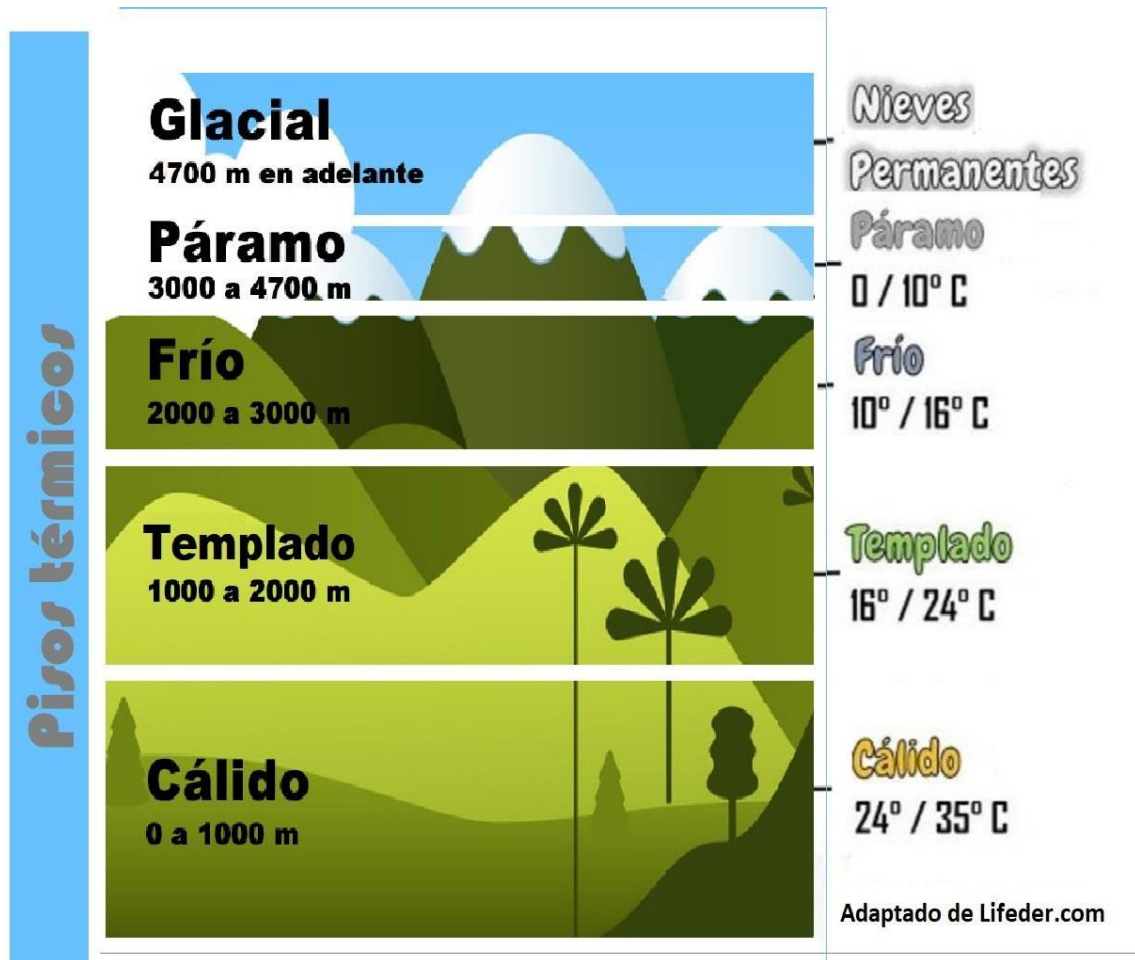


CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA



Por: Gonzalo Duque Escobar (1); Ricardo Álvarez León (2)

Manizales, 2022.

Museo Interactivo Samoga & Fundación Nuevos Horizontes

CAP. I- LA AMENAZA.

