RAISG

RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA

MAPBIOMAS

[AMAZONIA]

Apéndice - Bolivia

Colección 2

Versión 1.0

Julio de 2020

Equipo de Especialistas

Saúl Cuéllar
Sara Espinoza
Rodney Camargo
Fabio Cotrina
Armando Rodriguez

Responsable del proyecto RAISG-MapBiomas para la Cuenca Amazónica boliviana
Saúl Cuéllar

Institución

Fundación Amigos de la Naturaleza

Km. 7 1/2 Doble Vía a La Guardia
Santa Cruz - Bolivia
Teléfono: (591-3) 3556800
www.fan-bo.org

Índice

1. Características generales del país **3**

2. Otras iniciativas nacionales de mapeo **8**

3. generación de mosaico Landsat **10**

4. Clasificación **15**

4.1. Leyenda 15

4.2. Regiones de clasificación 16

4.3. Descripción metodológica 18

4.4. Temas transversales 18

5. Post clasificación **19**

5.1. Filtro temporal 19

5.2. Filtro espacial 19

5.3. Gap fill 19

5.4. Filtro de frecuencia 19

5.5. Filtro de incidentes 19

5.6. Filtro de incidentes 19

5.7. Reclasificación 19

5.8. Integración 19

7. referencias **20**

1. Características generales del país

La cuenca amazónica en Bolivia abarca una extensión de más de 714 mil km^2, lo cual representa el 65% de todo el país (Tabla 1). Dentro de estos límites hidrográficos pueden distinguirse cuatro biomas (Figura 1A): 1) Amazonía, 2) Andes, 3) Chaco-Chiquitano y 4) Tucumano-Boliviano. La Amazonía es el bioma más extenso (Figura 1B), abarca 480 mil km^2, 67% de la cuenca amazónica boliviana, agrupando cinco regiones: Amazonía Alta (desde los 1.000 msnm hasta los 4.200 msnm denominada Yungas) y cuatro regiones de Amazonía Baja (por debajo de los 1.000 msnm): Amazonía Baja Norte, Este, Oeste y Llanos (pampas y pastizales naturales del Beni y Norte de La Paz). Estas regiones fueron creadas con fines netamente operativos, para facilitar el proceso de clasificación de la cobertura y uso del suelo y obtener mejores resultados; para ello se utilizó como base el mapa de Ecoregiones de Bolivia (Ibisch et al. 2003).

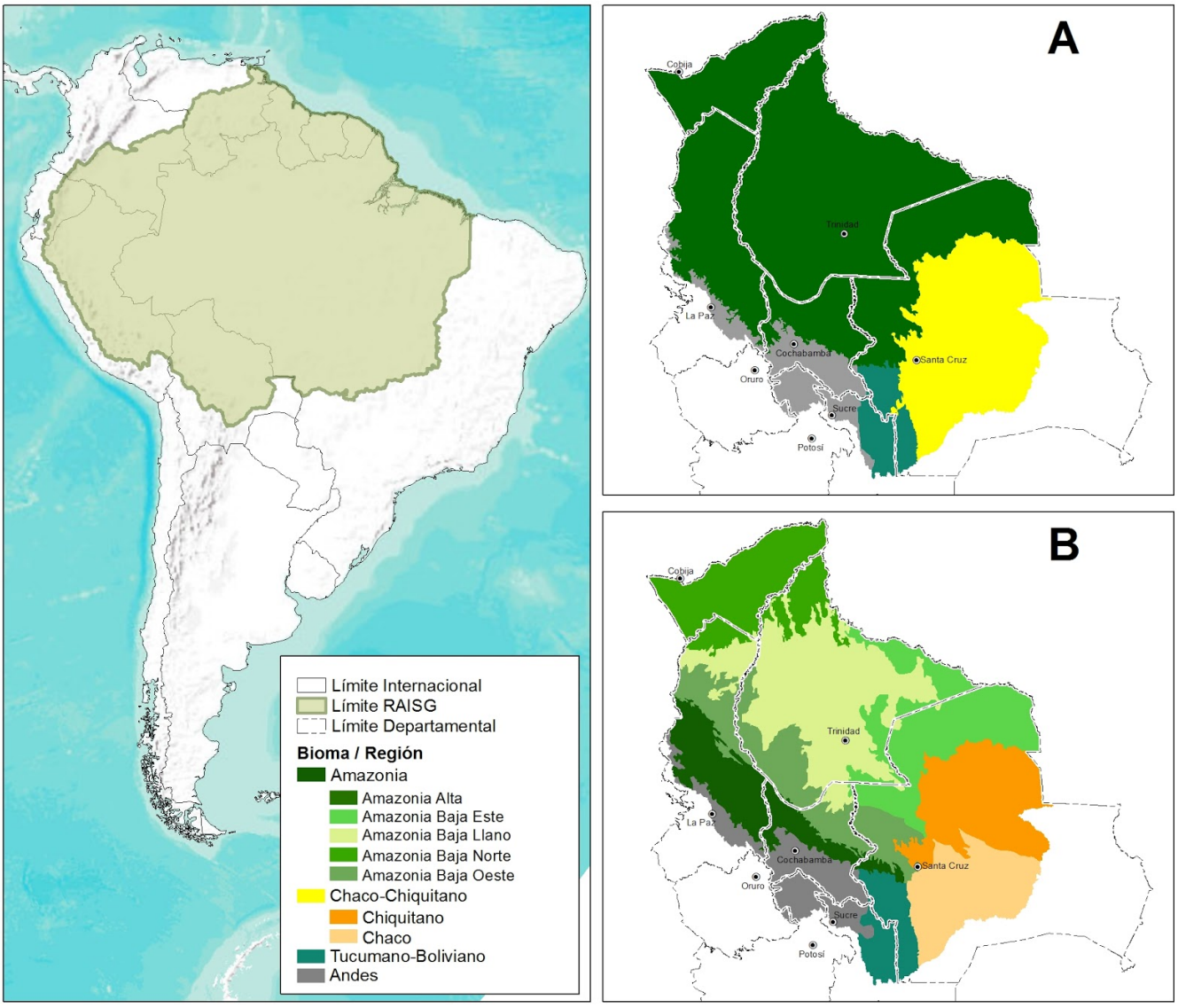


Figura 1. Localización de la cuenca amazónica de Bolivia. A) Biomas; B) Regiones operativos.

Administrativamente la cuenca amazónica se ubica en ocho de los nueve departamentos de Bolivia. Abarca la totalidad del territorio de los departamentos de 1) Pando, 2) Beni y 3) Cochabamba, más del 50% de los departamentos de 4) Santa Cruz y 5) La Paz, y una baja proporción de los departamentos de 6) Chuquisaca, 7) Potosí y 8) Oruro (Figura 1A & B).

Los biomas y regiones se diferencian entre ellos por una serie de características bióticas (fisionomías y composición de especies) y abióticas (climáticas, regímenes de inundación y elevación entre otras) (Figura 2).

