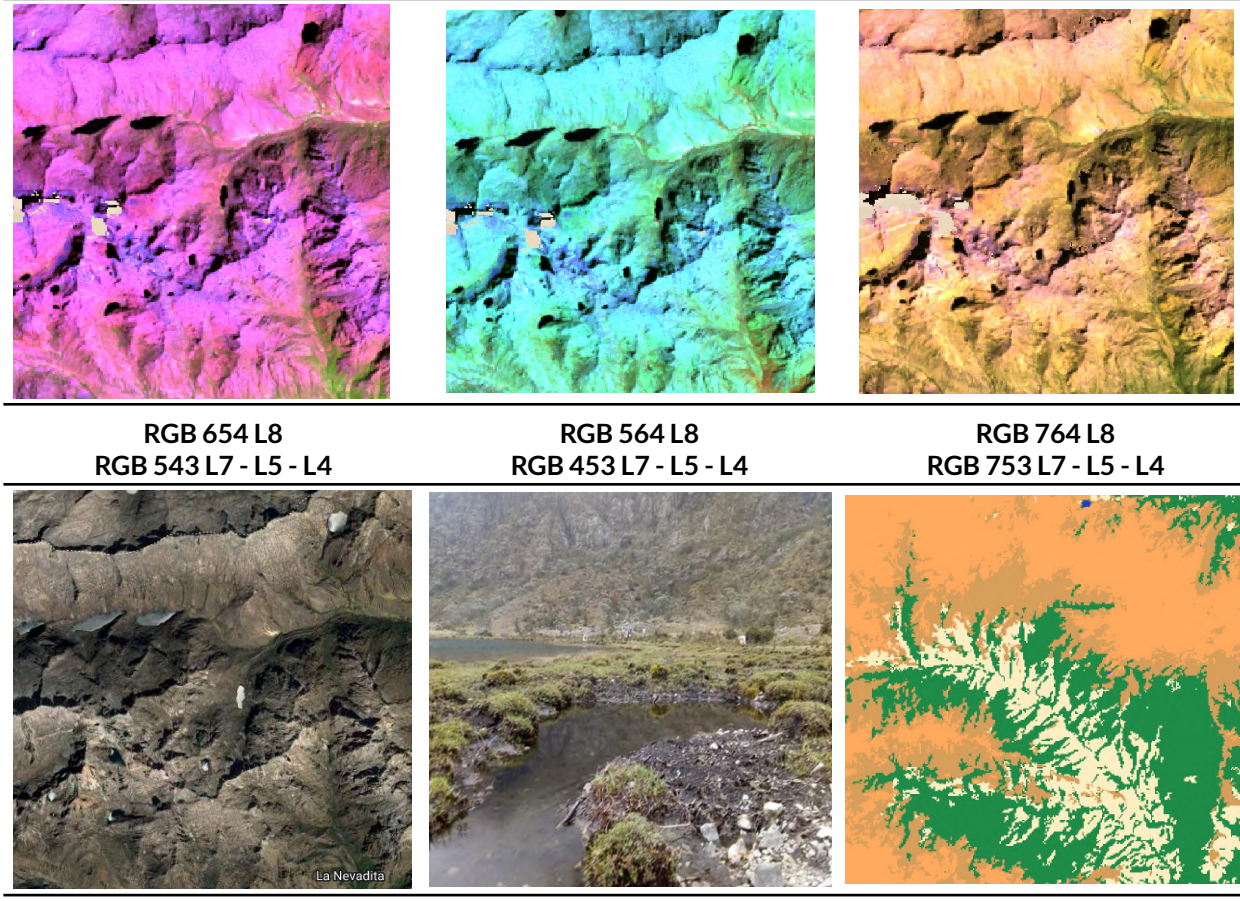
Figura 75. Respuesta Espectral de la clase Formación Natural No Forestal Inundable en la región Caribe.

También se pueden encontrar en las áreas costeras bajas donde la vegetación se ha adaptado a los ambientes salobres debido a la influencia de las mareas (IDEAM,2010). La respuesta espectral de esta cobertura es muy variable. Como se observa en la **Figura 75**, en la orilla de la cienaga, para la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, la clase presenta tonalidades de color verde neon intenso, pero tambien suelen encontrarse coloraciones pardas a marrón, en imagénes con combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 destaca por tonos naranja con matices rosa intenso y verde ocre claro en algunas

zonas pantanosas. Finalizando, en RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan verdes vivos. Presenta una textura fina heterogénea sin patrones definidos.

Otra Formación natural no forestal (ID:13)

Para la región del Caribe, esta cobertura integra un conjunto de vegetación natural que no ha tenido una influencia significativa de la actividad humana y que está compuesta principalmente por elementos arbustivos dispersos y herbazales que se desarrollan en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones (IDEAM, 2010).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Valledupar - Cesar, Escala: 500 m, Año: 2021, Coordenadas: -73.453367W, 10.846723N

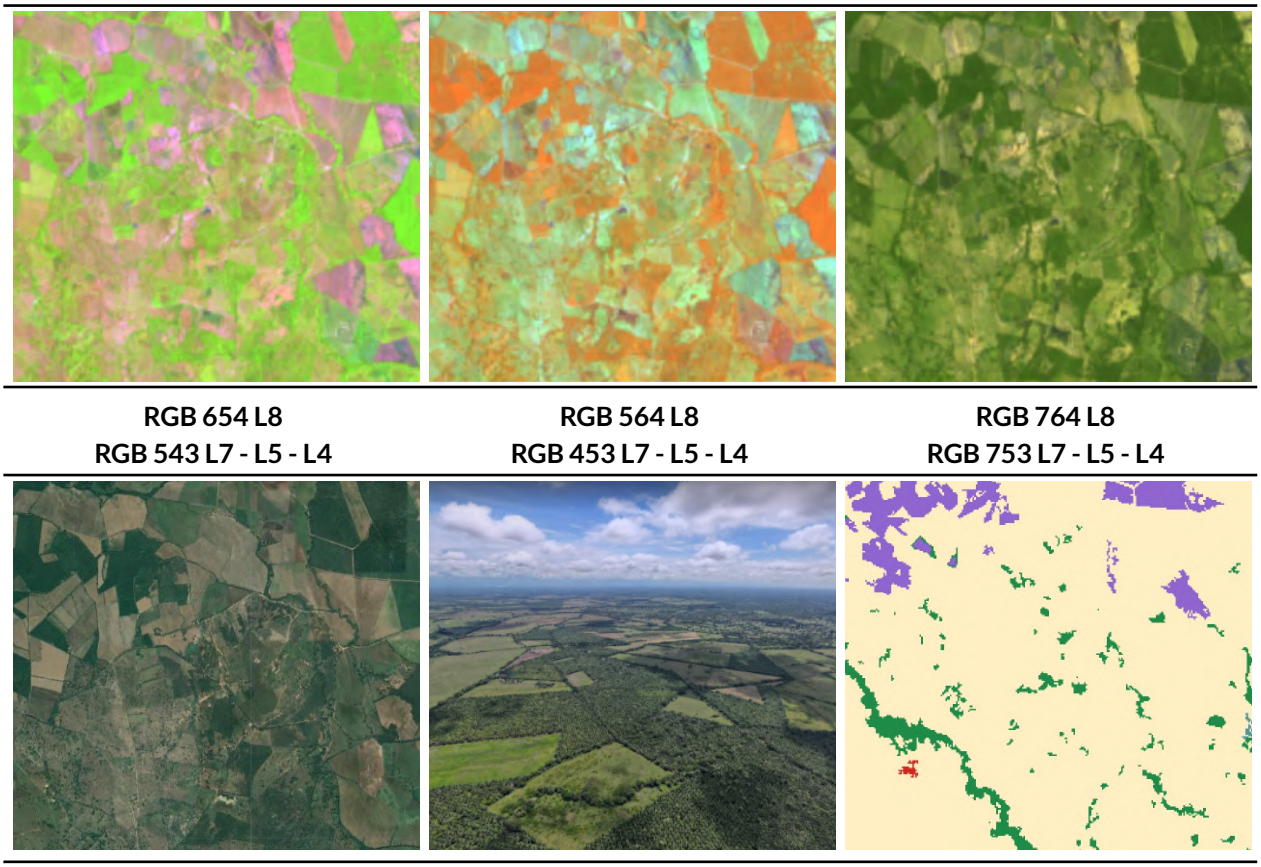
Figura 76. Respuesta Espectral de la clase Otra Formación Natural No Forestal en la región Caribe.

Se conforma principalmente por los pastizales naturales y matorrales de páramo presentes en la Serranía del Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta que se encuentran generalmente desde los 3300 msnm .La clase se encuentra asociada a zonas con poca intervención antrópica con presencia de afloramientos rocosos, se caracteriza por texturas finas ligeramente rugosas, especialmente en zonas escarpadas. Como se observa en la **Figura 76**, la respuesta espectral de esta cobertura para la combinación de bandas RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 corresponde a tonos fucsia y rosa fuerte, en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 la tonalidad presentada es verde esmeralda claro con matices azules, finalmente, para la

combinación RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 los pixeles presentan un color amarillo crema.

Mosaico de Agricultura y/o Pasto (ID:21)

En el Caribe la cobertura está representada principalmente por cultivos transitorios, cultivos inundables interinos o aledaños a cuerpos de agua, algunos cultivos permanentes y mosaicos de pastos, que en la mayoría de los casos son difíciles de representar de manera individual por su parcelación en pequeños tamaños y su patrón espacial intrincado. La agricultura que se encuentra en la región se asocia principalmente a los cultivos de arroz, maíz, plátano, algunas leguminosas y otros de agricultura familiar. Por su parte, los mosaicos de pastos se destinan principalmente para actividades pecuarias como la ganadería, existiendo pastos limpios, enmalezados y pastos con espacios naturales. Esta cobertura presenta una alta gama de tonos debido a los diferentes estados fenológicos y variadas prácticas de manejo que se dan en las diferentes parcelas, por lo tanto pueden generar confusión con otras clases. Su característica principal es el patrón geométrico regular e irregular de un lote (IDEAM,2018).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

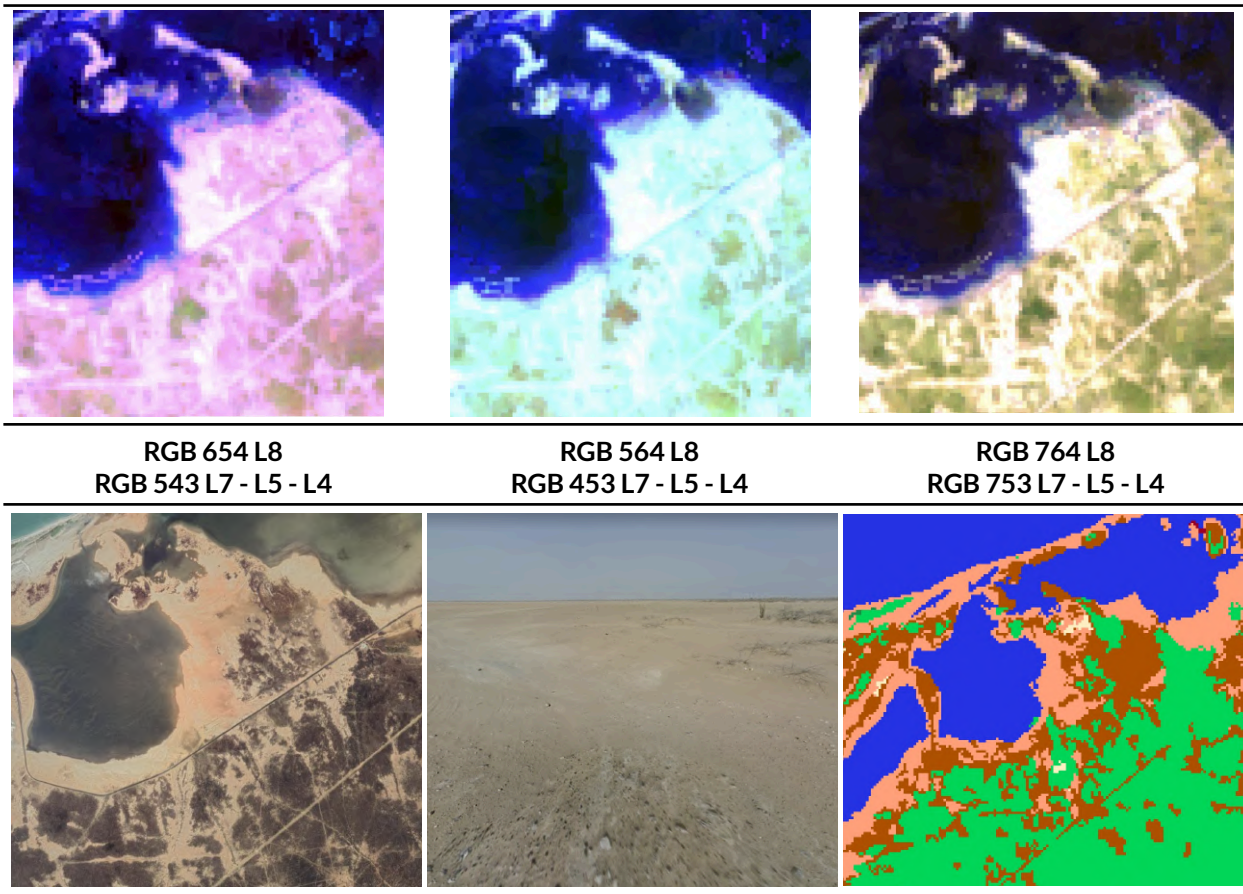
Ubicación: Pivijay - Magdalena, Escala: 500 m, Año: 2021, Coordenadas: -74.33944N, 10.5776W

Figura 77. Respuesta Espectral de la clase Mosaico de Agricultura y/o Pastos en la región Caribe.

En general, esta cobertura se caracteriza por patrones geométricos definidos, debido a la delimitación de parcelas, con textura lisa homogénea. En combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se presentan una variedad de tonos que van desde el verde brillante, rosa claro, morado pálido, marrón claro y amarillos verdosos, mientras en combinación falso color RGB 564 Landsat 8 y 453 Landsat 7, 5 y 4 la matriz de colores abarca rojos claros, naranjas y azules celestes brillantes, en verdadero color se observan tonalidades de verdes claros, morados palidos, y colores crema suaves, en caso de los cultivos inundables suelen detectarse en tonos oscuros con matices azules a morado.

Playas, dunas y bancos de arena (ID:23)

En la región Caribe, estas formaciones naturales están asociadas a varios sitios; En primer lugar, se encuentra en las orillas o costas del mar caribe, presentan una respuesta espectral notoria propia, producto del albedo o reflectancia lumínica.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Aritayén - Vía Mayapo, Escala: 200 m, Año: 2022, Coordenadas: -72.7411N, 11.67078W

Figura 78. Respuesta Espectral de la clase Playas, dunas y bancos de arena en la región Caribe.

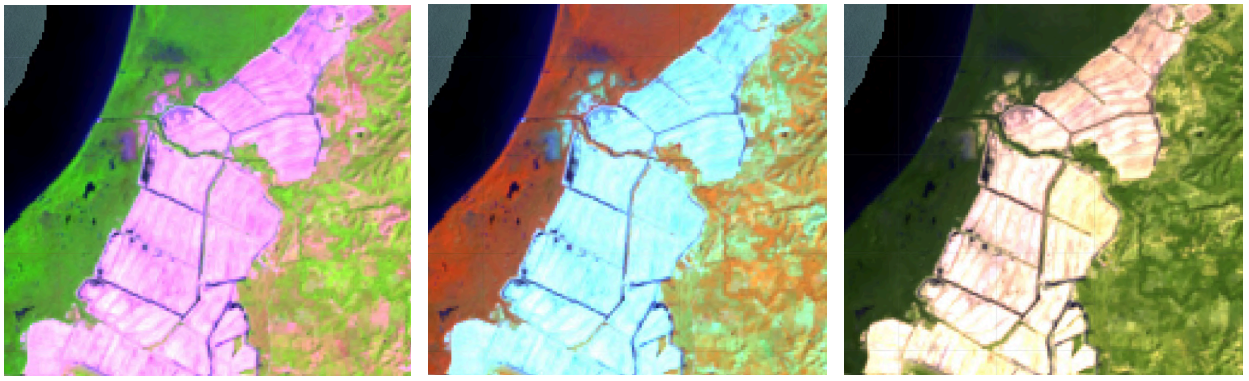
En los suelos arenosos y pedregosos ubicados en la zona de la alta Guajira y en la Sierra Nevada de Santa Marta correspondientes a formaciones desérticas o xerofíticas con vegetación dispersa y rala no mayor al 20% o totalmente desprovistos de esta donde forman montañas o dunas, por último, en los bancos de arena que se forman en los vestigios de los relictos de bancos móviles y meandros abandonados.

Su respuesta espectral en las tres combinaciones de bandas mostradas en la **Figura 78** es muy similar, caracterizándose por pixeles de color blanco brillante donde la vegetacion es mas escasa, en la combinacion RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se distinguen algunos tonos lilas y rosa en los bordes, mientras en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 predominan los matices azul celeste. La clase presenta una textura fina y no cuenta con un patrón definido.

Otra área sin vegetación (ID:25)

Incluye todas las aquellas áreas intervenidas de origen antrópico (infraestructura, expansión urbana o minería) no mapeadas en sus clases y los suelos desprovistos de vegetación o escasa cobertura vegetal.

También se incluyen zonas quemadas, áreas de cultivo en preparación o barbecho y zonas anteriormente dedicadas a la acuicultura que han sido abandonadas, como se ejemplifica en la **Figura 79**, zona que corresponde a una antigua granja de camarones. Respecto a su firma espectral, se identifica con tonalidades rosa claro a magenta en la imágen superior izquierda que corresponde a una combinación de bandas RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, color azul celeste con matices verde claro para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y color crema amarillento para la combinación RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4. Presenta una textura heterogénea.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

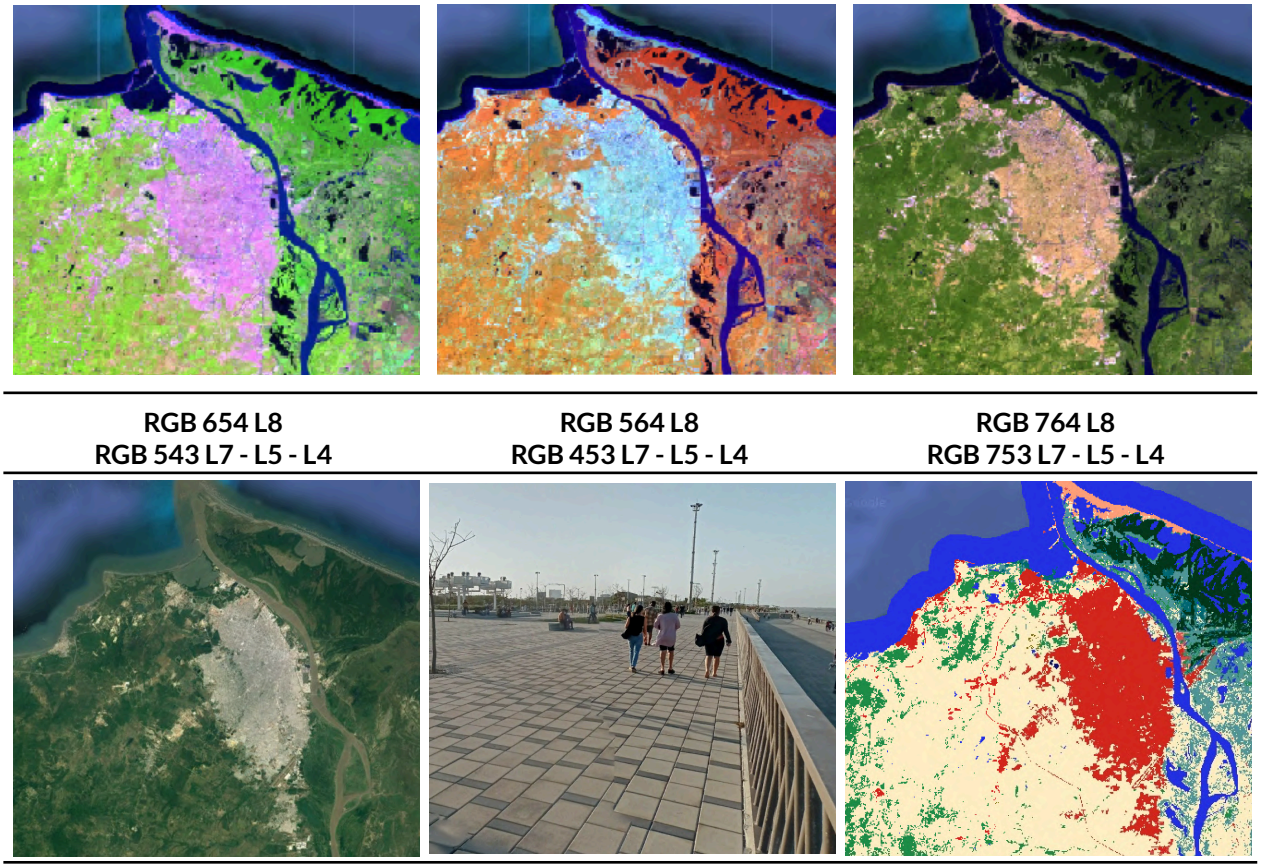
Ubicación: San Onofre - Sucre, Escala: 200 m, Año: 2013, Coordenadas: -75.56994W, 9.93887N,

Figura 79. Respuesta Espectral de la clase Otra área sin vegetación en la región Caribe.

Infraestructura Urbana (ID:24)

Al igual que en las demás regiones biogeográficas (Andes, Pacifico, Orinoquia y Amazonia) esta clase abarca las estructuras y edificaciones vinculadas a asentamientos humanos, tales como centros urbanos (pueblos), redes viales, ferroviarias y terrenos asociados, además de otras zonas artificializadas como obras de explotación de hidrocarburos, hidroeléctricas, bases militares, aeropuertos, zonas portuarias y zonas verdes no agrícolas como instalaciones recreativas en centros urbanos, prados urbanos, separadores viales y pistas de aterrizaje no convencionales en zonas rurales. También se consideran áreas periféricas que están siendo incluidas en un proceso gradual de urbanización hacia fines residenciales y/o zonas industriales.

Las coberturas que integran esta clase presentan textura heterogénea y una respuesta espectral caracterizada por tonos morado lavanda a lila para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, mientras con RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 presenta coloraciones y color crema amarillento para la combinación RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

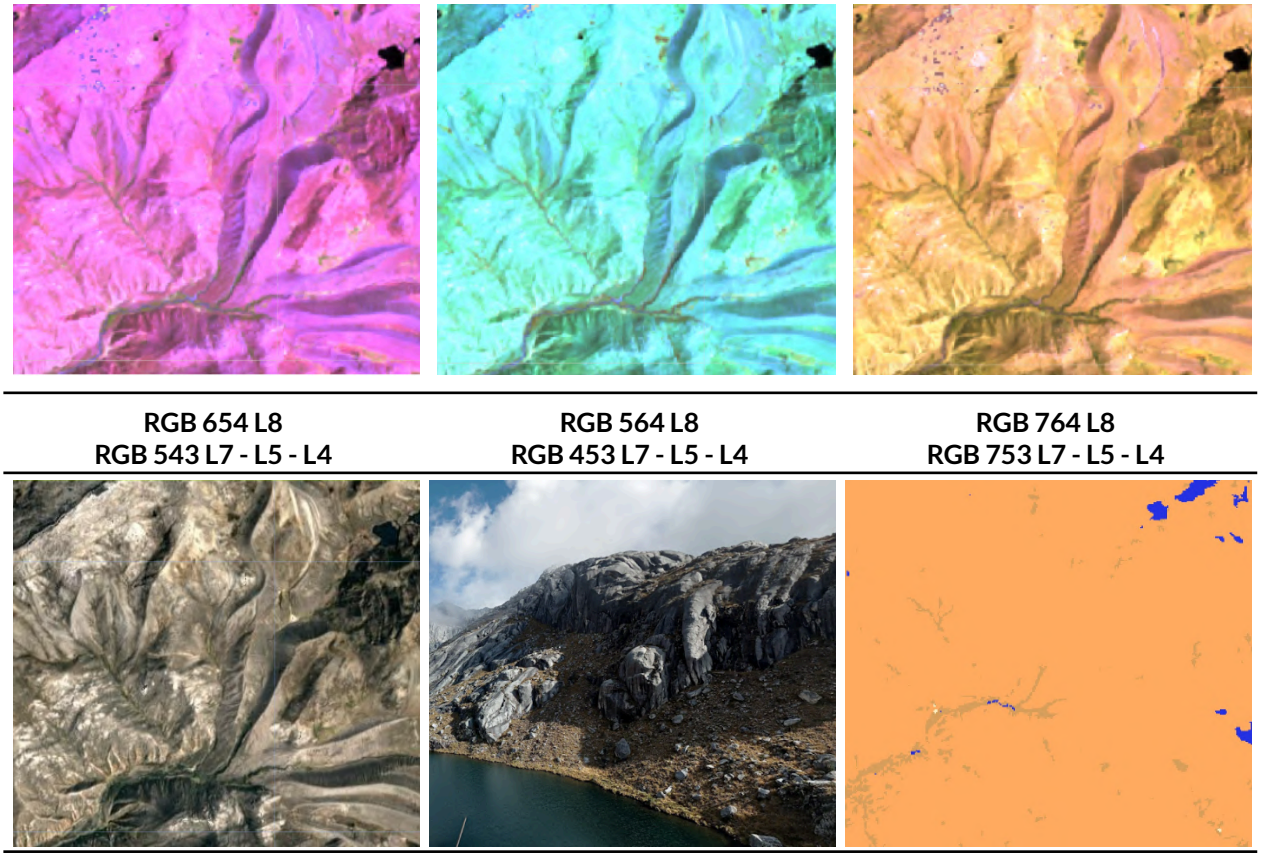
Ubicación: Barranquilla - Atlántico, Escala: 2000 m, Año: 2021, Coordenadas: -72.2377W, 10.4525N

Figura 80. Respuesta Espectral de la clase Infraestructura Urbana en la región Caribe.

Afloramiento rocoso (ID:29)

Corresponde a zonas constituidas por capas de rocas expuestas, donde los procesos de erosión han ocasionado la exposición de la roca madre, con presencia baja o nula de la vegetación, generalmente ubicadas en laderas abruptas, de fuerte pendiente, asociadas con glaciares de montaña, volcanes, fallas y deformaciones geológicas (IDEAM,2010).

De textura ligeramente rugosa, para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 mostrada en la **Figura 81** se evidencia una respuesta espectral de color violeta, por su parte, las imágenes en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presentan coloraciones azules con matices verde claro y café verdoso a amarillo quemado respectivamente.



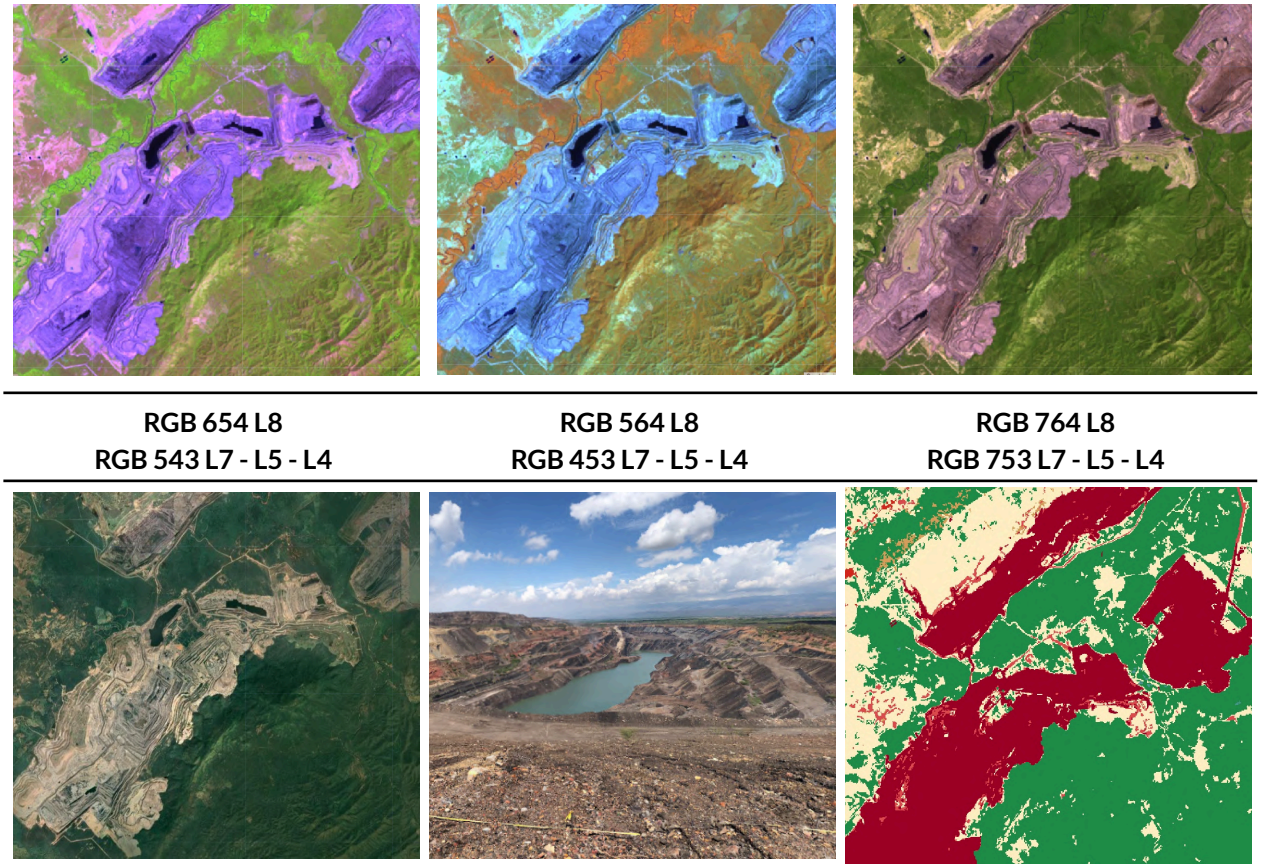
RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Ciénaga - Magdalena, Escala: 1000 m, Año: 2022, Coordenada: -73.877725W, 10.862282N

Figura 81. Respuesta Espectral de la clase Afloramiento Rocoso en la región Caribe..

Minería (ID:30)

Esta clase alude a las áreas donde se extraen o acumulan materiales de la actividad minera a cielo abierto o minería fluvial con clara exposición del suelo, la cual puede ser industrial, artesanal, ribereña o ilegal. Igualmente, se incluyen áreas dedicadas a la extracción de materiales (arenales,gravilleras,canteras) y zonas destinadas a la explotación de carbón, oro, entre otros (IDEAM,2010). De acuerdo con Diaz et al., (2017), en el caribe colombiano, la minera está enfocada principalmente en dos productos: el carbón, siendo su explotación una de las principales actividades económicas de los departamentos del Cesar y La Guajira, y en segundo lugar el ferroníquel.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: El Cerrejón - La Guajira, Escala: 2000 m, Año: 202, Coordenada: -72.672W, 11.0352N

Figura 82. Respuesta Espectral de la clase Minería en la región Caribe.

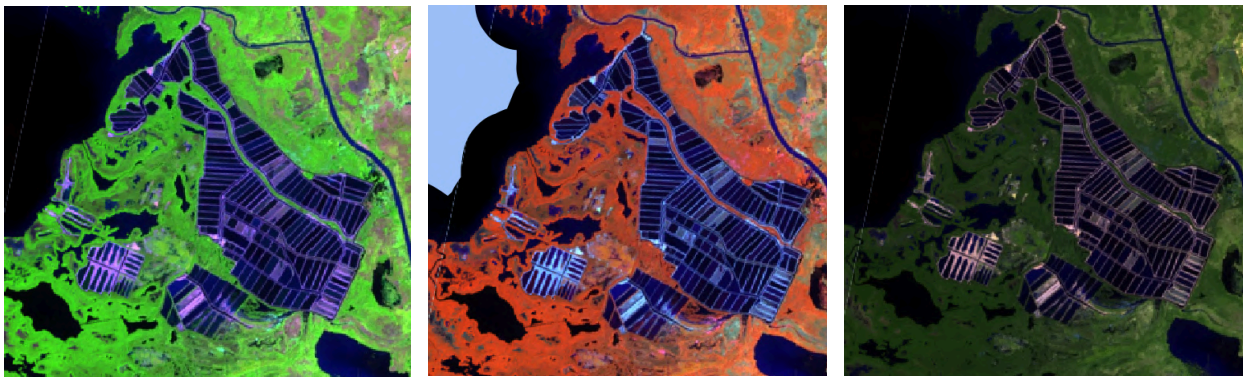
Respecto a su identificación mediante las distintas combinaciones de bandas empleadas durante el mapeo, las cuales se muestran en la **Figura 82**, presenta tonos de morado oscuro a violeta claro en falso color (RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4); coloraciones azul índigo intenso en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y las RGB 764 Landsat 8; y morado oscuro para RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4. En las canteras y algunos sitios destinados a explotación de oro la respuesta espectral coincide con las descripciones de la clase 25, diferenciándose de la misma en la imagen satelital por los patrones de explotación similares a escalones o caminos y la presencia de "piscinas de minería".

