

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR
DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA**

GIOVANNY CÁRDENAS ACERO

**UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2019**

**ANÁLISIS DEL NIVEL DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO POR
DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA**

GIOVANNY CÁRDENAS ACERO

**Monografía para optar al título de Especialista en
Gestión Ambiental**

**Orientador(a):
MONIKA CRISTINA ECHAVERRÍA PEDRAZA
Bióloga/DOCTOR**

**UNIVERSIDAD DE AMÉRICA
FACULTAD DE EDUCACIÓN PERMANENTE Y AVANZADA
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL
BOGOTÁ D.C.
2019**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Firma del director de la Especialización

Firma del Calificador

Bogotá, D.C., febrero de 2019

DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD

Presidente de la Universidad y Rector del claustro

Dr. Jaime Posada Díaz

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. Ana Josefa Herrera Vargas

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. Luis Jaime Posada García Peña

Decano Facultad de Educación Permanente y Avanzada

Dr. Luis Fernando Romero Suárez

Director Especialización en Gestión Ambiental

Dr. Emerson Mahecha Roa

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

DEDICATORIA

“Si la devoción a un dios cualquiera es mayor que la que tienes hacia el Dios que hay dentro de ti, les ofendes a ambos y ofendes al uno.”

Este trabajo está dedicado a todas las personas que creen en sí mismas por encima de algo divino.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres y hermano, pues siempre fueron el primer apoyo en todo mi proceso de formación profesional y como especialista, además de ser mis primeros educadores como persona.

A mi mejor amigo y Mister, Andrés Felipe Melo, quien es uno de los principales pilares en mi vida, apoyándome y dándome consejo siempre en los buenos y malos momentos, en las buenas y malas decisiones que he tomado.

A mi mejor amiga y mi melocotoncito, Alejandra Porras, que a pesar del poco tiempo que llevamos siendo amigos me ha brindado todo su apoyo y me ha ayudado a salir adelante en los momentos más críticos de mi estado emocional.

A todos mis amigos verdaderos que tuve la fortuna de conocer a lo largo de mi proceso académico que me ayudaron a mejorar en aspectos personales y a definirme como persona para llegar a ser quien soy en estos momentos. Siempre seré el Mister para ellos.

A la música, a mis guitarras, al oficio de tejer en lana, a los juegos, a las diferentes series, animes y películas que en los tiempos libres y de ocio me ayudaron a encontrar un equilibrio emocional.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
OBJETIVOS	15
1. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	16
1.1 GENERALIDADES DE LA DEFORESTACIÓN	16
1.2 LA DEFORESTACIÓN EN EL MUNDO	18
1.3 LA DEFORESTACIÓN EN LATINOAMÉRICA	23
1.4 LA DEFORESTACIÓN EN COLOMBIA	27
1.5 LA DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	29
2. NIVEL ACTUAL DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	38
2.1 GENERALIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO	38
2.2 CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MUNDO	39
2.3 CAMBIO CLIMÁTICO EN LATINOAMÉRICA	47
2.4 CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA	57
2.5 CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	65
3. PRINCIPALES VARIABLES ASOCIADAS A LA DEFORESTACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	69
3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA	69
3.2 ELECCIÓN DE VARIABLES REPRESENTATIVAS EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	75
4. PROYECCIONES ASOCIADAS A LA DEFORESTACIÓN DEL CAMBIO EN EL NIVEL DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	78
4.1 RESULTADOS NIVEL DE VULNERABILIDAD Y RIESGO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA	78
5. CONCLUSIONES	81
6. RECOMENDACIONES	82
BIBLIOGRAFÍA	83
ANEXOS	87

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Agentes principales de la deforestación	17
Cuadro 2. Factores que contribuyen a la pérdida de bosques mencionados en las políticas forestales de siete países que mostraron un descenso de la superficie forestal y un incremento de la superficie agrícola en el periodo 2000-2010	18
Cuadro 3. Países con la mayor tasa de deforestación en el mundo	20
Cuadro 4. Leyenda de Cobertura del entorno Regional del complejo Chingaza-Nacimientos río Bogotá Escala 1:100.000 Nivel 3	29
Cuadro 5. Población por subzona hidrográfica – Entorno local	32
Cuadro 6. Cultivos por subzona hidrográfica en 2013	33
Cuadro 7. Ganado de bovino por subzona hidrográfica en 2013	33
Cuadro 8. Títulos por tipo de mineral por subzona hidrográfica	34
Cuadro 9. Los efectos globales del cambio climático de acuerdo con el aumento de diversos grados de temperatura	40
Cuadro 10. Los mayores emisores de CO ₂	44
Cuadro 11. Hechos relevantes del proceso de negociaciones internacionales sobre el cambio climático	45
Cuadro 12. Emisiones de países selectos de América y su participación a nivel global en kilotonnes	48
Cuadro 13. Cambio climático y su impacto socio-económico	51
Cuadro 14. Ejemplos de los efectos del cambio climático observados en América latina y Caribe	51
Cuadro 15. América latina y el Caribe: Selección de ejemplos de adaptación al cambio climático	53
Cuadro 16. Resumen de tecnologías y prácticas de mitigación, por sector	56
Cuadro 17. Resultados emisiones netas de GEI años 1990, 1994, 2000, 2004, 2010 y 2012	58
Cuadro 18. Resultados emisiones netas de GEI año 2012	58
Cuadro 19. Principales efectos ocasionados por el cambio climático en el país	62
Cuadro 20. Principales eventos en la institucionalidad y políticas sobre cambio climático	63
Cuadro 21. Principales NAMAs de Colombia que están en proceso de formulación	64
Cuadro 22. Planes y proyectos de adaptación al cambio climático en los páramos de la región capital	66
Cuadro 23. Iniciativas para la protección del páramo de Chingaza por parte de la EAAB	68
Cuadro 24. Definiciones de notaciones utilizadas en el documento metodológico	70
Cuadro 25. Variables usadas en la metodología con respecto a los subíndices	76
Cuadro 26. Valores de quiebre	79
Cuadro 27. Resultados finales a nivel municipal	80

LISTA DE ECUACIONES

	pág.
Ecuación 1. Ecuación general de Riesgo	69
Ecuación 2. Selección de los VII	71
Ecuación 3. Transformación homotética (1)	72
Ecuación 4. Transformación homotética (2)	72
Ecuación 5. Valor por cada subíndice	73
Ecuación 6. Datos preliminares	73
Ecuación 7. Ecuación de vulnerabilidad	74
Ecuación 8. Ecuación de Riesgo	74
Ecuación 9. Subíndice original de vulnerabilidad	74
Ecuación 10. Subíndice original de riesgo	74
Ecuación 11. Sumatoria de datos transformados de la variable de cada subíndice en el municipio de estudio	75

LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Superficie ocupada por las principales clases de uso de la tierra en el año 2010	21
Gráfica 2. Variación media anual neta de las tierras forestales y los terrenos agrícolas por región climática, 2000-2010	22
Gráfica 3. Cambio anual promedio neto en área agrícola y forestal en países agrupados por categoría de ingresos, 2000-2010	23
Gráfica 4. Tasa de deforestación por país en Latino América	25
Gráfica 5. Tasa de deforestación por tipo de bosque en Latino América	26
Gráfica 6. Tasas de deforestación por tipos de bosques y por país	27
Gráfica 7. Tasas anual de pérdida de bosque (Años 1990, 2000, 2005, 2010). Tasas implícitas anuales para el total nacional y las regiones de deforestación	28
Gráfica 8. Cobertura por subzona hidrográfica	31
Gráfica 9. Bloques petroléos por subzona hidrográfica	35
Gráfica 10. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente, 2004	42
Gráfica 11. Distribución mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero	43
Gráfica 12. América latina: Principales emisores de gases de efecto invernadero, 1990-2000	49
Gráfica 13. América latina y el caribe: Demás países emisores de gases de efecto invernadero 1990-2000	50
Gráfica 14. Distribución de las emisiones de Colombia por sectores de la economía	61

LISTA DE MAPAS

	pág.
Mapa 1. Cambio de la temperatura continental	48
Mapa 2. Periodos de sequías en Latinoamérica	52
Mapa 3. Distribución geográfica de las emisiones de GEI en Colombia	60
Mapa 4. Cambio en las precipitaciones de Colombia (2011-2040,2041-2070,2071-2100)	62
Mapa 5. Ubicación geográfica del páramo de Chingaza	78

RESUMEN

El presente trabajo se fundamenta en el análisis del nivel de riesgo en el páramo de Chingaza basado en el cambio climático ocasionado principalmente por la deforestación. Inicialmente se realizó una búsqueda de información con el fin de explicar las generalidades de la deforestación y cómo esta afecta de manera directa el ambiente, partiendo del análisis a nivel mundial hasta llegar a un análisis en el páramo de Chingaza, realizando una revisión intermedia a Latinoamérica y a Colombia. A continuación se consultaron otras fuentes bibliográficas con el fin de abordar el tema del cambio climático empezando por sus generalidades y analizando a un nivel macro (Mundial) hasta un nivel micro (Chingaza), como se hizo con la deforestación. Posteriormente se obtuvo información acerca del cálculo del nivel de vulnerabilidad y riesgo en el país gracias a estudios realizados por el IDEAM. Finalmente se realizó un análisis del área de estudio de esta investigación, con el fin de conocer el nivel de riesgo del cambio climático por deforestación.

Palabras clave: Páramo, Chingaza, Parque Nacional Natural, Deforestación, Cambio Climático, Vulnerabilidad, Riesgo

ABSTRACT

This work is based on the analysis of the level of risk in Chingaza moor, based on the climate change mainly caused because of deforestation. Initially, an information research was done looking forward to explain the generalities of deforestation and how this can directly affect the environment starting from the worldwide analysis getting to an analysis from Chingaza moor, making an intermediate review to Latinamerica and Colombia. Afterwards, some other bibliographical sources were consulted looking forward to get in to the climate change topic starting by the generalities and analyzing on a macro (worldwide) level, until a micro (Chingaza) level, as it was done with deforestation. After that, it was possible to obtain information regarding the calculation of the vulnerability level and risk in the country thanks to the studies that were made by IDEAM. Finally, an analysis in the area of study of this investigation was done to know the level of risk of the climate change because of deforestation.

Key words: Moorland, Chingaza, Natural National Park, Deforestation, Climate Change, Vulnerability, Risk

INTRODUCCIÓN

El Parque Nacional Natural (PNN) Chingaza además de ser una de las principales fuentes de agua potable para la ciudad de Bogotá y municipios aledaños, favoreciendo a más de doce millones de personas, favorece la conservación de gran variedad de especies de flora y fauna que habitan entre los 800 y los 4.020 metros sobre el nivel del mar.

Como menciona Galindo¹, ubicado en la cordillera oriental del país al nororiente de la capital, cuenta con una extensión de aproximadamente 76.600 hectáreas situadas en los municipios de Fómeque, Choachi, Gachalá, Medina, La Calera, Guasca y Junin en el departamento de Cundinamarca. Por otro lado en el departamento del Meta se encuentra en los municipios de Restrepo, San Juanito, Cumaral y El Calvario.

Debido a su importancia en cuanto a biodiversidad y servicios ecosistémicos que brinda a gran cantidad de personas, el ecosistema de páramo es considerado como área protegida de cualquier actividad antropogénica que pueda afectar ambientalmente a este puesto que dadas sus características físicas, especialmente en sus suelos, es un ecosistema frágil.

A pesar de esto, el ecosistema de páramo no está exento de verse afectado ambientalmente por alteraciones naturales, como el cambio en el clima que puede llegar a producir efectos negativos como la extinción de especies animales y vegetales; y en vista de que en el páramo no existen actividades humanas que aporten significativamente al cambio en el clima, se toma como principal causa de este fenómeno la deforestación producida por el hombre y la natural.

Esta investigación aborda el cambio climático y sus efectos en el ecosistema de páramo basándose en la deforestación como principal causa del fenómeno en el área delimitada, además de analizar el nivel de riesgo presente en el ecosistema por el cambio en el clima.

¹ GALINDO TARAZONA, Robinson, et al. Reformulación Participativa Del Plan De Manejo Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, Colombia, Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016. p. 26

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Analizar el nivel de riesgo del cambio climático por deforestación en el páramo de Chingaza.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir la problemática actual de deforestación en el páramo de Chingaza.
- Describir el nivel actual de riesgo por cambio climático en el páramo de Chingaza.
- Priorizar las variables representativas para el cálculo del nivel de riesgo del cambio climático en el páramo de Chingaza asociado a la deforestación.
- Realizar diferentes proyecciones para analizar el cambio en el nivel de riesgo del cambio climático en el páramo de Chingaza asociado a la deforestación.

1. PROBLEMÁTICA ACTUAL DE DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

1.1 GENERALIDADES DE LA DEFORESTACIÓN

Según la Real Academia de la Lengua Española (RAE)², deforestar hace referencia a despojar un terreno de plantas forestales. Pero más allá de la definición de diccionario se debe ver este término de una manera más técnica teniendo en cuenta sus causas y consecuencias. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)³, la deforestación es la acción de desmontar en su totalidad o en su defecto parcialmente las formaciones arbóreas con el fin de dedicar el espacio resultante a actividades económicas tales como la agricultura, la ganadería, entre otras.

De acuerdo a Salgado⁴, usualmente la deforestación es atribuida solamente al ser humano debido a que la mayoría de los motivos de la tala indiscriminada en bosques están directamente relacionados con la búsqueda de aumentar un capital o suplir la necesidad de tener un espacio seguro para habitar o lo que se conoce como crecimiento urbano constante. Sin embargo el problema de la deforestación no es netamente humano. Para Salgado⁵, existen diferentes causas naturales que provocan el aumento de la deforestación en áreas boscosas como los incendios forestales, enfermedades de los árboles o el pastoreo intensivo que puede inhibir el crecimiento de nuevos árboles, entre otras.

Con respecto al ser humano existen diferentes agentes causantes de deforestación, entendiéndose, según Infobosque⁶, como personas, empresas, entidades privadas y públicas, organismos del estado o proyectos de desarrollo que se exponen a continuación en el cuadro 1:

² REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Deforestar. [Sitio web]. España. Sec. Diccionario de la lengua española. 2018. [Consultado el 5 Noviembre del 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=deforestar>

³ INFOBOSQUE. Deforestación y Forestación. [Sitio web]. Lima, Perú. Sec. Búsqueda. 2011. p. 3. [Consultado el 7 de Noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/deforestacion_reforestacion.pdf

⁴ SALGADO GARCIGLIA, Rafael. Deforestación. En: Saber Más: Revista De Divulgación De La Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Marzo-Abril, 2014. vol. 3. no. 14, p. 31

⁵ *Ibíd.*, p. 31

⁶ INFOBOSQUE. Op. Cit.

Cuadro 1. Agentes principales de la deforestación

AGENTE	VÍNCULO CON LA DEFORESTACIÓN
Agricultores de roza y quema	<i>“Descombran el bosque para sembrar cultivos de subsistencia y otros cultivos para la venta”</i>
Agricultores comerciales	<i>“Talan los bosques para plantar cultivos comerciales, a veces desplazan a los agricultores de roza y quema, que se trasladan a su vez a los bosques”</i>
Ganaderos	<i>“Talan los bosques para sembrar pastos, a veces desplazan a los agricultores de roza y quema, que se trasladan a su vez a los bosques”</i>
Pastores de ganado menor y mayor	<i>“La intensificación de las actividades de pastoreo de ganado menor y mayor puede conducir a la deforestación”</i>
Madereros	<i>“Cortan árboles maderables comerciales; los caminos que abren los madereros permiten el acceso a otros usuarios de la tierra”</i>
Dueños de plantaciones forestales	<i>“Aclaran barbechos boscosos y bosques previamente talados para establecer plantaciones para proveer fibra a la industria de pulpa y papel”</i>
Recolectores de leña	<i>“La intensificación en la recolección de leña puede conducir a la deforestación”</i>
Industriales mineros y petroleros	<i>“Los caminos y las líneas sísmicas proporcionan acceso al bosque a otros usuarios de la tierra; sus operaciones incluyen la deforestación localizada”</i>
Planificadores de programas de colonización rural	<i>“Planifican la relocalización de habitantes a áreas forestales, lo mismo que proyectos de asentamiento que desplazan a los pobladores locales, los que a su vez se trasladan a los bosques”</i>
Planificadores de infraestructuras	<i>“Los caminos y carreteras construidos a través de áreas forestales dan acceso a otros usuarios de la tierra; las represas hidroeléctricas ocasionan inundaciones”</i>

Fuente. INFOBOSQUE. Deforestación y Forestación. [Sitio web]. Lima, Perú. Sec. Búsqueda. 2011. p. 3. [Consultado el 7 de Noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/deforestacion_reforestacion.pdf

Como menciona Salgado⁷, en cuanto a consecuencias perjudiciales para el medio ambiente, la deforestación provoca diferentes efectos tales como:

- Pérdida del hábitat de miles de especies lo que provoca una disminución significativa en la biodiversidad de bosques y otros ecosistemas
- Erosión de los suelos debido a la falta de cobertura arbórea
- Perturbación de las capas freáticas lo que puede provocar inundaciones o sequías
- Alteración del ciclo hidrológico al no poder devolver el vapor de agua a la atmósfera

⁷ SALGADO. Op. Cit., p. 32

- Arrebata doseles naturales de bosques y selvas los cuales bloquean los rayos solares durante el día y mantienen el calor en la noche
- Aumento en la cantidad de gases de efecto invernadero (GEI) lo que produce cambios a nivel climático

1.2 LA DEFORESTACIÓN EN EL MUNDO

Como se mencionó anteriormente, existen diferentes causas que provocan la desaparición de la capa forestal en un terreno determinado clasificándose por agentes causantes. Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)⁸, presenta una clasificación por factores que contribuyen de manera directa a la pérdida de bosques, mencionados en las políticas forestales de siete países (Chile, Costa Rica, Gambia, Georgia, Ghana, Túnez y Viet Nam) en los cuales se observó un descenso en la superficie forestal y un aumento en la superficie agrícola. Estos datos fueron obtenidos en un periodo de 10 años desde el año 2000 al año 2010:

Cuadro 2. Factores que contribuyen a la pérdida de bosques mencionados en las políticas forestales de siete países que mostraron un descenso de la superficie forestal y un incremento de la superficie agrícola en el periodo 2000-2010

FACTORES QUE CONTRIBUYEN A LA PÉRDIDA DE BOSQUES	PORCENTAJE DE DOCUMENTOS DONDE SE MENCIONAN
RELACIONADOS CON LA AGRICULTURA	
Agricultura y cultivo migratorio	58%
Invasión y acaparamiento de tierras	50%
Pastoreo	33%
Explotación organizada	8%
RELACIONADOS CON LA MADERA Y LOS BOSQUES	
Necesidad de productos forestales (en particular, combustible de madera)	50%
Disminución de los recursos forestales	25%
Inseguridad de la tenencia de las tierras forestales	25%
Tasas de explotación insostenibles	25%
Falta de claridad en la demarcación de los límites del patrimonio forestal	17%
Incendios forestales	17%
Explotación ilegal de madera	8%
Escasez de madera	8%
RELACIONADOS CON LA ESFERA SOCIAL Y LA GOBERNANZA	
Crecimiento de la población	42%
Asentamientos y desarrollo industrial	42%

⁸ ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. p. 18. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

Cuadro 2. (Continuación)

Incremento de la pobreza	33%
Descoordinación en la aplicación de la ley y sistemas judiciales deficientes	25%
Elevada demanda de tierras	17%
Conflicto civil	8%

Fuente. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. p. 18. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

Como se puede observar en el cuadro 2, la principal causa de la pérdida de superficie forestal radica en actividades de agricultura y cultivo migratorio. Además se debe tener en cuenta que la necesidad de productos forestales, el crecimiento de la población y el desarrollo industrial son otros factores que contribuyen en mayor medida a la desaparición de bosques.

Pese a que el problema del aumento de superficie agrícola se presentara en mayor proporción en el periodo de tiempo del año 2000 al 2010, no es un factor que esté presente solamente en la actualidad. Para la FAO⁹, a pesar de que el terreno forestal se ha restablecido de forma natural luego de que la presión de deforestación disminuyera con el paso del tiempo, la relación entre la demanda de terrenos agrícolas, el aumento de la densidad poblacional y la disminución de bosques se remonta a miles de años atrás desde que el ser humano se vio con la obligación de satisfacer la necesidad alimenticia de sus comunidades.

De acuerdo a la FAO¹⁰, en la última década se registró una pérdida neta total de bosques de 7 millones de hectáreas anuales principalmente en países tropicales, mientras que el terreno usado para actividades agrícolas tuvo un aumento de 6 millones de hectáreas al año. Sin embargo en la actualidad se han podido registrar acciones de reforestación con el fin de compensar las pérdidas de bosques de la última década con actividades antrópicas como la plantación de árboles, que han ayudado a restablecer 3,1 millones de hectáreas por año desde el 2011. Así mismo, como menciona la FAO¹¹, de manera natural se han podido recuperar 2,2 millones de hectáreas por año gracias a la expansión forestal natural principalmente en terrenos agrícolas abandonados.