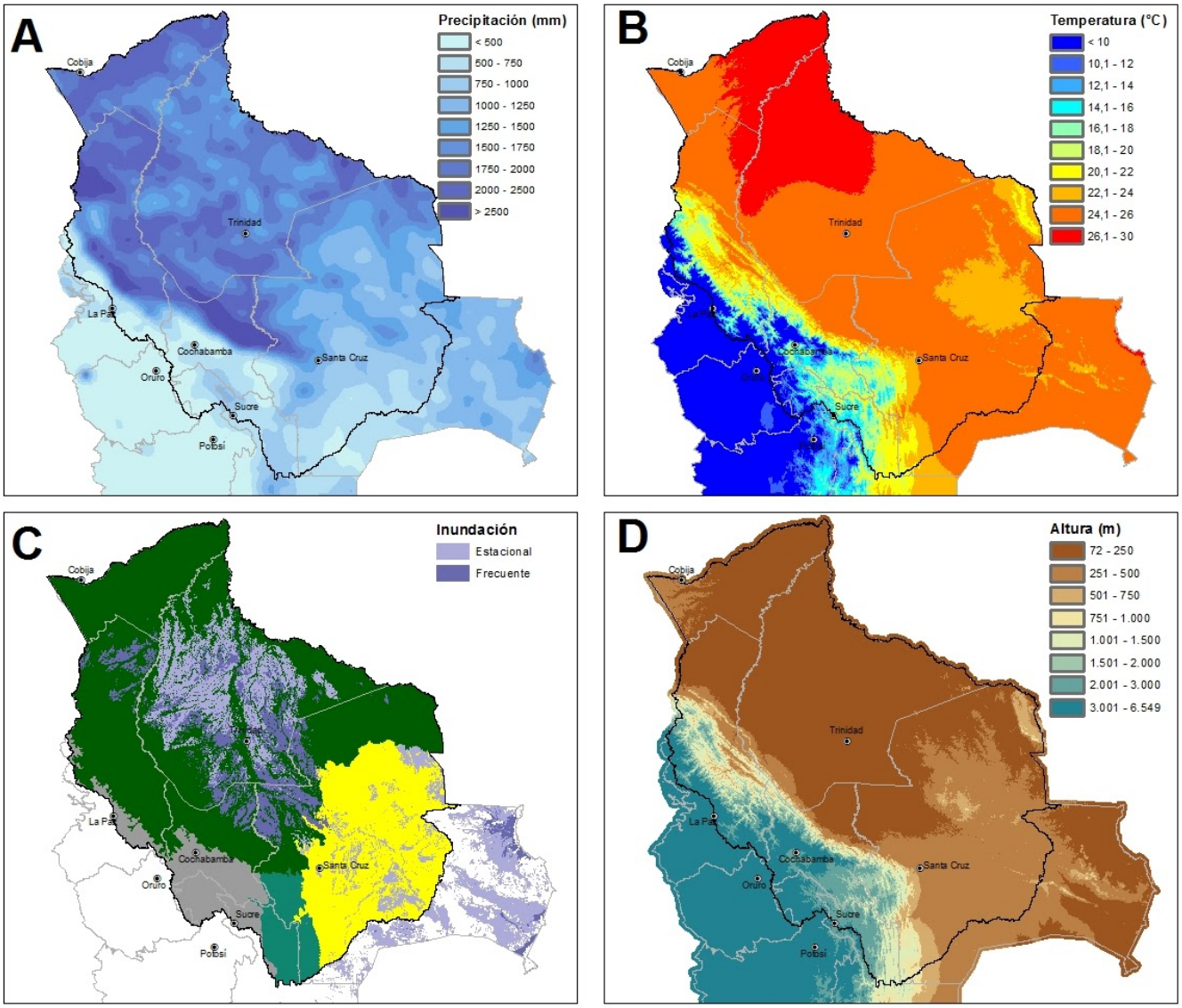


Figura 2. Características abióticas de la cuenca amazónica boliviana. A) Precipitación; B) Temperatura; C) Zonas de inundación; D) Pisos altitudinales.

Tabla 1. Biomas y Regiones de la Cuenca Amazónica de Bolivia

		Superficie	
Bioma	**Región**	**km²**	**%**
Amazonía	Amazonía Alta	63.513	9%
	Amazonía Baja Norte	93.653	13%
	Amazonía Baja Este	100.446	14%
	Amazonía Baja Oeste	80.254	11%
	Amazonía Baja Llanos	142.139	20%
Andes		54.586	8%
Chaco-Chiquitano	Chaco	64.568	9%
	Chiquitano	82.006	11%
Tucumano-Boliviano		33.669	5%
Total Superficie		**714.834***	

* Representa el 65% de la superficie del país.

Bioma Amazonía

- ***Región Amazonía Alta:*** Ocupa principalmente la porción oriental de los Andes tropicales. Está conformado principalmente por formaciones boscosas siempre verde y campestres. Las formaciones boscosas se desarrollan generalmente por encima de 1.000 m de altitud, hasta los 4.200 m aproximadamente. Posee un dosel arbóreo que se distribuye entre los 15 y 25 m de altura, con árboles emergentes que llegan a alcanzar poco más de 30 m. Las formaciones campestres, dominadas por pastos y hierbas, generalmente aparecen por encima de los 2.500 m de elevación en zonas con suelos poco profundos (cimas de serranías), o en zonas con topografía menos accidentada, por encima de 3000 m, donde pasan a ser denominados como páramos yungueños.

  Debido a sus características fisiográficas (laderas con pendientes elevadas y abruptas), las principales actividades económicas desarrolladas en esta región son, la agricultura a pequeña escala, la ganadería de vacunos, ovinos y caprinos, la extracción selectiva de especies forestales, así como la siembra de cultivos de coca, café y cítricos.

- ***Región Amazonía Baja Norte, Este y Oeste:*** Conformado principalmente por fisionomías boscosas siempre verde, así como sabánicas y campestres (sabanas amazónicas) pero en menor proporción. Se distribuyen sobre elevaciones de hasta 1.000 m. En los bosques, el dosel arbóreo varía entre 30 y 35 m, con árboles emergentes que pueden sobrepasar los 40 m. En esta región los bosques amazónicos se dividen en: i. bosques amazónicos de tierra firme (crecen en áreas con suelos bien drenados, abarcan la mayor extensión de superficie); y ii. bosques amazónicos de inundación (estacionalmente inundados producto del rebalse de los grandes ríos), que a su vez son subdivididos en bosques de várzea (inundados por aguas blancas, ricas en sedimentos y minerales) y bosques de igapó (inundados por aguas negras, ricas en materia

orgánica). Las formaciones sabánicas-campestres se distribuyen en parches dispersos, principalmente en el extremo Este y Sureste de esta región. Aparecen en zonas con suelos lateríticos y poco profundos, y donde la capa freática es superficial y/o áreas que se inundan estacionalmente. Las fisionomías campestres están dominadas por pastos y hierbas; y las sabánicas, además de presentar estas formas de vida, también aparecen árboles y arbustos dispersos (campinaranas y similares al cerrado sensu stricto).

