

3.8 Monitoreo de las coberturas de la tierra en la Amazonia colombiana y de los cambios que se detectan en ellas de manera multitemporal¹

Se presentan los resultados generados por el Sistema de monitoreo de las coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana –SIMCOBA, en el periodo 2016 al 2018 a cargo del Programa de Investigación de Modelos de Funcionamiento y Sostenibilidad del Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI”, que ha emprendido el reto de mantener actualizada, a escala 1:100.000, la información de monitoreo ambiental de la Amazonia colombiana mediante datos obtenidos de sensores remotos, análisis espacial multicriterio y verificación de campo.

Los resultados presentados se han logrado gracias a un trabajo conjunto con entidades del orden nacional como Parques Nacionales Naturales de Colombia y el soporte financiero del proyecto BPIN “Apoyo para el Fortalecimiento de la Capacidad de Investigación del Instituto Amazónico de Investigaciones Científica Sinchi.

Inicialmente se presenta un contexto general de la Amazonia colombiana, para ingresar a los indicadores de monitoreo ambiental, comenzando con la actualización de datos de coberturas de la tierra del año 2018 y cambios generales entre el 2002 y 2018 y los tres indicadores que se han establecido para medir la transformación de las coberturas: Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques, Tasa Media Anual de Praderización y Tasa Media Anual de Degradación de Bosques.

Los otros indicadores de monitoreo ambiental, con datos actualizados al año 2018 que contiene este informe son: Tasa Anual de cambio de la Frontera agropecuaria, y Tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%. Para el caso del Índice de naturalidad de los Ecosistemas Acuáticos y Terrestres de la Amazonia colombiana, se presentan los datos actualizados al 2016.

Toda la documentación técnica generada se dispone al público en el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana-SIAT-AC www.siatac.co y la información georreferenciada se puede visualizar y descargar en el GeoVisor del SIAT-AC <https://siatac.co:446/?toolsInit=TOC>

CONTEXTO AMAZONIA COLOMBIANA

La amazonia colombiana con sus 483.164 km² representa el 42,3 % del área continental nacional (23,3% total Colombia) y el 6.8% de toda la gran Amazonia. Contiene de manera total los departamentos de Amazonas, Caquetá, Guaviare, Guainía, Putumayo y Vaupés, y de manera parcial

¹ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. *Uriel Gonzalo Murcia García, Jorge Eliecer Arias Rincón y Natalia Carolina Castillo Barrera.*

los departamentos de Meta, Vichada, Nariño y Cauca. En estos diez departamentos están presentes 59 Municipios (42 completos y 17 parciales) y 20 Corregimientos departamentales (Figura 3.1).

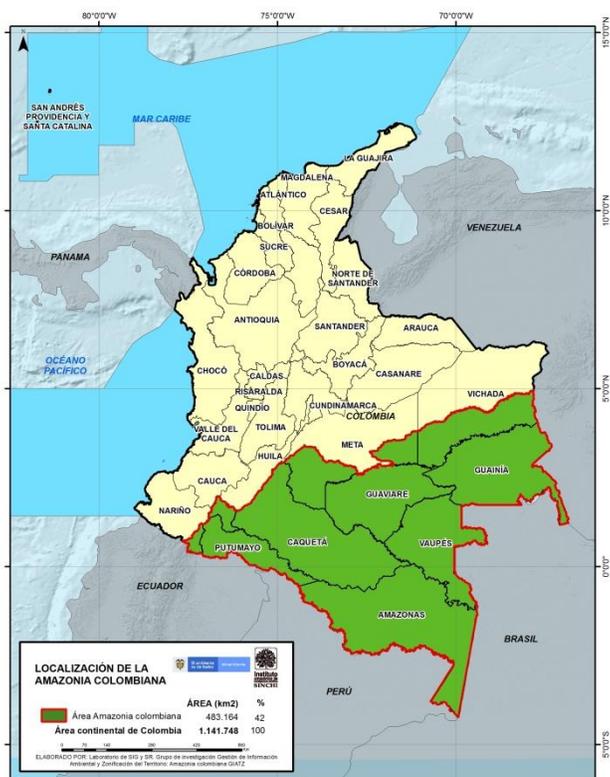


Figura 3.1 Localización de la amazonia colombiana
Fuente: Sinchi, 2019

Para el año 2018 esta región conservaba el 82% con Bosques naturales, y cerca del 10 % ya tenía coberturas de origen antrópico.

En términos generales el 88,2% de la región mantiene ecosistemas naturales, bajo esta condición se cartografiaron 393 clases que cubren una superficie de 425.863,7 km²; de igual manera se clasificaron 224 ecosistemas en condición de seminaturales que cubren 19.369,4 km² (4%), y finalmente se clasificaron 413 ecosistemas transformados que tienen una superficie de 37.843 km² (7,8%) esto con base en el análisis multitemporal de ecosistemas (Murcia et al, 2017).

En la actualidad en la región existen 48 Áreas del SINAP, algunas de las cuales solo están parcialmente incluidas. En total la superficie que cubren es 21'537.162 ha.

En el tema de territorios indígenas, la región tiene 213 Resguardos indígenas que cubren una superficie de 26'758.641 ha. En el año 2018 se formalizó la ampliación de los resguardos: Puerto Zabalo – Los Monos y el Monochoa.

3.8.1 SITUACIÓN AMBIENTAL DE LA AMAZONIA COLOMBIANA

Los procesos de monitoreo y seguimiento a la condición ambiental de la región amazónica en Colombia se aborda por parte del Instituto Sinchi a través de sus diferentes programas de investigación. Desde el programa de Modelos de funcionamiento y sostenibilidad, se hace seguimiento a varios componentes del territorio amazónico a través de un conjunto de indicadores que conforman el programa regional de monitoreo ambiental, y la gestión de la información se hace con el Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia colombiana SIATAC.

Para este informe se incluye una mirada general a los cambios de las coberturas de la tierra y seis indicadores de monitoreo: Tasa Media anual de pérdida de bosque (TMAPB), Tasa media anual de praderización (TMAP), Tasa media anual de degradación de los bosques (TMADB), Índice de naturalidad de los ecosistemas, Tasa anual de cambio de frontera agropecuaria y Tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%.

3.8.2 CAMBIOS GENERALES DE COBERTURAS DE LA TIERRA

Como resultado de la operación del Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Tierra de la Amazonia colombiana –SIMCOBA-, bajo la coordinación del Instituto SINCHI, se han generado seis mediciones, la primera para el año 2002 y luego para los años 2007, 2012, 2014, 2016 y 2018. Esto ha permitido conocer la situación de las coberturas para cada uno de esos seis años y, además, se han realizado cinco análisis de cambios multitemporales 2002-2007, 2007-2012, 2012-2014, 2014-2016 y 2016-2018.

Para abordar los análisis de cambios del periodo 2016-2018 inicialmente se hace una mirada a la evolución del área total de cada cobertura en cada año analizado, y cuando se revisan los porcentajes que representa dicha área, con respecto al total del área de la Amazonia colombiana (SIAT-AC, 2013) se ve la tendencia general que ha sufrido una determinada cobertura .

Tabla 3.1. Coberturas de la tierra de los periodos 2002 al 2018

CÓDIGO	COBERTURAS	2002 v4		2007 v4		2012 v2		2014 v2		2016 v1		2018 v1	
		Área (km ²)	%										
111	Tejido urbano continuo	44,8	0,0	47,0	0,0	52,9	0,0	56,7	0,0	61,2	0,0	71,3	0,0
112	Tejido urbano discontinuo	13,1	0,0	24,1	0,0	26,1	0,0	41,1	0,0	43,2	0,0	43,7	0,0
121	Zonas industriales o comerciales	0,2	0,0	2,3	0,0	2,3	0,0	3,7	0,0	3,8	0,0	4,7	0,0
124	Aeropuertos	9,9	0,0	10,2	0,0	10,9	0,0	11,1	0,0	11,3	0,0	10,6	0,0

CÓDIGO	COBERTURAS	2002 v4		2007 v4		2012 v2		2014 v2		2016 v1		2018 v1	
		Área (km ²)	%										
131	Zona de extracción minera	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	4,2	0,0	2,7	0,0
1312	Explotación de hidrocarburos	0,1	0,0	0,1	0,0	0,6	0,0	1,6	0,0	2,0	0,0	1,7	0,0
211	Otros cultivos transitorios	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,3	0,0
2121	Arroz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	34,3	0,0	31,7	0,0	28,1	0,0
2232	Palma de aceite	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	39,4	0,0	57,6	0,0	53,1	0,0
2242	Cultivos y árboles plantados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
231	Pastos limpios	15.125,5	3,1	20.135,6	4,2	22.547,1	4,7	22.290,8	4,6	25.567,3	5,3	25.088,9	5,2
232	Pastos arbolados	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	8,2	0,0
233	Pastos enmalezados	1.148,7	0,2	555,1	0,1	1.321,5	0,3	3.043,5	0,6	2.023,9	0,4	2.129,7	0,4
241	Mosaico de cultivos	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,5	0,0	10,7	0,0
242	Mosaico de pastos y cultivos	302,3	0,1	371,9	0,1	369,5	0,1	309,8	0,1	410,1	0,1	631,6	0,1
243	Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	1.305,4	0,3	1.355,2	0,3	1.781,9	0,4	1.542,3	0,3	3.427,6	0,7	3.580,6	0,7
244	Mosaico de pastos con espacios naturales	7.100,7	1,5	11.317,9	2,3	10.391,3	2,2	10.374,3	2,1	6.517,1	1,3	6.387,9	1,3
245	Mosaico de cultivos con espacios naturales	2,5	0,0	102,2	0,0	89,1	0,0	42,3	0,0	26,5	0,0	8,2	0,0
31111	Bosque denso alto de tierra firme	354.952,0	73,5	349.431,2	72,3	344.898,4	71,4	341.869,8	70,8	340.787,4	70,5	338.936,1	70,1
311121	Bosque denso alto inundable heterogéneo	34.796,1	7,2	34.758,4	7,2	34.522,6	7,1	34.363,6	7,1	34.327,4	7,1	34.235,3	7,1
311123	Palmar	1.567,4	0,3	1.556,4	0,3	1.561,0	0,3	1.558,6	0,3	1.556,8	0,3	1.557,6	0,3
31121	Bosque denso bajo de tierra firme	15.742,0	3,3	15.784,6	3,3	15.775,9	3,3	15.769,4	3,3	15.769,9	3,3	15.766,3	3,3
31122	Bosque denso bajo inundable	2.033,7	0,4	2.030,7	0,4	2.027,7	0,4	2.028,6	0,4	2.026,4	0,4	2.028,7	0,4
3131	Bosque fragmentado con pastos y cultivos	2.504,0	0,5	2.840,2	0,6	3.000,8	0,6	2.085,0	0,4	1.411,4	0,3	1.232,4	0,3
3132	Bosque fragmentado con vegetación secundaria	2.066,0	0,4	2.311,7	0,5	2.997,1	0,6	4.067,5	0,8	4.128,3	0,9	3.747,7	0,8
314	Bosque de galería y ripario	5.484,2	1,1	5.449,3	1,1	5.436,0	1,1	5.406,5	1,1	5.405,5	1,1	5.363,7	1,1
315	Plantación forestal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	0,0	1,1	0,0
321111	Herbazal denso de tierra firme no arbolado	10.190,3	2,1	10.364,3	2,1	10.364,9	2,1	10.219,5	2,1	9.031,5	1,9	9.975,8	2,1

CÓDIGO	COBERTURAS	2002 v4		2007 v4		2012 v2		2014 v2		2016 v1		2018 v1	
		Área (km ²)	%										
321112	Herbazal denso de tierra firme arbolado	1.035,8	0,2	1.133,4	0,2	1.130,0	0,2	1.121,5	0,2	1.096,7	0,2	1.080,8	0,2
321113	Herbazal denso de tierra firme con arbustos	2.653,9	0,5	2.756,7	0,6	2.731,5	0,6	2.738,8	0,6	2.732,5	0,6	2.717,9	0,6
321121	Herbazal denso inundable no arbolado	1.509,1	0,3	1.360,7	0,3	1.375,9	0,3	1.397,8	0,3	1.371,4	0,3	1.384,0	0,3
321122	Herbazal denso inundable arbolado	427,1	0,1	454,0	0,1	477,2	0,1	502,6	0,1	510,2	0,1	510,0	0,1
32121	Herbazal abierto arenoso	568,7	0,1	563,3	0,1	563,5	0,1	564,5	0,1	564,5	0,1	567,0	0,1
32122	Herbazal abierto rocoso	1.144,9	0,2	1.145,7	0,2	1.145,9	0,2	1.149,6	0,2	1.148,9	0,2	1.149,3	0,2
3221	Arbustal denso	2.271,9	0,5	2.301,4	0,5	2.297,3	0,5	2.243,8	0,5	2.077,5	0,4	2.075,0	0,4
32222	Arbustal abierto mesófilo	457,1	0,1	457,1	0,1	457,8	0,1	455,3	0,1	449,4	0,1	447,7	0,1
323	Vegetación secundaria o en transición	10.394,9	2,2	8.267,5	1,7	9.560,1	2,0	11.648,2	2,4	12.877,8	2,7	15.584,5	3,2
331	Zonas arenosas naturales	222,3	0,0	254,5	0,1	193,3	0,0	206,6	0,0	333,4	0,1	287,1	0,1
332	Afloramientos rocosos	5,5	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0	1,2	0,0
333	Tierras desnudas y degradadas	4,9	0,0	4,5	0,0	3,0	0,0	2,2	0,0	7,9	0,0	0,8	0,0
334	Zonas quemadas	297,3	0,1	153,4	0,0	121,0	0,0	200,3	0,0	1.666,2	0,3	739,1	0,2
411	Zonas pantanosas	645,7	0,1	356,0	0,1	322,2	0,1	222,3	0,0	240,7	0,0	241,6	0,1
413	Vegetación acuática sobre cuerpos de agua	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
511	Ríos (50 m)	5.038,7	1,0	5.029,1	1,0	5.127,6	1,1	5.064,0	1,0	4.959,5	1,0	4.984,4	1,0
512	Lagunas, lagos y ciénagas naturales	386,9	0,1	387,4	0,1	390,9	0,1	396,5	0,1	387,6	0,1	386,2	0,1
5143	Estanques para acuicultura continental	0,0	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	1,3	0,0	1,4	0,0	2,1	0,0
99	Sin información	1.620,2	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
	Diferencia de límites	90,0	0,0	90,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0	88,0	0,0
TOTAL		483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100	483.164	100

Fuente: Sinchi, 2019

La dinámica de cambio de coberturas se encuentra directamente ligada con el cambio de uso del suelo, según lo planteó Murcia et al. (2016). Las magnitudes de los cambios detectados en los seis periodos de análisis muestran que, en el periodo comprendido entre 2012 y 2014 se perdió la mayor cantidad de Bosques, y hubo la mayor ganancia de Pastos, Bosques Fragmentados y Vegetación Secundaria.

