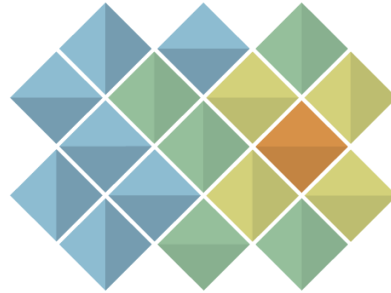


RAISG

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN
SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA



MAPBIOMAS
[AMAZONIA]

Apéndice - Cuerpos de Agua

Tema transversal en Colección 4.0

Versión 1

Responsable

Efrain Yury Turpo

Colaboración

Nicole Moreno

Índice

1 Introducción	3
1.1. Área de estudio.	3
1.2. Metodología general.	4
2 Mosaicos de imágenes	4
3 Clasificación	5
3.1. Clases de interés	5
3.1.1 Cuerpos de Agua (Id 33)	5
3.2 Variables de clasificación	6
3.3 Mapas de referencia	7
3.4 Árbol de Decisión	7
4 Post-clasificación	9
5.1 Llenado de vacíos de información (Gap Fill)	9
5.2 Filtro temporal	10
5.4 Filtro de frecuencia	10
5.3 Filtro espacial	11
5 Validación	11
6 Referencias	12

1 Introducción

Los datos de teledetección se consideran una fuente primaria de información para evaluar la cobertura terrestre (Hansen & Loveland, 2012) y cambios en las mismas. Las mediciones por satélite también son una fuente primaria de información que permite el mapeo de las aguas superficiales y de los ecosistemas acuáticos en llanuras aluviales, ríos, canales, lagos y embalses (naturales y artificiales) (Pekel et al., 2016; Souza et al., 2019). La ubicación y la persistencia de las aguas superficiales (continentales y costeras) se ven afectadas por el clima y la actividad humana y afectan el clima la diversidad biológica y el bienestar humano (Hassaballah et al., 2017; Pekel et al., 2016) por eso la necesidad de monitorear los cuerpos de agua a escala regional .

Para la Colección 4 de mapas de MapBiomás Amazonía, los cuerpos de agua de la Amazonía fueron mapeados en el tema general como también de modo independiente o transversal (denominados "temas transversales"), los temas transversales se usaron de manera complementaria al tema general, ya que se tiene algo de subestimación de cuerpos de agua en el mapa general. La información generada pasa a formar parte del mapa base general, que en las fases finales o fases de "integración". El objetivo de este documento es describir la metodología aplicada para producir información anual de cuerpos de agua para el periodo entre el año 1985 y 2021.

Los productos de tema transversal Agua están compuestos de mapas anuales de 30 metros de resolución espacial. La metodología utiliza mosaicos anuales de imágenes de satélite conformadas por capas de información (bandas espectrales, índices derivados, variables físicas). En este estudio, compilamos 37 años de imágenes Landsat para generar un mapeo anual de aguas superficiales de la Bioma Andes utilizando una metodología basada en el algoritmo de *machine learning* Random Forest combinado con árboles de decisión empírica.

1.1. Área de estudio.

El ámbito geográfico de la iniciativa MapBiomás Amazonía es la cuenca amazónica y corresponde a los territorios de la cuenca del río Amazonas de Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Guayana francesa, Perú, Surinam y Venezuela (ver ATBD General). Además de parte de la cuenca del río Orinoco y su delta, las cuencas de los ríos Cuyuní, Esequibo, Surinam y demás ríos costeros de las tres Guayanas. La metodología fué aplicada para áreas donde el mapa general subestimó los cuerpos de agua, ejemplo los andes de Perú.

1.2. Metodología general.

En la Colección 4 de MapBiomias Amazonía fué usado una metodología específica para el mapeo de los cuerpos de agua, basada en machine learning y árboles de decisión empírica. El proceso completo de clasificación se describe en la Figura 1.