Las principales actividades económicas que tradicionalmente han sido desarrolladas en esta región son, la extracción de productos forestales maderables y no maderables (castaña, cacao, así, copoazú, etc.), así como la pesca comercial y la ganadería utilizando forrajes nativos. Sin embargo, en los últimos años, se ha ido incrementando las actividades ganaderas provocado el cambio de uso de suelo mediante la implementación de pasturas introducidas. También, se practica la agricultura a pequeña escala y la siembra de cultivos de coca, café y cítricos (Amazonía baja Oeste), así como la agricultura a gran escala (Sur de la Amazonía baja Este y Oeste respectivamente)

- ***Región Amazonía Baja Llanos:*** Conformada principalmente por fisionomías sabánicas y campestres, y fisionomías boscosas en menor proporción. Todas estas fisionomías se distribuyen formando un mosaico paisajístico sobre una fisiografía plana y/o ondulada, con elevaciones que no sobrepasan los 300 m de altitud. Geológicamente se divide en dos zonas, la zona Norte que se desarrolla sobre suelos bien drenados, de tipo laterítico, ácidos y pobres en nutrientes; y la zona Sur, la cual se inunda estacionalmente producto del rebalse de los grandes ríos que atraviesan la región. Los suelos de estas zonas inundadizas están conformados por sedimentos de origen reciente (cuaternario), siendo relativamente fértiles y con pH neutro a ligeramente alcalinos. Las fisionomías sabánicas y campestres están dominadas por pastos y hierbas, pero las sabánicas incluye la presencia de árboles y arbustos dispersos. Por otro lado, las fisionomías forestales corresponden a bosques húmedos y siempre verdes, los cuales son una prolongación de los bosques amazónicos hacia el interior de una matriz paisajística sabánica-campestre. La distribución de estos bosques en esta región está restringida únicamente a los principales cursos hídricos, por lo que, al igual que en la Amazonía, estos pueden dividirse en bosques de várzea (inundados por aguas blancas, ricas en sedimentos y minerales) y bosques de igapó (inundados por aguas negras, ricas en materia orgánica). Fisionómicamente, también son denominados como bosques de galería en Brasil. El dosel arbóreo es variable, pero generalmente alcanza alturas de entre (-20) 20 y 25 m, con emergentes de hasta 35 m.

  Debido al factor limitante de las inundaciones estacionales, la principal actividad económica ejercida en esta región es la ganadería extensiva, siendo la principal fuente de forrajes las pasturas nativas de los campos y sabanas de la región. Sin embargo, desde hace unos años y debido a los cambios en la normativa legal sobre el uso de suelo en esta región, se dio inicio a programas de implementación de la agricultura mecanizada, siendo actualmente el cultivo de arroz el más practicado.

Bioma Andes

La fisionomía dominante en esta región es la campestre, la cual crece generalmente por encima de 4000 m de elevación. En Bolivia es denominada como Puna, posee una cobertura dominada por pastos, con algunos arbustos dispersos. Los suelos son generalmente secos, aunque existen zonas que se

encharcan y se mantienen húmedos durante todo el año (bofedales). Por otro lado, dentro de la región Andina también existen formaciones forestales, aunque en menor proporción, siendo estos, los bosques secos interandinos (i. bosques bajos, deciduos y espinosos, con dosel arbóreo arbustivo de 3 a 5 m de altura, con árboles y cactus columnares emergentes de hasta más de 10 m; y ii. bosques semideciduos, con dosel arbóreo de 10 a 15 m, y emergentes de hasta 20 m.) y los bosques de Polylepis (kewiñales, distribuidas por encima de los 2500 m de altitud y formando manchas dispersas en medio de fisionomías campestres).

Entre las principales actividades económicas desarrolladas en esta región se destacan la ganadería de ovinos, caprinos y camélidos, así como también el cultivo estacional de quinua (Chenopodium quinoa), la agricultura de pequeña escala y la agricultura mecanizada.

Bioma Chaco-Chiquitano

Las principales formaciones boscosas presentes en esta región son, el bosque chiquitanto y bosque chaqueño, y en menor proporción las fisionomías sabánicas y campestres incluidas dentro del complejo denominado como cerrado sensu lato (más usado en Brasil). Todas estas fisionomías son diferenciadas por sus características fisionómicas y estructurales, así como climáticas, geológicas y fisiográficas. Sobre el escudo precámbrico se encuentra el bosque chiquitano, que varía entre semideciduo y deciduo, y el cerrado sensu lato, ambas desarrolladas sobre una fisiografía de llanura ondulada. El dosel arbóreo del bosque se distribuye entre 15 a 20 m de altura, con árboles emergentes que alcanzan hasta poco más de 25 m. Por otro lado, el bosque chaqueño, distribuido en la región Sur, son de carácter deciduos, microfoliados y espinosos. Posee un dosel arbóreo arbustivo de entre 3 a 5 m de altura, con emergentes que llegan a sobrepasar los 10 m, siendo frecuente la presencia de cactus columnares. Geológicamente el bosque chaqueño se desarrolla sobre sedimentos de origen reciente (cuaternario), y cuya fisiografía es denominada como la llanura Chaco-Beniana.

Las principales actividades económicas desarrolladas sobre el escudo precámbrico fue la extracción selectiva de especies con valor forestal, así como la ganadería mediante la implementación de pasturas introducidas y el aprovechamiento de forrajes nativos. Por otro lado, en el bosque chaqueño, las actividades económicas más frecuentes fueron la ganadería de ramoneo y extracción de combustible vegetal (leña y producción de carbón). Sin embargo, recientemente, como consecuencia de las nuevas colonizaciones que se han establecido sobre la región chaco-chiquitano, todas las actividades económicas tradicionales están siendo sustituidas por la agricultura de pequeña (comunidades campesinas) y gran escala (empresas agrícolas y colonias menonitas).

Bioma Tucumano-Boliviano

La formación forestal de esta región corresponde al denominado bosque tucumano-boliviano (yungas tucumano –boliviano en Argentina), los cuales cambian en estructura, composición y peridiosidad según su distribución altitudinal en los andes tropicales, la cual varía entre los 800 y 3500 m de elevación. Generalmente, por debajo de 2000 m (±) de altitud (piso inferior), ocupa la porción oriental del subandino, siendo de tipo semideciduo, con dosel arbóreo distribuido entre 15 y 20 m de altura, y árboles emergentes que alcanzan poco más de 25 m. Por encima de los 2000 m (±) de altitud (piso superior), los bosques son húmedos y siempre verdes, esto gracias a la humedad proveniente de los vientos alisios. Los árboles conforman un dosel distribuido entre los 20 y 25 m de altura, con emergentes que alcanzan hasta 30 m. Así también, en la región es frecuente la aparición de fisionomías predominantemente campestres (pajonales), las cuales se limitan a las cimas de las serranías y/o zonas

con suelos poco profundos, o con afloramientos rocosos, generalmente por encima de los 2000 m de elevación. La presencia de leñosas en esta fisionomía es bastante escasa.

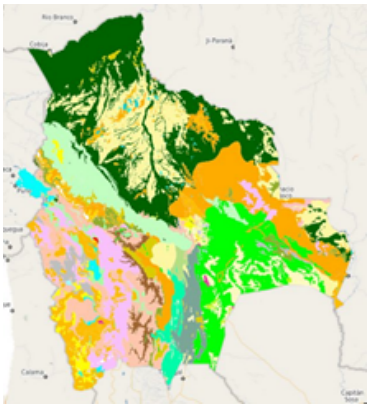
Debido a la topografía accidentada, las actividades económicas tradicionalmente practicadas en esta región son, la ganadería de ramoneo, tanto de vacunos como caprinos y ovinos, extracción selectiva de especies con valor forestal, y las actividades agrícolas a pequeña escala.