Actualmente existen 10 países con las tasas más altas de deforestación a nivel mundial, siendo estos los siguientes, expuestos en el cuadro 3:

⁹ *Ibíd.*, p. 8

¹⁰ *Ibíd.*, p. 8

¹¹ *Ibíd.*, p. 8

Cuadro 3. Países con la mayor tasa de deforestación en el mundo

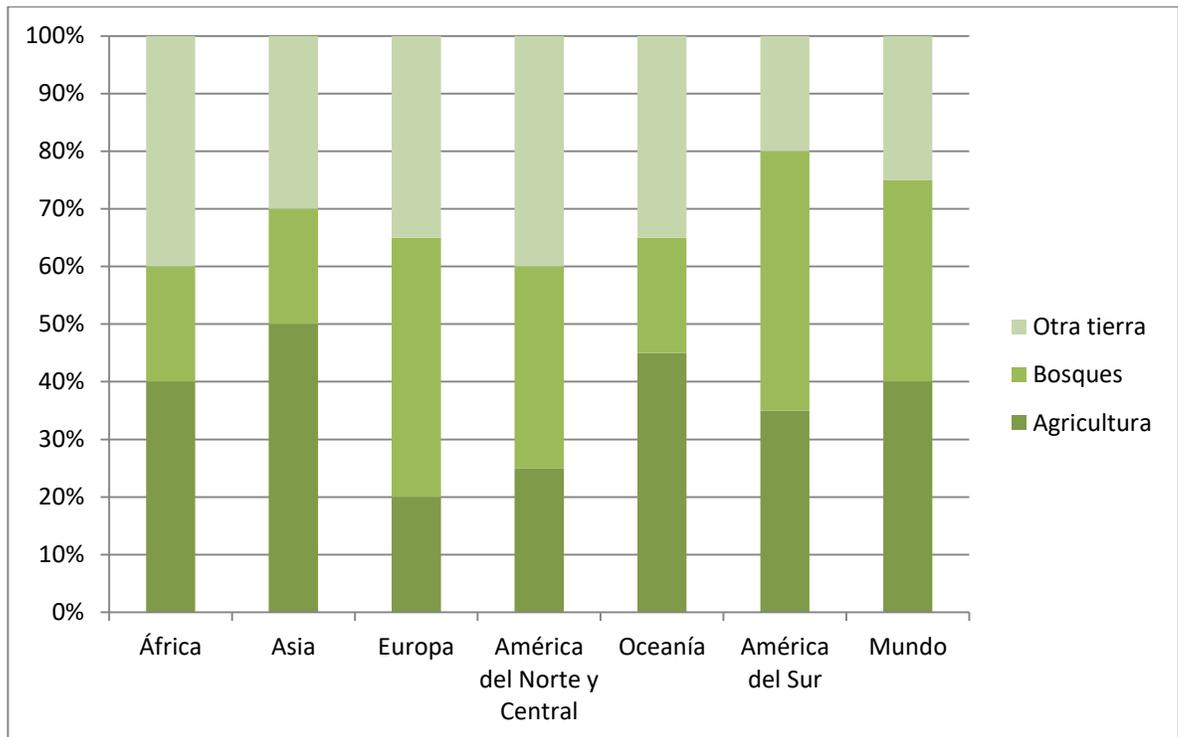
PAÍS	TASA DE DEFORESTACIÓN
Laos	5,3%
Portugal	5,6%
Suecia	6,2%
Finlandia	6,4%
Nicaragua	6,9%
Camboya	7,1%
Guatemala	8,2%
Indonesia	8,4%
Paraguay	8,4%
Malasia	14,4%

Fuente. ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. La deforestación en el mundo. [Sitio web]. Montevideo, Uruguay. sec. Histórico. 2018. [Consultado el 5 de noviembre del 2018]. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-deforestacion-en-el-mundo>

El análisis realizado por la FAO¹² con respecto a la superficie forestal perdida y reemplazada por actividad agrícola se divide en 3 principales aspectos: la superficie ocupada por las principales clases de uso de la tierra comparando a los diferentes continentes, la variación media anual neta de las tierras forestales y los terrenos agrícolas por región climática y el cambio de la superficie forestal y agrícola neta anual en países agrupados por sus ingresos. A continuación se presentan los resultados obtenidos de cada estudio:

¹² *Ibíd.*, p. 8

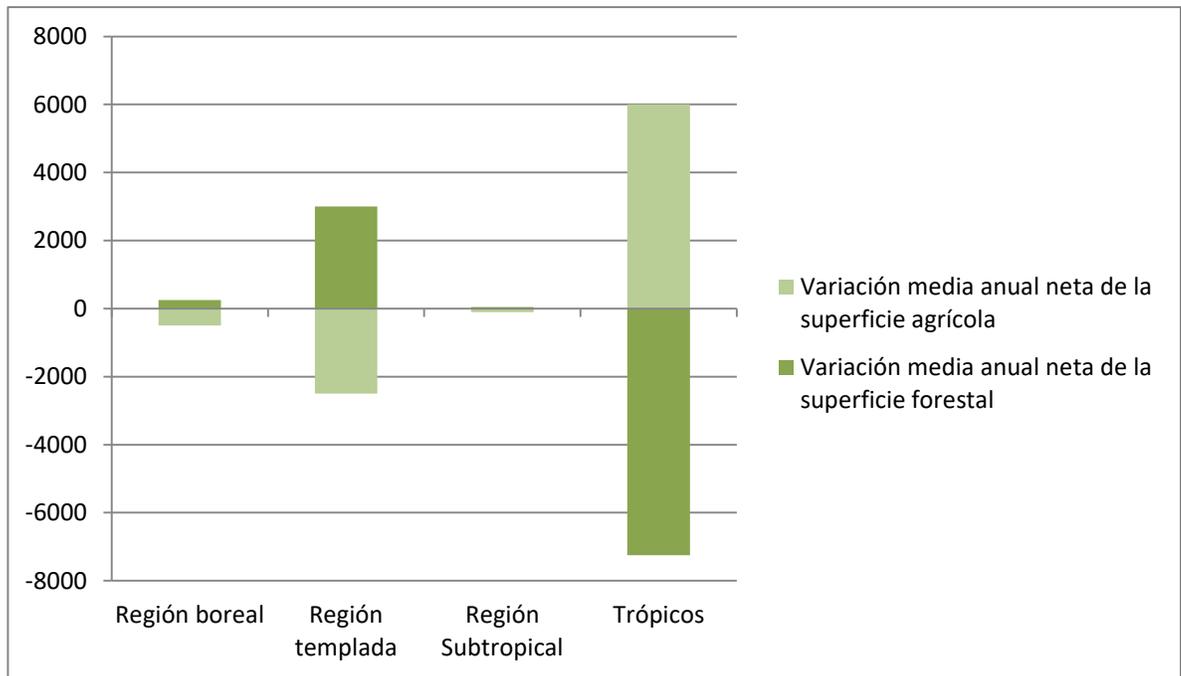
Gráfica 1. Superficie ocupada por las principales clases de uso de la tierra en el año 2010



Fuente. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. p. 18. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

Para la gráfica 1 se debe tener en cuenta que “Otra tierra” hace referencia a todo el espacio de suelo que no es clasificado como terreno forestal o terreno agrícola. Asia y Oceanía tienen la mayor cantidad de superficie agrícola y a su vez la menor superficie forestal dentro de su terreno. Por otro lado, Europa posee la menor cantidad de espacio utilizado para actividades agrícolas y la mayor superficie de bosques. Con respecto a los otros continentes y a nivel mundial se puede observar un comportamiento equilibrado entre la superficie forestal y la agrícola.

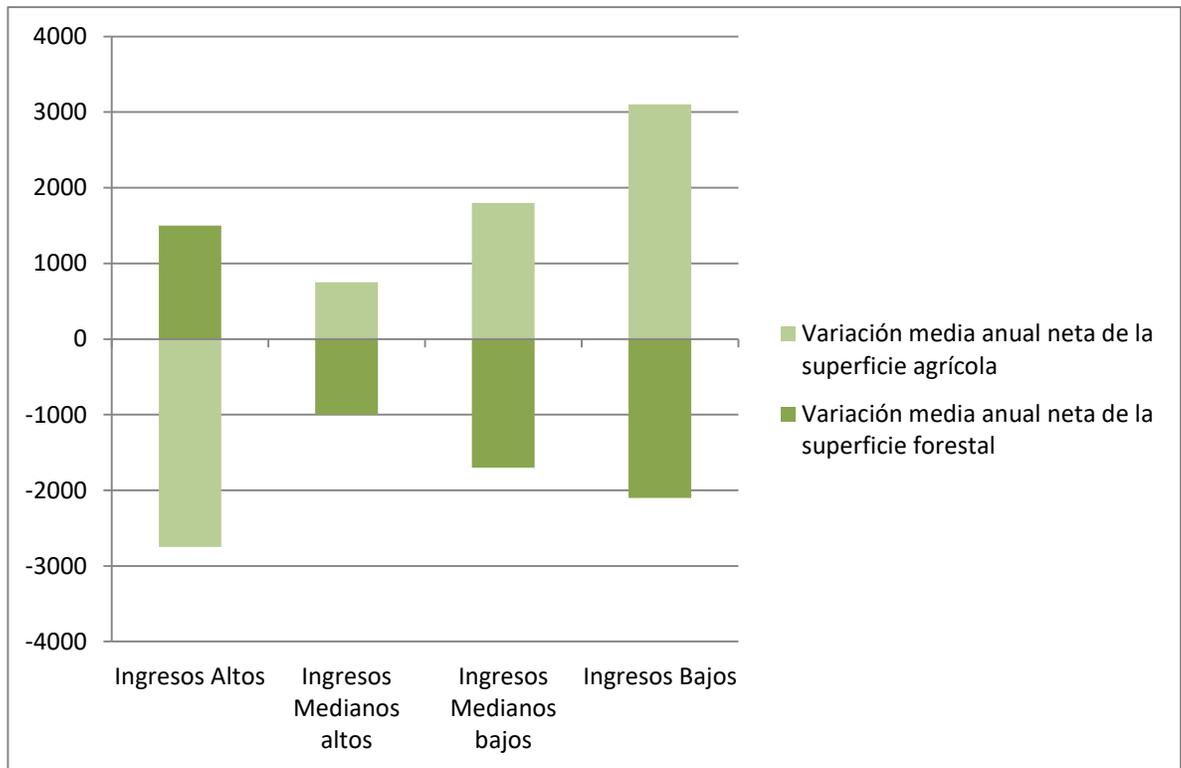
Gráfica 2. Variación media anual neta de las tierras forestales y los terrenos agrícolas por región climática, 2000-2010



Fuente. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. p. 18. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>.

En este estudio se generalizaron las diferentes regiones climáticas dando como resultado 4 principales, como se observa en la gráfica 2. En las regiones boreal, templada y subtropical existe una tendencia de disminución de la superficie agrícola mientras que la superficie forestal aumentó, siendo la región templada donde más se evidencia la tendencia. Por otra parte, en las regiones de los trópicos la tendencia es totalmente contraria a las demás regiones, pues aquí se observa un aumento significativo en la superficie agrícola así como una disminución significativa en la superficie forestal.

Gráfica 3. Cambio anual promedio neto en área agrícola y forestal en países agrupados por categoría de ingresos, 2000-2010



Fuente. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. p. 18. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

Con respecto al estudio realizado clasificando a los países por sus ingresos, en la gráfica 3 se observa un comportamiento considerablemente bueno en los países donde los ingresos son altos, pues en la última década la superficie forestal ha ido en aumento y la superficie agrícola ha disminuido en una proporción considerable. Sin embargo en los países de ingresos medianos altos, medianos bajos y bajos existe una tendencia a aumentar la superficie agrícola en lugar de la forestal, teniendo esta última un comportamiento a la baja.

1.3 LA DEFORESTACIÓN EN LATINOAMÉRICA

Como menciona Armenteras y Rodríguez¹³, en cuanto a Latinoamérica se sabe que la mayor pérdida de la superficie forestal se dio en la década del 2000-2010

¹³ ARMENTERAS, Dolores y RODRÍGUEZ, Nelly. Dinámicas y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. En: Colombia Forestal. Julio-Diciembre 2014. vol. 17, no. 2, p. 234

con una tasa de pérdida promedio de 4 millones de hectáreas por año con datos mayores entre los años 2000 y 2005.

Según Armenteras y Rodríguez¹⁴, a diferencia de los factores causantes de la deforestación que ya se han mencionado, para América Latina es posible agruparlos en tres grupos generales como lo son las características geográficas como la accesibilidad, los factores socio-económicos como la demanda de mercados nacionales e internacionales y los parámetros biofísicos como el crecimiento de la densidad poblacional.

Sin embargo, para Armenteras y Rodríguez¹⁵ los estudios realizados a través de los años para los países latinoamericanos con respecto a la deforestación reportan a esta de distintas formas como deforestación anual, deforestación total, tasa de deforestación, pérdida total, etc; lo que dificulta realizar una comparación precisa de esta problemática sobre el continente. Por esta razón Armenteras y Rodríguez¹⁶ realizaron una recopilación de información para dar como resultado una revisión actualizada del conocimiento y tener una comparación mejor de los países latinoamericanos.

Para el estudio realizado se estandarizaron las tasas de deforestación aclarando que esta está referida en términos de velocidad de cambio anual y no como área deforestada, y los tipos de bosques los cuales se clasificaron de la siguiente manera:

- **Bosque de tierras bajas:** Se refiere a los bosques húmedos tropicales que se encuentran por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm)
- **Bosque atlántico:** Corresponde principalmente a bosques ubicados en las cercanías del océano atlántico
- **Bosques secos:** Están ubicados principalmente en zonas tropicales y subtropicales con 250 a 2000 mm de lluvia por año. Se caracterizan por tener un periodo de sequía de aproximadamente 4 meses por año
- **Bosques montanos:** Bosques ubicados por encima de los 1000 msnm
- **Otros:** Agrupa tanto bosques de coníferas como manglares y otras formas de bosques

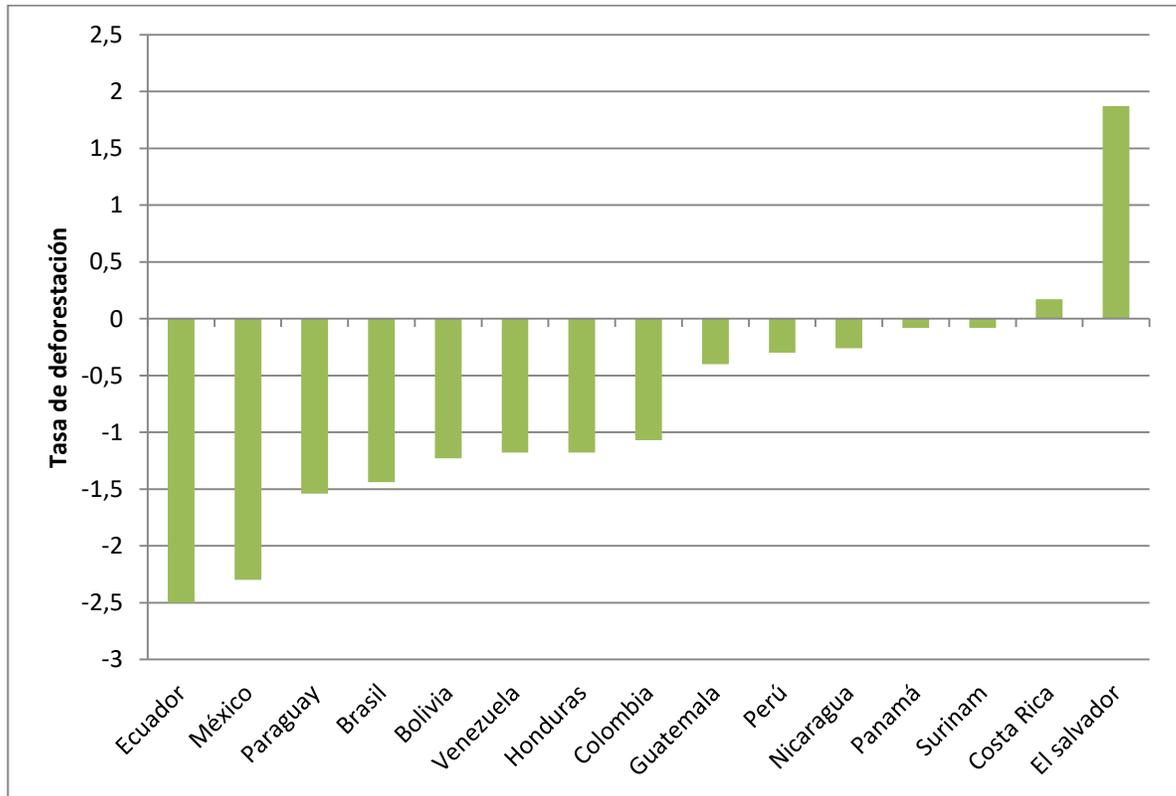
¹⁴ *Ibíd.*, p. 235

¹⁵ *Ibíd.*, p. 235

¹⁶ *Ibíd.*, p. 235

Los resultados se presentaron tanto para la clasificación de países y bosques por separado, como una combinación de estas dos:

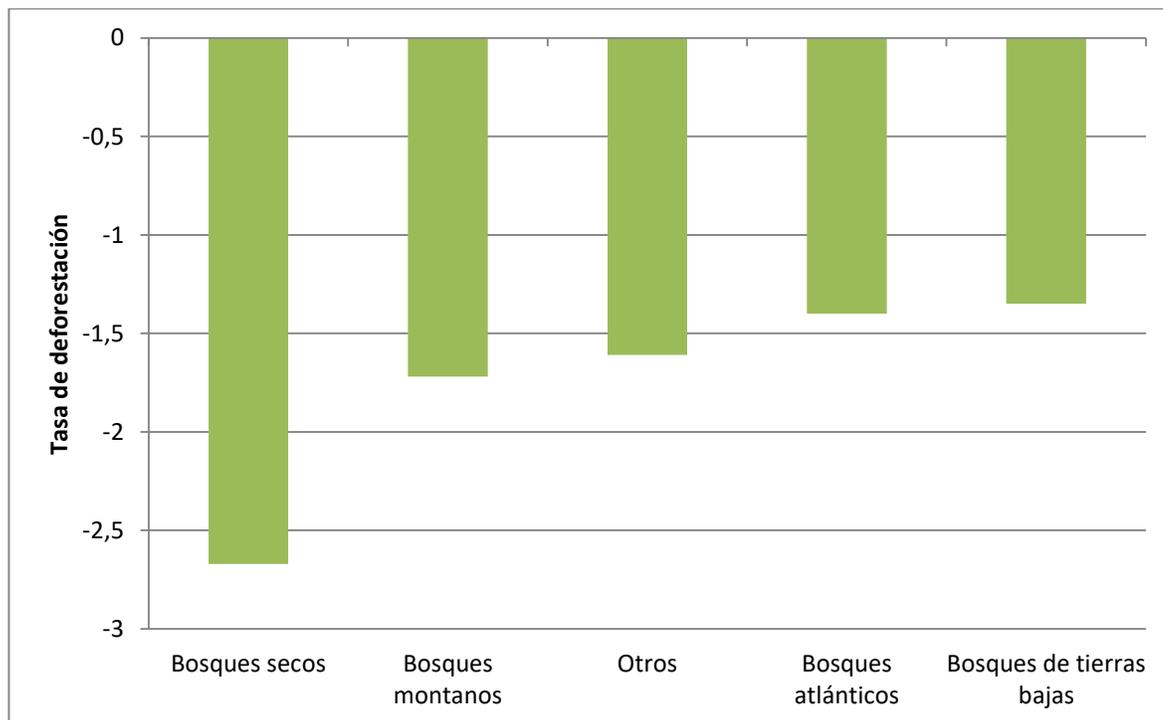
Gráfica 4. Tasa de deforestación por país en Latino América



Fuente. ARMENTERAS, Dolors y RODRÍGUEZ, Nelly. Dinámicas y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. En: Colombia Forestal. Julio-Diciembre 2014. vol. 17, no. 2, p. 234

Al comparar los diferentes países que conforman América Latina, en la gráfica 4 se observa que en solo dos de estos (Costa Rica y El Salvador) existe una tasa de deforestación positiva, es decir, la superficie forestal va en aumento. Por otra parte en el resto de países esta tasa tiene un comportamiento negativo siendo Ecuador y México los países con la peor tendencia.