Pasos de Metodología

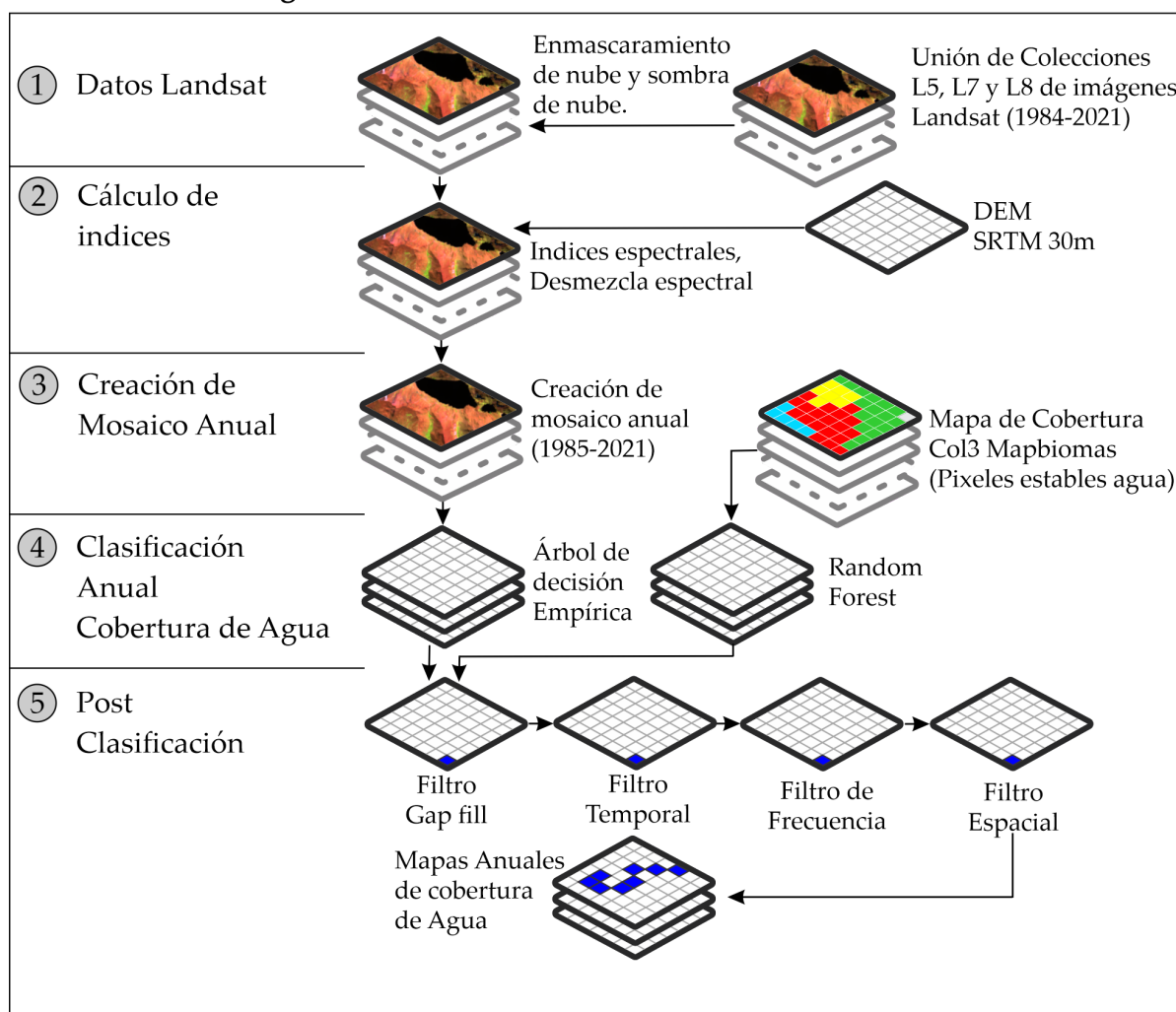


Figura 1 - Diagrama de flujo metodológico para la obtención de mapas de cuerpos de agua

2 Mosaicos de imágenes

La clasificación del tema transversal "Cuerpos de Agua" utilizó los mosaicos de imágenes Landsat generados para el mapa general de la Colección 4 MapBiomias Amazonía. Estos mosaicos contemplaban imágenes que van entre 1985-2021, utilizando imágenes de Landsat 5, 7, y 8.