➤ Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques TMAPB

Con este indicador se mide la superficie de los bosques nativos, en hectareas por año, que se transforman a otras coberturas, en un determinado periodo de tiempo (Murcia et al., 2010).

Durante el periodo 2016 - 2018 en la región Amazónica se detectó una pérdida de Bosques de 239.432 ha, con una Tasa Media Anual de Pérdida de Bosques de 119.712 ha/año.

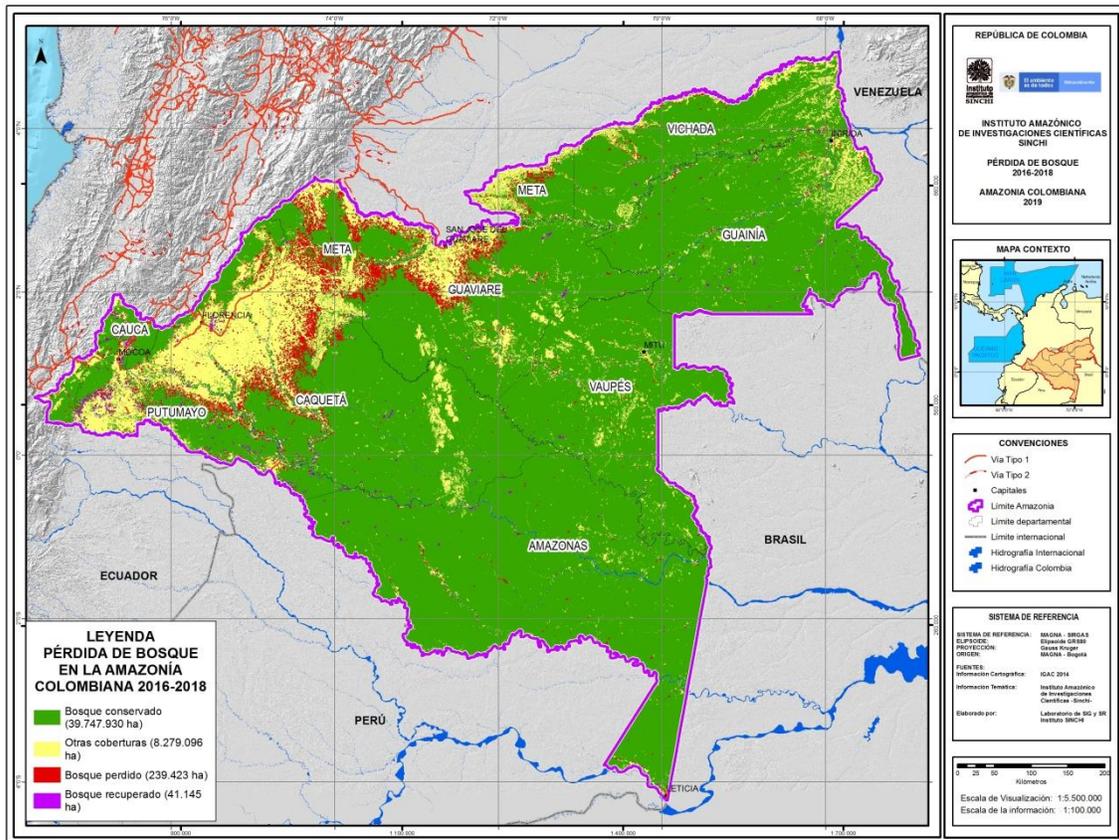


Figura 3. 2 Localización de las áreas con pérdida de bosques en el periodo 2016-2018

Fuente: Sinchi, 2019

La tendencia de pérdida de los bosques, desde el año 2002 hasta el 2018, muestra un comportamiento general de descenso, solo con la excepción del periodo 2012-2014 en el cual el comportamiento cambia hacia el mayor incremento reportado hasta ahora, sin embargo, en el periodo 2016-2018, se está volviendo a presentar una tendencia en aumento (Figura 3. 3 .40).

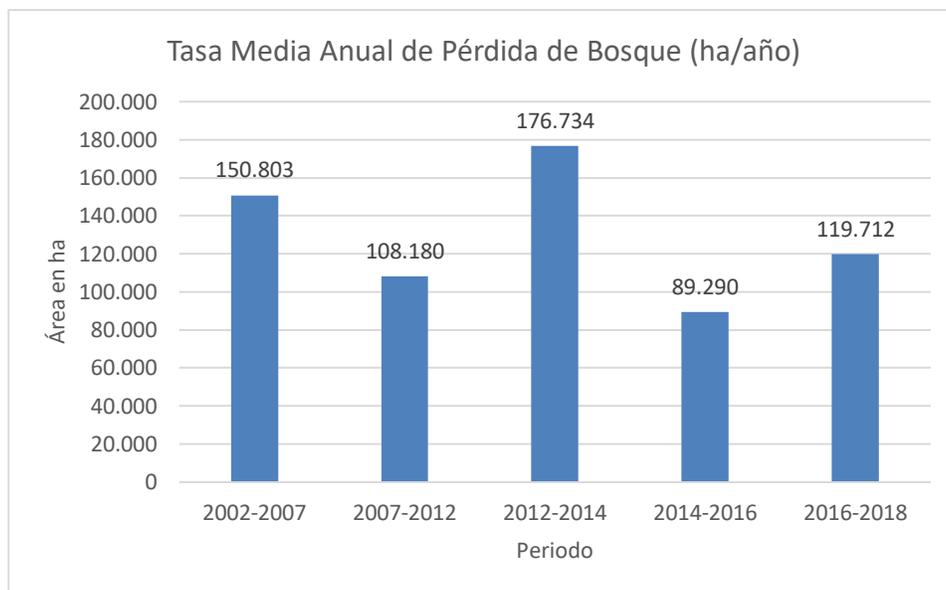


Figura 3. 3 Tendencia de pérdida de áreas de bosques (ha/año) desde 2002 al 2016
Fuente: Sinchi, 2019

➤ Tasa Media Anual de Praderización TMAP

Con este indicador se mide el aumento de la superficie con pastos cultivados con respecto a las áreas del periodo anterior (Murcia & Medina, 2015). Con esto se puede medir la magnitud del incremento de los pastos en la región Amazónica y ubicar espacialmente las zonas donde se presentan los cambios.

Los pastizales tuvieron un incremento total en el periodo de 2016 a 2018 de 423.536 ha. La tasa media de praderización para el mismo periodo fue de 211.768 ha/año. En la Figura 3. 41 se muestran las áreas en donde se detectaron los cambios.

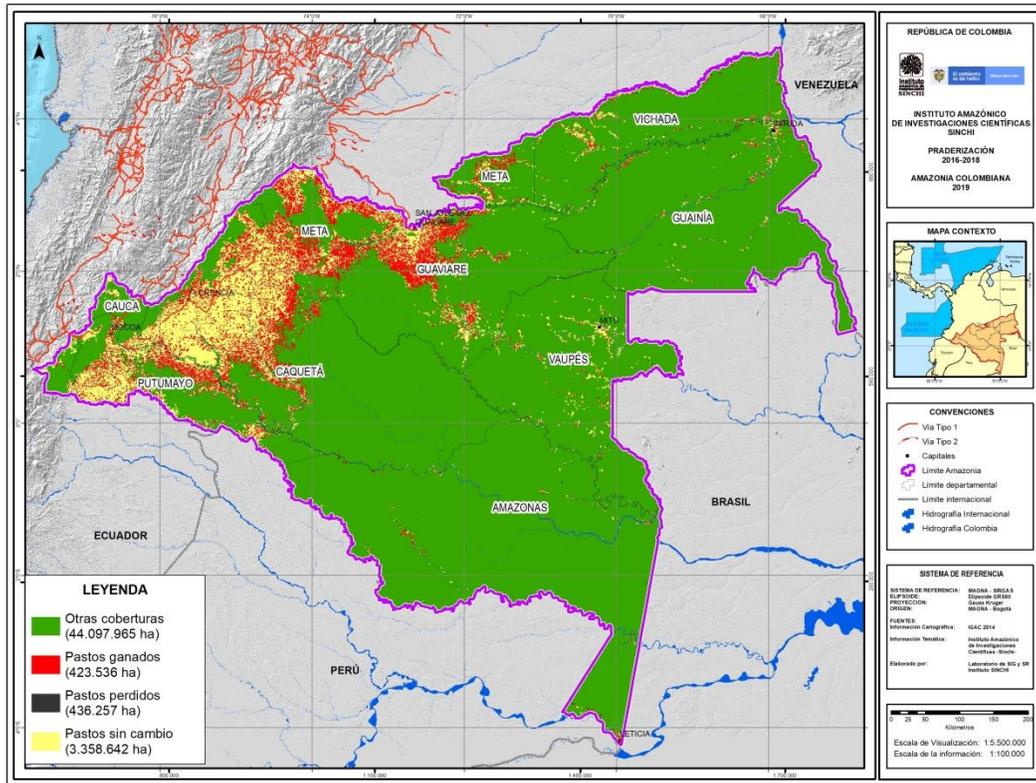


Figura 3. 4 Localización de las áreas praderizadas en el periodo 2016-2018
Fuente: Sinchi, 2019

Al analizar el comportamiento de este indicador a lo largo del periodo 2002-2018 (Figura 3. 5) se identifica que en el periodo 2012 – 2014 presentó el mayor incremento. Para el periodo de 2016-2018, se está evidenciando nuevamente una tendencia hacia el aumento en la tasa de praderización para la región Amazónica.

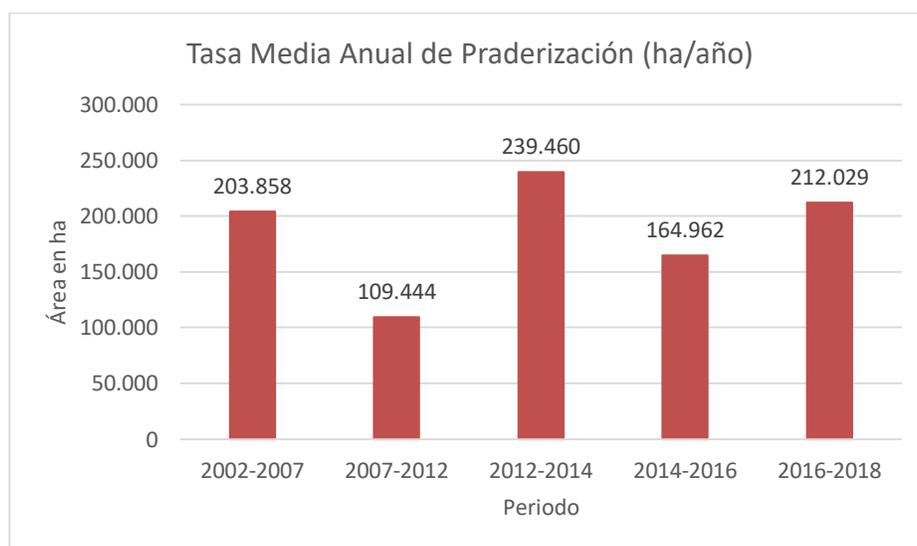


Figura 3. 5 Tendencia de la Tasa anual de praderización (ha/año) periodo 2002 – 2016
Fuente: Sinchi, 2019

➤ Tasa Media Anual de Degradación de Bosques TMADB

La degradación de bosques es un término muy amplio, por lo tanto, el Sistema de Monitoreo de las Coberturas de la Amazonia colombiana (SIMCOBA) la define como el proceso de transformación de bosque natural en bosque fragmentado por perforaciones con coberturas de vegetación secundaria, pastos o cultivos. Para realizar la medición de este proceso, se aplica la Tasa Media Anual de Degradación de Bosques, el cálculo toma el área reportada de los bosques fragmentados y se divide por el número de años del periodo analizado (Murcia, et al., 2011).

Durante este periodo de análisis (2016-2018) un total de 24.182 ha (0,1% de la Amazonia colombiana) de bosques nativos sufrieron un proceso de degradación, a una Tasa Media Anual de 12.091 ha/año. Pero también se reportaron 554.257 ha como otros bosques fragmentados, en este caso, corresponden a coberturas diferentes a bosques nativos que se transformaron en bosques fragmentados, generalmente son mosaicos que tienen coberturas antrópicas y naturales (Figura 3.6).

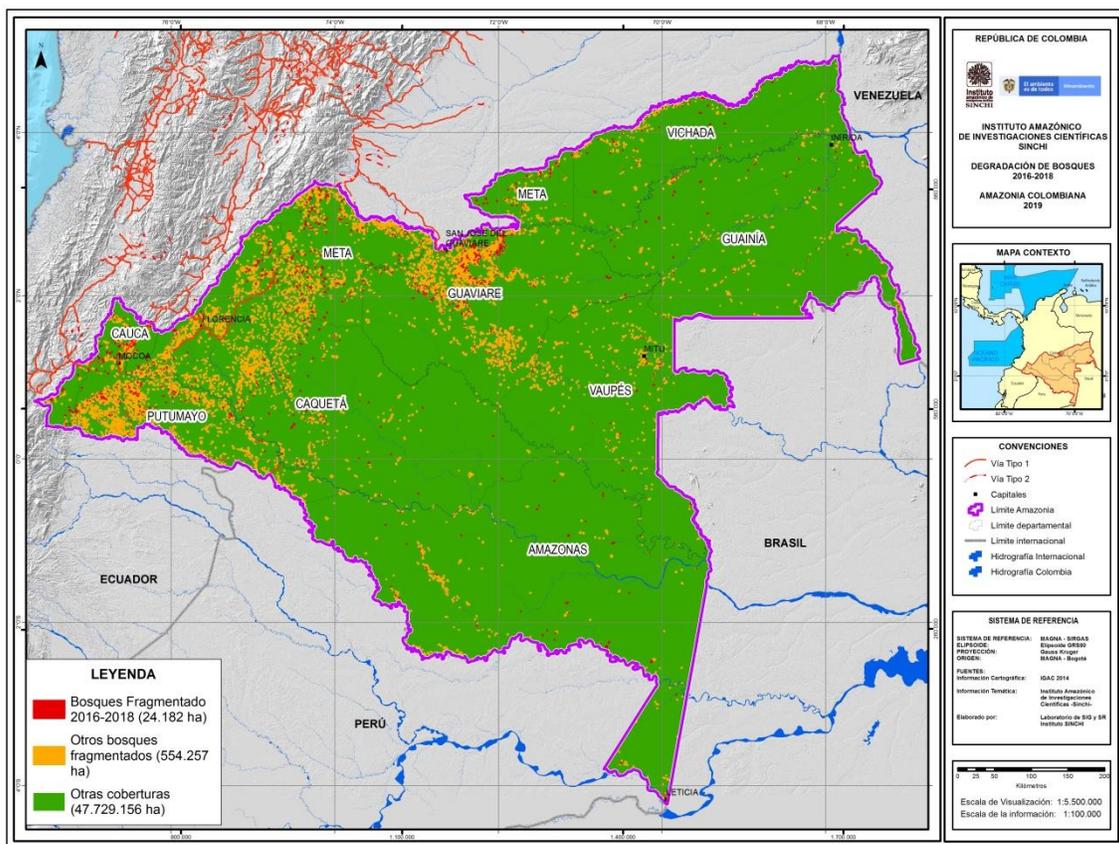


Figura 3. 6 Mapa localización de bosques degradados en el periodo 2014-2016

Fuente: Sinchi, 2019

La tendencia de cambio de la degradación de los bosques en el periodo 2002-2018 muestra que el periodo con mayor cambio fue el comprendido entre los años 2012 y 2014 (Figura 3.44).