Acuicultura (ID:31)

La clase agrupa todos los cuerpos de agua artificiales destinados a la cría de crustáceos, camarones y peces de agua dulce y salada. Esta cobertura se conforma por una serie de piscinas adyacentes por lo que se caracterizan por contar con patrón geométrico regular.

Presenta una gran similitud en su respuesta espectral comparada con la clase 33 (Río, lago u océano). En ambos casos las coloraciones para las 3 combinaciones de bandas trabajadas varían

entre tonos de azul oscuro a negro con textura fina homogénea, no obstante, en las áreas destinadas para la acuicultura se distinguen claramente las divisiones entre piscinas.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



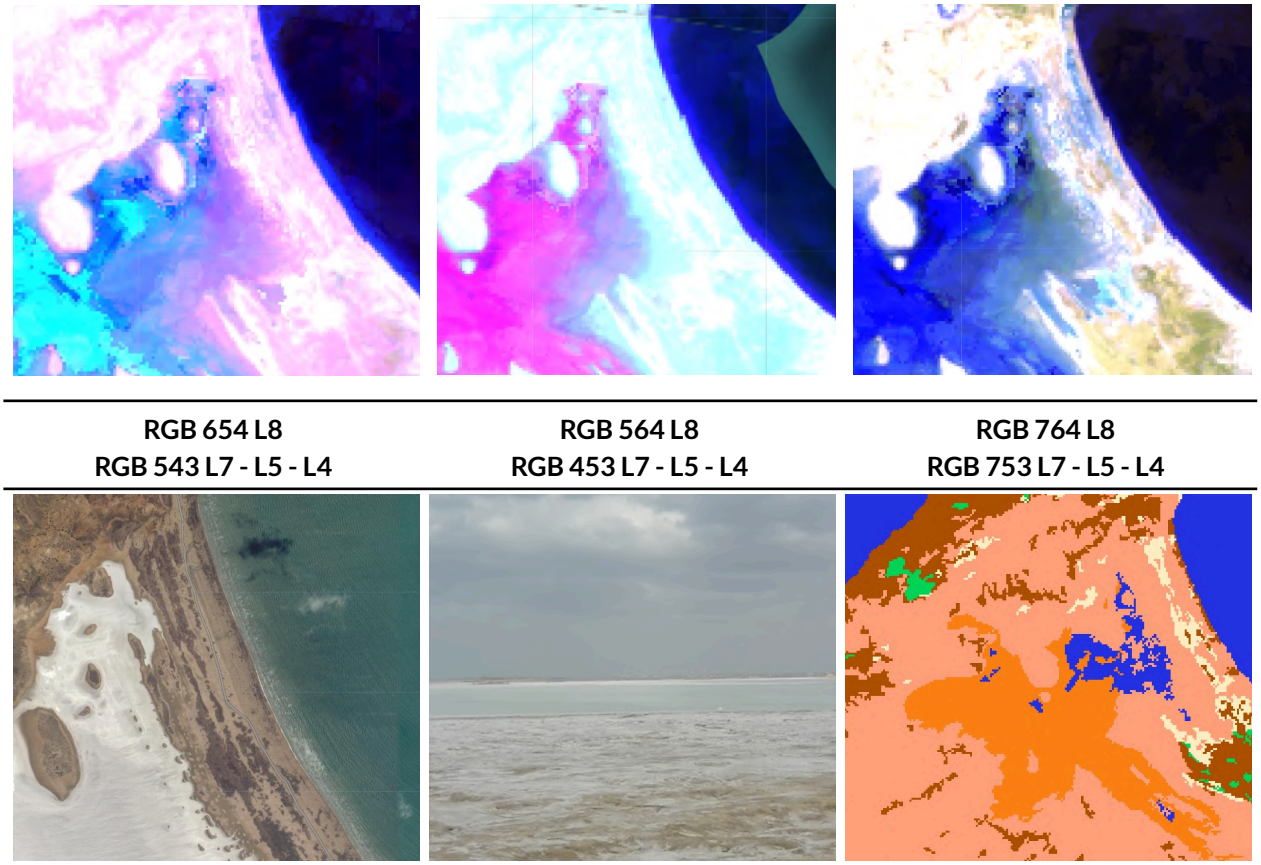
Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Cartagena - Bolívar, Escala: 1000 m, Año: 2022, Coordenada: -75.51583W, 10.12697N

Figura 83. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Caribe.

Planicie de marea hipersalina (ID:32)

Cobertura estacionaria de origen natural caracterizada por una acumulación de sales debido a procesos de evaporación y/o infiltración de agua de mar,la cual puede estar intervenida o sin intervenir, siendo el primer caso a través de loteos sin llegar a una escala de extractivismo industrial. A nivel climático se encuentra en climas áridos o semiáridos, condiciones que favorecen su estado activo y junto con su composición subsisten microorganismos extremófilos (Torres, 2003).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

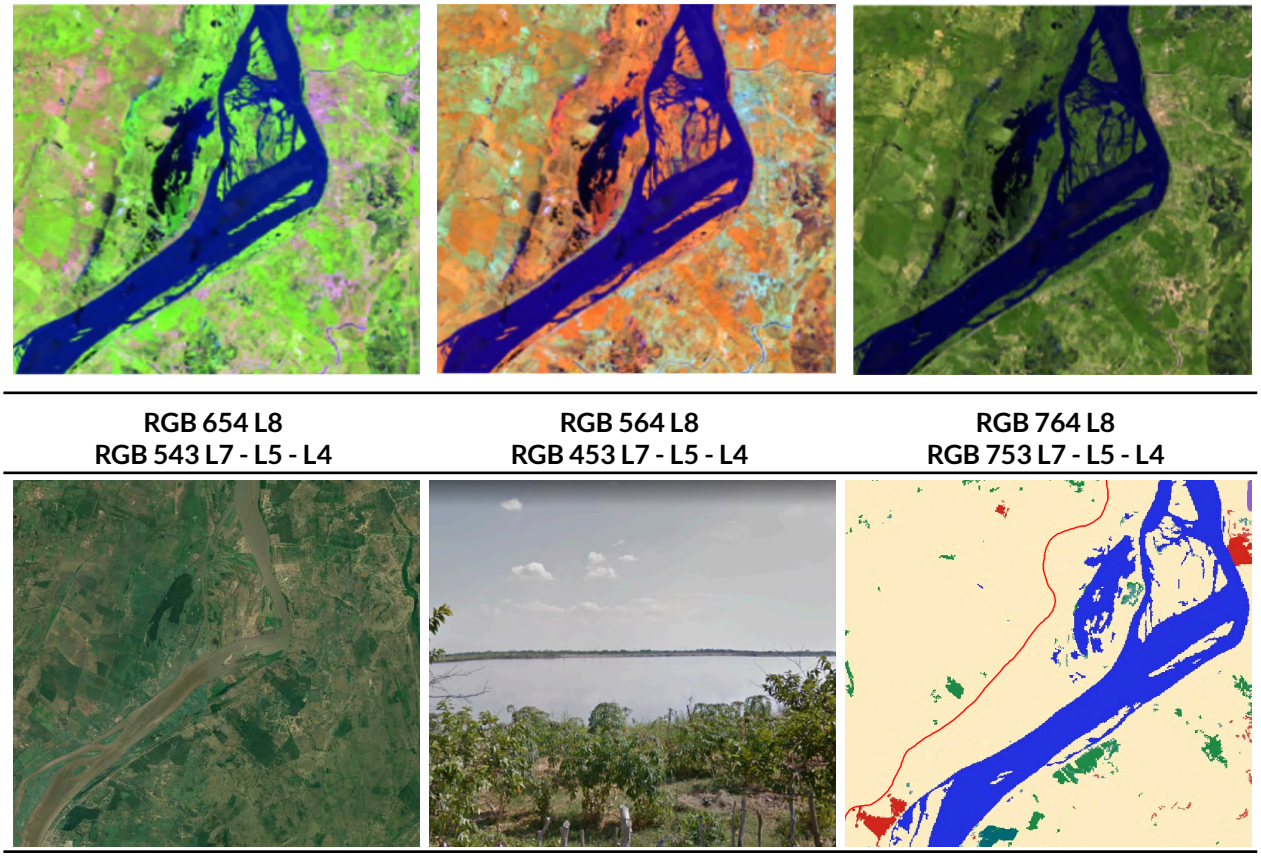
Ubicación: Uribia - La Guajira, Escala: 100 m, Año: 2021, Coordenada: -71.83909 W, 12.32699 N

Figura 84. Respuesta Espectral de la clase Planicie de marea hipersalina en la región Caribe.

Las planicies de marea hipersalina evidencian una textura fina, lisa y homogénea con una respuesta espectral característica: adquiriendo tonos azul rey claro a azul cian con matices lila para imágenes con configuración RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4; fucsia y morado claro con matices azul claro en la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y azul cobalto con algunas zonas de verde grisáceo en RGB 764 Landsat 8; y para RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 (**Figura 84**).

Río, lago u océano (ID:33)

Comprende toda extensión de agua superficial permanente o estacional, que se ha formado naturalmente o por acción antrópica, generalmente para la producción de energía y el abastecimiento de acueductos. Dentro de esta clase se incluyen los ríos, lagos, lagunas, océanos, mares,embalses, ciénagas, canales y estanques (IDEAM,2010).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

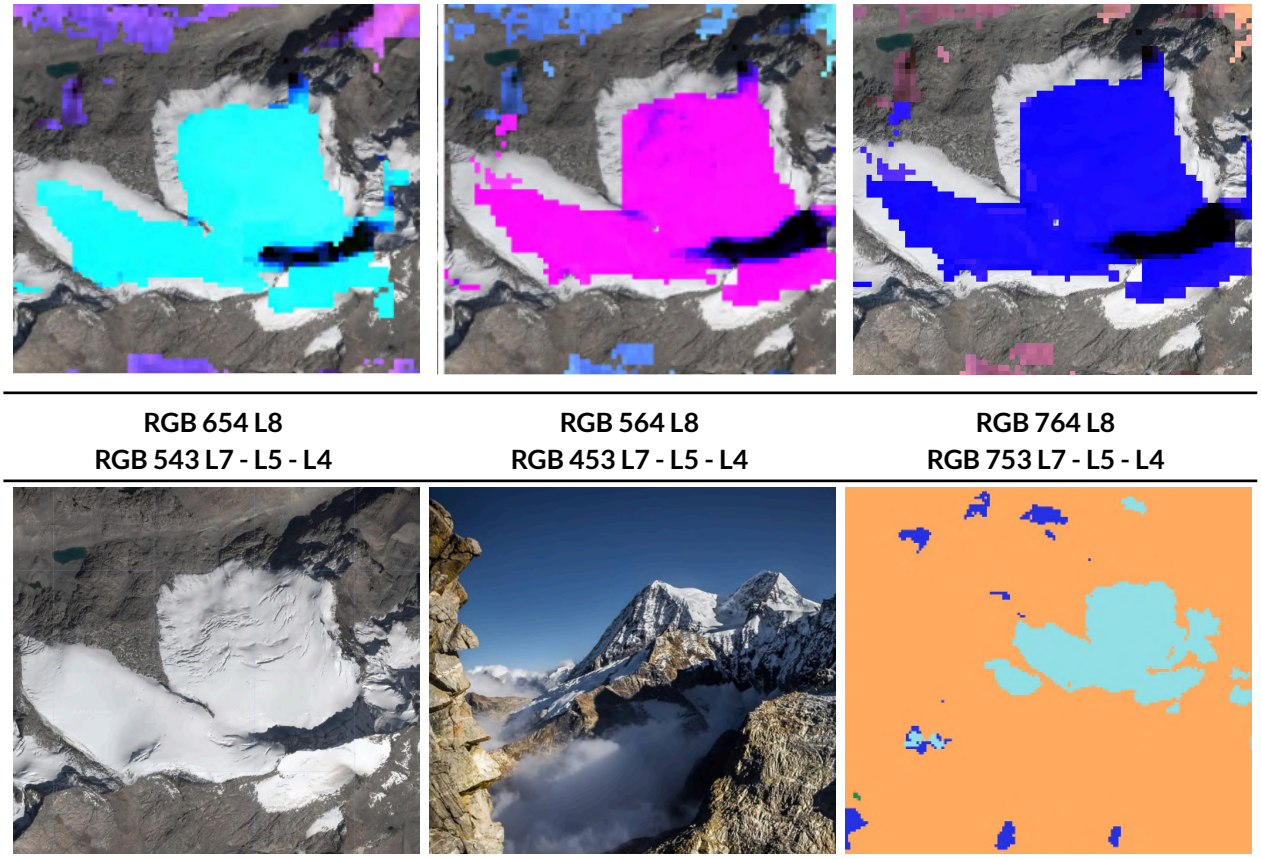
Ubicación: Salamina - Magdalena, Escala: 1000 m, Año: 2022, , Coordenada: -74.75618 W, 10.56225 N

Figura 85. Respuesta Espectral de la clase Río, lago u océano en la región Caribe..

Presenta textura lisa y fina, las coloraciones que adquiere la clase en cuestión se mueven en la gama del azul oscuro para todas las combinaciones (RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4; RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4; RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4), la variación entre tonos obedece a diferencias en la carga de partículas en suspensión, como sedimentos y materia orgánica (Fundación Gaia Amazonas, 2022).

Glaciar y nival (ID: 34)

Corresponde a áreas con cobertura de masa de hielo permanente y/o nieve constante en zonas de acumulación y/o ablación (Serrano & González,2004). En la región Caribe se encuentran en las cumbres de la Sierra Nevada de Santa Marta, donde bajan hasta los 5100 a 4900 msnm, rodeado de afloramientos rocosos y con presencia de algunas lagunas que se han formado con el tiempo producto de procesos de procesos de deshielo, se recalca así mismo su ubicación preferencial en el costado sur de la formación montañosa, puesto que la pendiente favorece la acumulacion de nieve (IDEAM,2012).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

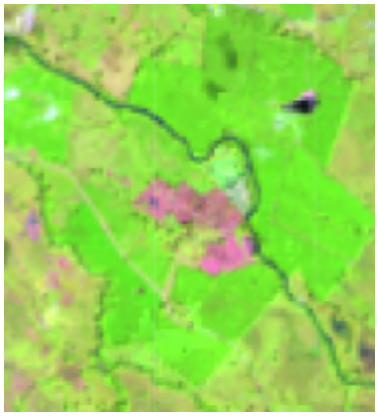
Ubicación: Sierra Nevada de Santa Marta, Escala: 200 m, Año: 2022, Coordenada: -73.71262W, 10.84418N

Figura 86. Respuesta Espectral de la clase Glaciar y nival en la región Caribe.

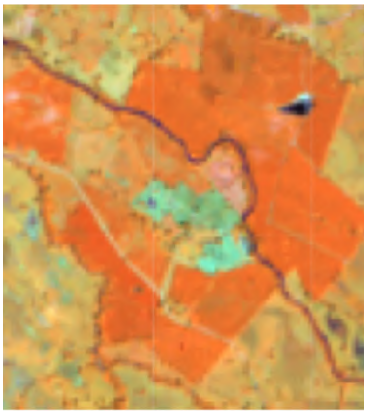
El glaciar, es decir la cubierta de hielo permanente, se caracteriza por presentar colores en tonos vivos y textura fina homogénea, mientras que, en las capas de nieve se observan texturas brumosas con matices de color azul, marcando la transicion hacia las zonas aledañas donde predominan los afloramientos rocosos. En la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 los pixeles son azul cian, fucsia con matices morados en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y azul rey para RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 (**Figura 86**).

Palma aceitera (ID:35)

Esta cobertura comprende extensas áreas de cultivo con plantaciones simétricas y regulares de palma de aceite (Elaeis guineensis), que pueden ser transitorias o permanentes. Se desarrollan en parcelas considerablemente grandes en comparación con los cultivos tradicionales, y su producción se lleva a cabo a escala industrial. Este monocultivo se desarrolla favorablemente en suelos volcánicos y arcillas aluviales y marinas de zonas bajas (por debajo de 500 msnm), de buena permeabilidad y bien drenados (Aguilera, 2002).



RGB 654 L8
RGB 543 L7 - L5 - L4



RGB 564 L8
RGB 453 L7 - L5 - L4



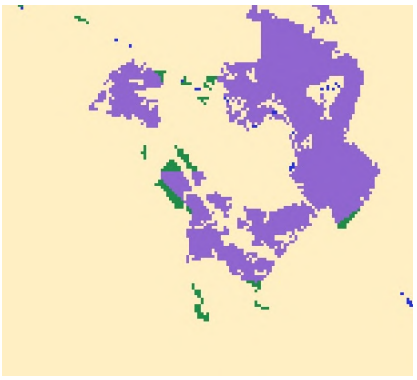
RGB 764 L8
RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth



Paisaje



MapBiomas

Ubicación: San Alberto - Cesar, Escala: 200 m, Año: 2022, Coordenada: -73.56295W, 7.72705N

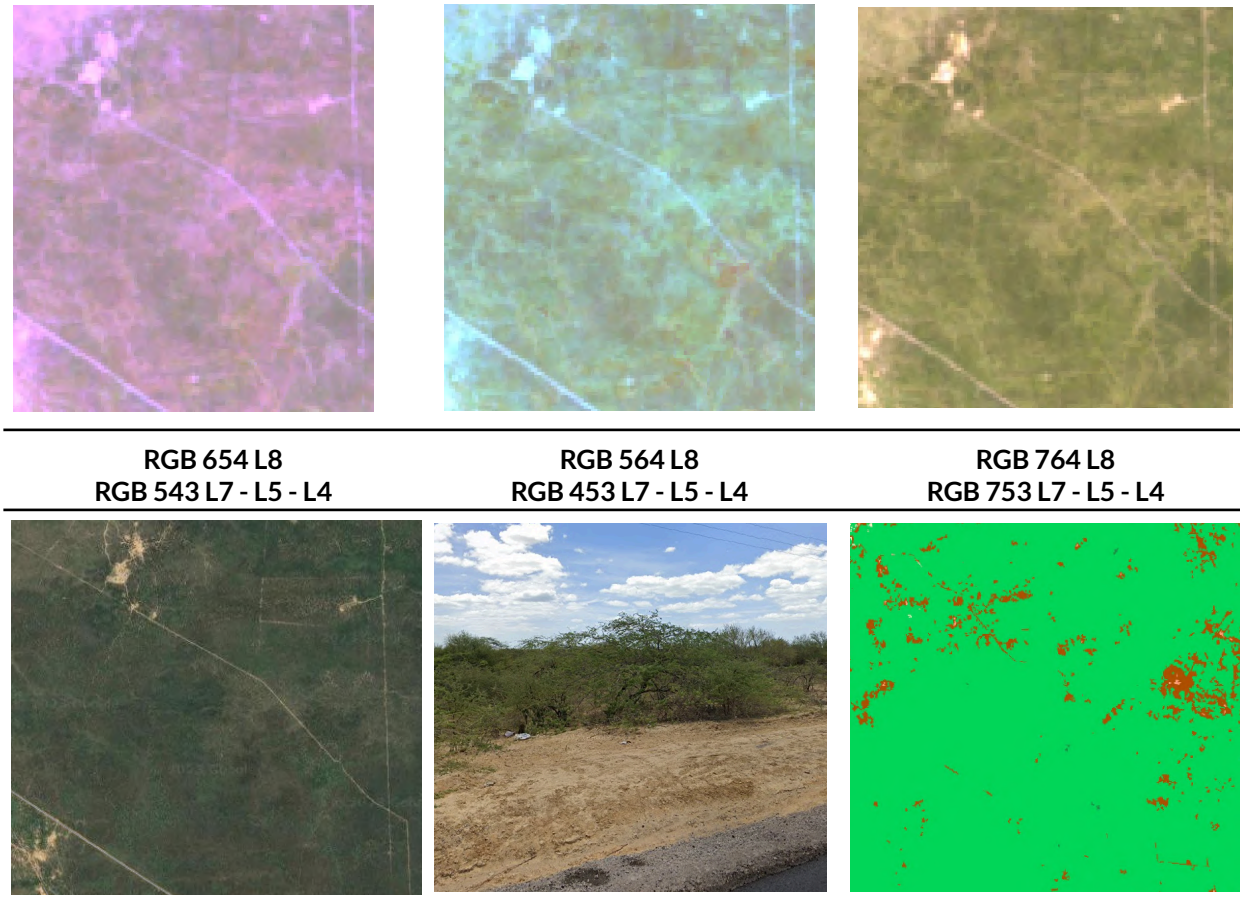
Figura 87. Respuesta Espectral de la clase Palma Aceitera en la región Caribe.

Se reconoce por su textura homogénea y lisa, en la imagen satelital suele detectarse la forma estrellada de su copa y las hileras de siembra, además de una particular reflectancia en tonos brillantes para las imagenes Landsat; En la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan coloraciones verde brillante (casi neón), en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, los pixeles son de color vivo con matices naranaja, y con RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 de verde pino (**Figura 87**).

Vegetación leñosa sobre arena (ID:49)

Formaciones boscosas (subxerofíticas) localizadas por debajo de los 800 m.s.n.m en suelos arenosos, principalmente conformadas por los ecosistemas xerofíticos muy secos y áridos de la Guajira en rangos de temperatura que superan los 24°C. Se caracterizan por su vegetación esclerófila de hojas duras y caducifolias. (MEC,2017; IDEAM,2010). Esta clase agrupa los matorrales semidesérticos de la Guajira dominados por vegetación de porte bajo, con elementos ralos dispersos, follaje caducifolio; matorrales espinosos que no superan los 5 m de altura con

copas abiertas; y bosques achaparrados que pueden alcanzar los 8 m donde destacan los géneros Opuntia, Prosopis, Erythrina, entre otros (Rangel, 2012).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

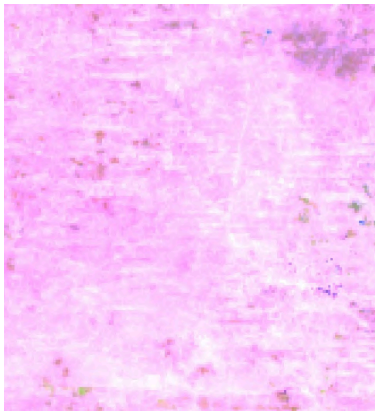
Ubicación: Uribia - La Guajira, Escala: 1000 m, Año: 2022, Coordenada: -72.20816W, 11.6424N

Figura 88. Respuesta Espectral de la clase Vegetación herbácea sobre arena en la región Caribe..

En falso color, esta cobertura presenta tonalidades lila con matices grises a verdes oscuros, por otro lado, en la combinación de bandas RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, la respuesta espectral para la clase se caracteriza por tonos marrón a verde jade con matices azul claro. En última instancia, para imágenes configuradas con color verdadero, los pixeles presentan tonos verde pálido a verde grisáceo. La textura es fina y heterogénea.

Vegetación herbácea sobre arena (ID:50)

Vegetación de corte herbáceo localizada por debajo de los 800 m.s.n.m. en ambientes áridos y muy secos predominante en la alta y media Guajira con rangos de temperatura superiores a los 24°C. (MEC,2017) (IDEAM,2010). Incluye los herbazales de estrato rasante o muy bajo que se desarrollan sobre suelos arenosos, la vegetación suculenta baja con presencia ocasional de elementos arbóreos esparcidos, los matorrales abiertos postrados ralos y herbazales con cubrimiento pobre del suelo (Rangel, 2012).



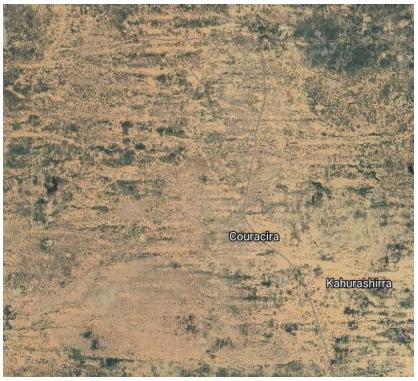
RGB 654 L8
RGB 543 L7 - L5 - L4



RGB 564 L8
RGB 453 L7 - L5 - L4



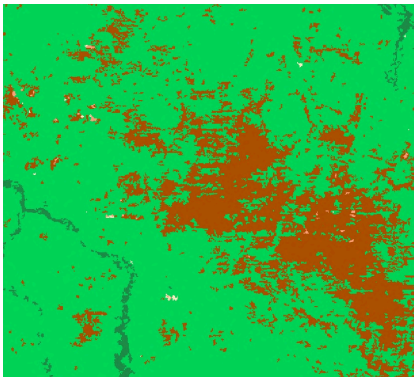
RGB 764 L8
RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth



Paisaje



MapBiomas

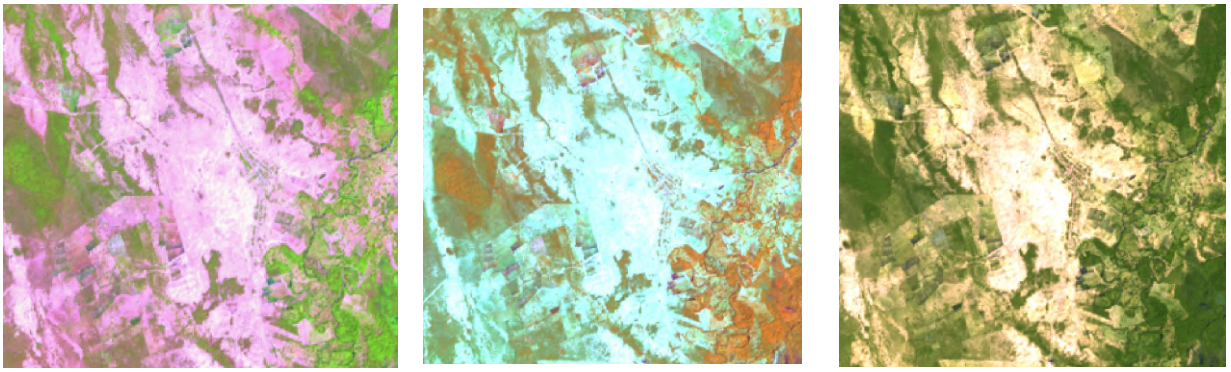
Ubicación: Manaure - La Guajira, Escala: 500 m, Año: 2022, , Coordenada: -72.49864W, 11.56556N

Figura 89. Respuesta Espectral de la clase Vegetación herbácea sobre arena en la región Caribe..

Presenta una textura fina a media, heterogénea, con algunos pixeles de color blanco dispersos debido a la reflectancia de los suelos arenosos. En la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se observan coloraciones rosa pálido, tonos azul celeste para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, y amarillo pastel y/o amarillo crema en imagenes con RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 (**Figura 89**).

Otra área natural sin vegetación (ID:68)

Comprende aquellas áreas desprovistas de vegetación o con escasa cobertura vegetal, originadas por procesos naturales erosivos o fenómenos naturales.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

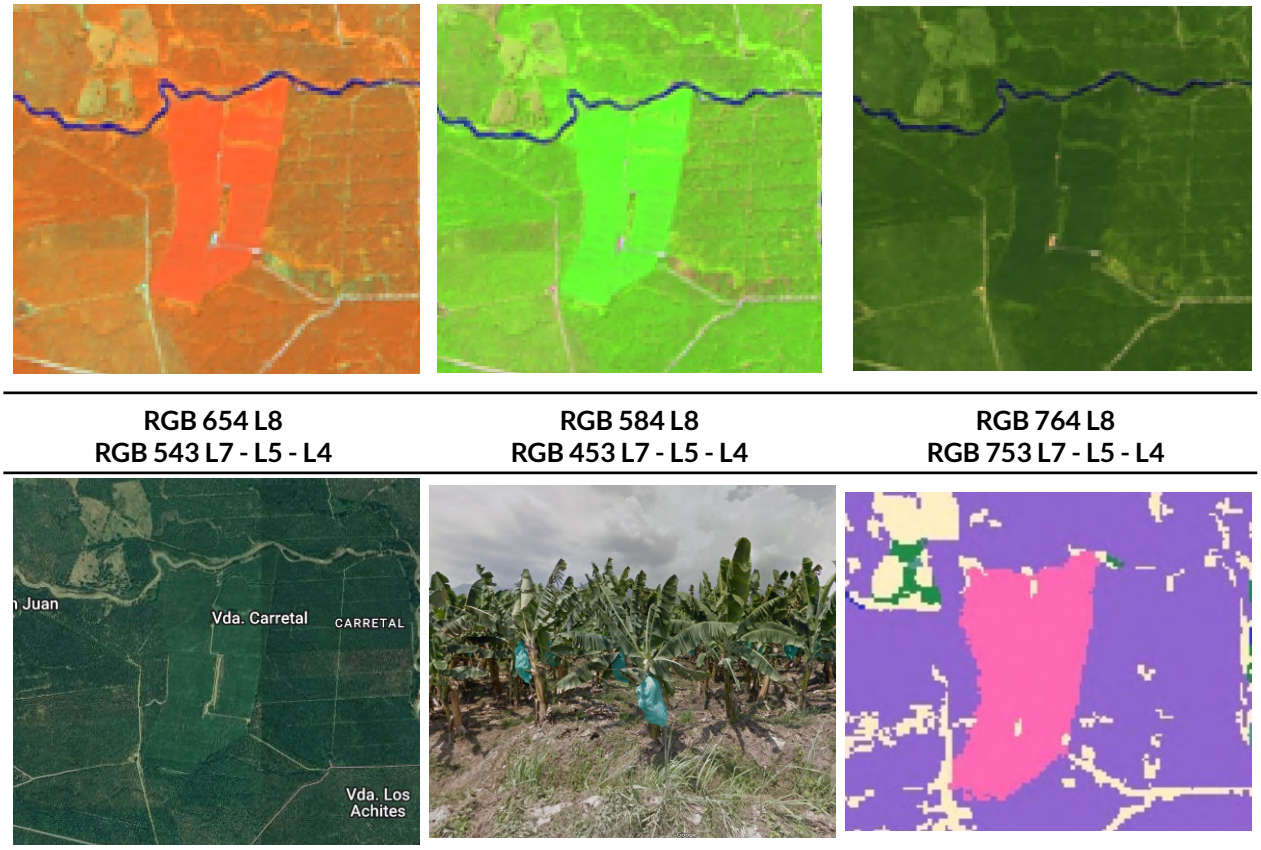
Ubicación: Vía Los Venados Guaimaral - Cesar, Escala: 500 m, Año: 2021,
Coordenada: -71.83909 W, 12.32699 N

Figura 90. Respuesta Espectral de la clase: otra área natural sin vegetación en la región Caribe.

Presenta una textura fina, homogénea, con píxeles de tonalidades similares agrupados en parches de áreas asociadas a las laderas de las montañas. En la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 se observan coloraciones rosa intenso, con tonos cian para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, y en imágenes con RGB 764 Landsat 8 y 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 su coloración es principalmente amarrillo muy claro (**Figura 90**).

Plátano y banano (ID 74)

Área dedicada al cultivo intensivo y tecnificado de especies del género Musa, principalmente banano (Musa spp.), establecido bajo sistemas agrícolas de gran escala con fines comerciales. Esta clase de cobertura representa superficies ocupadas de forma continua por plantaciones perennes, manejadas de manera especializada y sostenida en el tiempo.



