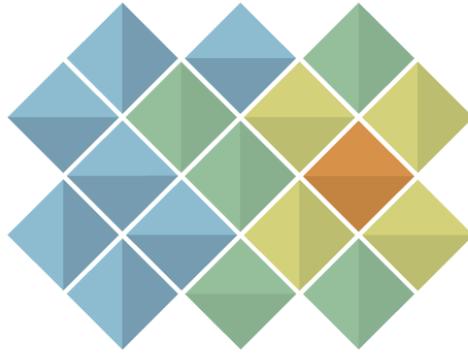


RAISG

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN  
SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA



# MAPBIOMAS

[AMAZONIA]

*Ecuador -Apéndice*

**Colección 2**

**Versión 1.0**



**Julio de 2020**

## **Equipo de Especialistas**

*Especialistas en mapeo*

María Olga Borja

Sylvia Villacís

Rodrigo Torres

*Responsable del componente técnico del proyecto RAISG-MapBiomias para la Amazonía ecuatoriana*

María Olga Borja

*Coordinadora del proyecto RAISG-MapBiomias en Fundación EcoCiencia*

Carmen Josse

### **Institución:**

Fundación de Estudios Ecológicos EcoCiencia



San Ignacio E12-143 y Humboldt.

Edificio Carmen Lucia Dept. 1

(Sector González Suárez - Norte de Quito).

Quito-Ecuador

+593 2 2523 066

<http://ecociencia.org>

### **Cómo citar:**

Borja, M. O., S. Villacís, R. Torres, & C. Josse. (2020). Documento de Bases Teóricas de Algoritmo (ATBD) RAISG-MapBiomias Amazonía Colección 2, Ecuador - Apéndice Colección 2 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso del Suelo de la PanAmazonía.

# Índice

<b>Lista de Tablas</b>	<b>3</b>
<b>Lista de Figuras</b>	<b>3</b>
<b>1. Características generales del país</b>	<b>1</b>
1.1. Biomas de Ecuador	1
1.1.1 Bioma Andes	3
1.1.2. Bioma Amazonía	4
<b>2. Otras iniciativas nacionales de mapeo</b>	<b>5</b>
2.1 Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental escala 1:100.000	5
2.2 Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra escala 1:25.000	6
2.4 Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 2000-2017 de la PanAmazonía	9
<b>3. Diferencias metodológicas de la Colección 2 específicas a la Amazonía ecuatoriana.</b>	<b>10</b>
3.1 Generación de mosaicos Landsat	10
3.2 . Clasificación	13
3.2.1 Leyenda	13
3.2.2 Regiones de clasificación	17
3.2.3 Colecta de muestras estables y parámetros de clasificación	18
3.3 Post-clasificación	20
3.3.1 Filtro temporal	20
3.3.2 Filtro espacial	21
3.3.3 Filtro para relleno de vacíos (GapFill)	21
3.3.3 Filtro de frecuencia y filtro de incidentes	21
<b>3.4 Temas transversales</b>	<b>21</b>
<b>3.5 Integración</b>	<b>22</b>
<b>4. Referencias</b>	<b>23</b>
<b>5. Anexos</b>	<b>24</b>
Anexo 1: Leyenda de ecosistemas de Ecuador	24
Anexo 2: Leyenda temática del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental (MAE-MAGAP, 2017) Nivel I y II	26
Anexo 3: Feature space de la Colección 2 de MapBiomias Amazonía	28

## Lista de Tablas

**Tabla 1.** Biomas y Subregiones definidas en la Amazonía ecuatoriana como parte del proyecto RAISG-MapBiomas.

**Tabla 2.** Datos cartográficos de cobertura vegetal y uso del suelo de Ecuador.

**Tabla 3.** Cantidad de mosaicos de datos de reflectancia procesados por año, considerando la partición de cartas por regiones operativas.

**Tabla 4.** Feature space o variables calculadas como parte de la Colección 2 de RAISG-MapBiomas.

**Tabla 5.** Leyenda general usada para la Colección 2 de RAISG-MapBiomas.

**Tabla 6.** Ecosistemas del Ecuador agrupados según las clases equivalentes de la leyenda RAISG-MapBiomas.

**Tabla 7.** Categorías de uso del suelo agrupadas según las categorías de la leyenda RAISG-MapBiomas.

**Tabla 8.** Regiones de mapeo definidas en el marco del proyecto RAISG-MapBiomas en la Amazonía de Ecuador.

**Tabla 9.** Parámetros de muestreo y número de árboles empleados por subregión clasificada.

**Tabla 10.** Parámetros del filtro temporal aplicados por región de mapeo en la Colección 2 de MapBiomas Amazonía en el ámbito de Ecuador.

## Lista de Figuras

**Figura 1.** Área de estudio del proyecto RAISG-MapBiomas en Ecuador.

**Figura 2.** Mapa de Regiones para la Colección 2 RAISG-MapBiomas.

**Figura 3.** Mapa oficial de Ecosistemas del Ecuador Continental. Imagen tomada del Mapa Interactivo Ambiental SUIA.

**Figura 4.** Mapa de Cobertura y uso de la tierra.

**Figura 5.** Mapas de cobertura y uso de la tierra de Ecuador 1990, 2000, 2008, 2014, 2016 y 2018.

**Figura 6.** Mapa Mural de la Colección 1 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de MapBiomas Amazonía (RAISG, 2019).

**Figura 7.** Infografía de la Colección 1 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de MapBiomas Amazonía (RAISG, 2019).

**Figura 8.** Mapa de las cartas-región utilizadas para la generación de mosaicos de imágenes satelitales para la Amazonía ecuatoriana.

**Figura 9.** Mosaicos anuales de datos de reflectancia de la Colección 2 RAISG-MapBiomas construidos para la Amazonía ecuatoriana para años seleccionados de la serie temporal de 34 años (1985-2018).

**Figura 10.** Clases mapeadas en Ecuador para la Colección 2 de RAISG-MapBiomas.

**Figura 11.** Mapa de Regiones de mapeo en la Amazonía ecuatoriana para la Colección 2 RAISG-MapBiomas.

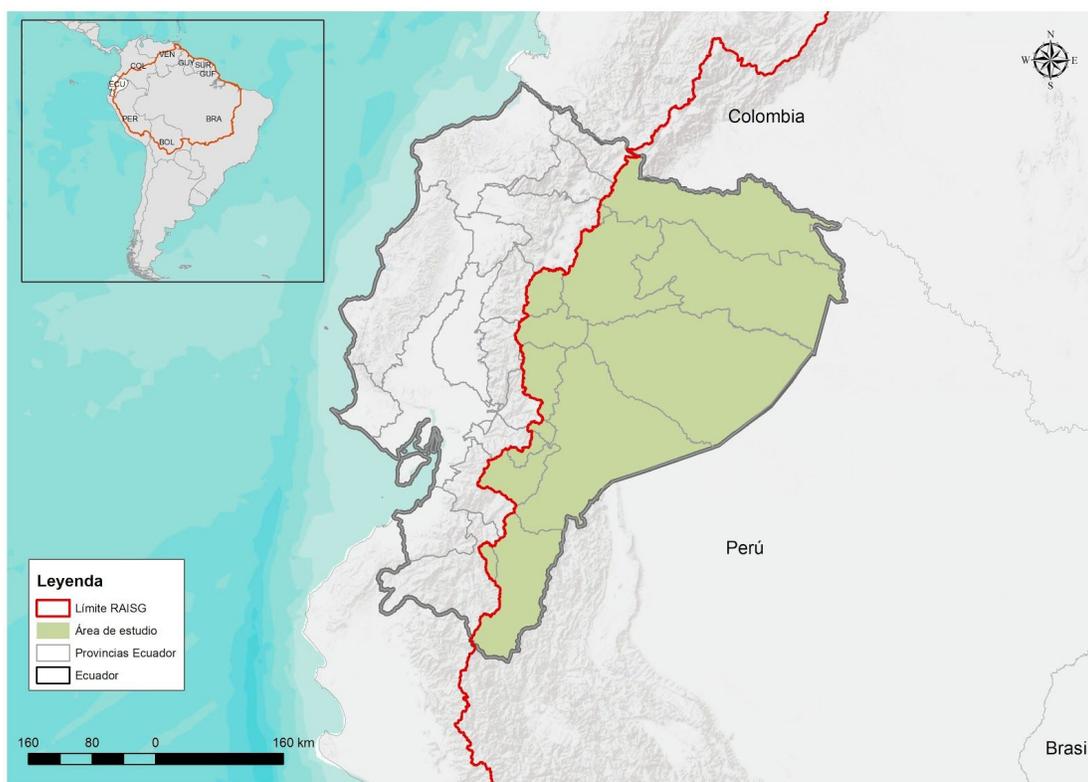
**Figura 12.** Esquema del proceso metodológico iterativo de la Colección 2 RAISG-MapBiomas.

**Figura 13.** Mapas resultantes de la integración de los resultados de mapeo de la regiones de la Amazonía ecuatoriana

**Figura 14.** Mapa regional PanAmazónico integrado para el año 2018 de la Colección 2 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de la Tierra de RAISG-MapBiomas

# 1. Características generales del país

En Ecuador, el ámbito de trabajo de la RAISG corresponde a la superficie del Ecuador continental que forma parte de la cuenca amazónica, definida a partir del límite de divisoria de aguas, obtenida de información cartográfica oficial proporcionada por SENAGUA (2014) y CONALI (2016). Este territorio cubre una extensión total de 132292 km<sup>2</sup>, equivalente al 53% del país y a 1.6% de la cuenca amazónica (Fig. 1). Según cifras oficiales, esta región contiene al menos el 74% de los bosques nativos restantes del país (Ministerio del Ambiente, 2017).



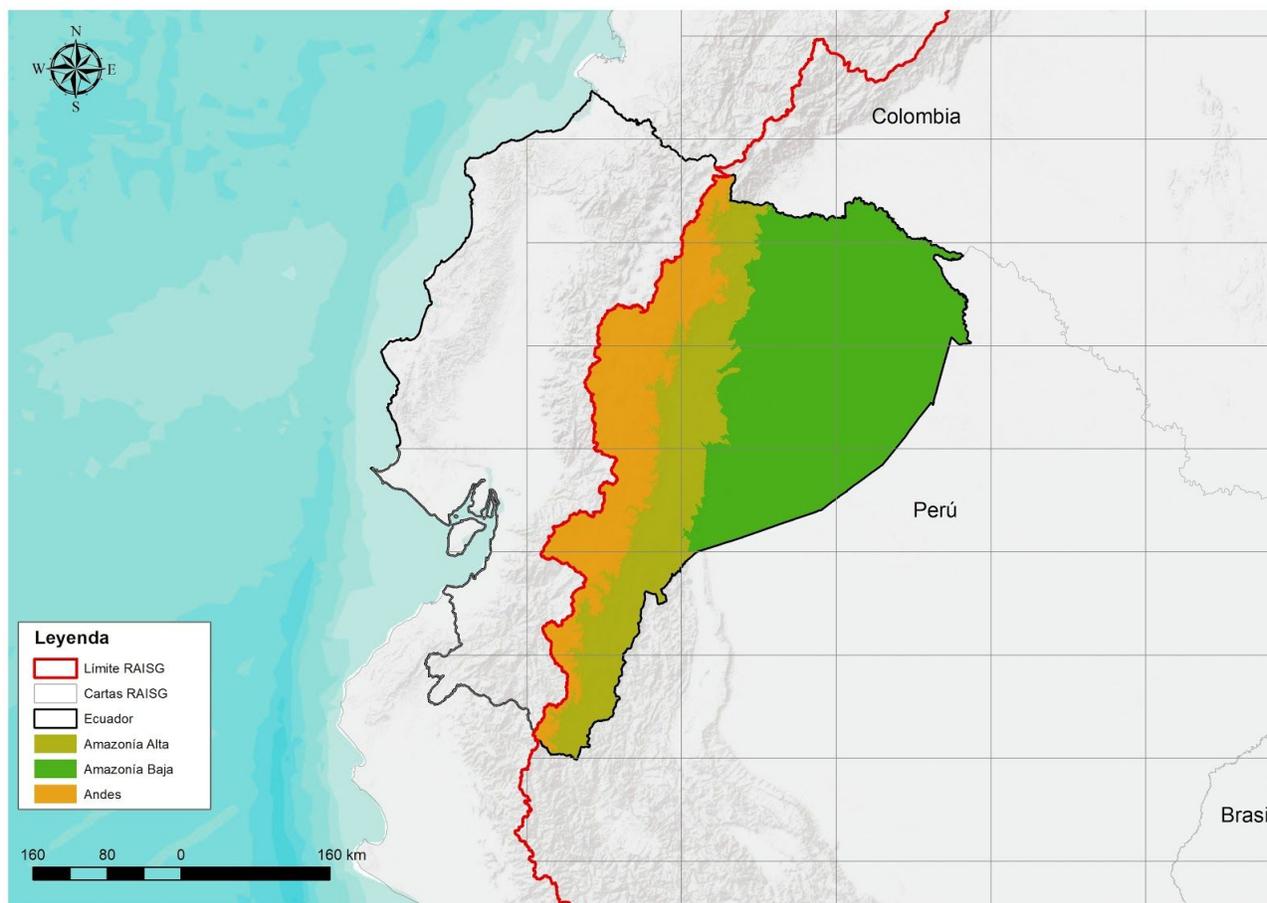
**Figura 1.** Área de estudio del proyecto RAISG-MapBiomias en Ecuador (Elaboración EcoCiencia).