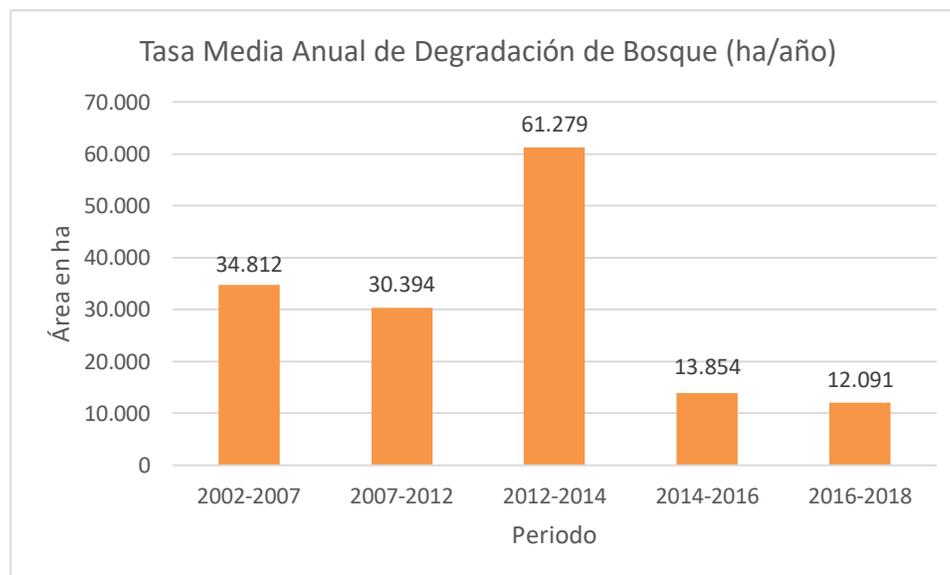


Figura 3. 7 Tendencia de cambio de áreas de bosques fragmentados (ha/año) periodo 2002 – 2016
Fuente: Sinchi, 2019

➤ Índice de naturalidad de los ecosistemas de la Amazonia colombiana año 2016 y cambio 2012 – 2016

Este proceso se ha consolidado con el trabajo colaborativo entre Parques Nacionales Naturales y el Instituto SINCHI, quien lo coordina. Se diseñó una metodología para realizar el monitoreo a los ecosistemas de la Amazonia colombiana (acuáticos y terrestres), principalmente el cambio en sus condiciones de naturalidad; y se han generado tres mapas a escala 1:100.000, para los años 2012, 2014 y 2016, con sus respectivos cambios multitemporales.

Para el año 2016 se identificaron 1.030 clases de unidades ecosistémicas (Figura 3. 8), clasificadas en dos tipos, acuáticos 389 clases que cubren una superficie de 83.350 km² (17,2% de la Amazonia) y terrestres 641 clases con superficie de 399.726,1 km² (82,7% de la Amazonia)

En términos generales el 88,2% de la región mantiene ecosistemas naturales, bajo esta condición se cartografiaron 393 clases que cubren una superficie de 425.863,7 km²; de igual manera se clasificaron 224 ecosistemas en condición de seminaturales que cubren 19.369,4 km² (4%), y finalmente se clasificaron 413 ecosistemas transformados que tienen una superficie de 37.843 km² (7,8%). La subdivisión de clases acuáticas y terrestres por la condición de las coberturas se presenta en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Ecosistemas del año 2016 por condición de coberturas.

Tipo de ecosistema	Condición	Cantidad	Área km ²	Porcentaje
Ecosistema acuático	Natural	195	74.913,8	15,5%
	Seminatural	68	3.498,6	0,7%
	Transformado	126	4.937,5	1,0%
Ecosistema terrestre	Natural	198	350.949,8	72,6%
	Seminatural	156	15.870,8	3,3%
	Transformado	287	32.905,5	6,8%

Fuente: Sinchi y PNN, 2017.

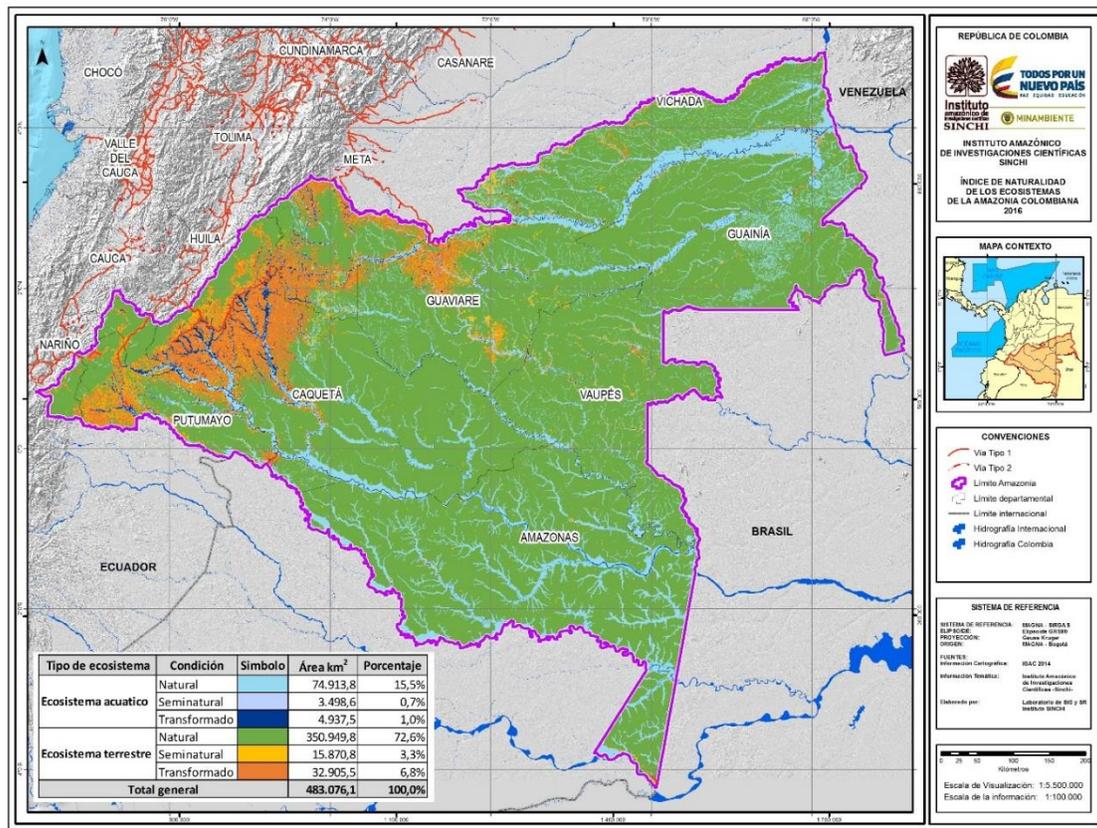


Figura 3. 8 Ecosistemas acuáticos y terrestres de la Amazonia colombiana Año 2016

Fuente: Sinchi y PNN, 2017.

El panorama de cambio en el periodo 2012-2016 se presenta con la variación neta (Tabla 3.3.6). Se mantuvieron como ecosistemas naturales estables 424.446,1 km² (87,9%), se presentó una transformación de los ecosistemas naturales a seminaturales de 3.890,4 km² (0,8%) y se detectó que 3.188,4 km² (0,7%) pasaron de naturales a transformados, en un proceso de desnaturalización total.

Tabla 3.3. Cambio en la condición de los ecosistemas de la Amazonia colombiana. Periodo 2012-2016

		Ecosistemas del año 2016		
		Natural	Seminatural	Transformado
Ecosistemas del año 2012	Natural	Ecosistemas Naturales Estables 424.446,1 km ² (87,9%)	Ecosistemas Naturales Modificados 3.890,4 km ² (0,8%)	Ecosistemas Desnaturalizados 3.188,4 km ² (0,7%)
	Seminatural	Ecosistemas Seminaturales Regenerados 892,0 km ² (0,2%)	Ecosistemas Seminaturales Estables 10.805,7 km ² (2,2%)	Ecosistemas Seminaturales Alterados 3.507,4 km ² (0,7%)
	Transformado	Ecosistemas Transformados Recuperados 525,5 km ² (0,1%)	Ecosistemas Transformados Rehabilitados 4.673,3 km ² (1,0%)	Ecosistemas Transformados Estables 31.147,3 km ² (6,4%)

Fuente: Sinchi y PNN, 2017.

➤ Tasa anual de cambio de frontera agropecuaria, periodo 2016 – 2018

La frontera agropecuaria se concibe como aquellas áreas que tienen un uso agrícola o pecuario; se delimitan a partir de las coberturas terrestres antrópicas. Adicionalmente se toman solo aquellas zonas que están influenciadas por la red vial terrestre y ríos navegables (>0km - <3km), que las interconecta con el centro del país: las que cumplen estas condiciones conforman la frontera agropecuaria en sí, las otras zonas intervenidas se han denominado enclaves agropecuarios, y el resto de la zona se clasifica como no agropecuario.

La frontera agropecuaria se ha concentrado hacia la zona nor – occidental de la Amazonia colombiana, en los departamentos de Caquetá, Meta, Guaviare y Putumayo. Sin embargo, es posible evidenciar cierto avance hacia la franja central en dirección a los departamentos de Guaviare y Vaupés. Esto se debe en gran medida a la accesibilidad terrestre que existe en estas áreas (Figura 3.9 3.46).

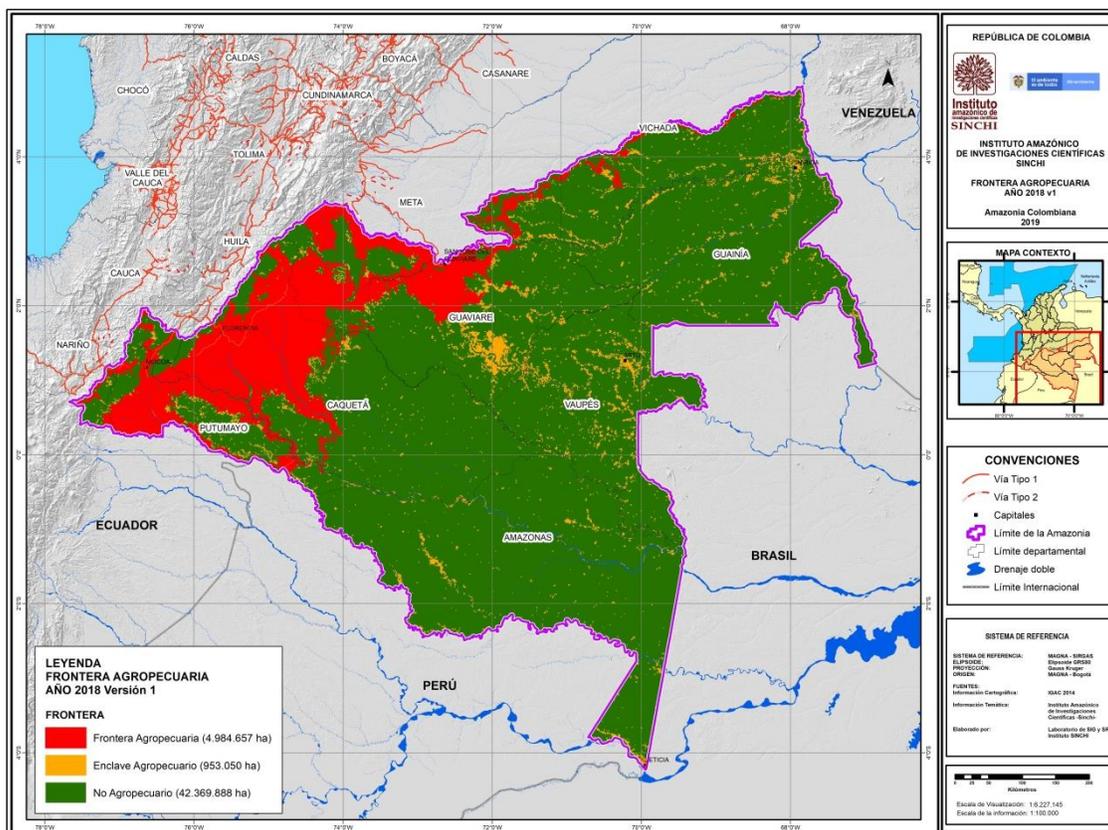


Figura 3. 9 Frontera agropecuaria Año 2018
 Fuente: Sinchi, 2019

En el año 2018 el total de la frontera agropecuaria en la Amazonia ascendía a 4.984.657 ha, esto es el 10% de la región.

Desde el año 2002 hasta el 2018 la frontera ha sufrido un incremento continuo de superficie, con una tasa promedio anual de 115.565 ha/año; los mayores incrementos se presentaron durante los periodos 2014 y 2016 (Tabla 3 43.7).

Tabla 3 4. Seguimiento a la frontera agropecuaria 2002 – 2016

Años	Área de la Frontera agropecuaria (ha)	Incremento total (ha)	% de incremento respecto al periodo anterior	Tasa anual de cambio (ha/año)
2002	3.247.813	0	0%	0
2007	3.894.453	646.640	19,9%	129.328
2012	4.282.034	387.581	10,0%	77.516
2014	4.599.232	317.198	7,4%	158.599
2016	4.866.232	267.000	5,8%	133.500
2018	4.984.657	118.425	2,4%	59.212

Fuente: Sinchi, 2019.