2. Otras iniciativas nacionales de mapeo

Las iniciativas principales de generación de información cartográfica a nivel nacional relacionada a la cobertura y uso de suelo son las siguientes:

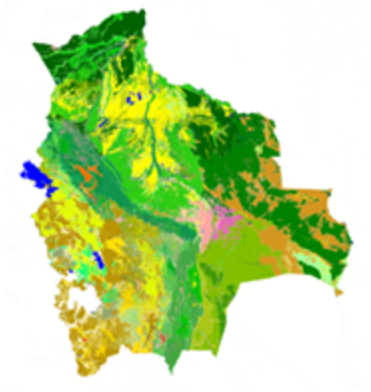
Mapa de cobertura y uso de la tierra, 1978

El mapa representa las características ambientales, uso de suelo y recursos naturales del territorio boliviano. Generada en base a las primeras imágenes del satélite Landsat del año 1978, a través de la metodología Land cover clasification system (Sistema de clasificación de cobertura de la tierra), diseñada por la FAO y una interpretación manual de las mismas. Elaborado por el Programa del Satélite Tecnológico de Recursos Naturales (ERTS - Bolivia) del Servicio geológico de Bolivia (GEOBOL) en el año 1978 a escala 1:1.000.000. Actualizado en el año 2001.



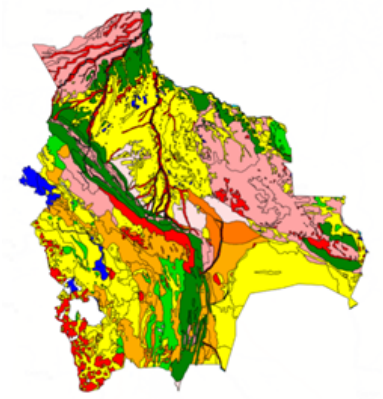
Mapa de cobertura y uso actual de la tierra Bolivia, 2001

El mapa representa los elementos naturales y antrópicos de la superficie terrestre, la información que describe es un importante insumo para la planificación y modelamiento. Fue elaborado por la Superintendencia Agraria en base a un monitoreo quinquenal de imágenes de satélite Landsat 7, capturadas en los años 1999 y 2000 correspondientes en su mayoría a los meses de junio, julio y agosto, también de los meses de mayo y septiembre, que permitió observar los cambios en la cobertura y uso de la tierra de todo el territorio nacional. Publicado en el año 2002 a escala 1: 1.000.000.



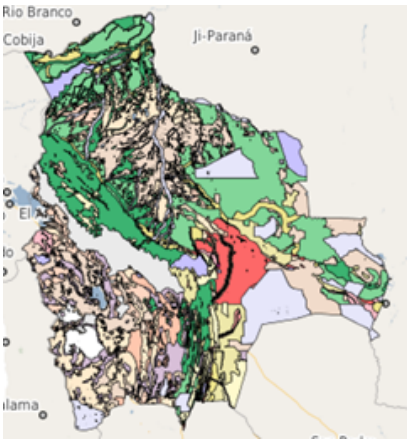
Mapa de capacidad de uso mayor de la tierra Bolivia, 2001

El mapa presenta la clasificación de tierras según su capacidad de uso (CUMAT). Se basa en los efectos combinados de clima y las características permanentes de los suelos, capacidad productiva de la tierra, limitaciones en el uso de la tierra, riesgos de dañar el suelo y requerimiento de manejo de los suelos. Esta clasificación, une a los suelos basándose en rasgos del terreno superficial y en las propiedades de los suelos que pueden ser evaluadas por observación y al tacto, clasificándolos en tres categorías de tierras: clases, subclases y unidades para Bolivia



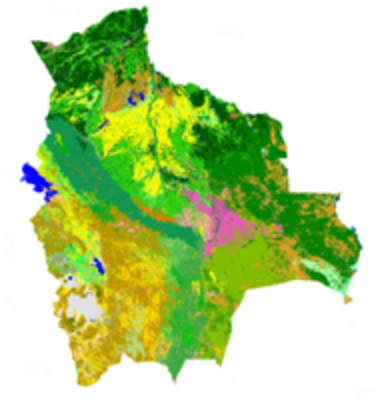
Mapa de zonificación agroecológica de Bolivia, 2002

La zonificación agroecológica y socio económica (ZAE) representa zonas de uso sostenible de la tierra y sus recursos naturales renovables. La zonificación busca ordenar el uso del mismo de acuerdo a su aptitud, considerando las condiciones socio económicas bajo las cuales la población usuaria la tierra. Elaborado por la Unidad de Ordenamiento Territorial del Ministerio de Planificación del Desarrollo en el año 2002 a escala 1:1.000.000



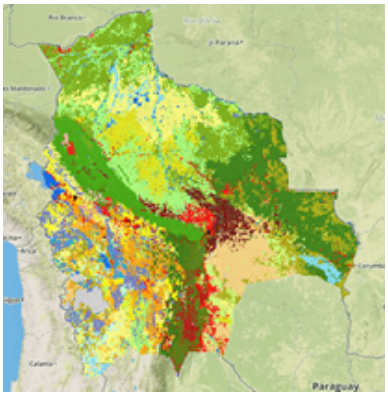
Mapa de cobertura y uso actual de la tierra Bolivia, 2010

El mapa es un instrumento técnico que describe en términos de cobertura de la tierra, todos los recursos existentes en nuestro país, identificando el uso actual por cada categoría de cobertura. Fue elaborado por la Unidad Técnica Nacional de Información de la Tierra - UTNIT en base a imágenes de satélite Landsat 5 TM de alcance medio, correspondientes al periodo 2006 – 2010. Publicado en el año 2011 a escala 1:1.000.000



Mapa de Potenciales Productivas de Bolivia, 2013

El mapa muestra el potencial productivo del país en sus diferentes rubros y áreas geográficas. Identificadas en base al tipo de uso de la tierra, especialización biofísica y especialización socioeconómica a nivel departamental y municipal de Bolivia. Elaborado por el Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural, a través de la Unidad de Análisis Productivo (UDAPRO) y el Sistema de Información Territorial de Apoyo a la Producción (SITAP) en el año 2013 a escala 1:100.000.



3. Generación de mosaicos Landsat

La cuenca Amazónica de Bolivia es cubierta por 61 cartas de la grilla del Mapa Mundial al Millón a escala 1:250.000. Cada carta cubre un área de 1°30' de longitud por 1° de latitud. De estas cartas, 16 son compartidas con Brasil y 7 con Perú (Figura 3). Las cartas fueron particionadas por los límites de los biomas (ver sección 1), totalizando 98 cartas (Tabla 3). Considerando que el período de análisis abarca del año 1985 al 2018, 34 años, fue necesario definir 3.332 mosaicos Landsat en total (98 cartas/biomas x 34 años).