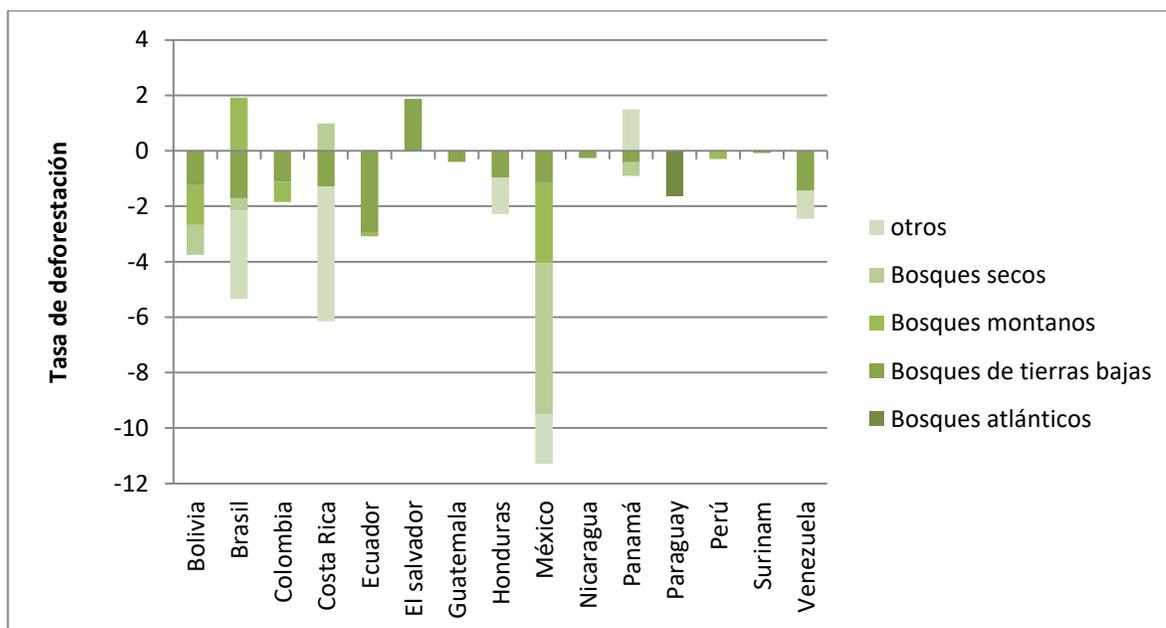
Gráfica 5. Tasa de deforestación por tipo de bosque en Latino América



Fuente. ARMENTERAS, Dolors y RODRÍGUEZ, Nelly. Dinámicas y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. En: Colombia Forestal. Julio-Diciembre 2014. vol. 17, no. 2, p. 234

Para el caso del tipo de bosques, en la gráfica 5 se observa que en todos existe una tasa de deforestación negativa, es decir, que toda la superficie forestal está desapareciendo con el paso de los años.

Gráfica 6. Tasas de deforestación por tipos de bosques y por país



Fuente. ARMENTERAS, Dolores y RODRÍGUEZ, Nelly. Dinámicas y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. En: Colombia Forestal. Julio-Diciembre 2014. vol. 17, no. 2, p. 234

Al realizar la comparativa entre la tasa de deforestación por país y por tipo de bosque expuesta en la gráfica 6, se observa que México es el país con la peor tasa pues para todos los tipos de bosque el comportamiento se da a la disminución de la superficie forestal. Los únicos países que poseen una tasa con una tendencia al aumento son Brasil, Costa Rica, El Salvador y Panamá. El resto de países aunque no presentan una tasa significativamente baja, tienden a contribuir con la desaparición de bosques en América Latina.

1.4 LA DEFORESTACIÓN EN COLOMBIA

Para Fedesarrollo¹⁷, al igual que en el resto del mundo, en Colombia la principal causa de deforestación es el aumento de la superficie agrícola en las zonas rurales del país. Sin embargo existe otro factor que a nivel nacional afecta sustancialmente a la superficie forestal y es la actividad ganadera, pues esta representa aproximadamente el 60% de la deforestación del país.

Además de estas dos causas, existen otras que si no contribuyen en gran medida a la deforestación del país, son causantes de que esta aumente con el paso del

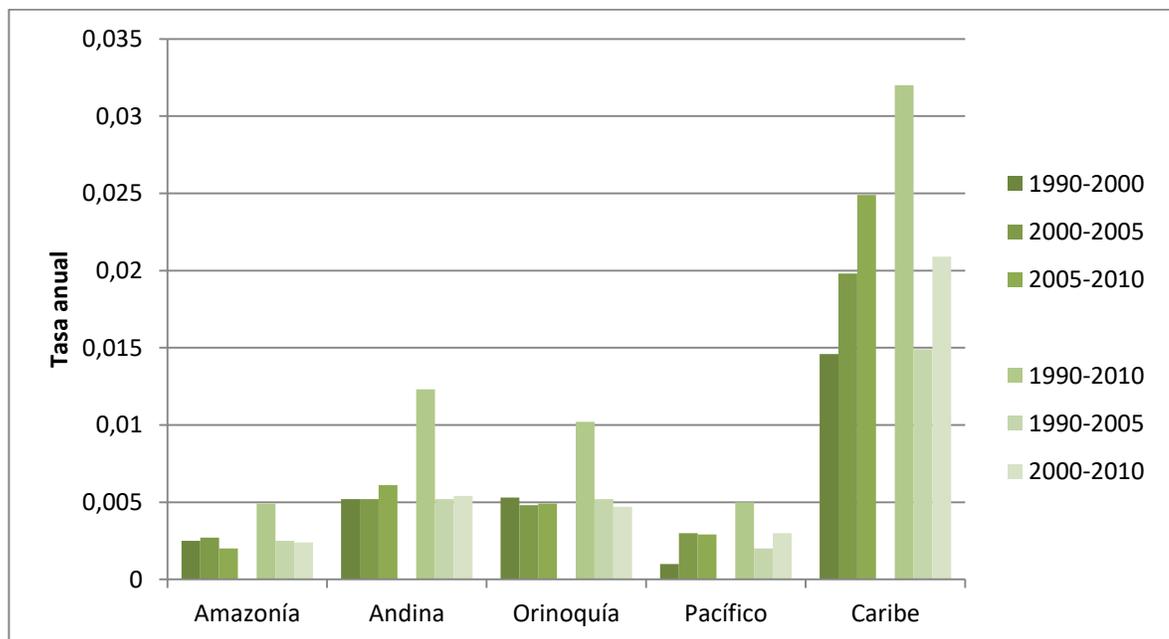
¹⁷ FEDESARROLLO. Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. sec. Reportes de investigación. Abril, 2014. p. 5. [Consultado el 10 de Diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/337>

tiempo. Según Fedesarrollo¹⁸, estas causas son las operaciones ilegales en el sector forestal o también llamada tala ilegal de árboles, la explotación minera, los incendios forestales ya sean de origen natural o en su mayoría antrópicos y las variables demográficas, en especial el aumento en el número de habitantes del país.

Para Fedesarrollo¹⁹, la deforestación en Colombia no es una problemática reciente pues en las últimas dos décadas el país ha perdido 5,4 millones de hectáreas de bosque, un tamaño aproximado al de Costa Rica, reduciendo su área de bosques de 64.442.269 hectáreas a 59.021.810 hectáreas.

Para tener una mejor idea del comportamiento de la deforestación en el país el IDEAM realizó un seguimiento de la tasa anual de pérdida de bosque desde el año 1990 hasta el 2010 estudiando cada región de Colombia. Los resultados se muestran a continuación en la gráfica 7:

Gráfica 7. Tasas anual de pérdida de bosque (Años 1990, 2000, 2005, 2010). Tasas implícitas anuales para el total nacional y las regiones de deforestación



Fuente. IDEAM. Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Detalles para: Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. 2011. p. 16. [Consultado el 15 de Diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17863&shelfbrowse_itemnumber=18854

¹⁸ *Ibíd.*, p. 7

¹⁹ *Ibíd.*, p. 3

En lo que respecta a las regiones Andina y Caribe se observa un aumento de la tasa anual de deforestación a medida que transcurren los años. Así mismo estas dos regiones tienen los datos más altos de la tasa anual de deforestación del país. Por otro lado las regiones con los índices más bajos de tasa anual de deforestación son la región Pacífico y la Amazonía, donde en esta última se observa una disminución en la tasa anual al igual que en la región Orinoquía.

1.5 LA DEFORESTACIÓN EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

En el caso del páramo de Chingaza es pertinente conocer cómo se encuentra distribuida la cobertura total pues además de ser reserva natural, en el complejo Chingaza se encuentran zonas habitadas por diferentes comunidades rurales y urbanas, además de estar presentes diferentes actividades económicas.

Es por esto que a continuación se presenta la distribución de la cobertura realizada para los nacimientos del río Bogotá a una escala de 1:100.000:

Cuadro 4. Leyenda de Cobertura del entorno Regional del complejo Chingaza-Nacimientos río Bogotá Escala 1:100.000 Nivel 3

TIPO DE COBERTURA	ÁREA EN HECTÁREAS	% DE HECTÁREAS
Tejido urbano continuo	28.557,07	3,1%
Tejido urbano discontinuo	3.179,95	0,3%
Zonas industriales o comerciales	1.162,16	0,1%
Red vial, ferroviaria y terrenos asociados	157,01	0,0%
Aeropuertos	412,43	0,0%
Zonas de extracción minera	1.190,03	0,1%
Zonas verdes urbanas	1.176,32	0,1%
Instalaciones recreativas	1.073,76	0,1%
Otros cultivos transitorios	43,04	0,0%
Cereales	5.547,28	0,6%
Tubérculos	2.136,15	0,2%
Cultivos permanentes herbáceos	30,20	0,0%
Cultivos permanentes arbustivos	6.712,24	0,7%
Cultivos permanentes arbóreos	6.819,67	0,7%
Cultivos confinados	2.960,30	0,3%
Pastos limpios	177.638,14	19,0%
Pastos arbolados	1.003,52	0,1%
Pastos enmalezados	14.386,08	1,5%
Mosaico de cultivos	7.542,38	0,8%
Mosaico de pastos y cultivos	139.742,21	14,9%
Mosaico de cultivos, pastos y espacios naturales	87.392,62	9,3%
Mosaico de pastos con espacios naturales	65.422,32	7,0%

Cuadro 4. (Continuación)

Mosaico de cultivos con espacios naturales	5.258,56	0,6%
Bosque denso	77.468,10	8,3%
Bosque fragmentado	114.583,47	12,3%
Bosque de galería y ripario	2.707,78	0,3%
Plantación forestal	1.874,61	0,2%
Herbazal	58.545,27	6,3%
Arbustal	53.007,87	5,7%
Vegetación secundaria o en transición	35.015,46	3,7%
Zonas arenosas naturales	278,89	0,0%
Tierras desnudas y degradadas	3.906,49	0,4%
Zonas quemadas	98,71	0,0%
Zonas pantanosas	1.053,76	0,1%
Ríos	11.916,71	1,3%
Lagunas, lagos y ciénagas naturales	790,32	0,1%
Cuerpos de agua artificiales	4.603,28	0,5%
Nubes	9.531,96	1,0%
Total	934.926,12	100,0%

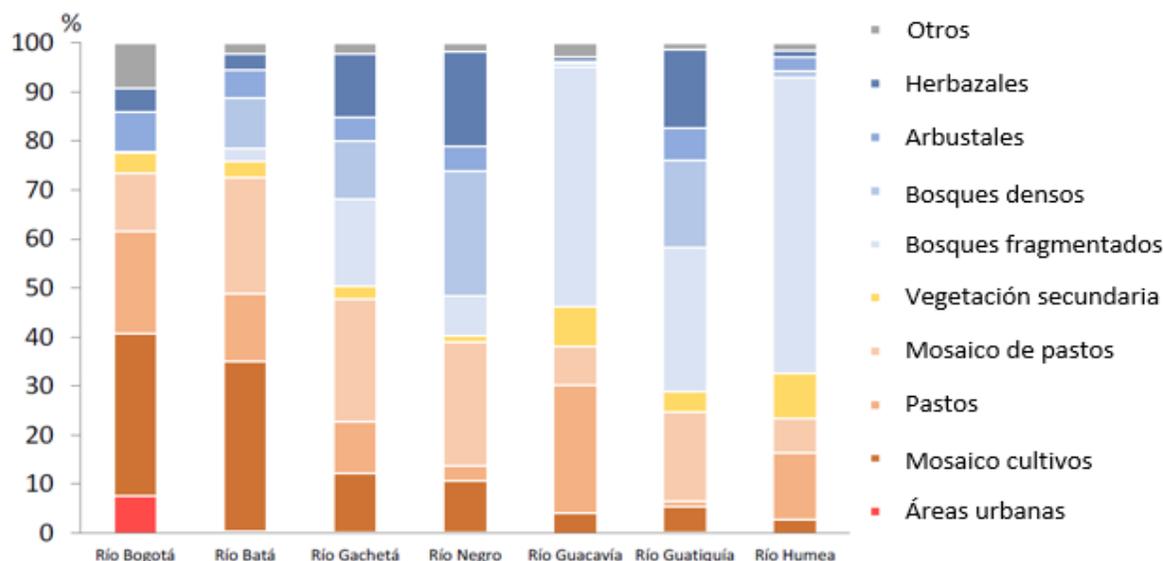
Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Estudio técnicos, económicos, sociales y ambientales complejo de páramos Chingaza. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Nuestras publicaciones. 2015. [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/publicaciones>

Como se puede observar en el cuadro 4, la cobertura que mayor área ocupa en el complejo Chingaza son los pastos limpios, seguido de mosaicos de pastos y cultivos, y cobertura de bosque fragmentado.

Para el instituto HUMBOLDT²⁰ es importante ver de una manera más clara la distribución netamente vegetal presente en el complejo Chingaza, por eso este realizó un estudio por subzonas hidrográficas obteniendo los siguientes resultados:

²⁰ INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

Gráfica 8. Cobertura por subzona hidrográfica



Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

En la gráfica 8 se puede observar que la única subzona hidrográfica con un porcentaje alto de áreas urbanas y de infraestructura es la del río Bogotá. Así mismo esta subzona es la que mayor área de mosaico de pastos y/o cultivos posee. Por otro lado los mosaicos de pastos, cultivos y espacios naturales se encuentran en cada subzona en un promedio del 20%. Cabe destacar que las subzonas donde se encuentra la mayor cantidad de área cubierta por bosques ya sean densos o fragmentados son las del río Guatiquía y la subzona del río Humea.

Además del estudio realizado a las zonas de cobertura vegetal por subzonas hidrográficas, para el instituto HUMBOLDT²¹ es importante caracterizar otros tipos de cobertura presentes en el complejo Chingaza las cuales se mostrarán a continuación.

Como menciona el instituto HUMBOLDT²², con respecto a aspectos sociodemográficos y gracias a información recopilada del DANE, para el año 2014 la población que hace parte del complejo Chingaza en su totalidad es de 750.000 habitantes aproximadamente repartidas por cada subzona hidrográfica de la siguiente manera:

²¹ *Ibíd.*, p. 73

²² *Ibíd.*, p. 77

Cuadro 5. Población por subzona hidrográfica – Entorno local

Zona hidrográfica	Población 2014				Variación población 2005/2014			Densidad rural (hab/km ²)
	Urbana	Rural	Total	Población rural (% del total)	Urbana	Rural	Total	
Río Batá	4.836	16.321	21.157	77%	3%	-11%	-8%	27,6
Río Bogotá	80.935	84.113	165.048	51%	31%	17%	23%	64,2
Río Guachetá	8.743	31.251	39.994	78%	11%	-3%	0%	18,1
Río Guacavía	-	1.918	1.918	100%	-	-4%	-4%	5,9
Río Guatiquía	459.066	10.146	469.212	2%	26%	-3%	25%	8,0
Río Humea	3.848	5.147	9.995	57%	13%	-3%	3%	5,4
Río Negro	11.388	35.897	47.285	76%	11%	-1%	1%	24,3
Total	568.816	184.793	753.609	25%	26%	4%	20%	24,2

Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

Al realizar una comparación de la población en el año 2005 y 2014 presente en el cuadro 5, se puede observar que en las zonas rurales se ha presentado un despoblamiento por parte de los habitantes. Por otro, lado en zonas urbanas la población aumento en una proporción mayor a comparación de las zonas rurales. Para el año 2014 la subzona hidrográfica donde se presenta la mayor cantidad de habitantes es la del río Guatiquía, siendo esta la subzona donde se encuentra menos población ubicada en zonas rurales.

De acuerdo al instituto HUMBOLDT²³, referente a la cobertura agropecuaria es importante saber que debido a la variedad de altura y pisos térmicos que posee el complejo Chingaza, existen gran variedad de cultivos donde se destacan los cultivos de papa, arroz, maíz, cebolla, frijol, soya, tomate, habichuela y arveja. A pesar de que el complejo sea considerado de vocación agrícola debido a la variedad de cultivos, existen actividades pecuarias tales como la avicultura o la ganadería bovina con fines productivos de leche y carne para consumo humano. A continuación se presentan datos específicos de los cultivos presentes en el complejo por subzona hidrográfica:

²³ Ibíd., p. 84

Cuadro 6. Cultivos por subzona hidrográfica en 2013

Zona hidrográfica	Papa		Otros cultivos		
	Área sembrada	En % del total del complejo	Área sembrada	En % del total de cultivos de la zona	Cultivos de mayor importancia
Río Batá	1.402	15%	2.864	67%	Maíz, hortalizas, café
Río Bogotá	7.090	75%	1.066	13%	Hortalizas, arveja, frutales
Río Guachetá	429	5%	4.665	92%	Maíz, arveja, frijol, frutales, café, caña
Río Guacavía	0	0%	269	100%	Café
Río Guatiquía	2	0%	8.254	100%	Arroz, maíz, soya, frijol, frutales
Río Humea	0	0%	475	100%	Café
Río Negro	592	6%	11.974	95%	Arroz, maíz, soya, frutales, café
Total	9.514	100%	29.567	76%	-

Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

Como se observa en el cuadro 6, las subzonas hidrográficas con mayor área sembrada son las de río Negro, río Guatiquía y río Bogotá en comparación con el área sembrada en las demás subzonas.

Por otra parte, para el instituto HUMBOLDT²⁴ en lo que respecta al tema pecuario, todas las subzonas hidrográficas tienen actividades económicas asociadas a este tema ya sea con el fin de producir leche o productos cárnicos.

Cuadro 7. Ganado de bovino por subzona hidrográfica en 2013

Zona Hidrográfica	Hembra	Macho	Total	Densidad (bovinos/10has)	Hembra (% del total de la zona)
Río Batá	7.766	5.275	13.042	2,2	60%
Río Bogotá	70.621	11.129	81.750	6,2	86%
Río Guachetá	34.325	17.939	52.264	3,0	66%
Río Guacavía	7.579	7.699	15.278	4,7	50%
Río Guatiquía	23.215	19.077	42.292	3,3	55%
Río Humea	17.360	20.257	37.617	4,0	46%
Río Negro	34.755	27.745	62.501	4,2	56%
Total	195.623	109.121	304.744	4,0	64%

Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

²⁴ *Ibíd.*, p. 86

El cuadro 7 indica que la subzona donde más crianza de ganado bovino hay es la del río Bogotá con una diferencia significativa a comparación de las demás subzonas. Sin embargo la mayor densidad de bovinos por cada 10 hectáreas se encuentra en la zona del río Guacavía.

Por la parte de la minería, se debe tener en cuenta que la explotación de carbón ha tenido un papel importante en la economía del país. Es por esto que, según el instituto HUMBOLDT²⁵, durante las dos últimas décadas ha pasado de una producción de 21,5 millones de toneladas a 85,8 millones de toneladas. Sin embargo, para el instituto HUMBOLDT²⁶, en el área de Cundinamarca la actividad minera que predomina es la explotación de materiales de construcción.

Cuadro 8. Títulos por tipo de mineral por subzona hidrográfica

Minerales	Río Bogotá		Río Gachetá		Río Negro		Río Batá		Río Guatiquía		Río Guacavía		Total	
	N.	Ha.	N.	Ha.	N.	Ha.	N.	Ha.	N.	Ha.	N.	Ha.	N.	Ha.
Construcción	30	2.239	10	808	18	3.656	11	1.948	24	3.652	2	801	95	13.103
Carbón	27	10.423	1	636	1	230	5	1.146	0	0	0	0	34	12.434
Esmeralda	0	0	60	6.526	0	0	16	731	0	0	0	0	76	7.257
Hierro	2	159	7	2.350	0	0	7	1.284	0	0	0	0	16	3.792
Arena	6	603	0	0	5	995	1	229	3	316	1	304	16	2.447
Arcilla	10	1.289	0	0	2	840	1	63	1	17	1	55	15	2.264
Caliza	1	60	5	1.524	0	0	0	0	0	0	0	0	6	1.583
Material de arrastre	0	0	1	485	2	481	4	195	2	46	0	0	9	1.207
Otros	6	1.720	16	3.140	4	1.016	0	0	2	610	0	0	28	6.486
Total	82	16.493	100	15.469	32	7.217	45	5.596	32	4.641	4	1.159	285	50.574

Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

Como se mencionó anteriormente, la explotación de materiales de construcción es la predominante en el total de las subzonas hidrográficas seguida de la explotación de carbón. Con respecto a las demás actividades mineras se observa una pequeña producción a comparación de las dos mencionadas previamente, expuestas en el cuadro 8.