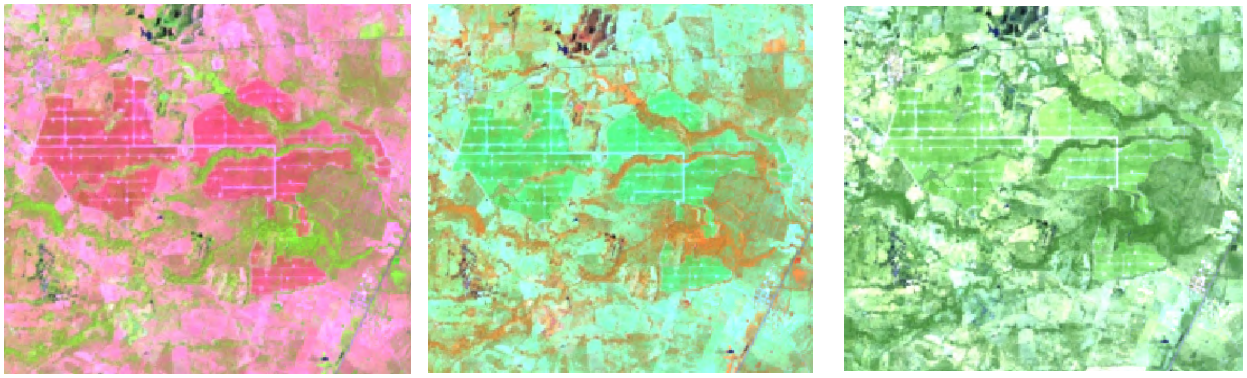
Ubicación: Cienaga- Magdalena, Escala: 1000 m, Año: 2023, Coordenada: -74.1935W, 10.97068N

Figura 91. Respuesta Espectral de la clase: Plátano y banano en la región Caribe.

Se reconocen por una alta densidad vegetal, distribución regular de los cultivos y permanencia de la cobertura durante varios años sin rotación evidente y tonalidades características en las diferentes combinaciones RGB. En la figura se observan colores magenta en la combinación RGB 654 Landsat 8 y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, tonalidades intensas rojizas en RGB 564 L8 y RGB 453 L7-L5-L4 tonos verdosos intensos. La textura es homogénea, con baja variabilidad interna, asociada a la disposición ordenada de los cultivos (**Figura 91**).

Parques fotovoltaicos (ID 75)

Incluye las áreas ocupadas por instalaciones para la generación de energía solar, caracterizadas por la presencia de estructuras modulares (paneles solares) organizadas de forma regular, generalmente sobre superficies planas y despejadas. Estas áreas presentan origen antrópico claramente definido y no se confunden con otras clases de infraestructura urbana o industrial.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 584 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Ponedera - Atlántico, Escala: 1000 m, Año: 2024, Coordenada: -74.80166W, 10.61049N

Figura 92. Respuesta Espectral de la clase: Parques fotovoltaicos en la región Caribe.

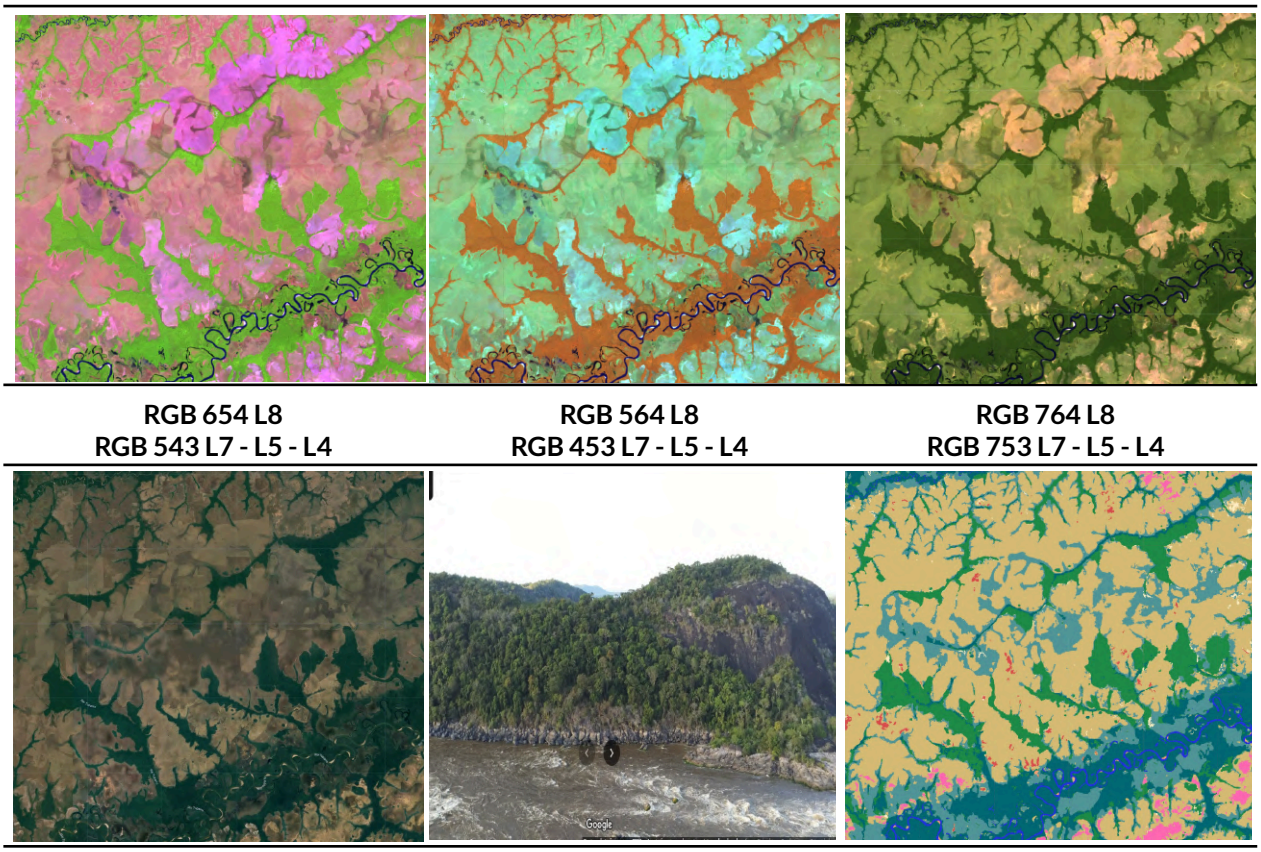
Se reconocen por su patrón geométrico regular y tonalidades características en las diferentes combinaciones RGB. En la figura se observan colores magenta en la combinación RGB 654 Landsat 8 y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, tonalidades grisáceas o cian en RGB 564 L8 y RGB 453 L7-L5-L4, y tonos verdosos o azul violáceo en RGB 764 L8 y RGB 753 en Landsat 7, 5 y 4. La textura es homogénea, con baja variabilidad interna, asociada a la disposición ordenada de los módulos solares.

4.4.3.4. Leyenda Orinoquia

Bosque (ID:3)

Cobertura natural de tierra firme constituida principalmente por elementos arbóreos, con presencia de algunas asociaciones naturales de palma, que conforman un dosel más o menos regular de más de 15 m de altura. En gran parte de la región, esta cobertura se encuentra bordeando las sabanas naturales de la Orinoquía, siguiendo el curso de los ríos y de los drenajes naturales. Se incluyen los bosques de galería de tierra firme, bosques densos bajos y

altos,vegetación secundaria en un estado avanzado sucesión, donde ya se han recuperado parte de sus atributos. (IDEAM, 2010,IDEAM, IGAC e Instituto Humboldt, 2017).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

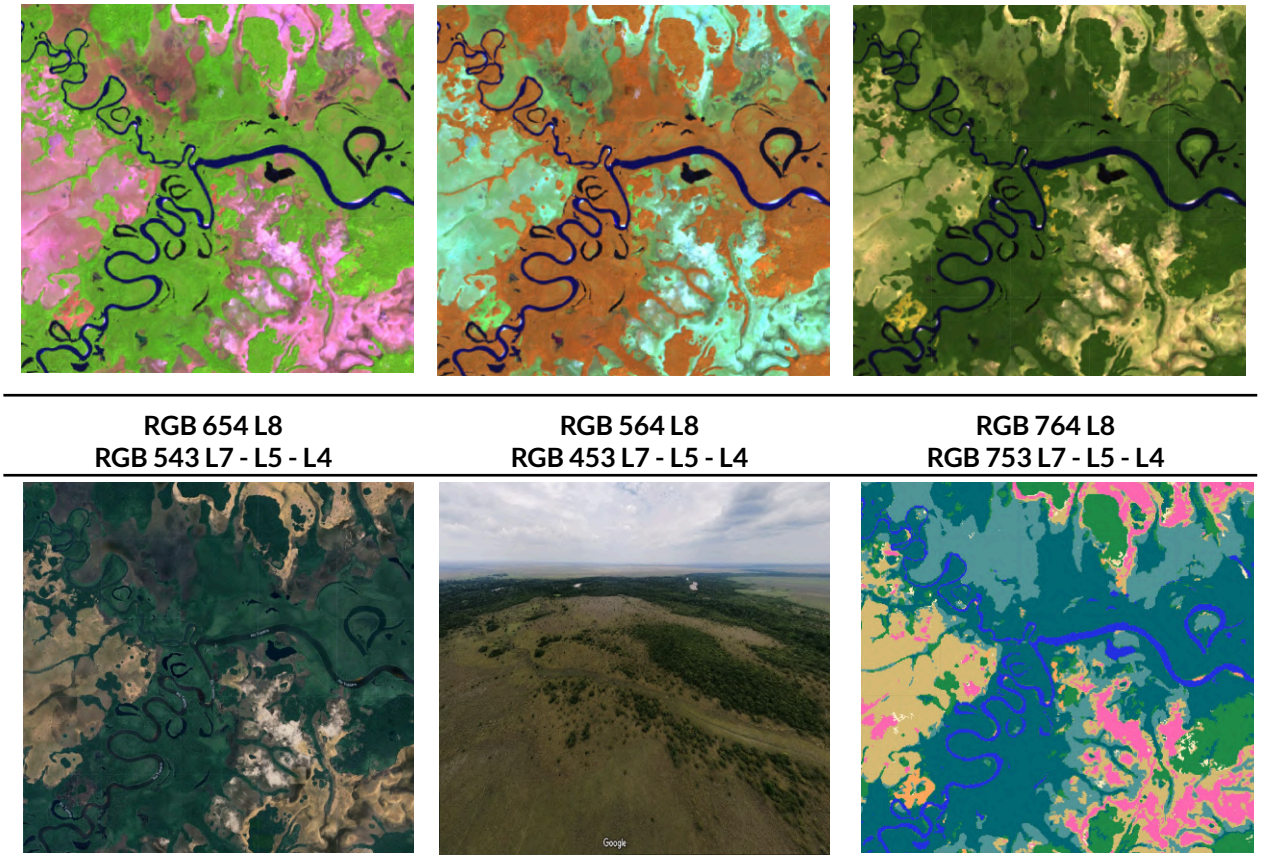
Ubicación: Cumaribo - Vichada, Año: 2023, Escala: 1000m, Coordenadas: -68.3183W, 5.1058 N.

Figura 93. Respuesta Espectral de los bosques en la región Orinoquía.

Esta formación natural en la combinación de bandas RGB 654 tiene una reflectancia en tonos verdes intensos con ligeros tonos marrones claros, con una textura mixta, en las zonas de sabana se pueden diferenciar debido a que se encuentran asociados a márgenes hídricos, y contrastan con los tonos de la formación herbácea, en la combinación de bandas RGB 564, estos suelen presentar tonos naranjas opacos con ligeros tonos rojos opacos o rojos verdosos, manteniendo la misma textura heterogénea, en la combinación de bandas RGB 764, estos presentan tonalidades verdes oscuros fuertes con matices de verde oliva, de igual manera el contraste en esta visualización con la formación herbácea se ve reflejado en la intensidad de los verdes y la textura.

Bosque Inundable (ID:6)

Cobertura presente en la mayoría de las riberas de los ríos, en ellas se puede observar vegetación arbórea de portes mayores a los 3 metros, se caracteriza por establecerse cerca a los cauces de los ríos y quebradas. Estos son conocidos como bosques de galería, aunque no implica que todos los bosques de galería sean inundables, del mismo modo, se pueden encontrar asociaciones vegetales como los morichales dentro de estas formaciones inundables.



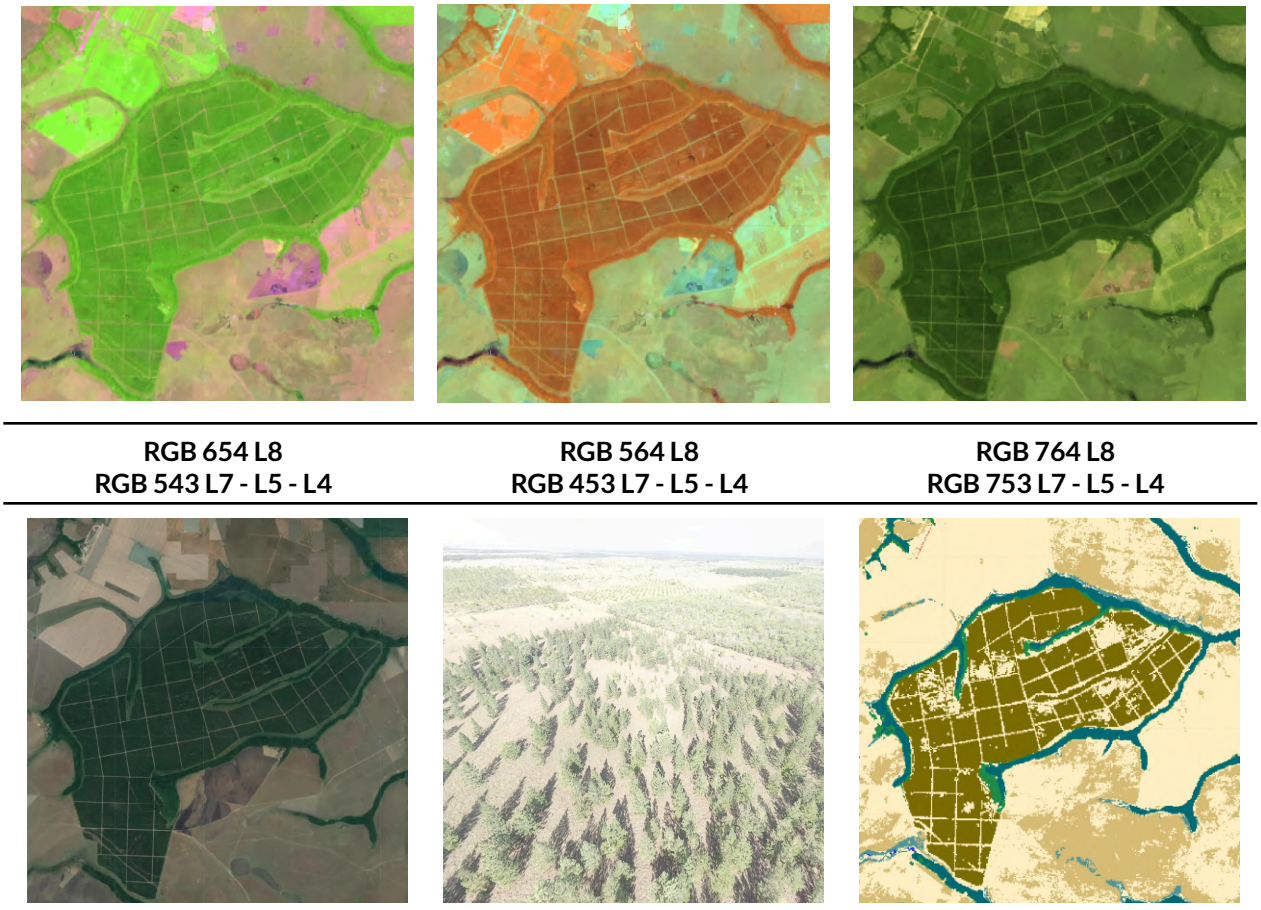
Ubicación: Cumaribo - Vichada, Año: 2024, Escala: 1000 m, Coordenadas: -68.0095 W, 5.2203 N

Figura 94. Respuesta Espectral de los bosques inundables en la región Orinoquía.

Esta formación natural en la combinación de bandas RGB 654 tiene una reflectancia en tonos verdes opacos con tonos marrones , con una textura mixta, en las zonas de sabana se pueden diferenciar debido a que se encuentran asociados a márgenes hídricos, en la combinación de bandas RGB 564, estos suelen presentar tonos naranjas opacos con ligeros tonos verdes opacos o marrones verdosos, manteniendo la misma matriz heterogénea, en la combinación de bandas RGB 764, estos presentan tonalidades verdes oscuros opacos con matices de verdes amarillentos pálidos, esta formación mantiene una respuesta espectral similar al del bosque, sin embargo, su transición es muy notoria a raíz de que la textura de esta cobertura es fina en comparación con la rugosidad de la clase 3 como se evidencia en el ejemplo de la **Figura 94.** El patrón correspondiente a esta cobertura se caracteriza por encontrarse asociados a las planicies y valles aluviales de los ríos en forma de franjas alargadas y con diferentes amplitudes que van desde delgadas a anchas, dependiendo de la red hídrica (Rincón et al., 2009).

Silvicultura (ID:09)

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales). Esta cobertura presenta en la imagen de satélite un patrón geométrico regular, constituido por las hileras de árboles generalmente de la misma edad, en la Orinoquia, Vichada es el departamento con mayor área plantada principalmente con pino "Pinus caribea" y Acacia "Acacia mangium" (MADR, 2022), la mayoría de estas plantaciones se encuentran delimitadas por los bosques de galería de la región, estableciéndose en zonas donde anteriormente se encontraban pastos naturales o artificializados.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación:Cumaribo - Vichada, Año: 2023, Escala: 500m, Coordenadas: -70.9799 W, 4.64385 N.

Figura 95. Respuesta Espectral de las plantaciones forestales en la región Orinoquía.

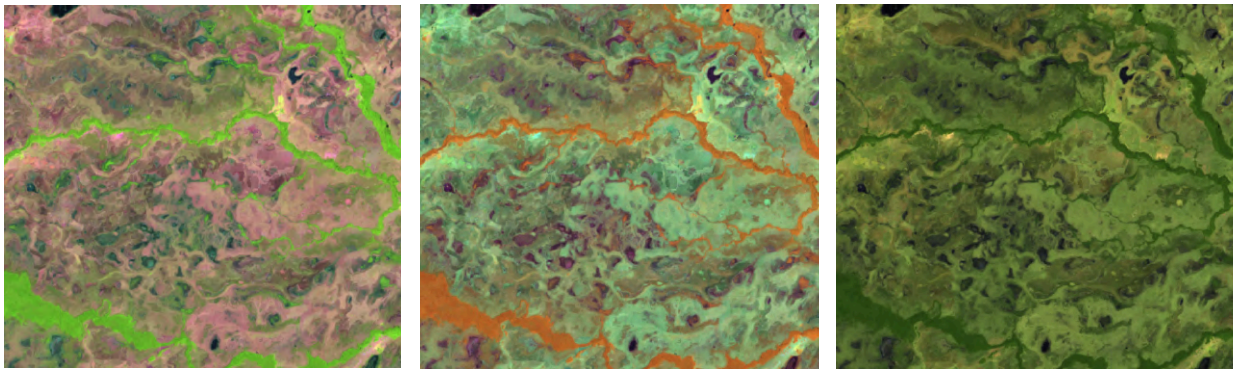
La reflectancia de este tipo de formación suele variar dependiendo la etapa en la cual se encuentre establecida la plantación forestal, de igual manera dependiendo si son cultivos de especies coníferas o latifoliadas, su identificación suele facilitarse ya que estas cuentan con patrones geométricos dentro de la formación (líneas o mallas) y estas se suelen establecer en figuras geométricas generalmente rectángulos o cuadrados . En etapas tempranas de la plantación en la

combinación de bandas RGB 654 se presentan tonalidades verdes tenues, con algunos matices amarillos, en la combinacion de bandas RGB 564 estas se presentan con tonalidades rojas suaves con algunos matices de verdes aguamarina opacos, en la combinacion RGB 764 estas se suelen ver de tonalidades verdes ligeramente oscuras con matices de amarillo palido, cuando ya se encuentra establecida la plantacion en la combinación de bandas RGB 654 se presentan tonalidades verdes intensos que pueden ser ligeramente oscuros, en la combinacion de bandas RGB 564 estas se presentan con tonalidades rojas naranjas intensas , en la combinacion RGB 764 estas se suelen ver de tonalidades verdes oscuros fuertes, en general esta mantiene una textura uniforme cuando ya se encuentra establecida, en algunos casos de especies nativas suele parecerse bastante a la reflectancia de la formacion forestal con una textura gruesa y uniforme.

Formación natural no forestal inundable (ID:11)

Vegetación herbácea, mayormente gramíneas, sujeta a inundaciones permanentes o temporales (al menos una vez al año) de acuerdo con los pulsos naturales de inundación, se localizan generalmente en zonas bajas, que pueden estar constituidas por zonas de divagación de cursos de agua, llanuras de inundación, antiguas vegas de divagación y depresiones naturales donde la capa freática aflora de manera permanente o estacional. Puede presentar algunos elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos (IDEAM,2010, Fundación Gaia Amazonas, 2022).

Esta formación natural en las combinaciones de bandas RGB 654 presenta tonalidades rosadas opacas dentro de las cuales se pueden observar tonalidades verdes opacas y cian opaco con tonos grisáceos y morados no tan intensos, dependiendo el nivel de inundación de la cobertura, en la combinación de bandas RGB 564 se presentan tonos verdes aguamarina más oscuros, con tonalidades grisáceas y verdes azulados pálidos, en la combinación RGB 764 se observa con tonos verdes oliva opacos, con matices amarillentas y matices de marrón suave, la textura de esta formación suele ser gruesa, y se evidencia la formación de zonas de acumulacion de agua en las cuales se observan tonalidades grisáceas y azules tenues.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Paz de Ariporo, Casanare, Año: 2023, Escala: 500 m, Coordenadas: -70.4163 W 5.9446 N

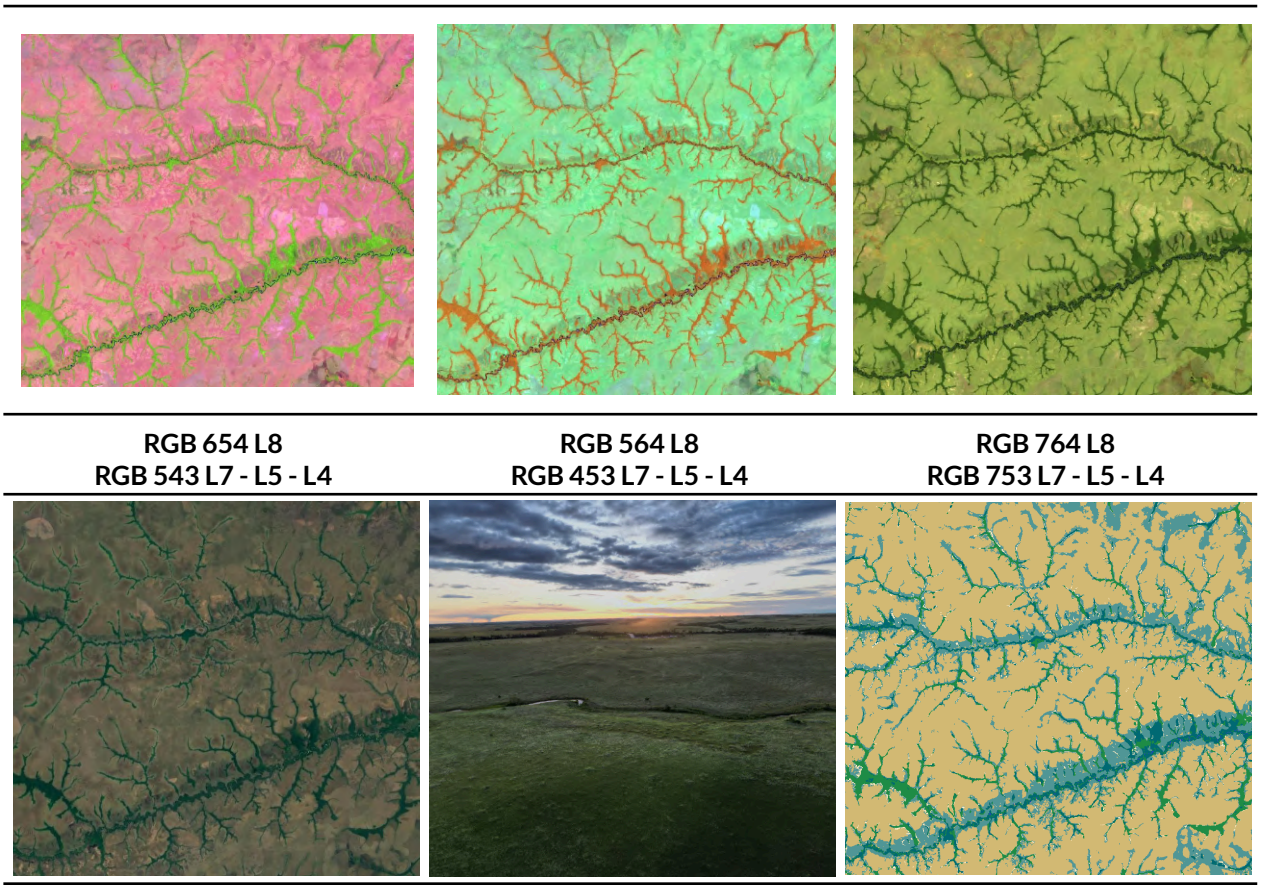
Figura 96. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal Inundable en la región Orinoquía.

Formación herbácea (ID:12)

Área de tierra firme geomorfológicamente plana y cubierta por vegetación natural, principalmente gramíneas, pastos subxerofíticos, frutices abundantes (planta perenne, de tallos leñosos y ramas desde la base, similar a los arbustos), sin árboles o con presencia de árboles o arbustos solitarios. En la Orinoquia colombiana esta vegetación caracteriza al ecosistema de Sabana y su predominio indica factores edafológicos del área como deficiencia de nutrientes y alta permeabilidad del suelo que favorece una rápida desecación en época seca y un lavado del suelo en la época lluviosa.

La continuidad de esta vegetación se ve interrumpida por la presencia de bosques de galería que cubren el curso de ríos y quebradas, al igual que con actividades de pastoreo y quemas periódicas de función regenerativa de la sabana, estas últimas siendo evidencia de la expansión de las actividades antropógenas hacia estas áreas naturales (Cuatrecasas, 1989). La respuesta espectral de la formación herbácea en la combinación de bandas RGB 654, es en tono rosados oscuros intensos, en algunos casos se pueden observar algunos pixeles de tonalidades verdes dispersos en la matriz rosada, lo cual corresponde a árboles aislados, en la combinación de bandas RGB 564 esta presenta una reflectancias con tonalidades verdes aguamarina oscuros, con algunos pixeles de tonalidades rojas que corresponden a arboles aislados, en la combinacion de bandas RGB 764,

presenta unas tonalidades verdes amarillentas opacas, con matices de amarillos opacos, se presentan algunos pixeles de tonalidades verdes oliva opaco que corresponden a arboles aislados, en general la formacion presenta una textura mixta, y contrasta con la formacion forestal aledaña.



Ubicación: Cumaribo, Vichada, Año: 2022, Escala: 2000 m, Coordenadas: -68.4675 W, 5.2161 N.

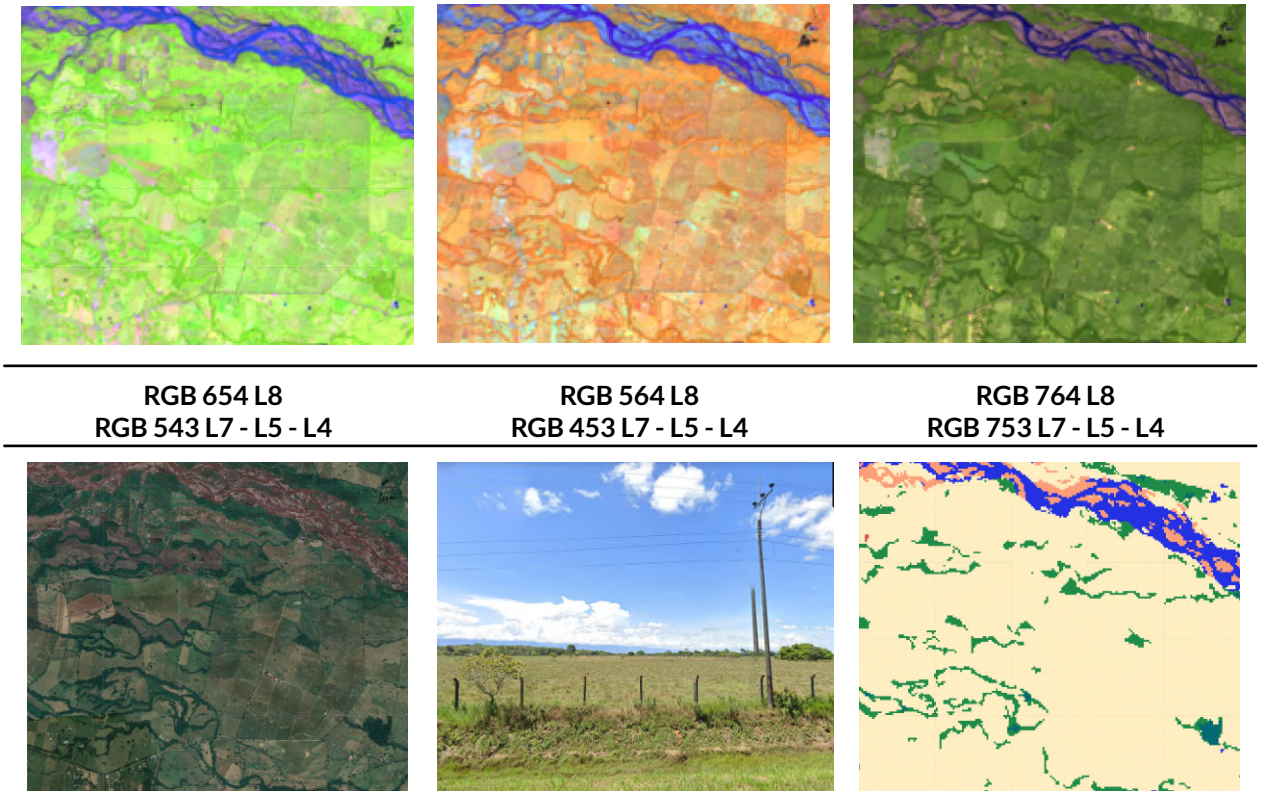
Figura 97. Respuesta espectral de Formación Herbácea en la región Orinoquía.

Mosaico de Agricultura y/o Pasto (ID:21)

En la Orinoquia esta cobertura se representa principalmente por el mosaico de cultivos transitorios, permanentes y una marcada presencia de pastos, los cuales pueden llegar a confundirse con formaciones campestres e inundables (clase 12 y 11). La agricultura se asocia principalmente a cultivos de arroz, maíz, soya, cacao, yuca, frijol, cítricos, caña y agricultura familiar. Por parte de los mosaicos de pastos se encuentran principalmente pastos limpios, arbolados, enmalezados y en espacios naturales, destinados principalmente a actividades de producción pecuaria como la ganadería extensiva.

En algunos casos estas labores se van rotando dependiendo de la inundación que presenten los herbazales naturales que se encuentran en la región, por lo tanto es una clase que en algunos lugares no es estática y presenta una alta gama de tonos debido a los diferentes estados

fenológicos y variadas prácticas de manejo.Su característica principal es el patrón geométrico regular e irregular de un lote. (IDEAM,2018) (ADR,2019).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4

Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Villavicencio - Meta, Año: 2024, Escala: 500m, Coordenadas: -73.47174 W, 4.1310 N.