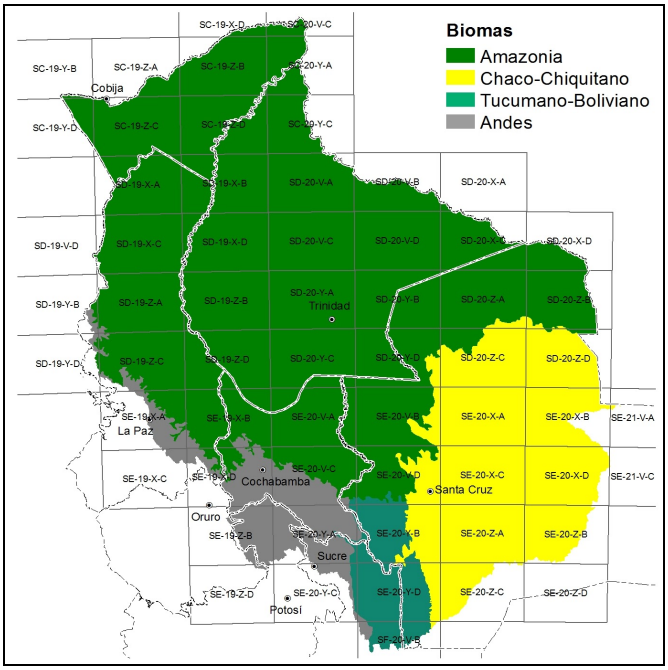


Figura 3. Biomas y cartas en Bolivia utilizadas en la Colección 2 MapBiomas Amazonía

Tabla 3. Total de mosaicos de imágenes satelitales procesadas por biomas para el periodo 1985-2018

Bioma	**# Total de mosaicos**
Amazonía	1937
Andes	510
Chaco-Chiquitano	680
Tucumano-Boliviano	205
Total Mosaicos	**3.332**

Tabla 4. Resumen de las características de los biomas definidas para la construcción de mosaicos.para el periodo 1985-2018

Bioma	**km^2**	**%**	**Descripción**
Amazonía	480.005	67%	Bosque húmedo siempreverde mediano a bajo (5-15-25/30m); Varios pisos altitudinales con diferentes tipos de vegetación siempreverde; Ceja del Monte (>2.500m) con bosques de neblina; Páramo Yungueño. Bosque húmedo casi siempreverde (30/45m); Bosque Amazónico de inundación (30/45m) de aguas negras y aguas blancas. Bosque húmedo siempreverde (30/35m); Bosque húmedo mayormente siempreverde (30/45m). Bosques siempreverdes en transición hacia bosques semideciduos estacionales del Bosque Seco Chiquitano (>25 (30)m). Sabanas con gramíneas, ciperáceas y arbustos; Sabanas de tipo cerrado con pajonales altos; Islas de bosque; Bosque de galería
Andes	54.586	8%	Pajonal abierto, más o menos denso o con arbusto; Bofedales; Matorrales, bosque de Polylepis; Bosque seco deciduo (10-20m)
Chaco-Chiquitano	146.574	21%	Bosque semideciduo (15-20/-25m); Bosques de inundación; Mosaico de Cerrado y Sabanas. Palmares. Bosques siempreverdes en las serranías. Uso Agropecuario intensivo. Bosque seco deciduo bajo (5-15 m); Chaparrales en suelos muy arenosos; Uso Agropecuario intensivo
Tucumano-Boliviano	33.669	5%	Bosques secos deciduos, semihúmedos (semi-) deciduos hasta siempreverdes; Bosque de Polylepis, matorrales y pajonales
Total Superficie	**714.834**		

Cada mosaico es obtenido juntando una serie de imágenes Landsat para componer la mejor imagen posible en un determinado periodo de tiempo, tomando como parámetros la temporalidad (mayormente de junio a octubre), porcentaje de nubosidad (hasta 30% de nubosidad) y sensor (L5, L7 y L8, se lo define dependiendo del año y de la disponibilidad de imágenes).

En la Figura 4 se puede apreciar los resultados de la generación de mosaicos para la cuenca amazónica boliviana para los 34 años de estudio, 1985-2018.

Tabla 5. Resumen de parámetros utilizados en la construcción de mosaicos para el periodo 1985-2018

Región	Satélite	Año	Periodo	% Nubes
Amazonía	L5 L7 L8	1985-1999, 2003-2011 2002, 2012 2013-2018	1 junio – 31 octubre	>30%
Andes	L5 L7 L8	1985-1999, 2003-2011 2002, 2012 2013-2018	1 junio – 31 octubre	>30%
Chaco-Chiquitano	L5 L7 L8	1985-1999, 2003-2011 2002, 2012 2013-2018	1 junio – 31 octubre	>30%
Tucumano-Boliviano	L5 L7 L8	1985-1999, 2003-2011 2002, 2012 2013-2018	1 junio – 31 octubre	>30%

El análisis de la calidad de las imágenes se lo realizó mediante una evaluación visual de cada uno de los mosaicos en base a los criterios de la tabla 6. Donde al final se obtuvieron tres categorías: 1) Buena, 2) Regular y 3) Mala.

De los 3.332 mosaicos construidos para los 34 años, el 93% se evaluaron como bueno, 5% como regular y 2% como malo o de baja calidad. Siendo los años 1985, 1987 y 1992 los años que presentan más mosaicos con mala calidad y están presentes principalmente en las regiones Amazonía Alta y Tucumano-Boliviano.

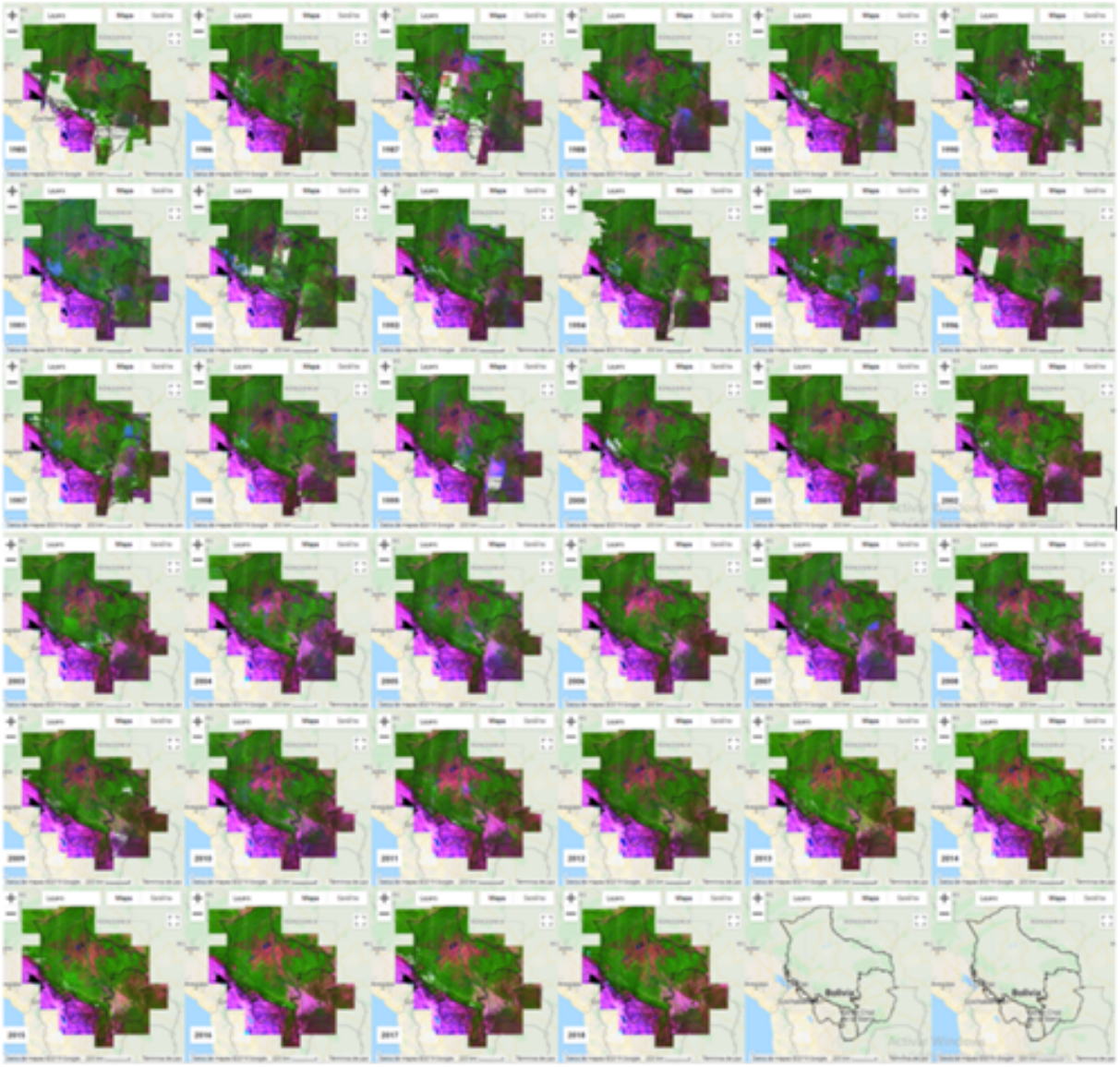


Figura 4. Serie anual de mosaicos de la Colección 2 Raisg-MapBiomas, 1985 - 2018

Tabla 6. Parámetros para la evaluación de calidad de los mosaicos de imágenes Landsat