Por: Gonzalo Duque-Escobar*

El clima en Colombia

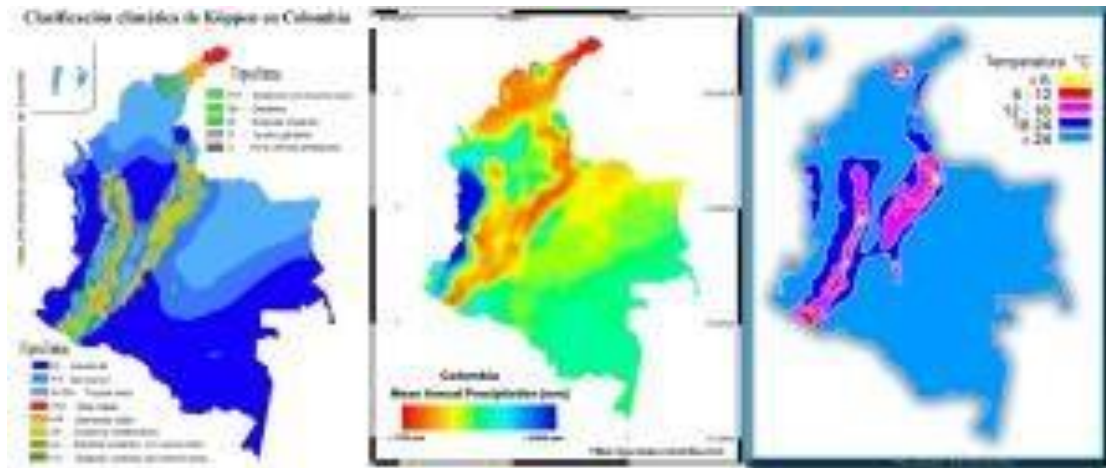


Imagen. Colombia: Mapas de Tipos climáticos según Köppen (Wikipedia.org), Precipitaciones (Gu-maps-Colombia.com) y Temperaturas (Hispanopress.blogspot.com)

Las zonas climáticas de la Tierra, como factor que determina el paisaje, la vegetación y la vida animal, tienen un profundo efecto sobre la cultura. El clima, o modelo meteorológico a largo plazo de una región, depende de varios factores: la latitud, que determina lo caliente o fría de una zona, como la extensión e influencia de sus estaciones; las características de las masas de aire predominantes, sean calientes o frías y húmedas o secas, y los factores físicos tales como la distribución relativa de la tierra, el mar, las montañas, los valles, los bosques y los glaciares.

En Colombia, aunque gracias a la presencia de las cordilleras se tiene todos los climas, en su zona andina predomina el clima de montaña tropical, mientras que en los valles interandinos el clima dominante es el de selva tropical ecuatorial. Dicha región, muestra temperaturas medias que varían entre 28° en los ambientes cálidos y húmedos de las zonas bajas, hasta 0° C bajo cero en las cumbres nevadas. Mientras que, en la región andina de Colombia, el clima es bimodal: cada año tenemos dos temporadas secas que parten desde los equinoccios y dos húmedas a partir de los solsticios; en los Llanos Orientales,

salvo en la Serranía de La Macarena, el clima es intertropical lluvioso de sabana, con una estación de lluvias muy marcada y otra de sequía.

En tanto, si al Sur se pasa del clima de sabana al Clima húmedo y lluvioso, para continuar con el de selva súper húmeda en La Amazonía, donde el clima húmedo y cálido, presenta lluvias abundantes durante todo el año; la Región Pacífica prevalece un clima cálido y un régimen pluviométrico intenso, y en la Región del Caribe colombiano predomina un clima cálido donde alternan épocas de sequía y lluvias continuas, pero con una marcada influencia de los vientos alisios del Nor-Este en la zona más Norte; y en la región insular del Caribe, el Archipiélago muestra un clima cálido semi-húmedo, con lluvias que se concentra entre octubre y noviembre, al estar influenciado por los alisios del Nor-Este.

El fenómeno climático

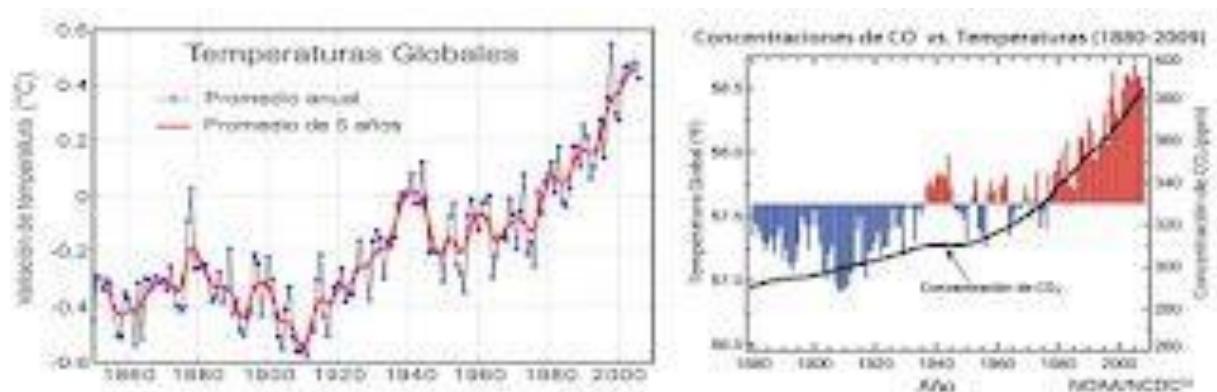


Imagen: Evolución de la temperatura entre 1880 y 2010, Portal.clubrunner.ca; y Emisiones de CO2 Vs. Temperatura. NOAA-NCDC.