Los departamentos con mayor área dentro de la frontera agropecuaria para el año 2018 son Caquetá y Meta con 2.289.972 ha y 1.046.054 ha, respectivamente (Tabla 3. 5).

Tabla 3. 5. Frontera agropecuaria (ha) por departamentos año 2018

Departamento	Frontera Agropecuaria	Enclave Agropecuario	No Agropecuario	Total
Caquetá	2,289,972	64,629	6,649,997	9,004,598
Meta	1,046,054	47,192	2,241,931	3,335,176
Putumayo	839,416	55,474	1,684,629	2,579,518
Guaviare	608,604	228,806	4,712,911	5,550,320
Cauca	94,593	5,835	393,796	494,224
Vichada	65,300	89,577	3,626,640	3,781,517
Nariño	40,718	5,779	247,689	294,187
Vaupés	0	174,187	5,134,443	5,308,630
Amazonas	0	143,816	10,730,176	10,873,992
Guainía	0	137,757	6,947,676	7,085,432
Total	4,984,657	953,050	42,369,887	48,307,594

Fuente: Sinchi, 2019.

➤ **Tasa anual de cambio de las áreas prioritarias para restauración ecológica en rondas hídricas, nacimientos y suelos con pendiente mayor al 100%, periodo 2014 – 2018 de la Amazonia colombiana**

Las rondas hídricas, los nacimientos y los suelos con pendientes mayores al 100% son unidades que, por normatividad ambiental, deben conservarse con coberturas naturales protectoras. El monitoreo de estas zonas ha permitido identificar, mediante un análisis espacial multicriterio, las zonas que poseen coberturas transformadas dentro de estas unidades. Esta información se actualiza de acuerdo a los mapas de coberturas de la tierra de la Amazonia colombiana, por lo cual, actualmente se cuenta con información de áreas para restaurar para los periodos 2002, 2007, 2012, 2014, 2016 y 2018.

Las áreas para restaurar en zonas de protección de rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100%, del año 2018, se concentran en los departamentos de Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare y en menor porcentaje hacia la Amazonia sur-oriental (Figura 3. 10 3.47).

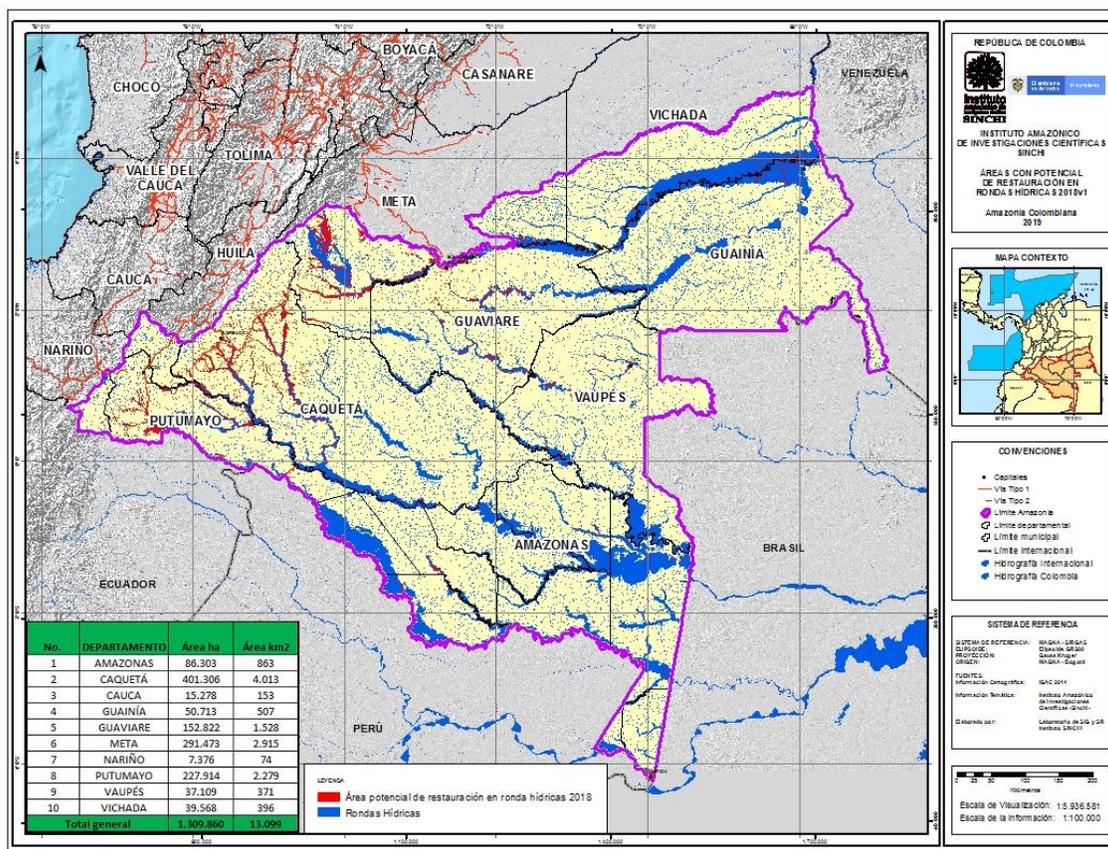


Figura 3. 10 Áreas para restaurar en rondas hídricas (en color rojo), al año 2018.

Fuente: Sinchi, 2019

Para el año 2018 el total de áreas para restaurar en rondas y suelos con pendientes > 100% cubrían 1.309.860 ha. La tasa de cambio de estas áreas en el periodo 2016-2018 fue de 15.754 ha/año. Cuando se hace una mirada más amplia desde el año 2002 hasta el 2018 estas zonas se han incrementado en un 40% con respecto al año 2002; el mayor incremento se presentó en el periodo 2012- 2014 con 40.070 ha/año (Tabla 3.6).

Tabla 3.6. Seguimiento a superficies (ha) de áreas transformadas en rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100% en el periodo 2002 – 2016

Años	Área (ha)	Incremento total (ha)	% de incremento respecto al periodo anterior	Tasa anual de cambio (ha/año)
2002	931.816	0	0%	0
2007	1.071.426	139.610	14,9%	27.922
2012	1.160.605	89.179	8,3%	17.835
2014	1.240.746	80.141	6,9%	40.070
2016	1.278.351	37.605	3,0%	18.802
2018	1.309.860	31.509	2,4%	15.754

Fuente: Sinchi, 2019.

En el año 2018 los departamentos con las mayores áreas con coberturas antrópicas en estas zonas de manejo especial para protección de recursos agua y suelo, con superficies superiores a las cien mil hectáreas, son en su orden Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare (Tabla 3.7). Estas cifras pueden tomarse como un indicativo de las prioridades para poner en marcha los proyectos de restauración ecológica en la región.

Tabla 3.7. Seguimiento a superficies (ha) por departamento de áreas transformadas en rondas, nacimientos y suelos con pendientes mayores al 100% en el periodo 2002 – 2018

Departamento	2002 (ha)	2007 (ha)	2012 (ha)	2014 (ha)	2016 (ha)	2018 (ha)
AMAZONAS	56.088	73.519	80.805	85.166	85.295	86,303
CAQUETÁ	305.969	342.219	356.166	380.315	395.291	401,306
CAUCA	13.565	14.163	14.220	14.844	14.946	15,278
GUAINÍA	33.860	42.100	47.989	50.127	50.037	50,713
GUAVIARE	108.728	126.634	139.655	145.713	148.746	152,822
META	174.161	208.881	236.779	262.139	276.693	291,473
NARIÑO	4.984	5.698	6.743	7.151	7.180	7,376
PUTUMAYO	181.545	198.162	206.924	219.136	226.038	227,914
VAUPÉS	27.954	30.370	36.656	38.100	36.592	37,109
VICHADA	25.260	29.680	35.048	38.587	38.026	39,568
TOTAL	932.114	1.071.427	1.160.985	1.241.279	1.278.844	1,309,860

Fuente: Sinchi, 2019.

La comparación de las superficies con coberturas antrópicas en rondas y nacimientos hídricos y en suelos con alta pendiente, evidencia, que los departamentos de Caquetá, Meta, Putumayo y Guaviare tienen las mayores áreas afectadas y adicional a esto evidencia la transformación progresiva de estas zonas. (Figura 3.11 3.48).

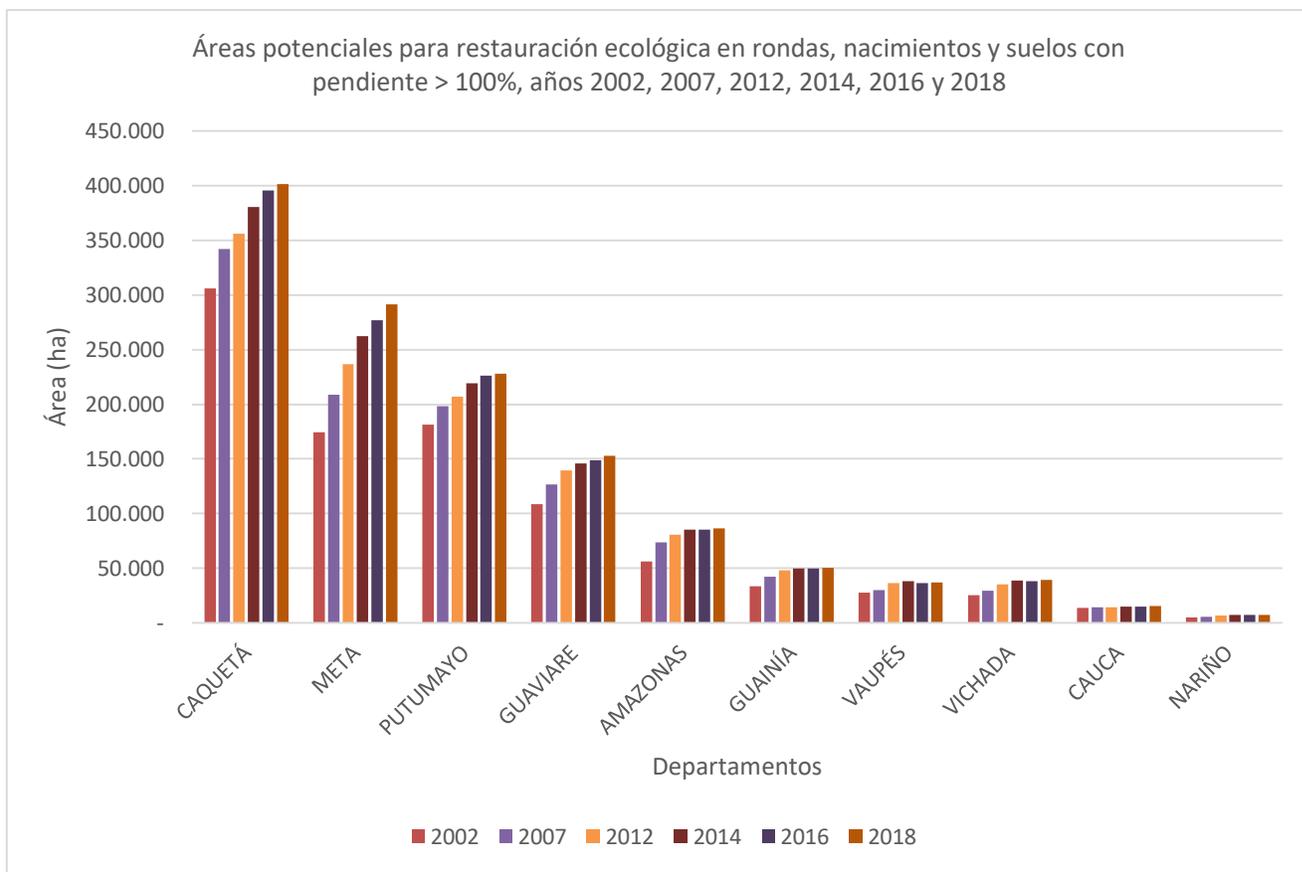


Figura 3. 11 Zonas para restauración en rondas y suelos de alta pendiente en el periodo 2002-2016, por departamento. Fuente: Sinchi, 2019.

Referencias

- Murcia García U, García S, Baron O. (2017). *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2014 al 2016 y coberturas del año 2016*. Bogotá: Instituto Sinchi.
- Murcia García, U. G., Gualdrón Díaz, A., & Londoño Villegas, M. (2016). *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales en el periodo 2012 al 2014*. Bogotá: Printed in Colombia.
- Murcia García, U. G., Huertas, C. M., Rodríguez Rondón, J. M., & Castellano Quiroz, H. A. (2010). *Monitoreo de los bosques y otras coberturas de la Amazonia colombiana, datos del año 2007*. Printed in Colombia.
- Murcia, U., & Medina, R. (2015). *Cambio de uso del suelo: Monitoreo de los bosques y otra coberturas de la Amazonia Colombiana a escala 1:100.000. Cambios multitemporales 2002 a 2012*. Bogota.
- SIAT-AC. (2013). *Sistema de Información Ambiental Territorial de la Amazonia Colombiana SIATAC*. Bogotá D.C.

3.5 Biodiversidad terrestre y acuática: fauna de la Amazonia colombiana¹

El instituto SINCHI realiza inventarios sistemáticos de fauna en la Amazonia e cuenta con información de anfibios, reptiles, aves, mamíferos y mariposas, así como de la diversidad de especies de fauna silvestre usadas por las comunidades locales. Hasta el 2018 se cuenta con información de 5 departamentos.

Tabla 3.1. Riqueza de especies de fauna registradas en cinco departamentos de la Amazonia colombiana.

	Vaupés	Guainía	Sur del Vichada	Caquetá	Guaviare
Anfibios	70	42	36	110	57
Reptiles	71	51	47	73	61
Aves	407	424	306	439	375
Pequeños mamíferos	70		45	46	61
Mamíferos medianos y grandes	38	33	33	40	37
Mariposas	350				67
Fauna uso	111	63	86		21

Anfibios



Desde el año 2009, el Instituto SINCHI emprendió el inventario de anfibios y reptiles en la Amazonia en procura de contribuir al país con colecciones biológicas de zonas con amplios vacíos de información. Durante este tiempo, se ha hecho un esfuerzo de muestreo significativo en los diferentes hábitats disponibles en los departamentos de Caquetá (2009-2011 y 2017), Vaupés (2012-2013 y 2018), Guainía (2014-2016), Guaviare (2016-2017) y en Vichada (2016-2017). Las cifras reportadas en la tabla 3.3 son el consolidado de las especies registradas en los inventarios; el departamento de Caquetá contiene el mayor número de especies debido a que allí se

¹ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. *Mariela Osorno, Doris Laurinette Gutierrez, José Rancés Caicedo, Esteban Carrillo Chica, Darwin Morales Martínez, Natalia Atuesta Dimian, Efrain Reinel Henao*

encuentran no solo especies amazónicas, sino que también aloja especies andinas y de piedemonte.

