



## **Apéndice de agricultura para Colombia**

Tema transversal en Colección 7.0

### **Lider Tecnico**

Karen Huertas

### **Equipo responsable**

Valentina Vera Díaz

Vanessa Bolivar

Angie Bustos

<b>1. Introducción</b>	<b>3</b>
<b>2. La agricultura en la Amazonía colombiana.</b>	<b>4</b>
<b>2.1. Tipos de agricultura</b>	<b>4</b>
2.1.1. Agricultura de subsistencia	4
2.1.1.1. Chagra indígena:	4
2.1.2. Agricultura a gran escala	4
2.1.2.1. Cultivo transitorio	5
2.1.2.2. Cultivo semipermanente y permanente	5
2.1.3. Sistemas agroforestales	8
2.1.4. Cultivos ilícitos	8
<b>2.2. Información espacial y tendencias territoriales de la agricultura</b>	<b>8</b>
2.2.1. Departamental	8
2.2.1.1 Cultivos reportados por la UPRA	8
2.2.1.2 Cultivos reportados por el DANE	9
2.2.2. Límite RAISG	10
2.2.2.1 Cultivos reportados segun Corine Land Cover (CLC)	10
<b>3. Metodología</b>	<b>11</b>
<b>3.1. Composición de imágenes Landsat</b>	<b>12</b>
3.1.1. Regiones de mosaico	13
3.1.2. Parametrización de mosaicos anuales	14
3.1.3. Corrección topográfica	15
3.1.4. Variables de clasificación o feature space	16
3.1.5. Variables específicas para el transversal agricultura	17
3.1.6. Combinaciones de banda para la detección de agricultura	18
<b>3.2. Clasificación</b>	<b>19</b>
3.2.1. Definición de la clase	19
3.2.2. Información de referencia	24
3.2.3. Regiones de clasificación	25
3.2.4. Muestras de entrenamiento y muestras complementarias	26
<b>2.3. Post-clasificación</b>	<b>27</b>
2.3.1. Gap Fill (Relleno de vacíos)	27
2.3.2. Filtro temporal	28
2.3.2.1. Filtro temporal ajustado	30
2.3.3. Filtro espacial	30
2.3.4. Filtro de frecuencia	31
2.3.4.1. Filtro de frecuencias 27	32
2.3.4.2. Filtro de frecuencias 18	32
<b>2.4. Integración</b>	<b>33</b>
<b>4. Referencias</b>	<b>34</b>

## 1. Introducción

En la cuenca del río Amazonas se encuentra la mayor extensión de bosque tropical del mundo, un ecosistema estratégico de importancia, responsable de proporcionar servicios ambientales fundamentales como la regulación del clima global, la conservación de las especies y recursos genéticos, y la captura y absorción del dióxido de carbono (Patrimonio natural, 2013). Estos bosques, además de alojar el 10% de la biodiversidad y el 20% del agua dulce del planeta, poseen una gran riqueza lingüística y cultural, pues el 17% de la población amazónica corresponde a grupos indígenas que preservan múltiples conocimientos tradicionales, vitales para la ciencia y el desarrollo (Arauco et al., 2005).

Pese a su enorme importancia ambiental y cultural, el bosque tropical amazónico enfrenta múltiples amenazas. Se estima que el 17% de su superficie ha sido transformada y otro 17% ha sido degradada (Vergara et al., 2022). Entre las principales presiones sobre este ecosistema destacan el aumento en la construcción de represas hidroeléctricas, la expansión de concesiones mineras, el desarrollo de infraestructura vial y, especialmente, la ampliación de las áreas agropecuarias (WWF), identificada como la actividad responsable del 84% de la deforestación en la región (RAISG).

Como parte del trabajo anual de mapeo de cobertura y uso del suelo en la Amazonía, la iniciativa MapBiomás Amazonía ha desarrollado una metodología específica para el monitoreo de cultivos anuales, perennes y semiperennes, tanto a pequeña como a gran escala, así como para la diferenciación de dinámicas pecuarias. Este esfuerzo dio lugar a la creación del tema transversal de agricultura. Actualmente, este transversal ha sido implementado en las colecciones 4, 5, 6 y 7, las cuales han evolucionado metodológicamente, permitiendo ampliar el rango temporal de análisis, actualizar los datos y generar clasificaciones cada vez más detalladas y precisas. En esta colección se incorporó el subtema Palma y plantaciones, el cual cuenta con una metodología propia para el mapeo, diseñada para mejorar el análisis, el monitoreo y la calidad de la información sobre estas coberturas específicas,

Colombia, como país miembro de esta iniciativa, presenta el siguiente documento, en el que se expone la base teórica, la justificación, las consideraciones diferenciales y los métodos aplicados para la elaboración del mapeo agrícola en la Amazonía colombiana. Este trabajo busca fortalecer el conocimiento sobre las dinámicas de uso del suelo en la región y contribuir a la toma de decisiones orientadas hacia la conservación y el desarrollo sostenible del bioma amazónico.

## **2. La agricultura en la Amazonía colombiana.**

### **2.1. Tipos de agricultura**

#### **2.1.1. Agricultura de subsistencia**

La agricultura de subsistencia en la Amazonia colombiana es una actividad fundamental para las comunidades indígenas, campesinas y ribereñas. Está centrada en la producción de alimentos para el autoconsumo familiar y se basa en prácticas tradicionales transmitidas entre generaciones.

##### **2.1.1.1. Chagra indigena:**

La chagra es la forma de producción agrícola más común entre las comunidades indígenas amazónicas. Este sistema se basa en una secuencia tradicional de actividades que incluye la tala (tumba), quema controlada, manejo de la vegetación, siembra y cosecha, con un enfoque principal en cultivos alimenticios y frutales (Vélez & Vélez, 1999). También conocida como agricultura itinerante, la chagra se caracteriza por ciclos de uso seguidos de periodos de descanso (barbecho), lo cual permite la regeneración natural del suelo, conservando su estructura y fertilidad, y favoreciendo la sostenibilidad ecológica del sistema.

La chagra no es solamente un medio para la producción de alimentos, sino también un espacio fundamental para la preservación cultural, la identidad ancestral y la soberanía alimentaria, donde se transmiten saberes de generación en generación. Dentro de este sistema, las mujeres desempeñan un papel central en el manejo de los cultivos, actuando como principales portadoras del conocimiento sobre las plantas, las técnicas agrícolas y la conservación de semillas producidas en estas parcelas (Vélez & Vélez, 1999). Así, las especies cultivadas en la chagra no solo cumplen una función alimentaria, sino que también poseen significados culturales y espirituales, al ser utilizadas en rituales o como materia prima para la elaboración de diversos objetos como cestas, pinturas, entre otros, dependiendo de las prácticas y tradiciones propias de cada comunidad indígena.

La yuca es uno de los principales productos dentro de la dieta alimenticia, siendo insumo o materia prima para la fabricación de la chicha, el cazabe y la fariña, alimentos y bebidas alrededor del cual la comunidad se integra y comparte (Orozco González, 2022), otros cultivos recurrentes son la la piña, el plátano, el ñame, el maíz, ají, tabaco, chontaduro, la batata y la caña de azúcar. Las especies de árboles frutales se siembran usando semillas que provienen de otras chagras en producción o directamente de la selva (Triana-Moreno et al., 2006) .

#### **2.1.2. Agricultura a gran escala**

La agricultura a gran escala en la Amazonia colombiana se caracteriza por el uso de extensiones amplias de terreno, mecanización progresiva, empleo de insumos agroindustriales (como fertilizantes y herbicidas) y una orientación principalmente comercial. Aunque no es dominante en toda la región,

está presente en zonas de colonización agrícola y expansión de la frontera productiva, particularmente en los departamentos de Caquetá, Guaviare, Putumayo, y en menor medida, Amazonas y Vaupés.

### **2.1.2.1. Cultivo transitorio**

Por definición un cultivo transitorio (también llamado temporal) es aquel que completa todo su ciclo de vida, desde la siembra hasta la cosecha, en un periodo corto, generalmente menor a un año. Este tipo de cultivo debe ser sembrado nuevamente después de cada cosecha, ya que no vuelve a producir por sí solo. En la Amazonía Colombiana, entre los cultivos transitorios más representativos se encuentra la yuca y una variedad de tipos de maíz, como maíz amarillo, maíz blanco, entre otros (Muñoz, et al. 2024).

**2.1.2.1.1. Arroz:** En la Amazonía el arroz se presenta principalmente en la región noroccidental, específicamente en el departamento del Meta. Se cultiva principalmente de forma intensiva en grandes áreas de terreno, aunque también existen pequeños y medianos productores en las zonas rurales. El tipo de cultivo predominante es el arroz de riego, pero también se da el arroz de secano en algunas regiones con menos acceso al agua. El ciclo del arroz es generalmente de unos 4 a 6 meses, dependiendo de la variedad y las condiciones climáticas.

**2.1.2.1.2. Papa:** La papa no es un cultivo predominante en los sistemas itinerantes tradicionales de la Amazonia colombiana debido a su alta exigencia en altitud y clima fresco, condiciones que no predominan en esta región. Sin embargo, su siembra puede aparecer de forma puntual en zonas de transición entre el piedemonte andino y la Amazonia, principalmente para autoconsumo. En general, su presencia en los sistemas de cultivo itinerante es marginal y no representa un componente estructural de los sistemas alimentarios locales.

**2.1.2.1.3. Maíz:** El maíz tiene un rol clave en las chagras amazónicas y es uno de los principales cultivos transitorios. Es sembrado en asociación con otras especies en los primeros meses de la chagra, aprovechando la fertilidad inicial del suelo tras la tumba y quema. Su importancia es tanto alimentaria como cultural, ya que muchas comunidades lo utilizan para preparar alimentos tradicionales. Sin embargo, su ciclo corto y la disminución progresiva de la fertilidad del suelo hacen que su cultivo sea limitado en el tiempo dentro de un mismo lote.

**2.1.2.1.4. Yuca:** La yuca es el cultivo central en los sistemas itinerantes amazónicos. De hecho, el artículo la presenta como “el cultivo pivotante” en las chagras, ya que puede permanecer en el terreno entre 6 y 12 meses y tiene una alta adaptabilidad a suelos degradados. Además de ser una fuente básica de carbohidratos, su manejo define el ciclo de uso de la parcela. Existen variedades amargas y dulces, y en algunas comunidades se usa también como marcador de renovación del suelo. Es clave en la dieta local y en la organización del trabajo agrícola.

**2.1.2.1.4. Frijol:** El frijol es un cultivo de ciclo corto que se siembra comúnmente en las primeras etapas de la chagra, en asociación con el maíz y la yuca. Tiene un valor alimenticio

importante por su contenido proteico, y su siembra permite aprovechar la fertilidad del suelo recién quemado. Aunque no es tan central como la yuca o el maíz, cumple un rol complementario dentro de los sistemas alimentarios, y es valorado por su rápido retorno productivo y fácil manejo.

**2.1.2.2.9. Patilla:** La patilla, al igual que otros cultivos hortícolas, es ocasional en las chagras amazónicas tradicionales. El artículo señala que cultivos como este pueden ser incorporados en función de las preferencias familiares o de estrategias de diversificación para el autoconsumo y comercialización. Su presencia es más común en zonas donde se está dando una transición hacia modelos de producción más mixtos o comercialmente orientados. Aunque no es parte estructural del sistema itinerante ancestral, tiene potencial como cultivo complementario.

### **2.1.2.2. Cultivo semipermanente y permanente**

Un cultivo permanente es aquel que, una vez sembrado, permanece en el terreno durante varios años y puede ofrecer cosechas continuas sin necesidad de resiembra después de cada producción. Este tipo de cultivo incluye tanto especies frutales como industriales, y requiere cuidados constantes como poda, fertilización y cosecha periódica. Ejemplos típicos son el café, el cacao, la palma de aceite, el plátano y la caña de azúcar. En la Amazonía Colombiana, el cultivo permanente más representativo es la palma aceitera, cuya distribución se concentra en los departamentos del arco de deforestación colombiano (Putumayo, Caquetá, Guaviare y Meta).

**2.1.2.2.1 Palma de aceite:** La palma de aceite (*Elaeis guineensis*) se ha establecido principalmente en los departamentos de Meta, Caquetá y Putumayo, siendo uno de los cultivos que más ha transformado el paisaje amazónico (Etter et al., 2021). A diferencia de los cultivos tradicionales, estos cultivos se caracterizan por su disposición en parcelas geométricamente regulares y de gran extensión, que contrastan con la estructura irregular de los bosques naturales y cultivos de pequeñas extensiones (Romero-Ruiz et al., 2018).

**2.1.2.2.1. Plantación:** En cuanto a las plantaciones forestales comerciales, según los registros del ICA, en 2019 se reportó una superficie de 11.028 hectáreas ubicadas en los departamentos de Caquetá y Putumayo, los cuales presentan la mayor extensión. Las especies más comunes en estas plantaciones incluyen Acacia, Eucalipto pellita, Abarco, Caucho, Teca, Melina y Cedro rosado (Instituto SINCHI, 2020).

**2.1.2.2.2. Caucho:** En la amazonia colombiana, la extracción de caucho surgió entre los actuales departamentos de Caquetá y Putumayo, influenciada por la expansión de la actividad en Brasil y la zona fronteriza colombo-peruana (Molina Guerrero, 2020). Tras un fuerte auge a finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, esta actividad entró en crisis debido a prácticas de explotación irresponsables e insostenibles, que provocaron la destrucción de miles de árboles y afectaron gravemente a las comunidades indígenas. No obstante, en los últimos años se ha evidenciado un notable resurgimiento de esta actividad en la región, destacándose el

departamento de Caquetá como uno de los principales núcleos de producción de caucho en el país.

De acuerdo con el (Instituto SINCHI, 2020), en 2018 se reportaron un total de 8.857 hectáreas sembradas en los 3 departamentos; Caquetá (6.487 ha), Guaviare (2.370 ha) y Putumayo (605 ha).

**2.1.2.2.3. Cacao:** El cultivo de cacao ha tenido un crecimiento en los últimos años a nivel nacional. En la amazonia colombiana, se ha presentado como una alternativa para el desarrollo sostenible de la región, comúnmente sembrado en arreglos forestales. De acuerdo al Ministerio de Agricultura (2019) se ha reportado en los departamentos de Caquetá, Amazonas, Guainía, Guaviare, Putumayo y Vaupés, alcanzando una suma de 8.282 ha sembradas para el año 2018 (Alianza por los Bosques Tropicales TFA, 2020).