El cambio climático, es la teoría que predice el crecimiento futuro de las temperaturas a nivel global durante las próximas décadas, a partir del incremento en el valor medio de la temperatura observado en la atmósfera terrestre y en los océanos. Aunque el clima del planeta siempre ha variado, el problema del cambio climático es que el ritmo de estas variaciones se ha acelerado durante las últimas décadas, de manera anómala. El clima en la tierra, ha presentado alteraciones por causas antrópicas y naturales. La cantidad y patrón de calentamiento global que se ha observado, no puede explicarse únicamente mediante factores naturales.

Además, si el cambio climático y la consecuente ocurrencia de fenómenos naturales extremos conexos puede tener entre sus causas la mayor actividad

solar, también es el resultado del aumento de concentraciones de gases de efecto invernadero asociados a la acción antrópica, tales como dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos presentes en la atmósfera terrestre. La teoría antropogénica predice que el calentamiento global se relaciona con emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el CO₂. Y pese a que cerca del 18 % de los científicos ha disentido de la opinión consensuada, el 97% de los investigadores, coinciden en que el actual calentamiento, es el efecto de los gases de invernadero (GEI), en especial el del dióxido de carbono CO₂ (85%) relacionado con los combustibles fósiles, seguido el Metano (8%), del Óxido de Nitrógeno (5%) y de los Fluoruros (2%).

Las Causas



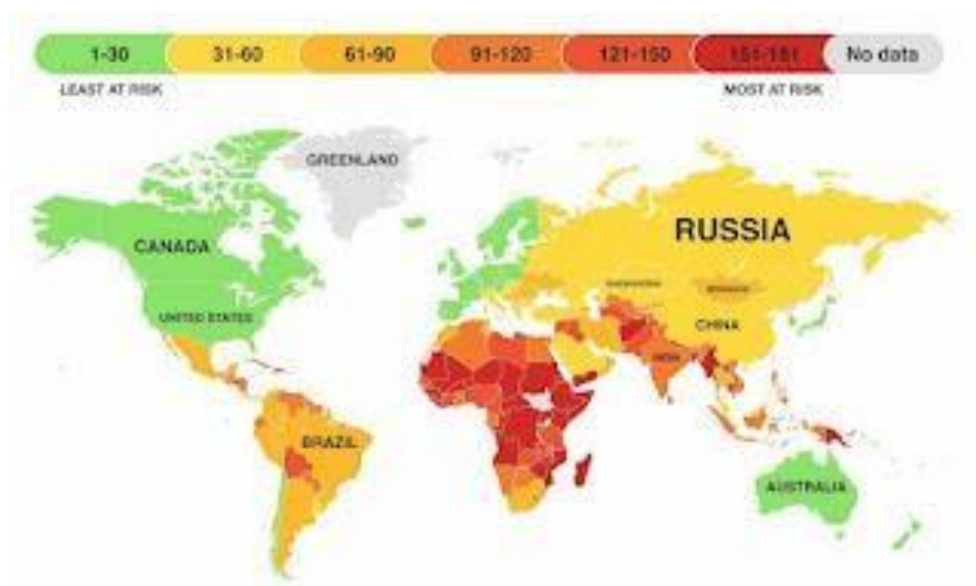
Imagen: Cambio climático- causas antropogénicas y naturales. El Pais.com y Nasa.gov

Respecto a las causas naturales, aunque astrónomos y geofísicos soportados en correlaciones, pueden afirmar que cuando el Sol está tranquilo la Tierra permanece fría, aún no sabemos el porqué de los cambios de la actividad del Sol. A modo de ejemplo, hubo una “pequeña glaciación” asociada a un periodo frío ocurrido entre 1550 y 1850, en el que se presentaron tres picos fríos (1650, 1770 y 1850); esta pequeña edad del hielo coincidió con un período de baja actividad en las manchas solares.