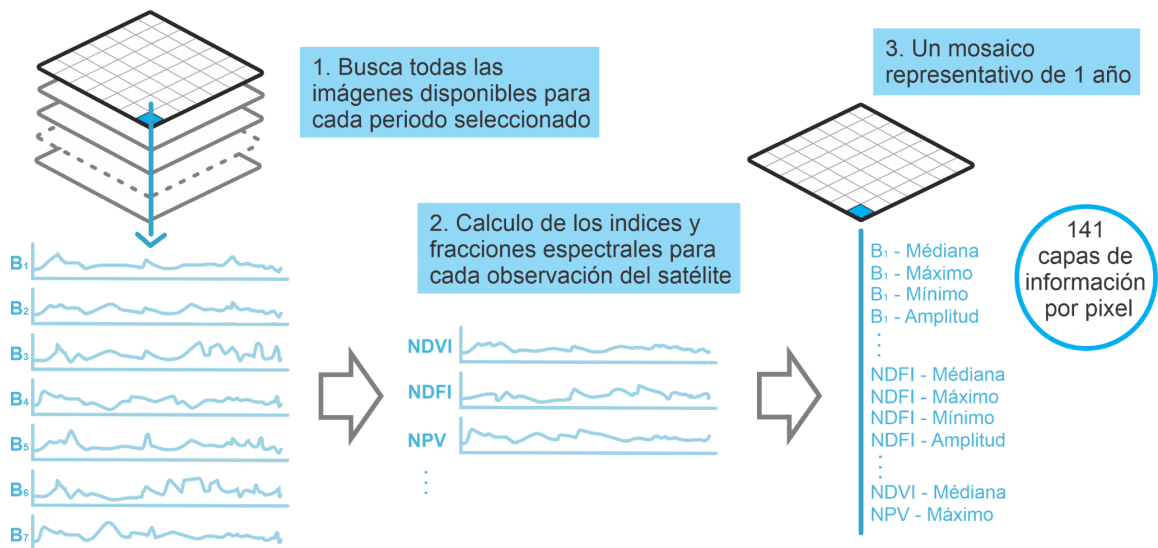


Figura 2 - Proceso de generación de mosaicos anuales de imágenes Landsat Colección 4 MapBiomás Amazonía (revisar el atbd general para mayor detalle).

3 Clasificación

La clasificación de los mosaicos Landsat se realizó íntegramente en la plataforma Google Earth Engine, basada en árboles de decisión empírica (ADE) y el clasificador Random Forest (RF) (Breiman, 2001), La clasificación se basó en regiones de clasificación para aplicar diferentes técnicas de clasificación y parámetros. En el bioma Andes los árboles empíricos tuvieron una mejor aplicación a diferencia de la Amazonia donde se usó las dos técnicas (RF y ADE).

El proceso de clasificación genera mapas binarios (mapas con dos clases) que consideran únicamente dos posibilidades para cada píxel: la clase de interés (cuerpos de agua que incluyen ríos, lagos, lagunas), y todas las demás clases (todo lo diferente a la clase de interés).

Como muestras de entrenamiento para la clasificación supervisada se utilizaron puntos basados en mapas de referencia secundarios, como también puntos obtenidos de la Colección 2 de MapBiomás Amazonía. Los detalles de los parámetros, los mapas de referencia utilizados y el conjunto de variables producido para cada clasificación se presentan en las siguientes secciones .

3.1. Cuerpos de Agua

Para la Colección 4 de MapBiomás Amazonía, se considera como cuerpo de agua a extensiones de agua superficial natural o artificial. Comprende ríos, lagos, embalses, depósitos y otros cuerpos de agua. Excluye los glaciares, clase que ha sido detectada con su propia metodología de mapeo transversal.

3.2 Variables de clasificación

Tabla 1. Índices espectrales y bandas utilizadas para la clasificación.

Banda	Expresión / Descripción	Reductor	Referencia
blue	Valor de la banda azul de Landsat	Median	
green	Valor de la banda verde de Landsat	Median	
red	Valor de la banda roja de Landsat	Median	
nir	Valor de la banda NIR de Landsat	Median	
swir1	Valor de la banda SWIR1 de Landsat	Median	
swir2	Valor de la banda SWIR2 de Landsat	Median	
Snow fraction		Median	
ndwi_mcfeters		Median	
mndwi		Median	
soil fraction		Median	
ndvi		Median	
AWEIsh		Median	
AWEInsh		Median	
WI2015			
slope			
slppost			
altitude			
Shademask2			

3.3 Mapas de referencia

Para el entrenamiento del clasificador Random Forest se utilizaron los píxeles estables de agua (píxeles que no presentaron cambios) de los mapas de la Colección 3 de MapBiomás Amazonía (MapBiomás, 2019)