## 1.1. Biomas de Ecuador

El proyecto RAISG-MapBiomias definió para la Amazonía ecuatoriana (2) biomas: Andes y Amazonía, esta última subdividida en Amazonía Alta y Baja (Figura 2, Tabla 1). Para la definición de las regiones se emplearon criterios técnicos sobre la distribución de ecosistemas a partir de los siguientes mapas nacionales de referencia:

- Sectores biogeográficos<sup>1</sup> (MAE, 2013b)
- Ecosistemas del Ecuador Continental (MAE, 2013a)
- Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. (Josse et al., 2009)
- Modelo digital de elevación SRTM de 90 m (Jarvis et al., 2008)

<sup>1</sup> Definido por MAE como: “Representación de la biogeografía del Ecuador continental, este mapa nos permite explicar las áreas de distribución de las especies de acuerdo a patrones que permiten identificar los centros de origen y dispersión de las mismas, así como comprender los patrones espaciales de la diversidad biológica. Estas unidades se basan en la fisonomía de la vegetación, criterios de paisaje, condiciones climáticas, y componentes florísticos.”



**Figura 2.** Mapa de Regiones para la Colección 2 RAISG-MapBiomos (Elaboración EcoCiencia).

**Tabla 1.** Biomas y Subregiones definidas en la Amazonía ecuatoriana como parte del proyecto RAISG-MapBiomos. Áreas medidas empleando sistema de referencia de coordenadas Sphere Sinusoidal (Elaboración EcoCiencia).

Bioma/ Subregión	Km <sup>2</sup>	%	Descripción	Motivo de separación
<b>Bioma Andes</b>	30153	22.79	Altitudes entre los 2300 - 5800 msnm. Continuidad de bosques montanos caracterizan las zonas que limitan con la Amazonía Alta. Conforme incrementa la altitud, las formaciones vegetales se reduce en porte, dando paso a arbustales, herbazales naturales y relictos de bosques adaptados a las condiciones de elevada altitud. La vegetación llega a ser nula en lugares de arenales, roca expuesta, cicatrices de eventos eruptivos y glaciares.	Sus condiciones de mayor estacionalidad y constante cobertura de nubes determinan un periodo temporal de construcción del mosaico distinto al de Amazonía. Se buscó fortalecer el mapeo de formaciones específicas a esta región (glaciares, páramos) y evitar confusión (dada la similitud espectral) entre las coberturas naturales y agricultura.

<b>Bioma Amazonía</b> Subregión Amazonía Alta	32893	24.86	Altitudes entre los 700 - 2300 msnm. Zona de transición entre la Amazonía Baja y la región andina. Caracterizada por bosques piemontanos y montano bajos y arbustales y herbazales siempreverdes montanos. Aunque de distribución restringida, existen remanentes de bosques pluviestacionales en la zona sur fronteriza con Perú caracterizados por doseles más dispersos.	Sus condiciones de vacíos de información por nubosidad constante determinan la necesidad de establecer parámetros temporales de construcción del mosaico anual más amplios. Debido a su topografía y nubosidad, presenta un aumento de sombras que dificultan la clasificación de bosques en zonas de sombra y cuerpos de agua angostos.
<b>Bioma Amazonía</b> Subregión Amazonía Baja	69246	52.34	Altitudes de 150 msnm - 700 msnm. Predominan los bosques densos siempreverdes tropicales de tierras bajas, algunos de ellos inundados e inundables, y herbazales lacustre-riparios.	Su fisiografía de llanuras y colinas ligeramente accidentadas facilitan el mapeo de sus bosques siempreverdes, cuerpos de agua anchos y zonas de uso agropecuario.
<b>Total</b>	132 292			

### 1.1.1 Bioma Andes

La región Andes cubre una superficie de 30153 Km<sup>2</sup>, equivalente al 22.79% del área de estudio (Fig. 2). Comprende los pisos bioclimáticos montano, montano alto, montano alto superior, subnival y nival (MAE, 2013c) con altitudes entre los 2300 y 5800 m.s.n.m. aproximadamente y temperaturas que raramente sobrepasan los 25°C. Su relieve es de cordillera y serranía, con valles de origen glaciar y/o tectónicos, cuyo paisaje está compuesto por cimas de montañas, calderas, cráteres, depósitos de lava y colinas altas entre las que se ubican llanuras y extensos valles. Del deshielo de los glaciares que cubren las cimas de varios volcanes, se forman sistemas de lagunas, humedales y delgados cuerpos de agua que conforman las cabeceras de las cuencas de origen andino de la Cuenca Amazónica.

Esta región, llamada localmente la “Sierra” (para diferenciarla de la región “Costa” y de la “Oriental”), se caracteriza por la presencia de bosques montanos y de páramo y por ecosistemas no forestales como arbustales y herbazales naturales, conocidos como “páramos”, muchos de los cuales son lacustres, inundables o subnivales, cuya fenología varía entre siempreverde, siempreverde estacional y semideciduo (MAE, 2013c). La zonas que limitan con la Amazonía reciben una fuerte influencia de humedad y hay una continuidad de cobertura boscosa. Conforme incrementa la altitud, disminuye el porte y la fisionomía de la vegetación cambia, llegando a ser nula en lugares como por ejemplo en arenales, roca expuesta, cicatrices de eventos eruptivos y glaciares.

Al norte del país, la cordillera Andina presenta una rama oriental y otra occidental, en cuyo centro se ubican valles interandinos densamente poblados, ambas ramas de la cordillera presentan una alta concentración de volcanes. Conforme se avanza de norte a sur, este patrón cambia, los valores de altitud máxima de la cordillera se reducen y el macizo occidental pierde altura considerablemente a la latitud del Golfo de Guayaquil, punto que corresponde a la división entre los Andes septentrionales al norte y los Andes centrales al sur, cuyos orígenes geológicos son diferentes (Cuesta et al. 2009).

Las laderas de los valles interandinos presentan alternancia entre períodos secos y húmedos con gran influencia de efecto de sombra de lluvia.

La zona andina de Ecuador ha sido ampliamente transformada a zonas urbanas, infraestructura y, por la calidad de sus suelos a usos agropecuarios. Parte de estas zonas transformadas presentan actualmente bosques de especies introducidas, algunas con fines comerciales o estéticos (principalmente de eucalipto *Eucalyptus* spp y pino *Pinus* spp).

### 1.1.2. Bioma Amazonía

El bioma “Amazonía” comprende la región “Amazonía Alta” y “Amazonía Baja”. La región *Amazonía Alta* abarca 32893 Km<sup>2</sup>, lo que corresponde al 24.86.% del total del área de estudio (Fig. 2). Comprende las estribaciones de la cordillera Andina y zonas de transición a tierras bajas de la Amazonía, en las que se encuentran los pisos bioclimáticos piemontano, montano bajo y montano (MAE, 2013c) con altitudes entre los 700 y 2300 m.s.n.m. aproximadamente. Su relieve es piedemonte y cordillera, caracterizado por terrenos escarpados con empinadas pendientes y quebradas profundas. Debido a su topografía, los suelos de las estribaciones sufren deslizamientos de tierra frecuentes, exacerbados por efecto de procesos antropogénicos de deforestación y erosión del suelo.

Son zonas hiperhúmedas, caracterizadas por lluvia intensa y casi constante, nubosidad permanente y bajas temperaturas. Dada la influencia orográfica de la zona, estos ecosistemas captan grandes volúmenes de agua de la neblina que en ellos se acumula (fenómeno conocido como precipitación horizontal o lluvia incidental), lo que ha llevado a que los bosques de esta región, o “bosques montanos de los Andes del Norte” (Cuesta et al. 2009) sean conocidos como ‘bosque pluviales’, ‘bosques de niebla’ o ‘de neblina’. El porte promedio de estos bosques está entre los 20 a 30 metros y su fenología es siempreverde. Los valores de humedad se reducen latitudinalmente en la región Amazonía Alta, alcanzando sus menores valores en zonas de frontera con Perú donde se encuentran remanentes de bosques siempreverde estacionales de distribución restringida. En porciones de esta región también se encuentran arbustales y herbazales siempreverdes montanos, especialmente en zonas donde se alcanza mayores valores de altitud como ramales de la cordillera de los Andes o en la cima de cordilleras propiamente amazónicas.

Los ecosistemas de esta región juegan un rol especialmente importante como reguladores del flujo hídrico local y regional. Además, en esta región se encuentran los bosques más biodiversos. Sin embargo, ésta región concentra también los ecosistemas más frágiles, en peligro de desaparecer debido al actual y creciente transformación de bosques a pastizales, cultivos y poblados por efectos de la ocupación humana. En el caso de Ecuador, ciertas porciones de estos ecosistemas se encuentran dentro de áreas protegidas; sin embargo, donde no existen estas figuras de conservación, el grado de transformación es tan elevado que los bosques están restringidos a laderas con topografía accidentada o donde el suelo no es apto para la agricultura.

La región *Amazonía Baja* abarca 69246 Km<sup>2</sup>, lo que corresponde al 52.34 % del total del área de estudio (Fig. 2). Comprende el piso bioclimático de tierras bajas de la Amazonía ecuatoriana (MAE, 2013c), con altitudes entre los 700 y 100 m.s.n.m. aproximadamente. Su relieve es de piedemonte periandino, penillanura y llanura, cuya topografía varía entre zonas de mesetas y colinas medianas a planicies y terrazas. Por efecto de su topografía y de abundantes precipitaciones, son regiones susceptibles de inundación, inundables estacionalmente o inundadas permanentemente. Se caracteriza por la predominancia de bosques densos siempreverdes tropicales de tierras bajas, algunos de ellos inundados e inundables, portes que superan los 30 metros, además de herbazales lacustre-riparios.