Pero también, el actual calentamiento que ha surgido desde la Revolución Industrial, se puede observar a principios del siglo XX y en los últimos 50 años: basta mirar nuestros glaciares en retroceso, cuya superficie en el PNN de los Nevados ha pasado de 27 a 12 Km cuadrados de extensión entre 1970 y 2020.

Para 2 °C de calentamiento, la fracción de precipitaciones extremas atribuibles a la influencia humana se eleva a cerca del 40 %". Nature Climate Change (2015), dice que "un 18% de las precipitaciones diarias moderadamente extremas en tierra, son atribuibles al aumento de la temperatura observado desde la época preindustrial, resultado principalmente de la influencia humana; y según The New York Times (2015) "en la actualidad alrededor del 75 % de las precipitaciones diarias moderadamente extremas en tierra son atribuibles al calentamiento".

El factor antropogénico.



*Imagen: Países vs posibilidades de sobrevivir al cambio climático.
Ecoinventos.com/*

En las próximas décadas podría duplicarse el nivel del dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera, con respecto a los niveles que había antes de la Revolución Industrial. El mayor aporte del CO₂ proviene de combustibles fósiles como el petróleo, donde Colombia entra como país con recursos energéticos como carbón e hidrocarburos. Esta teoría genera un debate social y político, pero también un consenso en la comunidad científica internacional. Las emisiones de CO₂ en 2021 y en Colombia, han sido de 77,57 megatoneladas, con lo que el país ocuparía el puesto número 137 del ranking entre 184 países.

Entre las causas del deterioro ambiental que exacerbaban la amenaza del cambio climático, sobresalen la contaminación industrial en los medios naturales y

paranaturales, la expansión urbana o minera -caso Río Blanco y Toldafría para el caso de Manizales-, y la degradación del ecosistema por indebido uso o mal manejo no sólo de los recursos, sino también del agua, la biota y los suelos de cultivo que son bienes inalienables de interés general por tratarse de un patrimonio natural.

Aquí, al igual que la deforestación consuetudinaria que explica la precaria cobertura vegetal de nuestras montañas como factor de descontrol hídrico y pluviométrico, que se expresa en sequías o inundaciones, y en procesos severos de erosión y de sedimentación, también los combustibles fósiles, como carbón y petróleo, juegan un papel protagónico, lo que impone medidas estructurales relacionadas con el modelo energético y el transporte, para “descarbonizar” la economía. El problema ambiental de Medellín, pone en evidencia esta problemática. Con el calentamiento global, el ecoturismo deberá enfrentar un reto sin precedentes que debe abordarse desde ahora, en temas como el Paisaje Cultural Cafetero, y la forma de hacerlo es empezar por conocer las causas y consecuencias de dicha problemática, para trazar estrategias de conservación, y actuar en consecuencia.

El Efecto invernadero

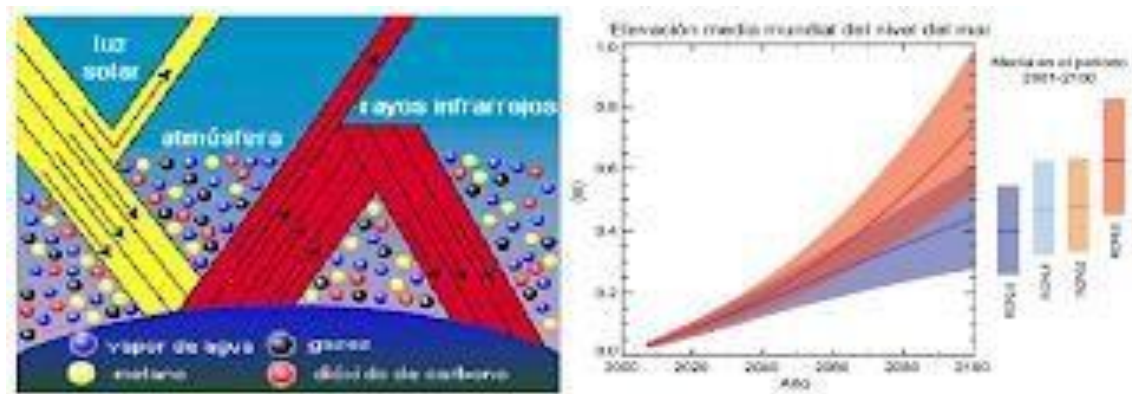


Imagen: Izq. Pérdida de energía de la energía radiante, en: fvsa.org.ar. Der. Variación del nivel del mar entre 2000 y 2100. Fuente: IPCC

El efecto invernadero es causado por gases que se encuentran en la atmósfera. Estos gases que permiten la vida en la Tierra, atrapan parte del calor del Sol que se refleja por el planeta.