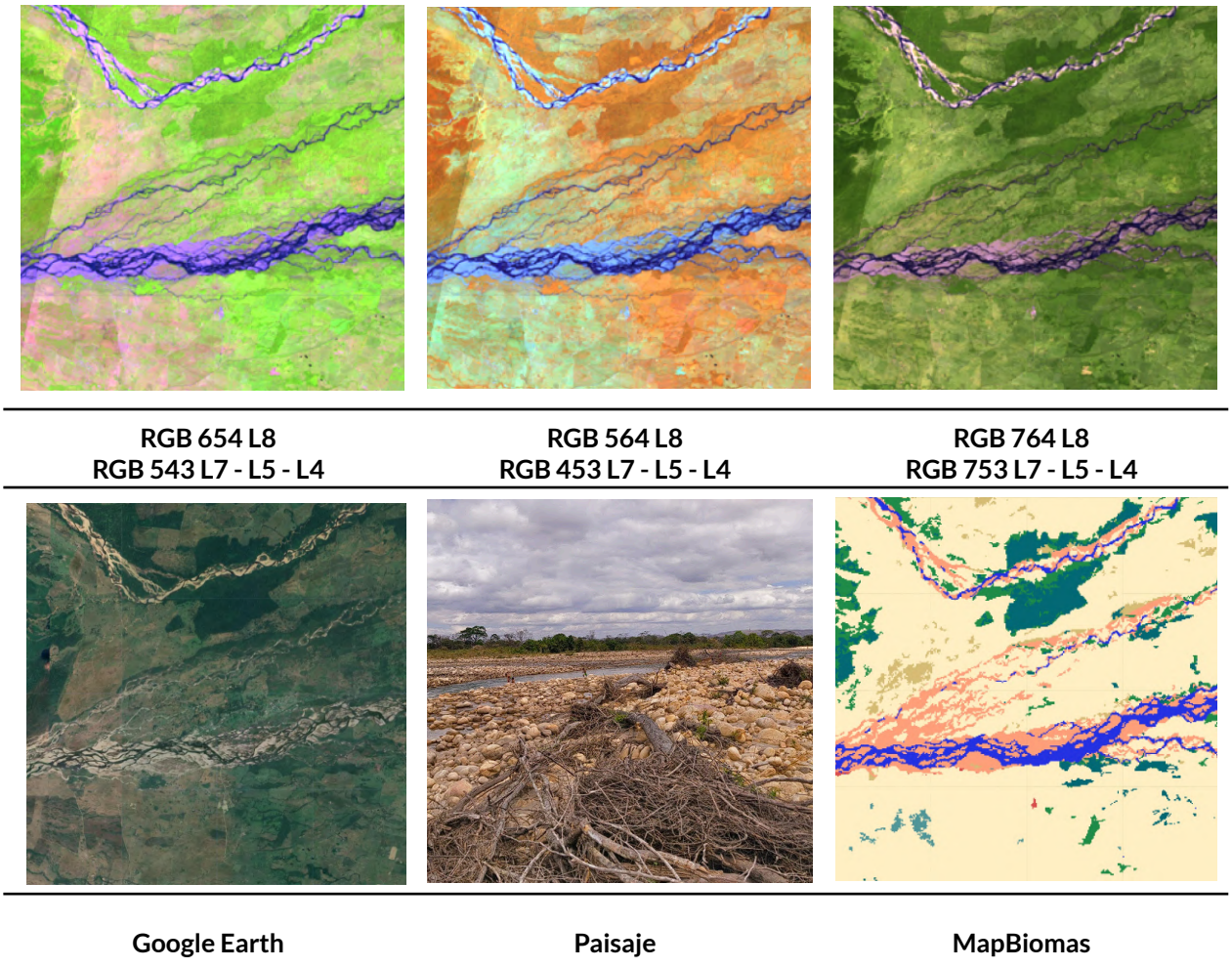
Figura 98. Respuesta Espectral del mosaico de agricultura y/o pasto en la región Orinoquía.

Dentro de las clases antrópicas esta suele ser la más variable ya que depende del estadio en el cual se encuentre el cultivo o pasto, así como el tipo de cultivo puede generar una reflectancia diferente al resto de la matriz, en la combinación de bandas RGB 654, esta puede tomar tonos rosados claros, verdes claros, amarillos verdosos, en algunos casos como es el cultivo del arroz puede tomar tonos morados oscuros debido a etapas o periodos de inundacion en este tipo de cultivos, generalmente los pastos tiene una reflectancia de un verde vivo, en algunos casos como los cultivos de piña esta es de un tono rojo o lila; en la combinacion de bandas RGB 564 estos suelen tener tonalidades amarillas con algunas mezclas de tonos verde menta, o naranjas suaves, tambien se presentan tonalidades naranjas o naranja con matices amarillos suaves, el cultivo del arroz refleja tonos azules en algunos casos tambien con tonalidades moradas, los pastos reflejan en tonos verde menta muy vivo o amarillos pálidos muy claros, tambien se suelen detectar tonos rosas con matices marrones suaves, en la combinacion de bandas RGB 764 se encuentran matices verdes que van desde verdes amarillentos a verdes intensos, se pueden ver tonos amarillos palidos, en esta combinacion los pastos generalmente son los que presentan los verdes menos intensos o mas suaves, en general esta formacion presenta texturas finas muy uniformes, se caracterizan por mantener geometrias como rectangulos o cuadrados, y suelen estar divididos

entre si por cercas vivas que presentan reflectancias parecidas a la formacion forestal, suelen encontrarse cerca de los centros urbanos en áreas mas pequeñas y en zonas rurales ocupan grandes cantitades de territorio.

Playas, dunas y bancos de arena (ID:23)

En la región de la Orinoquía, las playas y dunas naturales se presentan principalmente en las zonas de inundación, en las vegas de los ríos, los bancos móviles o meandros abandonados, estos se componen por suelos arenosos y pedregosos, la cobertura suele no albergar vegetación o presentar muy poca, principalmente arbustos pequeños o malezas y la vegetación suele ser menor al 2 %, algunas de estas zonas presentan variaciones en forma o tamaño a lo largo de la serie temporal debido principalmente a las dinámicas de inundación de los ríos.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Río Casanare - Hato corozal, Casanare, Año: 2024, Escala: 1000m,
Coordenadas: -71.74183 W, 6.19308 N.

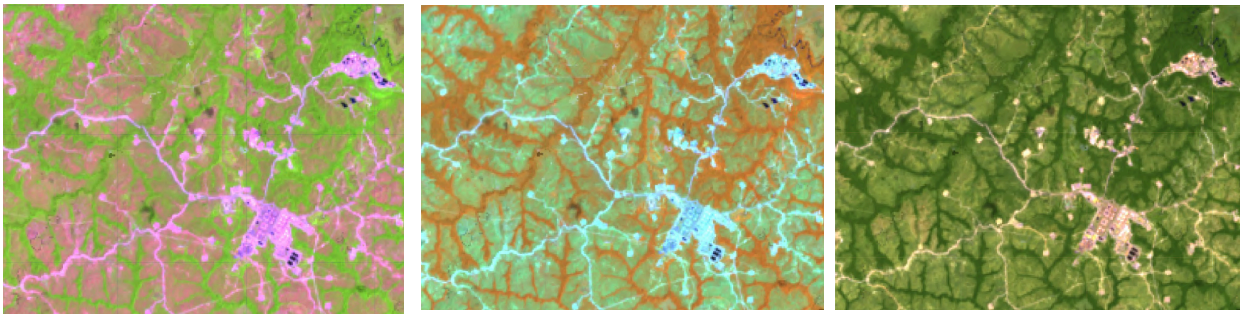
Figura 99. Respuesta Espectral de la Formación Playas, dunas y bancos de arena en la región Orinoquía.

Esta formación natural en la combinación de bandas RGB 654 presenta tonalidades moradas intensas o morados medios, en algunos casos estos también tienen matices de rosas intensos; en la combinación RGB 564 presenta tonos azul claro, con azul grisáceo, en algunos casos se puede observar tonos azul acero; en la combinación de bandas RGB 764 está presenta tonos rosados

opacos con matices morados opacos, en algunos casos se pueden ver tonos rosa malva, esta cobertura suele estar en los márgenes o rondas hídricas y en los meandros de los ríos, así como en las playas, son muy variables a lo largo de la serie temporal, esta cobertura se caracteriza por tener un textura media, en las zonas de playa de los afluentes hídricos y tiende a ser más suave en las zonas de vega.

Infraestructura Urbana (ID:24)

Área de asentamiento humano asociada a grandes y pequeños centros urbanos (pueblos) con infraestructura de entorno construido como redes viales, ferroviarias y terrenos asociados, además de otras zonas artificializadas como obras de explotación de hidrocarburos, hidroeléctricas, bases militares, aeropuertos, zonas portuarias y zonas verdes no agrícolas como instalaciones recreativas en centros urbanos, prados urbanos, separadores viales y pistas de aterrizaje no convencionales en zonas rurales. También se consideran áreas periféricas que están siendo incluidas en un proceso gradual de urbanización hacia fines residenciales y/o zonas industriales,



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Puerto Gaitán - Meta, Año: 2024, Escala: 500m, Coordenadas: -71.45086 W,3.78272 N.

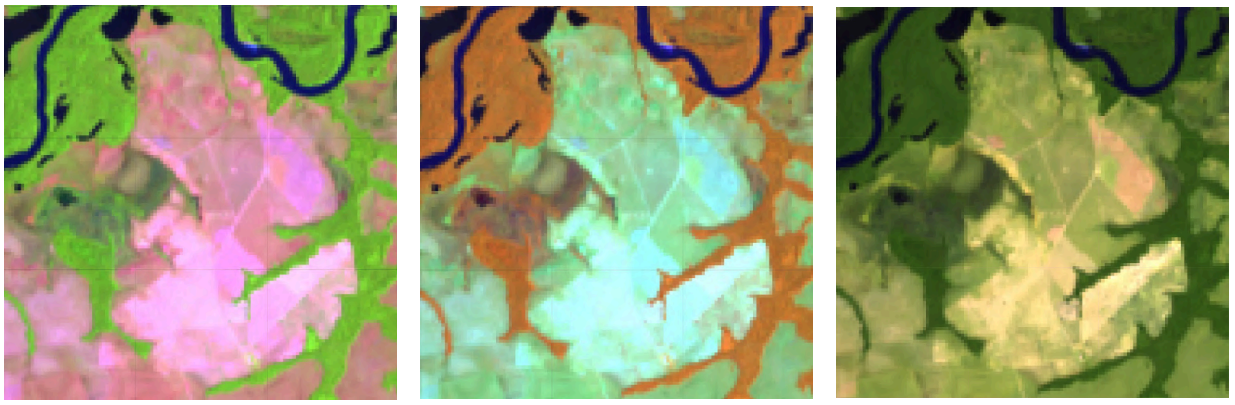
Figura 100. Respuesta Espectral de la infraestructura en la región Orinoquía.

Esta formación antrópica en la combinación de bandas RGB 654 presenta una matriz de tonalidades magenta, rosados, violetas , lilas y lavandas, en la combinacion de bandas RGB 564 se observan tonos cian turquesa, celeste, cian agua y aguamarina, y las vias presentan un tono azul

indigo, en la combinacion de bandas RGB 764 evidenciamos tonos amarillo ocre y amarillo real, las vias suelen presentar tonalidades malva con matices marrones, esta cobertura se caracteriza por presenta patrones geometricos representativos como cuadriculas y lineas rectas asociadas a avenidas y calles , presenta una textura gruesa y poco homogenea, asi como una reflectancia mixta principalmente en los grandes centros urbanos.

Otra área sin vegetación (ID:25)

Áreas intervenidas de origen antrópico (infraestructura, expansión urbana o minería) no mapeadas en sus clases y suelos desprovistos de vegetación o escasa cobertura vegetal. También se incluyen zonas quemadas y áreas de cultivo en preparación o barbecho.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Cumaribo - Vichada, Año: 2023, Escala: 200m, Coordenadas:-69.52735 W, 4.92194 N.

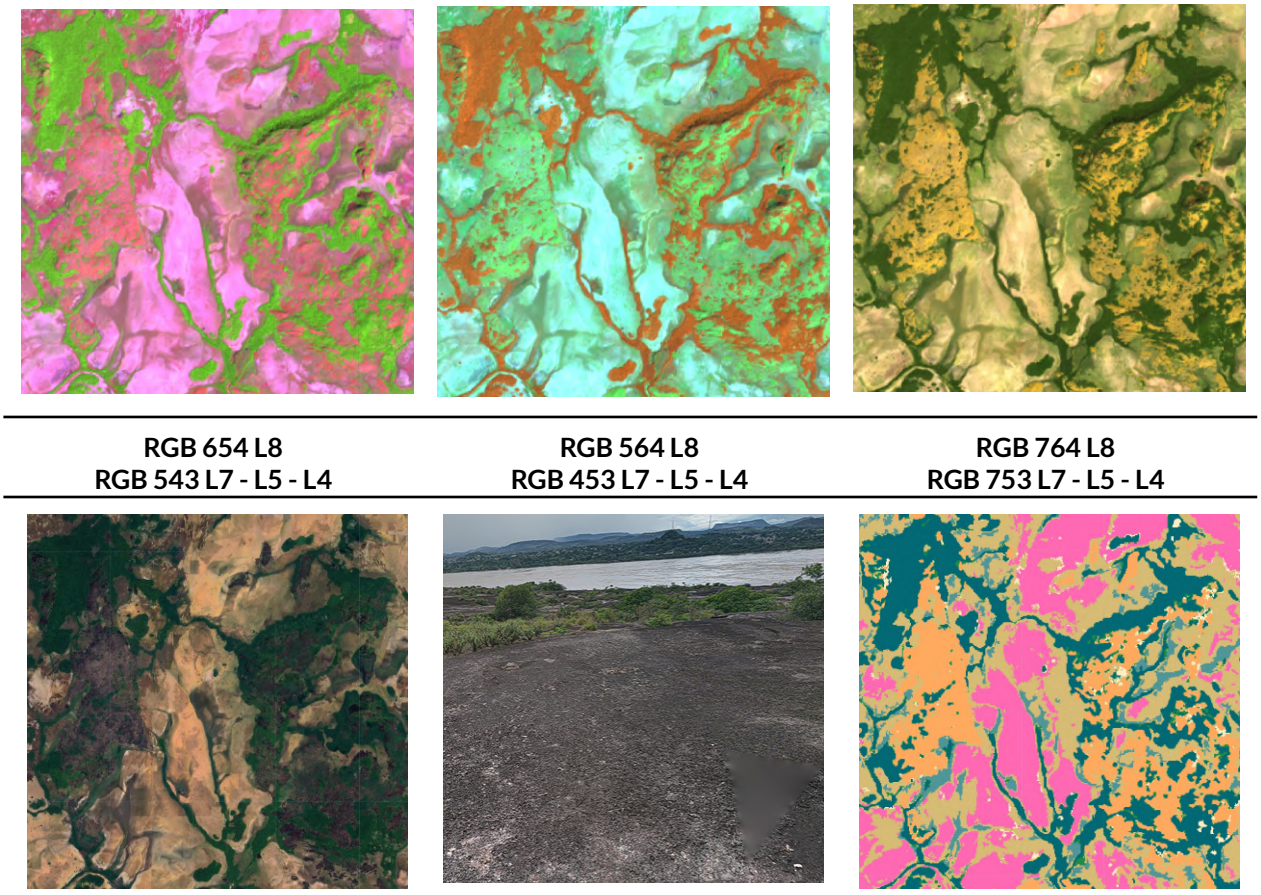
Figura 101. Respuesta Espectral de las áreas sin vegetación en la región Orinoquía..

Esta formación de origen antrópico en la composición de bandas RGB 654 presenta una mezcla de tonalidades púrpura, malva, morado, fandango y violino, en la composición de bandas RGB 564 se observa una mezcla de tonalidades verde esmeralda, verde cerceta, verde petroleo , verde persa y algunos matices de azul celeste , en la combinación de bandas RGB 764 se encuentran tonos verde olivo, marrón, caramelo, café oscuro, sepia y coral, la textura de esta cobertura tiende a ser gruesa,

presenta geometrías irregulares y se encuentran en zonas donde hay formación herbácea o mosaicos de agricultura y pastos, esta cobertura es muy dinámica durante toda la serie temporal, generalmente después de esta se instauran zonas de pasturas o cultivos y viceversa, esta cobertura se caracteriza por presentar una textura media, cuando son quemas de vegetación, cuando son zonas arenosas o destapadas la textura es un poco más fina.

Afloramiento Rocoso (ID:29)

Corresponde a zonas constituidas por capas de rocas expuestas, donde los procesos de erosión y precipitaciones han ocasionado la exposición de la roca madre, con presencia baja o nula de la vegetación; generalmente ubicadas en laderas abruptas, de fuerte pendiente;en la Orinoquía esta cobertura está asociada con los paisajes de serranías y afloramientos rocosos del Escudo Guayanés. (IDEAM,2010) (López et al., 2006).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación:Cumaribo - Vichada, Año: 2024, Escala: 1000 m, Coordenadas: -67.59041 W, 5.56764 N.

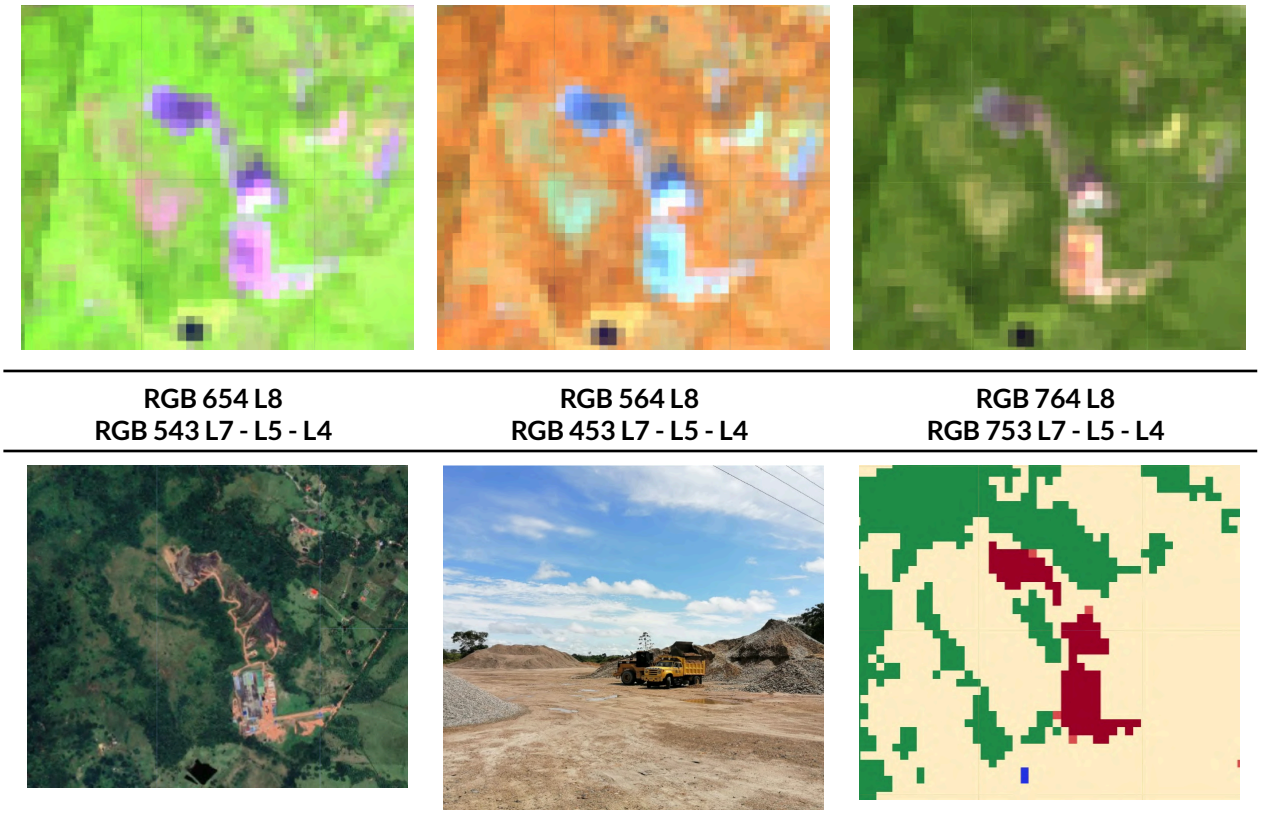
Figura 102. Respuesta Espectral de los afloramientos rocosos en la región Orinoquía..

Esta formación natural en la composición de bandas RGB 654 presenta tonalidades fucsia, rosado claro a rosado fuerte, en la combinación RGB 564 se observa predominancia en las tonalidades verdes cian, verde menta y verde muy claro, y para la combinación de bandas RGB 764 se

identifica una mezcla de colores amarillo oro, amarillo girasol y algunas zonas con coloraciones ocre. Esta cobertura se caracteriza por tener una textura media y ser bastante estable a lo largo de toda la serie.

Minería (ID:30)

Comprende áreas donde se extraen o acumulan materiales de la actividad minera a cielo abierto o minería fluvial con clara exposición del suelo. No se diferencia si es industrial, artesanal, ribereña o ilegal, Se incluyen áreas dedicadas a la extracción de materiales (arenales,gravilleras,canteras) y zonas destinadas a la explotación de carbón, oro, entre otros (IDEAM,2010); en la región orinoquia los departamentos del Meta y Casanare son los mayores extractores de crudo en la región, primordialmente en los municipios de Acacias y Puerto Gaitán.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Acacías - Meta, Año: 2024, Escala: 100 m, Coordenadas: -73.78067 W, 4.02660 N.

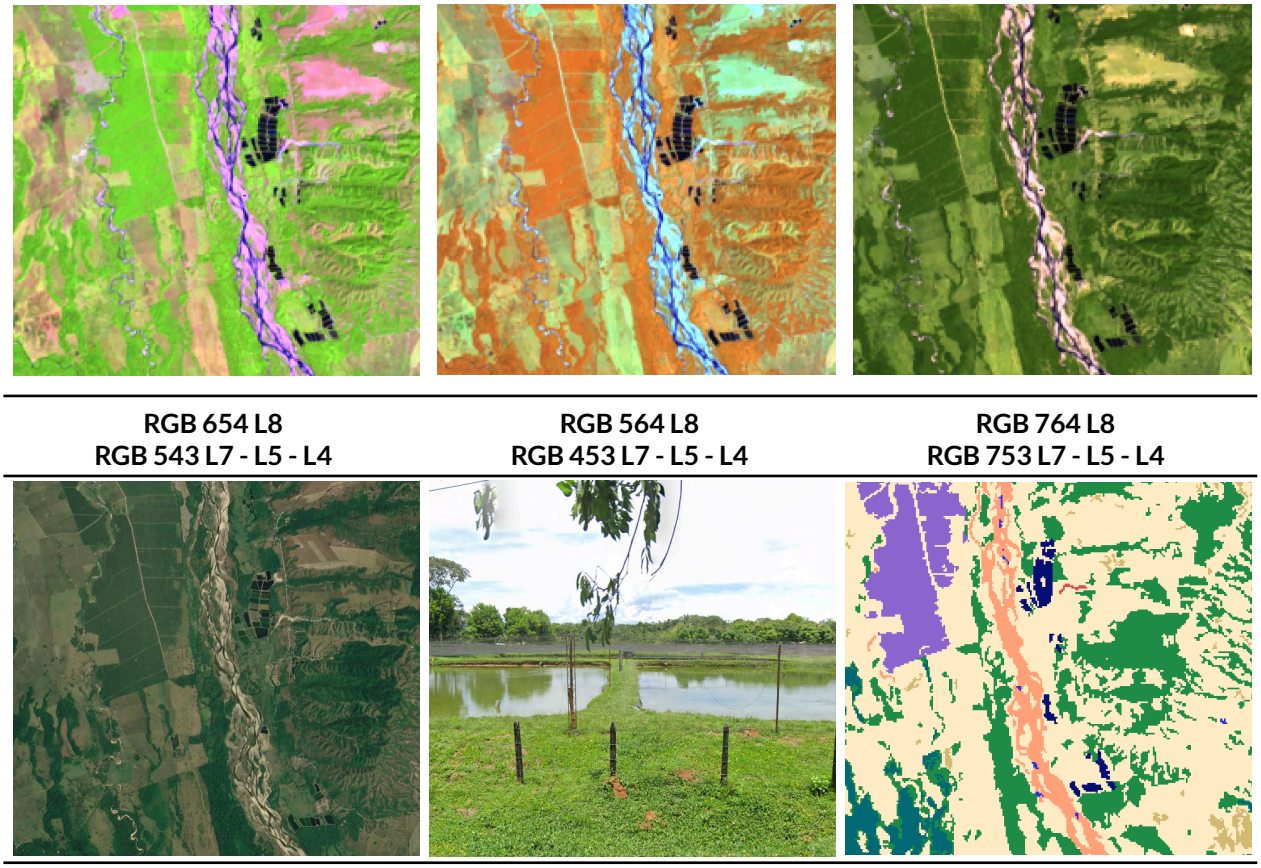
Figura 103. Respuesta Espectral de las áreas de explotación minera en la región Orinoquía..

Esta formación antrópica en la combinación de bandas RGB 654 presenta una mezcla de tonalidades palo de rosa, fucsia, rosa frances, blanco y matices de morados, en la combinacion de bandas RGB 564 se observa una mezcla de tonos azul celeste, azul eléctrico, cian y blanco, en la combinacion de bandas RGB 764, se encuentran mezclas de tonos amarillo limon, amarillo banana, crema, amarillo pastel, por lo general esta formacion suele abarcar areas pequeñas a medianas las cuales se encuentra unidas por vias, y suelen tener cuerpos de agua artificiales cerca (piscinas de

quimicos), la textura de esta cobertura es gruesa, y se caracteriza por tener una mezcla muy variada de los anteriores tonos descritos.

Acuicultura (ID:31)

Cuerpos de agua artificiales destinados a la cría de crustáceos, camarones y peces de agua dulce y salada. Esta cobertura se conforma por una serie de piscinas adyacentes por lo que se caracterizan por contar con patrón geométrico regular.



Ubicación: Villanueva, Casanare, Año: 2022, Escala: 500 m, Coordenadas: -72.90423 W, 4.79612 N.

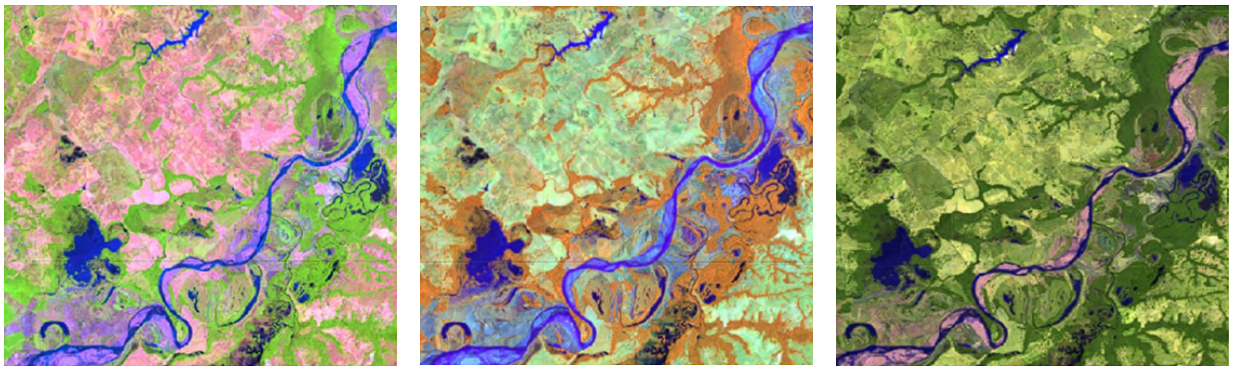
Figura 104. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Orinoquía.

Esta cobertura se caracteriza por presentar tonalidades azules oscuras muy profundas en las tres combinaciones de bandas RGB 654 , 564 y 764, se observan tonos azules noche y azules oscuros, esto debido a que son cuerpos de agua lénticos con bastantes sedimentos, la textura es media a fina en este tipo de coberturas.

Río, lago u océano (ID:33)

Comprende toda extensión de agua superficial permanente o estacional, que se ha formado naturalmente o por acción antrópica, generalmente para la producción de energía y el

abastecimiento de acueductos. Dentro de esta clase se incluyen los ríos, lagos, lagunas, embalses, ciénagas, canales y estanques (IDEAM,2010)



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Puerto López - Meta, Año: 2024, Escala: 1000m, Coordenadas: -73.01369 W, 3.9603 N.

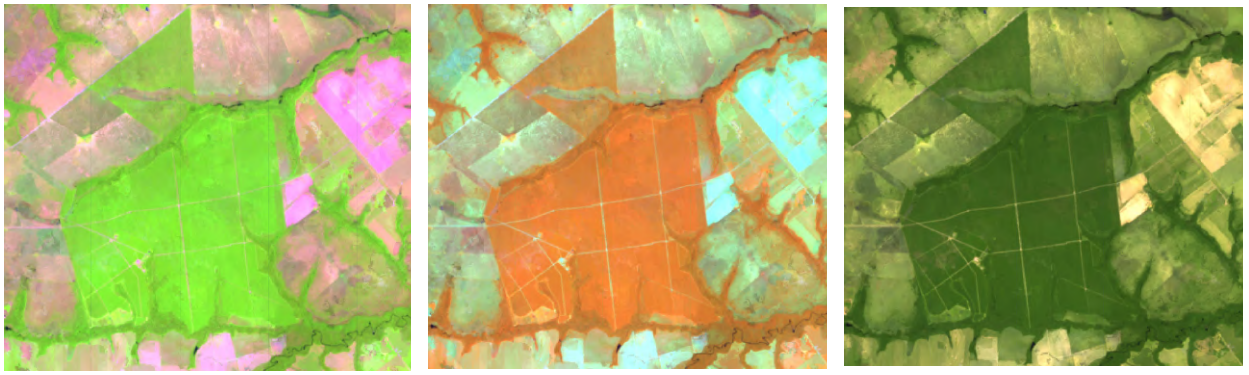
Figura 105. Respuesta Espectral de los ríos y lagos en la región Orinoquía.

Esta cobertura natural se caracteriza por presentar en la combinación de bandas RGB 654 y 564 tonos azul, azul oscuro y azul marino, en las zonas de bahía se pueden observar algunos tonos morados con matices azules, en la combinación de bandas RGB 764 se observan tonos azul oxford, azul noche y azul medio profundo, esta cobertura se caracteriza por tener una textura muy fina , con algunos contrastes suaves entre los tonos azules.

Palma aceitera (ID:35)

Esta cobertura se caracteriza por la presencia de extensas áreas de cultivo con plantaciones simétricas y regulares de palma de aceite (Elaeis guineensis), ya sean transitorios o permanentes, se desarrollan en parcelas considerablemente grandes en comparación con los cultivos tradicionales, y su producción se lleva a cabo a escala industrial. Su cultivo se desarrolla favorablemente en suelos volcánicos y arcillas aluviales y marinas, de zonas bajas (por debajo de 500 metros sobre el nivel del mar), de buena permeabilidad y bien drenados (Aguilera, 2002). La palma aceitera evidencia un crecimiento significativo en el territorio nacional, en la región

Orinoquia principalmente para los departamentos del Meta y Casanare, la producción de palma aceitera ha sido de gran importancia llegando a representar hasta el 37% del total nacional (Rojas, 2016)



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación:Maní - Casanare, Año: 2022, Escala: 500 m, Coordenadas: -72.15985 W, 4.63359 N.