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

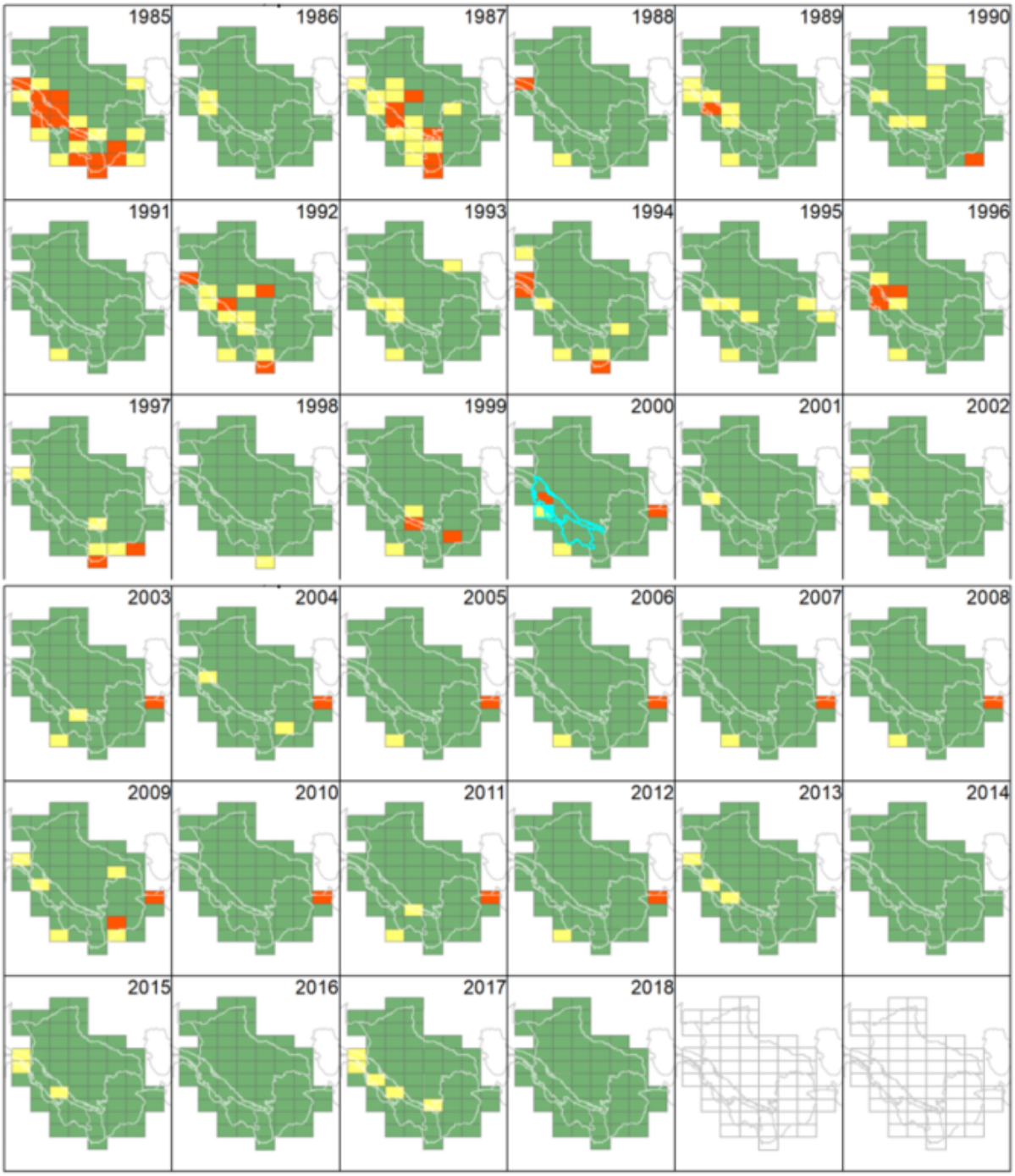


Figura 5. Serie anual de la calidad de mosaicos de la Colección 2 Raisg-MapBiomas,1985 - 2018

4. clasificación

4.1. Leyenda

Las clases mapeadas en Bolivia son: Formación forestal (ID 3), Otras Formaciones No Forestales (13), Mosaico de Agricultura o pasto (ID 21), Área sin vegetación (ID 22), Río, lago u Océano (ID 33) y Glaciar (ID 34)

Tabla 7.Clases y subclases de cobertura y uso de la tierra utilizadas por Bolivia en la colección 2 de MapBiomas Amazonía

ID	CLASE	COBERTURA / USO
1	1. Formación Forestal	Cobertura
3	1.1.1. Bosque / Formación Forestal	Cobertura
10	2. Formación Natural No Forestal	Cobertura
13	2.4. Otra Formación Natural No Forestal	Cobertura
14	3. Uso agropecuario	Uso
21	3.3 Mosaico de Agricultura y/o Pasto	Uso
22	4. Zonas sin vegetación	Cobertura / Uso
26	5. Cuerpo de agua	Cobertura / Uso
33	5.1. Río, Lago u Océano	Cobertura / Uso
34	5.2 Glaciares	
27	6. No Observado	

Las clases de la leyenda de la Colección 2 de MapBiomas Amazonía para Bolivia agrupan a las formaciones vegetales del mapa Ecorregiones de Bolivia propuesta (Ibich et al. 2003). La tabla 8 muestra su correspondencia.

Tabla 8. Formaciones vegetales agrupadas por categorías de cobertura y uso de suelo de la leyenda de la colección 2 de MapBiomas Amazonía.