**2.1.2.2.4. Café:** El café amazónico resalta por sus propiedades con notas herbales y picantes, niveles de acidez bajos, y sabores particulares a nuez y chocolate, siendo el departamento de Caquetá la zona de mayor producción de café dentro de la amazonia colombiana, con 3.364 hectáreas sembradas para 2018 (FAO, 2021). También se reportan algunos cultivos incipientes en el departamento de Putumayo, principalmente implementado en sistemas agroforestales, de acuerdo a las cifras del censo Nacional Agropecuario (DANE, 2014).

**2.1.2.2.5. Caña panelera:** La caña panelera es un producto muy común en la dieta de los pobladores de la amazonía, cuenta con una infraestructura tradicional de trapiches, para la producción de panela o guarapo (Aroca Cacaís et al., 2024). Se ha reportado su cultivo en los departamentos de Caquetá, Guainía, Amazonas, Putumayo, Vichada (DANE, 2014).

**2.1.2.2.6. Piña:** El cultivo de piña en la Amazonía colombiana es una actividad agrícola que ha venido tomando fuerza, especialmente como alternativa de producción sostenible frente a prácticas que causan deforestación. Se cultiva principalmente en departamentos como Caquetá, Guaviare, Putumayo, Amazonas y Meta, donde el clima cálido-húmedo y los suelos ácidos permiten un buen desarrollo de la planta. Se desarrolla principalmente en sistemas de producción de pequeña y mediana escala, enmarcados tanto en monocultivos como en sistemas agroforestales. Estos últimos buscan combinar el cultivo de piña con especies maderables y frutales nativos para favorecer la sostenibilidad ambiental y económica de la región.

**2.1.2.2.7. Plátano:** El cultivo de plátano (*Musa spp.*) en la Amazonía se encuentra principalmente en sistemas agrícolas tradicionales como las chagras indígenas así como también en las parcelas campesinas en departamentos como Caquetá, Putumayo, Guaviare y Amazonas (Arango et al., 2020). Además, su producción suele integrarse con otros cultivos como la yuca y el maíz, reflejando la lógica de policultivos sostenibles típicos de la Amazonía (Corazón de la Amazonia, 2022).

**2.1.2.2.8. Asai:** El asai, fruto de dos especies del género *Euterpe* (*E. oleracea* Mart. y *E. precatoria* Mart.), es una importante fuente de alimento para los habitantes de la cuenca amazónica. En Colombia, su mercado se centra en Leticia y La Pedrera, en el departamento del Amazonas, abastecido principalmente por las comunidades indígenas aledañas al casco urbano, que aprovechan el crecimiento natural de dicha palma en el territorio. En algunos casos, al abrir una chagra, se conservan individuos adultos para cosechar posteriormente junto con otros cultivos (Castro Rodríguez et al., 2015; Isaza Aranguren et al., 2014)

**2.1.2.2.9. Chontaduro:** El chontaduro (*Bactris gasipaes*) es otro de los productos recurrentes en la dieta de las comunidades amazónicas, cultivado por su fruto, para la extracción de palmito, y para la elaboración de harinas para uso en alimentación humana y animal, mermelada, , café de chontaduro, arequipe, yogurt y otras preparaciones (Orozco González, 2022), su aprovechamiento se produce principalmente en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guainía, Guaviare, Vichada, Vaupés y Putumayo.

**2.1.2.2.10. Arazá:** El arazá es originario de la región Amazónica occidental comprendida entre los ríos Marañón y Ucayali, cultivada en los países Perú, Brasil, Bolivia, Costa Rica, Ecuador y Colombia donde se distribuye en los Departamentos de Caquetá, Putumayo y el Amazonas.

**2.1.2.2.11. Copoazú:** Este fruto amazónico, también es conocido como cacao blanco o cacao amazónico, se utiliza para la preparación de jugos, mermeladas, compotas, gelatinas y dulces. Su semilla también es apetecida para la elaboración de Chocoazú, un producto con características similares al chocolate. Su cultivo se extiende en los departamentos de Putumayo, Guaviare, Amazonas y Caquetá (Orozco González, 2022).

**2.1.2.2.13. Uva caimaron:** Es el fruto de la especie *Pourouma cecropiae*, originaria de la Amazonia occidental, distribuida en los departamentos del Vichada, Guainía, Vaupés, Meta, Amazonas, Caquetá y Putumayo (Osorio Moreno et al., 2001). En sistemas productivos, suele combinarse con otras especies en chagras manejadas por comunidades indígenas.

**2.1.3. Sistemas agroforestales:** Los sistemas agroforestales en la Amazonia colombiana, y especialmente en el departamento del Guaviare, se consolidan como una estrategia clave para promover el desarrollo sostenible, combinando actividades agrícolas con la conservación del bosque. Estas prácticas permiten diversificar los medios de vida de las comunidades rurales, al tiempo que reducen la presión sobre los ecosistemas nativos y contribuyen a frenar la deforestación. En estos sistemas se cultivan especies de alto valor ecológico y económico, como el asai, seje y moriche (productos no maderables del bosque); frutales amazónicos como el arazá, borjón, cocona, piña nativa y pomarrosa brasilera; y otros cultivos estratégicos como el sacha inchi, el cacao, el chontaduro y el caucho. Su implementación permite un manejo sostenible del territorio, integrando conservación, productividad y resiliencia económica para las comunidades amazónicas.

### 2.1.4. Cultivos ilícitos

A raíz de la ausencia del estado, el aislamiento de las comunidades respecto a los principales centros poblados de la región para la comercialización de sus productos agrícolas, así como la presencia de grupos al margen de la ley, han facilitado, desde la década de 1980, el establecimiento de cultivos ilícitos de coca y marihuana en la Amazonia Colombiana, particularmente en los departamentos de Meta, Putumayo, Caquetá y Guaviare son los más afectados (SIAT-AC, 2023).

Según las cifras de la Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito UNODC (2024), en 2023 se cultivaron 252 mil hectáreas de coca en todo el país, de las cuales 58 mil hectáreas (22,9%) se encontraron en la Amazonía colombiana. La expansión de estos cultivos ha avanzado hacia zonas de categoría especial, como resguardos indígenas y áreas protegidas, donde su ubicación estratégica dada por condiciones geográficas complejas, la dificultad de acceso para las autoridades y la gran extensión territorial resultan favorables para su establecimiento, reportándose principalmente en los PNN La Paya, RNN Nukak y PNN Sierra de la Macarena (SIAT-AC, 2023).

## 2.2. Información espacial y tendencias territoriales de la agricultura

### 2.2.1. Departamental

#### 2.2.1.1 Cultivos reportados por la UPRA

Según la UPRA, los cultivos agrícolas con mayor superficie reportada en 2022 fueron la palma de aceite, que representó el 29,5% del total, con un área de 193.696 hectáreas, concentrada en el departamento del Meta. Le siguen el cultivo de maíz con un 16% y el arroz con un 13,7%. A continuación, la Tabla 1 presenta en detalle las áreas sembradas de cada cultivo, desglosadas por departamento.

**Tabla 1.** Cultivos agrícolas reportados en los departamentos de la región amazonia para el 2022  
Adaptado de Evaluaciones Agropecuarias municipales 2022, UPRA

Cultivo	Area sembrada (ha) por departamento						
	Putumayo	Caquetá	Vaupés	Amazonas	Guainía	Guaviare	Meta
Plátano	9684	16415	346	225	225	5669	28762
Maiz	7517	6726	189	248	107	1380	88641
Cacao	5743	4702	150	112	1725	2449	11933
Cafe	-	3783	-	-	-	-	-
Chontaduro	3945	528	37	70	-	2581	-

Yuca	3812	8658	1967	1080	2120	1280	8594
Caña	1795	5858	72	-	14	1685	20766
Arroz	1555	2361	14	-	-	1659	84646
Pimienta	1133	-	-	-	-	-	-
Frijol	774	440	-	-	-	-	-
Piña	755	444	62	-	168	851	-
Asai	530	-	-	169	44	-	-
Ají	-	-	64	-	36	-	-
Ñame	-	-	32	-	-	-	-
Uva caimaroná	-	-	18	108	-	-	-
Copoazú	-	-	-	161	3	-	-
Arazá	-	-	-	87	1	-	-
Banano	-	328	-	-	-	-	-
Patilla	-	-	-	-	-	145	4016
Palma de aceite	-	-	-	-	-	-	193696
Soya	-	-	-	-	-	-	69823
Aguacate	-	-	-	-	-	-	3755
Naranja	-	-	-	-	-	-	3785
Otros cultivos	2510	-	-	-	-	-	20593
<b>Total</b>	<b>39753</b>	<b>50243</b>	<b>2951</b>	<b>2260</b>	<b>4443</b>	<b>17699</b>	<b>539010</b>

### 2.2.1.2 Cultivos reportados por el DANE

La Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) es una investigación estadística desarrollada anualmente por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) de Colombia. Su objetivo principal es recopilar información detallada sobre las actividades agropecuarias en el país, incluyendo datos sobre área sembrada y cosechada, producción, uso de insumos, tenencia de la tierra, infraestructura rural, mano de obra, entre otros. La ENA permite caracterizar el sector agropecuario a nivel departamental y nacional, ofreciendo insumos fundamentales para la formulación de políticas públicas, la planeación territorial y el seguimiento de la seguridad alimentaria. También es una herramienta clave para conocer las dinámicas de producción tanto de cultivos permanentes como transitorios, así como de la actividad pecuaria en distintas regiones del país (DANE, 2019).

A continuación, se realiza un breve reporte de los resultados de la ENA (2019) para los departamentos ubicados en la Amazonía colombiana según el tipo de cultivo: frutal, transitorio y permanente.

### Cultivos frutales:

**Tabla 2.** Cultivos frutales reportados en los departamentos de la región amazonia para el 2019

Área por departamento (ha) de cultivos frutales							
Nombre del cultivo	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Vichada
Aguacate	0	0	0	3	506	0	0
Banano	0	95	0	0	961	0	0
Durazno	0	0	0	0	0	0	0
Feijoa	0	0	0	0	0	0	0
Fresa	0	0	0	0	0	0	0
Guayaba	0	0	0	3	25	0	0
Limón	0	0	0	72	373	0	6
Lulo	0	0	0	0	124	0	0
Mandarina	0	0	0	0	0	0	2
Mango	0	0	0	0	0	0	2
Manzana	0	0	0	0	0	0	0
Maracuyá	0	0	0	22	13	0	2
Mora	0	0	0	0	89	0	0
Naranja	0	0	0	10	0	0	1671
Pera	0	0	0	0	0	0	0
Pitahaya	0	0	0	0	0	0	0
Uchuva	0	0	0	0	0	0	0
Uva	0	0	0	0	0	0	0
<b>Suma total</b>	0	95	0	110	2091	0	1683

La tabla refleja la distribución de cultivos frutales en siete departamentos amazónicos. Se observa una alta concentración de cultivos frutales en Putumayo y Vichada, con participación significativa también en Caquetá y Guaviare. Putumayo destaca por su diversidad, con cultivos como banano, aguacate, limón, lulo, mora, maracuyá y guayaba, lo que sugiere un sistema agrícola más dinámico y orientado al mercado. Vichada muestra una especialización notable en el cultivo de uva, mientras que Caquetá y Guaviare tienen una participación más limitada, con presencia puntual de banano, limón y aguacate. En contraste, departamentos como Amazonas, Guainía y Vaupés no registran cultivos frutales en la tabla, lo que puede reflejar prácticas agrícolas tradicionales no tecnificadas o una baja presencia de cultivos comerciales. En conjunto, los datos permiten identificar oportunidades para diversificar y fortalecer la producción frutal en la región.

### Cultivos transitorios:

**Tabla 3.** Cultivos transitorios reportados en los departamentos de la región amazonia para el 219

Área por departamento (ha) de <i>cultivos transitorios</i>							
Nombre del cultivo	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Vichada
Algodón	0	0	0	0	0	0	0
Alverja	0	0	0	0	64	0	0
Cebada	0	0	0	0	0	0	0
Cebolla bulbo	0	0	0	0	0	0	0
Cebolla rama	0	0	0	7	1117	0	0
Maíz amarillo	0	1	1	3062	488	0	3
Maíz blanco	0	63	0	277	525	0	0
Papa total	0	0	0	0	0	0	0
Soya	0	0	0	0	0	0	0
Tomate	0	0	0	0	32	0	0
Trigo	0	0	0	0	0	0	0
Yuca	44	36	4	1.766	1.549	28	15
Zanahoria	0	0	0	0	0	0	0
<b>Suma total</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>5</b>	<b>5112</b>	<b>3775</b>	<b>28</b>	<b>18</b>

Los cultivos transitorios en la Amazonia colombiana se concentran principalmente en los departamentos de Guaviare y Putumayo, que lideran en términos de diversidad y superficie cultivada. Estos departamentos muestran una fuerte presencia de cultivos como yuca, maíz (tanto amarillo como blanco), cebolla rama, tomate y alverja, lo cual refleja una estructura agrícola más consolidada en comparación con otras regiones amazónicas.

Guaviare sobresale por su énfasis en maíz amarillo y yuca, dos productos clave para la seguridad alimentaria y el abastecimiento local, mientras que Putumayo destaca por su variedad de cultivos, incluyendo además cebolla rama y alverja, que sugieren una orientación hacia mercados más amplios.

En contraste, departamentos como Amazonas, Caquetá y Guainía presentan una menor diversidad y extensión, con participación casi exclusiva de la yuca y en algunos casos de maíz o papa. Vaupés y Vichada también muestran una actividad agrícola transitoria muy reducida, con datos puntuales y poca diversificación.

En conjunto, la tabla evidencia una gran disparidad territorial en cuanto a cultivos transitorios en la región amazónica, con potencial de fortalecimiento productivo y técnico en departamentos con menor actividad, y una base ya establecida en Guaviare y Putumayo que podría ser consolidada y replicada.