## 2. Otras iniciativas nacionales de mapeo

Las iniciativas más recientes y de carácter oficial de generación de información cartográfica a nivel nacional de mapeo de la cobertura vegetal y de uso en Ecuador se resumen en la tabla a continuación y se detallan más adelante.

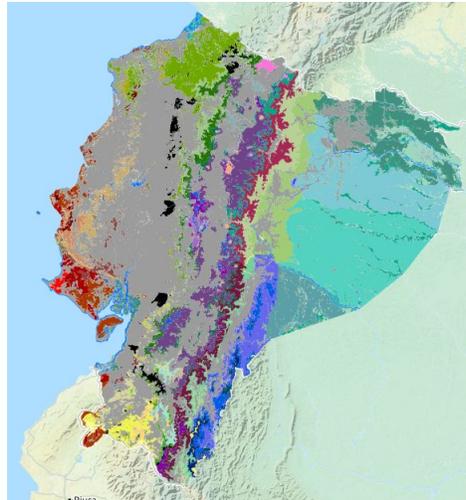
**Tabla 2.** Datos cartográficos de cobertura vegetal y uso del suelo de Ecuador (Elaboración EcoCiencia).

Mapa	Referencia	Descripción	Escala	Año mapeado
Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental	MAE, 2013	Distribución espacial de los ecosistemas remanentes al 2012 del Ecuador continental para áreas con cobertura natural.	1:100.000	2012
Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra	MAGAP, SIGTIERRAS, IEE 2009-2015	Información detallada de los sistemas productivos, cobertura del suelo, tamaño de la parcela, y temporalidad del cultivo.	1:25.000	Entre 2009 a 2015, dependiendo del cantón
Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) del Ecuador Continental	MAE, MAGAP, 2016 MAE, MAGAP, 2017 MAE, MAGAP, 2019	A un 1er nivel mapea las 6 clases definidas por el IPCC (bosque, tierra agropecuaria, vegetación arbustiva y herbácea, cuerpo de agua, zona antrópica y otras tierras). A un 2do nivel define a mayor detalle 16 clases de cobertura y uso de la tierra.	1:100.000	1990, 2000, 2008, 2014, 2016, 2018
Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 2000-2017 de la PanAmazonía	RAISG-MapBiomás Amazonía, 2019	Mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Pan Amazonia para el periodo 2000 a 2017. Los mapas se generaron a partir de la clasificación de imágenes de satélite Landsat empleando mapas de decisión empíricos.		Anual, 2000 a 2017

### 2.1 Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental escala 1:100.000

El mapa de ecosistemas fue elaborado en el 2013 por el Ministerio de Ambiente del Ecuador a escala 1:100.000 (MAE, 2013a). Este mapa provee información detallada sobre la caracterización, localización y distribución espacial de los ecosistemas remanentes al 2012 del Ecuador continental para áreas con cobertura natural permitiendo distinguir tipos de formaciones naturales forestales y no forestales de áreas intervenidas. La metodología desarrolló un modelo biofísico a partir de factores ambientales bióticos y abióticos relevantes para la distribución de ecosistemas, cuya delimitación se apoyó en información sobre cobertura del suelo derivada de la interpretación de imágenes satelitales. El mapa presenta un sistema de clasificación jerárquica anidada. El mapa define 87 ecosistemas para la totalidad del territorio nacional continental, cuyo detalle puede ser revisado en el Anexo 1 del presente documento. Descrito por MAE como: “Esta cobertura representa la caracterización,

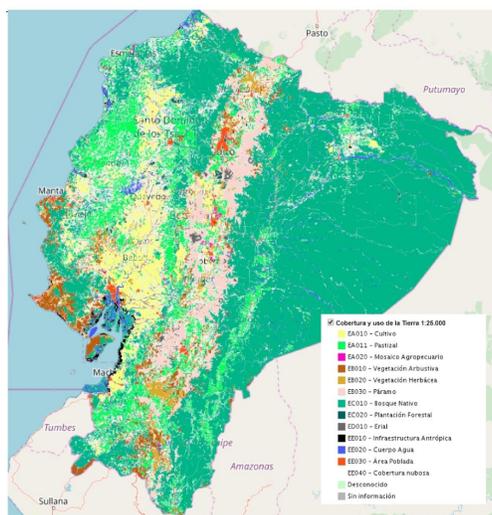
localización y distribución de los ecosistemas del Ecuador Continental al año 2012. Elaborado a escala 1: 100 000 a partir de modelamientos biofísicos, interpretación de imágenes satelitales (2010-2012) y validación en campo. Es un insumo base para explicar el estado de la biodiversidad a través de distintos tipos de análisis y una herramienta para facilitar la gestión y creación de políticas coherentes con el adecuado uso y manejo de los recursos naturales.” Estos datos están disponibles para descarga en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal>



**Figura 3.** Mapa oficial de Ecosistemas del Ecuador Continental. Detalle de la leyenda se encuentra en el Anexo 1 a este documento. Imagen tomada del Mapa Interactivo Ambiental SUJA.

## 2.2 Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra escala 1:25.000

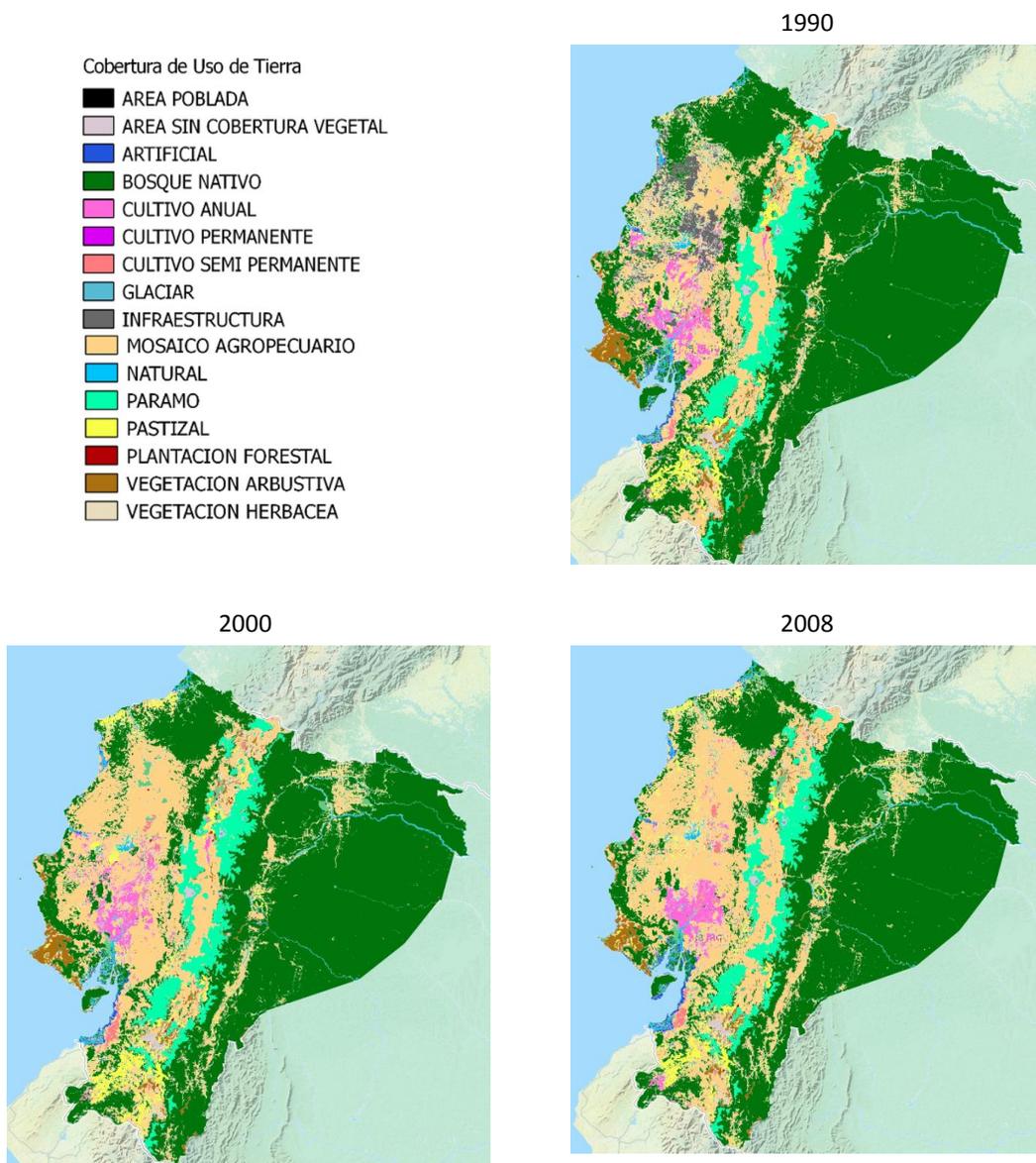
El mapa de cobertura y uso de la tierra a escala 1:25.000 es un producto creado a nivel nacional desde el año 2009 al 2015, en un trabajo colaborativo entre Ministerio de Ganadería ex MAGAP, SIGTIERRAS y el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE) y SENPLADES 2017. La información fue generada a nivel cantonal, con una periodicidad distinta para cada cantón dentro del periodo mencionado. Este mapa proporciona información detallada de los sistemas productivos, cobertura del suelo, tamaño de la parcela, y temporalidad del cultivo. En el 2017 el Ministerio de Agricultura homologó la información cantonal generando el mapa de cobertura y uso de la tierra nacional.

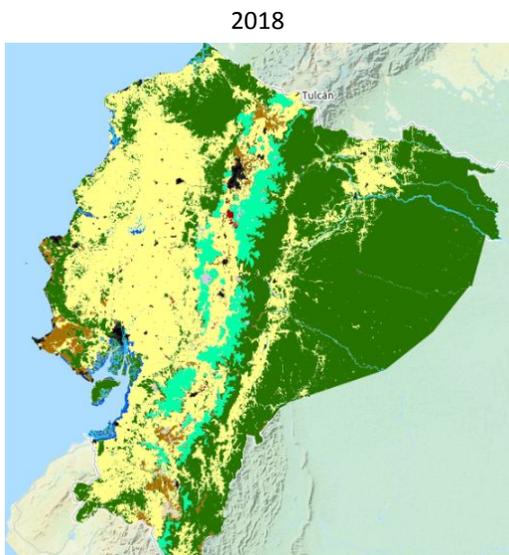


**Figura 4.** Mapa de Cobertura y uso de la tierra. Detalle de la leyenda se encuentra en el Anexo 2 a este documento. Imagen tomada del Geoportal del Ministerio de Agricultura y Ganadería

### 2.3 Mapas de Cobertura y Uso de la Tierra (CUT) del Ecuador Continental escala 1:100.000

Los mapas de cobertura y uso de la tierra generados por el Ministerio de Ambiente y MAGAP (2014) para los años 1990, 2000, 2008, 2014, 2016 y 2018 a nivel nacional continental, identifican unidades con características comunes, desde bosques, zonas agrícolas y zonas transformadas a escala 1:100.000. Los mapas generados cuentan con dos niveles de detalle: a) nivel I corresponde a las 6 clases definidas por el IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático); b) el nivel II corresponde a 16 clases (más detalladas) acordadas en mesas de diálogo intersectoriales. Disponible para descarga en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>





**Figura 5.** Mapas de cobertura y uso de la tierra de Ecuador 1990, 2000, 2008, 2014, 2016 y 2018. Imágenes tomadas del Mapa Interactivo Ambiental SUIA.