El calor atrapado por la atmósfera de la Tierra, mantiene la temperatura media global en +15° Celsius; si se incrementa ese valor hasta 18°C, se causarían

fenómenos nocivos. En amarillo se muestra el efecto de la atmósfera sobre la luz solar incidente; y en rojo, el efecto causado sobre la radiación infrarrojo ya reflejada. El incremento promedio de la temperatura media podría afectar más al hemisferio norte, que al del sur. En promedio, el calentamiento es mayor sobre los continentes que sobre los mares. En Sudamérica, el calentamiento parece tener menor intensidad sobre el Cono Sur (1º a 2ºC).

En Colombia las zonas de relieve montañoso como la Región Andina que es la más habitada se calentarían entre 2º a 3ºC, y las planicies y praderas de las regiones no montañosas, como la Costa norte, y en especial la Orinoquía y la Amazonía, se calentarán de 3º a 4ºC. Aún más, según el IDEAM, para el periodo 2071 – 2100, se espera que la precipitación media en el país, disminuya entre 10 a 30% en cerca del 27% del territorio nacional (Regiones del oriente y del Caribe), y que se incremente entre 10 a 30% en cerca del 14% del territorio nacional (Regiones montañosas como la Andina y Sierra Nevada). Varios expertos en temas climáticos lanzaron alertas señalando que el acuerdo de la cumbre COP 21, es inconsistente con el objetivo de evitar que la temperatura del planeta no supere los 1,5º C. Para lograrlo, la economía mundial debería estar descarbonizada en 2050 y las emisiones deberían disminuir al menos un 70 % en 2050, respecto a los niveles de 2010.

EL ENSO

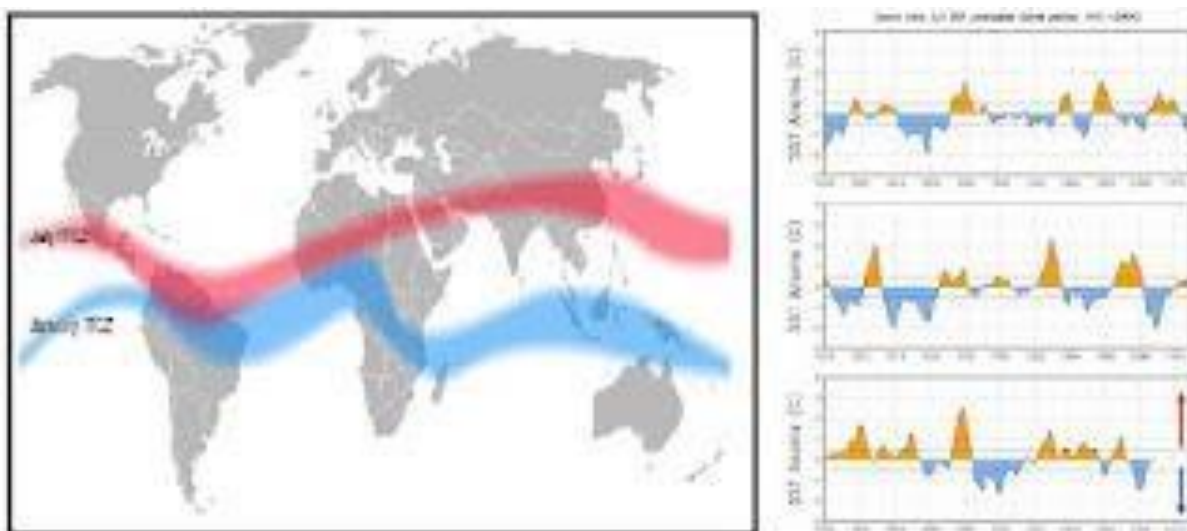


Imagen: Izquierda, dinámica anual de la ZCIT.

Fuente: <http://www.fondear.org>. Derecha: El ENSO histórico. Fuente: NOAA.

El ENOS o ENSO (inglés) presenta dos fases opuestas, una de calentamiento y lluvias en conocido como El Niño y la otra de enfriamiento llamada La Niña. Se trata de un patrón climático recurrente de los parámetros meteorológicos del Pacífico ecuatorial, que implica como mínimo cambios entre 1 °C y 3 °C respecto a las condiciones normales para el resto del siglo, los que se darán en la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico Ecuatorial, con períodos que van de tres a siete años, y aunque sus consecuencias se centren en Colombia, Ecuador y Perú, sus impactos pueden alcanzar a todos los países del mundo si no se actúa inmediatamente.