#### Cultivos permanentes:

**Tabla 4.** Cultivos permanentes reportados en los departamentos de la región amazonia para el 2019

Área por departamento (ha) de <i>cultivos permanentes</i>							
Nombre del cultivo	Amazonas	Caquetá	Guainía	Guaviare	Putumayo	Vaupés	Vichada
Cacao	192	1420	0	1099	2526	21	663
Café	0	524	0	13	179	0	0
Caña para azúcar	0	0	0	0	0	0	0
Caña para panela	0	3331	0	523	2990	2	13
Plátano	62	3501	68	1745	8516	22	254
<b>Suma total</b>	<b>254</b>	<b>8776</b>	<b>68</b>	<b>3380</b>	<b>14211</b>	<b>45</b>	<b>930</b>

Los cultivos permanentes muestran una presencia más extendida en la Amazonia colombiana en comparación con los transitorios y frutales, siendo **Putumayo y Caquetá** los departamentos con mayor superficie sembrada. En estas dos regiones se concentran cultivos como plátano, caña para panela, cacao y café, lo que sugiere una estructura agrícola más consolidada, probablemente vinculada a cadenas productivas regionales y programas de fomento rural.

El **plátano** se posiciona como el cultivo permanente más sembrado en la región, con presencia en todos los departamentos, aunque en mayor escala en Putumayo, Caquetá y Guaviare. El **cacao** también destaca por su distribución amplia, siendo importante en Putumayo, Caquetá, Guaviare, Vichada y Amazonas, lo que refleja su papel como cultivo estratégico en iniciativas de sustitución de cultivos ilícitos y desarrollo sostenible.

La **caña panelera** tiene una presencia significativa en Caquetá y Putumayo, lo cual podría estar asociado a producciones familiares o comunitarias destinadas al mercado local. Por su parte, el **café** se cultiva principalmente en Caquetá, aunque también aparece en pequeñas extensiones en Putumayo, Guaviare y Vaupés.

Departamentos como **Guainía y Vaupés** muestran una actividad agrícola permanente muy limitada, con áreas mínimas o nulas. En conjunto, los datos evidencian un fuerte potencial productivo en el suroccidente amazónico (especialmente Putumayo y Caquetá), y una menor consolidación en los departamentos de la Amazonia oriental y sudoriental.

## 2.2.2. Límite RAISG

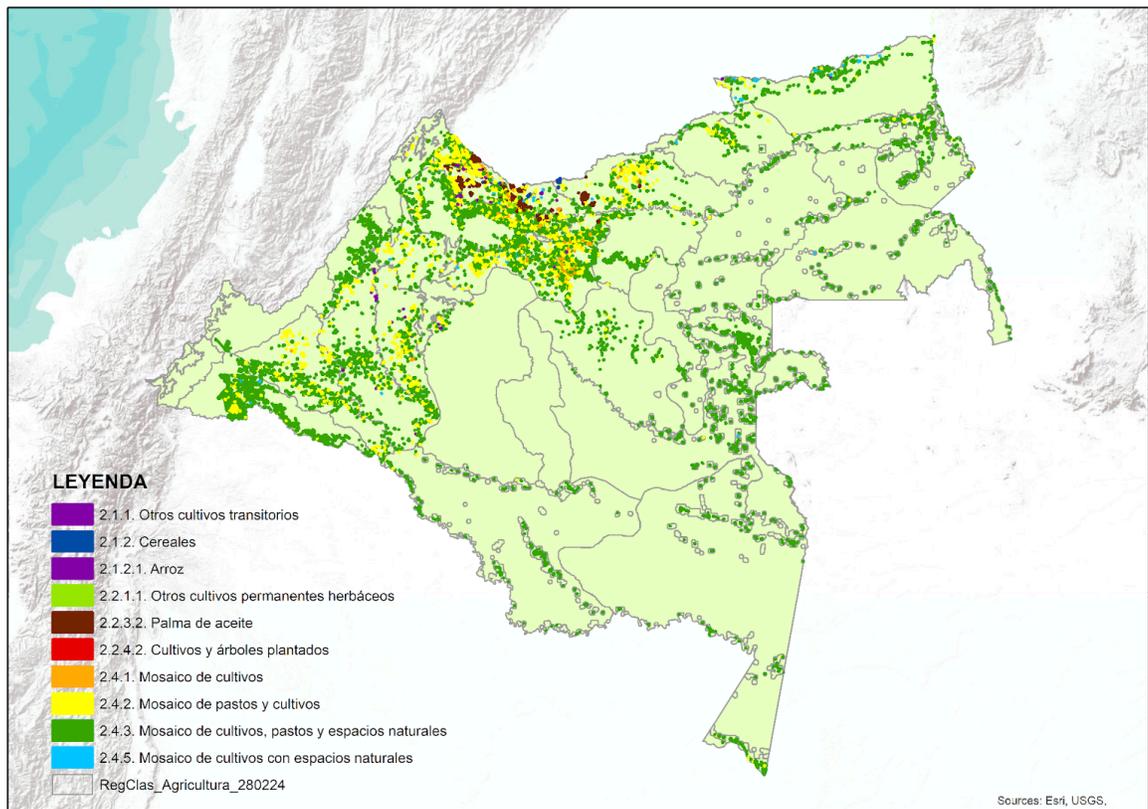
### 2.2.2.1 Cultivos reportados según Corine Land Cover (CLC)

Los tipos de cultivos reportados según el mapa de cultivos de CLC 2020, tanto permanentes como transitorios, se muestran en la figura 1, mientras la siguiente tabla muestra el total de área sembrada por departamento.

**Tabla 5.** Cultivos agrícolas reportados en los departamentos de la región amazonia para el 2020 de acuerdo al Mapa de coberturas CLC

Cultivo CLC	Área por Departamento (ha)										Suma total
	Amazonas	Caquetá	Cauca	Guainía	Guaviare	Meta	Nariño	Putumayo	Vaupés	Vichada	
2.1.1. Otros cultivos transitorios		1056.54			190.37	974.55				127.42	2348.88
2.1.2. Cereales						4944.31					4944.31
2.1.2.1. Arroz		844.37			76.32	12210.79					13131.47
2.2.1.1. Otros cultivos permanentes herbáceos						391.57					391.57
2.2.3.2. Palma de aceite		584.78			332.26	50730.19					51647.23
2.2.4.2. Cultivos y árboles plantados					36.64						36.64
2.4.1. Mosaico de cultivos		525.85	127.95		8731.78	7623.29		934.6			17943.47
2.4.2. Mosaico de pastos y cultivos	436.41	32151.48	2121.42	1152.01	44554.05	116288.25	6975.87	26231.13	80.44	5783.7	235774.77
2.4.3. Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	17795.17	74860.3	5819.71	27332.9	75554.95	99595.99	2768.85	106355.45	43135.4	35726	488944.71
2.4.5. Mosaico de cultivos con espacios naturales		25.62	44.2	68.89	287.83	1090.81	44.81	172.52	25.55	1409.77	3169.97

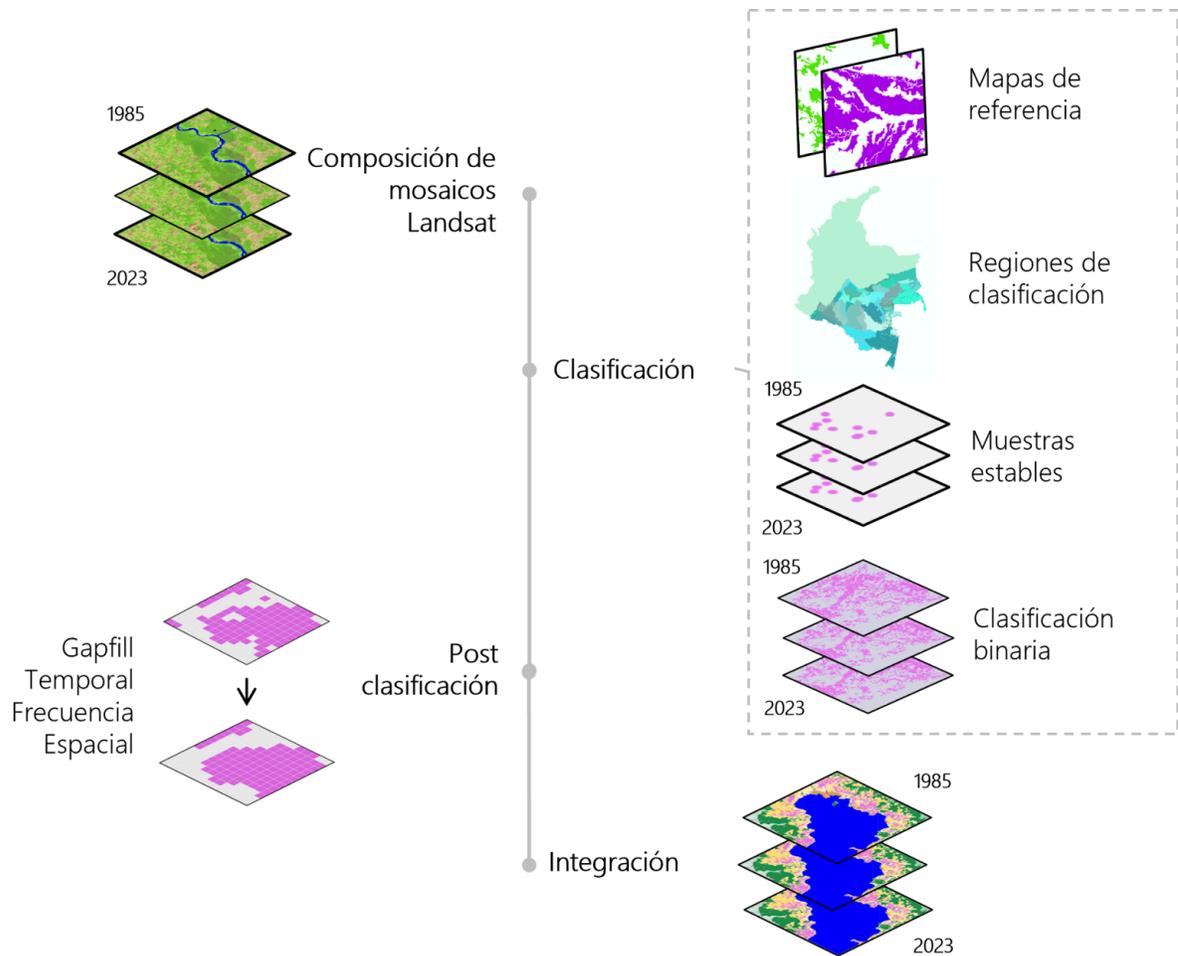
		110048.				293849.	9789.5		43241.3	43046.	818333
Suma total	18231.58	94	8113.27	28553.8	129764.2	74	3	133693.69	9	89	.03



**Figura 1.** Cultivos reportados en el Mapa de Coberturas de la Tierra de Colombia periodo 2020 metodología Corine Land Cover 1:100000

### 3. Metodología

La metodología del tema transversal de agricultura se dividió en cuatro etapas principales: (I) composición de imágenes landsat, (II) clasificación, (III) post clasificación, y por último (IV) integración. Cada etapa, a su vez, consta de varios pasos que incluyen la definición de variables, recopilación de datos de referencia, definición de regiones de clasificación, sorteo de muestras de entrenamiento, entre otras. En la figura 2 se puede visualizar de forma sintetizada la metodología implementada en el mapeo.



**Figura 2.** Diagrama de flujo de la metodología de clasificación de agricultura para la Amazonía colombiana.

### 3.1. Composición de imágenes Landsat

Para la clasificación del transversal “Agricultura” se utilizaron los mosaicos de imágenes generados previamente para la clasificación del mapa general de coberturas de la tierra y uso del suelo de la Colección 6.0 de MapBiomás Amazonía. Se realizó la composición a través de imágenes satelitales de reflectancia de superficie con corrección atmosférica del sensor Landsat 5, 7, 8 y 9 que cubren la superficie asociada al límite RAISG en el territorio colombiano. Estos mosaicos fueron generados anualmente en una serie temporal de 40 años comprendidos desde 1985 hasta 2024, a partir del reductor de pixel de mediana con una resolución espacial de 30 metros.

#### 3.1.1. Regiones de mosaico

Debido a las diferencias en las características fisiográficas y climáticas que se presentan en la Amazonía colombiana, se optó por delimitar dos regiones de mosaico de acuerdo al gradiente altitudinal; Andes y Amazonía, nombradas con el código serial 301 y 302 respectivamente, correspondientes al piedemonte y a la planicie amazónica como se observa en la figura 3. Esta

subdivisión busca mejorar la calidad de los mosaicos, dado que la altitud está directamente relacionada con la cobertura de nubes, dificultando la obtención de información a nivel del suelo por parte del sensor óptico.