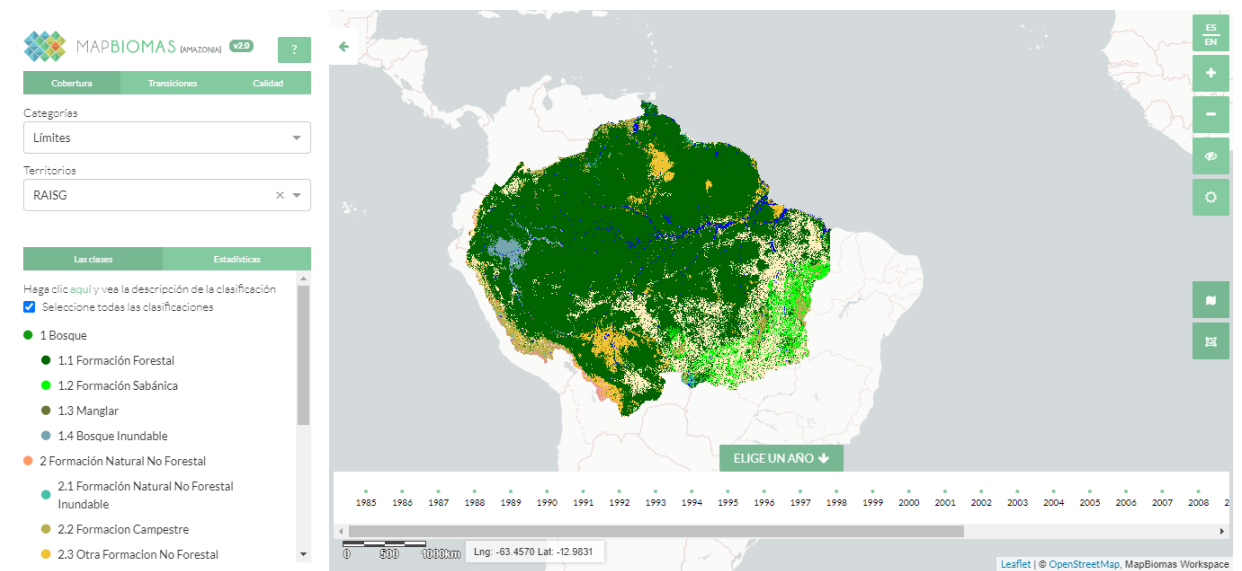


Figura 4 – Mapas de referencia Colección 3 Mapbiomas Amazonia (fuente: <https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org/map>)

3.4 Árbol de Decisión

Las regiones clasificadas con el método de clasificación mediante árboles de decisión empíricos (ver Tabla 1), ajustaron los parámetros de clasificación del siguiente árbol de decisión (Figura 5):