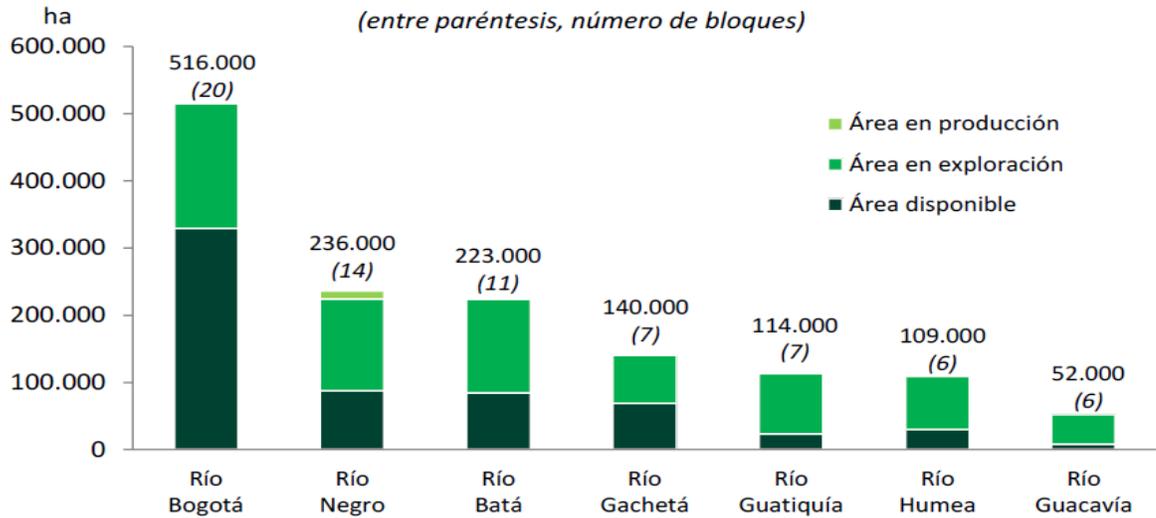
De acuerdo al instituto HUMBOLDT²⁷, por último se encuentra actividad petrolera dentro del complejo debido al bajo nivel de reservas de hidrocarburos presentes en todo el país.

²⁵ Ibid., p. 91

²⁶ Ibid., p. 91

²⁷ Ibid., p. 97

Gráfica 9. Bloques petroleros por subzona hidrográfica



Fuente. INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 76. Informe final.

A pesar de que solo existe una pequeña parte de área que ya se encuentra en producción de hidrocarburos, el resto se encuentra solamente en exploración o simplemente se sabe que está disponible para futuras exploraciones y procesos de producción. Esta comparación se visualiza en la gráfica 9.

Ahora bien, como menciona Garavito²⁸, aunque las diferentes actividades económicas ayudan con el crecimiento económico del complejo y así mismo del país, estas contribuyen a aumentar las problemáticas que se presentan en el complejo Chingaza tales como la falta de educación y conciencia ambiental, la expansión de la frontera agrícola sin un límite adecuado, la ineficiencia o en caso extremo la ausencia de autoridades y la actividad agropecuaria.

Esta última a pesar de ser una actividad económica, es considerada, según el instituto HUMBOLDT²⁹, una problemática como tal debido a que esta puede llegar

²⁸ GARAVITO GONZÁLEZ, Leonardo, et al. Gobernanza territorial en los páramos Chingaza y Sumapaz-Cruz Verde. Una comparación de sus principales actores y problemáticas. En: Perspectiva Geográfica. Abril, 2018. vol. 23. no. 1. p. 13

²⁹ INSTITUTO HUMBOLDT. Recomendación Para La Delimitación, Por Parte Del Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, Del Complejo De Páramos Chingaza a Escala 1:25.000. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Fondo adaptación. 2017. p. 121. [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31553>

a producir efectos adversos en el ambiente como la pérdida de la capacidad de retención que poseen los suelos debido al pisoteo del ganado, la contaminación de aguas causada por el ingreso del ganado a fuentes hídricas o el uso de agroquímicos en los cultivos, el desperdicio hídrico por el mal uso del recurso tanto en la ganadería como en la agricultura y erosión en los suelos y pérdida de componentes micro-bióticos en estos.

Debido a todo lo anterior, se produce un efecto en mayor proporción y con mayores afectaciones al ecosistema de páramo. Se trata de la deforestación, pues a raíz de esto se pierde gran parte de la biodiversidad en flora y fauna del ecosistema, se presentan alteraciones en los ciclos hidrológicos lo que dificulta el abastecimiento de agua para las zonas aledañas al complejo, entre otros problemas.

Sin embargo este no es un problema de la actualidad, pues, como menciona el instituto HUMBOLDT³⁰, desde el año 1993 hasta inicios del siglo XXI, el complejo Chingaza pasó de tener una cobertura vegetal de 255.000 hectáreas a 176.000 hectáreas, producto de la inclusión de actividades económicas y el crecimiento demográfico en el complejo.

A pesar de esto, desde el año 2000 hasta el 2007 se observó una pequeña mejoría en esta cobertura vegetal pues aumentó su área en 1000 hectáreas. Para el instituto HUMBOLDT³¹, esto se puede asociar directamente al desplazamiento por violencia en algunas zonas del complejo y la regeneración vegetativa que esto produjo.

Teniendo en cuenta las diferentes actividades económicas presentes en el páramo de Chingaza, que a su vez producen efectos dañinos ambientalmente, la agricultura es considerada la actividad que más aporta a la degradación del área forestal del parque natural. Debido a esto se producen más afectaciones no solo de índole ambiental, sino social y económico.

Lo anterior se evidencia en el conflicto generado por las políticas de conservación propuestas por el Estado, representado por el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP). Como menciona Gutiérrez³², estas políticas regulan el uso y el acceso a los recursos naturales presentes a nivel local con la ejecución de

³⁰ INSTITUTO HUMBOLDT. Op. Cit., p. 73

³¹ *Ibíd.*, p. 73

³² GUTIERREZ ANTOLÍNEZ, Carolina. Conflictos Socioambientales Derivados De La Declaración Del Parque Nacional Natural Chingaza En Zonas De Producción Campesina. Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2016. p. 16

diferentes normas o lineamientos modificadores de reglas sociales y culturales construidas a partir de procesos de apropiación.

Esto quiere decir, según Gutiérrez³³, que mientras el Estado se enfoca en preservar el área natural del páramo de Chingaza, para los productores campesinos los sistemas productivos tradicionales, que dependen directamente del uso de los recursos naturales y de la biodiversidad presente en el entorno, son la única manera de poder preservar su economía tanto familiar como local, haciendo de esta actividad algo ilegal.

Por otra, como menciona Gutiérrez³⁴, parte dentro de la política establecida por el Estado se encontraba una gran falencia la cual se evidenciaba en la poca participación que tenían los grupos sociales habitantes del área afectada, pues estos debieron desde un principio ser reconocidos como actores no solo sociales sino también políticos en las zonas de influencia de las reservas naturales.

³³ *Ibíd.*, p. 16

³⁴ *Ibíd.*, p. 17

2. NIVEL ACTUAL DE RIESGO POR CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

2.1 GENERALIDADES DEL CAMBIO CLIMÁTICO

De acuerdo a Álvarez-Lires³⁵, se sabe que en el planeta tierra existe una gran variedad de cambios que afectan la sostenibilidad y sustentabilidad de la vida humana afectando aspectos ambientales, sociales, económicos, políticos y culturales. Estos cambios son conocidos como cambios globales los cuales están definidos como los cambios que alteran la estructura y el funcionamiento ordinario del planeta con respecto a contextos biofísicos y socioeconómicos.

El cambio más representativo e importante que afecta de manera directa los demás aspectos que anteriormente fueron mencionados es el cambio climático. Este cambio hace referencia a la variación de la temperatura global y esta como ha afectado el clima a lo largo de los años.

Se debe tener en cuenta que los cambios de temperatura que ha sufrido el planeta tierra no se han presentado solamente en las últimas décadas, ni siquiera en los siglos pasados. Según Hermelin³⁶, esto se remonta a millones de años atrás cuando en el planeta existieron las grandes eras glaciares en donde la mayor parte de los océanos se congelaba. Sin embargo con el transcurrir del tiempo estos océanos congelados se derritieron y formaron la capa de agua que actualmente conocemos.

A pesar de que este fenómeno se presentara, no fue de inmediato que ocurrió. Para Hermelin³⁷, los cambios evidentes en el clima se dieron paulatinamente y no drásticamente hasta el punto de perjudicar la vida en el mundo pese a que el porcentaje de radiación solar aumentó un 25% aproximadamente desde que el planeta tierra empezó a existir.

Para Gamo³⁸, la diferencia con las eras glaciales, radica en que los cambios en el clima se dieron naturalmente, es decir, no existió ningún factor externo al planeta ni al ambiente que provocara una alteración climática; desde los finales del siglo

³⁵ ÁLVAREZ-LIRES, María M., et al. Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica. En: Formación Universitaria. Abril. 2017. vol. 10, no. 2, p. 90

³⁶ HERMELIN ARBAUX, Michel. Cambios climáticos en el pasado, algunas reflexiones sobre paleoclimatología. En: ESCOBAR TRUJILLO, Luis Alfonso. Cambio Climático ¿Una Caja De Pandora? Medellín, Colombia: Oficina Asesora de Comunicaciones, 2008. p. 10-16

³⁷ *Ibíd.*, p. 13

³⁸ GAMO, Diego, et al. Los efectos biológicos del cambio climático. En: Ecosistemas. Enero, 2014. vol. 13. no. 1. p. 103

XIX hasta nuestros días, los ciclos dinámicos naturales climáticos no han vuelto a seguir una tendencia clara que permita estudiar de manera precisa los cambios en el planeta.

De acuerdo a Gamo³⁹, este cambio drástico se debe principalmente al inicio y crecimiento de la emisión de gases de efecto invernadero los cuales destruyen la capa de ozono, parte primordial de la atmosfera terrestre.

Sin embargo para Álvarez-Lires⁴⁰, la anterior no es la única causa de que el clima en el mundo cambie de manera radical. Esto se debe también a diferentes fenómenos de escala global como el uso y la ocupación del suelo, la urbanización, la composición de la atmosfera, el flujo fluvial, la población, el uso de recursos y el malgasto de la energía.

Con respecto a los efectos producidos por el cambio climático, es imposible no mencionar el efecto invernadero el cual, como menciona Ürusan⁴¹ consiste en que los rayos solares captados por el planeta tierra atraviesan la atmosfera y son dirigidos hasta la superficie terrestre. En esta los rayos son reflejados y devueltos hacia la atmosfera, pero no toda la radiación sale del planeta. Gran cantidad de esta radiación es atrapada y reflejada de nuevo hacia la superficie terrestre. De esta forma los rayos nuevos y los rayos reflejados provocan un aumento en la temperatura ambiental debido a la gran cantidad de rayos solares atrapados entre la atmosfera y la tierra observando un aumento de 0,7 grados centígrados aproximadamente desde los inicios de la revolución industrial.

2.2 CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MUNDO

Como se mencionó anteriormente, la temperatura del planeta tierra se ha modificado con el transcurso de los años, y a pesar de que aún no existen efectos dañinos que impidan la vida del ser humano en el planeta, es importante saber qué ocurriría si la temperatura aumentara solo 5 grados centígrados.

³⁹ *Ibíd.*, p. 103

⁴⁰ *ÁLVAREZ-LIRES. Op. Cit.*, p. 90

⁴¹ ÜRUSAN, A.Y.; UZEL, T. y EREN, K. Calculation of Greenland and Antartica glaciers' weights causing some earthquakes and volcanic activities. En: *Acta Physica Polonica A*. Abril, 2013. vol. 125, no. 2, p. 521

Cuadro 9. Los efectos globales del cambio climático de acuerdo con el aumento de diversos grados de temperatura

Aumento de temperatura [°C]	Impactos sobre el agua	Impactos sobre la salud	Impactos sobre los ecosistemas	Otros impactos
1	Los glaciares andinos desaparecen totalmente, amenazando el suministro de agua de 50 millones de personas	Al menos 300.000 personas adicionales por año mueren de enfermedades relacionadas con el cambio climático, por ejemplo, malaria, dengue y malnutrición	Al menos 10% de especies de la flora y la fauna continentales enfrentan la extinción	Más intensidad de eventos extremos, como las olas de calor
2	El suministro de agua en regiones como el Mediterráneo podría bajar entre 20% y 30%	Hasta 10 millones más de personas se verán afectadas por inundaciones costeras por año	La reducción en la disponibilidad de agua afecta negativamente la productividad agrícola en los países tropicales. Alto riesgo de extinción de las especies árticas, incluso el oso polar y el caribú. Se presenta un blanqueamiento más frecuente de los corales, de los que dependen cerca de 500 millones de personas en el mundo para alimentos, ingresos y defensa costera	La capa de hielo que cubre a Groenlandia puede empezar a derretirse sin reversa. Es un fenómeno que aumentaría el nivel del mar. Su desaparición final, después del siglo XXI, produciría un aumento eventual de siete metros en el nivel del mar
3	Entre mil y cuatro mil millones más de personas sufren escasez de agua, mientras que entre mil y cinco mil millones reciben más agua con riesgos posibles de inundaciones	Entre 1 millón y 107 millones más de personas se verían afectadas por las inundaciones	Entre 20% y 50% de las especies en riesgo de extinción, incluso hasta 60% de los mamíferos	Aumento del riesgo de cambios abruptos en la circulación atmosférica (por ejemplo, los monzones)

Cuadro 9. (Continuación)

4	El suministro de agua en regiones como el Mediterráneo podría bajar entre 30% y 50%	Hasta 80 millones más de personas en riesgo de malaria en África	Declive de entre 15% y 30% de la productividad agrícola en África. Regiones enteras, incluso partes de Australia, ya no son propicias para la producción	Aumento del riesgo del colapso de la capa de hielo occidental del Antártico. Aumento del riesgo del colapso de la corriente del Atlántico
5	Posible desaparición de glaciares en Himalaya, afectando a un cuarto de la población China y a cientos de millones en India	Se agudizan los problemas de salud anotados en los intervalos de temperatura anteriores	Aumento en la acidez de los océanos, con graves efectos para los ecosistemas marinos, entre ellos los manglares	Aumento en el nivel del mar amenaza ciudades como Nueva York, Londres y Tokio

Fuente. RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel y HENRY, Mance. Cambio Climático: Lo Que Está En Juego. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Actividades. 2009. p. 11. [Consultado el 28 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.foronacionalambiental.org.co/actividades/detalle/presentacion-del-libro-cambio-climatico-lo-que-esta-en-juego/>

Aunque no es una lista exhaustiva, en el cuadro 9 se mencionan los principales efectos tanto ambientales como afectaciones directas sobre el ser humano que tendría el aumento de la temperatura grado por grado en el planeta tierra.

Debido a que el efecto invernadero es el actor principal en el aumento de la temperatura global y a su vez en el cambio climático, es importante resaltar a los gases de efecto invernadero (GEI) como los agentes que más aportan a que este fenómeno se produzca.

Los GEI están conformados por 8 principales gases, como menciona Rodríguez⁴², los cuales son: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), fluorocarbonados (CFC), hidrofluorocarbonados (HCFC), perfloroetano (C₂F₆), hexafluoruro de azufre (SF₆) y el vapor de agua. Cada uno de los anteriores gases

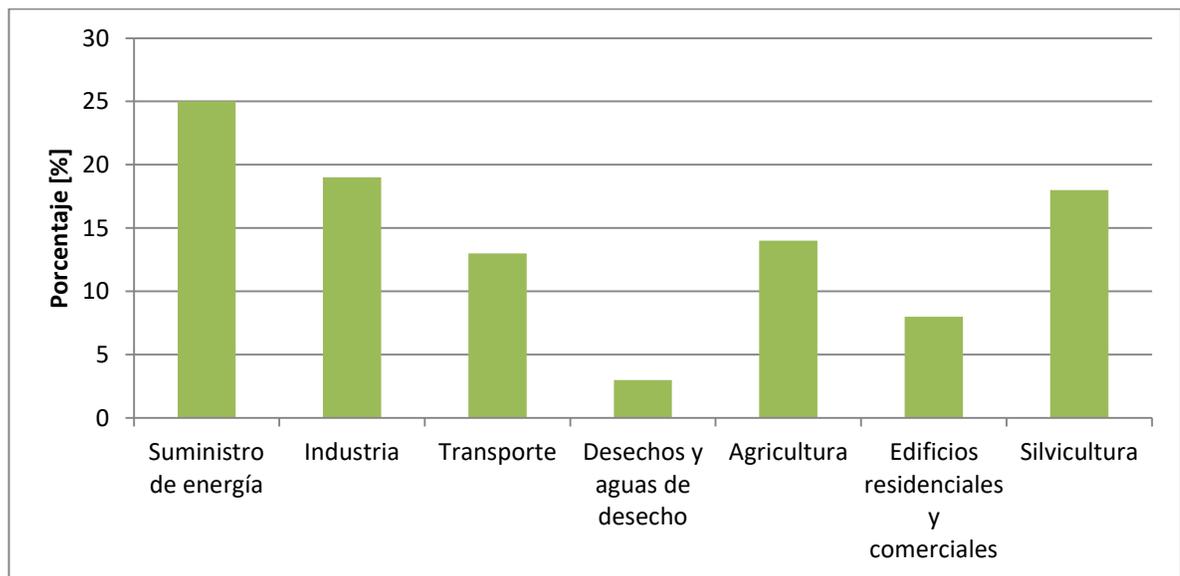
⁴² RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel y HENRY, Mance. Cambio Climático: Lo Que Está En Juego. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Actividades. 2009. p. 11. [Consultado el 28 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.foronacionalambiental.org.co/actividades/detalle/presentacion-del-libro-cambio-climatico-lo-que-esta-en-juego/>

tiene diferente capacidad para capturar la radiación solar y así producir el efecto invernadero.

Para Rodríguez⁴³ es importante aclarar que el impacto generado por estos GEI no se da de forma local, por el contrario la contaminación producida en países orientales se verá reflejada en Latinoamérica, y así para cualquier parte del mundo.

Para entender mejor el comportamiento de estos gases a nivel mundial, es primordial saber primero de dónde provienen los GEI, pues no solo son producidos en actividades de transporte y la industria en general, sino también se producen en la generación de electricidad, la agricultura, el cambio del uso del suelo, entre otras actividades.

Gráfica 10. Emisiones de gases de efecto invernadero por fuente, 2004



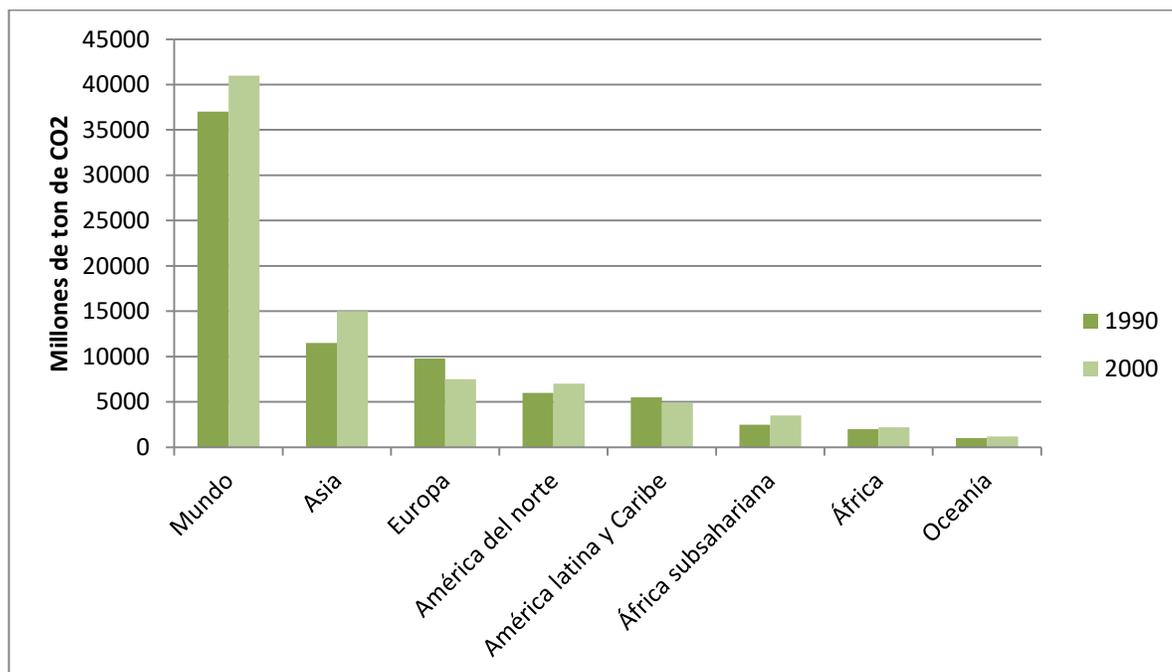
Fuente. RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel y HENRY, Mance. Cambio Climático: Lo Que Está En Juego. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Actividades. 2009. p. 11. [Consultado el 28 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.foronacionalambiental.org.co/actividades/detalle/presentacion-del-libro-cambio-climatico-lo-que-esta-en-juego/>

Como se puede evidenciar en la gráfica 10, a pesar de que el suministro de energía y la producción industrial están en la cima de productores de GEI, otras actividades no relacionadas con la energía son también productoras importantes de estos gases, como lo es la deforestación que aporta más GEI que los sistemas de transporte.