A diciembre del 2018 se cuenta con 219 especies identificadas y 5856 ejemplares catalogados en la colección de anfibios.

A partir de los inventarios se han registrado especies nunca antes reportadas para el país, tales como: *Hyloxalus itaoli*, *H. maculosus*, *Pristimantis brevicrus*, *P. diadematus*, *Leptodactylus guianensis* y *Osteocephalus vilarsi*, así como la presencia del género *Ceuthomantis*, típico del escudo Guayanés, cuya presencia era desconocida en Colombia.

Mariela Osorno Muñoz



La colección de anfibios del instituto Sinchi se consolida progresivamente como una colección de referencia y aloja ejemplares de localidades que carecían de datos previamente en la Amazonía colombiana.

Figura 3. 2 *Hemiphractus bubalus*. Foto:

Reptiles

La colección de reptiles inició con 40 ejemplares de 20 especies en el año 2009, a 2018 cuenta con 1266 ejemplares pertenecientes a tres especies de crocodílidos, 8 de tortugas, un anfisbénido, 53 lagartos y 76 serpientes; para un total 141 especies. Adicionalmente cuenta con la colección de serpientes donada por Juan Silva Haad que consta de 2500 ejemplares de distintas regiones amazónicas.

Se han registrado especies bajo alguna categoría de amenaza como el lagarto *Anolis ruizii* en Caquetá, el cual está categorizado como Vulnerable (Acosta 2015) y la serpiente *Atractus punctiventris* en el Guaviare, en categoría En Peligro (Lynch y Passos 2015). Así mismo se han obtenido ejemplares de especies poco conocidas y por ende, poco representadas en colecciones como los lagartos *Bachia pyburni*, *Dracaena guianensis* y las serpientes *Atractus franciscopaivai* y

Helicops hagmanni. Se tienen registros de tres especies de lagartos introducidos (*Hemidactylus mabouia*, *H. frenatus* y *Lepidodactylus lugubris*) y uno transplantado (*Gonatodes albogularis*).



Figura 3. 3 *Dracaena guianensis*. Foto: José Rancés Caicedo.

Los ejemplares depositados en la colección de reptiles del Instituto Sinchi aportan al conocimiento, educación y conservación de la herpetofauna amazónica; así como referentes para otras ramas de las ciencias biológicas como taxonomía, biogeografía y ecología; además, brindan información de la distribución de muchos taxones que habitan esta zona del país.

Figura 3. 4 *Atractus franciscopaivai*. Foto: Mariela Osorno.



Aves



Figura 3. 5 *Xiphorhynchus obsoletus*. Foto: Esteban Carrillo Chica

En los departamentos amazónicos evaluados entre 2013 y 2018 se han registrado 747 especies de aves, distribuidas en 70 familias. Las familias más ricas en especies son Tyrannidae, Thamnophilidae, Thraupidae y Furnariidae, que en conjunto aportan aproximadamente la tercera parte de la diversidad total de aves en los cinco departamentos. Caquetá es el departamento con la mayor diversidad registrada, debido a la presencia de áreas montañosas en las que se encuentran aves características de ecosistemas andinos, además de las especies de las tierras bajas amazónicas.

Los departamentos de Guainía y Vaupés presentan similitudes en la riqueza y composición de su avifauna, lo cual se debe a la presencia de importantes áreas de bosques de arenas blancas y sabanas. En términos de conservación, la familia Cracidae es la más importante ya que cuatro de sus especies se encuentran amenazadas, y junto con Tinamidae son las aves que aportan mayor proteína a la dieta de las comunidades locales.



Figura 3. 6 *Penelope jacquacu*. Foto: Esteban Carrillo Chica

Pequeños mamíferos

Desde el año 2017 se inició con el inventario de los pequeños mamíferos para la Amazonía colombiana, se han completado un total de 114 especies de pequeños mamíferos para cuatro departamentos Caquetá, Guaviare, Vaupés y Vichada. Se han recolectado 566 especímenes que corresponden a un aumento del 10 % en el número total de especímenes depositados en colecciones biológicas de Colombia. Se han hecho inventarios en ecosistemas contrastantes incluyendo bosques Andinos de la vertiente amazónica, selvas húmedas de piedemonte, bosque de várzea, bosques de tierra firme, sabanas de arenas blancas y vegetación arbustiva sobre

afloramientos rocosos del escudo Guayanés. Se han logrado registrar nuevas localidades para especies en peligro de extinción como *Vampyressa melissa*, *Lonchorhina orinocensis* y *Lonchorhina marinkellei*. Nuestros inventarios muestran avances importantes en el conocimiento de murciélagos, sin embargo, planean fortalecer los registros de pequeños mamíferos no voladores como marsupiales y roedores los cuales presentan el mayor desconocimiento en la región.

A pesar de que los mamíferos son uno de los grupos que se considera posee un mayor conocimiento de su diversidad en la Amazonía, aún se desconocen aspectos de la diversidad y distribución de pequeños mamíferos, en los cuales se ha tenido un avance significativo a partir de los inventarios realizados por el Instituto SINCHI recientemente.



Figura 3. 7 *Saccopteryx leptura*. Foto: Darwin Morales-Martínez



Figura 3. 8 *Nectomys rattus*. Foto: Darwin Morales-Martínez

Mamíferos medianos y grandes

El trabajo con este grupo ha avanzado de la mano con las evaluaciones de la fauna de consumo, ya que los mamíferos medianos y grandes llegan a representar en algunas localidades el 83% del peso producto de la cacería de subsistencia (Osorno et al. 2014). A 2018 se han registrado, por avistamientos, cámaras trampa, entrevistas y reportes de cacería, 59 especies de mamíferos medianos y grandes en los 5 departamentos, pertenecientes a 9 órdenes y 26 familias. La mayor diversidad se registró en el departamento del Caquetá, donde se cuenta con datos de tierras bajas pero también de la transición Andino-Amazónica, lo que influye en esta mayor diversidad. 10 especies se consideran amenazadas a nivel nacional (7 vulnerables y 2 en peligro). A pesar de considerarse un grupo bastante conocido aún existen incertidumbres en la taxonomía de algunos grupos y los muestreos son insuficientes para entender la distribución de grupos como los venados, los armadillos, primates y roedores grandes.

Es necesario realizar estudios sobre la taxonomía de grandes mamíferos ya que estos forman parte de la dieta de las comunidades locales, por lo cual, las presiones sobre las poblaciones pueden ser diferentes dependiendo de características biológicas de las especies. Esto precisará los estudios de impacto de la cacería y garantizará evaluaciones de sostenibilidad que aseguren su supervivencia a futuro.



Figura 3. 9 *Cyclopes didactylus*. Foto: Jorge Contreras.



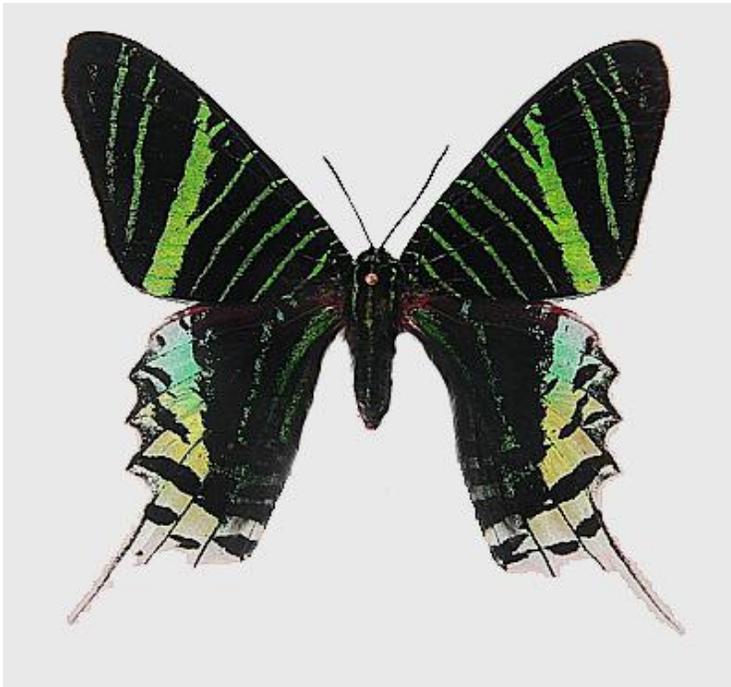
Bushnell  Camera Name 79°F26°C 

08-27-2016 16:09:56

Figura 3. 10 *Tapirus terrestris*. Foto: Instituto Sinchi

Mariposas

En 2018 se realizó una revisión de 6 colecciones biológicas, información que en combinación con visitas de campo a los departamentos de Vaupés y Guaviare permitieron consolidar un listado de 1502 especies y subespecies de la región amazónica colombiana. Se identificaron 38 especies endémicas y una especie en peligro (*Pterourus euterpinus*) de acuerdo a los libros rojos de invertebrados de Colombia-IUCN. Los hábitats con mayor riqueza corresponden a tierras firmes del bosque húmedo tropical y dentro de estos las zonas con fuentes de agua como ríos y quebradas presentan más diversidad. Los bosques de arenas blancas presentaron menor diversidad pero se encontraron especies únicas asociadas a estos hábitats. Las regiones con mayor diversidad están en la zona de transición de las selvas de Cumaribo (Vichada), el piedemonte del Putumayo, junto con la zona sur de la cuenca amazónica en el departamento del Amazonas, por lo que se deben formular estrategias para su conservación.



Para las mariposas la mayor riqueza de especies se encuentra en los departamentos de Caquetá, Putumayo, Vichada y la parte sur de la Amazonía. Los mayores vacíos de información se presentan en los departamentos de Guainía y Amazonas

Figura 3. 11 *Urania leilus*. Foto: Efrain Henao



Figura 3. 12 *Marpesia themistocles*. Foto: Efrain Henao

Entre 2013 y 2018 se evaluó la diversidad de la fauna silvestre consumida por las comunidades locales en cuatro departamentos de la Amazonia (Tabla 1). La mayor diversidad de fauna silvestre de consumo se presenta en Vaupés y Sur del Vichada donde las comunidades Tuyuca y Bará del río Tiquié (Osorno et al. 2014), los Desano, Wanano y Tucano de la zona media del río Vaupés y los Piaroa de Matavén (Vichada), conservan prácticas culturales tradicionales asociadas con la cacería. En comunidades Puinawe y Sikuni del Guainía, se han abandonado algunas prácticas tradicionales de consumo de fauna como consecuencia de la evangelización (Perera 2013, Rivas 2013), usan un menor número de especies de aves, anfibios e insectos. Guaviare presenta la menor riqueza de especies de consumo con solo 21 taxa, la mayoría mamíferos; lo cual se relaciona con el origen campesino de la población local y la disponibilidad de otras fuentes de proteína animal.

El sistema de subsistencia de las comunidades indígenas amazónicas, incluyendo la fauna silvestre de consumo como uno de sus componentes, es un engranaje complejo en que influyen de forma equivalente factores ecológicos, sociales y culturales. Por lo tanto, cualquier decisión de manejo del recurso fauna, de

alternativas productivas o de políticas públicas debe asegurar la conservación del sistema.



Figura 3. 13 Pava cabeciblanca (Pipile cumanensis). Foto: Natalia Atuesta



Figura 3. 14 Mojojoi (*Rhynchophorus palmarum*). Foto: Natalia Atuesta

Bibliografía.

Acosta, A. 2015. *Anolis ruizii* Rueda y Williams 1986. Pp. 55-57. En: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D.C., Colombia.

Lynch, J. D. y P. Passos. 2015. *Atractus punctiventris* Amaral, 1933. Pp. 101-103. En: Morales-Betancourt, M. A., C. A. Lasso, V. P. Páez y B. C. Bock. 2015. Libro rojo de reptiles de Colombia (2015). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia. Bogotá, D.C., Colombia.

Osorno, M., N. Atuesta, L.F. Jaramillo, S. Sua, A. Barona & N. Roncancio. 2014. La despensa del Tiquié: Diagnóstico y manejo comunitario de la fauna de consumo en la Guayana Colombiana. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. Bogotá, D.C. 140 p.

Perera, M.A. 2013. Lo que se mata se come o no desear es no carecer. *Biota Colombiana* 14 (1): 83-108.

Rivas, P. 2013. Cambio cultural y biodiversidad en las comunidades indígenas de la Orinoquia colombo-venezolana: consideraciones sobre el manejo de la fauna. *Biota Colombiana* 14 (1): 109-122.

3.1. Inventario de las Colecciones Biológicas en Colombia¹

Las colecciones biológicas custodian patrimonio irremplazable, el cual contiene datos e información esencial para la gestión integral de la biodiversidad.

Existen 231 colecciones biológicas inscritas en el Registro Único Nacional de Colecciones Biológicas (RNC), que se encuentran en 44 municipios de 27 departamentos de Colombia.