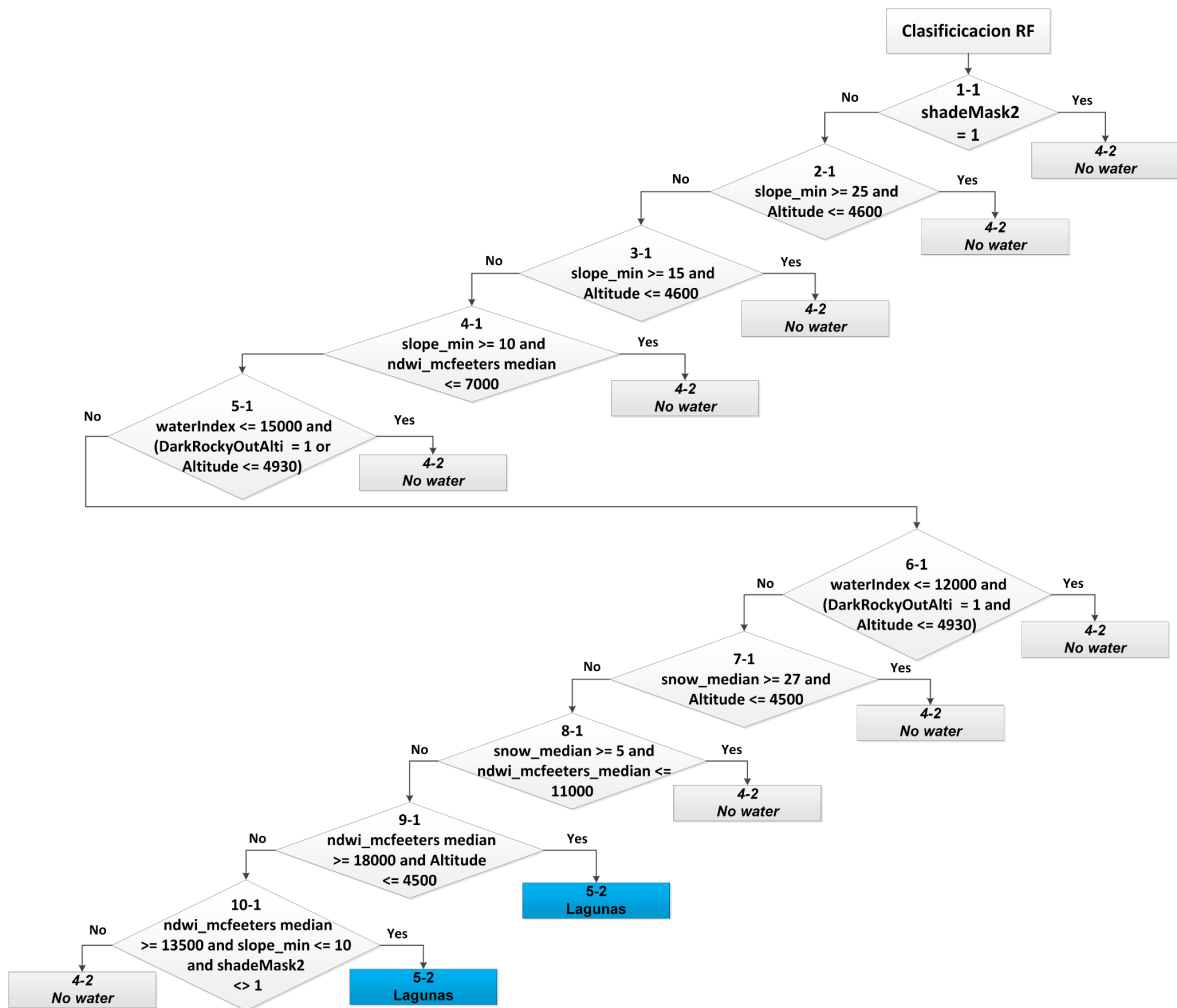


Figura 5 – Random Forest y Árbol de decisión para la clasificación de cuerpos de agua (Id: 33) empleado para la Colección 4 de MapBiomás Amazonía.

Únicamente los píxeles que cumplen las condiciones definidas por el/la analista son clasificados como píxeles de la clase de interés (cuerpos de agua). Aquellos píxeles que no cumplen con las condiciones, son clasificados como “no agua”. Una vez que se obtiene una clasificación adecuada, la clasificación pasa a la siguiente etapa de post clasificación.

Una vez terminada la clasificación según la decisión de cada país por que metodología eligió, se procede a mejorar los datos con procesos de filtrado de las imágenes para eliminar ruidos, y obtener un producto sin vacíos de información ni datos erróneos

4 Post-clasificación

Debido a la naturaleza basada en píxeles del método de clasificación y el trabajo sobre una serie temporal extensa, se aplicó una cadena de filtros de clasificación posterior. El proceso de post clasificación incluye la aplicación de filtros de relleno, temporal, espacial y de frecuencia.

5.1 Llenado de vacíos de información (Gap Fill)

Al tener una serie temporal tan extensa se asume que habrá regiones o años en los cuales la información no sea de buena calidad, en especial al inicio de la serie, por tal motivo se aplica un llenado de píxeles vacíos con el siguiente año más próximo que sí cuente con información.

En este filtro, los vacíos son reemplazados por la clasificación temporalmente más cercana. 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. Por lo tanto, las brechas solo deberían existir si un píxel dado se ha clasificado permanentemente como sin información en toda la serie temporal.

5.2 Filtro temporal

Luego de tener una clasificación libre de vacíos se aplica un filtro temporal, el cual utiliza clasificaciones secuenciales en una ventana móvil unidireccional de 3, 4 o 5 años para identificar transiciones temporalmente incoherentes. Basado en una sola regla genérica (RG), el filtro temporal inspecciona 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 clasifica hacia la clase del vecino temporal.

5.4 Filtro de frecuencia

Al producto del filtro previo le es aplicado un filtro de frecuencia. Este filtro considera la ocurrencia de la clase de interés a lo largo de la serie temporal y su propósito es uniformizar la tendencia de resultado de clasificación de baja frecuencia (ver Figura 7).