⁴³ *Ibíd.*, p. 11

Ahora bien, como se mencionó anteriormente, el problema de los GEI no se genera localmente sino globalmente. Debido a esto cada país es generador de GEI sin importar su origen ya sea en relación con el tema energético o no.

Gráfica 11. Distribución mundial de las emisiones de gases de efecto invernadero



Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

Como se presenta en la gráfica 11, en solo una década el mundo ha aumentado sus emisiones de CO₂ en casi cinco mil millones de toneladas, siendo Asia el continente que mayor producción de este gas posee. Por otro lado se puede observar que en Europa y en América Latina la generación de dióxido de carbono ha disminuido, sin embargo siguen siendo emisores significativos a comparación de Oceanía y África.

En relación con lo anterior y tomando de nuevo el CO₂ como gas de estudio, estos son los principales emisores de este gas en el mundo con respecto a datos del año 2006:

Cuadro 10. Los mayores emisores de CO₂

País	Emisiones totales [millones de toneladas métricas de CO ₂]	Emisiones per cápita [Toneladas métricas de CO ₂]
China	6.017,69	4,58
Estados Unidos	5.902,75	19,78
Rusia	1.704,36	12,00
India	1.293,17	1,16
Japón	1.246,76	9,78
Alemania	857,60	10,40
Canadá	614,33	18,81
Reino Unido	585,71	9,66
Corea del Sur	514,53	10,53
Irán	471,48	7,25
Italia	468,19	8,05
Sudáfrica	443,58	10,04
México	435,60	4,05
Arabia Saudita	424,08	15,70
Francia	417,75	6,60
Australia	417,06	20,58
Brasil	377,24	2,01
España	372,61	9,22
Ucrania	328,72	7,05
Polonia	303,42	7,87

Fuente. RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel y HENRY, Mance. Cambio Climático: Lo Que Está En Juego. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Actividades. 2009. p. 11. [Consultado el 28 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.foronacionalambiental.org.co/actividades/detalle/presentacion-del-libro-cambio-climatico-lo-que-esta-en-juego/>

Confirmando los datos de la gráfica 11, cuatro de los primeros cinco países mencionados en el cuadro 10 se encuentran ubicados en el continente asiático. Sin embargo cabe mencionar que Estados Unidos es un emisor importante de dióxido de carbono. Además de esto, se observa que la mayoría de países se encuentran ubicados en Asia o en el continente europeo. Solo cinco de los veinte países mencionados son pertenecientes al continente africano, suramericano y oceánico.

Producto de todo lo anterior, desde finales de los 70 e inicios de los 80 se han creado espacios para que diferentes naciones de todo el mundo se reúnan con el fin de realizar negociaciones internacionales sobre el cambio climático. En el cuadro 11 se mencionan todos los hechos relevantes hasta el año 2007.

Cuadro 11. Hechos relevantes del proceso de negociaciones internacionales sobre el cambio climático

Años	Hechos relevantes	Aspectos esenciales
1979	Primera conferencia mundial sobre el clima	<i>“Se presentan las primeras pruebas de que las actividades humanas están propiciando un calentamiento global, principalmente debido al volumen de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a que da lugar la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas)”</i>
1980	Programa mundial sobre el clima	<i>“Como resultado de la primera conferencia mundial sobre el clima, durante la década de 1980 el tema del calentamiento global despierta creciente atención”</i>
1988	Asamblea general de las Naciones Unidas	<i>“La preocupación creciente por el cambio climático conduce a la asamblea general de las Naciones Unidas a aprobar una resolución sobre “la protección del clima mundial para las generaciones presentes y futuras” de la humanidad (resolución 43/53)”</i>
1989	Se constituye el grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC)	<i>“La Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente (PNUMA) crean el IPCC, con el objeto de realizar una evaluación de la información científica disponible sobre el cambio climático, evaluar las consecuencias sociales, económicas y ambientales y formular estrategias de respuesta (mitigación y adaptación)” p 19</i>
1990	Primer informe del IPCC	<i>“Fundamenta las amenazas potenciales por el cambio climático”</i>
1990	Segunda conferencia mundial sobre el clima (Ginebra, Suiza)	<i>“Se acuerda la elaboración de un instrumento internacional orientado a regular la mitigación del cambio climático global y fomentar la cooperación entre los países para reducir las emisiones de GEI, estabilizar sus concentraciones en la atmósfera y desarrollar capacidades de adaptación” p 19</i>
1990	Asamblea general de las naciones unidas	<i>“La asamblea general acuerda poner en marcha, oficialmente, un proceso de negociaciones orientado a la creación de una convención marco sobre el cambio climático (CMNUCC), para lo cual constituye un comité intergubernamental de negociación (CIN)”</i>
1992	Proyecto de la convención marco sobre el cambio climático	<i>“Tras cinco periodos de sesiones, celebrados en un lapso de dos años, en mayo de 1992 el CIN aprueba el texto de la Convención”</i>
1992	Primera conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo	<i>“Durante esta primera cumbre para la tierra, realizada en Rio de Janeiro, en junio de 1992, el texto de la convención se abre a la firma de los jefes de estado participantes. La suscriben 155 países”</i>
1994	Entra en vigor la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático	<i>“De conformidad con sus disposiciones, la convención entraría en vigor desde el momento en que al menos 50 de sus signatarios presentarán el instrumento de ratificación, aceptación o adhesión. Esto sucedió el 21 de marzo de 1994. Hasta febrero de 2009, según la página web de la CMNUCC, se habían depositado 192 de esos instrumentos” p 20</i>

Cuadro 11. (Continuación)

1995	Primera conferencia de las partes en la convención macro de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (COP 1, Berlín)	<i>“En el artículo 4 de la convención se dispuso que, en su primer periodo de sesiones, la conferencia de las partes evaluara si los compromisos adquiridos eran los adecuados o no. En la COP 1 se reconoció que estos eran insuficientes para estabilizar las concentraciones de GEI en la atmósfera y se acordó el Mandato de Berlín, a fin de poner en marcha el proceso de negociación de un Protocolo que precisara los compromisos cuantitativos ya adquiridos. Para su elaboración, se formó el grupo especial de mandato de Berlín” p 20</i>
1996	Segunda conferencia de las partes (COP 2, Ginebra)	<i>“Se inician las negociaciones del referido Protocolo”</i>
1997	Tercera conferencia de las partes (COP 3, Kyoto, Japón)	<i>“Luego de ocho periodos de sesiones, el grupo especial sometió a la consideración de la COP 3 un proyecto de Protocolo con mucho texto preliminar. No obstante, el 11 de diciembre de 1997 el Protocolo de Kyoto fue aprobado por la conferencia de las partes” p 20</i>
1998	Se abre a la firma el Protocolo de Kyoto	<i>“El 16 de marzo de 1998, se abrió el Protocolo a la firma de los estados partes. Para su entrada en vigor, se requería que lo ratificaran (aceptaran, aprobaran o adhirieran) no menos de 55 de las partes en la convención, entre ellas un número suficiente de países cuyas emisiones totales representarán al menos el 55% de las emisiones de dióxido de carbono de dichos países en 1990” p 20</i>
1998	Cuarta conferencia de las partes (Buenos Aires)	<i>“Se aprueba el plan de acción de Buenos Aires, que define un programa de trabajo para concretar el Protocolo de Kyoto”</i>
1999	Quinta conferencia de las partes (Bonn)	<i>“Se continúa trabajando en la ejecución del plan de acción de Buenos Aires”</i>
2000	Sexta conferencia de las partes (La Haya, Parte 1)	<i>“Se estancan las negociaciones y se reanudan los trabajos en Bonn, en 2001”</i>
2001	Sexta conferencia de las partes (Bonn, Parte 2)	<i>“Las negociaciones continúan en Bonn y se logran los acuerdos de Bonn, base para la negociación de los acuerdos de Marrakech”</i>
2001	Séptima conferencia de las partes (Marrakech, Marruecos)	<i>“Continúan los trabajos en el marco de los acuerdos de Bonn, se desarrollan normas para la aplicación del Protocolo y se convienen los acuerdos de Marrakech”</i>
2002	Octava conferencia de las partes (COP 8, Nueva Delhi)	<i>“Se acuerda la declaración ministerial de Delhi sobre el cambio climático y el desarrollo sostenible”</i>
2003	Novena conferencia de las partes (COP 9, Milán)	<i>“Se acuerdan criterios de elegibilidad y normas para los proyectos forestales realizados bajo el esquema del mecanismo para un desarrollo limpio (MDL), limitados a forestación y reforestación”</i>
2004	Décima conferencia de las partes (COP 10, Buenos Aires)	<i>“La federación de Rusia depositó su instrumento de ratificación del Protocolo de Kyoto el 18 de noviembre de 2004, por lo que su entrada en vigor ya es una realidad”</i>

Cuadro 11. (Continuación)

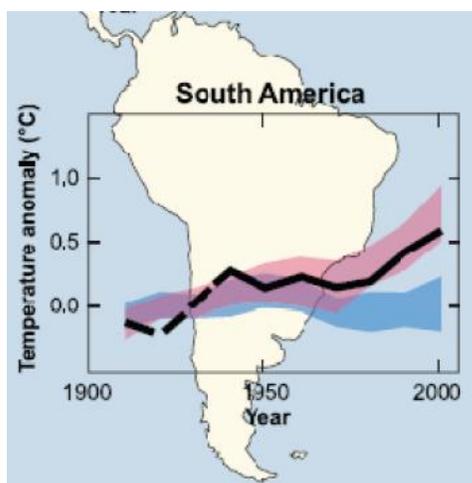
2005	Entrada en vigor del Protocolo de Kyoto, con fecha 16 de febrero	<i>Tras la ratificación de la federación de Rusia, se cumple la segunda condición para la entrada en vigor del Protocolo</i>
2005	Undécima conferencia de las partes en la CMNUCC y primera reunión de las partes en el Protocolo de Kyoto (COP 11/MOP 1), 28 de noviembre/9 de diciembre	<i>“Se aprueba el “paquete” de acuerdos de Marrakech, haciéndose operativo el Protocolo de Kyoto. Se abren las negociaciones sobre compromisos a partir del año 2012 (“post Kyoto”), sobre la base del Artículo 3, párrafo 9 del Protocolo”</i>
2006	Duodécima conferencia de las partes en la CMNUCC y segunda reunión de las partes en el Protocolo de Kyoto (COP 12/MOP 2), 6 al 17 de noviembre	<i>“Continúan las discusiones sobre una entidad encargada del mecanismo financiero de la CMUNCC, para la administración del fondo especial de cambio climático”</i>
2007	Décimo tercera conferencia de las partes en la CMNUCC (COP 13, Bali, Indonesia), 3 al 15 de diciembre	<i>“Las partes logran consenso respecto del papel humano en el cambio climático, sobre la base del aporte científico del IPCC y los niveles de seguridad deseables por lo que deciden tomar medidas urgentes para combatirlo y acuerdan el plan de acción de Bali” p 21</i>

Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

2.3 CAMBIO CLIMÁTICO EN LATINOAMÉRICA

Debido a que el cambio climático es un fenómeno de escala global, el continente suramericano junto con el centroamericano, los cuales forman la denominada Latinoamérica, no están exentos de los problemas que este genera, tanto a nivel social como económico y ambiental. Con respecto a este último y tal como se observa en la figura 1, en Suramérica se presenta un cambio de temperatura de aproximadamente 0,5 grados centígrados.

Mapa 1. Cambio de la temperatura continental



Fuente. KUCKEMANN, Max y CHILLON, Gonzalo. Impactos del Cambio Climático en Latinoamérica. Nov 23,. [Consultado el 28 de Diciembre del 2018]. Disponible en: <https://www.aciamericas.coop/IMG/pdf/MKuckemanns.pdf>

Para el mapa 1, la línea negra simboliza las observaciones obtenidas, la franja azul representa el rango de 19 simulaciones hechas con 5 modelos climáticos usando solo forzamientos naturales y la franja rosa representa el rango de 58 simulaciones hechas con 14 modelos climáticos usando forzamientos naturales y antropogénicos.

Es importante resaltar que a pesar de que Latinoamérica no es una región con un aporte significativo de emisiones de GEI, ese tipo de emisiones si existen lo que contribuye a que la temperatura del continente se vea afectada.

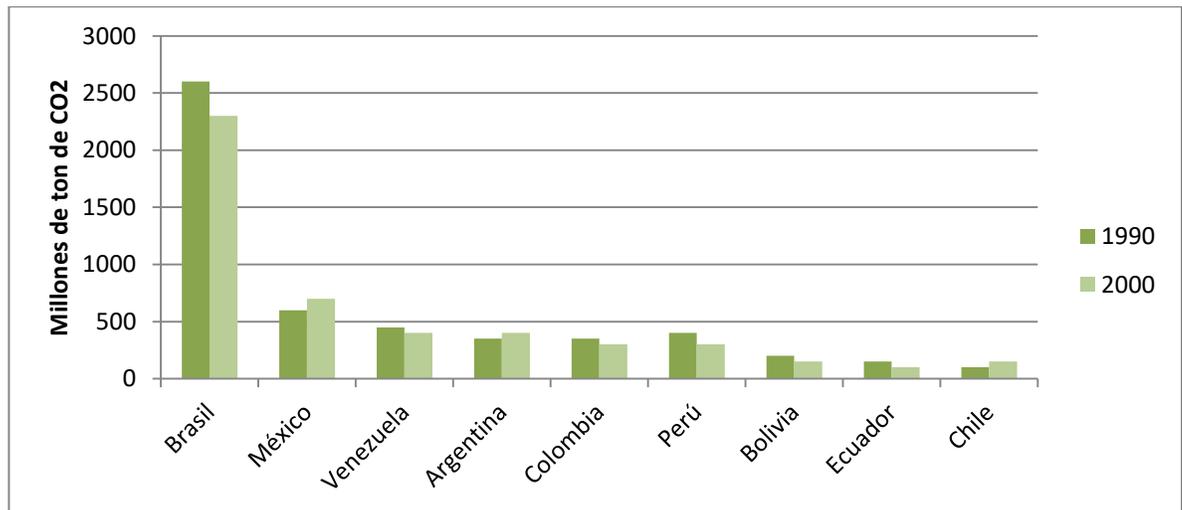
Cuadro 12. Emisiones de países selectos de América y su participación a nivel global en kilotones

País	2008	%	2007	%
Mundo	32.082.583,0	100%	31.327.181,0	100%
USA	5.461.013,7	17,02%	5.581.537,0	17,40%
Canadá	544.091,1	1,70%	544.171,8	1,70%
México	475.833,6	1,48%	449.860,2	1,40%
Brasil	393.219,7	1,23%	368.368,5	1,15%
Argentina	192.378,2	0,60%	183.727,7	0,57%
Venezuela	169.532,7	0,53%	163.555,5	0,51%
Chile	73.109,0	0,23%	70.098,4	0,22%
Colombia	67.700,2	0,21%	63.439,1	0,20%

Fuente. HERRÁN, Claudia. El Cambio Climático y Sus Consecuencias para América Latina. [Sitio web]. México. Sec. Publicaciones. 2012. p. 4. [Consultado el 15 de Diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>

Como se observa en el cuadro 12 Latinoamérica tiene una participación baja o intermedia en la generación de GEI, lo que según Herrán⁴⁴, genera una dificultad al querer realizar una comparación internacional debido a la diversidad de los datos además de las diferencias entre los periodos analizados.

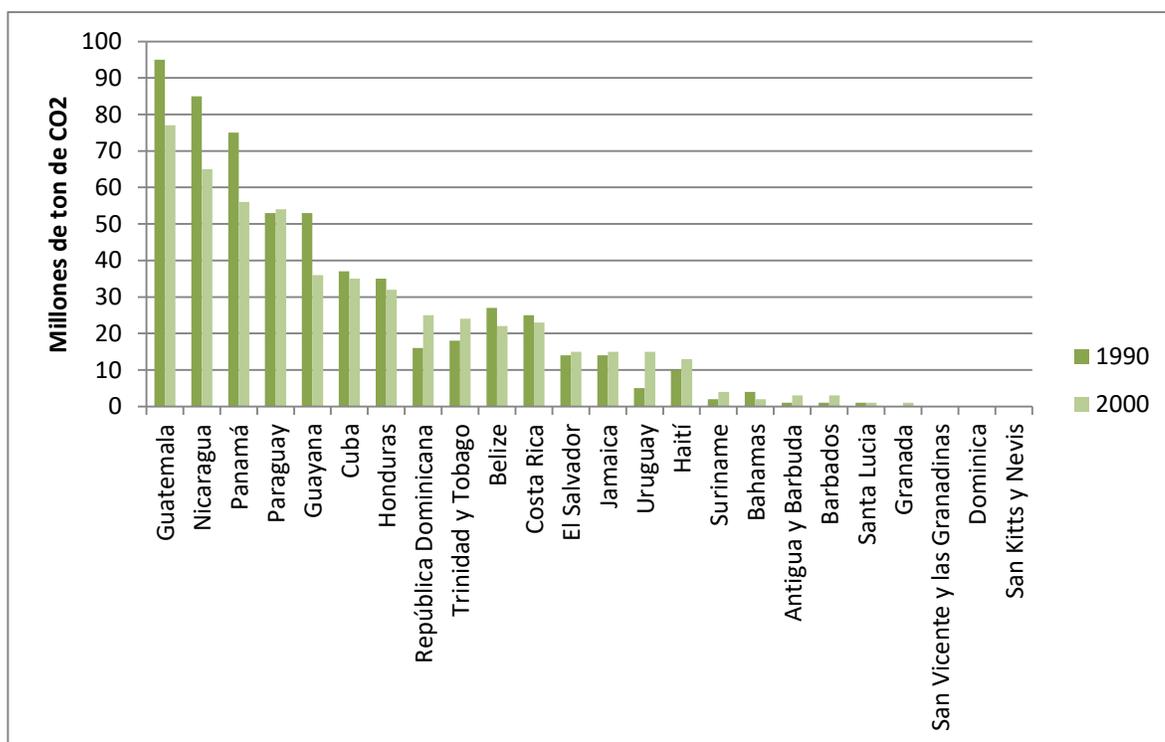
Gráfica 12. América latina: Principales emisores de gases de efecto invernadero, 1990-2000



Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

⁴⁴ HERRÁN, Claudia. El Cambio Climático y Sus Consecuencias para América Latina. [Sitio web]. México. Sec. Publicaciones. 2012. p. 4. [Consultado el 15 de Diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>

Gráfica 13. América latina y el caribe: Demás países emisores de gases de efecto invernadero 1990-2000



Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

Como se observa en las dos gráficas anteriores, para inicios de siglo, Brasil sobresale por encima de los demás países latinoamericanos en su emisión de CO₂. Además de esto, más del 50% de países pertenecientes a Latinoamérica no emiten más de 95 millones de toneladas de CO₂.

Con lo anterior y como menciona Samaniego⁴⁵, es posible afirmar que para el año 2000, Latinoamérica emite aproximadamente el 11,7% de las emisiones mundiales de GEI en donde el 70% de estas emisiones se concentran en Brasil, México, Argentina, Venezuela y Colombia.

⁴⁵ SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

Como se mencionó anteriormente, el cambio climático también afecta de manera directa a la sociedad debido a sus efectos sobre el agua, la infraestructura, la salud de los humanos, entre otros.

Cuadro 13. Cambio climático y su impacto socio-económico

Factor	Impactos
Agua	<ul style="list-style-type: none"> • 1 de cada 7 personas en América Latina no tendrán un acceso fácil al agua potable • La disponibilidad del agua en general cambiará de manera divergente por región • Altas inversiones en sistemas de agua son inevitables
Costas y Pesca	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento en el nivel del mar • Aumento de probabilidad de huracanes en costas de México, América Central y el Caribe • Blanqueamiento de corales irreversible y descontrolado
Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura subdesarrollada y expuesta en especial en zonas rurales • Concentración de población alta en zonas urbanas • Líneas costeras altamente expuestas
Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Casos de malaria y dengue más comunes después del fenómeno del Niño • Mayor probabilidad de cáncer en la piel • Creciente incidencia de cólera por aguas contaminadas
Energía	<ul style="list-style-type: none"> • Crisis energética debido a la escasez del agua

Fuente. KUCKEMANN, Max y CHILLON, Gonzalo. Impactos del Cambio Climático en Latinoamérica. [Diapositivas]. Argentina. 2010.