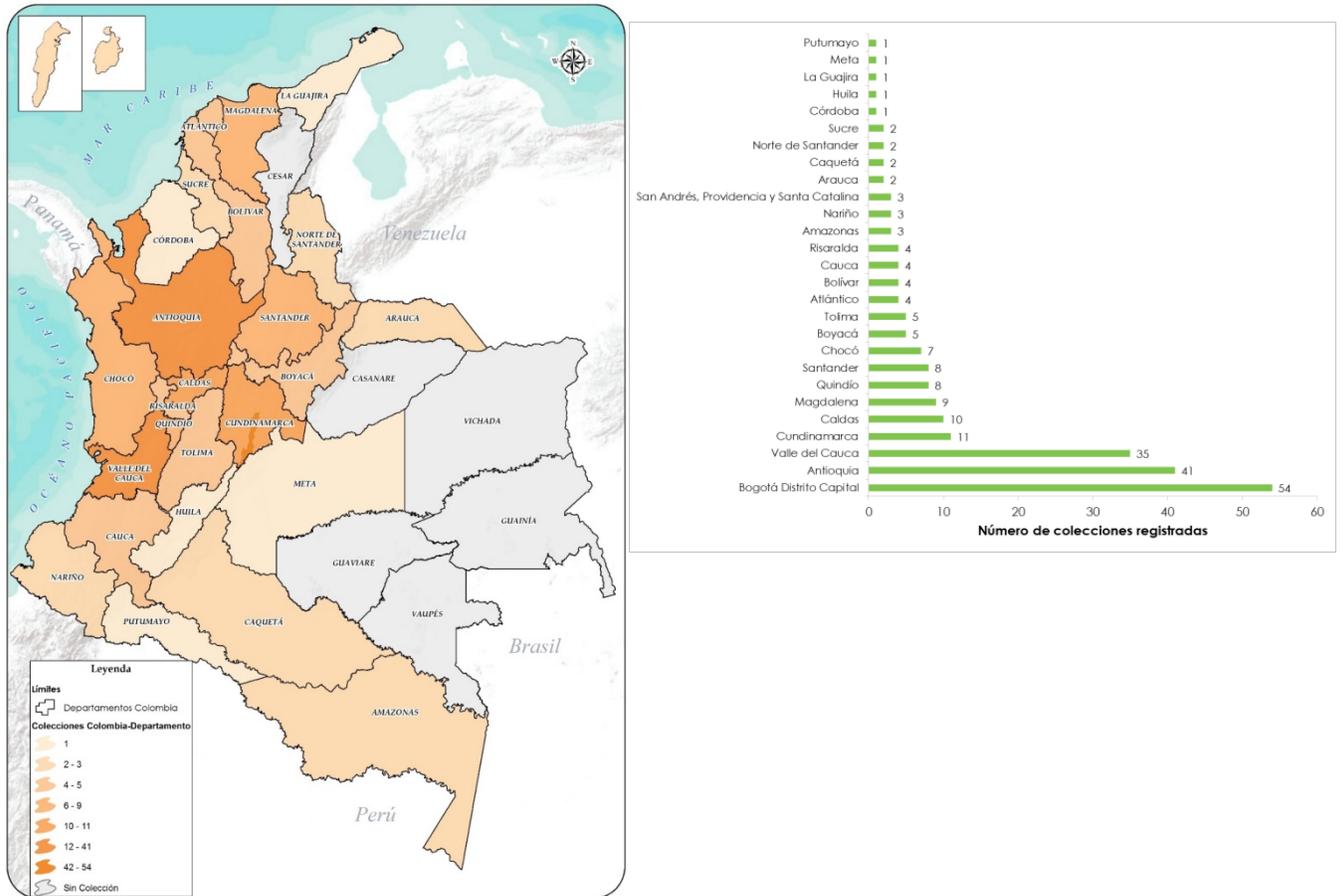


Figura 3. 1. Representatividad de colecciones biológicas registradas en el RNC por departamento. Los tres departamentos con mayor representatividad de colecciones son Bogotá D.C., Antioquia y Valle del Cauca.

El 50% de éstas son colecciones zoológicas (115 colecciones), seguidas por los herbarios (51), colecciones de especímenes vivos (35), microorganismos (25) y colecciones de tejidos (5) (Figura 2). Custodian cerca de 27 millones de especímenes que son testigo de la biodiversidad en el país, constituyen patrimonio irremplazable para la nación y contienen información que puede ser usada

¹ Preparado por: Instituto Alexander Von Humboldt - Erika Nathalia Salazar Gómez, Ángela Celis Tarazona.

para guiar de forma efectiva el gasto público en la gestión de la biodiversidad, la salud pública y la seguridad alimentaria².

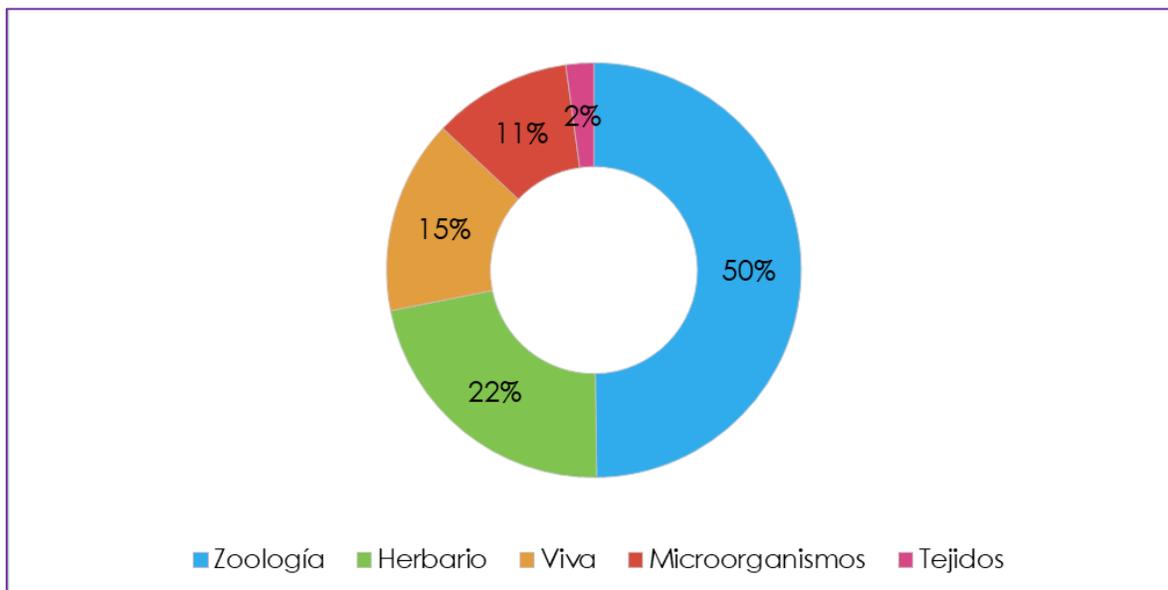


Figura 3. 2. Tipos de colecciones biológicas en Colombia, las cuales se clasifican en colecciones de zoología, herbarios, microorganismos, tejidos y vivas

Este potencial puede ser aprovechado en la medida que la información asociada a los especímenes esté disponible y sea accesible para la ciudadanía, investigadores y tomadores de decisiones. Sin embargo, en términos de disponibilidad, del total de especímenes el 18% se encuentra catalogado, el 12% sistematizado en una base de datos (Figura 3) y el 30% tiene su información asociada pública a través del SiB Colombia (Figura 4).

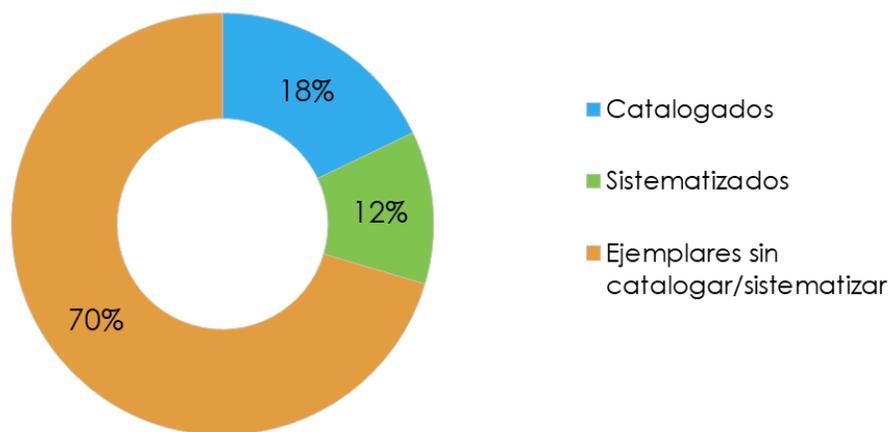


Figura 3. 3. Nivel de catalogación y sistematización de los ejemplares en las colecciones biológicas. Cada ejemplar puede estar representado en las colecciones por un individuo, un lote o un vial.

² Suarez, A. V., & Tsutsui, N. D. (2004). The value of museum collections for research and society. AIBS Bulletin, 54 (1), 66-74.

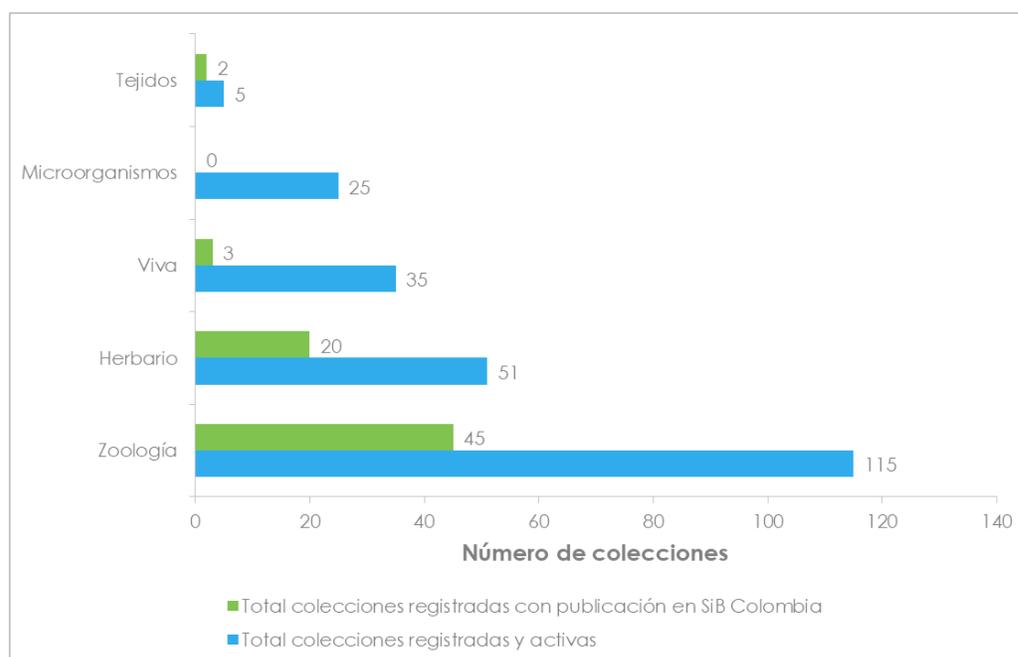


Figura 3. 4. Cifras generales sobre colecciones registradas en el RNC y su publicación de datos a través del SiB Colombia.

La accesibilidad de las colecciones depende en gran medida del nivel de identificación taxonómica de los especímenes que custodian, siendo el ideal la categoría de especie. En Colombia, se conocen cerca de 51.330 especie³ representados en 6.638.860 registros, pero sólo el 11% de los cerca de 27 millones de especímenes depositados en las colecciones biológicas están identificados a este nivel; los demás se encuentran identificados a nivel de género (15%), familia (23%) y orden (50%; Figura 5).

Para el caso específico de la amazonia colombiana a la colección del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) ingresaron 6664 registros en 2018, de los cuales 125 fueron nuevos registros para región amazónica.

³ SiB Colombia (2019). Biodiversidad en Cifras 2019. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>. Consultado en Agosto 2019.

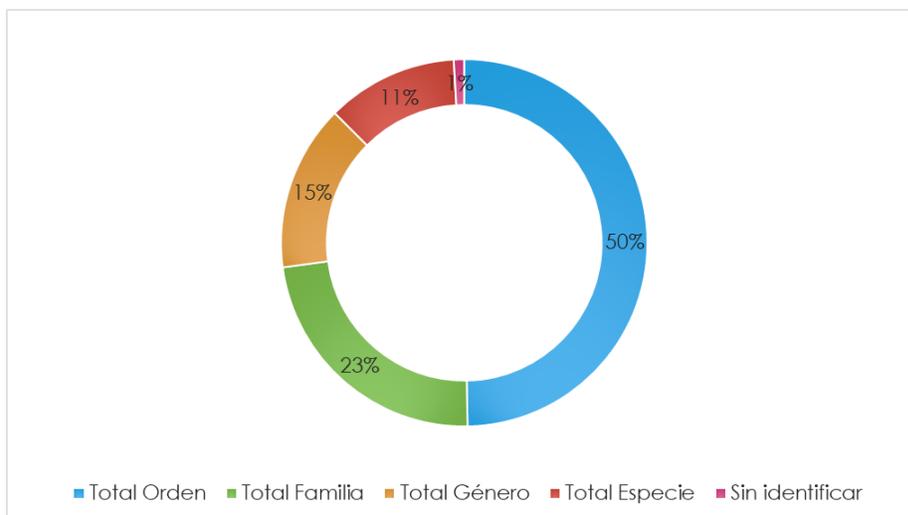


Figura 3. 5. Nivel de identificación taxonómica de los ejemplares en las colecciones biológicas.

Dada la gran información que almacenan, las colecciones en Colombia constituyen como un inmenso potencial para el desarrollo económico y social del país. Por una parte, debido a que son necesarias en investigaciones en campos que garantizan el bienestar de las personas, como por ejemplo la agricultura, la medicina, la ingeniería y la ecología. Por otra, porque informan la toma de decisiones en temas como ordenamiento territorial, estrategias nacionales de conservación y la prevención de amenazas a la salud pública⁴.

Referencias

Suarez, A. V., & Tsutsui, N. D. (2004). The value of museum collections for research and society. *AIBS Bulletin*, 54 (1), 66-74.

SiB Colombia (2019). Biodiversidad en Cifras 2019. Disponible en: <https://cifras.biodiversidad.co/>. Consultado en Agosto 2019.

⁴ Las cifras mencionadas en este texto, se estimaron a partir de la base de datos del RNC consultada en diciembre de 2018 en el siguiente enlace: <http://rnc.humboldt.org.co/admin/index.php/registros/colecciones>. Estas cifras no tienen en cuenta los ejemplares en las colecciones biológicas que cancelaron su registro ante el RNC. La cifra reportada como número de ejemplares está representada tanto por individuos, como lotes o viales. Cerca de 70 colecciones no han realizado la actualización de sus metadatos ante el RNC, por tanto, no tenemos certeza acerca de la calidad de la información reportada de 386 mil ejemplares.

3.4 Biodiversidad terrestre y acuática: flora de la Amazonia colombiana⁵

Durante el 2018 se caracterizaron varias áreas de la Amazonia colombiana, las cuales se identificaron a partir de un análisis de los vacíos de información en cuanto a registros de flora y/o a procesos de monitoreo, así: departamentos del Amazonas (Chorrera, Tarapacá y Amacayacu), Caquetá (Cuenca del río Hacha, San Vicente del Caguán-Guacamayas), Guaviare (Serranía de la Lindosa), Guainía (municipio de Inírida, Carrizal, Vitina), Vaupés (municipio de Mitú) y Putumayo (Orito)(Figura 1).