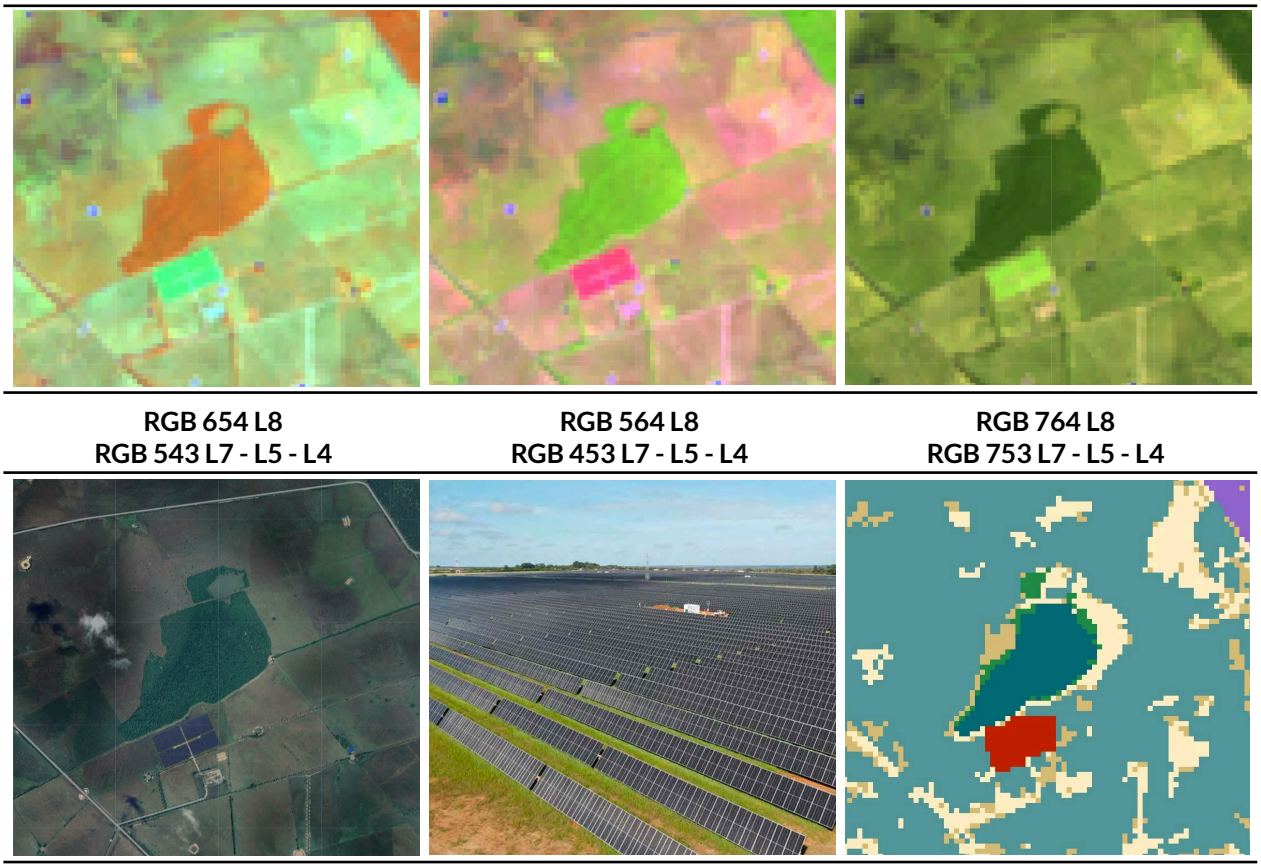
Figura 106. Respuesta Espectral de los cultivos de palma aceitera en la región Orinoquía.

Esta cobertura de origen antrópica se caracteriza por presentar tonos verde césped y verdes manzana muy vivos en la combinación RGB 654, en la combinación de bandas RGB 564 presenta tonos naranja vivos, en la combinación de bandas RGB 764 está presenta tonalidades verde pino, la textura de esta cobertura es fina y muy homogénea, esta también se caracteriza por presentar patrones geométricos.

Parques fotovoltaicos (ID 75)

Incluye las áreas ocupadas por instalaciones para la generación de energía solar, caracterizadas por la presencia de estructuras modulares (paneles solares) organizadas de forma regular, generalmente sobre superficies planas y despejadas. Estas áreas presentan origen antrópico claramente definido y no se confunden con otras clases de infraestructura urbana o industrial.

Se reconocen por su patrón geométrico regular y tonalidades características en las diferentes combinaciones RGB. En la figura se observan colores magenta en la combinación RGB 654 Landsat 8 y RGB 543 Landsat 7, 5 y 4, tonalidades grisáceas o cian en RGB 564 L8 y RGB 453 L7-L5-L4, y tonos verdosos o azul violáceo en RGB 764 L8 y RGB 753 en Landsat 7, 5 y 4. La textura es homogénea, con baja variabilidad interna, asociada a la disposición ordenada de los módulos solares.3



Ubicación: Tauramena - Casanare, Año: 2024, Escala: 100 m, Coordenadas: -72.63246 W, 4.433118 N.

Figura 107. Respuesta Espectral de Parques Fotovoltaicos en la región Orinoquía.

4.4.3.5. Leyenda Pacífico

Bosque (ID:3)

En el pacífico colombiano, la clase corresponde a áreas naturales con predominio de elementos arbóreos los cuales forman un dosel continuo con una altura superior a 5 m. Dentro de esta clase se incluyen los bosques densos de tierra firme, arbustales densos, bosques riparios y de galería, vegetación secundaria alta; ubicados entre las costas del océano pacífico y el flanco occidental de la cordillera occidental. Debido a la configuración geográfica, climática y edáfica en esta zona es

denominada como la más biodiversa en el mundo, del mismo modo, según estudios de diversidad y riqueza, es la segunda región con más diversidad florística después de la Amazonía. (Galeano et al., 1998; Rangel, 2010).

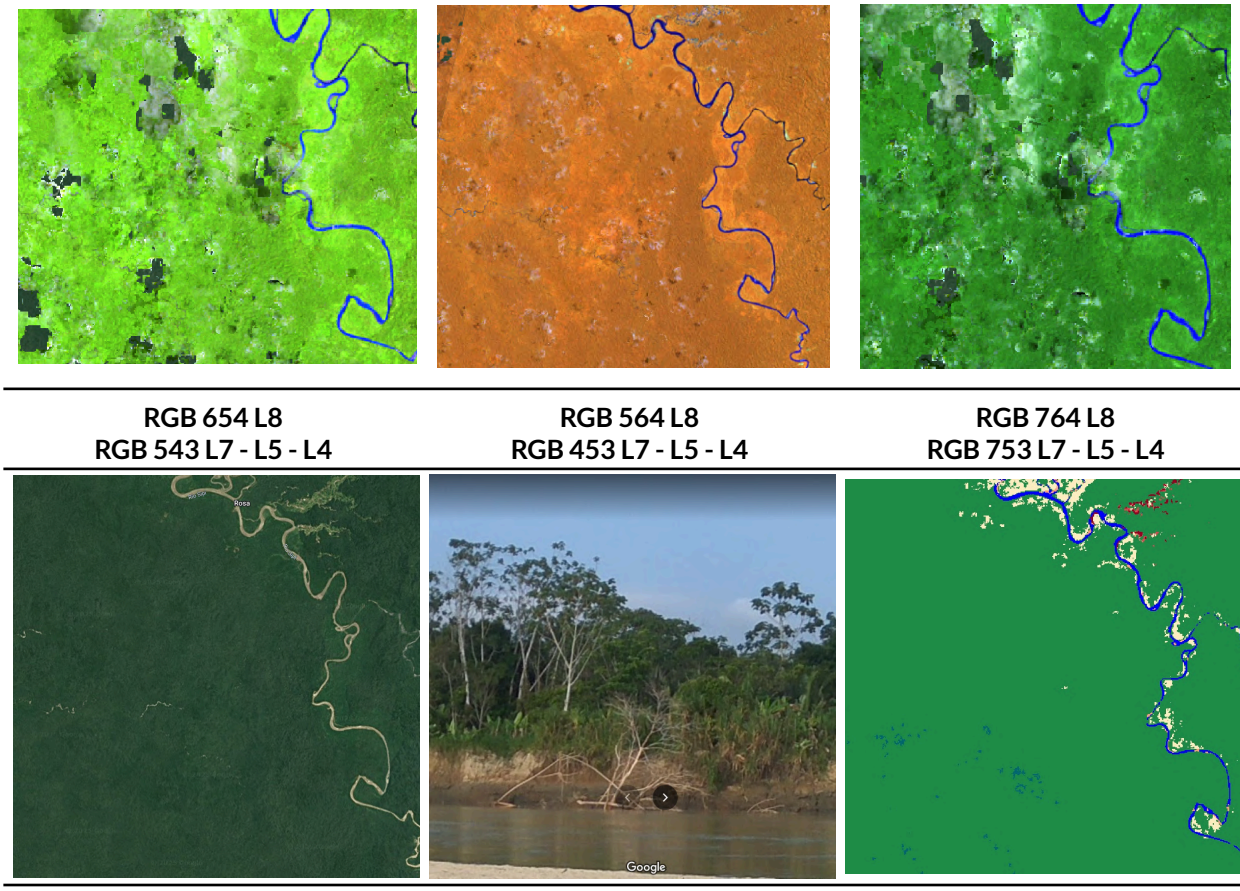


Figura 108. Respuesta Espectral de Bosque en la región Pacífico.

Los bosques de la región presentan características marcadas, como vegetación siempre verde con gran variedad de especies y hábitos de crecimiento, entre los cuales están los árboles, las lianas, bejucos, incandescentes, arbustos, plantas, entre otros (Gentry, 1986). En los bosques densos con un alto grado de conservación es posible su identificación a través de la imagen satelital dada su continuidad en forma y textura, donde se observan tonos más oscuros comparados con algunas formaciones arbóreas secundarias regeneradas de manera natural. En el caso de los bosques riparios o de galería el patrón es fácilmente distinguible pues bordea los cursos de agua siguiendo los diferentes patrones de drenaje (dendrítico a subdendrítico).

En cuanto a las imagenes landsat empleadas, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, la clase en cuestion se identifica por tonalidades de color verde oscuro y claro, lo cual, como se menciono anteriormente, depende de su estado sucesional y madurez. Para la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4

presenta coloraciones rojo oscuro a naranja, finalmente para una imagen con combinación de bandas RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 Landsat 7-5-4 el bosque refleja en color verde oscuro (**Figura 108**). La textura varía de media a gruesa rugosidad según la densidad del dosel.

Manglar (ID:5)

Los manglares son ecosistemas estratégicos costeros, que desde un punto de vista ecológico es el hábitat de diversos grupos de organismos como los moluscos, crustáceos, peces, aves, entre otros, esta cobertura boscosa se encuentra en zonas costeras (Casas-Monroy, 2000), está compuesto por vegetación arbórea de alturas no mayor a 8 metros, su cobertura comprende las especies gregarias, es decir, crecen agrupadas.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Río Patía - Nariño, Año: 2022, Escala: 5 km, Coordenadas: -78.26470 W, 2.55340 N.

Figura 109. Respuesta Espectral de Manglar en la región Pacífico.

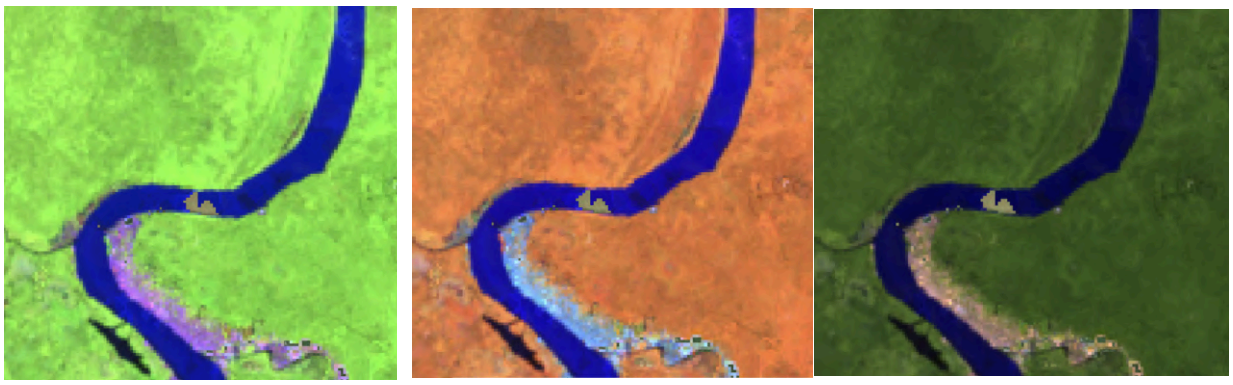
Crecen sobre suelos planos y fangosos que pueden estar permanente o estacionalmente inundados debido a la influencia de las mareas. Se encuentran en zonas estuarinas, bahías, ensenadas, lagunas costeras y esteros, entre otros, donde reciben los aportes de las aguas de escorrentía continental y la influencia de las aguas marinas o salobres. Los manglares se distribuyen desde Juradó Antioquia hasta Tumaco Nariño.

En la parte superior de la **Figura 109**, se muestran las combinaciónes empleadas para la identificacion de dicha cobertura, en falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y

Landsat 4, se destaca por tonalidades de color verde oscuro grisaceo en coberturas con predominio de estratos arbóreo con texturas moteadas y suaves. Para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 la respuesta espectral va de rojo a marrón con mayor intensidad en la vegetación vigorosa. Por último, en la combinación RGB 764 para L8 y RGB 753 en landsat 7 , 5 y 4, el manglar refleja a color verde oscuro opaco.

Bosque Inundable (ID:6)

Los bosques inundables son coberturas boscosas presentes en las riberas de los ríos, esta comprende vegetación en diferentes estratos, destacando la formación de plantas leñosas o arbórea con alturas desde los 3 metros en adelante, esta se caracteriza por establecerse en las riberas de los ríos temporales o permanentes, por su orografía poco accidentada esta formación también es conocida como bosques de galería aunque no implica que todos los bosques de galería sean inundables, del mismo modo, en el Pacífico colombiano se pueden encontrar formaciones inundables como los sajales y los guandales, que son especies coetáneas que subsisten bajo estas condiciones edáficas de alta inundabilidad.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Río Atrato, Riosucio - Antioquia, Año: 2018, Escala: 500 m, Coordenadas: -77.1030 W, 7.4566 N

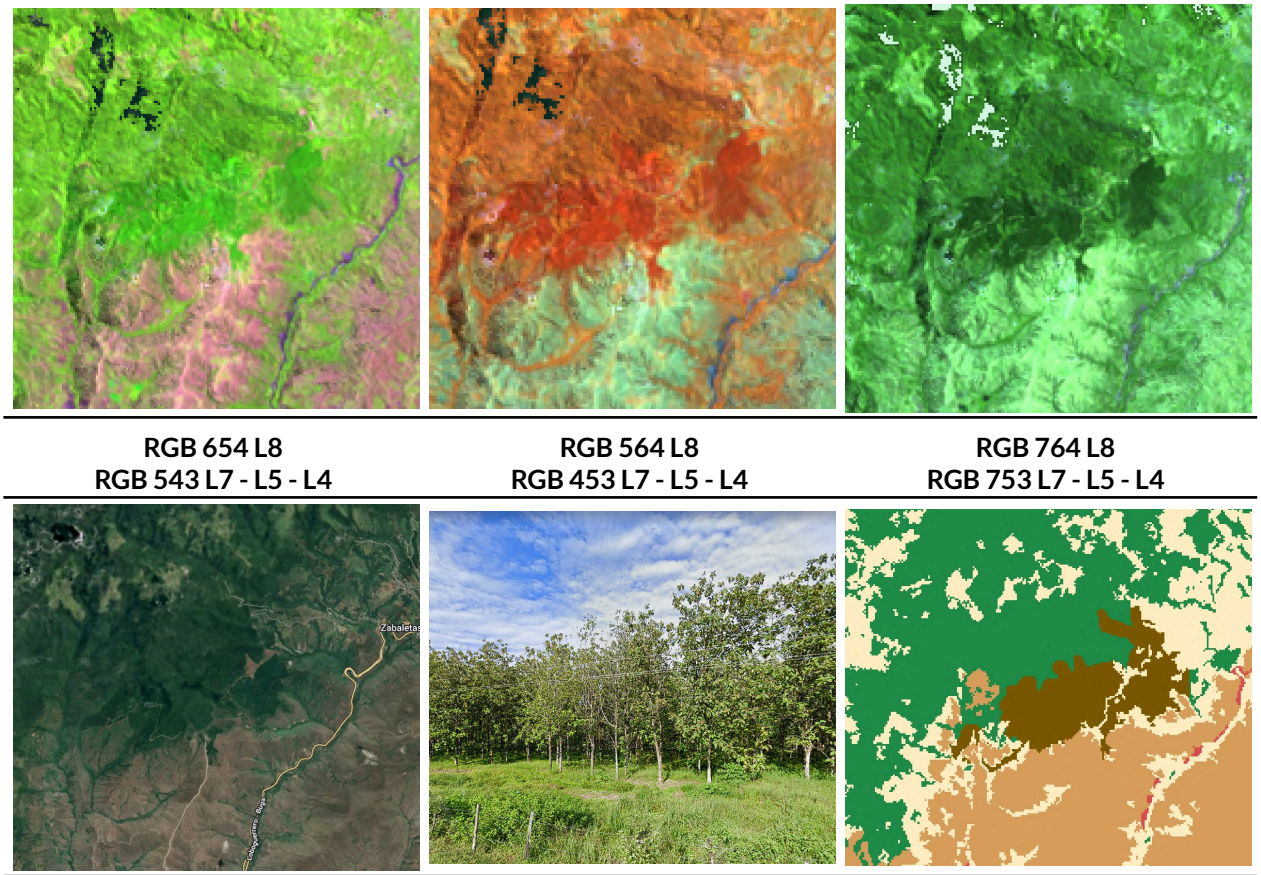
Figura 110. Respuesta Espectral Bosque Inundable en la región Pacífico.

Como se observa en la **Figura 110** este tipo de coberturas en la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4 se distingue por tonalidades de color verde claro intenso, para RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 la coloración

varia entre rojo a marron con matices de color naranja intenso, diferenciandose de la formacion boscosa por su textura fina, en comparación con la rugosidad de la clase 3, por ultimo, en la combinacion RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 esta clase presenta tonos verde oscuro a claro.

Silvicultura (ID:9)

Son coberturas constituidas por plantaciones de vegetación arbórea, realizada por la intervención directa del hombre con fines de manejo forestal. En este proceso se constituyen rodales forestales, establecidos mediante la plantación y/o la siembra durante el proceso de forestación o reforestación, para la producción de madera (plantaciones comerciales), esta cobertura presenta en la imagen de satélite un patrón geométrico regular, constituido por las hileras de árboles generalmente de la misma edad. En la región Pacifico, las especies con mayor área sembrada corresponden al pino "Pinus patula", Eucalipto "Eucalyptus globulus, y algunas especies nativas (MADR, 2022).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Chigorodó, Antioquia Año: 2021, Escala: 500 m, Coordenadas: -76.65559 W, 3.79894 N.

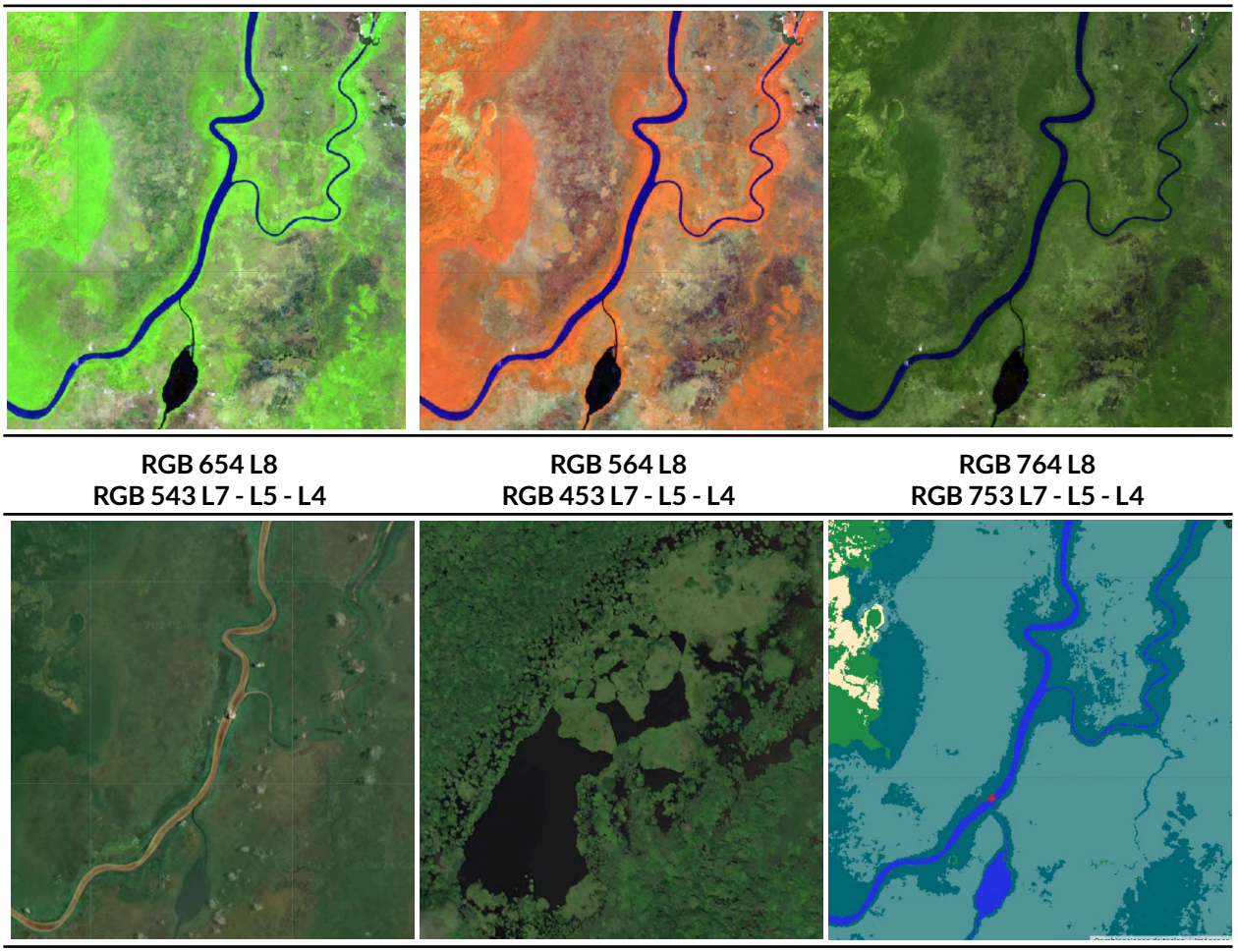
Figura 111. Respuesta Espectral Silvicultura en la región Pacífico.

Para la identificacion de esta clase en falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan coloraciones verdes similares a las de bosque; oscuro para plantaciones

maduras y verdes claros intensos con matices de color amarillo en los primeros estadios, en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 predominan los colores naranja rojizos y para la combinacion RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 las plantaciones presentan tonos verdes oscuro fácilmente confundibles con las formaciones boscosas naturales, para su distinción entre estas clases se recomienda observar el patron de distribución, generalmente, las plantaciones tienen formas regulares a cuadradas (**Figura 111**).

Formación natural no forestal inundable (ID 11)

Áreas con predominio de vegetación natural herbácea que puede presentar algunos elementos arbóreos en menor medida (no mayor a 3 m), áreas con comunidades de palmas, dispersos, que en ningún caso superan el 10% de su cobertura. Se encuentran generalmente en los planos de inundación de los valles y planicies aluviales, suelos hidromórficos permanentemente sobresaturados, se encuentran sobre las madres viejas de los ríos y otras formaciones generalmente cerca a los cuerpos de agua.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Vigía Del Fuerte, Límites Antioquia - Chocó, Año: 2014, Escala: 500 m,
Coordenadas: -76.80975 W 6.52116 N

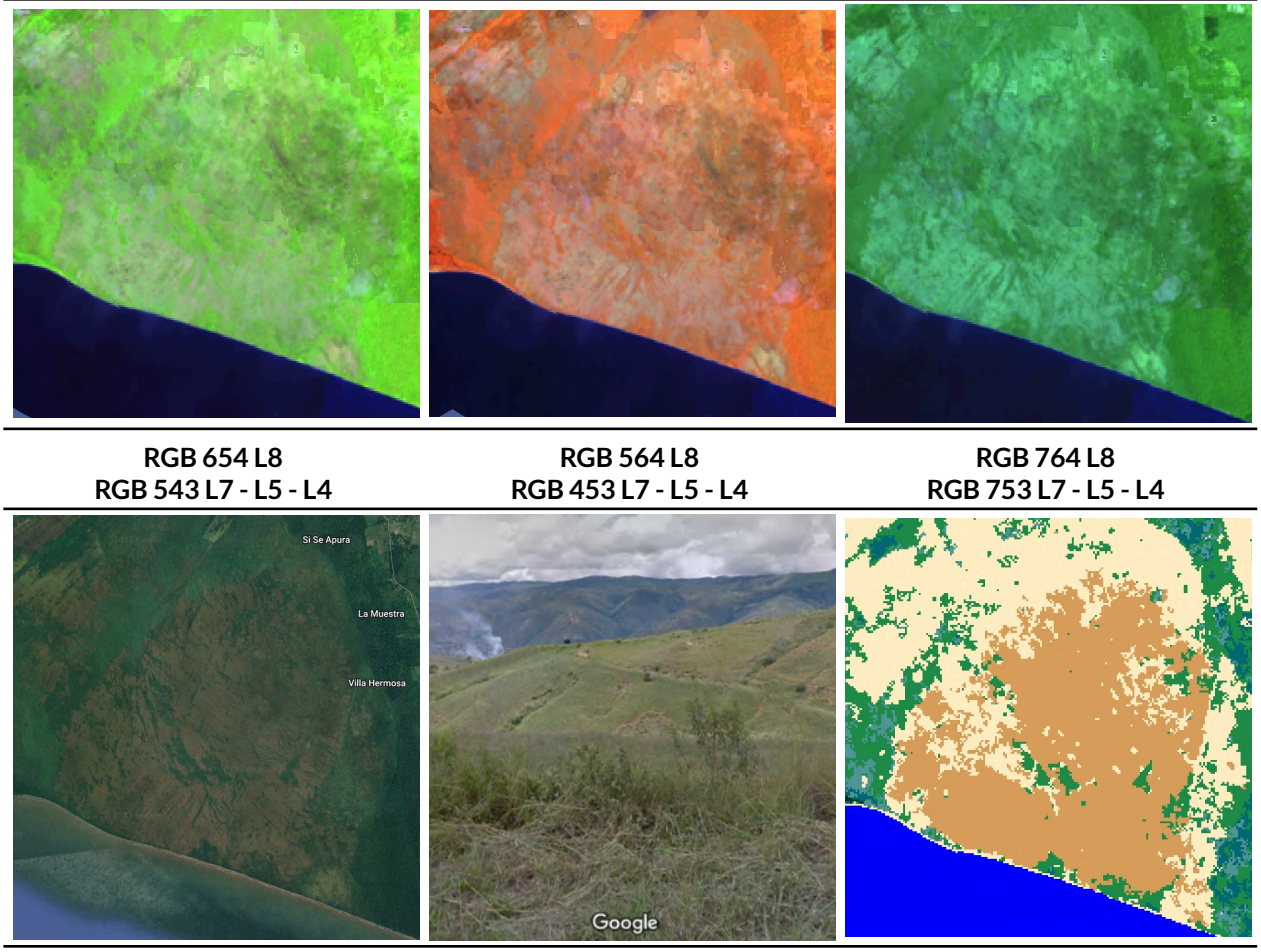
Figura 112. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal Inundable en la región Pacífico.

La respuesta espectral de esta cobertura es muy variable. Como se observa en la **Figura 112**, en la orilla de los ríos, para la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7 ,Landsat 5 y Landsat 4, la clase presenta tonalidades de color verde neon intenso, pero tambien suelen encontrarse coloraciones pardas a marrón, en imagenes con combinacion RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 destaca por tonos naranja con matices rosa intenso y verde ocre claro en algunas zonas pantanosas. Por último, en RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se observan verdes vivos. Presenta una textura fina heterogénea sin patrones definidos en sus límites, pero generalmente se encuentra cerca a cuerpos de agua o madres viejas.

Otra Formación natural no forestal (ID:13)

Corresponde a una cobertura natural constituida por un herbazal denso, el cual se desarrolla en áreas que no están sujetas a períodos de inundaciones, las cuales pueden presentar o no elementos arbóreos y/o arbustivos dispersos. Dentro de esta categoría, también se engloban otras formas de cobertura, como las áreas donde prevalece la vegetación arbustiva con una estructura de dosel irregular y la presencia de arbustos, palmas, enredaderas y plantas de pequeño tamaño. (IDEAM, 2010).

Como se evidencia en la **Figura 113**, en combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, se presenta de color rosado a fucsia en tonos opacos. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color cyan a verde palido claro. Por último, en RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, esta cobertura presenta una tonalidad amarillo ocre con verdes ocres a olivaceos, así mismo, esta formación presenta una textura fina a media heterogénea y un patrón asociado a zonas con poca intervención antrópica y afloramientos rocosos y relieves colinados.



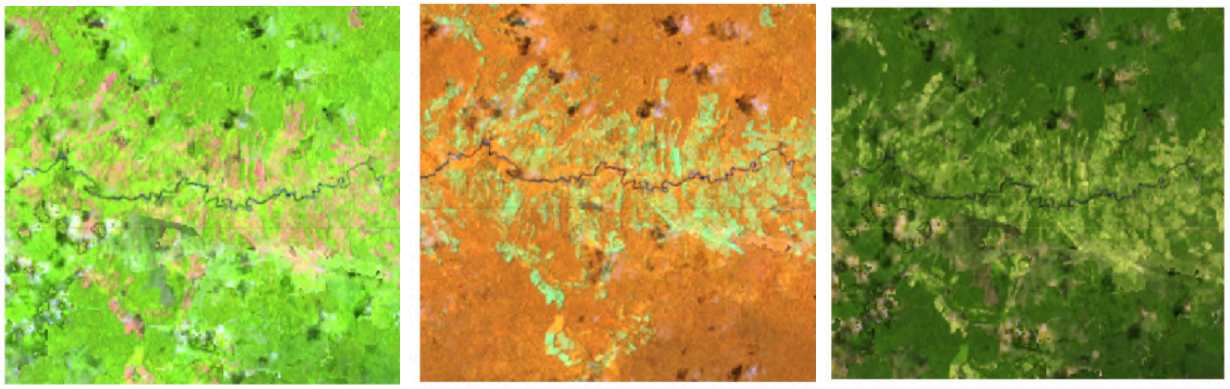
RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Necocli, Antioquia, Año: 2022, Escala: 200 m, Coordenadas: -76.87784 W, 8.54221 N.

Figura 113. Respuesta Espectral Formación Natural No Forestal en la región Pacífico.

Mosaico de agricultura y/o pasto (ID:21)

En el Pacifico esta cobertura está representada por cultivos transitorios, permanentes, algunos mosaicos de pastos, los cuales tienen un patrón espacial intrincado por su parcelación en pequeños tamaños, dificultando su representación individual. La agricultura está asociada principalmente al cultivo de plátano, frutales, caña, otros de agricultura familiar y a los estados vegetativos de cultivos de gran extensión como la palma de aceite. Mientras que los pastos se destinan para actividades pecuarias como la ganadería y no son de gran extensión. Se encuentran pastos limpios, enmalezados y en espacios naturales. Al igual que en las demás regiones esta cobertura presenta una alta gama de tonos debido a los diferentes estados fenológicos y variadas prácticas de manejo que se dan en las diferentes parcelas, por lo tanto pueden generar confusión con otras clases. Su característica principal es el patrón geométrico regular e irregular de un lote. (IDEAM,2018) (Gobernación Valle del Cauca, 2013).



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

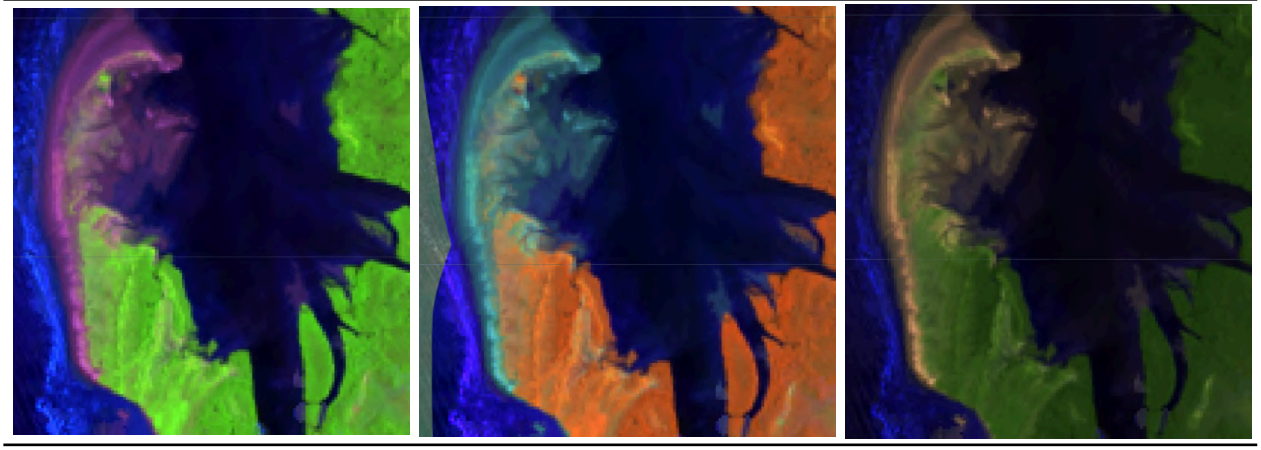
Ubicación: El Charco, Nariño Año: 2021, Escala: 1000 m Coordenadas: -78.06164 W, 2.33824N

Figura 114. Respuesta Espectral de Mosaico de agricultura y pastos en la región Pacífico.