Así mismo este fenómeno tiene implicaciones negativas en diferentes sectores económicos, como se ve a continuación:

Cuadro 14. Ejemplos de los efectos del cambio climático observados en América Latina y Caribe

Sector/área	Efectos
Agricultura, silvicultura, ecosistemas	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de la temperatura • Modificación de la productividad del suelo • Aumento del proceso de degradación por cambio de uso del suelo • Reducción de la capa forestal • Aumento del número de especies en peligro en México, Perú, Ecuador, Colombia y Brasil
Recursos hídricos	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de precipitaciones en Chile, Argentina y sur del Perú • Aumento de las precipitaciones en Brasil, Paraguay, Uruguay, Argentina y Ecuador • Elevación del nivel del mar • Disminución del balance de masa glaciar
Salud humana	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de enfermedades como el dengue y la malaria • Incremento de los índices de morbilidad y mortalidad

Cuadro 14. (Continuación)

Asentamientos humanos, industria e infraestructura	<ul style="list-style-type: none">• Pérdidas económicas a causa de fenómenos meteorológicos extremos• Mayor vulnerabilidad de asentamientos humanos afectados por fenómenos meteorológicos extremos• Migración de personas que habitan en regiones vulnerables desde el medio rural al urbano
--	---

Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

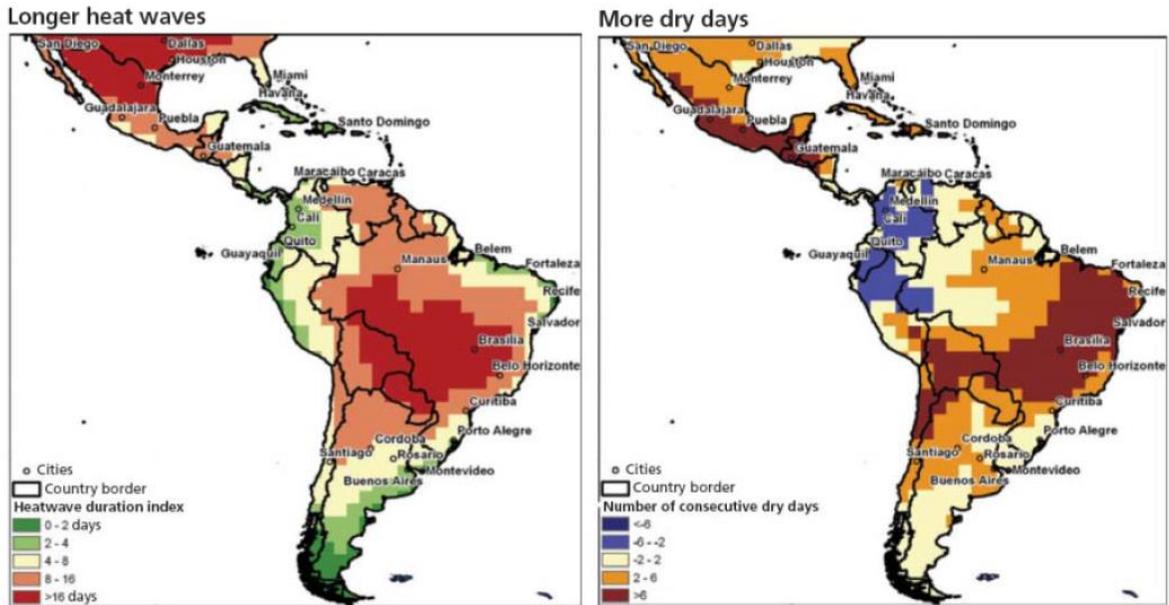
Según la información suministrada en los cuadros 13 y 14, la afectación más grande se verá en el sector primario, entendiéndose este como aquel que se dedica a la explotación de recursos naturales con el fin de producir materias primas para otras industrias o la fabricación de productos con un fin de consumo directo. Por ende, según Samaniego⁴⁶, el sector industrial se verá afectado de manera directa debido a la escasez de materia prima para su posterior procesamiento.

Estos efectos negativos son proyectados también a futuro a corto plazo en donde se calcula que los periodos de sequías serán mucho más largos, como se observa en el mapa 2, y la fase caliente de los océanos puede provocar un aumento en la actividad de huracanes. Como menciona Kuckemanns⁴⁷, esto produce que en los centros urbanos altamente densificados se aumente drásticamente la temperatura debido al calentamiento de las estructuras de hormigón, además de aumentar la tasa de mortalidad causada por enfermedades provenientes por las olas de calor.

⁴⁶ *Ibíd.*, p. 61

⁴⁷ KUCKEMANNS, Max y CHILLON, Gonzalo. Impactos del Cambio Climático en Latinoamérica. [Diapositivas]. Argentina. 2010.

Mapa 2. Periodos de sequías en Latinoamérica



Fuente. KUCKEMANNS, Max y CHILLON, Gonzalo. Impactos del Cambio Climático en Latinoamérica. [Diapositivas]. Argentina. 2010.

Con el fin de contrarrestar los impactos negativos generados por el cambio climático en América Latina, diferentes países han optado por crear proyectos e invertir en nuevas tecnologías que ayuden en la adaptación de este fenómeno, así como mitigar este tipo de problemas en nuestro presente con proyecciones al año 2030.

Cuadro 15. América latina y el Caribe: Selección de ejemplos de adaptación al cambio climático

Sector	País	Proyecto	Escala geográfica	Tipo de asentamiento
Agricultura	Ecuador	Analogía forestal nuevo mundo	Comunitaria	Rural
	El Salvador	Agricultura resistente a la sequía	Subnacional	Rural
	El Salvador	Estrategia y medidas de adaptación al cambio climático en áreas rurales de la costa central de El Salvador	Subnacional	Rural
	Guatemala	Estudios de cambio climático en Guatemala con énfasis en la adaptación	Nacional	Rural y urbano

Cuadro 15. (Continuación)

Agricultura	Multinacional	Incremento de la resiliencia de las comunidades localizadas en las montañas tropicales mediante la restauración del paisaje boscoso	Multinacional	Rural
	Perú	Sistema de irrigación Waru Waru	Comunitaria	Rural
Manejo de riesgo de desastres	Argentina	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
	Brasil	Proyecto de reforestación de la comunidad de Río de Janeiro	Subnacional	Urbano
	Colombia	Fase II – Proyecto de reducción de vulnerabilidad de desastres	Subnacional	Urbano
	Costa Rica	Capacitación para la preparación de la comunidad ante las inundaciones	Comunitaria	Rural
	Cuba	Marco para la reducción de desastres	Nacional	n.d.
	Guatemala	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Subnacional	Urbano
	Nicaragua	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
	Nicaragua	Adaptación al cambio climático mediante el manejo de riesgo de desastres en Waspam, Bonanza, Rosita y Santa Teresa	Comunitaria	Rural
	Trinidad y Tobago	Preparación para desastres ocasionados por el cambio climático	Nacional	n.d.
Salud humana	Cuba	Programa de vacunación	Nacional	n.d.

Cuadro 15. (Continuación)

Salud humana y recursos hídricos	Bolivia	Fortalecimiento de la capacidad de adaptación en regiones semiáridas y montañosas	Subnacional	Rural
	Colombia	Programa integral de adaptación nacional	Nacional	Rural
Recursos hídricos	Bolivia	Almacenamiento de agua de lluvia en Qhuthañas	Subnacional	Rural
	Brasil	Mejoramiento de la productividad agrícola mediante bombeo fotovoltaico de agua en Pintadas	Comunitaria	Rural
	Colombia	Monitoreo y restauración de humedales	Comunitaria	Rural
Zonas costeras	Colombia	Mejoramiento de la capacidad de adaptación al incremento del nivel del mar en la costa Tumaco del Pacífico y en Cartagena, costa del Caribe	Nacional	Rural y urbano
	Cuba	Tecnología para la restauración de playas	Nacional	n.d.
	Guayana	Planeación para la adaptación al incremento del nivel del mar	Nacional	n.d.
	Multinacional	Fortalecimiento para la adaptación al cambio climático	Multinacional	n.d.
	Multinacional	Proyecto para la implementación de las medidas de adaptación en zonas costeras	Multinacional	n.d.
Energía	Argentina	Electricidad renovable en asentamientos alejados de la provincia de Jujuy	Comunitaria	Rural

Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

Cuadro 16. Resumen de tecnologías y prácticas de mitigación, por sector

Sector	Principales tecnologías y prácticas de mitigación a disposición comercial en la actualidad	Principales tecnologías y prácticas de mitigación proyectadas para ser comercializadas antes de 2030
Suministro de energía	<i>“Mejoras en la calidad del suministro y la distribución: cambio de combustible de carbón a gas, energía nuclear; calor y energía renovable; combinación de calor y energía; aplicaciones tempranas de captación y almacenamiento de dióxido de carbono”</i>	<i>“Captación y almacenamiento de dióxido de carbono para plantas generadoras de electricidad de gas, biomasa y carbón; energía nuclear avanzada; energías renovables avanzadas, incluida energía de mareas y olas, energía solar concentrada y energía fotovoltaica”</i>
Transporte	<i>“Vehículos más eficientes, híbridos y más limpios de diesel; biocombustibles; cambios modales de transporte por carretera a transporte por ferrocarril y transporte público; transporte no motorizado; planificación de los usos del suelo y el transporte”</i>	<i>“Biocombustibles de segunda generación; aeronaves más eficientes; vehículos híbridos y eléctricos avanzados con baterías más potentes y seguras”</i>
Construcción	<i>“Iluminación más eficiente y aprovechamiento de luz natural; electrodomésticos más eficientes; calentadores de cocina mejorados; diseño solar activo y pasivo para la calefacción y aire acondicionado; fluidos de refrigeración alternativos; recuperación y reciclaje de gases fluorados”</i>	<i>“Diseño integrado de edificios comerciales, incluyendo tecnologías como contadores inteligentes que proporcionan retroefectos y control; energía solar FV integrada en edificios, autogeneración”</i>
Industria	<i>“Equipamiento eléctrico de uso final más eficiente; recuperación térmica y energética; reciclaje y sustitución de materiales; control de las emisiones de gases diferentes al dióxido de carbono; y una gran variedad de tecnologías para procesos específicos”</i>	<i>“Eficiencia energética avanzada; dióxido de carbono para la producción de cemento, amoníaco y hierro; electrodos inertes para la producción de aluminio”</i>
Agricultura	<i>“Mejoras de la gestión de tierras de cultivo y pastoreo para aumentar el almacenamiento de carbono del suelo; restauración de los suelos de tubería cultivados y las tierras degradadas; mejoras en las técnicas de cultivo de arroz y en la gestión del ganado y el estiércol para reducir las emisiones de metano” p 122</i>	<i>“Mejora del rendimiento de los cultivos”</i>
Silvicultura y bosques	<i>“Forestación; reforestación; gestión de bosques; disminución de la deforestación; gestión de los productos de la madera; uso de los productos forestales para producir bioenergía y reemplazar el uso de combustibles fósiles”</i>	<i>“Mejora de las especies de árboles para aumentar la producción de biomasa; mejora de las tecnologías de control remoto para el análisis del secuestro potencial de carbono de la vegetación y elaboración de mapas de usos del suelo” p 122</i>

Cuadro 16. (Continuación)

Desechos	<i>“Recuperación del metano de vertederos; incineración de desechos con recuperación de energía; compostaje de desechos orgánicos; tratamiento controlado de aguas residuales”</i>	<i>“Cubiertas y filtros biológicos para optimizar la oxidación del metano”</i>
----------	--	--

Fuente. SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 130. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

Según la información de los cuadros anteriormente expuestos, para América Latina es importante el tema adaptativo con respecto al cambio climático. Es por esto que recientemente se han empezado a realizar diversos estudios para calcular los costos totales esperados provenientes de los efectos negativos de este fenómeno. A causa de esto, para Samaniego⁴⁸ la adaptación espontánea ya se encuentra en curso logrando frenar los cambios que se han venido produciendo en sectores como la agricultura.

2.4 CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

En el caso colombiano es bien sabido que solo emite menos del 1% de emisiones totales mundiales, sin embargo se debe tener en cuenta que es uno de los países que mayor nivel de emisiones de GEI posee a nivel latinoamericano.

Según la UNCC⁴⁹, históricamente Colombia tiene un comportamiento creciente con respecto a sus niveles de emisión hasta el año 2010. Cabe resaltar que desde el año 2012, el país ha empezado a reducir sus niveles de emisiones ya sea por acciones adaptativas o de mitigación con el fin de reducir impactos negativos provocados por el cambio climático, como se observa en el cuadro 17.

⁴⁸ SAMANIEGO. Op. Cit., p. 76

⁴⁹ UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 20. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>

Cuadro 17. Resultados emisiones netas de GEI años 1990, 1994, 2000, 2004, 2010 y 2012

Categorías	Emisiones totales (sin tierras forestales) en Gg de CO ₂ eq					
	1990	1994	2000	2004	2010	2012
Energía	50.331	57.094	63.640	62.660	71.210	77.784
Procesos industriales y uso de productos	4.656	5.877	5.156	6.541	8.692	9.865
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	102.737	104.139	103.669	118.354	130.341	76.312
Residuos	7.317	8.907	10.578	11.654	13.706	14.297
Total nacional	165.041	176.017	183.044	199.209	223.949	178.258

Fuente. UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 20. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>.

No obstante, el dióxido de carbono no es el único gas de efecto invernadero que se emite a nivel nacional. Además del dióxido de carbono, en Colombia se emiten gases como el metano, óxidos nitrosos, hidrofluorocarbonados y el hexafluoruro de azufre. En el cuadro 18 se exponen los niveles de emisión de estos gases para el año 2012.

Cuadro 18. Resultados emisiones netas de GEI año 2012

Categorías	Absorciones brutas de CO ₂	Emisiones brutas de cada gas en Gg de CO ₂ eq					Emisiones y absorciones netas totales en Gg de CO ₂ eq	Emisiones netas totales en Gg de CO ₂ eq	Participación sobre el total [%]
		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HC F	SF ₆			
Energía	0	67.008	9.554	1.223	0	0	77,784	77.784	100
Procesos industriales y uso de productos	0.00	8.348	9	501	889	118	9.865	9.865	44
Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra	417.624	121.954	23.001	16,784	0	0	-255.885	76.312	5

Cuadro 18. (Continuación)

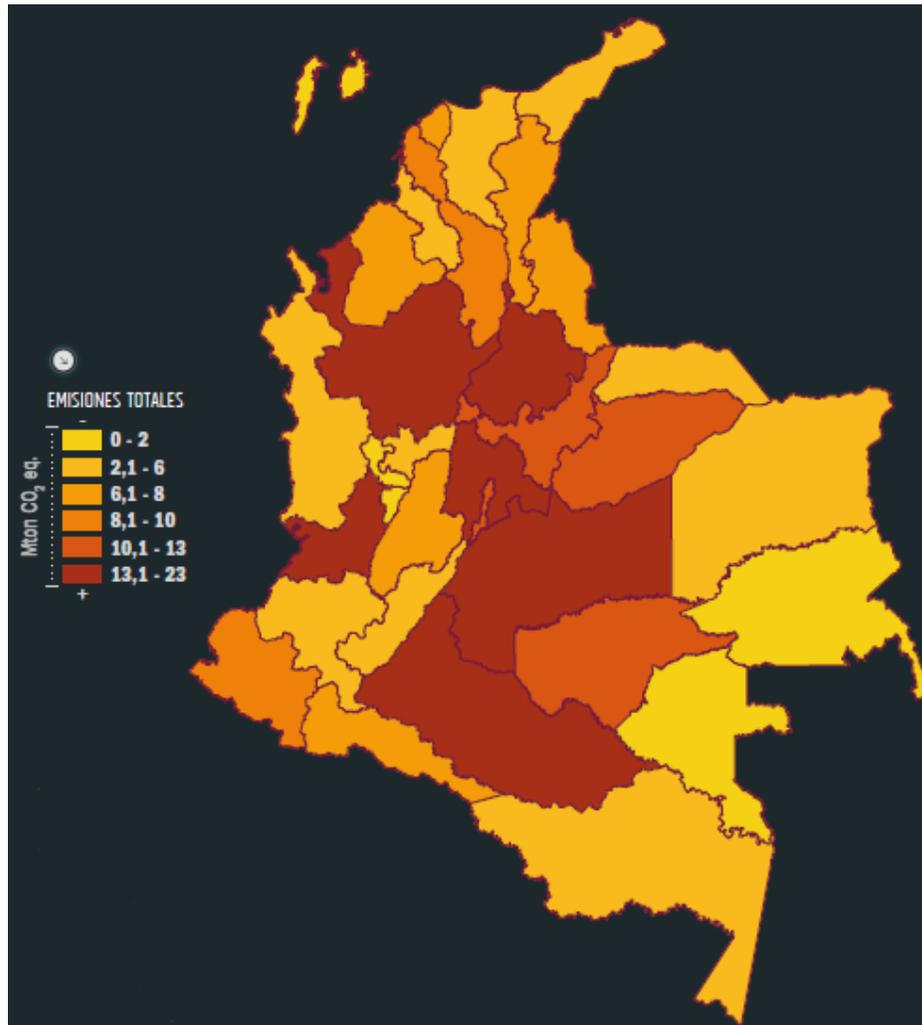
Residuos	0	245.47	13.43 7	613,9 8	0	0	14.296.96	14.296,96	43
Nacional total	417.62 4	197555	46.00 2	19,12 1	889	118	-153.938	178.258	8

Fuente. UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 20. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>

Para hablar más detalladamente del nivel de emisiones a nivel nacional es pertinente resaltar, según el IDEAM⁵⁰, que de los 32 departamentos del país, el 59% de estas emisiones se concentran solamente en 10 departamentos, siendo estos: Antioquia, Meta, Caquetá, Valle del Cauca, Santander, Cundinamarca, Casanare, Boyacá, Guaviare y Bogotá como distrito capital. Esto se puede observar en el mapa 3.

⁵⁰ IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. p. 15 [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

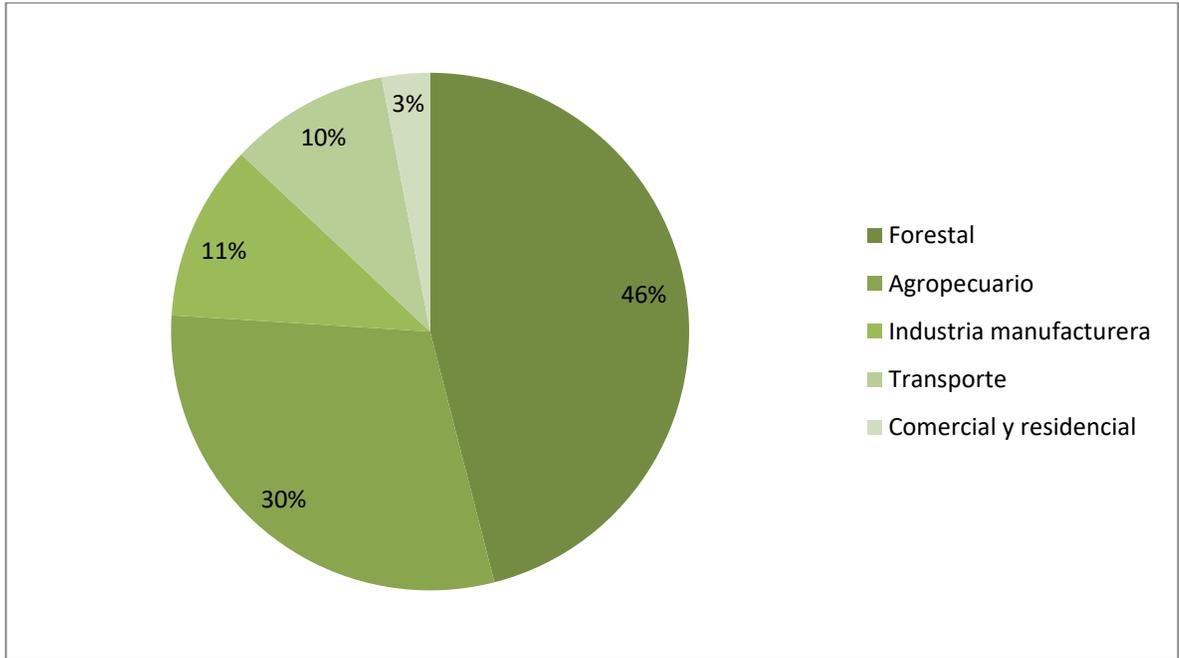
Mapa 3. Distribución geográfica de las emisiones de GEI en Colombia



Fuente. IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. p. 15 [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

Con respecto a los sectores económicos presentes en el país, y como se observa en la gráfica 14, son 3 los sectores que principalmente emiten GEI a nivel nacional, siendo estos el sector forestal, el sector agropecuario y el sector de industria y manufactura.