## 2.4 Colección 1 de Mapas anuales de Cobertura y Uso del Suelo 2000-2017 de la PanAmazonía

En el 2019, RAISG presentó su colección de mapas anuales de cobertura y uso del suelo de la Pan Amazonia: Mapbiomas Amazonía. Se generó a partir de la clasificación de imágenes de satélite Landsat desde el 2000 al 2017. El proyecto fue desarrollado en conjunto por los socios de RAISG en los países amazónicos siguiendo una única metodología.

Figura 6. Mapa Mural de la Colección 1 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de MapBiomas Amazonía (RAISG, 2019).

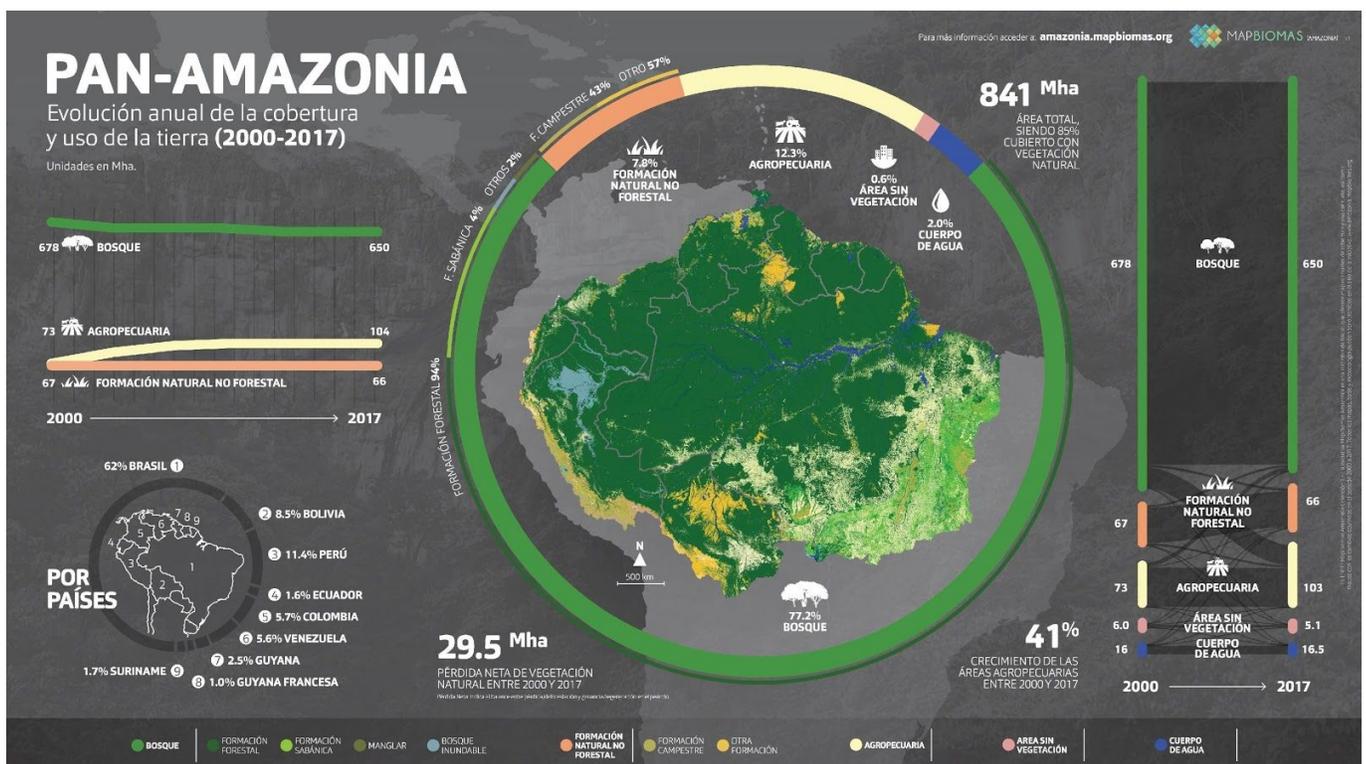


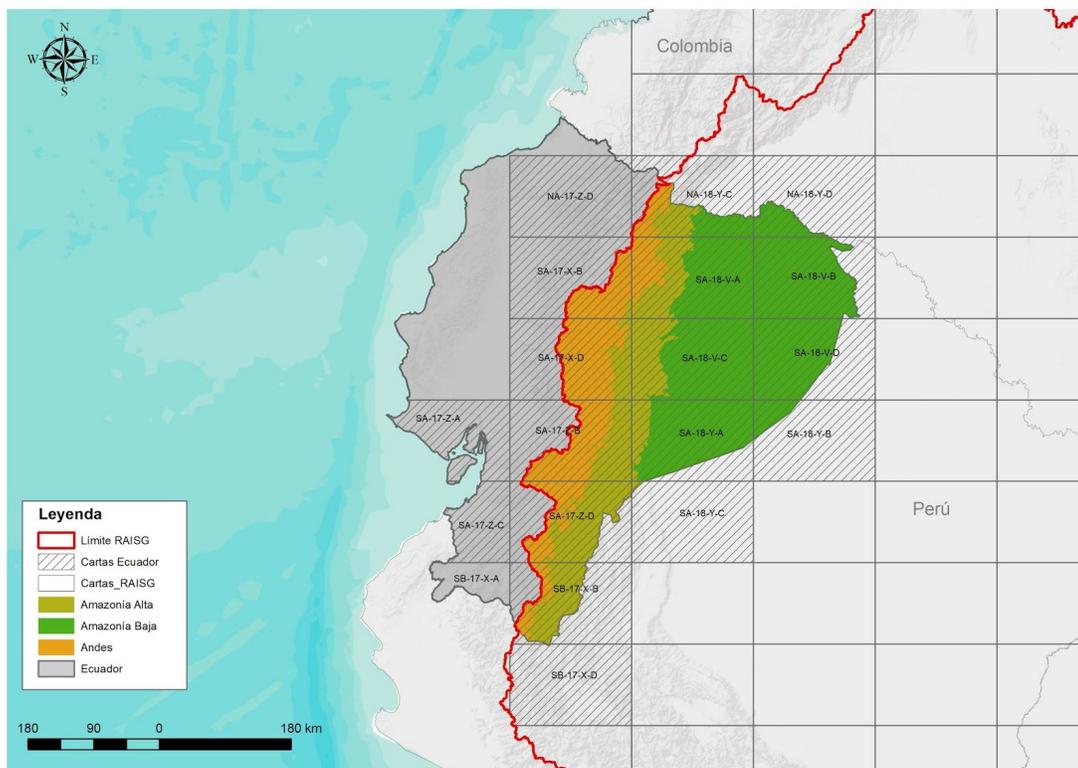
Figura 7. Infografía de la Colección 1 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de MapBiomas Amazonía (RAISG, 2019).

### 3. Diferencias metodológicas de la Colección 2 específicas a la Amazonía ecuatoriana.

La Colección 2 de Mapas Anuales de Uso y Cobertura de la Pan Amazonía fue generada con una metodología única, que es estandarizada y compartida por todos los países de la cuenca. Una descripción de la metodología se encuentra en el *ATBD General* de la Colección 2. El presente documento o apéndice nacional provee un mayor nivel de detalle de la metodología general aplicada específicamente para el territorio ecuatoriano, y describe casos en los que fue necesario realizar ajustes a la metodología general debido a requerimientos específicos debidos a las características del territorio del país.

#### 3.1 Generación de mosaicos Landsat

La unidad de mapeo para MapBiomás es la carta internacional del Mapa Mundial al Millón en una escala de 1: 250.000, que cubre un área de 1°30' de longitud por 1° de latitud. La Amazonía ecuatoriana es cubierta por 16 cartas unitarias; sin embargo, en vista de la estacionalidad de las coberturas mapeadas y de la variabilidad en disponibilidad de datos satelitales existentes, las cartas fueron subdivididas siguiendo los límites de las regiones<sup>2</sup> Andes, Amazonía Alta y Amazonía Baja (Tabla 3, Fig. 8).

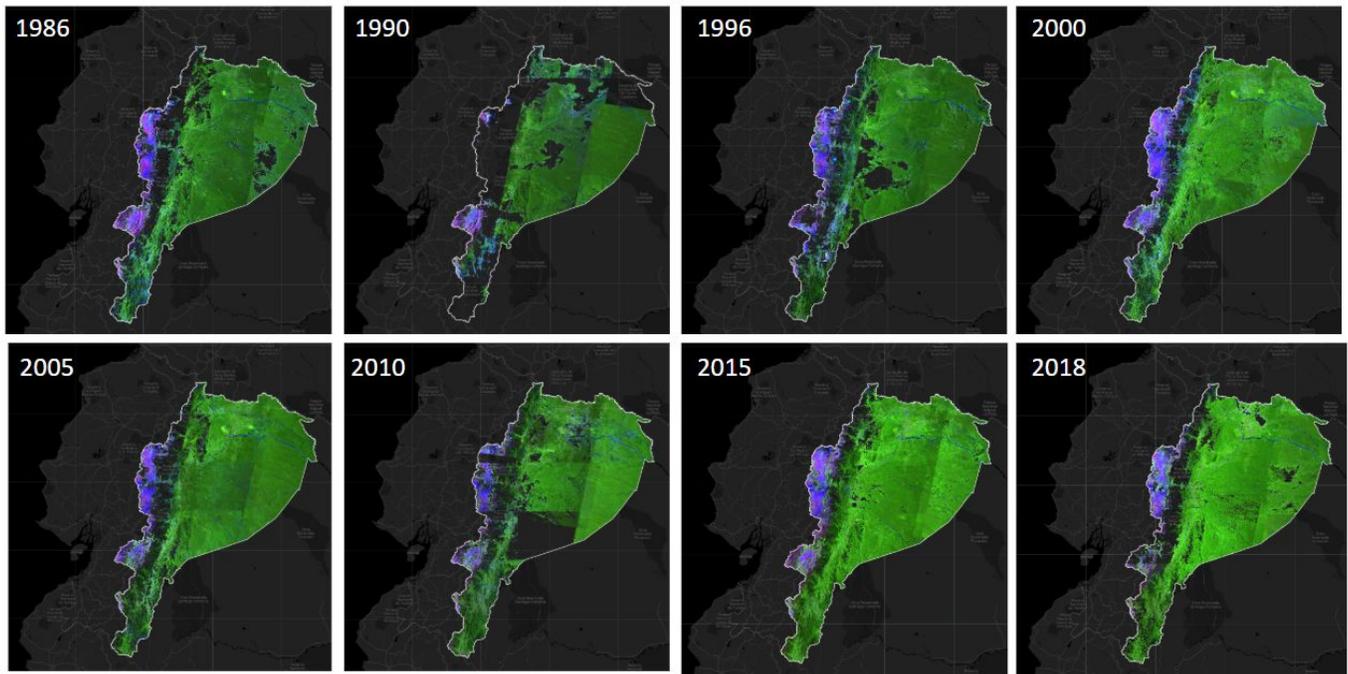


**Figura 8.** Mapa de las cartas-región utilizadas para la generación de mosaicos de imágenes satelitales para la Amazonía ecuatoriana (Elaboración EcoCiencia).

La división en cartas-región facilitó la generación de mosaicos anuales de imágenes satelitales donde cada una de las 27 unidades o “carta-región” (Tabla 3) fueron parametrizadas individualmente. Un total de 918 mosaicos de datos de reflectancia fueron generados para cada una de las 27 cartas-región (un mosaico anual por cada uno de

<sup>2</sup> Estas regiones fueron denominadas “regiones operativas” en la Colección 1. Para la actual colección actualizamos sus límites.

los 34 años del periodo 1985 a 2018). Los parámetros de construcción de los mosaicos<sup>3</sup> fueron establecidos evaluando caso por caso cada uno de los 918 mosaicos. Se buscó el conjunto de parámetros que generó mosaicos con la mejor calidad posible, mayor cobertura de datos útiles y la menor cantidad de vacíos o interferencias, optando por umbrales de nubosidad menores e inclusive, la modificación de los parámetros de ventana temporal de construcción de los mosaicos y la exclusión de imágenes que insertaban ruidos o interferencias al mosaico.