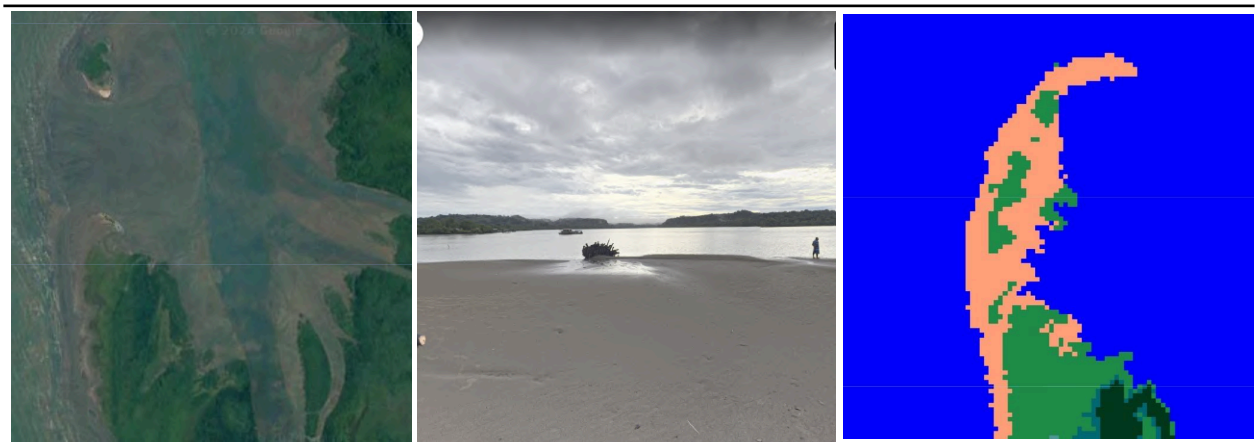
En la **Figura 113**, se observa la combinación falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4, que presenta de colores rosados pálidos a fucsia en tonos opacos. En una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4, se observan tonalidades de color verde palido claro. Por último, en RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, esta cobertura presenta una tonalidad amarillo ocre con verdes ocres a olivaceos, así mismo, esta formación presenta una textura fina a media heterogénea y un patrón asociado a zonas con alta intervención antrópica.

Playas, dunas y bancos de arena (ID:23)

Esta cobertura corresponde a los vestigios de los relictos de los bancos móviles y meandros abandonados en proporciones escasas, la mayor concentración se establece en las playas o zonas costeras, donde se aprecia mejor esta cobertura, en este caso la vegetación es escasa. Esta cobertura está compuesta por coberturas arenosas a rocosas con vegetación dispersa no mayor al 20% de la cobertura a nula.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4



Google Earth	Paisaje	MapBiomas

Ubicación: Orpua, desembocadura del río Orpua Chocó - Chocó, Año: 2021, Escala: 200 m, Coordenadas:-77.39234, 5.30003 N

Figura 115. Respuesta Espectral de Playas, dunas y bancos de arena en la región Pacífico.

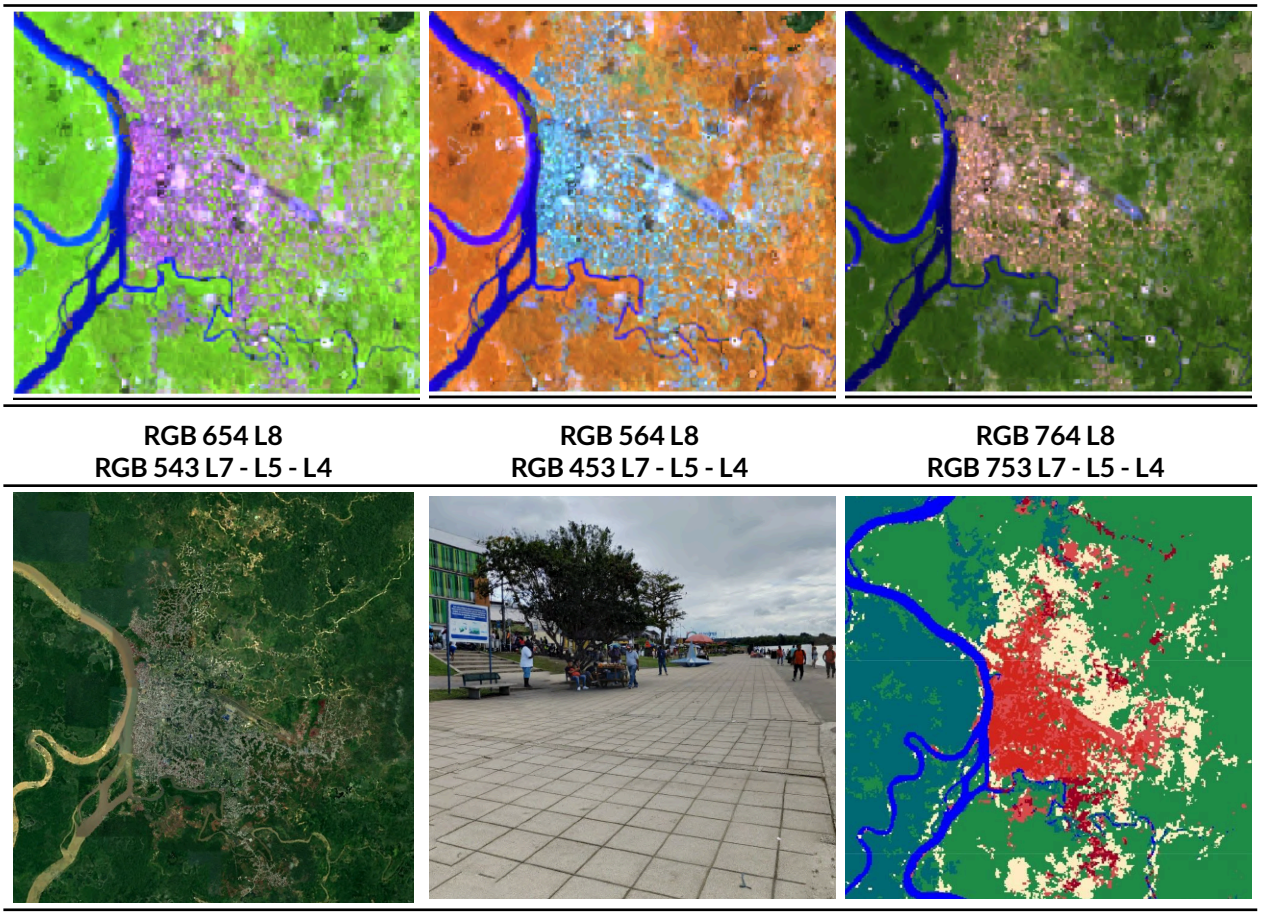
Su respuesta espectral en las tres combinaciones de bandas mostradas en la **Figura 114** es muy similar, caracterizándose por pixeles de color blanco brillante donde la vegetacion es mas escasa, en la combinacion RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se distinguen algunos tonos morados y rosa en los bordes, mientras en RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 predominan los matices azul celeste, an la combinación RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se aprecian colores hacia los rosas ocres. La clase presenta una textura fina y no cuenta con un patrón definido.

Infraestructura Urbana (ID:24)

Al igual que en las demás regiones biogeográficas (Andes, Pacifico, Orinoquia y Amazonia) esta clase abarca las estructuras y edificaciones vinculadas a asentamientos humanos, tales como centros urbanos (pueblos), redes viales, ferroviarias y terrenos asociados, además de otras zonas artificializadas como obras de explotación de hidrocarburos, hidroeléctricas, bases militares, aeropuertos, zonas portuarias y zonas verdes no agrícolas como instalaciones recreativas en

centros urbanos, prados urbanos, separadores viales y pistas de aterrizaje no convencionales en zonas rurales.

También se consideran áreas periféricas que están siendo incluidas en un proceso gradual de urbanización hacia fines residenciales y/o zonas industriales. Las coberturas que integran esta clase presenta una respuesta espectral caracterizada por tonos morado lavanda a lila para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, mientras con RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 presenta coloraciones palo de rosas a rosados y color crema a rosado para la combinación RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4

Google Earth	Paisaje	MapBiomas

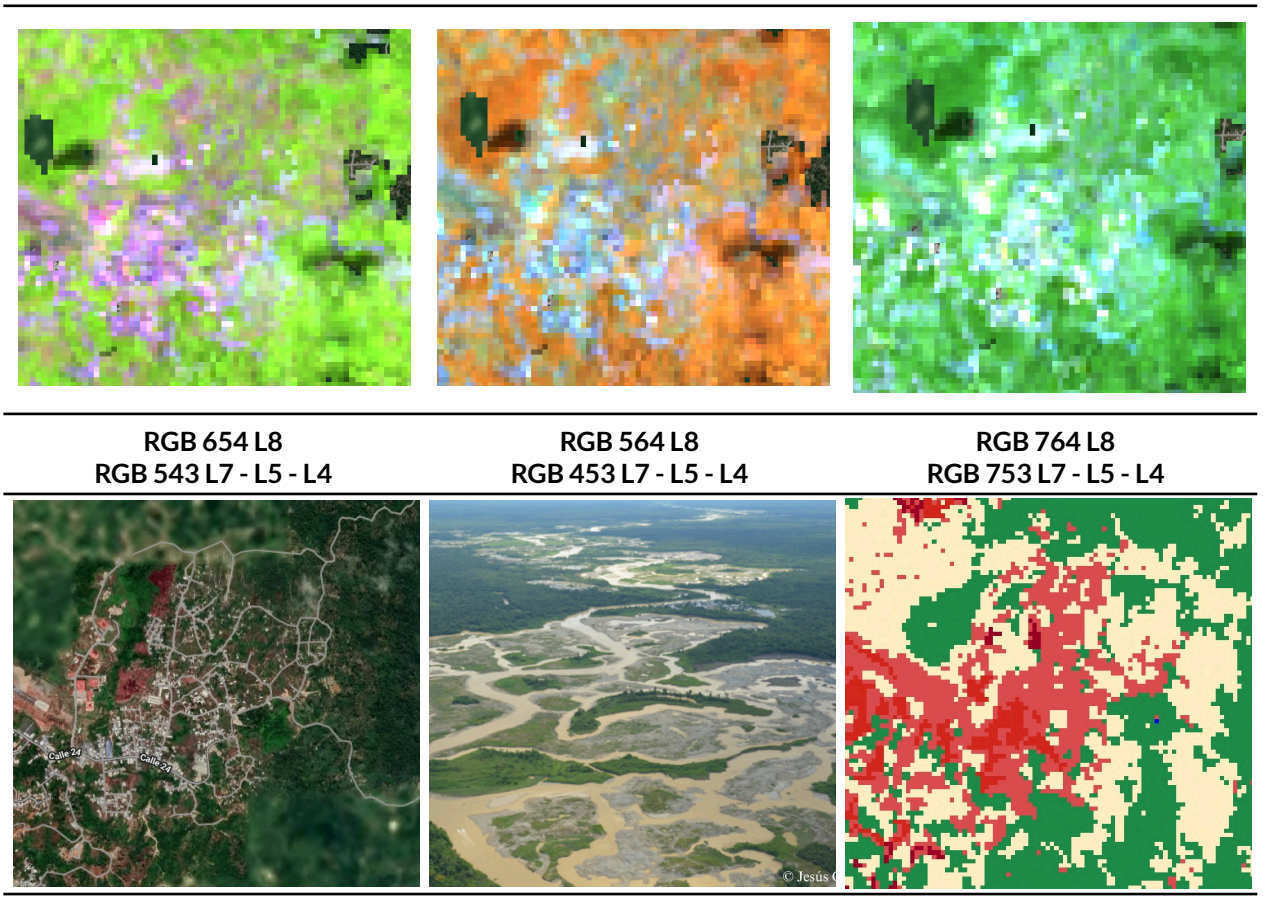
Ubicación: Quibdó, Chocó Año: 2022, Escala: 2km, Coordenadas: -76.655850 W, 5.687135 N.

Figura 116. Respuesta Espectral Infraestructura Urbana en la región Pacífico.

Otras áreas sin vegetación (ID:25)

Áreas intervenidas de origen antrópico (infraestructura, expansión urbana o minería) no mapeadas en sus clases y suelos desprovistos de vegetación o escasa cobertura vegetal. También se incluyen zonas quemadas y áreas de cultivo en preparación o barbecho.

Para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 mostrada en la **Figura 117** se evidencian una respuesta espectral de color violeta a morado para áreas sin vegetación, con texturas liegramente rugosas, por su parte, las imagenes configuradas como RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presentan coloraciones azules con matices morados y cafe verdoso a amarillo quemado respectivamente.

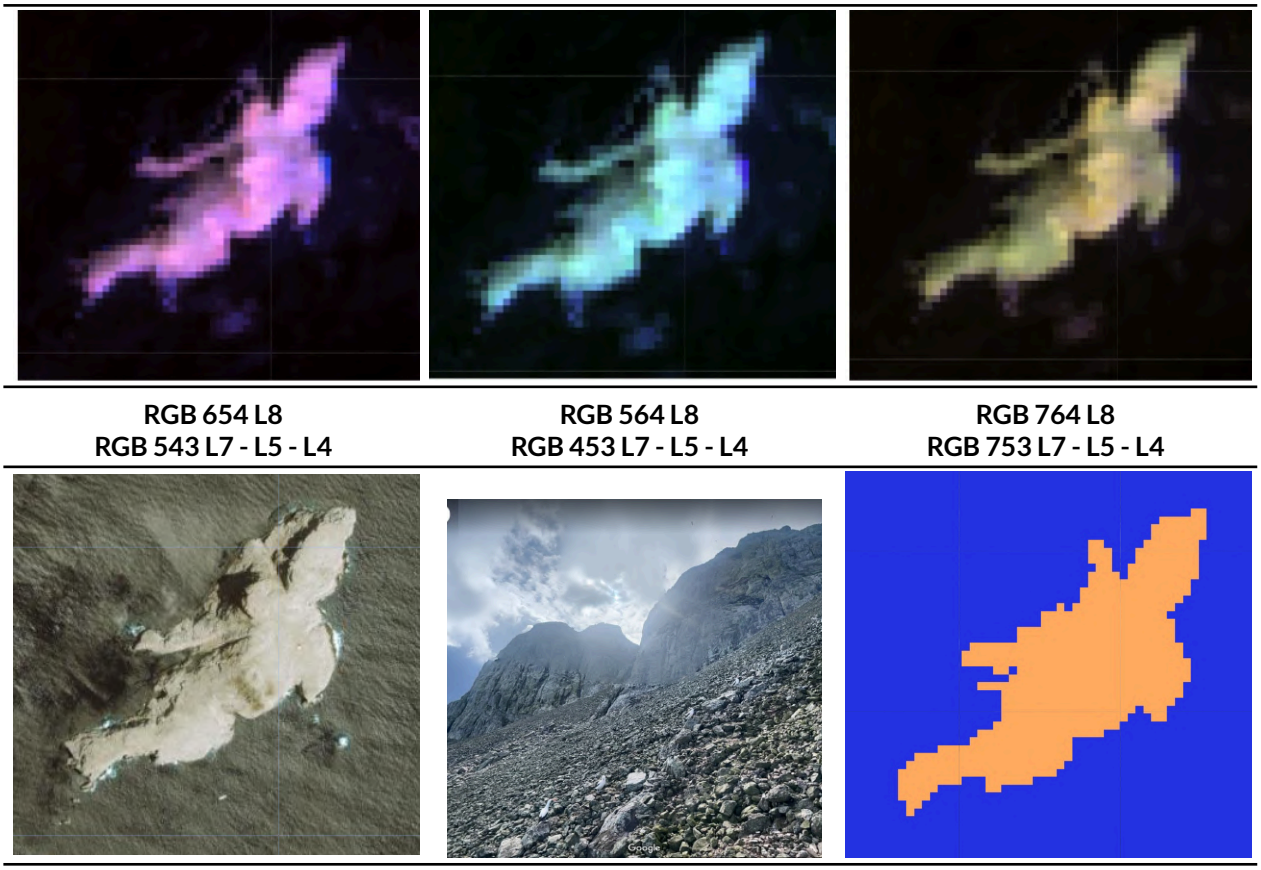


Ubicación: Novita - Chocó, Año: 2022, Escala: 500 m, Coordenadas: -76.624 W, 5.68766 N

Figura 117. Respuesta espectral de otras áreas sin vegetación en la región Pacífico..

Afloramiento rocoso (ID:29)

Corresponde a zonas constituidas por capas de rocas expuestas, donde los procesos de erosión han ocasionado la exposición de la roca madre, con presencia baja o nula de la vegetación, generalmente ubicadas en laderas abruptas, de fuerte pendiente, asociadas con glaciares de montaña, volcanes, fallas y deformaciones geológicas. (IDEAM,2010)



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Isla Malpelo - Pacífico, Año: 2022, Escala: 2km, Coordenadas: -81.60734 W, 4.00279 N.

Figura 118. Respuesta Espectral de Afloramiento Rocoso en la región Pacífico.

Para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 mostrada en la **Figura 118** se evidencian una respuesta espectral de color violeta para los afloramientos, con texturas liegramente rugosas, por su parte, las imagenes configuradas como RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presentan coloraciones azules con matices verde claro y cafe verdoso a amarillo quemado respectivamente.

Minería (ID:30)

Comprende áreas donde se extraen o acumulan materiales de la actividad minera a cielo abierto o minería fluvial con clara exposición del suelo. No se diferencia si es industrial, artesanal, ribereña o ilegal, Se incluyen áreas dedicadas a la extracción de materiales (arenales,gravilleras,canteras) y zonas destinadas a la explotación de carbón, oro, entre otros, por ejemplo, las imágenes de referencia corresponde a las extracciones de oro. (IDEAM et al., 2017) .

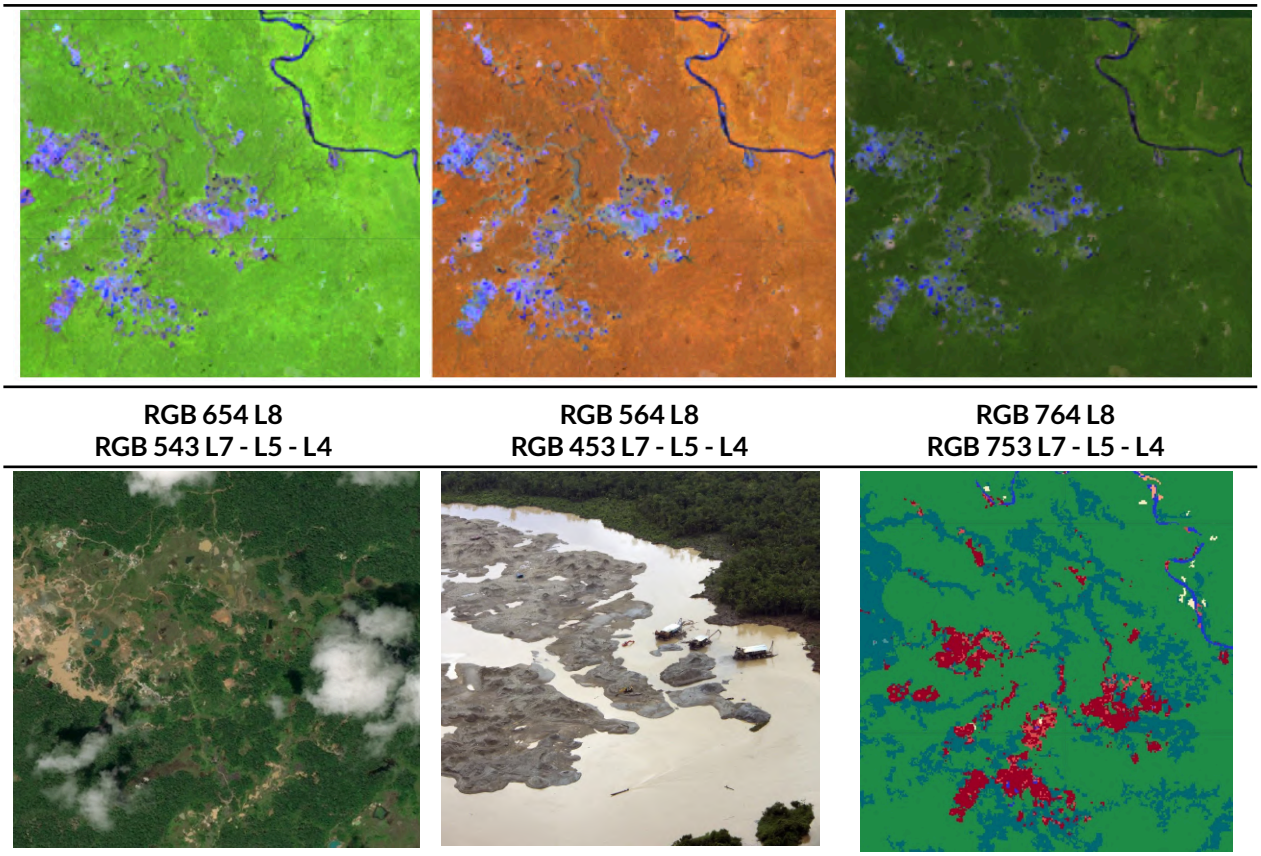
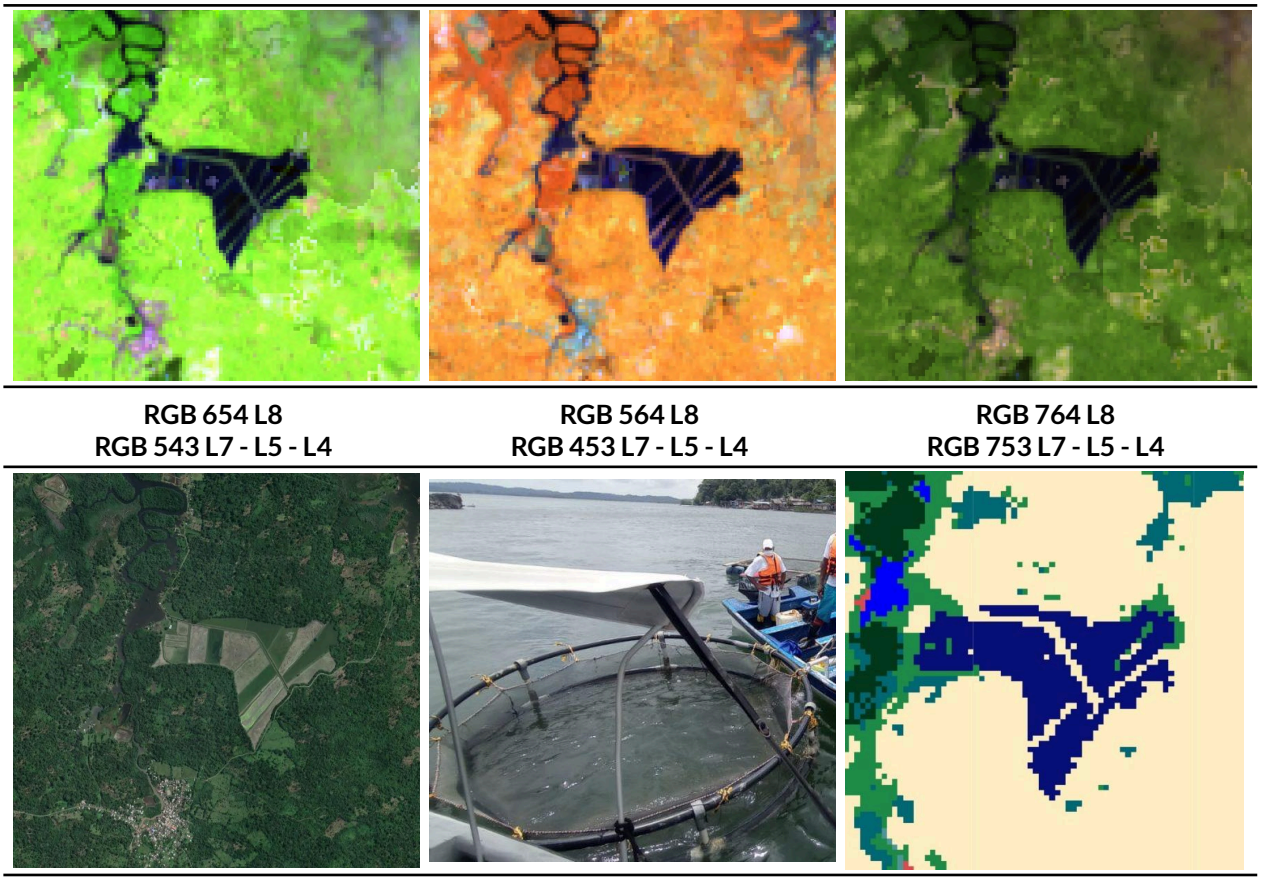


Figura 119. Respuesta Espectral Minería en la región Pacífico.

Para la combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 mostrada en la **Figura 119** se evidencian una respuesta espectral de color violeta a morado, con texturas rugosas y planas, patrones de forma indefinidos, ya que esta actividad principalmente se encuentra en las riveras de los ríos dado que en su mayoría es minería artesanal, por su parte, las imagenes configuradas como RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, y las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presentan coloraciones azules con morado y cafe verdoso a amarillo quemado respectivamente.

Acuicultura (ID:31)

Cuerpos de agua artificiales destinados a la cría de crustáceos, camarones y peces de agua dulce y salada. Esta cobertura se conforma por una serie de piscinas adyacentes por lo que se caracterizan por contar con patrón geométrico regular.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Municipio de Tumaco, Nariño, Año: 2021, Escala: 200 m, Coordenadas: -78.6804 W, 1.69697 N.

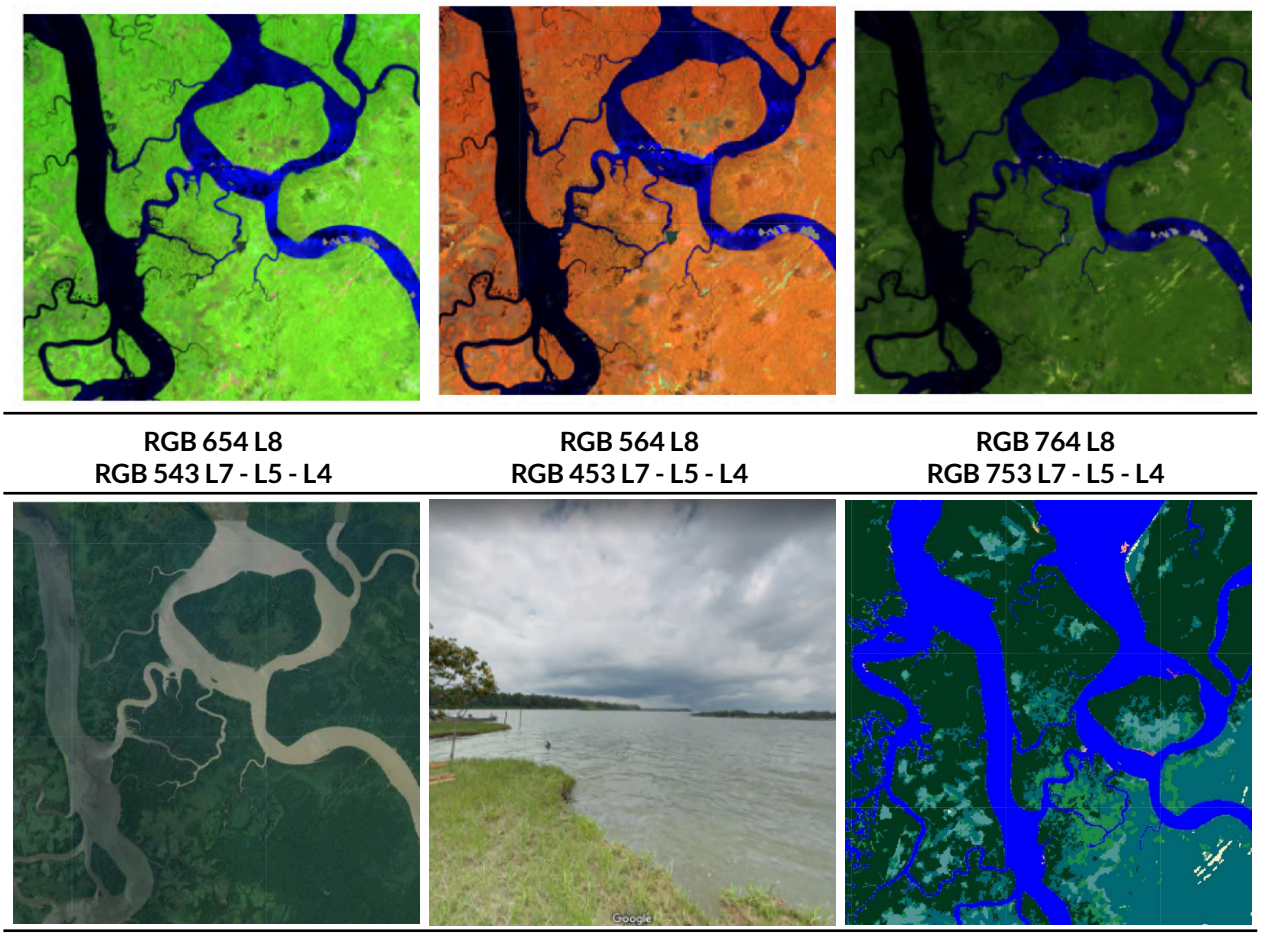
Figura 120. Respuesta espectral de Acuicultura en la región Pacífico.

La respuesta espectral de pozos de acuicultura son muy similares a los de los cuerpos de agua, presentan color azul oscuro debido al contenido de sedimentos y materia orgánica en una combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 como se observa en la **Figura 120**; en una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 se observan de color oscuro casi negro, en verdadero color, este puede variar desde un amarillo opaco en algunos rios arcillosos a tonos azules oscuros, y negros azulados, las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presenta tonos azules a azules oscuro. Esta cobertura se diferencia de los otros cuerpos de agua debido a su tamaño y las formas definidas, generalmente se encuentran cerca a cuerpos de agua o zonas inundables.

Río, lago u océano (ID:33)

Comprende toda extensión de agua superficial permanente o estacional, que se ha formado naturalmente o por acción antrópica, generalmente para la producción de energía y el abastecimiento de acueductos. Dentro de esta clase se incluyen los ríos, lagos, lagunas, océanos, embalses, ciénagas, canales y estanques (IDEAM,2010), pueden ser cuerpos de agua dulce o salada, estas formaciones tienen patrones serpenteantes en el caso de los ríos, o formas

indefinidas con perímetros definidos en el caso de los cuerpos de agua naturales y definidos en los artificiales.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Santa Bárbara - Nariño, Año: 2021, Escala: 1 km, Coordenada: -78.0597 W, 2.5725 N

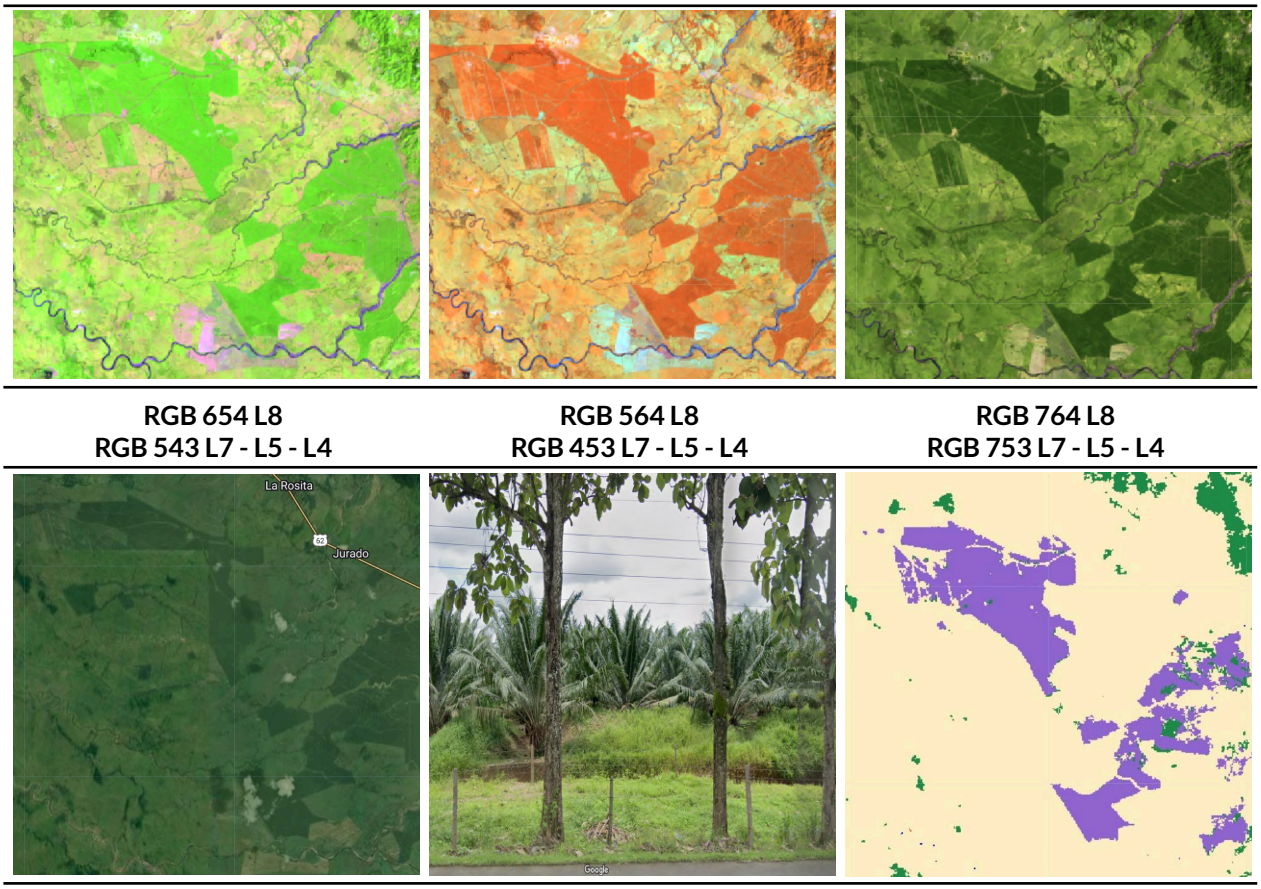
Figura 121. Respuesta espectral de Río, Lago u Océano en la región Pacífico.