Gráfica 14. Distribución de las emisiones de Colombia por sectores de la economía

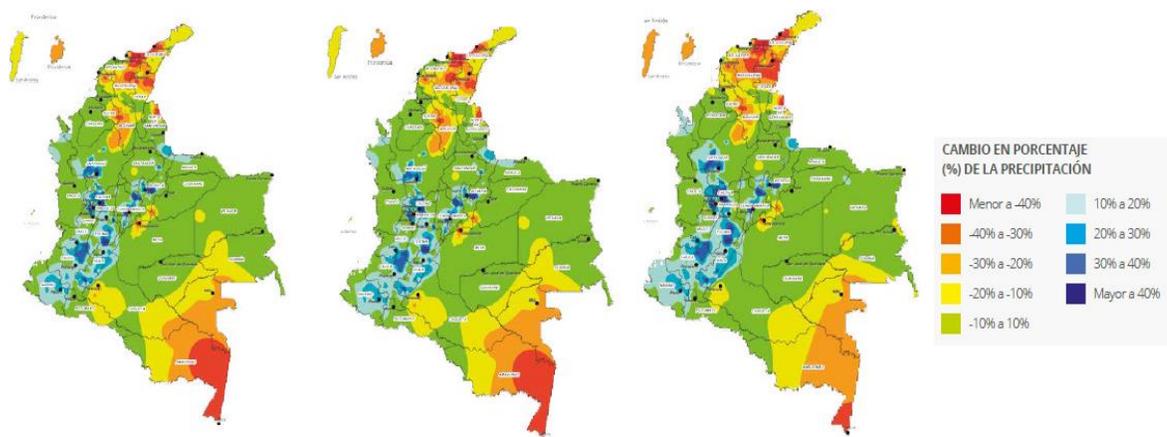


Fuente. IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. p. 15 [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

Pero el cambio climático no solo se ve evidenciado en la cantidad de emisiones presentes en el país. Para el IDEAM⁵¹, existen impactos ambientales como el aumento de la temperatura a nivel nacional la cual está proyectada que se eleve en 0,9 grados centígrados para el año 2040, 1,6 grados centígrados para el año 2070 y 2,14 grados centígrados para el año 2100. Así mismo las precipitaciones se verían afectadas como se puede observar en el mapa 4.

⁵¹ *Ibíd.*, p. 23

Mapa 4. Cambio en las precipitaciones de Colombia (2011-2040,2041-2070,2071-2100)



Fuente. IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. p. 15 [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

Debido a lo anterior se producen daños colaterales los cuales se ven expuestos en el cuadro 19.

Cuadro 19. Principales efectos ocasionados por el cambio climático en el país

Fenómeno	Efectos
Aumento de la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor aumento del nivel del mar • Retroceso de páramos • Derretimiento acelerado de nevados y glaciares • Mayor incidencia de fenómenos climáticos extremos • Reducción en la productividad agropecuaria • Mayor incidencia de olas de calor • Disminución de la productividad de los suelos agrícolas • Incremento en procesos de desertificación • Pérdida de fuentes y cursos de agua
Menores lluvias y cambios en el uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleración e intensificación de procesos de desertificación • Pérdida de fuentes y cursos de agua • Impactos en la salud, la producción agropecuaria y forestal, la economía y competitividad regional
Mayores lluvias y cambios en el uso del suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Incremento de deslizamientos e inundaciones • Afectación de acueductos veredales • Daño de la infraestructura vial

Fuente. IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. p. 15 [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

Ahora bien, para contrarrestar estos efectos negativos producidos por el cambio climático, a finales del siglo XX en Colombia se empezó a hablar de cambio climático con el fin de crear políticas que regulen este fenómeno, las cuales se encuentran en el cuadro 20.

Cuadro 20. Principales eventos en la institucionalidad y políticas sobre cambio climático

Año	Evento
1991	Nueva constitución política. Inclusión disposiciones ambientales
1993	Ley 99 de 1993. Ley general ambiental de Colombia
	Creación Ministerio de Ambiente y el SINA
	Creación institutos de investigación (IDEAM, IAvH, Invemar, IIAP, Sinchi)
1994	Creación corporaciones autónomas regionales (CAR)
	Ley 164 de 1994. Aprobación de la CMNUCC
2000	Ley 629 de 2000. Aprobación Protocolo de Kyoto
	Estrategia nacional para la implementación del MDL
2001	Primera comunicación nacional
	Primer inventario nacional de GEI (1990 y 1994)
2002	Lineamientos política de cambio climático
	Creación oficina nacional de cambio climático (MADS)
2003	CONPES 3242. Estrategia institucional para venta de servicios ambientales de mitigación
2004	Decreto 291 de 2004. Designación IDEAM coordinador elaboración comunicaciones nacionales
	Resolución 0453 de 2004. Aprobación proyectos reducción emisiones GEI que optan al MDL
2005	Creación del grupo de mitigación de cambio climático (MADS)
2009	Inventario nacional de GEI (2000 y 2004)
2010	Segunda comunicación nacional
	Creación fondo adaptación
2011	PND 2010-2014. Cap. VI. Sostenibilidad ambiental y prevención del riesgo. Eje sobre cambio climático
	CONPES 3700. Estrategia articulación de políticas y acciones en cambio climático. Inicia proceso para la propuesta de preparación de la ENREDD+
2012	Creación dirección cambio climático (MADS)
	Inicia primera fase de la ECDBC
	ABC del PNACC
2013	Hoja de ruta planes de adaptación PNACC
	Plan nacional gestión del riesgo de desastres 2013-2025
2015	PND 2014-2018: Cap VI. Crecimiento verde: Formulación política de crecimiento verde de largo plazo con objetivos y metas de crecimiento económico sostenible
	Primera versión de la propuesta de la política nacional de cambio climático

Fuente. UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 20. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>

Además de estas políticas, a nivel nacional se han implementado diferentes proyectos de adaptación al cambio climático los cuales son apoyados por el IDEAM. Estos son:

- Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (INAP)
- Proyecto Macizo
- Proyecto Caribe
- Plan regional integral de cambio climático región capital, Bogotá-Cundinamarca (PRICC)
- Proyecto Huila
- Plan de adaptación al cambio climático en Cartagena de Indias
- Proyecto agricultura, vulnerabilidad y adaptación (AVA) en la cuenca alta del río Cauca

Por otra parte, para el IDEAM⁵² existen acciones de mitigación, las cuales son intervenciones humanas que tienen como objetivo reducir las fuentes o potenciar los sumideros de GEI. Estas acciones son denominadas Acciones Nacionalmente Apropriadas de Mitigación (NAMA por sus siglas en inglés) y se dividen en los diferentes sectores socioeconómicos del país.

Cuadro 21. Principales NAMAs de Colombia que están en proceso de formulación

Sector	Nombre de la NAMA
Agropecuario	Reconversión productiva y tecnológica en el sector panelero
	Café de Colombia
	Ganadería bovina sostenible
Energía, minas e hidrocarburos	Energización con fuentes de energía renovable en las zonas no interconectadas (ZNI) de Colombia
	Eficiencia energética en alumbrado público
	Refrigeración doméstica en Colombia
Transporte	Recuperación de metano en fugas, venteo y quemas de la cadena del petróleo y gas
	Transporte no motorizado
	Mejoramiento integrado del sector de transporte de carga por carretera en Colombia (MITCCC)
Industria	Eficiencia energética en pequeñas y medianas empresas
Transporte y desarrollo urbano	Desarrollo orientado al transporte (TOD)
Residuos	Aprovechamiento y gestión integral de residuos sólidos urbanos

Fuente. UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 20. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>

⁵² *Ibíd.*, p. 41

2.5 CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

Dentro del ecosistema de páramo no existe una fuente significativa de emisión de GEI. Por esta razón la relación existente entre el cambio climático y el ecosistema radica en los efectos dañinos que el fenómeno global produce sobre el área local.

Para García⁵³, el principal impacto que se presenta en el ecosistema de páramo debido al cambio climático se da por el aumento en la temperatura de aproximadamente 3 grados centígrados además de una reducción de las precipitaciones entre un 10 y un 20%. Esto conlleva a un ascenso de las zonas bioclimáticas, es decir que, como menciona la procuraduría general de la nación⁵⁴, los límites de altura del ecosistema aumenten entre unos 400 y 500 metros lo que produce la disminución progresiva del área de páramo en un periodo de tiempo muy corto hasta su posible desaparición.

Según Morales⁵⁵, con la desaparición progresiva del ecosistema de páramo entre el 25% y el 50% de especies tanto de flora como de fauna que habitan allí podrían pasar a estar en peligro de extinción. Además de esto se presentaría una disminución en la capacidad de retención de agua por el cambio de suelo que ocurriría lo que a su vez provocaría una baja en los servicios ecosistémicos que el páramo ofrece y por ende una escasez del recurso hídrico en las comunidades aledañas tanto rurales como urbanas.

Para Morales⁵⁶, por otra parte en temas de agricultura, debido al cambio de suelo la frontera agrícola podría subir, es decir, si cultivos como los de papa fueran capaces de crecer a mayor altitud, gran parte del área que antes pertenecía al ecosistema de páramo se convertiría ahora en área agrícola. Sin embargo debido a los cambios en el clima, según Morales⁵⁷, la predictibilidad de las estaciones

⁵³ GARCIA PORTILLA, Jason. Análisis Del Potencial De Emisión De Dióxido De Carbono Del Páramo De Chingaza Y Lineamientos Para Su Conservación En El Contexto Del Mecanismo De Desarrollo Limpio. Ecológico. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2003. p. 36

⁵⁴ PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN. Situación De Los Páramos En Colombia Frente a La Actividad Antrópica Y El Cambio Climático. Bogotá, Colombia, Colombia Procuraduría General de la Nación, 2008. p. 17. Informe preventivo.

⁵⁵ MORALES, Diana, et al. Desafíos De La Gobernanza En Los Páramos Para La Adaptación Al Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Biblioteca virtual. 2015. p. 8. [Consultado el 14 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.portalces.org/biblioteca/desafios-de-gobernanza-paramos-para-adaptacion-al-cambio-climatico>

⁵⁶ *Ibíd.*, p. 8

⁵⁷ *Ibíd.*, p. 8

húmedas y secas tendría una mayor variación lo que provocaría que la comunidad campesina empezara a depender de la ganadería por encima de la agricultura.

A pesar de lo anteriormente mencionado, en Colombia no existe ninguna política que regule drásticamente el uso del suelo en los ecosistemas de páramos con el fin de protegerlos de las actividades antrópicas y prevenir en alguna medida los efectos del cambio climático. Sin embargo a nivel nacional y regional se han implementado diferentes planes y proyectos con el fin de promover y aumentar la adaptación al cambio climático en los ecosistemas de páramo. A continuación en el cuadro 22 se presentan algunos de estos proyectos:

Cuadro 22. Planes y proyectos de adaptación al cambio climático en los páramos de la región capital

Proyecto	Escala	Años	Objetivos	Financiación	Actores Involucrados
Proyecto piloto nacional de adaptación al cambio climático (INAP)	Nacional	2006-2011	<i>“Apoyar la protección de los ecosistemas de páramo y la adaptación de las comunidades locales al cambio climático”</i>	<i>“El banco mundial y conservación internacional suscriben con Colombia un acuerdo de donación de recursos provenientes del fondo mundial para el medio ambiente-GEF”</i>	<i>“Banco mundial, conservación internacional, IDEAM, Invemar, CORALINA, instituto nacional de salud”</i>
Corredor de conservación Chingaza, Sumapaz, Páramo de Guerrero	Regional	2009	<i>“Generar una propuesta que contribuya a la protección y restauración de las zonas de mayor importancia en la oferta y regulación hídrica, así como en la conservación de la biodiversidad”</i>	NA	<i>“EAB-ESP, conservación internacional, alta consejería para el medio ambiente y el ministerio de ambiente, gobernación de Cundinamarca, Alcaldía mayor de Bogotá, alcaldías municipales, corporaciones autónomas regionales, parques nacionales naturales de Colombia y líderes sociales”</i>

Cuadro 22. (Continuación)

<p>Conservación, restauración y uso sostenible de los servicios ecosistémicos del territorio comprendido entre los páramos de Guacheneque, Guerrero, Chingaza, Sumapaz, los Cerros Orientales de Bogotá y su área de influencia</p>	<p>Regional</p>	<p>2013-2017</p>	<p><i>“Conservar, restaurar y hacer uso sostenible de los servicios ecosistémicos por medio de la implementación de acciones que favorecen la sostenibilidad económica, social y ambiental del territorio comprendido entre los páramos de Sumapaz, Chingaza, Guerrero, Guacheneque, los Cerros Orientales de Bogotá y su área de influencia” p 18</i></p>	<p><i>“Fondo de desarrollo regional de regalías del distrito capital”</i></p>	<p><i>“Secretaría distrital de planeación, EAB-ESP, secretaría distrital de ambiente, instituto distrital de cultura y turismo, parques nacionales de Colombia”</i></p>
<p>Adaptación a los impactos climáticos en la oferta y regulación hídrica para el área de Chingaza-Sumapaz-Guerrero</p>	<p>Regional</p>	<p>2014</p>	<p><i>“Fortalecer la capacidad de amortiguación y regulación de las partes altas de las cuencas del corredor de conservación Chingaza-Sumapaz-Guerrero, abastecedora de agua potable para el Distrito de Bogotá”</i></p>	<p><i>“Banco interamericano de desarrollo, EAB-ESP, JAXA, agencia ambiental regional”</i></p>	<p><i>“Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Banco interamericano de desarrollo (BID), EAB-ESP”</i></p>

Fuente. MORALES, Diana, et al. Desafíos De La Gobernanza En Los Páramos Para La Adaptación Al Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Biblioteca virtual. 2015. p. 8. [Consultado el 14 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.portalces.org/biblioteca/desafios-de-gobernanza-paramos-para-adaptacion-al-cambio-climatico>

De igual manera, localmente se han empezado a proponer y a realizar diferentes proyectos que ayuden a la conservación del páramo de Chingaza. Estos proyectos son realizados directamente por la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAAB) debido a que esta es la entidad encargada de proteger este ecosistema en especial ya que este páramo es el encargado de abastecer el 80%

de agua potable para la capital del país. A continuación en el cuadro 23 se exponen las principales acciones que la EAAB ha realizado en Chingaza:

Cuadro 23. Iniciativas para la protección del páramo de Chingaza por parte de la EAAB

Iniciativa	Descripción
Turismo de naturaleza	El proyecto promueve el turismo de naturaleza en áreas rurales con el fin de ofrecer alternativas de producción
Escuelas campesinas agroecológicas (ECA)	Permite difundir el aprendizaje sobre la sustitución de prácticas convencionales y de agroquímicos que afectan los ecosistemas y las cuencas de los páramos mediante la formación de líderes comunitarios
Manejo de especies invasoras como el retamo espinoso	Adelanta acciones de erradicación y control de especies invasoras, como el retamo espinoso, en municipios como La Calera
Restauración ecológica	Busca fomentar la restauración ecológica de la cuenca del río Bogotá
Conservación de especies de flora estratégicas en el ciclo del agua	Se busca priorizar el frailejón por su capacidad de retener agua en el ecosistema de páramo
Conservación del oso andino	Esta especie al ser protegida, permite preservar otras especies propias de los ecosistemas de páramo
Reconversión productiva ambientalmente sostenible	Busca mejorar las prácticas convencionales de producción que generan impactos negativos en los páramos y en las comunidades aledañas

Fuente. ACUEDUCTO AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. El acueducto de Bogotá, gestor de la política del agua como ordenador de un territorio que se adapta al cambio climático. Abr 2016. [Consultado el 8 de Noviembre del 2018]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB/anutsecsecundaria/not_gestor_de_politica_del_agua_18_09_15/

3. PRINCIPALES VARIABLES ASOCIADAS A LA DEFORESTACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL DE RIESGO DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

3.1 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA

A pesar de todos los efectos adversos que produce la variabilidad climática en los diferentes ecosistemas del país, no es la única variable asociada al cambio climático. Además de esta existen dos factores importantes que son tratados como variables en los impactos negativos que tiene el cambio climático a nivel global, estos son la vulnerabilidad y el riesgo.

De acuerdo al IDEAM⁵⁸, en el caso colombiano, con la necesidad de abordar conocimientos con respecto a cambio climático y la toma de decisiones con el fin de alcanzar objetivos que adapten y mitiguen los efectos de este fenómeno, se ha implementado un análisis de vulnerabilidad y riesgo a nivel nacional para así poder establecer una estructura de análisis comparativa presente y futura que permita evaluar la situación en todos los municipios del país.

Para realizar este análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático se partió de la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Ecuación general de Riesgo

$$Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Teniendo en cuenta que Colombia es un país en donde todas sus regiones tienen una exposición directa al cambio climático, en la ecuación anterior no se tiene en cuenta este factor como variable.

Para el IDEAM⁵⁹ el análisis de vulnerabilidad y riesgo es de carácter multivariado puesto que es un método que analiza simultáneamente la relación existente entre variables correlacionadas o grupos de datos en un sentido en donde existe una variedad de variables medidas para cada objeto de estudio.

⁵⁸ IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de Diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

⁵⁹ *Ibíd.*, p. 36

Para el caso colombiano, se usó específicamente el Análisis de Componentes Principales (ACP) puesto que este no distingue entre variables dependientes o independientes.

Primeramente se realizó una selección de diferentes dimensiones que pudieran ser asociadas a estudios previamente realizados a nivel internacional. Estas dimensiones son:

- Seguridad alimentaria
- Recurso hídrico
- Biodiversidad y servicios ecosistémicos
- Salud
- Hábitat humano
- Infraestructura

Seguidamente se realizó una selección de Variables, Indicadores e Índices (VII) teniendo en cuenta que fueran datos de los cuales, como menciona el IDEAM⁶⁰, se les pudiera hacer un seguimiento y se pudieran seguir recopilando a tiempo futuro con el fin de realizar una trazabilidad a la vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en el país.

Debido a que existen cantidades diferentes de VII para municipios costeros y para los no costeros, se realizaron dos matrices de datos diferentes para cada tipo de municipio, contando con 27 VII para el primer tipo de municipio y 86 VII para los 1062 municipios no costeros. De esta manera se corrieron dos ACP por separado. Antes de realizar los cálculos se deben tener en cuentas las siguientes consideraciones:

Cuadro 24. Definiciones de notaciones utilizadas en el documento metodológico

Nombre variable	Notación utilizada	Gama	Gama real
Municipios	m_i	$i=[1..M]$	$M=1122$
Variables-Indicadores-Índices (VII)	$A_i ; S_j ; C_k$	$i=[1..N_A]$ $j=[1..N_S]$ $k=[1..N_C]$	$N_A=38$ $N_S=41$ $N_C=34$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Luego de tener las dimensiones y los VII se realizó la siguiente sucesión de pasos:

⁶⁰ *Ibíd.*, p. 36

- Se construyó una tabla de datos para los subíndices amenaza (A), sensibilidad (S) y capacidad adaptativa (C) con respecto a los VII escogidos usando la siguiente ecuación. Los subíndices son referenciados con la letra X:

$$\eta_{XN_X m_M}$$

En donde η_x hace referencia a los datos iniciales para cada subíndice, N_x hace referencia al número de VII de cada subíndice y m_M hace referencia al municipio de estudio.

- Para cada subíndice (A, S y C) se realizó un ACP con ayuda del software ADE-4 con el fin de relacionar cada subíndice con las dimensiones anteriormente escogidas.
- Se seleccionó el número de componentes principales para la ponderación de los VII, teniendo en cuenta que de manera acumulativa estos componentes explicaran por lo menos el 60% de la varianza total de los datos. Se usó la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Selección de los VII

$$\sum_{j=1}^{P_X} \gamma_{X_j} \geq 60\%$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

En donde P_x hace referencia al número de componentes extraídos en el ACP que explican mínimo el 60% de la varianza total de los datos para cada subíndice y γ_x hace referencia a la contribución de cada subíndice al componente principal P_x .

- Se obtuvo el grado de correlación de los VII con cada uno de los componentes principales seleccionado. Como estos valores son tanto positivos como negativos, se les calculó el valor absoluto a cada uno.

$$\lambda_{XN_X \gamma_{P_X}}$$

De la ecuación anterior N_x hace referencia al número de VII de cada subíndice, P_x hace referencia al número de componente principal de cada subíndice, γ_{xp} hace referencia al componente principal del ACP y λ_x hace referencia a la contribución de la variable N_x en el componente P_x .

- Se redujeron los datos obtenidos para que tuvieran un valor entre 0,1 y 1,0 por medio de una transformación homotética:

Ecuación 3. Transformación homotética (1)

$$y = 0,1 + (x - b)(a - b) * 0,9$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Ecuación 4. Transformación homotética (2)

$$y = 1,1 - (0,1 + (x - b)(a - b) * 0,9)$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

La segunda ecuación de las dos anteriormente expuestas es usada para los VII que poseen una relación inversa dentro de cada uno de los subíndices. Se obtuvieron datos de los VII reducidos e invertidos de la siguiente manera:

$$\Omega_{x_{N_x m_M}}$$

En donde m_M hace referencia al municipio estudiado, N_x hace referencia al número de VII de cada subíndice y Ω_x hace referencia al dato normalizado de la variable de cada subíndice en el municipio estudiado.

- Se multiplicó el dato de cada VII reducido e invertido por el valor absoluto de su correlación con cada uno de los componentes seleccionados y se sumaron cada uno de estos productos con el fin de obtener un solo valor por cada subíndice

Ecuación 5. Valor por cada subíndice

$$\phi_{XN_Xm_M} = \Omega_{XN_Xm_M} * \sum_{j=1}^{P_X} \lambda_{XN_X\gamma_j}$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

De la ecuación anterior Φ_x hace referencia al dato transformado de la variable de cada subíndice en el municipio estudiado.