Clase (ID)	Región	Vegetación según ecorregiones (Ibisch et al, 2003)
Formación forestal (ID:3)	Amazonía alta	Bosque húmedo siempreverde mediano a bajo (5-15-25/30m). Ceja del Monte (>2.500m) con bosques de neblina
	Amazonía baja Norte	Bosque húmedo casi siempreverde (30/45m). Bosque Amazónico de inundación (30/45m)
	Amazonía baja Oeste	Bosque húmedo siempreverde (30/35m). Bosque húmedo mayormente siempreverde (30/45m)
	Amazonía baja Este	Bosques siempreverdes en transición hacia bosques semideciduos estacionales del Bosque Seco Chiquitano (>25 (30)m)
	Amazonía baja Llano	Bosque de galería. Islas de bosque

	Andes	Bosque de Polylepis. Bosque seco deciduo (10-20m)
	Chiquitano	Bosque semideciduo (15-20/-25m). Bosques de inundación. Bosques siempreverdes en las serranías.
	Chaco	Bosque seco deciduo bajo (5-15 m)
	Tucumano-Boliviano	Bosques secos deciduos, semihúmedos (semi-) deciduos hasta siempreverdes. Bosque de Polylepis,
Otra formación Natural No Forestal (ID: 13)	Amazonia alta	Varios pisos altitudinales con diferentes tipos de vegetación siempreverde. Páramo Yungueño
	Amazonia baja Llanos	Sabanas con gramíneas, ciperáceas y arbustos. Sabanas de tipo cerrado con pajonales altos
	Andes	Pajonal abierto, más o menos denso o con arbusto matorrales y pajonales. Bofedales. Matorrales
	Chiquitano	Mosaico de Cerrado y Sabanas. Palmares.
	Chaco	Chaparrales en suelos muy arenosos
	Tucumano-Boliviano	Matorrales y pajonales
Mosaico de agricultura y/o pasto (ID: 21)	Amazonía Alta y Baja, Andes, Chiquitano, Chaco, Tucumano-Boliviano	Uso Agropecuario intensivo y extensivo
Zonas sin vegetación (ID: 22)	Amazonía Alta y Baja, Andes, Chiquitano, Chaco, Tucumano-Boliviano	Área altoandina sin vegetación. Dunas. Playas. Infraestructura. Área urbana
Río, lago u océano (ID: 33)	Amazonía Alta y Baja, Andes, Chiquitano, Chaco, Tucumano-Boliviano	Laguna. Lagos. Represa, atajado. Río
Glaciar (ID 34)	Andes	Glaciar

4.2. Regiones de clasificación

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

Las regiones fueron definidas siguiendo criterios de sub ecorregiones basado en el mapa de Ecorregiones de Bolivia propuesto por Ibisch (2003). Las regiones resultantes se presentan en la figura 6 y se detallan en la tabla 8.

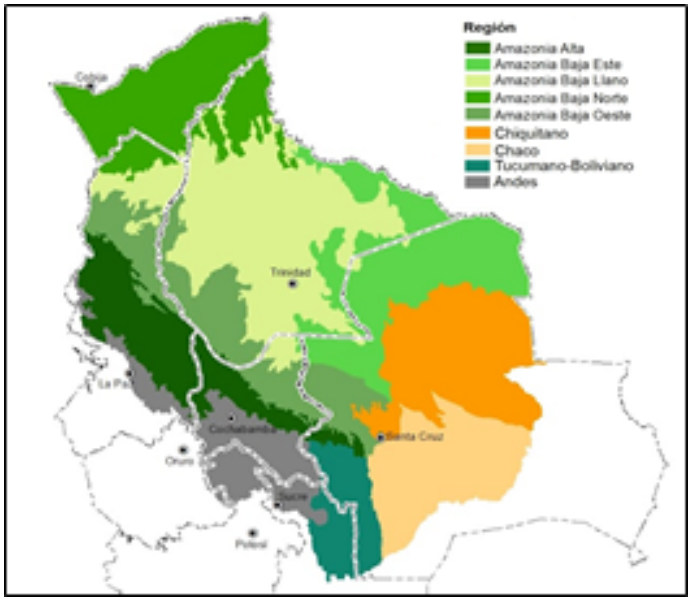


Figura 6. Mapa de regiones de clasificación en Bolivia para la Colección 2 MapBiomas Amazonía

Tabla 8. Regiones de clasificación definidas para Bolivia en el marco de la Colección 2 MapBiomas Amazonía

Región de clasificación	**Código**	**Sub ecorregión**
Amazonía alta	20101	Yungas
Amazonía baja Norte	20201	Bosques Amazónicos de Pando Bosques Amazónicos de inundación
Amazonía baja Oeste	20202	Bosques Amazónicos Subandinos Bosques Amazónicos Preandinos
Amazonía baja Este	20203	Bosques Amazónicos de Beni y Santa Cruz
Amazonía baja Llano	20204	Cerrado Paceño Cerrado Beniano Sabanas Inundables de los Llanos de Moxos
Andes	20601	Vegetación Altoandina de la Cordillera Oriental con pisos nivales y subnivales Puna Semihúmeda Bosques Secos Interandinos
Chiquitano	21001	Bosque Seco Chiquitano Cerrado Chiquitano Sabanas Inundables del Pantanal
Chaco	21002	Gran Chaco
Tucumano-Boliviano	21201	Bosque Tucumano-Boliviano Chaco Serrano

4.3. Descripción metodológica

La clasificación de la cobertura y uso de la tierra de la Amazonía boliviana se desarrolló utilizando el método de clasificación Random Forest (con corridas de 60 árboles). En forma general, primeramente, se seleccionaron aleatoriamente muestras estables (2000-2017) para cada una de las clases a mapear, a partir de la Colecciión 1 de MapBiomas Amazonía. Se generaron una clasificación preliminar para el periodo 1985-2018 (34 años) de la Colección 2 MapBiomas Amazonía. Se volvió a seleccionar aleatoriamente muestras estables, pero esta vez, para los 34 años (1985-2018) y se realizó la exclusión/inclusión de muestras para mejorarlas.Luego, se generó una nueva clasificación para los 34 años de la Colección 2, Posteriormente, se aplicaron filtros temporales, espaciales, de frecuencia e incidentes (ver Figura 6).