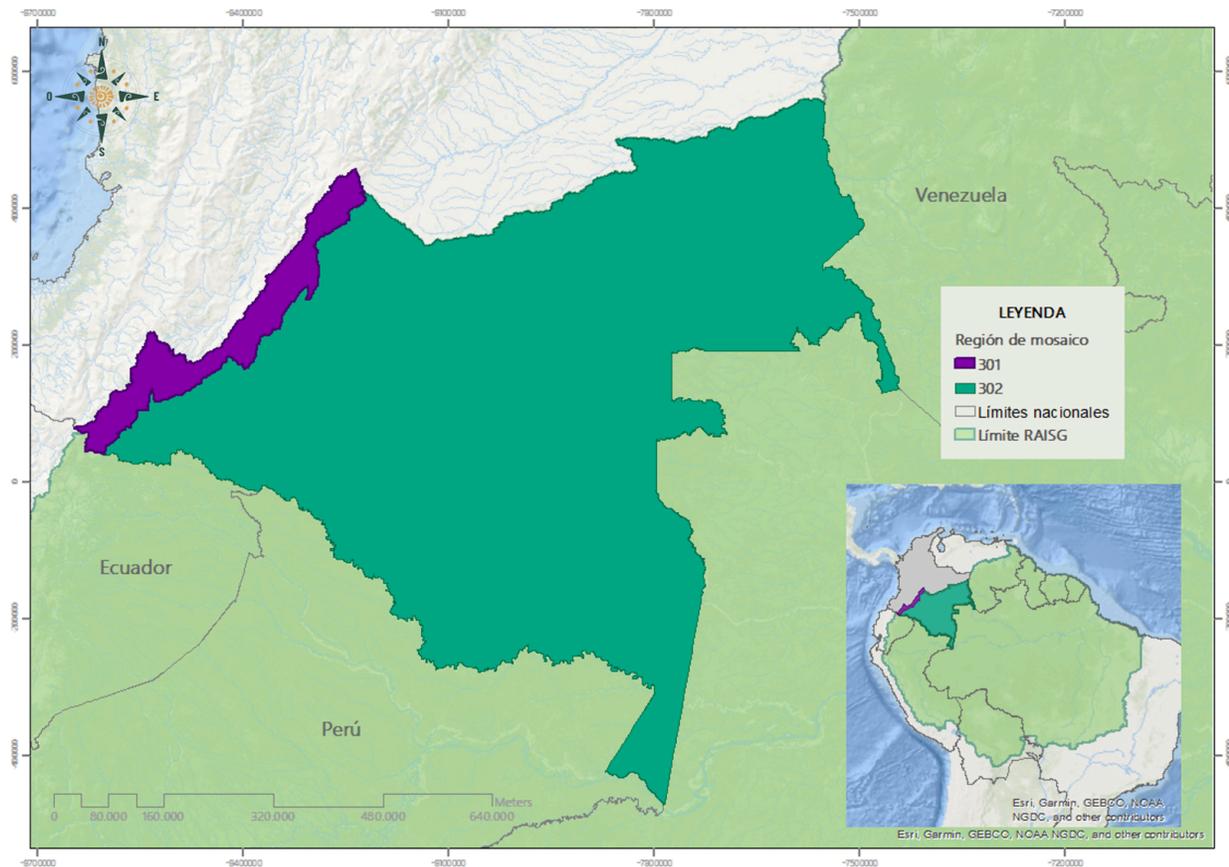


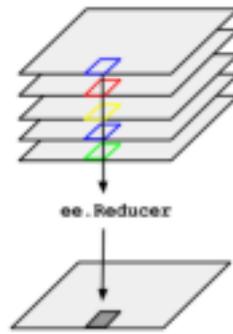
Figura 3. Regiones de mosaico definidas para la Amazonía colombiana

### 3.1.2. Parametrización de mosaicos anuales

Un mosaico anual es la agregación de píxeles de varias imágenes Landsat a partir de los cuales se genera un mosaico representativo para un año, construido a partir de los siguientes parámetros:

- ID: Identificador único de la unidad carta-región
- Año: Año de la serie (1985 a 2024) al que corresponde el mosaico.
- Carta: Código identificador de la carta.
- Fecha inicial/ Fecha final: Periodo del año (fecha de inicio y final) para la selección de imágenes del catálogo de datos de imágenes Landsat de Google Earth Engine.
- Sensor: El satélite y su respectivo sensor: Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM +, Landsat 8 OLI, Landsat 9 OLI o combinaciones de Landsat 5 y Landsat 7 y Landsat 8 y Landsat 9.
- Nubosidad: Porcentaje máximo de cobertura de nubes aceptado de cada imagen Landsat que será usado para construir el mosaico de imágenes. Este dato proviene de la metadata de las imágenes Landsat.
- Blacklist: Imágenes que por su calidad son excluidas de la construcción del mosaico.

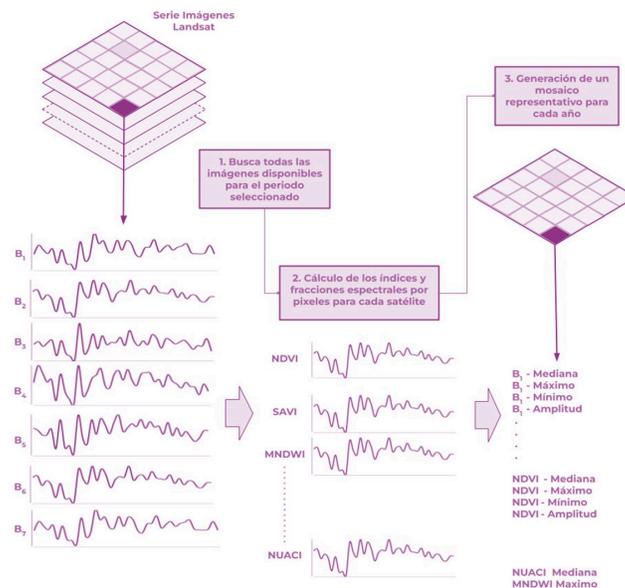
Los parámetros de construcción de mosaicos anuales son definidos por el intérprete y representan los criterios de selección de imágenes disponibles en la colección de datos Landsat a partir de los cuales se construye el mosaico anual. Las imágenes seleccionadas por año fueron reducidas a una imagen individual, o mosaico anual, empleando operadores llamados reductores existentes en Google Earth Engine, como se ilustra en la Figura 4.



**Figura 4.** Esquema de la aplicación de un reductor a una colección de imágenes

Al momento de parametrizar los mosaicos se consideró que se puede alcanzar valores de precisión mayores al utilizar mosaicos de imágenes satelitales cuyos datos cuenten con la menor cantidad de ruidos. Es por ello que se buscó que cada mosaico tenga la menor presencia de nubes e interferencias posible y la mayor extensión de cobertura de datos Landsat disponible dentro del periodo definido. En casos excepcionales se dio el caso de que no hubo imágenes disponibles para el período seleccionado, donde se optó por extender el periodo de búsqueda de imágenes.

Las nubes y sombras de nubes son enmascaradas previamente para componer un mosaico de calidad que permita identificar las diferentes coberturas y no se generen errores en el proceso de clasificación. Los métodos de enmascaramiento de nube y sombra de nube fueron el Cfmask y CloudScore.



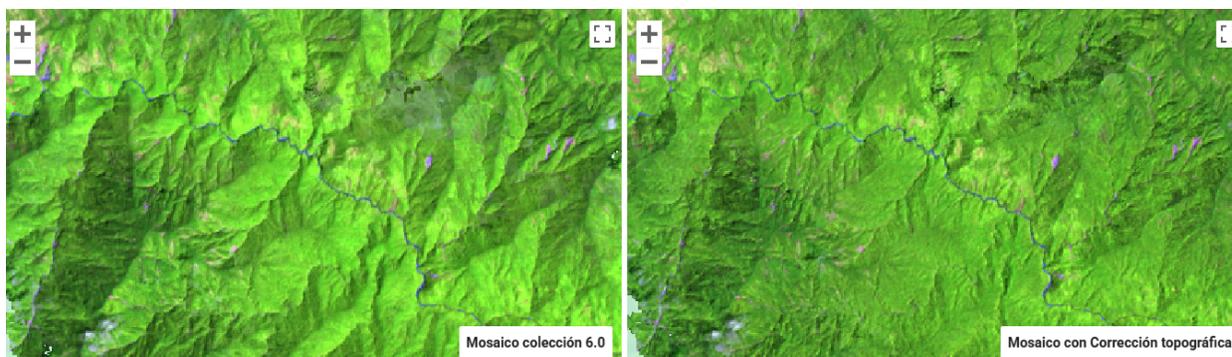
**Figura 5.** Proceso de generación de mosaicos anuales de imágenes Landsat

### 3.1.3. Corrección topográfica

Es importante destacar una mejora implementada en esta colección, que consiste en la aplicación de una corrección topográfica a los mosaicos Landsat utilizados. Dicha corrección permite reducir significativamente el efecto de las sombras proyectadas en zonas con pendientes pronunciadas y homogeneizar las áreas de mapeo, considerando que las condiciones de iluminación, determinadas por el ángulo cenital del sensor durante la captura, afectan los niveles de reflexión de la luz. Gracias a esta optimización, se obtiene una representación del paisaje más uniforme y confiable, especialmente en el bioma Andes, que se caracteriza por su relieve montañoso.

El ajuste se realizó en un total de 386 mosaicos; 7 path row que abarcan la zona Andes, y 3 path row correspondientes a áreas colindantes y Tepuyes.

A continuación, se presenta un ejemplo comparativo entre los mosaicos de la colección anterior y la corrección topográfica realizada.



**Figura 6.** Comparación entre los mosaicos de la colección 6.0 y los mosaicos ajustados con corrección topográfica utilizados para la colección 7.0

### 3.1.4. Variables de clasificación o feature space

Se calcularon variables (feature space) a partir del mosaico anual que representan los insumos del proceso de clasificación. Las bandas Landsat, junto con las variables de clasificación se encuentran consolidados en archivos ráster compuestos por 141 bandas en total que incluyen: las bandas landsat espectrales, índices espectrales, información fraccional y de textura derivada de las mismas e índices de las fracciones espectrales. Adicionalmente se usaron 7 variables estáticas: HAND, shademask2, slppost, altitud, pendiente, latitud y longitud; que ayudaron a la clasificación de clases que espectralmente son muy similares pero se logran diferenciar por estos aspectos topográficos.

A las imágenes disponibles en cada año, se aplicó el cálculo de reductores estadísticos para generar los valores de cada píxel. Estos reductores son:

- Mediana (median): Mediana de todos los valores disponibles en el mosaico anual para esa

- ubicación (píxel).
- Mediana época seca (median\_dry): Cálculo de la mediana estadística aplicada a los píxeles del cuartil 25 (con los menores valores) de NDVI (proxy de época seca).
  - Mediana época húmeda (median\_wet): Cálculo de mediana estadística aplicada a los píxeles del cuartil 75 (con los mayores valores) de NDVI (proxy de época lluviosa).
  - Amplitud (amp): Extensión de la variación entre todos los píxeles disponibles en el mosaico anual.
  - Desviación estándar (stdDev): Desviación estándar de los valores de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual para una ubicación determinada.
  - Mínimo (min): Menor valor de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual en una ubicación determinada.
  - Máximo (max): Mayor valor de todos los píxeles disponibles en el mosaico anual en una ubicación determinada.
  - Mínimo del periodo seco (min\_dry): Cálculo del menor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los menores valores de NDVI (proxy de época seca).
  - Mínimo del periodo húmedo (min\_wet): Cálculo del menor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los mayores valores de NDVI (proxy de época lluviosa).
  - Máximo del periodo seco (max\_dry): Cálculo del mayor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los menores valores de NDVI (proxy de época seca).
  - Máximo del periodo húmedo (max\_wet): Cálculo del mayor valor de todos los píxeles disponibles de las imágenes del cuartil con los mayores valores de NDVI (proxy de época lluviosa).
  - QMO del periodo seco: El valor más alto que tiene la banda en el índice evi2 en la estación seca.
  - QMO del periodo lluvioso: El valor más alto que tiene la banda en el índice evi2 en la estación húmeda.

### 3.1.5. Variables específicas para el transversal agricultura

En la colección anterior (Mapbiomas colección 5), previo a un análisis, se obtuvieron 40 variables específicas o de mayor importancia para la clasificación de la clase agricultura, algunas de las más importantes se registran en la Tabla 6. Estas variables con sus reductores fueron incorporadas a las 141 variables del mapa general.

**Tabla 6.** Variables y sus reductores de mayor importancia para el transversal agricultura

Banda	Descripción	Reductor
green	Valor de la banda verde	Median/Mín
green_wet	Valor de la banda verde en la estación húmeda	qmo
blue	Valor de la banda azul	Median
red	Valor de la banda roja	Median
nir	Valor de la banda infrarrojo cercano (NIR)	Median
swir1	Valor banda infrarrojo de onda corta 1	Median / Min

NDSI	Índice de diferencia de agua normalizado	median / min
GLI	modificado	median / min / max
MNDWI	Índice de hoja verde	median / max
NDWI	Índice de Agua de Diferencia Normalizada	median
SAVI	Modificado	median
EVI	Índice de agua de diferencia normalizada	median / amp
NDVI	Índice de vegetación ajustado al suelo	median / amp
NUACI	Índice de Vegetación Mejorado	median
	Índice De Vegetación De Diferencia Normalizada	
	Índice compuesto de áreas urbanas normalizadas	
slope	Pendiente	
hand	Altura global	
altitude	Altitud	

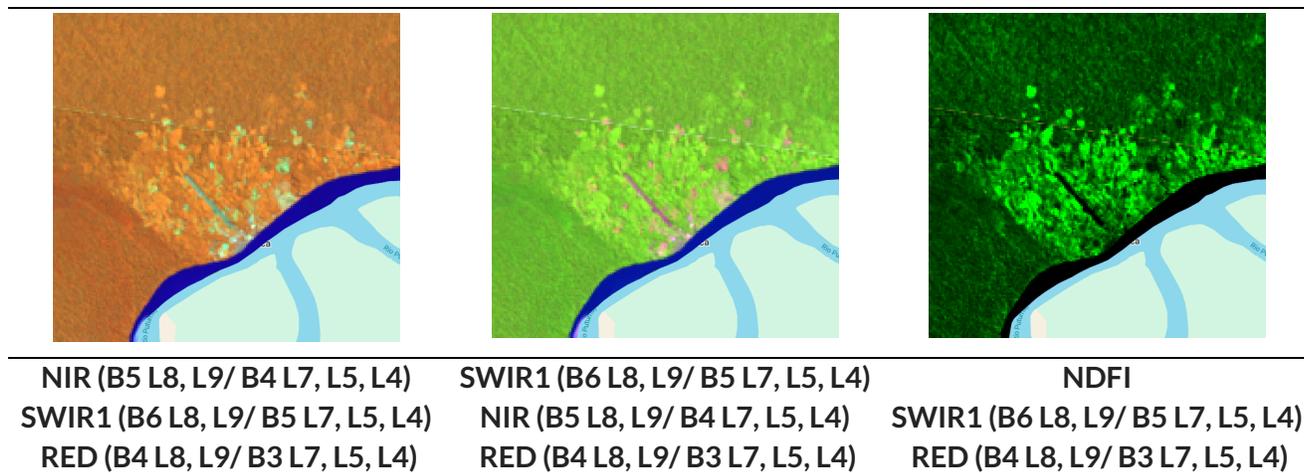
---

### 3.1.6. Combinaciones de banda para la detección de agricultura

Se utilizaron varias combinaciones de bandas para la identificación de la clase que permiten resaltar características relevantes según el tipo de cultivo. Por ejemplo, la humedad del suelo es un factor clave para identificar cultivos inundables como el arroz, mientras que los cultivos transitorios como frijol y papa, comunes en la región Andes, presentan respuestas espectrales diferenciadas según su estado fenológico.