- Se generaron datos preliminares de los subíndices correspondientes con A, S y C para cada municipio, sumando los datos del paso anterior

Ecuación 6. Datos preliminares

$$\vartheta_{Xm_M} = \sum_{i=1}^{N_X} \phi_{Xi_{m_M}}$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

En esta ecuación X_i hace referencia al VII de cada subíndice y ϑ_x hace referencia al subíndice original de amenaza, sensibilidad o capacidad adaptativa en el municipio estudiado.

- Se realizó una segunda reducción e inversión de los datos obteniendo

$$\Psi_{Xm_M}$$

Aquí m_M hace referencia al municipio estudiado y ψ_x hace referencia al subíndice reducido final para amenaza, sensibilidad o capacidad adaptativa en el municipio estudiado.

- Con ayuda de las ecuaciones

Ecuación 7. Ecuación de vulnerabilidad

$$V = \frac{S}{CA}$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Ecuación 8. Ecuación de Riesgo

$$R = A * V$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

En donde V hace referencia a la vulnerabilidad a cambio climático, S hace referencia a la sensibilidad, CA hace referencia a la capacidad adaptativa, R hace referencia al riesgo y A hace referencia a la amenaza, se calcularon los índices de vulnerabilidad y riesgo para cada municipio

Ecuación 9. Subíndice original de vulnerabilidad

$$\vartheta_{Vm_M} = \frac{\Psi_{Sm_M}}{\Psi_{Cm_M}}$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Ecuación 10. Subíndice original de riesgo

$$\vartheta_{Rm_M} = \vartheta_{Vm_M} * \Psi_{Am_M}$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

En estas ecuaciones m_M hace referencia al municipio estudiado, ψ_{SmM} hace referencia al subíndice reducido final para sensibilidad en el municipio estudiado, ψ_{CmM} hace referencia al subíndice reducido final para capacidad adaptativa en el municipio estudiado, ψ_{AmM} hace referencia al subíndice reducido final para amenaza en el municipio estudiado, ϑ_{VmM} hace referencia al subíndice original de vulnerabilidad en el municipio estudiado y ϑ_{RmM} hace referencia al subíndice de riesgo en el municipio estudiado.

- Se realizó el cálculo de índices y subíndices por dimensión para cada municipio sumándose los datos transformados por cada una de las dimensiones referenciadas con la letra Y

Ecuación 11. Sumatoria de datos transformados de la variable de cada subíndice en el municipio de estudio

$$\sum_{i=1}^{N_{X-Y}} \phi_{X-Y_i} m_M$$

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Para la ecuación anterior, m_M hace referencia al municipio estudiado, $X-Y_i$ hace referencia al VII de cada dimensión en cada subíndice, N_{X-Y} hace referencia al número de VII de cada dimensión en cada subíndice y ϕ_{X-Y_i} hace referencia al dato transformado de la variable de cada subíndice en el municipio estudiado

- Por último se obtuvo el dato para cada departamento agrupando y sumando los datos anteriores por departamento.

3.2 ELECCIÓN DE VARIABLES REPRESENTATIVAS EN EL PÁRAMO DE CHINGAZA

Como se mencionó anteriormente, para realizar el cálculo del nivel de vulnerabilidad y riesgo en los diferentes departamentos y municipios del país se realizó una elección de 6 dimensiones asociadas a diferentes estudios realizados internacionalmente. Sin embargo para el caso del presente trabajo es importante seleccionar las variables asociadas netamente a la deforestación como causa directa del cambio climático.

Debido a estos se seleccionaron las variables descritas en la dimensión de servicios ecosistémicos y biodiversidad, siendo estas las siguientes:

Cuadro 25. Variables usadas en la metodología con respecto a los subíndices

Ítem	Variable - amenaza	Nombre de la variable	Variable-sensibilidad	Nombre de la variable	Variable-capacidad adaptativa	Nombre de la variable
BD	A.BD.01	"Pérdida de área idónea para especies amenazadas y de uso"	S.BD.01	"% del área del municipio correspondiente a Bosque"	CA.BD.01	"Porcentaje de área del municipio con áreas protegidas registradas en RUNAP"
	A.BD.02	"Cambio proyectado en % de área con vegetación natural"	S.BD.02	"% de área por municipio correspondiente a ecosistema natural"	CA.BD.01.CT	"Porcentaje de áreas de manglar con su zonificación aprobada para su manejo y ordenamiento ambiental"
	A.BD.03	"Cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal"	S.BD.03	"Porcentaje del PIB de la silvicultura, extracción de madera y actividades conexas a precios constantes (Miles de millones de pesos) respecto al PIB"	-	-
	A.BD.01.CT	"Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por CLC"	S.BD.01.CT	"Estado de salud y prioridad de restauración de Ecosistema Manglar"	-	-
	A.BD.02.CT	"Cambio proyectado en la cobertura del ecosistema de Manglar por ANM"	-	-	-	-
	A.BD.03.CT	"Pérdida de área idónea para especies de Manglar"	-	-	-	-

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Como se puede observar en el cuadro 25, para cada subíndice (amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa) existen diferentes variables asociadas a los servicios ecosistémicos y biodiversidad, no obstante se pueden excluir las variables A.BD.01.CT, A.BD.02.CT, A.BD.03.CT, S.BD.01.CT y CA.BD.01.CT pues estas hacen referencia al ecosistema de manglar el cual es totalmente diferente al ecosistema de páramo.

Como se observa en el mapa 5, los municipios escogidos fueron el municipio de Guasca, La Calera, Choachi, Junín, El Calvario, San Juanito, Restrepo, Medina, Gachalá, y el municipio de Fómeque, siendo este último el que mayor área del páramo posee.

En el anexo 1 se presentan los resultados para los diferentes municipios en las variables escogidas para la dimensión de servicios ecosistémicos y biodiversidad. Para realizar un análisis de los datos obtenidos se debe tener en cuenta la clasificación del valor de la siguiente manera:

Cuadro 26. Valores de quiebre

Clasificación	Amenaza	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Vulnerabilidad	Riesgo
Muy bajo	0,435567	0,229695	0,4311999	0,139942	0,160494
Bajo	0,535207	0,308777	0,64375	0,149849	0,180147
Medio	0,564793	0,438472	0,778806	0,189791	0,24064
Alto	0,664433	0,651172	0,864945	0,350818	0,426845
Muy alto	1	1	1	1	1

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Así pues, de los valores obtenidos expuestos en el anexo 1 se observa que las variables que mayor contribución hacen al cálculo del nivel de vulnerabilidad y riesgo son el porcentaje del área del municipio correspondiente a bosque y el porcentaje de área por municipio correspondiente a ecosistema natural, lo que reafirma la importancia del área forestal como factor del cambio climático.

Además de lo anterior, es posible clasificar a todos los departamentos escogidos como altamente sensibles al cambio climático en relación con la deforestación debido a los valores obtenidos en las variables anteriormente mencionadas (S.BD.01 y S.BD.02). Así mismo, estos municipios poseen una alta amenaza frente al cambio climático en relación al cambio proyectado en la superficie con aptitud forestal, con respecto a los valores obtenidos en esta variable (A.BD.03). Por otra parte, estos municipios poseen una muy baja capacidad adaptativa frente al cambio climático en cuanto a la variable del porcentaje de área del municipio con áreas protegidas registradas en RUNAP, debido a que en la mayoría de estos municipios se obtuvo un valor por debajo del quiebre.

Con respecto al nivel de vulnerabilidad y riesgo total, se tomaron los datos de los municipios anteriormente escogidos en cuanto a sus valores de amenaza, sensibilidad y capacidad adaptativa en total, es decir, tomando todas las variables de todas las dimensiones escogidas para el método de cálculo. Con estos datos

se obtuvieron los valores de vulnerabilidad y riesgo para cada municipio. Todos los valores anteriormente mencionados se exponen en el cuadro 27.

Cuadro 27. Resultados finales a nivel municipal

Municipio	Amenaza	Sensibilidad	Capacidad adaptativa	Vulnerabilidad	Riesgo
Choachí	0,45	0,31	0,79	0,13	0,16
El Calvario	0,47	0,20	0,74	0,11	0,13
Fómeque	0,52	0,29	0,77	0,13	0,16
Gachalá	0,17	0,52	0,73	0,18	0,13
Guasca	0,35	0,33	0,81	0,14	0,14
Junín	0,16	0,28	0,79	0,13	0,10
La Calera	0,71	0,36	0,81	0,14	0,22
Medina	0,43	0,50	0,76	0,17	0,20
Restrepo	0,74	0,20	0,69	0,12	0,17
San Juanito	0,56	0,30	0,75	0,13	0,17

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

Como se puede observar en la anterior tabla, la mayoría de municipios poseen valores que permiten clasificarlos en un estado de vulnerabilidad bajo o muy bajo frente al cambio climático. Del mismo modo estos municipios pueden ser clasificados con un nivel de riesgo bajo o muy bajo puesto que la mayoría de valores obtenidos se encuentran por debajo del valor de quiebre.

Debido a esto se puede realizar una aproximación del nivel de vulnerabilidad y riesgo en el páramo de Chingaza, siendo este clasificado en un nivel bajo. Sin embargo este ecosistema no queda exento de la variación en la temperatura que puede llegarse a dar en un futuro, así como los impactos negativos que este fenómeno produce en su mayoría en la biodiversidad del ecosistema.

5. CONCLUSIONES

- A pesar de ser considerado reserva natural y parque nacional natural de Colombia, el páramo de Chingaza no se encuentra exento de procesos de deforestación natural o antrópica, pues desde la primera mitad de la década de los noventa hasta nuestros días el páramo ha perdido aproximadamente el 31% de cobertura forestal debido a las diferentes actividades económicas que allí se realizan tales como actividades agrícolas, pecuarias, mineras, entre otras; o el crecimiento demográfico en la zona lo que produce mayor cantidad de personas habitantes con posible falta de educación y conciencia ambiental.
- Si bien existen posibles efectos adversos causados por el cambio climático en el páramo de Chingaza tales como la reducción de precipitaciones hasta un 20% o el cambio del límite altitudinal del ecosistema hasta por 500 metros, lo que provocaría la desaparición de varias especies de flora y fauna, actualmente en el páramo de Chingaza no existen efectos con un daño significativo al ambiente causados por el cambio climático.
- Al realizar el cálculo para conocer el nivel de vulnerabilidad y riesgo en el páramo de Chingaza se tuvieron en cuenta 6 dimensiones asociadas a estudios internacionales, de las cuales se escogió una como representativa, siendo esta la dimensión de servicios ecosistémicos y biodiversidad en donde se encuentran las variables asociadas a la deforestación.
- Pese a que según los datos obtenidos, el páramo de Chingaza es altamente sensible al cambio climático en relación a la deforestación debido a su baja capacidad adaptativa al fenómeno climático, presenta un nivel bajo de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático ratificado por los valores obtenidos ubicados por debajo de los valores de quiebre.

6. RECOMENDACIONES

- Debido a la gran cantidad de área disponible para realizar actividades petroleras, es recomendable realizar los estudios pertinentes sin afectaciones ambientales que permitan definir si es posible o no realizar actividades económicas de esta índole con el fin de proteger correctamente el ecosistema.
- Puesto que en el páramo existe una baja eficiencia o, en el caso más extremo, una ausencia de autoridades ambientales que velen por el ecosistema, se recomienda fortalecer el trabajo de estas autoridades con el fin de que no se presenten problemas como la expansión de fronteras agrícolas, así como educar a la población para mejorar su conciencia ambiental.
- A pesar de que no existen daños significativos en el páramo por parte del cambio climático, se sugiere abordar y hacer un seguimiento a los diferentes proyectos que el acueducto de Bogotá y el parque nacional natural como tal están realizando o están planificados a futuro.
- Con respecto al nivel de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, se recomienda realizar un estudio sobre el área geográfica que comprende el Parque Nacional Natural Chingaza debido a que solo existen datos para los municipios en donde se encuentra ubicado el páramo y únicamente pueden realizarse aproximaciones de los resultados obtenidos de los municipios.

BIBLIOGRAFÍA

ACUEDUCTO AGUA Y ALCANTARILLADO DE BOGOTÁ. El acueducto de Bogotá, gestor de la política del agua como ordenador de un territorio que se adapta al cambio climático. Abr 2016. [Consultado el 8 de noviembre del 2018]. Disponible en: https://www.acueducto.com.co/wps/portal/EAB/anotsecsecundaria/not_gestor_de_politica_del_agua_18_09_15/

ÁLVAREZ-LIRES, María M., et al. Educación para la Sustentabilidad: Cambio Global y Acidificación Oceánica. En: Formación Universitaria. Abril. 2017. vol. 10, no. 2, p. 89-101

ARMENTERAS, Dolors y RODRÍGUEZ, Nelly. Dinámicas y Causas De Deforestación En Bosques De Latino América: Una Revisión Desde 1990. En: Colombia Forestal. Julio-Diciembre 2014. vol. 17, no. 2, p. 233-246

FEDESARROLLO. Deforestación en Colombia: Retos y perspectivas. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. sec. Reportes de investigación. Abril, 2014. [Consultado el 10 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/337>

GALINDO TARAZONA, Robinson, et al. Reformulación Participativa Del Plan De Manejo Parque Nacional Natural Chingaza. Bogotá, Colombia, Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2016.

GAMO, Diego, et al. Los efectos biológicos del cambio climático. En: Ecosistemas. Enero, 2014. vol. 13. no. 1. p. 103-110

GARAVITO GONZÁLEZ, Leonardo, et al. Gobernanza territorial en los páramos Chingaza y Sumapaz-Cruz Verde. Una comparación de sus principales actores y problemáticas. En: Perspectiva Geográfica. Abril, 2018. vol. 23. no. 1. p. 1-13

GARCIA PORTILLA, Jason. Análisis Del Potencial De Emisión De Dióxido De Carbono Del Páramo De Chingaza Y Lineamientos Para Su Conservación En El Contexto Del Mecanismo De Desarrollo Limpio. Ecólogo. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2003. p. 1-110

GUIA TODO. Parque nacional natural Chingaza. Mar 2014. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Parques naturales. [Consultado el 5 de diciembre del 2018]. Ilustración. Disponible en: http://www.guiatodo.com.co/parques-naturales/detalle/parque_nacional_natural_chingaza

GUTIERREZ ANTOLÍNEZ, Carolina. Conflictos Socioambientales Derivados De La Declaración Del Parque Nacional Natural Chingaza En Zonas De Producción Campesina. Magister en Medio Ambiente y Desarrollo. Bogotá, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. 2016. p. 1-124

HERMELIN ARBAUX, Michel. Cambios climáticos en el pasado, algunas reflexiones sobre paleoclimatología. En: ESCOBAR TRUJILLO, Luis Alfonso. Cambio Climático ¿Una Caja De Pandora? Medellín, Colombia: Oficina Asesora de Comunicaciones, 2008. p. 13

HERRÁN, Claudia. El Cambio Climático y Sus Consecuencias para América Latina. [Sitio web]. México. Sec. Publicaciones. 2012. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/la-energiayclima/09164.pdf>

IDEAM. Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Detalles para: Análisis de tendencias y patrones espaciales de deforestación en Colombia. 2011. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://documentacion.ideam.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=17863&shelfbrowse_itemnumber=18854

IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>

IDEAM. Tercera Comunicación Nacional De Colombia a La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2017. [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/3ra-comunicacion-cambio-climatico>

INFOBOSQUE. Deforestación y Forestación. [Sitio web]. Lima, Perú. Sec. Búsqueda. 2011. [Consultado el 7 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: http://infobosques.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/deforestacion_reforestacion.pdf

INSTITUTO HUMBOLDT. Caracterización Socioeconómica Y Cultural Del Complejo De Páramos Chingaza En Jurisdicción De La CAR, Cormacarena, Corpochivor, Corpoguavio Y Corporinoquia. Bogotá, Colombia, 2015. p. 1-333. Informe final.

INSTITUTO HUMBOLDT. Estudio técnicos, económicos, sociales y ambientales complejo de páramos Chingaza. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Nuestras publicaciones. 2015. [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/es/bibliotecaypublicaciones/publicaciones>

INSTITUTO HUMBOLDT. Recomendación Para La Delimitación, Por Parte Del Ministerio De Ambiente Y Desarrollo Sostenible, Del Complejo De Páramos Chingaza a Escala 1:25.000. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Fondo adaptación. 2017. [Consultado el 25 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/31553>

KUCKEMANN, Max y CHILLON, Gonzalo. Impactos del Cambio Climático en Latinoamérica. [Diapositivas]. Argentina. 2010.

MORALES, Diana, et al. Desafíos De La Gobernanza En Los Páramos Para La Adaptación Al Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Biblioteca virtual. 2015. [Consultado el 14 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.portalces.org/biblioteca/desafios-de-gobernanza-paramos-para-adaptacion-al-cambio-climatico>

ORGANIZACIÓN DE ESTADOS IBEROAMERICANOS. La deforestación en el mundo. [Sitio web]. Montevideo, Uruguay. sec. Histórico. 2018. [Consultado el 5 de noviembre del 2018]. Disponible en: <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?La-deforestacion-en-el-mundo>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. El Estado De Los Bosques Del Mundo. [Sitio web]. Sec. Publicaciones. 2016. [Consultado el 16 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.fao.org/publications/sofo/2016/es/>

PROCURADURIA GENERAL DE LA NACIÓN. Situación De Los Páramos En Colombia Frente a La Actividad Antrópica Y El Cambio Climático. Bogotá, Colombia, Colombia Procuraduría General de la Nación, 2008. p. 1-112. Informe preventivo.

REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. Deforestar. [Sitio web]. Sec. Diccionario de la lengua española. España. 2018. [Consultado el 5 noviembre del 2018]. Disponible en: <http://dle.rae.es/srv/search?m=30&w=deforestar>

RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel y HENRY, Mance. Cambio Climático: Lo Que Está En Juego. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Actividades. 2009. [Consultado el 28 de noviembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.foronacionalambiental.org.co/actividades/detalle/presentacion-del-libro-cambio-climatico-lo-que-esta-en-juego/>

SALGADO GARCIGLIA, Rafael. Deforestación. En: Saber Más: Revista De Divulgación De La Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo. Marzo-abril, 2014. vol. 3. no. 14, p. 31-32

SAMANIEGO, Joseluis. Cambio Climático Y Desarrollo En América Latina Y El Caribe: Una Reseña. [Sitio web]. Santiago de Chile, Chile. Sec. Publicaciones. 2008. p. 1-148. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/3640-cambio-climatico-desarrollo-america-latina-caribe-resena>

UNITED NATIONS CLIMATE CHANGE. Primer Informe Bienal De Actualización De Colombia Ante La Convención Macro De Las Naciones Unidas Sobre El Cambio Climático. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Cambio climático. 2015. p. 1-42. [Consultado el 15 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/primer-informe-bienal-de-actualizacion-de-colombia>

ÜRUSAN, A.Y.; UZEL, T. y EREN, K. Calculation of Greenland and Antartica glaciers' weights causing some earthquakes and volcanic activities. En: Acta Physica Polonica A. Abril, 2013. vol. 125, no. 2, p. 521-522

ANEXOS

Anexo A.

Resultados de variables asociadas a la deforestación a nivel municipal

Municipio	A.BD.01		A.BD.02		A.BD.03		S.BD.01		S.BD.02		S.BD.03		C.BD.01	
	Contribución [%]	Valor												
Choachí	4,198	0,328	5,457	0,436	0,759	0,99	10,949	0,876	13,417	0,909	0,929	0,2	0,564	0,268
El Calvario	4,253	0,336	4,225	0,342	0,75	0,989	10,109	0,695	14,102	0,819	0,992	0,191	0,354	0,162
Fómeque	3,472	0,282	3,356	0,28	0,73	0,989	12,154	0,918	12,301	0,793	0,982	0,2	1,372	0,65
Gachalá	2,988	0,201	5,109	0,352	0,879	0,989	7,263	0,68	10,463	0,826	0,8	0,2	0,513	0,233
Guasca	4,819	0,357	4,282	0,326	0,798	0,989	11,257	0,899	11,901	0,81	0,93	0,2	0,989	0,49
Junín	3,468	0,233	3,966	0,274	0,878	0,987	11,151	0,853	13,715	0,889	0,972	0,2	0,587	0,286
La Calera	4,011	0,356	5,451	0,493	0,67	0,99	10,465	0,886	12,633	0,906	0,877	0,2	0,417	0,206
Medina	1,832	0,143	6,67	0,526	0,765	0,989	8,422	0,803	11,256	0,906	0,782	0,2	0,533	0,251
Restrepo	2,138	0,192	2,415	0,225	0,652	0,986	11,941	0,879	14,961	0,932	0,92	0,191	0,561	0,242
San Juanito	5,445	0,45	5,306	0,449	0,714	0,989	8,344	0,61	12,026	0,742	0,938	0,191	1,267	0,588

Fuente. IDEAM. Análisis de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático en Colombia. [Sitio web]. Bogotá, Colombia. Sec. Publicaciones. 2017. p. 16. [Consultado el 18 de diciembre del 2018]. Archivo en PDF. Disponible en: <http://www.cambioclimatico.gov.co/resultados>