**Figura 9.** Mosaicos anuales de datos de reflectancia de la Colección 2 RAISG-MapBiomias construidos para la Amazonía ecuatoriana para años seleccionados de la serie temporal de 34 años (1985-2018) (Elaboración EcoCiencia).

**Tabla 3.** Cantidad de mosaicos de datos de reflectancia procesados por año, considerando la partición de cartas por regiones operativas (Elaboración EcoCiencia).

País	Región	Mosaicos por año	Mosaicos procesados para la serie temporal 1985-2018
	Andes	8	272
Ecuador	Amazonía Alta	10	340
	Amazonía Baja	9	306
<b>Total</b>		<b>27</b>	<b>918</b>

Las valores espectrales de las bandas Landsat son los insumos para el cálculo de las variables (feature space) que componen los insumos de clasificación. Si bien las bandas Landsat originales no fueron utilizadas directamente en

<sup>3</sup> Los mosaicos de datos de reflectancia de imágenes Landsat representan la composición de píxeles cuyo valor es calculado a partir del uso de reductores estadísticos de los valores de todos los píxeles de todas las imágenes disponibles para cada año. La agregación de estos píxeles generó un mosaico anual con 79 bandas (feature space) que es sometido al proceso de clasificación. Para conocer más al respecto, revisar el ATBD General del proyecto.

la clasificación, sí son empleadas como apoyo visual al intérprete en cada fase de clasificación. Se calculó un set de variables cuyas fórmulas se detallan en la Tabla 4. De cada variable se obtuvieron los siguientes reductores estadísticos:

- Mediana: Mediana de los valores de píxel del mejor periodo de mapeo definido para cada región.
- Mediana época seca: Mediana del cuartil con los menores valores de NDVI del píxel
- Mediana época lluviosa: Mediana del cuartil con los mayores valores de NDVI del píxel.
- Amplitud: amplitud de la variación del índice considerando todas las imágenes del año.
- Desviación estándar: Desviación estándar de todos los valores de píxeles de todas las imágenes del año.
- Mínimo: menor valor anual de los píxeles de cada banda.

Las variables representan los insumos del proceso de clasificación. Cada variable calculada conforma una banda del mosaico final. Los mosaicos finales están compuestos por **81 bandas** en total que incluyen: las bandas landsat originales, información fraccional y de textura, índices e índices de fracciones (Tabla 4). Para conocer más detalles de este proceso referirse al ATBD General.

Tipo	Nombre	Fórmula	Reductor					
			Median	Median_dry	Median_wet	amp	stdDev	Min
Banda	blue	B1 (L5 y L7); B2 (L8)	X					
	green	B2 (L5 y L7); B3 (L8)	X	X				X
	red	B3 (L5 y L7); B4 (L8)	X	X	X			X
	nir	B4 (L5 y L7); B5 (L8)	X	X	X		X	X
	swir1	B5 (L5 y L7); B6 (L8)	X	X	X			X
	swir2	B7 (L5); B8 (L7); B7(L8)	X	X	X			X
Índices	ndvi	$(nir - red)/(nir + red)$	X	X	X	X	X	
	evi2	$(2.5 * (nir - red)/(nir + 2.4 * red + 1))$	X	X	X	X	X	
	ndwi_gao	$(nir - swir)/(nir + swir)$	X	X	X	X		
	ndwi_mcfeters	$(green - nir)/(green+nir)$	X			X		
	gcvl	$(nir / green) - 1$	X	X	X			
	hallcover	$(-red * 0.017) - (nir * 0.007) - (swir2 * 0.079) + 5.22$	X					
	pri	$(blue - green)/(blue + green)$	X	X				
	savi	$(1 + L) * (nir - red)/(nir + red + 0,5)$	X	X	X		X	
	textG	$('median\_green') .entropy(ee.Kernel.square({radius: 5}))$	X					
	nuaci	$UNT L * (1 - \sqrt{(NDWI_i - aNDWI)^2 + (NDVI_i - aNDVI)^2 + (NDBI_i - aNDBI)^2})$	X					
	ndsi	$(green-swir1)/(green+swir1)$	X					X
	Fracción	gv		X			X	X
npv			X				X	
soil			X			X	X	
shade		$100 - (gv + npv + soil + cloud)$	X					
snow			X					X
Índice MEM	gvs	$gv / (gv + npv + soil + cloud)$	X	X	X		X	
	ndfi	$(gvs - (npv + soil)) / (gvs + (npv + soil))$	X	X	X	X	X	
	sefi	$(gv+npv-soil) / (gv+npv+soil)$	X	X			X	
	wefi	$((gv+npv)-(soil+shade)) / ((gv+npv)+(soil+shade))$			X	X	X	
	fns	$((gv+shade) - soil) / ((gv+shade) + soil)$		X			X	
	ndfib	$GV-(NPV+Soil+Snow) / GV+(NPV+Soil+Snow)$	X			X		

**Tabla 4.** Feature space o variables calculadas como parte de la Colección 2 de RAISG-MapBlomas (Elaboración EcoCiencia).

## 3.2 . Clasificación

### 3.2.1 Leyenda

Las clases mapeadas en Ecuador (Figura 10, Tabla 5) son:

- Formación forestal (ID = 3),
- Otras formaciones no forestales (ID = 13),
- Uso agropecuario (ID = 14),
- Áreas no vegetadas (ID = 22),
- Ríos, lagos u océano (ID = 33) y
- Glaciares (ID = 34) .



**Figura 10.** Clases mapeadas en Ecuador para la Colección 2 de RAISG-MapBiomias.

La leyenda para Ecuador fue extraída del esquema de **Leyenda General** anidado desarrollado originalmente por MapBiomias (Tabla 5).

ID	LEYENDA GENERAL RAISG	COBERTURA / USO	BIOMA	
			Andes	Amazonía
1	<b>1. Bosque</b>			
2	1.1. Formación Forestal Natural			
3	<b>1.1.1. Formación Forestal</b>	Cobertura	X	X
4	1.1.2. Formación Sabánica			
5	1.1.3. Manglar			
6	1.1.4. Bosque Inundado			
7	1.1.5. Bosque Degradado			
8	1.1.6. Bosque Secundario			
9	1.2. Silvicultura			
10	<b>2. Formación Natural no Forestal</b>			
11	2.1. Área Húmeda Natural no Forestal			
12	2.2. Formación Campestre			
13	<b>2.3. Otra Formación Natural no Forestal</b>	Cobertura	X	X
32	Apicum			
28	Vegetación Secundaria			
14	<b>3. Uso Agropecuario</b>	Uso	X	X
15	3.1. Pasto			
16	3.1.1. Pasto en Campos Naturales			
17	3.1.2. Otros Pastos			
18	3.2. Agricultura			
19	3.2.1. Culturas Anuales			
20	3.2.2. Culturas Semi-Perennes			
28	3.2.3. Mosaico de Cultivos			
21	3.3 Mosaico de Agricultura y/o Pasto		X	X
22	<b>4. Área no Vegetada</b>	Cobertura/Usos	X	X
23	4.1. Playas y Dunas			
24	4.2. Infraestructura Urbana			
25	4.3. Otras Áreas no Vegetadas			
29	4.5. Afloramiento Rocoso			
30	4.4. Minería			
26	<b>5. Cuerpo de Agua</b>			
33	<b>5.1. Río, Lago u Océano</b>	Cobertura/Usos	X	X
31	5.2. Acuicultura			
34	<b>5.3. Glaciares</b>	Cobertura	X	
27	<b>6. No Observado</b>			

**Tabla 5.** Leyenda general de MapBiomias y las clases que fueron mapeadas en Ecuador para la Colección 2 de RAISG-MapBiomias.

Conceptualmente, las clases de la leyenda del proyecto RAISG-MapBiomias agrupan a los ecosistemas del Mapa de Ecosistemas de Ecuador (MAE, 2013a) (Tabla 6) y del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra (MAE, 2014) (Tabla 7).

**Tabla 6.** Ecosistemas del Ecuador agrupados según las clases equivalentes de la leyenda RAISG-MapBiomias.

CLASE (ID)	REGIÓN	ECOSISTEMAS (MAE, 2013a)
<b>Formación forestal (ID = 3)</b>	Amazonía	- Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
		- Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza
		- Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá
		- Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray
		- Bosque siempreverde de tierras bajas del Tigre-Pastaza
		- Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
		- Bosque siempreverde montano bajo de Galeras
		- Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
		- Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
		- Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas
		- Bosque siempreverde piemontano de Galeras
		- Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
	- Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza	
	- Bosque siempreverde de tierras bajas del Tigre-Pastaza	
	- Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía	
	- Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía	
	- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico	
	- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas	
	- Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía	
	- Bosque semideciduo piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes	
	Andes	- Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor		
- Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes		
- Bosque siempreverde del Páramo		
Otra formación natural no forestal	Amazonía	- Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía
		- Arbustal y Herbazal montano de la cordillera del Cóndor
		- Arbustal siempreverde ripario de la Cordillera Oriental de los Andes
		- Bosque siempreverde de tierras bajas con bambú de la Amazonía

<b>(ID = 13)</b>		- Bosque siempreverde montano sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor
	Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes</li> <li>- Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes</li> <li>- Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del sur</li> <li>- Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo</li> <li>- Herbazal y Arbustal siempreverde del Páramo del volcán Sumaco</li> <li>- Herbazal húmedo subnival del Páramo</li> <li>- Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo</li> <li>- Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo</li> <li>- Rosetal caulescente y Herbazal del Páramo (frailejones)</li> <li>- Herbazal del Páramo</li> <li>- Herbazal inundable del Páramo</li> <li>- Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo</li> <li>- Herbazal lacustre montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes</li> <li>- Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles</li> </ul>