Las bandas utilizadas fueron: nir\_median (infrarrojo cercano), swir1\_median (infrarrojo de onda corta 1), red\_median (rojo), y el índice ndfi\_median (Normalized Difference Fraction Index). Estas variables permiten identificar las dinámicas espectrales asociadas a la agricultura, como los altos valores en el NIR durante etapas de desarrollo vegetativo, la variabilidad estacional de los cultivos, y diferencias en la estructura y contenido de humedad, utilizando estadísticas de la mediana para reducir la influencia de valores atípicos causados por bandeo, nubosidad o defectos propios del mosaico.

Estas combinaciones contribuyen a una mejor caracterización temporal y espectral de las coberturas agrícolas, facilitando su discriminación frente a otras clases como pastos, bosques o áreas urbanas. En la figura 7 se presentan las combinaciones de bandas utilizadas para la detección y mapeo de la clase agricultura, de acuerdo con la metodología de MapBiomias.



**Figura 7.** Combinaciones de banda utilizadas para la detección de agricultura.

\*En negrita se resalta la denominación de la banda, mientras en paréntesis se señala el número de la banda de acuerdo al el sensor landsat. En la última combinación (derecha) se utilizó el valor de la mediana del índice NDFI

## 3.2. Clasificación

### 3.2.1. Definición de la clase

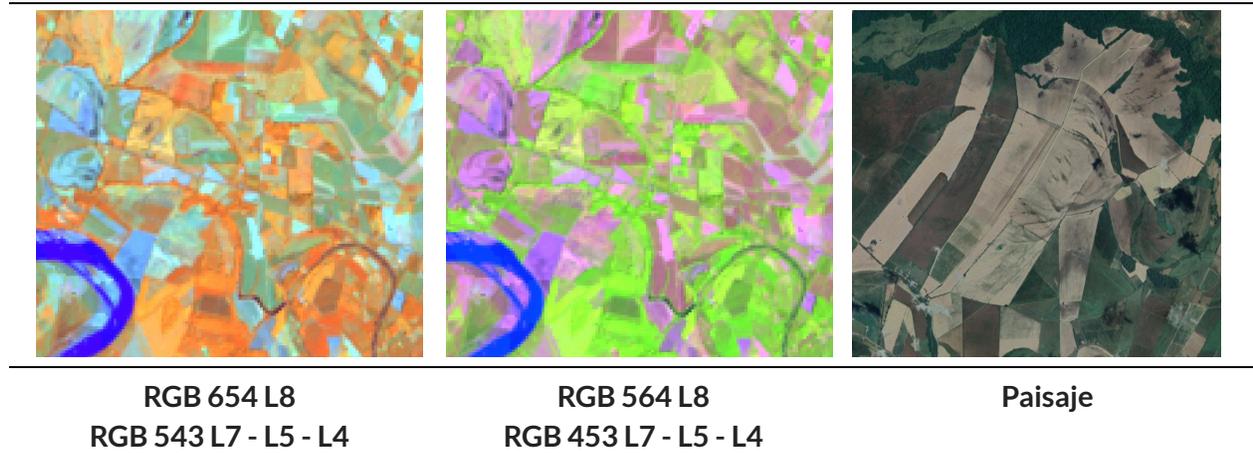
**Agricultura (ID 18):** Comprende aquellas áreas dedicadas a cultivos permanentes (a excepción de palma aceitera en estado avanzado de desarrollo), transitorios, posibles áreas de pastos y las zonas agrícolas heterogéneas en las cuales también se pueden dar usos pecuarios además de los agrícolas, del mismo modo, se consideran cultivos de especies herbáceas y cultivos arbustivos. Esta clase incluye los sistemas de cultivo de las comunidades indígenas, denominadas chagras.

En esta colección la metodología permitió clasificar las plantaciones de palma aceitera en estadio juvenil, además de diferentes cultivos de gramíneas, cultivos permanentes arbóreos e incluso algunos cultivos en zonas inundadas, como se evidencio al inicio del documento.

- **Arroz**

La respuesta espectral del cultivo varía a lo largo de su ciclo, presentando tres estados principales: inundación, madurez y cuando ya ha sido cosechado. En el primer estado, durante la fase de inundación, se observa en combinación de las bandas RGB 654 como áreas con tonalidades azuladas y violáceas, con matices grises derivados de la película de agua sobre la superficie. A medida que el cultivo se desarrolla se observa en la combinación de la banda 654, con tonos que van desde el verde aguamarina claro u oscuro hasta el anaranjado amarillento, dependiendo del grado de madurez y el contenido de humedad. Finalmente, tras la cosecha, se identifica como áreas sin vegetación, con una alta reflectancia debido al suelo expuesto, mostrándose en tonalidades celestes y blancas. Por otro lado, en combinación de bandas RGB 564.

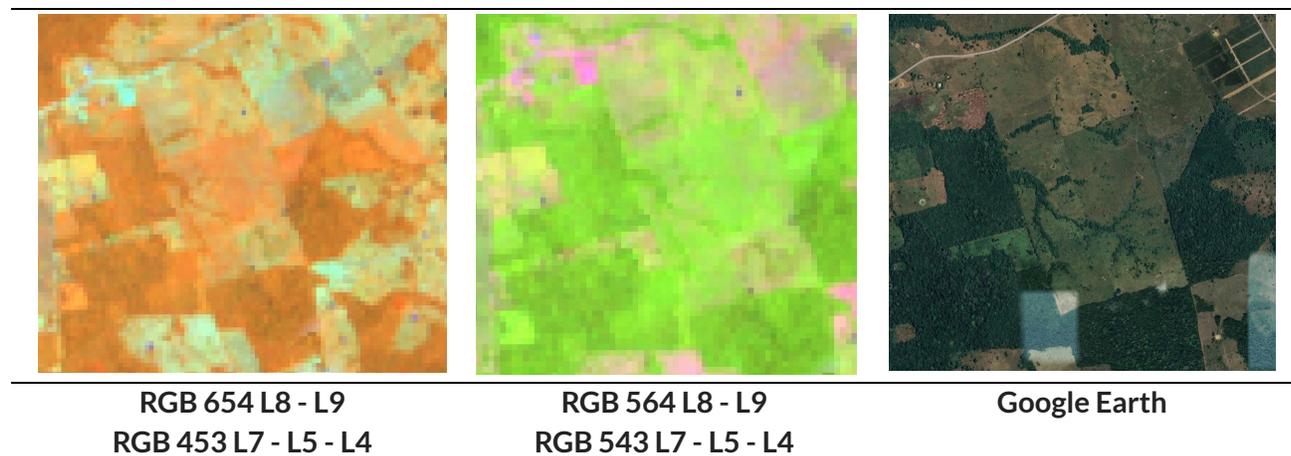
En combinación con la banda RGB 564, se observan áreas de color morado, con matices azules y negros durante la época de inundación. A medida que el cultivo avanza a un estado de desarrollo más avanzado, las tonalidades varían desde rosadas pálidas y magenta hasta verde lima intenso. Finalmente, cuando el cultivo ha sido cosechado, se presentan en colores que van desde el rosa intenso hasta el morado



**Figura 8.** Respuesta espectral de un cultivo de papa en la región Andes. San Sebastián- Cauca, Año: 2021, Escala: 100 m, Coordenadas:-76.669587 W, 1.907418 N

- **Plátano**

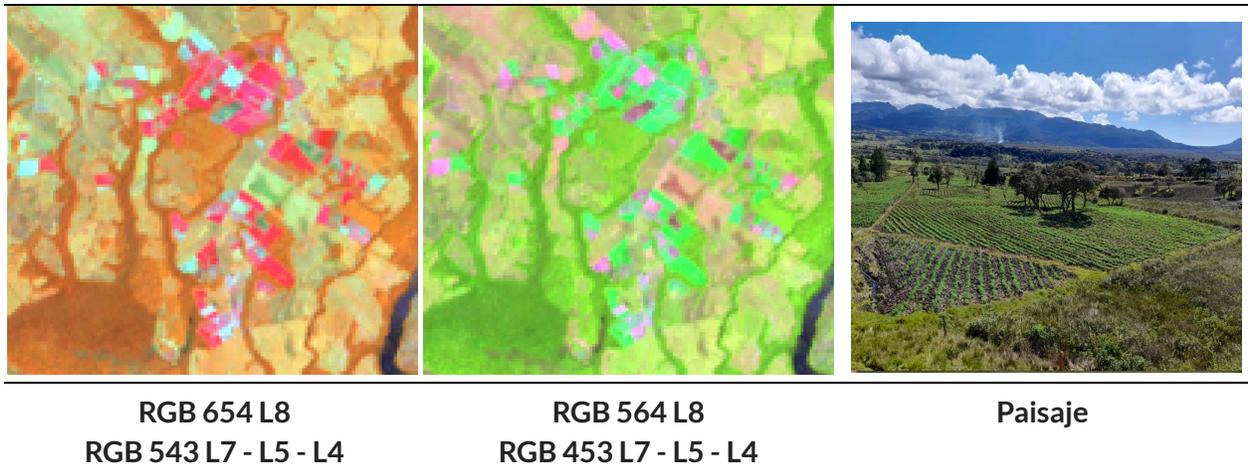
Su respuesta espectral presenta colores rojizos brillantes e intensos en una combinación RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 , llegando a confundirse con los demás cultivos debido a que son de pequeñas extensiones. Mientras que para la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se caracteriza por tener colores verdes brillantes. Su geometría puede variar, aunque son polígonos pequeños con bordes rectos o curvos, teniendo una textura fina (Sinchi,2020)



**Figura 9.** Respuesta espectral de una chagra en la región Amazonía .San José del Guaviare, Guaviare, Año: 2024, Escala: 100 m, Coordenadas:-72.506318 W , 2.516609 N

- **Piña**

En combinación de banda RGB 654 los cultivos de piña presentan una coloración roja intensa, con algunos matices rosáceos. Por otro lado, en RGB 564, se observa como tonalidades verdes esmeralda con algunas coloraciones blanquecinas. El patrón geométrico es rectangular, y se presentan en pequeñas áreas agrupadas conformando un mosaico de cultivos.

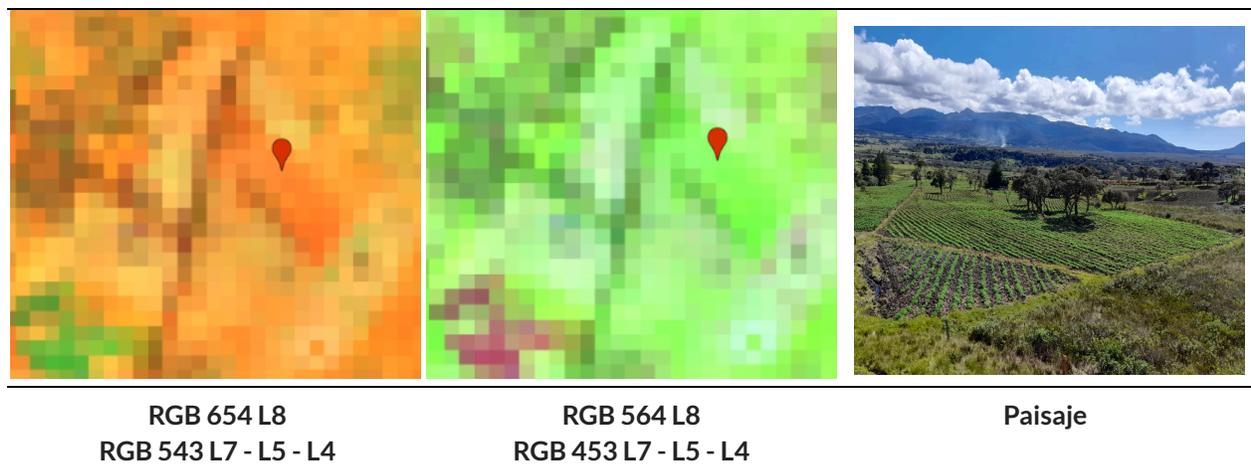


**Figura 10.** Respuesta espectral de un cultivo de piña en la región Orinoquía.Puerto Rico- Meta, Año: 2024, Escala: 200 m, Coordenadas :-73.16476 W, 2.92919

- **Cultivo de papa**

Este cultivo se identificó únicamente en la región Andes, específicamente en el corregimiento de Valencia, municipio de San Sebastián, en el departamento del Cauca. En primer lugar, se revisó la información secundaria y las capas de referencia nacional,; Según la capa de coberturas de la tierra de Colombia (CLC, 2020), se reporta la presencia de la categoría "mosaico de cultivos" en la zona, por otro lado, el plan de desarrollo territorial del municipio (2024-2027) indica que predominan los cultivos de papa, caña panelera y maíz, a partir de esto, se contrastó con imágenes de alta resolución y fotografías, en las cuales se pueden ver los patrones de siembra.

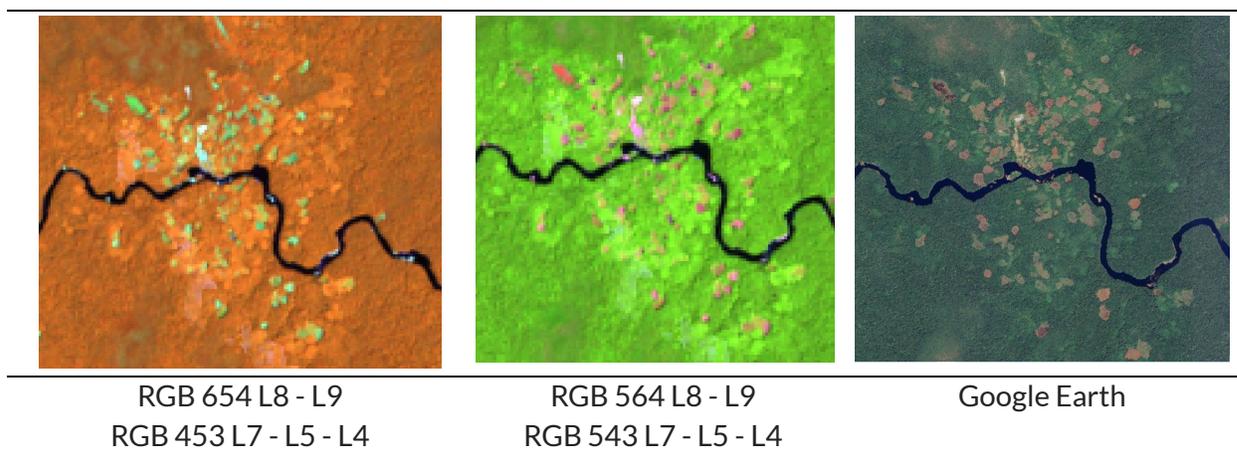
La respuesta espectral de esta cobertura varía entre tonos naranja a rojizos dependiendo de la etapa fenológica del cultivo, presentando tonalidades más intensas conforme se acerca a su tiempo de cosecha. En la Figura 12 para la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4, la cobertura refleja de color naranja, pero también suelen encontrarse coloraciones en tonos mas vibrantes, en la con combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 destaca por verse de color verde brillante. Presenta una textura fina heterogénea en patrones definidos por las parcelaciones de los predios .