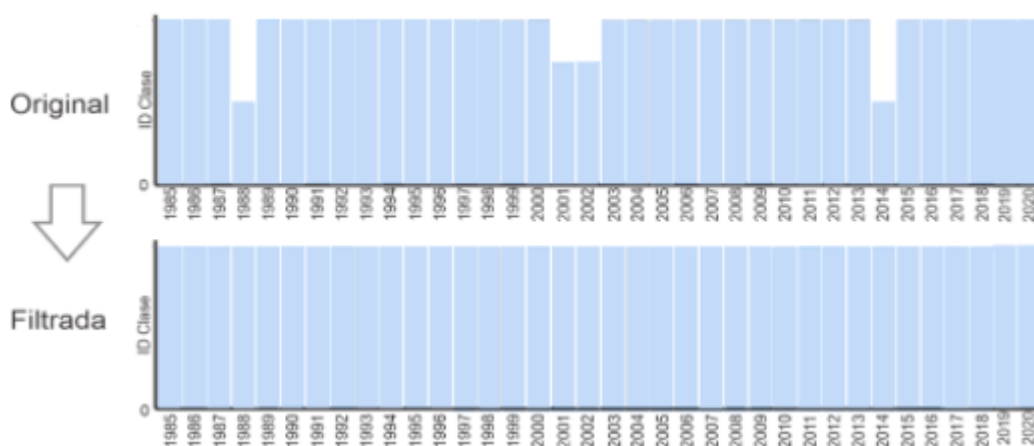


Figura 7 – Efecto de la aplicación del filtro de frecuencia

5.3 Filtro espacial

Con el asset anterior, se aplica un filtro espacial basado en la función "connectedPixelCount", que identifica al conjunto de píxeles (vecindario) que comparten un mismo valor de píxel. En consecuencia, sólo los píxeles que no presentan conexión considerando una cantidad mínima predefinida de píxeles idénticos son definidos como píxeles aislados y reclasificados (Figura 8).

Considerando que los ríos mantienen una conectividad casi lineal a lo largo de cauce del mismo, la conectividad del río es completamente visual, y se puede utilizar archivos de referencia para lograr ubicar la dirección del mismo, en especial por el tamaño del pixel y lo delgados que pueden ser algunos de los ríos amazónicos que no logran cubrir el ancho de un pixel Landsat.

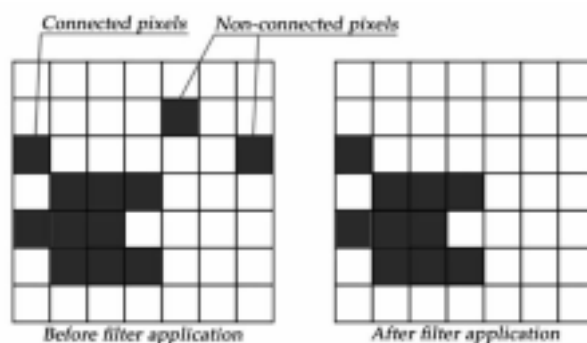


Figura 8 – Efecto de la aplicación del filtro espacial

5 Validación

El proceso de validación de la información fue realizado por un grupo independiente de todas las clases de la colección 4 de Mapbiomas Amazonia, tomando en consideración los mosaicos, las clasificaciones en su capa 33, para el proceso de validación.

Al mismo tiempo en el proceso de clasificación se realizaron comparaciones de manera visual, siguiendo el cauce natural de los ríos, así como la presencia de lagos, lagunas y reservorios; esto acompañado por la creación de un script el cual muestra

6 Referencias

- Breiman, L. (2001). Random Forests. *Statistics Department University of California Berkeley*, 1-30.
- Hansen, M. C., & Loveland, T. R. (2012). A review of large area monitoring of land cover change using Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, 122, 66-74.
<https://doi.org/10.1016/j.rse.2011.08.024>
- Hassaballah, K., Mohamed, Y., Uhlenbrook, S., & Biro, K. (2017). Analysis of streamflow response to land use and land cover changes using satellite data and hydrological modelling: Case study of Dinder and Rahad tributaries of the Blue Nile (Ethiopia–Sudan). *Hydrology and Earth System Sciences*, 21(10), 5217-5242.
<https://doi.org/10.5194/hess-21-5217-2017>
- MapBiomás. (2019). *Mapbiomas Amazonia* (Colección 2.0) [Map].
<https://plataforma.amazonia.mapbiomas.org/map>
- Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), 418-422.
<https://doi.org/10.1038/nature20584>
- Souza, C., Kirchhoff, F., Oliveira, B., Ribeiro, J., & Sales, M. (2019). Long-Term Annual Surface Water Change in the Brazilian Amazon Biome: Potential Links with Deforestation, Infrastructure Development and Climate Change. *Water*, 11(3), 566.
<https://doi.org/10.3390/w11030566>