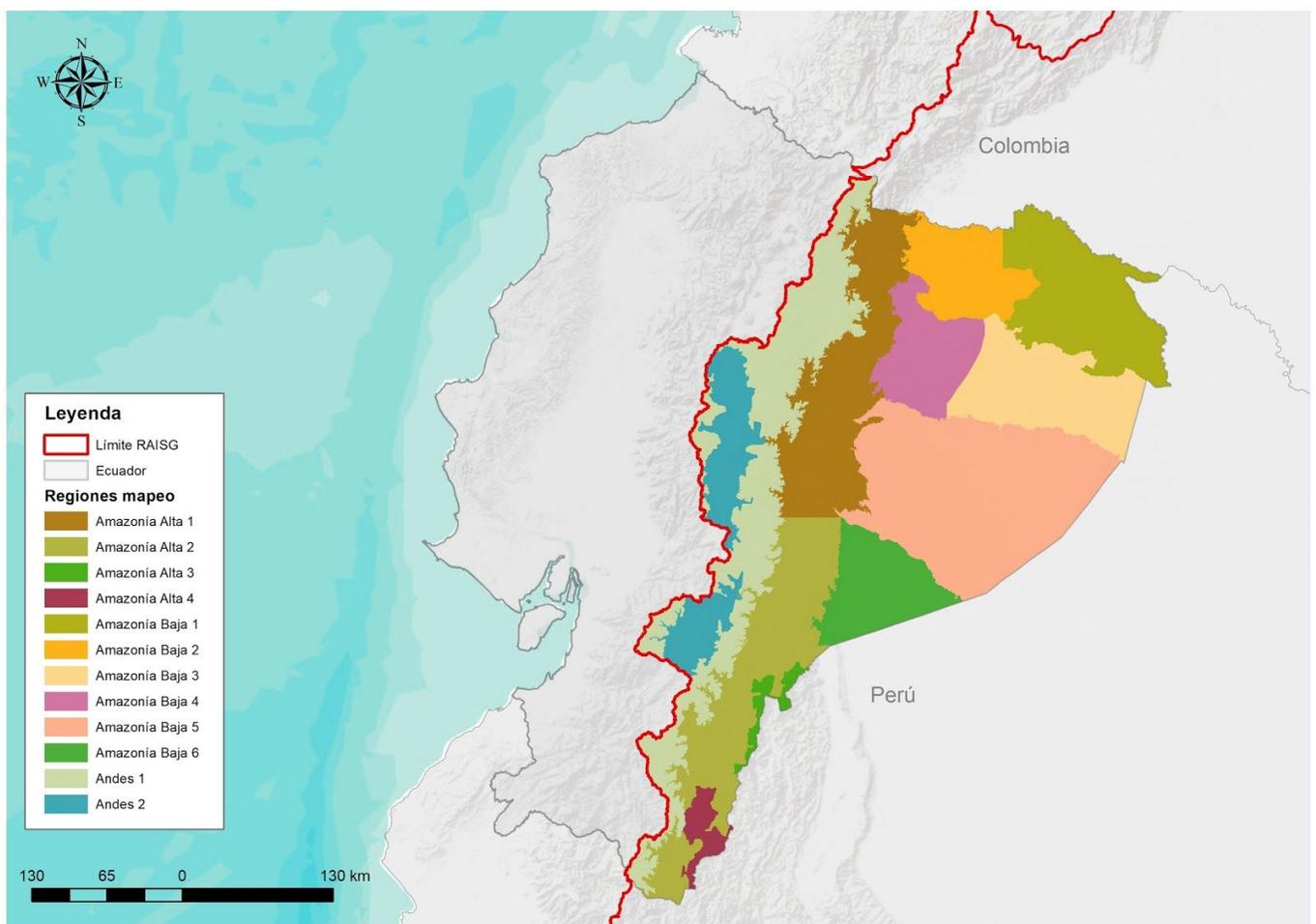
**Tabla 7.** Categorías de uso del suelo agrupadas según las categorías de la leyenda RAISG-MapBiomias.

<b>CLASE (ID)</b>	<b>REGIÓN</b>	<b>COBERTURA Y USO DE LA TIERRA (MAE, 2019)</b>
<b>Formación forestal (ID = 3)</b>	Amazonía Andes	- Bosque nativo
<b>Otra formación natural no forestal (ID = 13)</b>	Amazonía Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetación arbustiva</li> <li>- Vegetación herbácea</li> </ul>
	Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vegetación arbustiva</li> <li>- Vegetación herbácea</li> <li>- Páramo</li> </ul>
<b>Uso Agropecuario (ID = 14)</b>	Amazonía Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tierra agropecuaria</li> <li>- Cultivo anual</li> <li>- Cultivo semipermanente</li> <li>- Cultivo permanente</li> <li>- Pastizal</li> <li>- Mosaico agropecuario</li> </ul>
<b>Zonas sin vegetación (ID = 22)</b>	Amazonía Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Área sin cobertura vegetal</li> <li>- Área poblada</li> <li>- Infraestructura</li> </ul>
<b>Río, lago u océano (ID = 33)</b>	Amazonía Andes	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cuerpo de agua</li> <li>- Natural</li> <li>- Artificial</li> </ul>
<b>Glaciar (ID = 34)</b>	Andes	- Glaciar

### 3.2.2 Regiones de clasificación

Para efectos de facilitar el mapeo de la diversidad de paisajes comprendidos en el área de estudio, se definieron doce (12) regiones de mapeo o regiones de clasificación. Cada región fue clasificada independientemente para cada año de la serie temporal.

Las regiones fueron definidas siguiendo criterios de unidades ecológicas e hidrológicas basados en Mapa de ecosistemas del MAE y presencia o ausencia de intervención antropogénica. Cuando no fue posible definir un área empleando el mapa de ecosistemas, se digitalizó el límite de la región empleando como insumo las clasificaciones de la Colección 1 de RAISG-MapBiomas. Este fue el caso de las áreas Andes 2, Amazonía Alta 3 y 4. Finalmente, las áreas fueron adecuadas en función de la división en cartas del área de estudio. Las regiones resultantes se presentan en la Figura 11 a continuación y se detallan en la Tabla 8:



**Figura 11.** Mapa de Regiones de mapeo en la Amazonía ecuatoriana para la Colección 2 RAISG-MapBiomas (Elaboración EcoCiencia).

**Tabla 8.** Regiones de mapeo definidas en el marco del proyecto RAISG-MapBiomias en la Amazonía de Ecuador.

	Region clasificación	Área (km2)	%	Región de mosaico	Código
1	Amazonía Baja 1	12 553	9,5	Amazonía Baja	40201
2	Amazonía Baja 2	6 991	5,3	Amazonía Baja	40202
3	Amazonía Baja 3	10 903	8,2	Amazonía Baja	40203
4	Amazonía Baja 4	6 829	5,2	Amazonía Baja	40204
5	Amazonía Baja 5	24 831	18,8	Amazonía Baja	40205
6	Amazonía Baja 6	7 138	5,4	Amazonía Baja	40206
7	Amazonía Alta 1	14 654	11,1	Amazonía Alta	40101
8	Amazonía Alta 2	15 628	11,8	Amazonía Alta	40102
9	Amazonía Alta 3	1 046	0,8	Amazonía Alta	40103
10	Amazonía Alta 4	1 565	1,2	Amazonía Alta	40104
11	Andes 1	22 085	16,7	Andes	40601
12	Andes 2	8 068	6,1	Andes	40602

### 3.2.3 Colecta de muestras estables y parámetros de clasificación

El método de clasificación empleado fue el algoritmo de aprendizaje automático (*machine learning*) **Random Forest**, realizado enteramente en la *nube* a través del ambiente de procesamiento Earth Engine (EE) de Google.

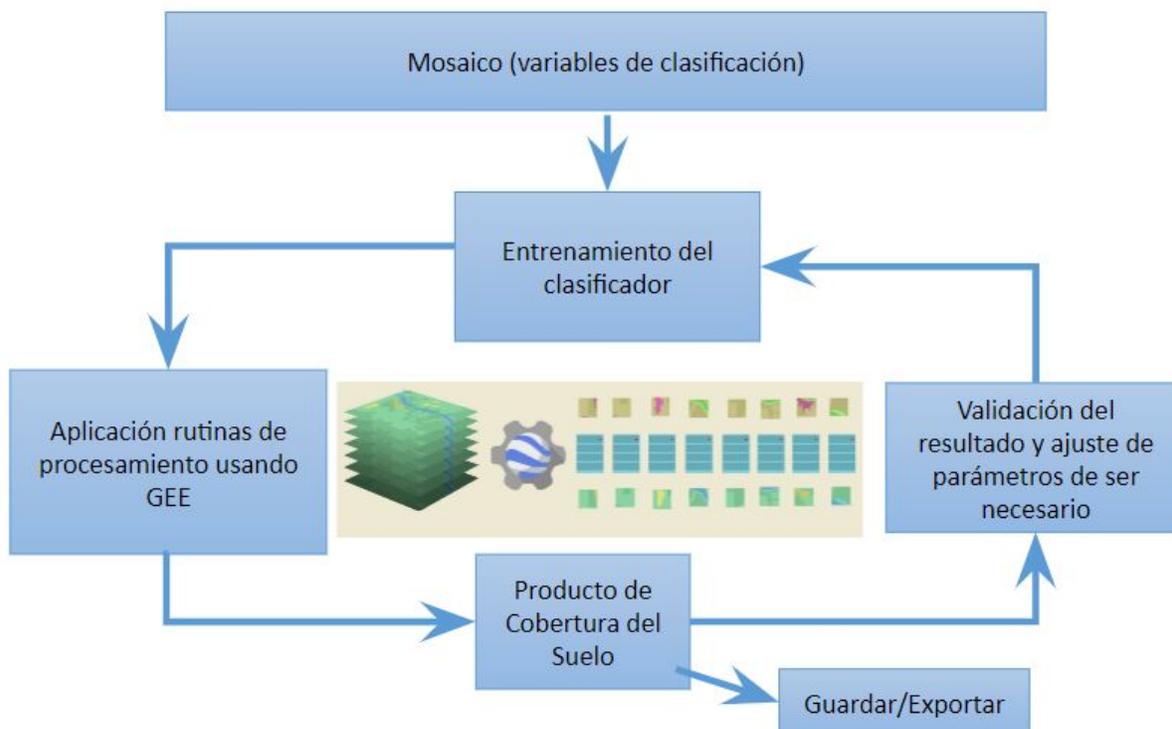
Las siguientes rutinas fueron implementadas en javascript o python usando herramientas del EE:

1. Como paso inicial se realizó una **colecta de muestras estables**, para cada una de las categorías de la leyenda. Las muestras estables fueron generadas a partir de los productos de la Colección 1 MapBiomias Amazonía cuya cobertura temporal es de 18 años (2000-2017).
2. Una clasificación preliminar fue generada entrenando el algoritmo Random Forest con las muestras estables preliminares, cuyos resultados fueron aplicados a la totalidad de la serie temporal de 34 años (1985-2018) para generar un primer producto de clasificación preliminar para la serie completa de 34 años.
3. A partir de esta clasificación preliminar se genera un nuevo set de muestras estables que es minuciosamente revisado y donde el intérprete tiene la posibilidad de excluir píxeles que no son estables a lo largo de la serie de 34 años, o reclasificar píxeles de una clase equivocada a otra correcta, para la mejora del set de entrenamiento. Este nuevo mapa de muestras estables es utilizado como insumo para la obtención de muestras para el entrenamiento del clasificador.
4. El sorteo de puntos o muestras es estratificado correspondientemente al tamaño de la muestra existente para cada clase. El intérprete evalúa la distribución espacial de las muestras y la cantidad de puntos sorteados por clase y ajusta los parámetros (Tabla 9) para asegurar un equilibrio en el muestreo (espacial y por clase), buscando que la muestra de la clase menos representada sea entre el 15-25% de la muestra total.
5. De considerarse necesario, es posible coleccionar muestras adicionales, denominadas “muestras complementarias” para fortalecer la clasificación de clases poco representadas o cuya clasificación requiere ser fortalecida.
6. La clasificación resultante representa el producto culminante de una primera ronda de clasificación que puede ser iterado (repetido) tantas veces cuantas el/la intérprete considere necesario hasta alcanzar un producto satisfactorio. El parámetro de número de árboles indica al algoritmo la cantidad de árboles que puede generar para solucionar la clasificación (Tabla 9).

**Tabla 9.** Parámetros de muestreo y número de árboles empleados por subregión clasificada.

Bioma	Código Subregión	Parámetros para muestreo estratificado		Muestras estables exportadas		Número de árboles Random Forest	Rondas de clasificación
		Muestra mínima	Muestra máxima	Muestra de la clase menos representada	Tamaño de muestra final		
AMAZONIA	40101	3000	7000	3000 (17%)	18097	100	2
	40102	5500	1500	1500 (16%)	9511	60	2
	40103	5000	1500	1500 (23%)	6453	100	2
	40104	5000	1000	983 (15%)	6780	100	2
	40201	3000	1350	1347 (20%)	6886	100	2
	40202	5000	1000	1000 (15%)	6831	100	2
	40203	5000	1000	1000 (15%)	6967	60	2
	40204	4000	2000	2000 (21%)	9387	100	2
	40205	5000	1000	461 (5.5%)	8401	100	2
	40206	5500	1500	780 (9%)	9109	60	2
ANDES	40601	8000	2500	2500 (15%)	17136	100	1
	40602	7000	2000	654 (6%)	10686	100	1

El proceso de clasificación es iterativo (Figura 12). Con cada iteración, el mapa de muestras estables mejora en precisión, generando cada vez un set de muestras de entrenamiento de mayor calidad. En nuestra experiencia, los factores determinantes en la calidad de una clasificación fueron: la distribución equilibrada del muestreo (geográficamente y entre clases, donde la clase menos representada cerca a 20% del pool de muestras para una región), la cantidad de árboles permitidos (mayores cantidades obtienen mejores resultados), la cantidad de rondas de clasificación (cada ronda adicional fortalece el producto final).