**Figura 11.** Respuesta espectral de un cultivo de papa en la región Andes. San Sebastián- Cauca, Año: 2021, Escala: 100 m, Coordenadas:-76.669587 W, 1.907418 N

- **Chagra indigena**

La respuesta espectral de estos cultivos alterna entre tonos anaranjados a rojizos teniendo tonalidades más intensas cuando se acerca su cosecha para la combinación de falso color RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 tal como se ve en la Figura 13. Para la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 estas parcelas son de color verde brillante, manifiesta una textura heterogénea fina y su forma mayoritariamente es circular y de pequeñas extensiones.



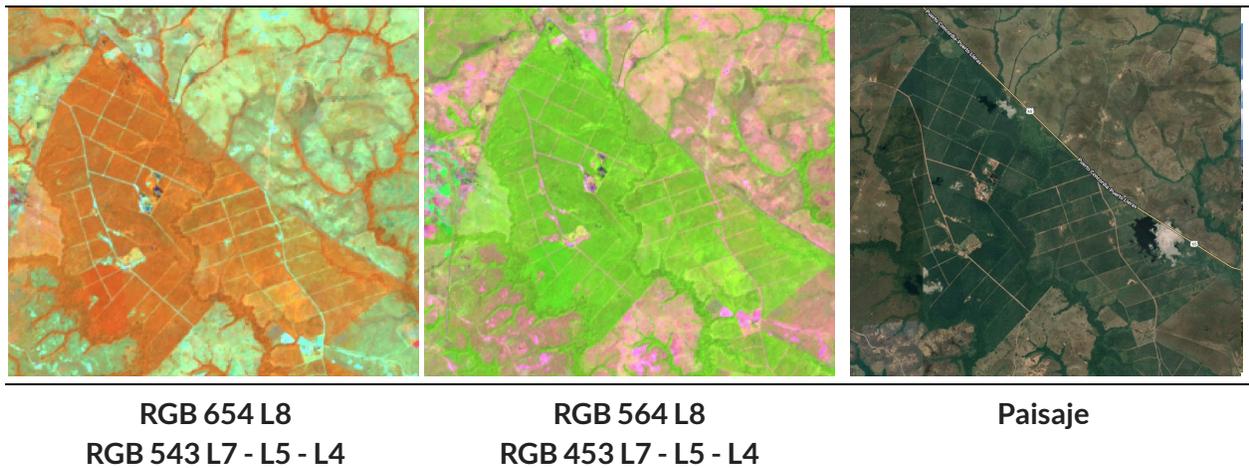
**Figura 12.** Respuesta espectral de una chagra en la región Amazonía .Puerto Colombia - Guainía, Año: 2024, Escala: 200 m, Coordenadas:-68.92291 W, 2.41896 N

- **Palma aceitera (ID 35)**

En la amazonia colombiana, la presencia de cultivos de palma aceitera se restringe a zonas específicas adyacentes a la región de la Orinoquía. El mapeo de esta clase en el transversal de agricultura se enfocó en los primeros estadios de desarrollo, en los cuales su respuesta espectral presenta tonalidades más intensas que no suelen confundirse con otras coberturas, y se complementa desde un transversal propio empleando la misma metodología de clasificación usada para la clase agricultura; Composición de mosaicos, flujo de scripts, estructura de código, índices, y combinaciones de banda. Esto permitió una mejor discriminación de los cambios que se presentan por las dinámicas de siembra y aprovechamiento.

En primera instancia se identificaron las regiones que reportaban presencia de palma con base en las colecciones anteriores y capas de referencia, sobre las cuales se procedió a sortear muestras de entrenamiento y muestras complementarias por deltas de años para mejorar la clasificación, posteriormente se aplicaron filtros para rellenar los vacíos de información y reducir errores que pudieran persistir. Es importante resaltar que durante el proceso de integración, se dio prioridad a la capa de palma sobre la clase de agricultura.

La figura 8 muestra la respuesta espectral típica de un cultivo de palma de aceite en su estado maduro. En la combinación de bandas RGB 654 Landsat 8 y 543 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 se destaca por tonos rojos oscuros y anaranjados. Para el caso de la combinación RGB 564 Landsat 8 y RGB 453 Landsat 7, Landsat 5 y Landsat 4 sus tonos varían desde verdes brillantes a oscuros. Su geometría es distintiva porque tiene patrones geométricos, donde se identifican las vías para aprovechamiento y abarca grandes extensiones con textura uniforme.



**Figura 13.** Respuesta espectral de un cultivo de palma en Puerto Rico, Meta., Año: 2024, Escala: 500 m, Coordenadas: -73.1081 W, 3.03468 N

**No agricultura (ID 27):** Comprende todas aquellas coberturas que no son agricultura, tales como bosque, herbazales, infraestructura, cuerpos de agua, minería, plantaciones forestales, etc.

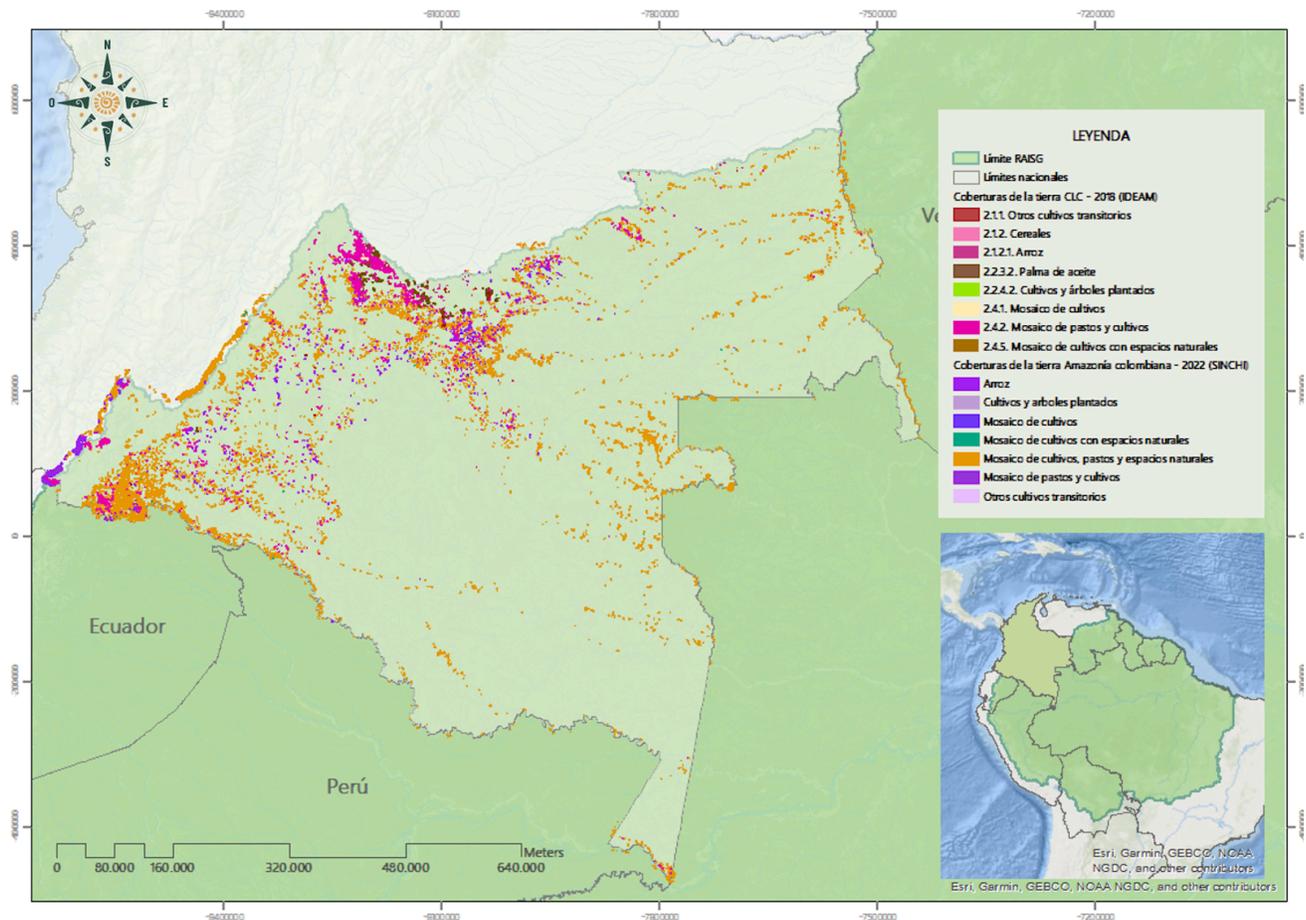
### 3.2.2. Información de referencia

En la construcción de máscaras, regiones de clasificación y colecta de muestras de entrenamiento para la clasificación, se emplearon diferentes fuentes de información relacionadas con la agricultura, tanto a nivel nacional como global. Estas fuentes de información se enlistan en la Tabla 7.

**Tabla 7.** Información de referencia implementada en el proceso de clasificación de la agricultura en la Amazonía colombiana.

Nombre	Fuente	Año
Base de datos vectorial básica. Colombia. Escala 1:100.000	Instituto geográfico Agustín Codazzi	2022
Mapa de Cobertura de la Tierra. Adaptación Corine Land Cover. República de Colombia. Escala 1:100.000. Periodo 2018	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM	2021
Capa de Coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana. Escala 1:100.000. Periodo 2022. Versión 1	Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas - SINCHI.	2023
Ecosistemas continentales, marinos y costeros de Colombia	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM	2017

En la figura 14 se muestran específicamente las capas de información secundaria de los tipos de cultivos reportados, que se usaron como apoyo en el proceso de interpretación para la toma de muestras complementarias.



**Figura 14.** Capas de referencia empleadas para la delimitación de regiones de clasificación y el mapeo de la agricultura en la Amazonía colombiana.

### 3.2.3. Regiones de clasificación

Las regiones de clasificación son áreas delimitadas bajo determinados criterios, que facilitan el procesamiento en la nube y la clasificación de la cobertura mediante la fragmentación del área total en unidades más pequeñas y la agrupación de zonas con dinámicas y características similares, como la intensidad de la actividad agrícola o los tipos de cultivo. Esta subdivisión no obedece a una zonificación biogeográfica de la Amazonía; sin embargo, se tiene en cuenta la delimitación de cuencas hidrográficas, ecosistemas de gran importancia, como las zonas de alta montaña, las sabanas de la Orinoquía y la serranía de Chiribiquete, así como la presencia de comunidades indígenas.

Para la delimitación de estas regiones se empleó como referencia la base de datos vectorial básica de Colombia a escala 1:100.000 (IGAC,2022), el Mapa de Ecosistemas Continentales y Marinos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM et al., 2017), el mapa de Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana para el año 2022. Escala: 1:100.000 del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCHI (SINCHI, 2023), y el

acumulado del transversal de agricultura obtenido en la clasificación de la colección 5 de Mapbiomas Amazonia.

Uno de los principales ajustes realizados en la presente colección fue la disminución en las regiones de clasificación, pasando de tener 70 a 44 regiones, agilizando así el proceso de interpretación. Cada una de estas regiones se nombró con un código de cinco dígitos, donde los tres primeros corresponden a la región de mosaico donde se ubican, y los dos últimos un orden secuencial que va desde 01 hasta 07 en el caso de Andes, y de 01 hasta 37 en Amazonía (Figura 15).