La respuesta espectral de los cuerpos de agua depende de la carga de partículas en suspensión por ende los ríos presentan color azul oscuro debido al contenido de sedimentos y materia orgánica en una combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, 5 y 4 como se observa en la **Figura 121**; en una combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, 5 y 4 se observan de color oscuro casi negro, en verdadero color, este puede variar desde un amarillo opaco en algunos rios arcillosos a tonos azules oscuros, y negros azulados, las RGB 764 Landsat 8 y RGB 753 en landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, presenta tonos azules a azules oscuro. Esta cobertura muestra una textura muy fina homogénea con un patrón de drenaje que sigue los diferentes cursos hídricos en algunos casos de tipo dendrítico.

Palma aceitera (ID:35)

Esta cobertura se caracteriza por la presencia de extensas áreas de cultivo con plantaciones simétricas y regulares de palma de aceite (Elaeis guineensis), ya sean transitorios o permanentes, se desarrollan en parcelas considerablemente grandes en comparación con los cultivos

tradicionales, y su producción se lleva a cabo a escala industrial. Su cultivo se desarrolla favorablemente en suelos volcánicos y arcillas aluviales y marinas, de zonas bajas (por debajo de 500 metros sobre el nivel del mar), de buena permeabilidad y bien drenados (Aguilera, 2002). En la región Pacífico estos cultivos se concentran principalmente en el sur, específicamente en el departamento de Nariño en la zonas circundantes a Tumaco; y también menor medida en el norte, en la región Urabá Antioqueño.



RGB 654 L8 RGB 543 L7 - L5 - L4	RGB 564 L8 RGB 453 L7 - L5 - L4	RGB 764 L8 RGB 753 L7 - L5 - L4
Google Earth	**Paisaje**	**MapBiomas**

Ubicación: Chigorodó - Antioquia, Año: 2021, Escala: 5000m, Coordenadas: -76.6049 W, 7.4906 N.

Figura 122. Respuesta Espectral de los cultivos de palma aceitera en la región Pacífico.

Esta cobertura de origen antrópica se caracteriza por presentar tonos verde césped y verdes manzana muy vivos en la combinación RGB 654, en la combinación de bandas RGB 564 presenta tonos naranja vivos, en la combinación de bandas RGB 764 está presenta tonalidades verde pino, la textura de esta cobertura es fina y muy homogénea, esta también se caracteriza por presentar patrones geométricos.

4.4.4. Random forest

Random Forest es un método de clasificación no paramétrico ampliamente utilizado en inteligencia artificial (IA) y aprendizaje automático (machine learning), basado en un enfoque de aprendizaje supervisado (Chen & Ishwaran, 2012; Merino & Chacón, 2017). Forma parte del conjunto de clasificadores de machine learning integrados en la plataforma de geomática Google Earth Engine (GEE).

El algoritmo funciona mediante la construcción y combinación de múltiples árboles de decisión, generados a partir de datos de entrenamiento. En cada nodo de un árbol, se selecciona aleatoriamente un subconjunto de variables predictoras y se determina la división óptima para separar los datos (Cutler et al., 2012; Merino & Chacón, 2017). Posteriormente, cada árbol emite una "votación" para clasificar un elemento, y la clase final se asigna por mayoría de votos. En el caso de imágenes satelitales, esto implica que a cada píxel se le asigna la clase más votada. Este esquema de combinación de clasificadores (ensemble learning) ha demostrado alcanzar altos niveles de exactitud y robustez, incluso en escenarios con alta variabilidad y ruido en los datos (Tumer & Ghosh, 1996).

Para su correcta configuración, el usuario debe definir parámetros clave como el número de árboles (nTrees), el número de variables aleatorias consideradas por nodo (mTry) y el conjunto de variables predictoras de entrada. En este estudio, durante la generación de la cuarta colección, el número de árboles por región osciló entre 50 y 80, siendo 60 el valor más frecuente. Las variables empleadas (**Ítem 4.2, Tabla 6**) provienen de mosaicos anuales de mediana y de datos de entrenamiento, generados a partir de píxeles estables en una ventana temporal que abarca de 1985 a 2025.

Clasificación final	
Árboles de decisión empleados por región	**Número de regiones de clasificación**
50	21
60	62
65	8
70	42
75	21
80	1
Total	**155**

Tabla 10. Número de árboles de decisión empleados por regiones de clasificación.

4.4.5. Colecta de muestras

El proceso metodológico para la clasificación de las coberturas de la tierra comienza con la claridad de la variabilidad espectral de cada una de las clases definida en el apartado **4.2 Variables** de clasificación (Feature space), con el fin de direccionar correctamente la toma de muestras de entrenamiento, la cual hace referencia a los píxeles que se mantuvieron estables en la misma clase durante toda la serie temporal de la Colección anterior (de 1985 al 2024), es decir, su respuesta espectral corresponde a la misma cobertura durante la serie temporal completa. Para ello, el

algoritmo identificó a partir del área seleccionada los píxeles estables. Así mismo, sobre esta capa se sortearon puntos aleatorios balanceados según la extensión de cada clase. La cantidad de puntos asignados por clase fue definida por el intérprete y la ubicación de cada uno de ellos sirvieron de insumo para entrenar el clasificador Random Forest.

Opcionalmente, el intérprete podía excluir clases que considerara poco estables en el tiempo y que generan ruido en la clasificación inicial. También tenía la opción de incluir clases para el sorteo de puntos en píxeles estables o de modificar manualmente las muestras para excluir o añadir ubicaciones según su estabilidad a lo largo de la serie temporal.

Esta evaluación se realiza comparando la respuesta espectral de un mismo píxel en todos los mosaicos de la serie que contaban con información para ese píxel. De este modo, se obtenía una guía para la toma de muestras complementarias a través de una ventana multitemporal, lo que permitía enriquecer y refinar el algoritmo para lograr una clasificación más precisa. Este proceso se implementó utilizando las herramientas de creación de geometrías en Google Earth Engine y mediante la técnica PIAO (Photo Interpretation Assisté par Ordinateur), que consiste en interpretar y capturar los aspectos de interés por parte del profesional, en este caso las cobertura en la región de clasificación.

4.4.6. Temas transversales

Dada la complejidad de identificar e interpretar ciertos tipos de cobertura, se establecieron grupos de trabajo específicos para mapear estas clases de manera transversal al mapa general, desarrollando metodologías adaptadas según las necesidades. Los temas transversales para la colección 4 de coberturas de Colombia incluyeron: Bosque inundable (ID = 6), Formación Natural No Forestal Inundable (ID = 11), Infraestructura urbana (ID = 24), Minería (ID = 30), Glaciar y nival (ID = 34) y Manglar (ID = 5). La descripción y las claves de interpretación de estas clases se abordan en secciones anteriores relacionadas con la leyenda. Asimismo, los filtros mencionados en la metodología se ajustaron según la clase de interés en cada transversal. Al finalizar, la información generada se consolidó en el mapa final mediante reglas de integración.

Adicionalmente, para profundizar en cada uno de los temas transversales, se incluye un apéndice de soporte a este documento que permite explorar por transversal en mayor detalle.

4.5. Post-clasificación

Luego de haber tomado las muestras complementarias para entrenar el algoritmo de clasificación, la metodología permite hacer una edición automática de las inconsistencias que persisten como consecuencia de las sombras remanentes de nubes, falta de información por vacíos en los mosaicos (Landsat) y píxeles dispersos sobre la imagen (conocido como efecto de sal y pimienta). De esta manera se aplicaron una serie de filtros que permitieron tener una mejor representación de las clases mapeadas en la serie temporal, los cuales son los siguientes:

1. Filtro temporal.
2. Filtro espacial.

3. Gap fill.

4. Filtro de frecuencias.

Los filtros se aplicaron en un orden diferente de acuerdo a las necesidades y condiciones de cada región según el criterio de los intérpretes como se registra en la **Tabla 11**. A continuación se describe el funcionamiento de cada uno de los filtros que se utilizaron.

4.5.1. Filtro Temporal

Este filtro consiste en el reemplazo de los píxeles denominados como ruido o efecto sal y pimienta, los cuales representan inconsistencias que se generan en la clasificación de las coberturas respecto a su cambio paulatino año a año y la falta o distorsión de información en un mosaico. En este sentido, se utilizan 3 de filtros dentro del filtro temporal, entre ellos los de año intermedio, primer y último año, explicados a continuación.

4.5.1.1. Año intermedio

El filtro se ejecuta teniendo en cuenta el primer y último píxel de la serie temporal, cambiando la clasificación de los píxeles ubicados en los años intermedios a los clasificados en los extremos de la serie temporal (1986-2025). En la parte inferior de la **Figura 123**, se puede observar que para la regla de 3 años se tiene un pixel clasificado como bosque (en verde) en los años t1 y t3, y para t2 se presenta una transición hacia la clase de mosaico de agricultura y/o pasto (en beige) lo cual es un comportamiento ecosistémico poco probable, en este sentido, después de aplicar el filtro, éste estabiliza los cambios abruptos en la clasificación, cambiando el pixel intermedio a los clasificados por sus pares iniciales y finales. Del mismo modo, este se aplica para series temporales de 4 y 5 años, como se explica en la **Figura 123**. Es importante aclarar que para los años de inicio y fin del periodo analizado en este caso 1985 y 2025, no se aplica la regla de año intermedio debido a que no existen años para comparar.

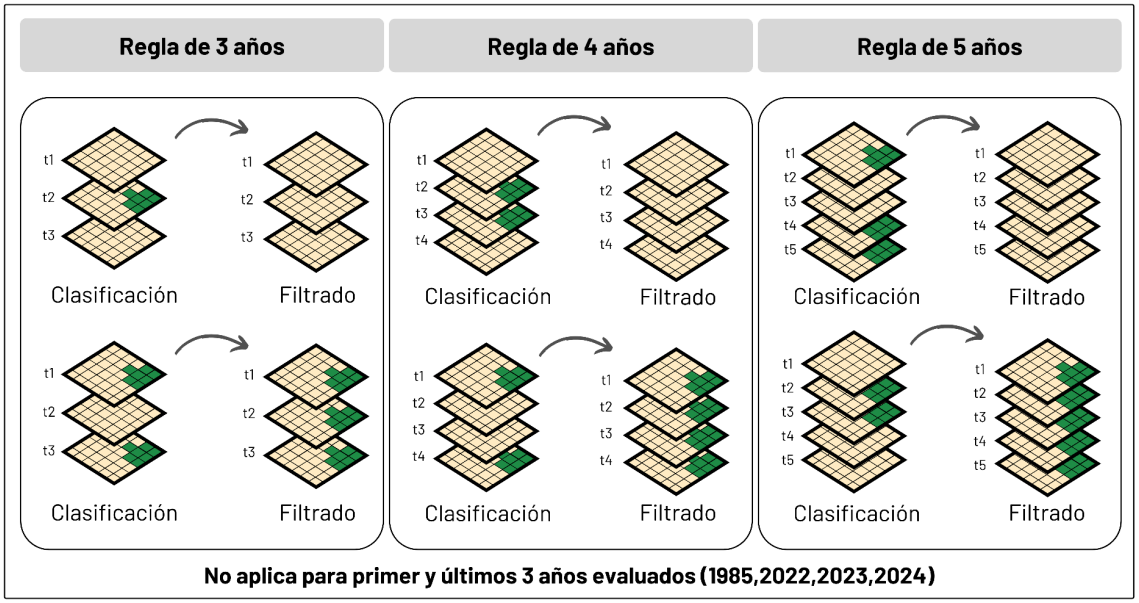


Figura 123. Filtro Temporal

4.4.1.2. Primer y último año

La regla de primer año corrige inconsistencias de la serie temporal debido a falta de información para el año de 1985. El ejemplo muestra una transición de áreas de mosaico de agricultura y/o pasto a bosque en los años subsiguientes, fenómeno poco probable en las zonas evaluadas (**Figura 124**).

La regla de último año corrige el pixel mal clasificado al final de la serie temporal (2025) por cambios abruptos como el mencionado anteriormente, en la **Figura 124**, se observa como el filtro actúa con el píxel clasificado al final de la serie temporal como bosque (en verde) y después de ejecutado el filtro, este es reclasificado a mosaico de agricultura y/o pasto homogeneizando la serie.

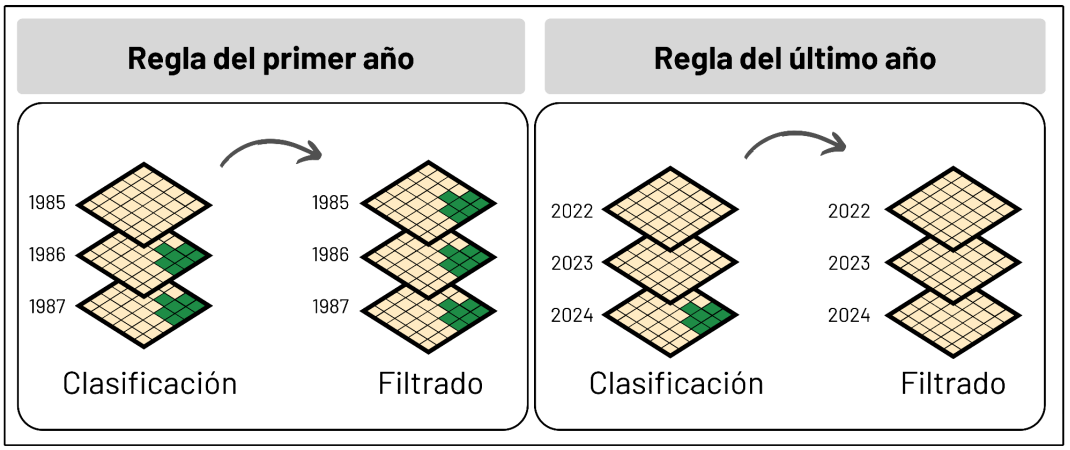


Figura 124. Filtro Temporal Regla de Primer y Último Año.

En el filtro se puede configurar y adicionar las clases que sean necesarias para corregir, por ende se debe tener en cuenta que si bien cualquier clase está susceptible a someterse a este filtro, el intérprete evalúa las clases a las que es conveniente la aplicación, ya que hay clases que sí pueden presentar cambios abruptos en periodos muy cortos, como lo es el cambio de bosque a mosaico de agricultura y/o pasto. Para concluir, el objetivo principal de este set de filtros es tener una serie temporal estable, sin saltos inconsistentes que puedan afectar los reportes estadísticos y la clasificación en sí misma, de igual manera así como se pueden excluir clases en cualquiera de los tres filtros temporales también se pueden excluir años, esto ocurre principalmente en años intermedios, cuando una serie de años se encuentra estable pero en otros periodos específicos no.

4.5.2. Filtro Espacial

El filtro espacial es una función ejecutada para el realce de imágenes, que mejora el brillo y contraste de estas mediante la corrección de píxeles aislados que arrojan una diferencia con grupos de píxeles vecinos (efecto sal y pimienta); esto evita el mapeo de errores como sombras o remanentes de otras coberturas, además de que permite reducir o intensificar detalles concretos del mosaico. Para la aplicación del filtro se toma como área mínima 0.5 hectáreas correspondientes en imagen a 5 píxeles; estos deben presentar una conexión entre sí para ser clasificados como un grupo de píxeles representativos, los cuales eliminan las diferencias locales o aisladas unificando las coberturas del mosaico. Para el ejemplo representado en la **Figura 125**, en la imagen de entrada se clasifican 3 píxeles aislados como agua, estos al pasar por el filtro espacial

y generar una diferencia de valor con los grupos de pixeles son sustituidos por la clase predominante que los rodea, originando que en la salida gráfica estos píxeles sean reclasificados como mosaico de agricultura y/o pasto.

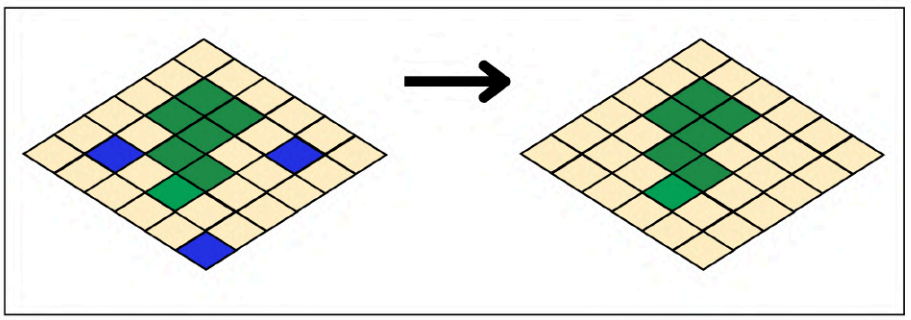


Figura 125. Filtro Espacial

4.5.3. Gap Fill (Relleno de vacíos)

El objetivo del filtro Gap fill es rellenar los espacios vacíos que tienen los mosaicos por falta de información en la ventana temporal definida. Este filtro surge de gran utilidad debido a la falta de imágenes de buena calidad para algunos años y/o en algunas regiones ya que, como se mencionó en el capítulo **4.1 Mosaicos Landsat**, se presentan casos en los que varios años consecutivos no tienen imágenes disponibles o presentan vacíos por exclusión de nubosidad en la imágen. Para ello, el algoritmo definido identifica las zonas donde no existe información en los mosaicos y con base en la serie temporal el algoritmo llena estos vacíos con datos del año anterior hasta que haya disponibilidad como se muestra en la **Figura 126**.

Es de resaltar que para este filtro es necesario corroborar la información de la serie temporal anterior al año que se desea aplicar, ya que este puede llenar los vacíos con información errónea, representando clases distintas a las que se desean mapear en la zona estudiada.

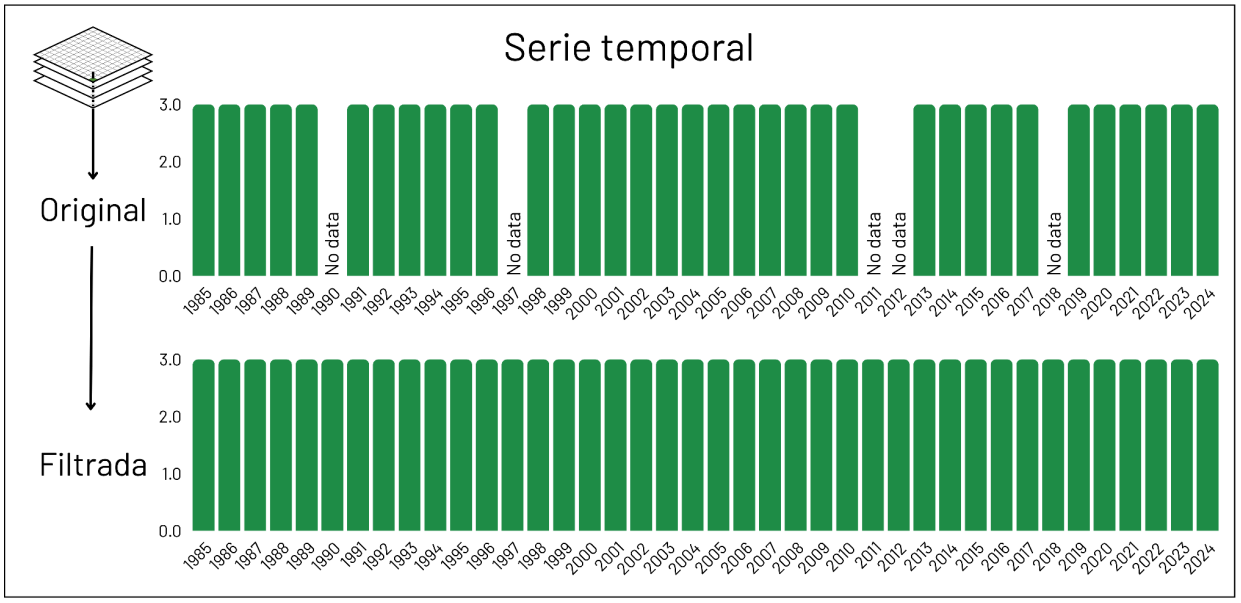


Figura 126. Filtro de Relleno de Vacíos (Gap Fill).

En la anterior figura se explica el proceso que se hace pixel a pixel para rellenar aquellos que no cuentan con datos. Para el caso expuesto no se encuentra información en 1990 por lo que se llena el dato con el del año inmediatamente anterior, es decir, 1989. En este orden de ideas, los datos de los años 1997, 2011, 2012 y 2018 se encuentran rellenados con la información de los años anteriores.

Cabe destacar que aunque este filtro ayuda a estabilizar en cierta medida los vacíos de información tiene como consecuencia que no mapea los cambios que ocurrieron en los años donde se aplicó el filtro y se verán reflejados solo hasta el próximo año donde se tenga nuevamente información. De esta manera puede afectar el mapeo de los cambios de cobertura o de deforestación en aquellas zonas donde se haga el relleno de datos. Este efecto se presentó en mayor medida en el periodo 1992 a 1995 donde el archivo de datos landsat no tiene información.

4.5.4. Filtro de frecuencia

El filtro analiza la secuencia de imágenes clasificadas para cada píxel y determina qué clase de cobertura aparece con mayor frecuencia durante los años intermedios, dejando por fuera el primer y último año de la serie. Esta exclusión evita que cambios aislados alteren la interpretación de la tendencia. Si la clase más frecuente supera un valor mínimo definido (umbral) por el intérprete, el píxel se asigna a esa clase. En el filtro se puede configurar y adicionar las clases que sean necesarias para corregir, por ende se debe tener en cuenta que si bien cualquier clase está susceptible a someterse a este filtro, el intérprete evalúa las clases a las que es conveniente la aplicación. La **Figura 127** ejemplifica el resultado de la aplicación del filtro de frecuencias.

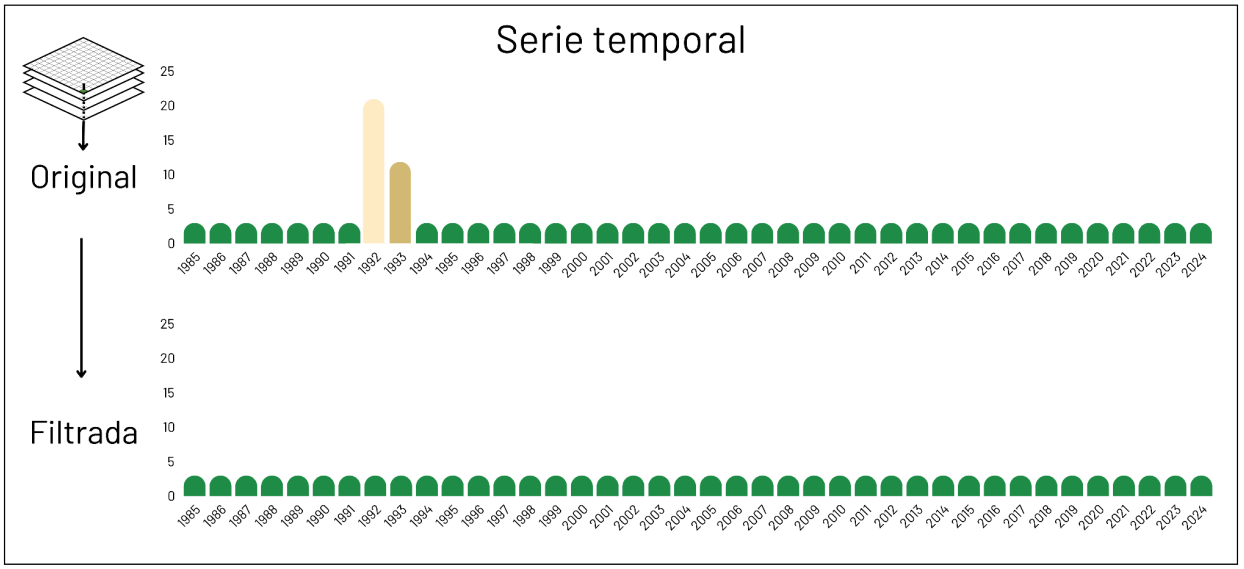


Figura 127. Filtro de Frecuencias

4.5.5. Orden de Aplicación de Filtros

En cada una de las regiones de clasificación se aplicaron una serie de filtros que permitieron llegar a la clasificación final. El orden de aplicación de los filtros fue determinado por cada intérprete y se puede observar en la **Tabla 11** donde FT corresponde a filtro temporal, GP gap fill, FE filtro espacial y FF filtro de frecuencia.

Región	Región de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Andes	30101	FE	FT	GP	FF	FE					
	30102	FE	GP	FT	FE						
	30103	FE	GP	FF	FE						
	30104	FE	GP	FT	FE						
	30105	FE	GP	FT	FE						
	30106	FE	GP	FF	FE						
	30107	FE	GP	FF	FE						
	30108	FE	GP	FF	FE						
	30302	GP	FT	FF	FE						
	30303	GP	FT	FF	GP	FF					
	30304	GP	FT	FF	FE						
	30305	GP	FT	FE	FF	FF	FT	FE			
	30306	GP	FF	FT	FF	FF					
	30308	GP	FT	FE	FT	FE	FF				
	30309	GP	FT	FF	FF	FF	FE				
	30310	GP	FF	FF	FT	GP					
	30311	GP	FF	FT	FF	FF	FE				
	30312	GP	FF	FF	FF	FF	FF	FE			
	30313	GP	FF	FF	FT	FF	FE				
	30314	GP	FT	FF	FF	FE					
	30316	GP	FT	FF	FF	FT					
	30317	GP	FF	FT	FF	FF	FE				
	30318	GP	FT	FE	FF	FF					
	30319	GP	FF	FT	GP	FF	FT				
	30320	GP	FT	FF	FF	FE					
	30401	GP	FF	FT	FF						
	30402	GP	FF	FT	FE						
	30403	GP	FT	FF	FT	FE	FE				
	30404	GP	FF	FT	FF	FE					
	30405	GP	FF	FE	FF						
	30406	GP	FF	FF	FF	FE					
	30407	GP	FT	FF	FF	FF					
	30408	GP	FT	FF	FF	FF					
	30409	FF	GP	FT	FF						
	30410	GP	FF	FF	FT	FF					
	30411	GP	FT	FF	FF						
	30412	GP	FT	FF	FE						
	30413	GP	FT	FF	FF	FE					

Región	Región de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	30414	GP	FF	FF	FE	FT	FE				
	30415	GP	FT	FF	FT	FF	FE				
	30416	GP	FT	FF	FE						
	30417	GP	FT	FF	FF	FE					
	30418	GP	FT	FF	FF	FF					
	30419	GP	FE	FT	FF	FT					
	30420	GP	FT	FE	FF						
	30421	GP	FT	FF	FF	FF	FT				
	30422	FE	GP	FT	FF						
	30423	GP	FT	FF	FF						
	30424	FT	GP	FT							
	30425	GP	FT	FF	FE						
	30426	GP	FF	FF	FT						
	30427	GP	FE	FT	FF	FT	FE				
	30428	GP	FF	FF	FT	FF	FF	FE			
	30429	GP	FT	FF	FE						
	30430	GP	FT	FF							
	30458	GP	FT	FT	FT						
	30459	GP	FT	FF							
	30460	GP	FE	FT	GP						
	30461	GP	FT	FF							
	30464	GP	FT	FF	FF	FE					
	30465	GP	FT	FF							
	30466	GP	FT	FF	FF						
Amazonía	30201	GP	FE	FT	FT	FT					
	30202	FE	FT	GP	FF	FE					
	30203	FE	GP	FT	FF	FE					
	30204	FE	GP	FT	FF	FE					
	30205	FE	GP	FE							
	30206	FE	GP	FT	FE						
	30207	FE	FT	GP	FF						
	30208	FE	GP	FT	FE						
	30209	FE	GP	FT							
	30210	FE	GP	FT	FF	FE					
	30211	FE	GP	FT	FE						
	30212	FE	FT	GP	FF	FE					
	30213	FE	GP	FT	FF	FE					
	30214	FE	GP	FT	FE						

Región	Región de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	30215	FE	GP	FF	FT	FE					
	30216	FE	FT	GP	FF	FE					
	30217	FE	GP	FT	FF	FE					
	30218	FE	GP	FT	FF	FE					
	30219	GP	FT	FE	FT	FT	FT				
	30220	FE	FT	GP	FF	FE					
	30221	FE	FT	GP	FF	FE					
	30222	FE	FT	GP							
	30223	FE	FT	GP	FF	FE					
	30224	FE	FF	GP	FT	FE					
	30225	FE	GP	FT	FE						
	30226	FE	FT	GP	FF	FE					
	30227	FE	GP	FT	FF	FE					
	30228	FE	GP	FT	FF	FE					
	30229	FE	FT	GP	FF	FE					
	30230	FE	GP	FT	FF	FE					
	30231	FE	FT	GP	FF	FE					
	30232	FE	FT	GP	FT	FF	FE				
	30233	FE	FT	GP	FF	FE					
	30234	FE	GP	FT	FF	FE					
	30235	FE	FT	GP	FF	FE					
	30236	FE	FT	GP	FF	FE					
	30237	FE	GP	FT	FF	FE					
	30431	GP	FF	FT	FF						
	30432	GP	FF	FF	FT						
	30433	GP	FE	FF	FT						
	30434	FE	GP	FF	FF						
	30435	GP	FF	FT	FF	FE					
	30436	GP	FT	FT	FF	FF					
	30437	FF	FF	FT	GP						
Caribe	30438	GP	FF	FF	FE						
	30439	FT	FF	FE							
	30440	GP	FT	FE	FF						
	30441	FT	GP	FE	FF	FF					
	30442	FF	GP	FT	FE						
	30443	GP	FF	FF	FT	FE					
	30444	GP	FF	FT	FF	GP					
	30445	GP	FT	FF	FF						

Región	Región de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	30446	GP	FF	FT	FF						
	30447	GP	FT	FT	FF	FE	FF				
	30448	GP	FF	FF	FT						
	30449	GP	FF	FT	FE						
	30450	GP	FF	FF	FT	FE					
	30451	GP	FF	FF	FF						
	30452	GP	FF	FF	FF						
	30453	GP	FF	FT	FE						
	30454	GP	FF	FF	FT						
	30455	GP	FF	FT	FF	FT					
	30456	GP	FF	FT	FE						
	30457	GP	FF	FF	FT	FE					
	30462	GP	FT	FF	FT	FE					
Orinoquia	30469	GP	FT	FF	FF						
	30470	GP	FF	FT	FF						
	30471	GP	FF	FT	FF						
	30472	GP	FT	FF	FE	FF					
	30473	GP	FT	FF	FF	FE					
	30474	GP	FT	FF	FF	FF	FE				
	30475	GP	FT	FF	FT						
	30476	GP	FF	FT	FT	FE					
	30477	GP	FT	FF							
	30478	GP	FF	FF	FT	FF					
	30479	GP	FF	FT	FE	FF					
	30480	GP	FT	FF	FF	FT					
	30481	GP	FT	FF	FE						
	30482	GP	FF	FF	FF	FT	FF	FE			
	30483	GP	FF	FF	FT	FF	FT	FE			
Pacífico	30484	GP	FT	FF	FF	FE					
	30485	GP	FF	FT	FF	FT	FE				
	30486	GP	FT	FF	FF	FF	FE				
	30487	FE	GP	FF	FF	FE					
	30488	GP	FT	FF	FF	FF	FF				
	30489	GP	FT	FF	FF	FE					
	30490	FE	GP	FT	FF	FE					
	30491	GP	FT	FE	FT	FE					
	30492	GP	FT	FF	FF	FE					
	30493	GP	FT	FF	FE						

Región	Región de clasificación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	30494	GP	FT	FF	FF	FE	FE				
	30495	GP	FT	FF	FE						
	30496	GP	FT	FF	FF	FF	FE				

Tabla 11. Aplicación jerárquica de filtros post clasificación

4.6. Integración

A partir de las clasificaciones anuales por región, generadas mediante la metodología general, y de las capas binarias transversales, se llevó a cabo un proceso de integración para obtener una colección de 41 mapas anuales. Este procedimiento incluyó la definición de un conjunto de reglas y jerarquías de prioridad entre clases, con el objetivo de resolver superposiciones y conflictos de asignación. Dichas reglas establecen, por ejemplo, la priorización de coberturas permanentes como cuerpos de agua o bosques sobre coberturas secundarias o de uso temporal, asegurando así la coherencia temática y la consistencia temporal de los datos. El resultado fue un conjunto unificado de mapas de coberturas correspondiente a la Colección 4.0 de Colombia, tal como se detalla en la **Tabla 12**.