**Figura 12.** Esquema del proceso metodológico iterativo de la Colección 2 RAISG-MapBiomias.

### 3.3 Post-clasificación

En esta sección, un serie de filtros son aplicados a las clasificaciones resultantes del proceso de clasificación. Una descripción de cada herramienta puede ser encontrada en el documento de ATBD General. A continuación detallan los ajustes de cada herramienta para la porción amazónica de Ecuador.

#### 3.3.1 Filtro temporal

Este filtro busca reducir vacíos de información, inconsistencias temporales o cambios que no son posibles en base a tres reglas categorizadas de la siguiente for

- a. **Reglas generales (RG)**, buscan corregir el dato del año central (T), en función de los valores de píxeles de años que le anteceden (T-1, T-2) y suceden (T+1, T+2). Esta regla modifica valores en las clasificaciones de los años 1986 al 2017.
- b. **Reglas de primer año (RP)**, corrige el valor del primer año (1985) con base en los valores de los siguientes dos años consecutivos.
- c. **Reglas de último año (RU)**, corrige el valor del último año (2018) tomando en cuenta los valores de los dos años que le preceden.

Este proceso se llevó a cabo por región. Las reglas se aplicaron con ventanas o períodos de tiempo de tres, cuatro y cinco años (Tabla 10). Para cada regla se definió un orden de ejecución o prioridad de cada clase mediante el ajuste de tres parámetros:

- `ordem_exec_first`: orden de ejecución de las clases para la regla del primer año.
- `ordem_exec_last`: orden de ejecución de las clases para la regla del último año.
- `ordem_exec_middle`: orden de ejecución de las clases para las reglas de los años intermedios.

**Tabla 10.** Parámetros del filtro temporal aplicados por región de mapeo en la Colección 2 de MapBiomias Amazonía en el ámbito de Ecuador.

Código	Región de mapeo	Orden de ejecución	Reglas
40101	Amazonía Alta 1	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 33, 3, 13, 6]; var <code>ordem_exec_last</code> = [33, 21, 22]; var <code>ordem_exec_middle</code> = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33,];	RP, RU, RG3, RG4, RG5, RG4, RG3
40102	Amazonía Alta 2	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 33, 3, 13, 6]; var <code>ordem_exec_last</code> = [33, 21, 22]; var <code>ordem_exec_middle</code> = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33,];	RP, RU, RG3, RG4, RG3
40103	Amazonía Alta 3	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 33, 3, 13, 22, 6]; var <code>ordem_exec_last</code> = [33, 21, 22, 13, 3]; var <code>ordem_exec_middle</code> = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6,];	RP, RU, RG3, RG4, RG3, RG5
40104	Amazonía Alta 4	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 3, 13, 6, 33]; var <code>ordem_exec_last</code> = [21, 22, 13, 3, 33]; var <code>ordem_exec_middle</code> = [34, 13, 21, 22, 3, 33, 6];	RP, RU, RG3, RG4, RG5, RG4, RG3,
40201	Amazonía Baja 1	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 33, 3, 13, 6]; var <code>ordem_exec_last</code> = [33, 21, 22]; var <code>ordem_exec_middle</code> = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33];	RP, RU, RG3, RG4, RG3, RG5
40202	Amazonía Baja 2	var <code>ordem_exec_first</code> = [34, 33, 3, 13, 6]; var <code>ordem_exec_last</code> = [33, 21, 22];	

		var ordem_exec_middle = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33];	
<b>40203</b>	Amazonía Baja 3	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 13, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 33, 13, 21, 22, 6, 33,];	RP, RU, RG3, RG4, RG5, RG3,
<b>40204</b>	Amazonía Baja 4	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 13, 21, 22, 3, 33, 6];	RP, RU, RG3, RG4, RG3
<b>40205</b>	Amazonía Baja 5	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 13, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33];	RP, RU, RG3, RG4, RG3
<b>40206</b>	Amazonía Baja 6	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 13, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33,];	RP, RU, RG3, RG4, RG5, RG4, RG3,
<b>40601</b>	Andes 1	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 13, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 33, 3, 22, 13, 21, 33,];	RP, RU, RG3, RG4, RG5, RG4, RG3
<b>40602</b>	Andes 2	var ordem_exec_first = [34, 33, 3, 13, 6]; var ordem_exec_last = [33, 21, 22]; var ordem_exec_middle = [34, 33, 13, 21, 22, 3, 6, 33];	RP, RU, RG3, RG4, RG3

Como producto, ruidos o errores de clasificación son corregidos empleando el registro histórico.

### 3.3.2 Filtro espacial

Se utilizó un filtro espacial de 5 píxeles (área consistente con la unidad mínima de mapeo de media hectárea) para todas las clases. El detalle de esta etapa puede consultarse en el ATBD general.

### 3.3.3 Filtro para relleno de vacíos (GapFill)

Este filtro sí fue aplicado en el ámbito de la Amazonía de Ecuador.

### 3.3.3 Filtro de frecuencia y filtro de incidentes

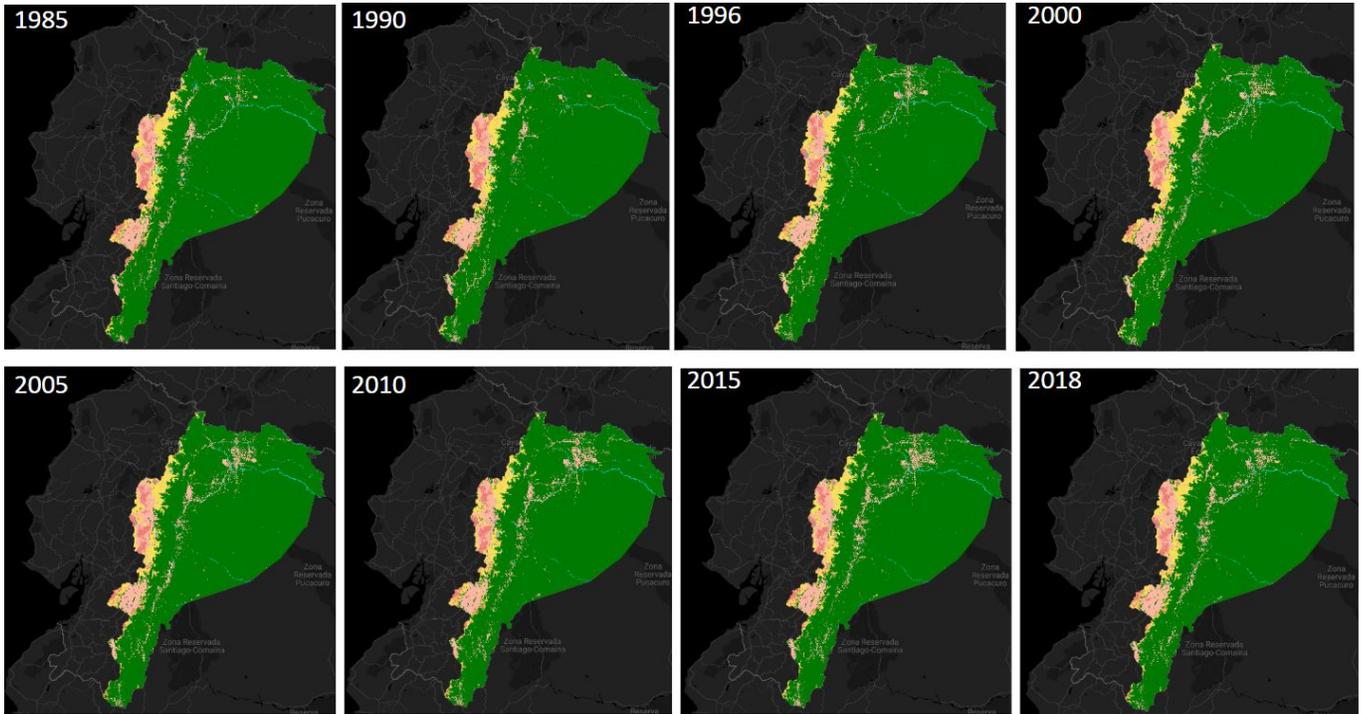
Estos dos filtros no fueron aplicados en el ámbito de la Amazonía de Ecuador.

## 3.4 Temas transversales

No se mapearon clases de modo transversal en el ámbito de la Amazonía de Ecuador.

### 3.5 Integración

En esta fase se integraron los resultados de todas las regiones de clasificación de Ecuador en un único producto. Para el caso de Ecuador este proceso integró los resultados de las clasificaciones para las 12 regiones que conforman los biomas Andes y Amazonía (incluye Amazonía alta y Amazonía baja). Los resultados de la integración de las clasificaciones por regiones en un único producto nacional se presentan en la Figura 13 (para años seleccionados de la serie completa).



**Figura 13.** Mapas resultantes de la integración de los resultados de mapeo de la regiones de la Amazonía ecuatoriana (Elaboración EcoCiencia).

Los resultados nacionales son integrados en un único producto regional, tomando en consideración reglas de integración o prevalencia (ver ATBD general) (Figura 14).



**Figura 14.** Mapa regional PanAmazónico integrado para el año 2018 de la Colección 2 de Mapas Anuales de Cobertura y Uso de la Tierra de RAISG-MapBiomias (Elaboración EcoCiencia).