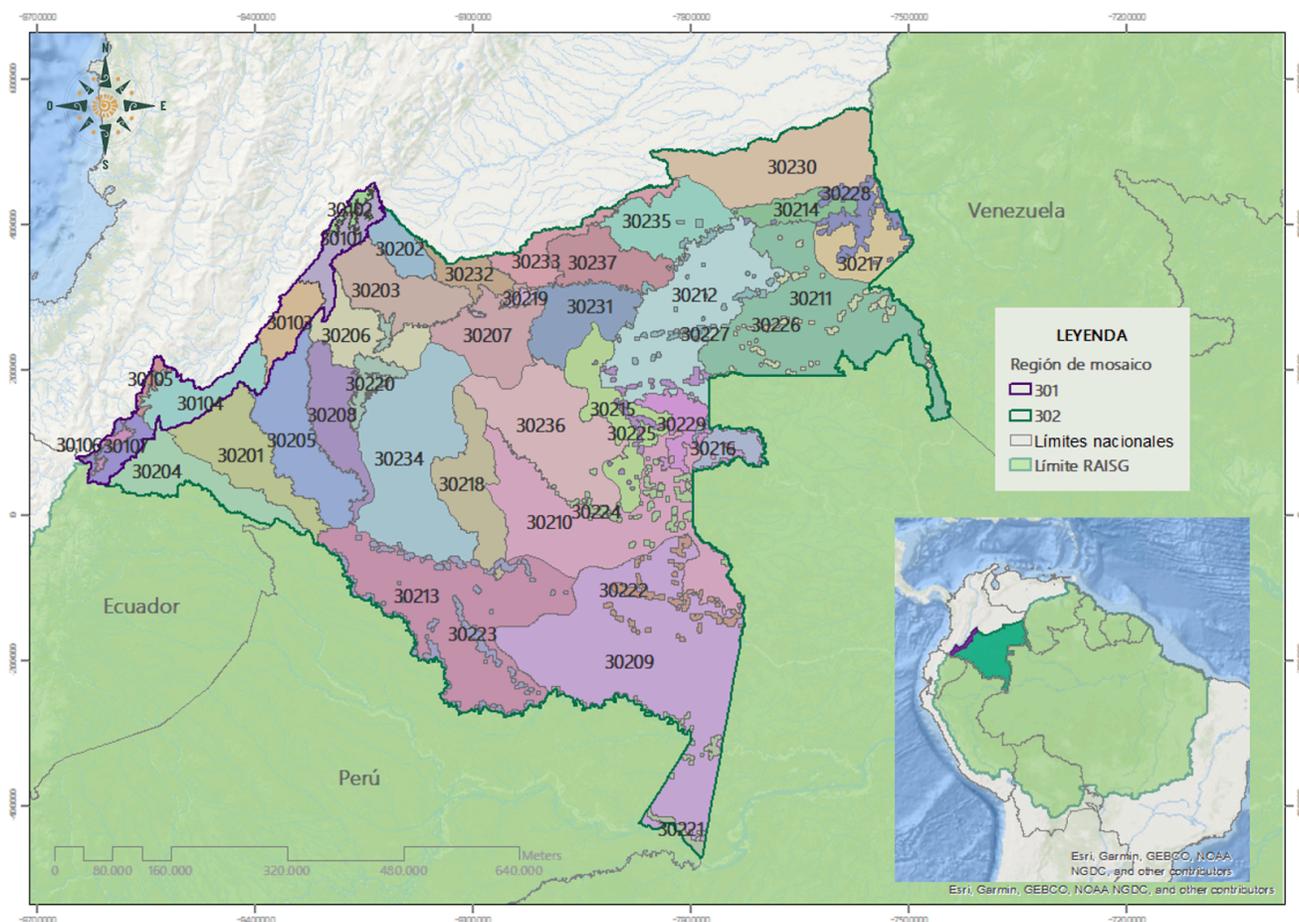


Figura 15. Regiones de clasificación empleadas para la interpretación de la agricultura en la Amazonía colombiana.

### 3.2.4. Muestras de entrenamiento y muestras complementarias

Para entrenar el algoritmo de clasificación se sortean de forma aleatoria una serie de muestras de entrenamiento de clase 18 y clase 27 sobre píxeles estables, es decir, sobre aquellos píxeles que se han mantenido en una clase durante toda la ventana temporal del mapeo, tomando como referencia el resultado de la clasificación del transversal en la colección 5 de Mapbiomas Amazonia (Figura 11). Una vez obtenido el resultado preliminar de la clasificación, se toman muestras complementarias para ambas clases a partir de los mosaicos parametrizados para la colección, con el fin de ajustar y perfeccionar el resultado final. Este proceso se realiza por región de clasificación y para cada año de la

serie, donde se definen la cantidad de árboles de decisión que usará el algoritmo según la complejidad de la misma.

Debido a la dinámica de la agricultura en la Amazonía colombiana, donde se evidencia una alternancia entre esta y el establecimiento de pastos para la ganadería o la vegetación secundaria, especialmente en zonas de comunidades indígenas, donde abandonan los cultivos para permitir la recuperación del bosque, la toma de muestras de entrenamiento a partir de píxeles estables no fue posible. Por lo tanto, para ajustar la clasificación de agricultura, se implementó principalmente la toma de muestras complementarias de clase 18 por un delta de años.

### **2.3. Post-clasificación**

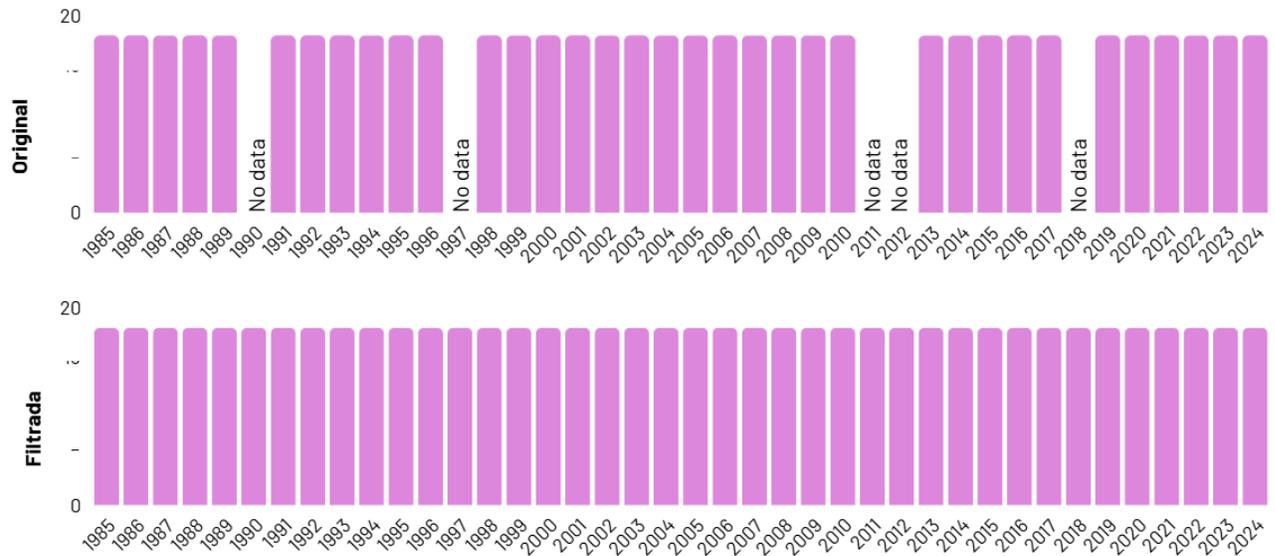
La post clasificación consiste en la aplicación de una serie de filtros de forma iterativa, los cuales permiten eliminar o aminorar la ocurrencia de inconsistencias en el mapeo, tales como los vacíos de información, ruido por calidad del mosaico e inconsistencias temporales entre clases. No existe una secuencia definida para la aplicación estos, ya que varían según el resultado de cada región de clasificación y el criterio del intérprete

A continuación se explica la funcionalidad de los filtros y se muestran algunos ejemplos de su aplicación en el tema transversal de agricultura.

#### **2.3.1. Gap Fill (Relleno de vacíos)**

El objetivo del Gap Fill es rellenar con datos de clase 18 aquellos píxeles vacíos por falta de información dentro de los mosaicos por año. De esta manera, el filtro identifica las zonas donde no existe información en los mosaicos y rellena estos píxeles de ese año con el valor de clasificación temporalmente más cercano, es decir, el valor precedente para el cual hubo una observación (Figura 11). En este procedimiento, si no hay disponibilidad de un valor en el año siguiente, entonces el espacio se reemplaza con el valor del año precedente. Se pueden utilizar hasta tres años anteriores para cubrir vacíos. Por lo tanto, las brechas solo deberían existir si un píxel dado se ha clasificado permanentemente como sin información (clase 27) en toda la serie temporal.

Este filtro es de especial utilidad en regiones severamente afectadas por nubes donde la calidad de los mosaicos no es la esperada en uno o varios años. También es un filtro de gran importancia en la obtención de datos de agricultura en el inicio de la serie temporal donde, por inconsistencias en la toma de imágenes satelitales, los años desde 1985 a 1995 pueden no tener ninguna captura satelital a lo largo de ese año.



**Figura 16.** Funcionalidad del filtro de Gapfill sobre la serie histórica de clasificación un pixel

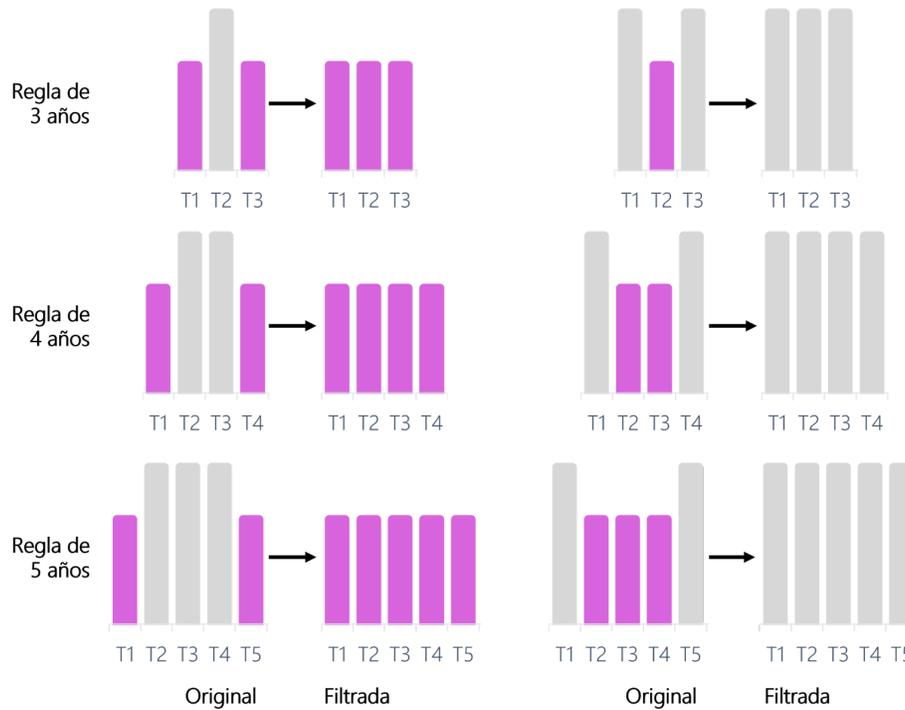
### 2.3.2. Filtro temporal

Este filtro permite la corrección de inconsistencias temporales por píxeles denominados ruido o efecto sal y pimienta, los cuales son resultado de errores de clasificación en un año específico de la serie temporal. De esta manera, el filtro temporal utiliza clasificaciones secuenciales en una ventana móvil de 3, 4 o 5 años para identificar transiciones temporalmente incoherentes.

Para lograr este objetivo, el algoritmo utiliza una serie de reglas definidas por el intérprete de cada región a través del cual define a qué cobertura darles prioridad. Estas reglas consisten en la definición de un orden de coberturas a partir de las cuales el algoritmo identifica los resultados que son ruido y los reemplaza por la clase que el intérprete definió ser la prioridad.

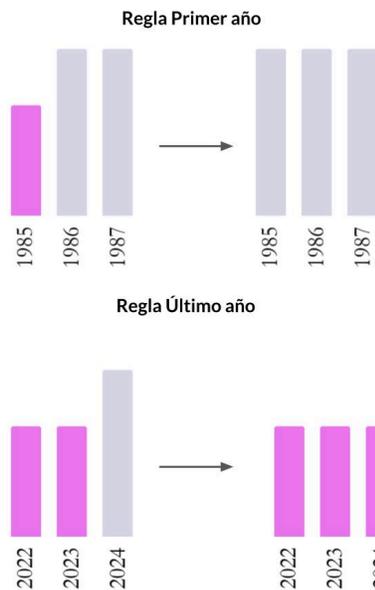
A continuación, se explican a detalle cada una de estas reglas:

- Reglas generales (RG): buscan corregir el dato de un año intermedio ( $x$ ) a partir de los resultados correspondientes de años anteriores ( $x-1$ ,  $x-2$ ,  $x-3$ ) y posteriores ( $x+1$ ,  $x+2$ ,  $x+3$ ). Esta regla permite que el filtro temporal inspeccione la posición central de los años consecutivos, y si los extremos del análisis son idénticos pero la posición central no lo es, entonces el píxel central se reclasifica hacia la clase del vecino temporal (Figura 17).



**Figura 17.** Funcionalidad del filtro temporal para la regla de los años intermedios

- Reglas de primer año (RP): actualizan el valor del primer año (1985), con base en los valores de los siguientes tres o cuatro años, esta regla busca corregir inconsistencias de la serie temporal debido a falta de información para 1985 (figura 18).
- Reglas de último año (RU): buscan actualizar el valor del último año (2024) mediante valores de clasificaciones de años que le preceden (figura 18).



**Figura 18.** Funcionalidad del filtro temporal para la regla del primer y último año

La articulación de estas reglas junto con el análisis realizado por el intérprete dan como resultado la corrección de algunos años, ya sea por omisión o comisión (Figura 19).



**Figura 19.** Ejemplo de la aplicación del filtro temporal

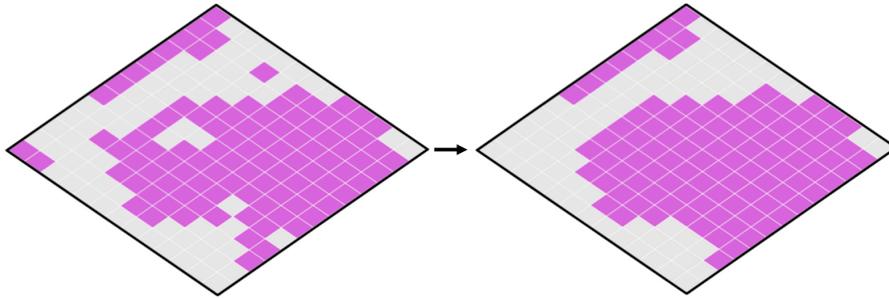
### 2.3.2.1. Filtro temporal ajustado

Adicionalmente, se realizó un ajuste en el filtro temporal para delimitar mediante una geometría el área de trabajo, restringiendo el funcionamiento del filtro en zonas específicas que lo requieran y no en toda la región por defecto, esto evita sobreestimaciones y/o subestimaciones donde las dinámicas del territorio son cambiantes y no tienen una tendencia marcada.

### 2.3.3. Filtro espacial

El objetivo del filtro espacial es reducir la cantidad de píxeles aislados y/o discontinuos. Este filtro está basado en el parámetro "connectedPixelCount", cuya función es identificar un conjunto de píxeles que comparten el mismo valor. Aquellos píxeles vecinos que cumplen que son igual o menores al parámetro definido por el intérprete son reclasificados con el valor de la matriz circundante, es decir, la cobertura predominante (Figura 20).