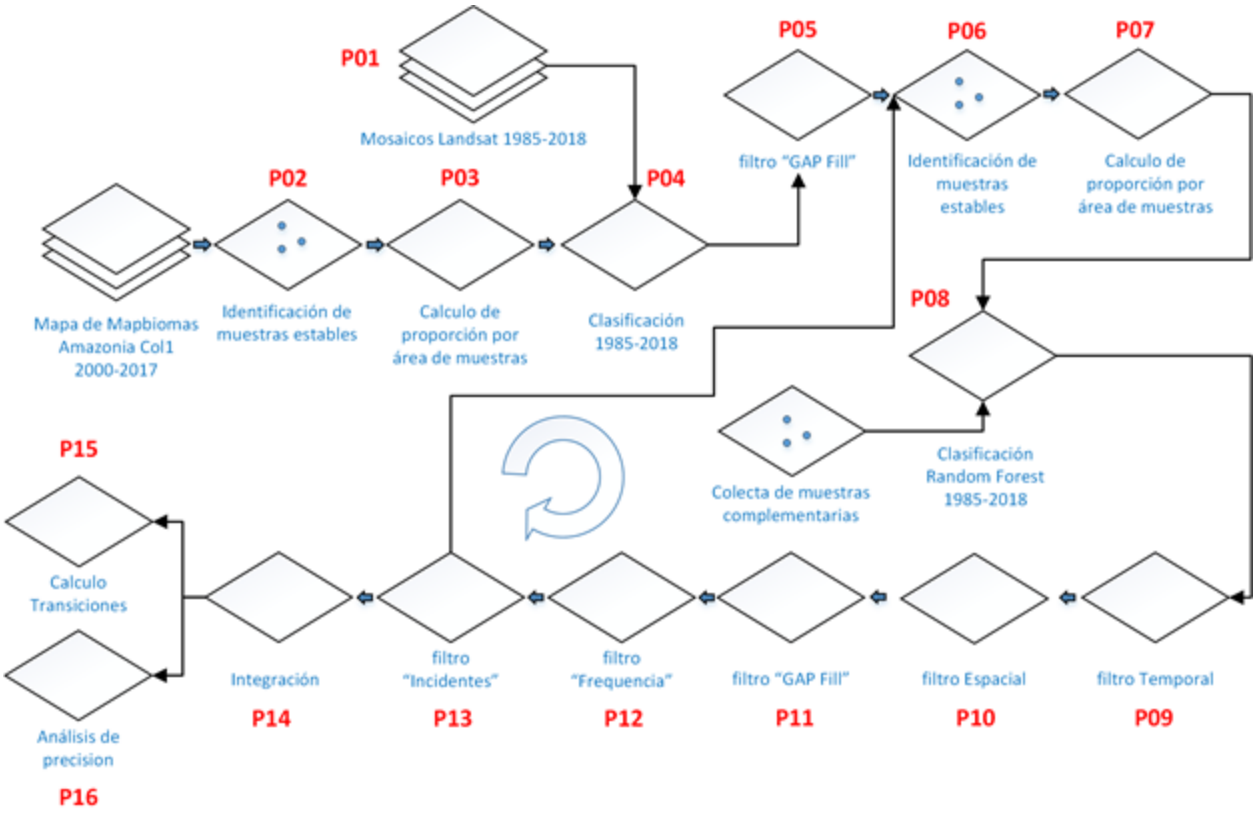


Figura 6. Flujograma de clasificación para la Colección 2 MapBiomas Amazonía.

4.4. Temas transversales

No se mapearon clases de modo transversal en la Amazonía de Bolivia.

5. posclasificación

Luego de realizar las clasificaciones para los 34 años, fue necesario aplicar una secuencia de filtros para mejorar la clasificación. El proceso de post clasificación incluye un filtro temporal, un filtro espacial, un filtro de relleno de vacíos (Gap-fill) y filtros de frecuencia e incidencia. Todos ellos fueron implementados desde la plataforma de Google Earth Engine.

5.1. Filtro temporal

Las reglas están categorizadas de la siguiente forma:

1. **Reglas generales (RG)**, buscan corregir el dato del año central (T), a partir de los datos correspondientes a los años anteriores (T-1, T-2) y posteriores (T+1, T+2);
2. **Reglas de primer año (RP)**, actualizan el valor del primer año (1985), con base en los valores de los siguientes dos o cuatro años; y
3. **Reglas de último año (RU)**, buscan actualizar el valor del último año (2018).

En la regla de último año se incluyó la clasificación del año 2019 como estrategia para mejorar la clasificación.

5.2. Filtro espacial

El filtro espacial tiene la finalidad de píxeles aislados o de borde. Se definen reglas de vecindad que pueden llevar a cambiar la clasificación del píxel. La Colección 2 MapBiomas Amazonía utiliza dos tamaños (kernel 3 y kernel 5) de filtro espacial de acuerdo a la región a ser aplicado. En Bolivia se utilizó el tamaño de kernel 3.

5.3. Gap fill

El filtro de relleno o Gap fill tiene la finalidad de rellenar los espacios vacíos que se producen en los mosaicos por falta de información. El algoritmo identifica pixeles donde no existe información en la serie temporal y rellena estos vacíos con datos de los años anteriores (hasta tres).

5.4. Filtro de frecuencia

Este filtro tiene en cuenta la frecuencia de ocurrencia de clases naturales en toda la serie temporal. Por lo tanto, todas las ocurrencias de otras clases con un porcentaje menor al dato se reemplazan por la que cumple mayor frecuencia. Este mecanismo contribuye a reducir la oscilación temporal asociada a una clase dada, disminuyendo el número de falsos positivos.

5.5. Filtro de incidentes

El filtro de incidencia elimina los píxeles que cambiaron demasiadas veces en la serie temporal de 34 años. Todos los píxeles que cambian más de una cantidad de veces definida por el usuario (“Incidencia Mínima”) es reemplazado por la clase de moda de ese píxel. Esto evita cambios en el borde de las clases y ayuda a estabilizar las transiciones erradas por ruidos.

5.6. Filtro de incidentes

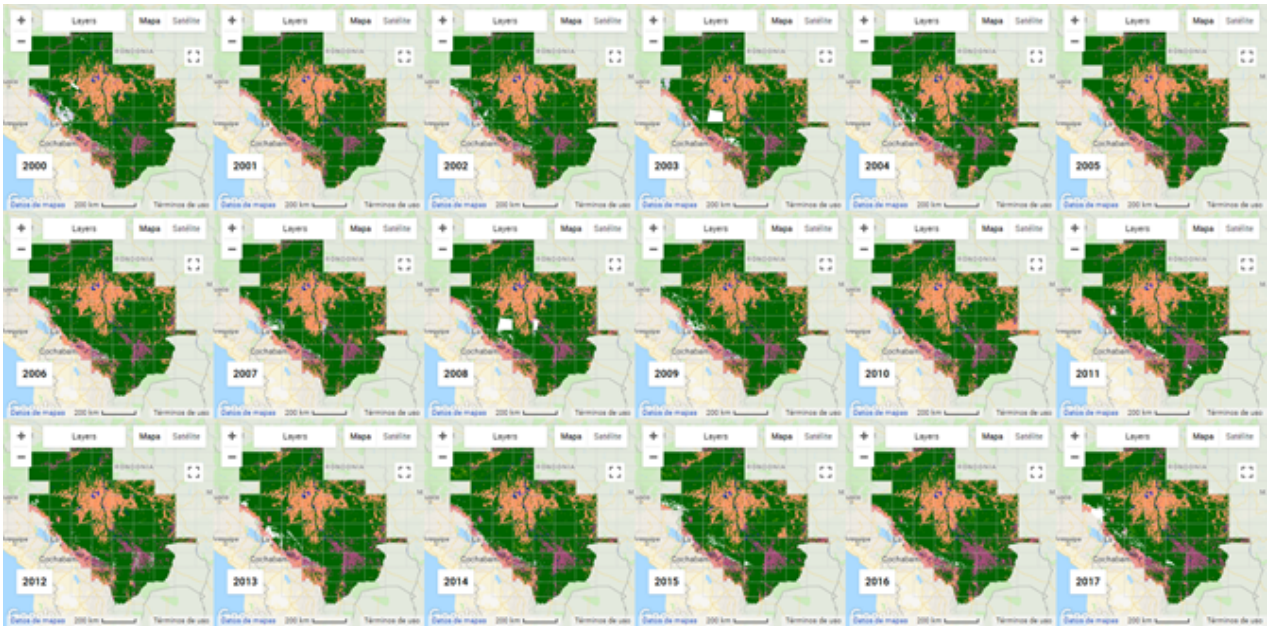
El filtro de incidencia elimina los píxeles que cambiaron demasiadas veces en la serie temporal de 34 años. Todos los píxeles que cambian más de una cantidad de veces definida por el usuario (“Incidencia Mínima”) es reemplazado por la clase de moda de ese píxel. Esto evita cambios en el borde de las clases y ayuda a estabilizar las transiciones erradas por ruidos.

5.7. Reclasificación

La reclasificación se la utilizó como estrategia para mejorar los datos. Se utilizaron una serie de polígonos extraídos de otros mapas de referencia, a los que se les llamó máscaras. Con las máscaras fue posible indicar cambios de una clase cuando se encontró dentro o fuera de la mismas.

5.8. Integración

Los resultados obtenidos de clasificación a nivel de regiones de clasificación fueron integrados en un único mapa por cada año de análisis.



7. Referencias