## 4. Referencias

- Comité Nacional de Límites Internos - CONALI (2016). Organización Territorial del Estado.
- Cuesta F., M. Peralvo and N. Valarezo. 2009. Los Bosques Montanos de los Andes Tropicales. Quito: Biblioteca Asocam. 74 pp.
- Jarvis, A., H.I. Reuter, A. Nelson, E. Guevara, 2008, Hole-filled SRTM for the globe Version 4, disponible de la base de datos de CGIAR-CSI SRTM 90m (<http://srtm.csi.cgiar.org>).
- Josse, Carmen & Cuesta, Francisco & Navarro, Gonzalo & Barrera, Víctor & Cabrera, Edersson & Chacón-Moreno, Eulogio & Ferreira, Wanderley & Peralvo, Manuel & J. y Tovar A., Saito. (2009). Ecosistemas de los Andes del Norte y Centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.
- Ministerio del Ambiente. (2013a). Mapa de Ecosistemas del Ecuador Continental. Escala 1:100000. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente. (2013b) Mapa de Sectores biogeográficos, Proyecto Mapa de Vegetación del Ecuador Continental. Quito. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013c). Metodología para la Representación Cartográfica de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental. Escala 1:25.000. Disponible en: <http://geoportal.agricultura.gob.ec/>
- Ministerio del Ambiente, (2016). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2000, 2008, 2014. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>
- Ministerio del Ambiente, (2017). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2016. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://ide.ambiente.gob.ec/mapainteractivo/>
- Ministerio del Ambiente, (2019). Mapa De Cobertura y Uso De La Tierra Del Ecuador Continental año 2018. Quito - Ecuador. Disponible en: <http://mapainteractivo.ambiente.gob.ec/portal/>
- SENAGUA (2014) Unidades hidrográficas del Ecuador, nivel 5, escala 50000

## 5. Anexos

### Anexo 1: Leyenda de ecosistemas de Ecuador

#### Ecosistemas

- Agua
- Arbustal deciduo y Herbazal de playas del Litoral
- Arbustal desértico de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Arbustal desértico del sur de los Valles
- Arbustal semideciduo del sur de los Valles
- Arbustal siempreverde montano alto del Páramo del sur
- Arbustal siempreverde montano del norte de los Andes
- Arbustal siempreverde montano del sur de los Andes
- Arbustal siempreverde ripario de la Cordillera Oriental de los Andes
- Arbustal siempreverde y Herbazal del Páramo
- Arbustal siempreverde y Herbazal montano de la cordillera del Cóndor
- Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque deciduo montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque deciduo piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen amazónico
- Bosque inundable de la llanura aluvial de los ríos de origen andino y de Cordilleras Amazónicas
- Bosque inundable de llanura intermareal del Chocó Ecuatorial
- Bosque inundable y vegetación lacustre-riparia de aguas negras de la Amazonía
- Bosque inundado de la llanura aluvial de la Amazonía
- Bosque inundado de llanura aluvial del Chocó Ecuatorial
- Bosque inundado de palmas de la llanura aluvial de la Amazonía
- Bosque semideciduo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque semideciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque semideciduo montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque semideciduo piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque semideciduo piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde de tierras bajas con bambú de la Amazonía
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Abanico del Pastaza
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Aguarico-Putumayo-Caquetá
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Napo-Curaray
- Bosque siempreverde de tierras bajas del Tigre-Pastaza
- Bosque siempreverde del Páramo
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional de tierras bajas del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional inundable de llanura aluvial del Jama-Zapotillo
- Bosque siempreverde estacional montano bajo de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Chocó
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Costera del Pacífico Ecuatorial
- Bosque siempreverde estacional piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde estacional piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano alto del Catamayo-Alamor

- Bosque siempreverde montano alto del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano alto del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Costera del Chocó
- Bosque siempreverde montano bajo de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo de Galeras
- Bosque siempreverde montano bajo de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano bajo del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano bajo del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano bajo sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde montano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde montano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde montano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde montano sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor
  
- Bosque siempreverde piemontano de Cordillera Occidental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano de Galeras
- Bosque siempreverde piemontano de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde piemontano del Catamayo-Alamor
- Bosque siempreverde piemontano del Norte de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Bosque siempreverde piemontano sobre afloramientos de roca caliza de las Cordilleras Amazónicas
- Bosque siempreverde piemontano sobre mesetas de arenisca de las cordilleras del Cóndor-Kutukú
- Bosque siempreverde sobre mesetas de arenisca de la cordillera del Cóndor en la baja Amazonía ecuatoriana
- Bosque y Arbustal semideciduo del norte de los Valles
- Bosque y Arbustal semideciduo del sur de los Valles
- Herbazal del Páramo
- Herbazal húmedo montano alto superior del Páramo
- Herbazal húmedo subnival del Páramo
- Herbazal inundable del Páramo
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Chocó Ecuatorial
- Herbazal inundable ripario de tierras bajas del Jama-Zapotillo
  
- Herbazal inundado lacustre del Pacífico Ecuatorial
- Herbazal inundado lacustre-ripario de la llanura aluvial de la Amazonía
- Herbazal lacustre montano bajo del Sur de la Cordillera Oriental de los Andes
- Herbazal ultrahúmedo subnival del Páramo
- Herbazal y Arbustal siempreverde del Páramo del volcán Sumaco
- Herbazal y Arbustal siempreverde subnival del Páramo
- Intervención
- Manglar del Chocó Ecuatorial
- Manglar del Jama-Zapotillo
- Otras áreas
- Rosetal caulescente y Herbazal del Páramo (frailejones)
- Sin información
- Otros

**Anexo 2: Leyenda temática del Mapa de Cobertura y Uso de la Tierra del Ecuador Continental (MAE-MAGAP, 2017) Nivel I y II**

Nivel I	Nivel II	Definición Operativa	Fuente
<b>Bosque</b>	Bosque Nativo	Ecosistema arbóreo, primario o secundario, regenerado por sucesión natural; se caracteriza por la presencia de árboles de diferentes especies nativas, edades y portes variados, con uno o más estratos.	MAE (2016)
	Plantación Forestal	Masa arbórea establecida antrópicamente con una o más especies forestales.	MAE (2011)
<b>Vegetación Arbustiva y Herbácea</b>	Vegetación Arbustiva	Áreas con un componente substancial de especies leñosas nativas no arbóreas. Incluye áreas degradadas en transición a una cobertura densa del dosel.	MAE (2011)
	Páramo	Vegetación tropical altoandino caracterizada por especies dominantes no arbóreas que incluyen fragmentos de bosque nativo propios de la zona.	MAGAP - IEE (2012)
	Vegetación Herbácea	Áreas constituidas por especies herbáceas nativas con un crecimiento espontáneo, que no reciben cuidados especiales, utilizados con fines de pastoreo esporádico, vida silvestre o protección.	MAGAP - IEE (2012)
<b>Tierra Agropecuaria</b>	Cultivo Anual	Comprende aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas, cuyo ciclo vegetativo es estacional, pudiendo ser cosechados una o más veces al año.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Semipermanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo dura entre uno y tres años.	MAGAP - IEE (2012)
	Cultivo Permanente	Comprenden aquellas tierras dedicadas a cultivos agrícolas cuyo ciclo vegetativo es mayor a tres años, y ofrece durante éste periodo varias cosechas.	MAGAP - IEE (2012)
<b>Tierra Agropecuaria</b>	Pastizal	Vegetaciones herbáceas dominadas por especies de gramíneas y leguminosas introducidas, utilizadas con fines pecuarios, que para su establecimiento y conservación, requieren de labores de cultivo y manejo.	MAGAP - IEE (2012)
	Mosaico Agropecuario (Asociación)	Son agrupaciones de especies cultivadas que se encuentran mezcladas entre sí y que no pueden ser individualizados; y excepcionalmente pueden estar asociadas con vegetación natural.	MAGAP - IEE (2012)
<b>Cuerpo de Agua</b>	Natural	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento.	MAGAP - IEE (2012)
	Artificial	Superficie y volumen asociado de agua estática o en movimiento asociadas con las actividades antrópicas y el manejo del recurso hídrico.	MAGAP - IEE (2012)

<b>Zona Antrópica</b>	Área Poblada	Áreas principalmente ocupadas por viviendas y edificios destinados a colectividades o servicios públicos.	MAGAP - IEE (2012)
	Infraestructura	Obra civil de transporte, comunicación, agroindustrial y social.	MAGAP - IEE (2012)
<b>Otras Tierras</b>	Área sin cobertura vegetal	Áreas generalmente desprovistas de vegetación, que por sus limitaciones edáficas, climáticas, topográficas o antrópicas, no son aprovechadas para uso agropecuario o forestal, sin embargo pueden tener otros usos.	MAGAP - IEE (2012)
	Glaciar	Nieve y hielo localizados en las cumbres de las elevaciones andinas.	MAGAP - IEE (2012)

**Anexo 3:** Feature space de la Colección 2 de MapBiomás Amazonía

Banda	Nombre	Tipo	Dimensiones
0	blue_median	unsigned int16	5574x3720 px
1	green_dry	unsigned int16	5574x3720 px
2	green_median	unsigned int16	5574x3720 px
3	green_min	unsigned int16	5574x3720 px
4	red_dry	unsigned int16	5574x3720 px
5	red_median	unsigned int16	5574x3720 px
6	red_min	unsigned int16	5574x3720 px
7	red_wet	unsigned int16	5574x3720 px
8	nir_dry	unsigned int16	5574x3720 px
9	nir_median	unsigned int16	5574x3720 px
10	nir_min	unsigned int16	5574x3720 px
11	nir_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
12	nir_wet	unsigned int16	5574x3720 px
13	swir1_dry	unsigned int16	5574x3720 px
14	swir1_median	unsigned int16	5574x3720 px
15	swir1_min	unsigned int16	5574x3720 px
16	swir1_wet	unsigned int16	5574x3720 px
17	swir2_dry	unsigned int16	5574x3720 px
18	swir2_median	unsigned int16	5574x3720 px
19	swir2_min	unsigned int16	5574x3720 px
20	swir2_wet	unsigned int16	5574x3720 px
21	ndfi_amp	unsigned int8	5574x3720 px
22	ndfi_dry	unsigned int8	5574x3720 px
23	ndfi_median	unsigned int8	5574x3720 px
24	ndfi_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
25	ndfi_wet	unsigned int8	5574x3720 px
26	ndfib_amp	unsigned int8	5574x3720 px
27	ndfib_median	unsigned int8	5574x3720 px
28	gv_amp	unsigned int8	5574x3720 px
29	gv_median	unsigned int8	5574x3720 px
30	gv_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
31	gvs_dry	unsigned int8	5574x3720 px
32	gvs_median	unsigned int8	5574x3720 px
33	gvs_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
34	gvs_wet	unsigned int8	5574x3720 px
35	npv_median	unsigned int8	5574x3720 px
36	npv_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
37	shade_median	unsigned int8	5574x3720 px
38	snow_median	unsigned int8	5574x3720 px
39	snow_min	unsigned int8	5574x3720 px
40	soil_amp	unsigned int8	5574x3720 px
41	soil_median	unsigned int8	5574x3720 px
42	soil_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
43	fns_dry	unsigned int8	5574x3720 px
44	fns_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
45	gcvi_dry	unsigned int8	5574x3720 px
46	gcvi_median	unsigned int8	5574x3720 px
47	gcvi_wet	unsigned int8	5574x3720 px

48	pri_dry	unsigned int8	5574x3720 px
49	pri_median	unsigned int8	5574x3720 px
50	evi2_amp	unsigned int8	5574x3720 px
51	evi2_dry	unsigned int8	5574x3720 px
52	evi2_median	unsigned int8	5574x3720 px
53	evi2_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
54	evi2_wet	unsigned int8	5574x3720 px
55	ndvi_amp	unsigned int8	5574x3720 px
56	ndvi_dry	unsigned int8	5574x3720 px
57	ndvi_median	unsigned int8	5574x3720 px
58	ndvi_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
59	ndvi_wet	unsigned int8	5574x3720 px
60	ndsi_median	unsigned int8	5574x3720 px
61	ndsi_min	unsigned int8	5574x3720 px
62	ndwi_gao_amp	unsigned int8	5574x3720 px
63	ndwi_gao_dry	unsigned int8	5574x3720 px
64	ndwi_gao_median	unsigned int8	5574x3720 px
65	ndwi_gao_wet	unsigned int8	5574x3720 px
66	ndwi_mcfeters_amp	unsigned int8	5574x3720 px
67	ndwi_mcfeters_median	unsigned int8	5574x3720 px
68	savi_dry	unsigned int8	5574x3720 px
69	savi_median	unsigned int8	5574x3720 px
70	savi_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
71	savi_wet	unsigned int8	5574x3720 px
72	sefi_dry	unsigned int8	5574x3720 px
73	sefi_median	unsigned int8	5574x3720 px
74	sefi_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
75	wefi_amp	unsigned int8	5574x3720 px
76	wefi_stdDev	unsigned int32	5574x3720 px
77	wefi_wet	unsigned int8	5574x3720 px
78	nuaci_median	unsigned int8	5574x3720 px
79	hallcover_median	unsigned int8	5574x3720 px
80	textG_median		