Colección 4	ID	Capa	Prevalencia ID Colombia
Glaciar y nival	34	Transversal	1
Afloramiento rocoso	29	General	2
Planicie de marea hipersalina	32	General	3
Minería	30	Transversal	4
Banano	74	General	5
Arroz	40	General	6
Paneles solares	75	General	7
Infraestructura Urbana	24	Transversal	8
Silvicultura	9	General	9
Área natural sin vegetación	68	General	10
Playas dunas o bancos de arena	23	General	11
Río, lago u océano	33	General	12
Palma aceitera	35	General	13
Acuicultura	31	General	14
Mosaico de agricultura o pasto	21	General	15
Otra área sin vegetación	25	General	16
Herbazal o arbustal inundable altoandino	82	General	17
FNNF inundable	11	Transversal	18

FNNF inundable	11	General	19
Herbazal o arbustal altoandino	81	General	20
Otra FNNF	13	General	21
Formación herbácea	12	General	22
Manglar	5	Transversal	23
Bosque inundable	6	Transversal	24
Bosque inundable	6	General	25
Bosque	3	General	26
Formación leñosa sobre arena	49	General	27
Formación herbácea sobre arena	50	General	28

Tabla 12. Jerarquías para integración

Nota: la prevalencia presentada en la siguiente tabla corresponde a la prevalencia general, sin embargo, de acuerdo a las particularidades de cada región algunas cambiaron la prevalencia de las clases)
*FNNF hace referencia a formación natural no forestal

La columna ID representa el identificador de cada clase dentro del mapa; la columna de prevalencia es el orden o jerarquía de cada una de las clases en el mapa, es decir, para el caso de la colección 4.0 de colombia se definió que la clase 34 “Glaciar y nival” y 30 “Minería” deben estar por encima de las demás en el proceso de integración para evitar sobreposición con otras clases previniendo así la pérdida de información. De igual manera, se crearon dos excepciones en las cuales el orden de priorización de las clase inundables (5,6,11) quedan priorizadas sobre las clases mosaico de agricultura y pastos (21), y otra área sin vegetación (25), en la segunda, el orden de priorización de bosque inundable (6) está por encima de la formación herbácea (12) y otra FNNF (13). Finalmente, la columna capa hace referencia si la clase proviene del mapa general o del mapa transversal. Es de resaltar que en el desarrollo del proyecto se usaron metodologías transversales para mapear los temas de infraestructura urbana, glaciares, minería, manglares, bosques inundables, y formación natural no forestal inundable. (Ver detalles en los ATBD de cada tema).



Figura 128. Integración de la clasificación multitemporal Colombia Colección 4.0.

5. Estadísticas y plataforma

Teniendo como referencia los mapas de clasificación de coberturas anuales, cobertura y uso integrados generados para la serie de 41 años (1985-2025) se generan los datos estadísticos anuales y zonales de las diferentes clases mapeadas teniendo como referencia y unidad de análisis espacial para el cálculo de estadísticas las siguientes capas:

- Área Natural Protegida Departamental
- Área Natural Protegida Nacional
- Biomas País
- Bosque Seco

- Complejo Glaciar
- Consejos Comunitarios
- Cuencas Hidrográficas nivel 1
- Cuencas Hidrográficas nivel 2
- Cuencas Hidrográficas nivel 3
- Departamento
- Glaciares Colombia
- Límite CAR
- Municipio
- País
- Páramos
- Ramsar
- Regiones
- Reservas Forestales Ley Segunda
- Resguardo Indigena
- Zonas reserva Campesina

Cabe aclarar que las regiones de análisis tienen una definición distinta a las regiones de clasificación mostradas en la **Figura 28**, y además, conllevan áreas de interés como los valles interandinos las cuales se muestran en la **Tabla 13.**

Región	Área WGS84 UTM Web Mercator (km2)*	Área SRC_FGA sinusoidal(km2)**	Área Origen Único Nacional 12 (km2)***	Porcentaje
Amazonia	460.399,09	458.756,58	456.894,60	39,69%
Andes	297.810,96	294.358,77	293.157,28	25,67%
Caribe	118.813,37	115.107,53	114.566,37	10,24%
Caribe Insular	82,67	78,94	79,63	0,01%
Buffer Caribe	3.147,96	3.027,98	3.018,37	0,27%
Pacifico	67.532,50	66.794,48	66.787,60	5,82%
Buffer Pacífico	3.288,61	3.254,53	3.257,10	0,28%
Pacifico Insular	14,96	14,88	14,92	0,00%

Orinoquia	173.756,96	172.003,79	171.324,55	14,98%
Valles Interandinos	35.276,72	34.831,93	34.663,11	3,04%
Total nacional sin buffer	1.153.687,24	1.141.946,90	1.137.488,07	100,00%
Total nacional con buffer	1.160.123,82	1.148.229,42	1.143.763,53	100,00%

Tabla 13. Áreas de regiones de análisis

Nota: De izquierda a derecha, áreas calculadas con: Google Earth Engine empleando la función ee.Image.pixelArea con proyección WGS84 UTM Web Mercator; proyección sinusoidal; y origen nacional. Las superficies pueden diferir de los datos manejados en otras proyecciones. Los datos contienen un área de buffer generado para mapeo de coberturas dinámicas en límites costeras.

6. Validación

El análisis de exactitud es un método para evaluar la calidad de los mapas. Es realizado por una institución externa a los autores o intérpretes de la clasificación y proporciona información sobre la exactitud general del mapa, así como los errores de omisión y comisión para cada categoría clasificada.En este caso, el análisis de exactitud se realizó muestreando los mapas; La población (es decir, la cantidad total de píxeles) se dividió en dos dominios: Colombia dentro y fuera del límite RAISG. Dentro del límite RAISG, los dominios se subdividieron en N cartas agrupadas. Cada carta agrupada tenía un área de aproximadamente 70.000 km2.

Para cada dominio, se realizó un muestreo aleatorio estratificado proporcional de una etapa. La estratificación se definió por la división en seis niveles de pendiente. Dentro de cada estrato, se realizó un muestreo aleatorio simple de las unidades primarias de muestreo (píxeles). Los resultados del análisis de exactitud mostraron que los mapas eran precisos en general. En general, el análisis de exactitud proporcionó evidencia de que los mapas eran de buena calidad. Esta información es útil para los usuarios de los mapas, ya que les permite confiar en la exactitud de los datos.

A continuación se muestra la fórmula para el cálculo del tamaño muestral para cada dominio:

$$n = max_{pq} \left(\frac{N z_{\gamma}^{2} pq}{(N-1)E^{2} + z_{\gamma}^{2} pq} \right)$$

Donde n es el tamaño de la muestra; N es el total de puntos; E es el máximo margen de error; p = 1-q es la proporción a estimar(para fuera de RAISG, se usó la proporción máxima de 0,25); y z es el factor de la distribución normal estandarizada correspondiente al nivel de confianza ajustado 1-g calculado mediante la corrección de Bonferroni, siendo g = k - 1 y 1− el nivel de confianza deseado; k es el número de clases de uso y cobertura del suelo (Cochran, 1977).

Tres intérpretes independientes clasificaron cada muestra anualmente desde 1985 hasta 2025. En este estudio, se consideró la clase con más votos en cada observación. Las inspecciones visuales se llevaron a cabo utilizando una herramienta llamada Temporal Visual Inspection (TVI). La herramienta TVI fue desarrollada por el Laboratorio de Procesamiento de Imágenes y Geoprocesamiento (Lapig) de la Universidad Federal de Goiás (UFG).Para cada año evaluado, el

intérprete tuvo acceso a dos imágenes Landsat (composición SWIR-NIR-RED). También se presentó información auxiliar, como coordenadas y región. Los intérpretes también tenían la posibilidad de visualizar imágenes en alta resolución espacial desde el software Google Earth Pro.

Ahora, para saber qué tan confiable es la Colección 2.0 de MapBiomas Colombia (1985 a 2023), la Universidad Nacional de Colombia y la Fundación Gaia Amazonas hicieron una validación de exactitud temática. Esto significa comprobar en cuántos casos la clase que muestra el mapa coincide con la clase que realmente hay, según una referencia independiente. Esa referencia se construyó interpretando imágenes y no con visitas de campo. El trabajo siguió el enfoque de Olofsson et al. (2014), que divide la validación en tres partes: cómo se eligen los puntos que se van a revisar (diseño de muestreo), cómo se decide cuál es la clase correcta de cada punto (diseño de respuesta) y cómo se calculan los resultados (análisis estadístico).

No se revisaron todos los años, se tomaron diez: 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015, 2020, 2021, 2022 y 2023. Para cada año se sorteó una muestra distinta de puntos, sin repetir a propósito los mismos puntos de un año a otro. Los puntos no se sortearon sobre todo el país por igual, sino dentro de grupos llamados estratos. Cada estrato combina un año, una región (Amazonía, Andina, Caribe, Insular, Orinoquía o Pacífica) y una clase del mapa, por ejemplo «Bosque en la Amazonía en 2020». Así se asegura que cada clase y cada región tengan puntos para evaluarse. La meta fue de unos 2.500 puntos por año, repartidos entre regiones según su superficie y su heterogeneidad (las regiones más variables recibieron más puntos). Además, se fijaron mínimos por clase para que las clases de poca extensión no quedaran con muy pocos puntos. El resultado final fue de 25.017 puntos distribuidos en 934 estratos.

Para decidir cuál es la clase «correcta» de cada punto, tres intérpretes (y cuatro en la región Insular) lo observaron por separado y sin conocer las respuestas de los demás, lo que se llama interpretación ciega. Los insumos para la interpretación que usaron fueron la leyenda de MapBiomas con 21 clases, mosaicos de imágenes satelitales Landsat resolución de 30 m, imágenes de alta resolución de Google Earth Pro, cartografía de apoyo y programas como QGIS y AcATaMa. Después, un grupo de validadores revisó una parte de los puntos (4.921, cerca del 20 %), y las diferencias entre intérpretes se resolvieron conversando hasta llegar a un acuerdo, sin votación. La clase acordada se llama referencia adjudicada (campo CodigoUNAL). Se guardó aparte de la clase del mapa (campo CodigoFGA) y de las respuestas originales, lo que permitió comparar el mapa con la referencia y medir además qué tanto coincidían los intérpretes entre sí.

Algunas clases con poca extensión dentro del territorio colombiano recibieron más puntos de los que les corresponderían. Si simplemente se hubieran contado los aciertos, el resultado habría quedado distorsionado. Por eso cada estrato se ponderó según la superficie real que representa en el territorio. Con esas ponderaciones se armaron matrices de error, que cruzan la clase del mapa con la clase de referencia, y a partir de ellas se calcularon cuatro medidas:

- **Exactitud global:** la proporción del área bien clasificada.
- **Exactitud del usuario:** de lo que el mapa dice que es una clase, qué parte lo es realmente. Su complemento es el error de comisión.
- **Exactitud del productor:** de lo que realmente es una clase, qué parte logró identificar el mapa. Su complemento es el error de omisión.

- **Áreas ajustadas:** la superficie de cada clase corregida según la referencia, con su incertidumbre (error estándar e intervalo de confianza del 95 %).

La exactitud global nacional varió entre 79,58 % (1990) y 83,27 % (2015), con una media de 81,34 % y sin diferencias estadísticamente distinguibles entre años. Por región, las medias fueron 87,6 % en Amazonía, 82,0 % en Andina, 79,9 % en Pacífica, 74,4 % en Caribe y 68,2 % en Orinoquía. Las confusiones más frecuentes fueron entre Bosque y Mosaico de agricultura y/o pasto, entre Bosque y Bosque inundable, y entre Formación herbácea y Formación natural no forestal inundable.

7. Aplicaciones

La aplicación de los datos de MapBiomas Colombia puede incluir varios ámbitos asociados principalmente al monitoreo de coberturas tanto a nivel espacial como temporal, los cuales pueden ser abordados desde diferentes perspectivas incluyendo temas ambientales, sociales y políticos. La serie temporal generada por MapBiomas desde imágenes de mediana resolución permite entender dinámicas como la transición de coberturas, uso del suelo, pérdidas y ganancias de bosques, expansión urbana, dinámicas mineras, hídricas, riesgos naturales, planificación territorial, gestión de áreas protegidas, entre otros.

Asimismo, estos datos al contemplar un periodo de 41 años (1985-2025) tienen potencial para complementar estudios de impacto ambiental, estimación de gases de efecto invernadero, cambio climático, deglaciación y aumento de la deforestación en las diferentes regiones de Colombia; así como el análisis de políticas públicas y de planificación que se han generado dentro de este periodo, como la ejecución de planes de ordenamiento territorial local y regional, la definición de áreas protegidas, la construcción de embalses e hidroeléctricas sobre cuerpos de agua, las dinámicas espaciales que se generan en procesos de violencia y acuerdos de paz, la expansión de la frontera agrícola, manejo de riesgos y desastres, entre otros ejemplos que se pueden evidenciar desde el monitoreo de coberturas con imagenes de mediana resolución.

8. Consideraciones prácticas y desafíos

La generación de información geoespacial multitemporal sobre coberturas de la tierra y uso del suelo permite comprender el estado de los bosques y ecosistemas estratégicos en el país como base para establecer mecanismos orientados a la planificación del territorio y la conservación de la biodiversidad. En este sentido, la producción de la colección 4.0 de mapas de coberturas de la tierra para la totalidad del territorio colombiano durante el periodo comprendido entre los años 1985 a 2025 busca contribuir a la generación de conocimiento, mediante la aplicación de dichos datos a la investigación, así como consolidar una herramienta para el monitoreo que logre visualizar el dinamismo y los cambios en las distintas coberturas.

La metodología implementada en el proyecto, que ha sido estandarizada por la iniciativa MapBiomas a nivel Panamazonia, ha demostrado poseer varias ventajas que la posicionan como una metodología replicable; La automatización de procesos mediante la implementación de machine learning ha mejorado la eficiencia en el mapeo, la confiabilidad de los resultados y la velocidad de procesamiento; el uso de la plataforma Google Earth Engine es idóneo para el procesamiento de grandes volúmenes de datos, y la aplicación de filtros posteriores a la clasificación ha mitigado los efectos asociados a la baja calidad y baja disponibilidad de imágenes

de satélite que ocurren principalmente al inicio de la serie temporal. Adicionalmente, el mapeo de coberturas concretas de forma transversal ha proporcionado mayor detalle temático en los mapas de uso y cobertura del suelo. Durante la ejecución de esta metodología para la producción de la información geoespacial referida, se contó con la colaboración de un equipo multidisciplinario, lo cual favorece la consolidación de un enfoque más integral.

A partir de los diversos desafíos que se presentaron en la colección anterior, se realizaron algunos ajustes y/o mejoras en la leyenda y a nivel metodológico. En primer lugar, para la presente colección se realizó una re-delimitación en las regiones de clasificación debido a la presencia simultánea de determinadas clases en algunas zonas que generaban confusión durante la clasificación dada la similitud en su respuesta espectral; Las muestras estables sorteadas para entrenar el algoritmo se obtuvieron con base en la clasificación de la colección 2.0 de MapBiomas Colombia permitiendo una mayor exactitud en el entrenamiento; Se evidenció una mejora en la optimización de los scripts empleados tanto para el mapa general como en los distintos transversales; Se incluyó el mapeo de dos coberturas para las zonas altas: herbazales o arbustales altoandinos (ID 81) y herbazales o arbustales inundables altoandinos (ID 82); En las zonas bajas del caribe se incluyó el mapeo de las coberturas de uso en las cuales se presenta el cultivo de banano (ID 74) y en todo el territorio colombiano se incluye la clase 75, la cual corresponde a parques fotovoltaicos o paneles solares.

A nivel metodológico se procedió a la parametrización completa de los mosaicos satelitales correspondientes a la Colección 4.0 para todo el territorio nacional, empleando el Sistema Mundial de Referencia (WRS), estándar utilizado por la misión Landsat para la organización sistemática de las imágenes. Se optó por abandonar el sistema nacional de hojas cartográficas (1:500.000) para la región de la amazonia, con el propósito de homogeneizar las transiciones espaciales en las zonas limítrofes entre la región amazónica (RAISG), y el resto del territorio nacional. Esta decisión metodológica permitió mitigar discontinuidades abruptas en las reflectancias espectrales de las coberturas del suelo y optimizar la cantidad de imágenes necesarias para el mapeo en la Amazonia colombiana.

Para el procesamiento de los mosaicos se implementó un módulo de corrección topográfica que integra variables geomorfológicas y de iluminación, tales como pendiente del terreno, ángulo de incidencia solar y azimut solar. Esta corrección tiene como objetivo principal minimizar la omisión y sobreestimación en la clasificación de coberturas, problemática particularmente relevante en áreas de alta pendiente como las regiones montañosas de la cordillera andina, donde la variabilidad en la reflectancia debido a la topografía afectaba la exactitud de colecciones anteriores.

Finalmente, se abordó la mejora cualitativa de los mosaicos priorizando, en esta versión, la exactitud en la detección de zonas de uso antrópico en transición con coberturas naturales. Mientras que las colecciones previas priorizaron la cobertura completa de todas las clases, la presente estrategia implicó una reducción relativa en la calidad general de los mosaicos, compensada por una mejora significativa en la delimitación y caracterización de dichas zonas de uso. Finalmente, para las próximas colecciones, se aspira perfeccionar la metodología, esto incluye un nivel de detalle más específico en la leyenda, mayor exactitud en el mapeo y la integración de

nuevas tecnologías y herramientas de teledetección que contribuyan a la generación de productos de mayor calidad

9. Apéndices

Apéndice 1 - Transversal de glaciar y nival

Apéndice 2 - Transversal de minería

Apéndice 3 - Transversal de infraestructura

Apéndice 4 - Transversal de cobertura inundable

Apéndice 5 - Transversal de manglar

10. Referencias

Agencia de noticias UNAL. (2017, agosto 18). *Chorro del Chocó ayudaría a explicar por qué llueve tanto en el Pacífico*. http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/chorro-del-choco-ayudaria-a-explicar-por-que-llueve-tanto-en-el-pacifico

Álvarez, A. J. (1983). Geología de la cordillera Central y el occidente colombiano y petroquímica de los intrusivos granitoides mesocenozoicos. *Boletín Geológico*, *26*(2), 1-175. https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol26.2.1983.53

Baena Salazar, D., Fuentes Hernández, J. S., Pino Reyes, L. T., Marín Durán, S., Horta Pérez, S. V., & Fonseca González, W. C. (2020). *Contexto Regional Andina*. https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/47782

Bell, P. L. (2012). *Colombia: Manual comercial e industrial*. Banco de la República. https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/9310/LBR_2012-4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Camacho, J. H., Hurtado Guerra, A., Ortíz Quijano, R., & Walschburger, T. (1992). Unidades Biogeográficas de Colombia. En *LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA DE IBEROAMÉRICA I* (PROGRAMA IBEROAMERICANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA PARA EL DESARROLLO, pp. 105-152). INSTITUTO DE ECOLOGÍA, A.C. SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL.

Casas-Monroy, O. (2000). Estado de los Manglares en Colombia Año 2000. En *Informe del Estado de los Ambientes Marinos y Costeros en Colombia: Año 2000* (pp. 48-69). INVEMAR.

Casierra-Posada, F., & Aguilar-Avendaño, O. E. (2007). Estrés por aluminio en plantas: Reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *1*(2), Article 2. https://doi.org/10.17584/rcch.2007v1i2.8701

Castaño Uribe, C. (2019). *Chiribiquete: La maloka cósmica de los hombres jaguar*.

Castellanos, H. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover Adaptada para Colombia. Escala 1:100.000*.

Ceballos, J., Rodríguez, C., & Real, E. (2012). *Glaciares de Colombia: Más que montañas con hielo*. IDEAM.

http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/022428/Glaciares_web.pdf
Chala-Rosado, D. M., Ayola-Fontalvo, A. J., De La Hoz-Pacheco, J. L., Lara-Sanabria, L. M., & Noriega-Gómez, N. (2020). *Informe Región Caribe*. https://hdl.handle.net/1992/47861
Cochran, W. G. (1977). *Sampling Techniques*. Wiley.
DANE. (2019). *Población Indígena de Colombia—Resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018* (p. 54). Departamento Administrativo Nacional de Estadística. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/grupos-etnicos/presentacion-grupos-etnicos-2019.pdf
DANE. (2020). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019* (p. 89) [Boletín Técnico]. https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2019/boletin_ena_2019.pdf
Delta del Río Baudó | Servicio de Información sobre Sitios Ramsar. (s. f.). Recuperado 10 de agosto de 2023, de https://rsis.Ramsar.org/es/ris/1387
Díaz-Granados Ortiz, M. A., Navarrete González, J. D., & Suárez López, T. (2005). Páramos: Hidrosistemas Sensibles. *Revista de Ingeniería*, *22*, 64-75.
E.G. Leija, S.I. Valenzuela Ceballos, M. Valencia Castro, G. Jiménez González, G. Castañeda Gaytán, H. Reyes Hernández, & M.E. Mendoza. (2020). *Análisis de cambio en la cobertura vegetal y uso del suelo en la región centro-norte de México. El caso de la cuenca baja del río Nazas*. *29*(1).
ESA. (2015). *Mapas de usos del suelo mundial de ESA* [Map]. https://maps.elie.ucl.ac.be/CCI/viewer/index.php
Escobar Gutiérrez, P., Herrera Montoya, J. M., Alberto Gómez, J., & Pulido, R. (2020). *TERRITORIOS INDÍGENAS AMAZÓNICOS: CONTRIBUCIÓN AL CUMPLIMIENTO DE LOS COMPROMISOS INTERNACIONALES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO*. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/territorios_indigenas_amazonicos__resumen_de_politica_espanol_.pdf
ESRI. (2020). *Mapa de coberturas mundiales de usos del suelo* [Map]. https://www.arcgis.com/apps/instant/media/index.html?appid=fc92d38533d440078f17678ebc20e8e2
Galeano, G., Suarez, S., & Balslev, H. (1998). Vascular plant species count in a wet forest in the Chocó area on the Pacific coast of Colombia. *Biodiversity and Conservation*, *7*, 1563-1575. https://doi.org/10.1023/A:1008802624275
González Arenas, J. J., Etter Rothlisberger, A. A., Sarmiento López, A. H., Orrego Suaza, S. A., Ramírez Sosa, C. D., Cabrera Montenegro, E., Vargas Galvis, D. M., Galindo Gracía, G., García Dávila, M. C., & Ordóñez Castro, M. F. (2011). *Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM*.
http://www.ideam.gov.co/documents/11769/44688974/Analisis+de+tendencias+y+patrones+espaciales+de+deforestacion+en+Colombia/06030c14-c433-485a-8541-8367e78038aa?version=1.0
Henríquez, M. (2005). *Atlas climatológico de Colombia*. IDEAM.
Hernandez, J., & Sanchez, H. (1992). Biomas Terrestres de Colombia. En G. Halffter (Ed.), *La Diversidad Biológica de Iberoamérica* (Vol. 1). CYTED-D. https://www.rds.org.co/apc-aa-files/ba03645a7c069b5ed406f13122a61c07/diversidad_biologica_iberoamerica.pdf
IDEAM. (s. f.). *CLASIFICACIÓN DE LOS CLIMAS*. 18.

http://atlas.ideam.gov.co/basefiles/clima-text.pdf

IDEAM. (2024). *Boletin 38 de Detección Temprana de Deforestación—DTD* (p. 1). https://www.ideam.gov.co/sites/default/files/prensa/boletines/boletin_38_i_trimestre_2024.pdf

IDEAM, Instituto Humboldt, INVEMAR, & IGAC. (2017). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia Escala 1:100.000, Memoria Técnica*.

IGAC. (s. f.). *Fronteras y Límites de Entidades Territoriales*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Recuperado 17 de julio de 2023, de https://www.igac.gov.co/es/contenido/areas-estrategicas/fronteras-y-limites-de-entidades-territoriales

IGAC. (1999). *Paisajes fisiográficos de Orinoquia-Amazonia (ORAM) Colombia*. Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Instituto Geográfico Agustín Codazzi, Subdirección de Investigación y Divulgación Geográfica.

Lambin, E. F., Geist, H. J., & Lepers, E. (2003). Dynamics of Land-Use and Land-Cover Change in Tropical Regions. *Annual Review of Environment and Resources*, *28*(1), 205-241. https://doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105459

Lasso, C. A., Rial, A., Colonnello, G., Machado-Allison, A., & Trujillo, F. (2014). XI. Humedales de la Orinoquia (Colombia-Venezuela). En *Reponame:Repositorio Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31361

López, R., & Rodríguez, N. (2011). *Bosques Inundables de la Amazonía: Ambientes Acuáticos Estratégicos* (pp. 147-157). https://www.researchgate.net/publication/326890097_BOSQUES_INUNDABLES_DE_LA_AMAZONIA_AMBIENTES_ACUATICOS_ESTRATEGICOS

López Rozo, D. P. (2020). *Deforestación en Colombia: "Una verdadera guerra contra los mundos relacionales"*. https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/47904/Documento%20de%20Investigaci%C3%B3n%20Damaris%20Rozo.pdf?sequence=1

MapBiomas Colombia. (2022). *Mapas anuales de la cobertura y suo del suelo colombiano (1985-2022)*. [Map]. https://plataforma.colombia.mapbiomas.org/cobertura?activeBaseMap=9&layersOpacity=100&activeModule=coverage&activeModuleContent=coverage%3Acoverage_main&activeYear=2022&mapPosition=4.643883%2C-74.300856%2C6&timelineLimitsRange=1985%2C2022&baseParams[territoryType]=1&baseParams[territories]=1%3BColombia%3B1%3BPa%C3%ADs%3B0%3B0%3B0%3B0&baseParams[activeClassTreeOptionValue]=default&baseParams[activeClassTreeNodeIds]=1%2C7%2C8%2C9%2C10%2C2%2C11%2C12%2C13%2C14%2C15%2C16%2C3%2C17%2C18%2C19%2C4%2C20%2C21%2C22%2C23%2C5%2C24%2C25%2C26%2C6&baseParams[activeSubmodule]=coverage_main&baseParams[yearRange]=1985-2022

Meisel, A., & Pérez, G. (2006). *Geografía física y poblamiento en la Costa Caribe colombiana (Documento de Trabajo No. 73)*. Banco de la República. Centro de Estudios Económicos Regionales. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-73.pdf

Murcia García, U. G., Mazorra Valderrama, A., Salazar Cardona, C. A., López Castro, M. O., Arcila

Niño, O., Alonso, J. C., Agudelo Cordoba, E., Nuñez Avellaneda, M., Escobar Lizarazo, M. D., Quintero Barrera, L., & Zubieta Vega, M. (2007). *Balance anual sobre el estado de los ecosistemas y el ambiente de la Amazonia colombiana 2006* (p. 31). García, U. G. M., Vanegas, G. I. C., Alonso, J. C., Cardona, C. AInstituto Amazónico de Investigaciones Científicas" SINCHI". https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/balanceanual.pdf

Narváez, G., & León, G. (2001). *CARACTERIZACIÓN Y ZONIFICACIÓN CLIMÁTICA DE LA REGIÓN ANDINA*.

Observatorio pacífico y territorio -OPT. (2022). Impactos de la minería en el Pacífico Colombiano. *sitio Web Semillas.org.co*. https://semillas.org.co/es/publicaciones/impactos-de-la-mineria-en-el-pacifico-colombiano?cont=1

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (s. f.). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas*. Recuperado 13 de agosto de 2023, de https://www.parquesnacionales.gov.co/entidad/sistema-nacional-de-areas-protegidas/

Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2023). *Registro Único Nacional de Áreas Protegidas—RUNAP*. http://www.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/registro-unico-nacional-de-areas-protegidas/

Pero, E. (2015). Cambios en la cobertura vegetal y mapeo de un área protegida del NO argentino. *Lilloa*, *52(1)*, 70-81.

Ramsar. (2018). *Ramsar Sites Information Service—Colombia*. https://www.Ramsar.org/es/country-profile/colombia

Rangel, O. (2010). *El Chocó Biogeográfico/Costa Pacífica*. https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/81941

Restrepo, E. (2023). *Biopolítica y alteridad: Dilemas de la etnización de las colombias negras*.

Rincón, E., Murcia, U., Huertas, C., Rodríguez, J., & Castellanos, O. (2009). *Fichas técnicas de los patrones de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana* (U. Murcia, Ed.). https://sinchi.org.co/fichas-tecnicas-de-los-patrones-de-las-coberturas-de-la-tierra-de-la-amazonia-colombiana

Rincón López, H. H. R. (2019). *AMAZONIA COLOMBIANA: GEOGRAFÍA, ECOLOGÍA Y AMBIENTE*.

Romero Ruíz, M. H., Galindo García, G., Otero García, J., & Armenteras Pascual, D. (2004). *Ecosistemas de la cuenca del Orinoco colombiano*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/9873

Rudas, G., Marcelo, D., Rodríguez, N., Morales, M., Delgado, L. C., & Sarmiento, A. (2007). *BIODIVERSIDAD Y ACTIVIDAD HUMANA: RELACIONES EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE SUBANDINO EN COLOMBIA* (Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt). https://www.researchgate.net/publication/236173725_BIODIVERSIDAD_Y_ACTIVIDAD_HUMANA_RELACIONES_EN_ECOSISTEMAS_DE_BOSQUE_SUBANDINO_EN_COLOMBIA

Sánchez-Páez, H., Guevara-Mancera, O. A., Alvarez León, R., Murcia-Orjuela, G. O., Bravo-Pazmiño, H. E., & Pinto-Nolla, F. (1998). *Conservación y uso sostenible de los manglares del Pacífico Colombiano*. https://portals.iucn.org/library/node/23960

Unidad de Planeación Minero-Energética, & Agencia Nacional de Minería. (2024). *Boletín*

Estadístico Informativo Upme—ANM . https://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/BoletinMinerales/Boletin_mineria_en_cifras_mayo_2024.pdf

Vargas, G. (2015). *Guía y catálogo de unidades geomorfológicas en Colombia por sensores remotos: Investigacion*. https://www.humanas.unal.edu.co/2017/investigacion/centro-editorial/libros/guia-y-catalogo-de-unidades-geomorfologicas-en-colombia-por-sensores-remotos

Velandia, O. (2020, octubre 29). *El gran libro de la Orinoquia colombiana*. http://www.humboldt.org.co/es/component/k2/item/1528-el-gran-libro-de-la-orinoquia-colombiana

Walter, H. (1985). *Vegetation of the Earth and Ecological Systems of the Geo-biosphere* (3.ª ed.). Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-3-642-96859-4