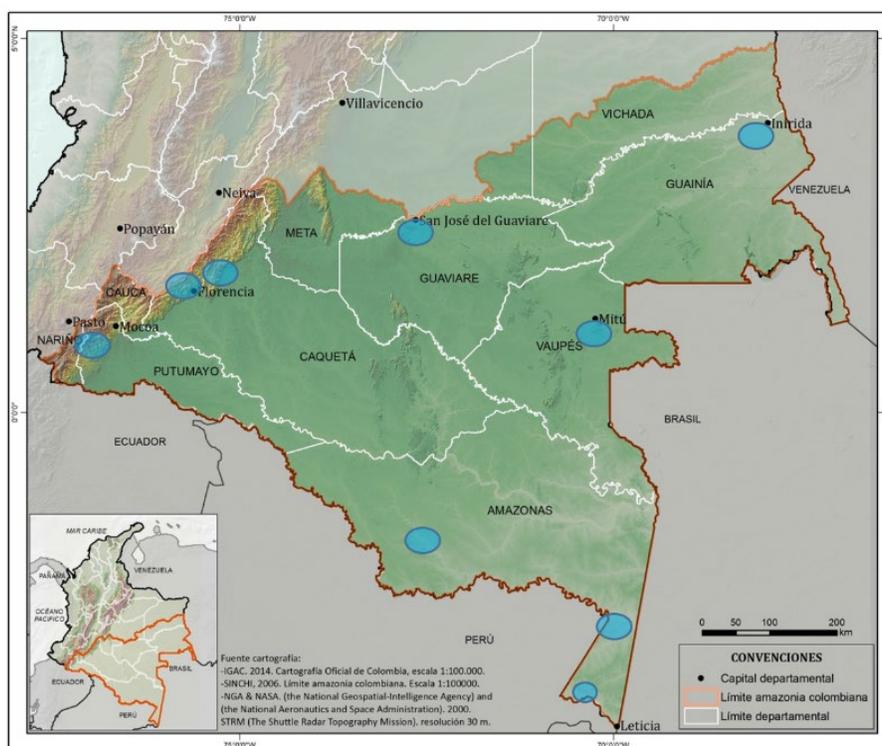


Figura 3. 6 Mapa de localización de localidades de trabajo de flora en 2018

Flora de Cordillera en La Chorrera (Amazonas): Se reconoce con el nombre de **Cordillera** a una serranía que emerge en la margen derecha del río Igará-paraná aguas abajo del casco urbano de La Chorrera (Figura 2). Esta corresponde a un enclave del Escudo Guayanés en la selva amazónica con

⁵Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. *Dairon Cárdenas, Sonia Sua, Andrés Barona y Nicolás Castaño.*

una altura de 200 a 300 metros sobre el nivel del río. Esta cordillera alberga sitios sagrados de las comunidades indígenas de las etnias Huitoto y Okaina y se mantuvo históricamente sin muestreos de la biodiversidad, hasta la fecha en la que se ha permitido el acceso a investigadores del Instituto Sinchi.

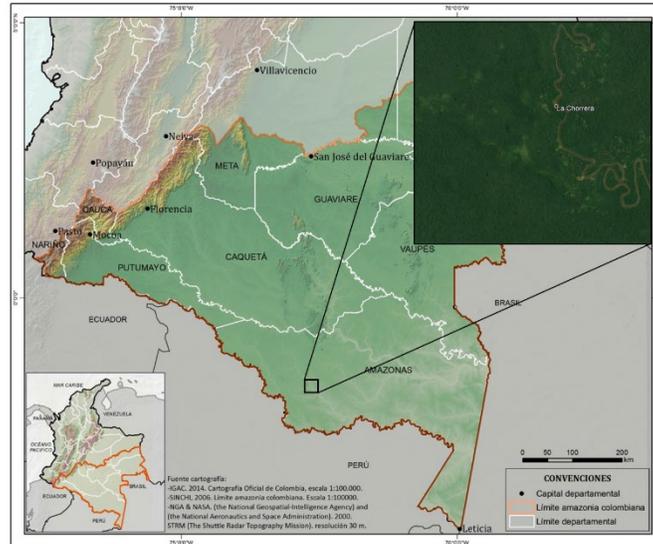


Figura 3. 7 Ubicación de “Cordillera”, departamento de Amazonas Corregimiento de la Chorrera, detalle del enclave Escudo Guayanés.

Para el estudio de la composición florística de los diferentes ecosistemas se establecieron transectos lineales de área variable, en los cuales se registraron todas las especies encontradas de diferentes estratos de vegetación (arbóreo, arbustivo, herbáceo y lianas) y adicionalmente se adelantó un inventario libre de las especies en estado reproductivo a orilla de los caminos.

Finalmente, se compiló un listado de las especies registradas. Los nombres científicos se verificaron por medio de bases de datos especializadas como The Plant List (The Plant List 2010) y Trópicos (Tropicos 2018).

En esta localidad en 2018, se documentaron 993 registros de plantas que corresponden a 116 familias, distribuidas en 275 géneros y 424 especies. Las familias con más diversidad de especies fueron Melastomataceae (32), Solanaceae (23), Araceae (16), Clusiaceae (12) y Gesneriaceae, con 11 especies.

Novedades corológicas:

A la colección del Herbario Amazónico Colombiano (COAH) ingresaron 6664 registros en 2018 manteniendo la tasa de crecimiento del Herbario (Figura 3).

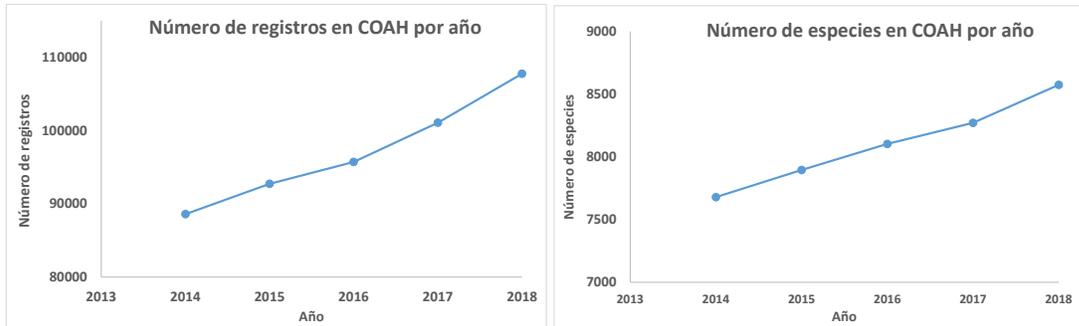


Figura 3. 8 Ingresos a la colección del herbario Amazónico Colombiano (CAOH). a: ingresos de registros; b: ingreso de especies

De los ingresos, 125 fueron nuevos registros para la región amazónica, que corresponden a especies identificadas en el territorio colombiano pero que no se encontraban en la colección del Herbario Amazónico Colombiano y en la Amazonia colombiana. Los departamentos en donde se presentaron mayores registros fueron: Caquetá (21% del total de nuevos registros) y Guaviare (18%)(Figura 4).

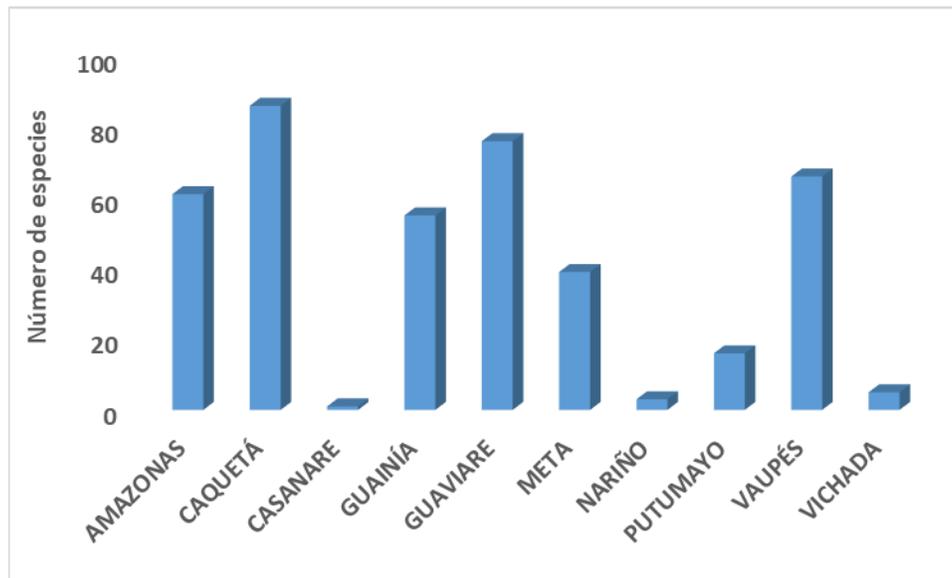


Figura 3. 9 Nuevos ingresos (especies) a la colección del Herbario Amazónico Colombiano

Entre las especies registradas se encontraron 43 nuevos registros para la Flora de Colombia, los cuales no se documentan en el Catalogo de Plantas y Líquenes de Colombia (Bernal *et al.* 2015). Entre los nuevos registros se encuentran, entre otras: *Biophytum juninense* (Oxalidaceae), *Elaphoglossum auricomum* (Dryopteridaceae), *Guarea fistulosa* (Meliaceae), *Cleistes abdita*, *Vanilla bicolor* y *Vanilla guianensis* (Orchidaceae).



Figura 3. 10 Pontederia parviflora (Pontederiaceae)

Especies endémicas: Las especies endémicas son registros muy importantes en el sentido que es responsabilidad exclusiva de Colombia protegerlas, dado que no se encuentran en ningún otro lugar del mundo y por tanto deben ser incluidas en un área con alguna figura de protección que garantice la conservación de las especies. Algunas de las especies endémicas registradas en 2018 fueron: *Clusia araracuarae* (Clusiaceae), *Matisia cornu-copiae* (Bombacaceae), *Memora sastrei* (Bignoniaceae), *Miconia daironii* (Melastomataceae) y *Styrax rigidifolius* (Styracaceae), principalmente colectadas en el Pie de monte Amazónico.



Especies amenazadas: Según la Resolución 1912 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible en Colombia se registran 791 especies amenazadas. Durante el 2018 se registraron las siguientes 3 especies amenazadas: *Zamia amazonum* (VU), *Zamia hymenophyllidia* (EN) y *Zamia ulei* (VU); todas ellas sometidas a presión por extracción de sus poblaciones naturales para el mercado exterior de coleccionistas de plantas ornamentales.

Las especies endémicas son registros muy importantes en el sentido que es responsabilidad exclusiva de Colombia protegerlas.

Figura 3.11 *Zamia amazonum* (Zamiaceae)

Monitoreo de la Red de Parcelas Permanentes del Instituto Sinchi

Durante 2018 se realizó el monitoreo anual del crecimiento diamétrico de siete especies maderables en la Parcela Permanente de Amacayacu, que incluye maderables de gran importancia comercial en la región Amazónica, así: abarco amazónico (*Cariniana domestica*), cedro (*Cedrela odorata*), achapo (*Cedrelinga cateniformis*), palo de arco (*Handroanthus serratifolius*), quinilla (*Manilkara bidentata*), acapú (*Minquartia guianensis*) y macacauba ó granadillo (*Platymiscium stipulare*). El crecimiento diamétrico promedio para las siete especies fue de 1,07 cm por año. Los resultados generales se presentan en la Tabla 1. De estos resultados cabe resaltar que el Cedro presenta el mayor valor promedio de crecimiento diamétrico (7,2 cm/año), al igual que el mayor crecimiento diamétrico por individuo (28,2 cm/año). Los mayores valores de crecimiento se presentaron en individuos grandes (DAP>40 cm), excepto en *Handroanthus serratifolius* y *Platymiscium stipulare* en los que el mayor crecimiento se presentó en individuos entre os 10 y 20 cm de DAP. Por último, llama la atención que en cuatro de las siete especies se evidencia un porcentaje de individuos sin crecimiento diamétrico, especialmente en los individuos pequeños (1 cm<DAP<10 cm)(Tabla 3.1).

Tabla 3.1. Crecimiento anual en 2018 de siete especies maderables de la Parcela Permanente de 25 hectáreas de Amacayacu

Crecimiento Anual (cm)	Δ DAP promedio	Δ DAP máximo	DAP (Δ máximo)	Δ DAP mínimo	DAP (Δ mínimo)	% IND. Δ DAP=0
<i>Cariniana domestica</i>	3,8	3,8	129,4	3,8	129,4	0%
<i>Cedrela odorata</i>	7,2	28,2	57,3	0,1	1,9	0%
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	3,9	9,8	42,0	1,1	11,9	0%
<i>Handroanthus serratifolius</i>	0,3	1,7	11,9	0		17.3%
<i>Manilkara bidentata</i>	1,3	5,1	58,9	0		3.8%
<i>Minquartia guianensis</i>	0,8	18,4	50,3	0		7.9%
<i>Platymiscium stipulare</i>	1,1	4,8	20,1	0		3.0%

Por medio del monitoreo del crecimiento diamétrico se obtuvo una línea base de datos de la mortalidad de las siete especies maderables evaluadas en 2018. Se encontró que el DAP promedio de los individuos muertos fue de 7,1 cm, lo cual sugiere que la mayor mortalidad se presenta en los individuos pequeños ($1\text{ cm} < \text{DAP} < 10\text{ cm}$). Los resultados generales se presentan en la Tabla 3.2.

El acapú (*Minquartia guianensis*) es la especie que presenta los individuos muertos con el mayor y el menor DAP (34,5 cm y 1,1 cm respectivamente). De igual manera, esta especie es la que presenta el mayor número de individuos (240 árboles) y presenta un 14% de mortalidad. Por otro lado, la especie con el mayor porcentaje de mortalidad es el abarco amazónico (*Cariniana domestica*), ya que uno de los dos individuos de esta especie en la parcela murió presentando un DAP de 3,8 cm. El otro individuo es un árbol adulto con DAP cercano a 130 cm.

Tabla 3.2. Mortalidad anual presente en siete especies maderables de la Parcela Permanente de 25 hectáreas de Amacayacu.

INDIVIDUOS MUERTOS	DAP máximo (cm)	DAP mínimo (cm)	DAP promedio (cm)	% individuos muertos	# total individuos existentes en la Parcela
<i>Cariniana domestica</i>	4,0	4,0	4,0	50	2
<i>Cedrela odorata</i>	6,4	6,4	6,4	9	11
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	2,1	2,1	2,1	16	6
<i>Handroanthus serratifolius</i>	25,5	1,1	13,3	4	52
<i>Manilkara bidentata</i>	9,3	2,5	5,9	8	26
<i>Minquartia guianensis</i>	34,5	1,1	6,7	14	240
<i>Platymiscium stipulare</i>	16,6	16,6	16,6	3	33

Restauración ecológica en la Serranía de la Lindosa: Durante el 2018, se continuó el trabajo de Restauración Ecológica en La Serranía de la Lindosa, la cual está ubicada en cercanías San José del Guaviare. Esta serranía al igual que la Macarena y Chibiriquete hace parte de la expresión más occidental del núcleo precámbrico conocido también como el Escudo Guayanés. Allí confluyen linajes de biomas como Andes, Orinoquia, Amazonia y Guayana.