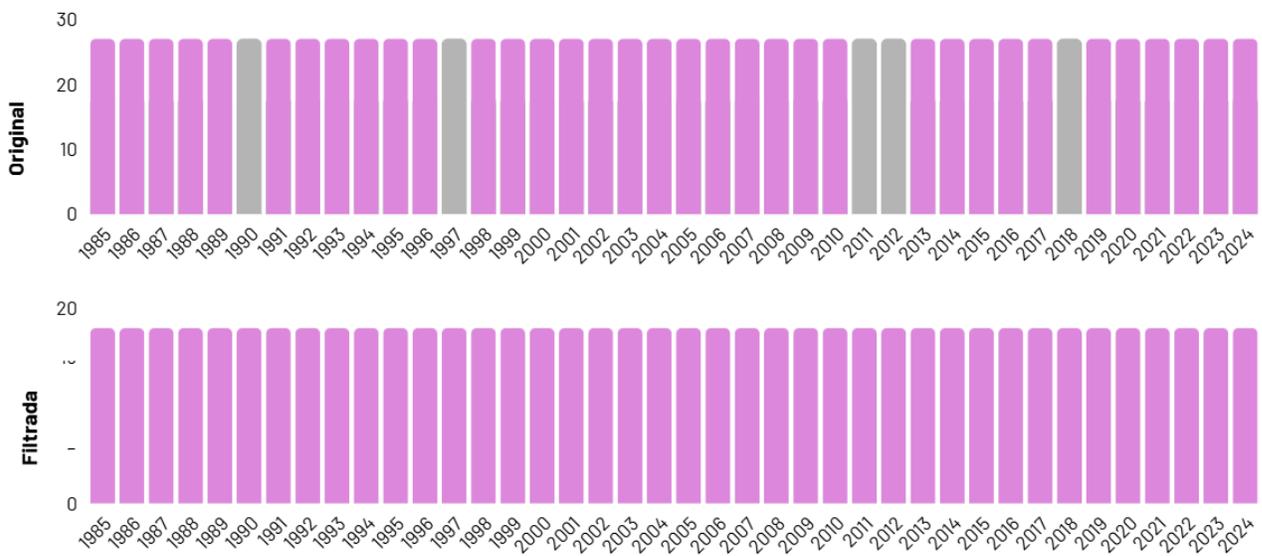
Si bien el intérprete tiene la posibilidad de ajustar el valor del parámetro "connectedPixelCount", para la clase de agricultura la conexión de píxeles mínima establecida es de 5 píxeles (aprox. 0.5 ha) debido a la dinámica agrícola del país donde predomina una abundante parcelación de cultivos familiares dedicados al pancoger embebidos en una matriz de otras coberturas.



**Figura 20.** Funcionalidad del filtro espacial

### 2.3.4. Filtro de frecuencia

Este filtro considera el porcentaje de ocurrencia de la clase 18 o 27 a lo largo de la serie temporal para normalizar la trayectoria histórica de la clase. De esta manera ayuda a reducir oscilaciones temporales asociadas a dinámicas naturales que son clasificadas erróneamente como una clase distinta o un cambio de clase clasificando las id naturales más consistentemente disminuyendo la frecuencia de falsos positivos relacionados a dinámicas naturales (Figura 21).

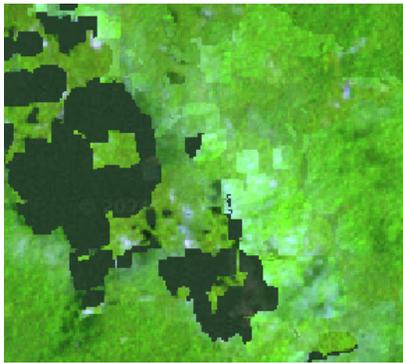


**Figura 21.** Funcionalidad del filtro de frecuencia sobre la serie histórica de clasificación de un pixel

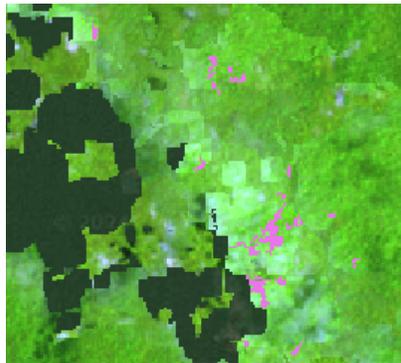
Ahora bien, dependiendo de si la corrección desea mejorar la comisión u omisión de agricultura en las regiones, el filtro de frecuencias puede dar prioridad, ya sea a la clase 27 u clase 18, dependiendo del análisis realizado por el intérprete. A continuación, se muestran ejemplos de este filtro.

#### 2.3.4.1. Filtro de frecuencias 27

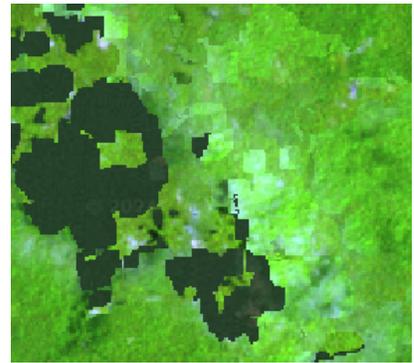
Se usó para corregir la comisión de clasificación por ruido generado por tonos brillantes a los mosaicos los cuales, no necesariamente hacen referencia a agricultura (Figura 22).



RGB 654 L8 - L9  
RGB 543 L7 - L5 - L4



Sin filtro



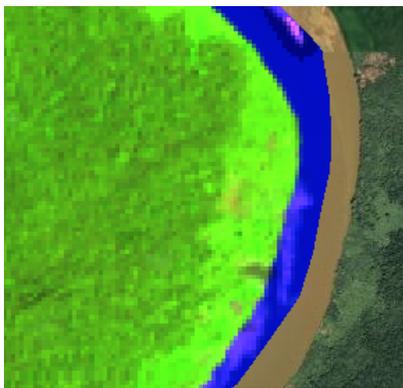
Con filtro

---

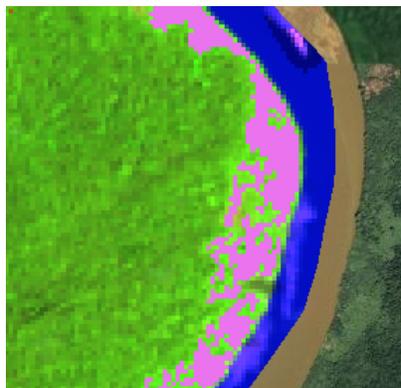
**Figura 22.** Funcionalidad del filtro de frecuencia 27.

#### 2.3.4.2. Filtro de frecuencias 18

Se usó para corregir omisión por tonalidad del mosaico en zonas donde los cultivos no tienen alto dinamismo, es decir, que el comportamiento de agricultura manifiesta una tendencia incremental y de expansión hacia los últimos años, se aplicó el filtro con el fin de regular el aumento consistente de los píxeles de agricultura y evitar fluctuaciones anómalas de un año a otro (Figura 23).



RGB 654 L8 - L9  
RGB 543 L7 - L5 - L4



Sin filtro



Con filtro

---

**Figura 23.** Funcionalidad del filtro de frecuencia 18.

## 2.4. Integración

Luego de la aplicación de la secuencia de filtros en la etapa de post Clasificación, los temas transversales y el mapa general de la Amazonía son integrados. Esta Integración depende de una serie de reglas jerárquicas específicas que asignan un orden de prevalencia. Como resultado de esta etapa se obtienen los mapas anuales de agricultura.

Colección 6	ID	Capa	Prevalencia ID Colombia
			General
Minería	30	Transversal	1
Infraestructura urbana	24	Transversal	2
Silvicultura	9	General	3
Playa, duna o banco de arena	23	General	4
Río, lago u océano	33	General	5
Palma aceitera	35	General	6
Agricultura	18	Transversal	7
Pasto	15	Transversal	8
Mosaico de agricultura y/o pastos	21	General	9
Afloramiento rocoso	29	General	10
Otra área sin vegetación	25	General	11
FNNF inundable	11	Transversal	12
Formación natural no forestal	13	General	13
Formación campestre o herbazal	12	General	14
Bosque inundable	6	Transversal	15
Formación forestal	3	General	16

#### 4. Referencias

- Acosta Muñoz , L. E., Hernández, D. M., Iván García, O., Guhl Samudio, J. F., & Jaramillo Hurtado, L. F. (2024). Entre la Sostenibilidad y la Tradición, Un Estudio Comparativo de Cultivos Itinerantes en la Región Sur y Nor Oriental de la Amazonia Colombiana . *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(5), 5864-5893. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i5.14011](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14011).
- Arango, N., Gómez, M., & Torres, A. (2020). *Agrobiodiversidad en la Amazonia colombiana*. Universidad Nacional.
- Corazón de la Amazonia. (2022). Plátano y sistemas agroforestales. <https://www.corazondelaamazonia.org>
- Corazón de la Amazonía. (2023, 16 noviembre). La chagra. <https://www.corazondelaamazonia.org/post/la-chagra-1>
- Fajardo, D. (2009). La Amazonia colombiana en la nueva fase agrícola. Echeverri, JA & C Pérez. *Amazonia colombiana. Imaginarios y realidades*. Cátedra de Sede Jorge Eliecer Gaitán. Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá, 365-389.
- Alianza por los Bosques Tropicales TFA. (2020). *Estudio de Línea Base: Cacao de Origen Amazónico Brasil, Colombia y Perú*. <https://cerodeforestacioncolombia.co/wp-content/uploads/2021/03/Estudio-de-Linea-Base-Cacao-Origen-Amazonico-2020.12.21.pdf>
- Arauco, R., Brack, A., & Yucra, H. (2005). *Importancia estratégica de la Amazonía*. 2(3).
- Aroca Cacaís, Y. G., García Capdevilla, D. A., & Stefanny Alexandra, G. O. (2024). *Producción de caña y extracción de su jugo en Florencia, Caquetá*. 12(22), 149-163. <https://doi.org/10.53995/23463279.1775>
- Castro Rodríguez, S. Y., Barrera García, J. A., Carrillo Bautista, M. P., & ; Hernandez Gomez, M. S. (2015). *Asái (Euterpe precatoria): Cadena de valor en el sur de la región amazónica*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas- Sinchi.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2014). *Censo Nacional Agropecuario*. <https://www.dane.gov.co/files/images/foros/foro-de-entrega-de-resultados-y-cierre-3-censo->

nacional-agropecuario/CNATomo2-Resultados.pdf

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA)*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/agropecuario/encuesta-nacional-agropecuar-ena>

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Agencia de Desarrollo Rural. (2021). *PLAN INTEGRAL DE DESARROLLO AGROPECUARIO Y RURAL CON ENFOQUE TERRITORIAL - DEPARTAMENTO DEL CAQUETÁ*.

<https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Tomo-1-CAQUETA.pdf>

IDEAM, I. de H., Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Humboldt, I. de I. de R. B. A. von H., INVEMAR, I. de I. M. y C. J. B. V. de A., & IGAC, I. G. A. C. (2017). *Mapa de Ecosistemas Continentales, costeros y Marinos de Colombia. Escala 1:100.000*.

<https://www.andi.com.co/Uploads/MapaEcosistemas2017.pdf>

Instituto SINCHI. (2020). *Evaluación de la cadena productiva forestal (productos maderables y no maderables) en la amazonia intervenida y diseño de estrategias competitivas y empresariales para fortalecerlas*. [https://sinchi.org.co/files/gef/GEF-Cadena%20Forestal\\_web.pdf](https://sinchi.org.co/files/gef/GEF-Cadena%20Forestal_web.pdf)

Isaza Aranguren, C., Galeano, G., & Bernal, R. (2014). *MANEJO ACTUAL DEL ASAÍ (Euterpe precatoria Mart.) PARA LA PRODUCCIÓN DE FRUTOS EN EL SUR DE LA AMAZONIA COLOMBIANA*. 17(1), 77-99.

Molina Guerrero, N. (2020). *Caucho y coca: Una aproximación a la economía extractiva y su incidencia en los procesos sociales en la amazonía colombiana*. 23(23), 157-168.

Oficina de las Naciones Unidas contra la Droga y el Delito (UNODC). (2024). *Monitoreo de los territorios con presencia de cultivos de coca en 2023. Resumen Ejecutivo*.

<https://www.unodc.org/rocol/uploads/res/noticias/colombia/monitoreo-de-territorios-con-pr>

esencia-de-cultivos-de-coca-2023\_html/Resumen\_ejecutivo\_COL2023\_21102024.pdf

Orozco González, M. M. (2022). *Priorización de alternativas productivas y diagnóstico del mercado agropecuario para el departamento del Guaviare*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas SINCH.

[https://upra.gov.co/Kit\\_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/GUAVIARE/Priorizaci%C3%B3n%20de%20Alternativas%20Productivas%20y%20Diagn%C3%B3stico%20del%20Mercado%20Agropecuario%20para%20el%20Departamento%20de%20Guaviare.pdf](https://upra.gov.co/Kit_Territorial/2-%20Informaci%C3%B3n%20por%20Departamentos/GUAVIARE/Priorizaci%C3%B3n%20de%20Alternativas%20Productivas%20y%20Diagn%C3%B3stico%20del%20Mercado%20Agropecuario%20para%20el%20Departamento%20de%20Guaviare.pdf)

Osorio Moreno, V. E., Morales Puentes, M. E., & Varón Debia, E. H. (2001). *Uva caimaroná, Pourouma cecropiaefolia Mart.* Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA.

<https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/35716>

Patrimonio natural, F. para la biodiversidad y áreas protegidas. (2013). *AMZONÍA POSIBLE Y SOSTENIBLE*.

SIAT-AC. (2023). *Atlas de conflictos socioambientales de la Amazonia colombiana. Presiones Socioambientales: Cultivos ilícitos*.

[https://siatac.co/Documentos/Atlas/psa/03\\_Atlas\\_PSA\\_cultivos\\_ilicitos.pdf](https://siatac.co/Documentos/Atlas/psa/03_Atlas_PSA_cultivos_ilicitos.pdf)

Triana-Moreno, A., Rodríguez, N. C., & Garcia, J. (2006). *Dinámica del sistema agroforestal de chagras como eje de la producción indígena en el Trapecio Amazónico (Colombia)*.

<http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v24n1/v24n1a18.pdf>

UNODC. (2024). *Monitoreo de los territorios con presencia de cultivos de coca en 2023*. Resumen Ejecutivo. Bogotá. Obtenido de: unodc