Figura 3. 12 Flora de las formaciones rocosas de la Serranía de La Lindosa

La Serranía de La Lindosa ha tenido históricamente intervención antrópica por pastoreo, especies foráneas, minería a cielo abierto y quemas, generando la transformación de sus coberturas naturales. Por lo tanto surge la necesidad de establecer estrategias de restauración ecológica y en consecuencia se adelantó la caracterización de ecosistemas, publicando luego la “Flora de las formaciones rocosas de la Serranía de La Lindosa”.



Figura 3. 13 Serranía de La Lindosa

Desde 2014 el Sinchi comienza acciones para restauración ecológica con 3 beneficiarios (5 hectáreas); en 2018 ya se cuenta con 16 beneficiarios y 50 hectáreas en proceso restauración ecológica activa y 81.9 hectáreas de restauración ecológica pasiva (para un total 131.9 ha); cada propietario aporta un área libremente; el Sinchi provee insumos y asistencia para obtener germoplasma desde los ecosistemas de referencia; en cada predio se construye un vivero donde se propagan especies y luego se asiste la restauración ecológica incorporando individuos a las áreas en proceso de restauración.



Figura 3. 14 Restauración ecológica

Las especies propagadas e incorporadas a las áreas en restauración son las siguientes; en potreros abandonados: *Simarouba amara*, *Calophyllum brasiliense*, *Clathrotropis macrocarpa*, *Mauritia flexuosa*, *Ocotea longifolia*, *Couma macrocarpa*, *Socratea exorrhiza*, *Senna reticulata* y *Chamaecrista viscosa*. En afloramientos rocosos: *Byrsonima crassifolia*, *Calliandra vaupesiana*, *Clusia grandifolia*, *Xylopia aromatica*, *Vellozia tubiflora*, *Zamia lindosensis* y *Syagrus orinocensis*.

Muy importantes son las acciones de sensibilización; cada año se realizan reuniones con los beneficiarios; se presentan charlas sobre la importancia de los procesos de restauración ecológica y también se exponen experiencias en otras regiones del país.

A estas reuniones asisten nuevos beneficiarios que ofrecen hectáreas para incorporar al proceso de restauración ecológica, solo por su convencimiento de la importancia de recuperar la Serranía de La Lindosa como un importante patrimonio de la comunidad. Hoy restauran, conservan y valoran las bellezas escénicas; algunas con restricción de ingreso y con tarifas que generan valor agregado a la conservación y restauración ecológica de la serranía.

Referencias

Bernal, R., S.R. Gradstein & M. Celis (eds.). 2015. Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co>

The Plant List. 2010. Versión 1. Published on the Internet; <<http://www.theplantlist.org/>> [accesado 15 de diciembre de 2017].

Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 05 Apr 2016 <<http://www.tropicos.org/Name/16100033>> [accesado 6 de junio de 2017].

3.6 Biodiversidad terrestre y acuática: suelos de la Amazonia colombiana¹

Los suelos amazónicos colombianos en su gran mayoría son suelos de baja fertilidad (principalmente Oxisoles y Ultisoles) y constituyen el 29% de los suelos de Colombia (IGAC 2012).

El suelo es el ecosistema más diverso del planeta, albergando aproximadamente el 15% del total de especies de organismos vivos en la Tierra (FAO 2015), y con un papel vital en ecosistemas como la cuenca amazónica. Sin embargo, es poco conocida la composición biológica de los suelos, el rol que juega cada comunidad en el ecosistema y cómo varían con los disturbios antrópicos. Los suelos amazónicos colombianos en su gran mayoría son suelos de baja fertilidad (principalmente Oxisoles y Ultisoles) y constituyen el 29% de los suelos de Colombia (IGAC 2012). La región amazónica colombiana se encuentra afectada por procesos de deforestación que avanzan con rapidez y que generan focos de degradación del suelo. La falta de información en relación con el conocimiento del suelo, sus características y alternativas de recuperación ha incrementado su degradación. En particular la información sobre los suelos y sus funciones a escalas semidetalladas y detalladas (1:25.000) es poca y dispersa. Sin embargo, esta

información es necesaria para la zonificación y planificación del uso sostenible de los suelos, el diseño de los planes de gestión del riesgo, y demás políticas públicas que involucran el manejo del suelo (Minambiente 2016). Dada la limitada fertilidad de los suelos amazónicos, su sostenibilidad depende de la actividad biológica de los organismos del suelo y el efectivo reciclaje de nutrientes y de la materia orgánica. Por ello, el Instituto Sinchi ha venido estudiado la biología de los suelos amazónicos con énfasis en algunos grupos vitales para sus sostenibilidad como lo son los hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) por su papel relevante en la nutrición de las plantas en ambientes de limitada fertilidad; y la macrofauna del suelo con énfasis en los artrópodos y Oligoquetos (lombrices de tierra), por su directo papel en el fraccionamiento de la materia orgánica y la estabilidad de los nutrientes en el suelo. En los últimos se ha aplicado la metodología TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility, Anderson & Ingram, 1993), combinada con un muestreo aleatorio para la colecta de muestras de organismos edáficos. En el laboratorio, se utilizan técnicas clásicas y moleculares para la determinación de la diversidad y composición de las diferentes comunidades biológicas.

¹ Preparado por: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas – Sinchi. Clara P. Peña-Venegas

Localización geográfica de los resultados del presente informe: Departamento de Amazonas, municipios de Leticia (zona rural) y Puerto Nariño. Departamento de Caquetá, municipios de de Florencia, Albania, Paujíl, Belén de los Andaquíes y San Vicente del Caguán.

Estado del conocimiento de los recursos naturales del suelo

El suelo es considerado el ecosistema más diverso del planeta, pero a su vez uno de los más desconocidos a pesar de su gran biodiversidad. Hasta el 2018 se han ampliado considerablemente los inventarios de los diferentes grupos biológicos estudiados. Se han reportado 139 morfoespecies y 156 especies de hongos formadores de micorrizas arbusculares (HMA) identificadas por métodos moleculares (Peña-Venegas 2019; Peña-Venegas et al. 2019; Peña-Venegas y Vasco-Palacios 2019), incluyendo 46 especies nuevas de HMA. Los géneros más abundantes en la región son *Glomus* y *Acaulospora*. A nivel mundial, se han reportado aproximadamente 300 especies de HMA y 348 taxones virtuales de estos hongos (<https://maarjam.botany.ut.ee/>). Así, la diversidad de HMA reportada para la Amazonia colombiana representa aproximadamente el 44% de la diversidad mundial.



Figura 3.1 Espora del género *Glomus* sp. (Foto: C. P. Peña-Venegas)

Hasta el año 2018 se tienen registros de 20 grupos taxonómicos diferentes de macrofauna presentes en la Amazonia colombiana, donde las

hormigas y las termitas son los grupos más diversos y abundantes en la región. Se han registrado 218 especies diferentes de hormigas (Castro et al. 2018), con 12 especies reportadas por primera vez para Colombia, siendo éste el listado más completo de hormigas reportado para la Amazonia colombiana. También se han registrado 120 especies de termitas, incluyendo un género y especie nueva para la ciencia (*Equinotermes biriba*) (Castro et al. 2018), y 43 especies como nuevos registros para el país (Castro y Peña-Venegas 2018).

Figura 3. 2 *Equinotermes biriba* (Foto: Daniel Castro)



Además de avanzar en el conocimiento de la diversidad edáfica y los inventarios de las comunidades biológicas de los suelos, se han evidenciado cómo algunas prácticas agronómicas como la aplicación de herbicidas para el control de malezas (Peña-Venegas et al. 2019) afecta la micorrización de los cultivos, o cómo la mala disposición de plástico en el suelo puede afectar las comunidades edáficas y la nutrición de las plantas. Otro factor que afecta las

comunidades biológicas de los suelos es la degradación de los mismos. La degradación de suelos no solo ocurre en áreas de colonización de la Amazonia colombiana sino también en resguardos indígenas (Peña-Venegas y Cardona 2010), donde se ha documentado la causa de la degradación de suelos y sus posibilidades de recuperación (Fajardo 2017).

El mantener suelos sanos y funcionales se constituye en principal recurso para asegurar la seguridad alimentaria y una producción sostenible en la región, sin la necesidad de seguir incrementando las áreas deforestadas.



Figura 3. 3 Proceso de transformación de residuos orgánicos urbanos

Recomendaciones y alternativas

La asociación micorriza arbuscular parece ser una de las estrategias más importantes que las plantas en la región han desarrollado para suplir las deficiencias nutricionales de los suelos. Sin embargo, existen prácticas agrícolas muy arraigadas localmente que afectan las comunidades de HMA como las quemadas y la aplicación de herbicidas. Es necesario desestimular estas prácticas, y generar alternativas más sostenibles del suelo que promuevan la asociación micorriza arbuscular.

Los resultados también indican que la macrofauna edáfica ha sido uno de los grupos menos estudiados de la diversidad amazónica y de los suelos en la región. Por ello el gran número de nuevos reportes de géneros y especies para la ciencia, para Colombia y para la región amazónica que se han obtenido. Es necesario seguir haciendo colectas y en especial en departamentos de la Amazonia colombiana donde no hay reportes de estudios anteriormente realizados.

Las actividades antrópicas en la región han contribuido a la progresiva contaminación de los suelos. La contaminación por residuos orgánicos es muy común, pero su adecuado manejo es muy fácil y puede mejorar la fertilidad de los suelos. Sin embargo, contaminantes de baja degradabilidad como los empaques derivados del petróleo, generan problemas ambientales tanto en los suelos de los cascos urbanos de la región como en las fuentes hídricas. Se ha demostrado que muchos de estos residuos pueden llegar como nanoplasticos a contaminar el agua, sus recursos naturales y a los alimentos que consumimos, generando afecciones para la salud (Hurley y Nizzeto 2018). De allí la necesidad de generar políticas públicas que desestimen el uso de este tipo de empaques y a su vez promuevan el desarrollo, producción y uso de empaques biodegradables en la región.

Contribuciones a los retos del país

El mantener suelos sanos y funcionales se constituye en principal recurso para asegurar la seguridad alimentaria y una producción sostenible en la región, sin la necesidad de seguir incrementando las áreas deforestadas. Adicionalmente, contribuye al cambio climático ya que un suelo sano con alta biodiversidad tiene una mayor capacidad de fijar carbono atmosférico. Los resultados aquí presentados están en línea con el Plan de Acción para la Gestión Sostenible del Suelo, línea

estratégica 5. Investigación, innovación y transferencia de tecnología. Los resultados también responden directamente al Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 15 de la ONU de proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica.

Uno de los nuevos retos a afrontar es la evaluación y mitigación por mercurio de los suelos que la minería ilegal ha dejado en la región. Este metal por ser líquido, penetra y se difunde fácilmente en el suelo siendo muy difícil su descontaminación. Adicionalmente es altamente tóxico, y puede estar afectando a las diferentes comunidades biológicas del suelo. Adicionalmente existe la posibilidad que se pueda bioacumular en los cultivos que son producidos en áreas contaminadas por mercurio, lo cual constituiría un riesgo inminente a la salud de sus pobladores.

Referencias

Anderson, J. & Ingram, J. 1993. Tropical soil Biology and fertility a handbook of methods. (2nd ed.). Cab International. Retrieved from http://www.sefs.washington.edu/classes.esrm.304/Spring2015/module_soils_TropicalSoilBiology.pdf

Castro D., Fernández F., Meneses A.D., Tocora M.C., Sánchez S., Peña-Venegas C.P. 2018. A preliminary checklist of soil ants (Hymenoptera: Formicidae) of Colombian Amazon. Biodiversity Data Journal 6: e29278. doi: 10.3897/BDJ.6.e29278.

Castro D., Peña-Venegas C.P. 2018. First record of *Embiratermes ignotus* Constantino 1991 (Termitidae: Syntermitinae) in Colombia. Dugesiana 25(2): 111-113.

Castro D., Scheffrahn R.H. , Carrijo T.F. 2018. *Echinotermes biriba*, a new genus and species of soldierless termite from the Colombian and Peruvian Amazon (Termitidae, Apicotermitinae). ZooKeys 748: 21–30.

Fajardo M.D. 2017. Mejoramiento agroecológico de suelos degradados en comunidades indígenas: Caso San Sebastián (Leticia, Amazonas). Tesis de Maestría en Estudios Amazónicos. Universidad Nacional de Colombia.

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 2015 Año internacional de los suelos. 2015. <http://www.fao.org/soils-2015/es/> (Consulta: 19/01/2018).

Hurley R.R., Nizzeto L. 2018. Fate and occurrence of micro(nano)plastics in soils: Knowledge gaps and possible risks. Current Opinion in Environmental Science & Health (1): 6-11.

IGAC. 2012. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estudio de los conflictos de uso del territorio colombiano escala 1:100.000. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Bogotá. Imprenta Nacional de Colombia.

Minambiente 2016. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Política para la gestión sostenible del suelo. Bogotá, D.C.: Colombia. 94 p. ISBN: 978-958-8901-24-4.

Peña-Venegas C.P. 2019. ¿Cómo se nutre el bosque amazónico? *Fulica* 14 (6). ISSN 2382-4743. <http://fulica.akuaippa.org/ediciones/10edFulica.html>

Peña-Venegas C.P., Cardona G. 2010. Dinámica de los suelos amazónicos: Procesos de degradación y alternativas para su recuperación. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. 122p.

Peña-Venegas C.P., Castro D., Sterling A., Andrade-Ramírez T.K. 2019. Capítulo 3. Evaluación de indicadores biológicos de suelo en campos clonales de caucho (*Hevea brasiliensis*) en el departamento del Caquetá. En: *Valoración y Análisis de la Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos Asociados a Campos Clonales de Caucho en Caquetá, Amazonia Colombiana*. Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi. ISBN: 978-958-5427-12-9.

Peña-Venegas C.P., Kuyper T.W., Davison J., Jairus T., Vasar M., Stomph T.J., Struik P.C., Öpik M. 2019. Distinct arbuscular mycorrhizal fungal communities associate with different manioc landraces and Amazonian soils. *Mycorrhiza* 29 (3): 263–275.

Peña-Venegas C.P., Vasco-Palacios A.M. 2019. Endo- and Ectomycorrhizas in Tropical Ecosystems of Colombia. In: M. C. Pagano, M. A. Lugo (eds.), *Mycorrhizal Fungi in South America, Fungal Biology*. Springer Nature Switzerland AG 2019. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15228-4-6>.