De no acometerse acciones de largo plazo y extremada urgencia, las consecuencias de El Niño al igual que La Niña, amenazarán de forma creciente al medio ambiente global y a nuestra economía nacional. Dada la llegada de El Niño o de La Niña, y las dificultades vividas para cerrar unas reglas del juego que permitan conseguir un acuerdo operativo en la Cumbre del Clima que regularmente se lleva a cabo, Colombia, además de cumplir lo acordado en cumbre, debe revisar y ajustar sus medidas y estrategias para enfrentar su vulnerabilidad a los impactos del calentamiento global, relacionadas, entre otros aspectos, con las acciones de adaptación al cambio climático, buscando generar una mayor capacidad de respuesta tanto en los medios rurales y urbanos para enfrentar las sequías prolongadas e intensas de dicha fase seca del ENSO, como también durante los futuros eventos invernales de La Niña.

Deforestación

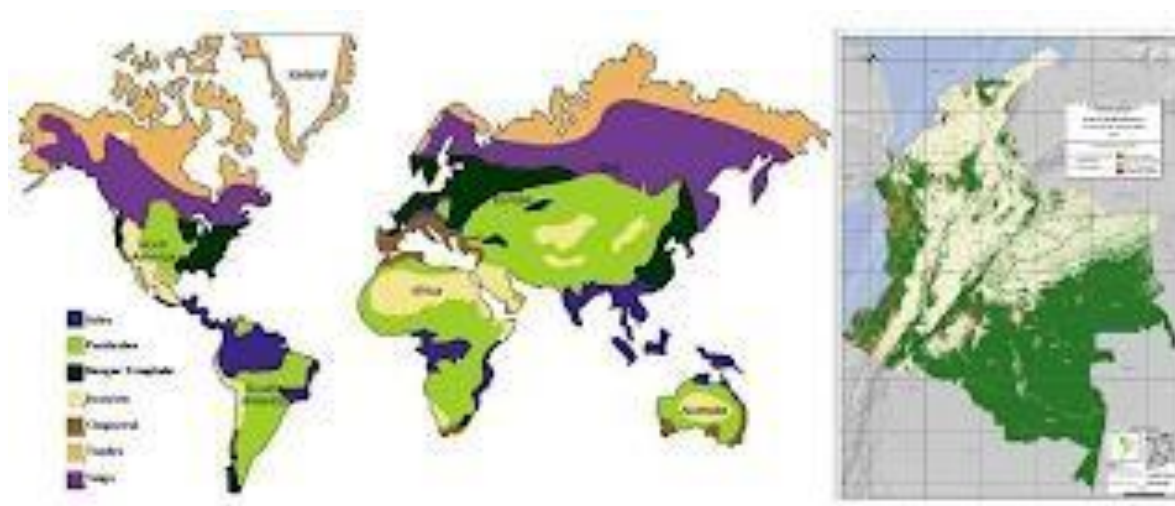


Imagen: Izq. Biomas terrestres: Mapamundi.co. Der. Cobertura forestal de Colombia. IDEAM

A mediados de 2015, la población mundial alcanzó los 7.300 millones de personas. Aunque 1.600 millones de seres humanos en los países más pobres sobreviven por los alimentos, materiales, agua, medicinas, fibras o leña que les provee, también con la deforestación los árboles están desapareciendo de la superficie de la tierra: cerca del 46% de los bosques del mundo, se ha arrasado por el Homo sapiens. Según la Universidad de Yale, aunque tenemos un per cápita global de 422 árboles, a través de la explotación forestal y de actividades como la agricultura, la ganadería o la minería, cada año derribamos alrededor de 15 mil millones de árboles, y en el comercio de madera mundial, de conformidad con la WWF, la ilegalidad representa 7.000 millones de dólares al año.

Las especies arbóreas que se estiman en 60 mil a nivel global, 9.600 de ellas en peligro de extinción. Del total, la mayoría que son tropicales, equivalen 1/5 de todas las especies de plantas terrestres. Brasil es el país con la población arbórea más diversa, con 8.715 especies, por delante de Colombia (5.776), Indonesia (5.142), Malasia (4.993), Venezuela (4.656), China (4.635), Perú (4.439), Ecuador (3.591), México (3.364) y Madagascar (3.234).

En cuanto al número de especies endémicas, la clasificación también está liderada por Brasil (4.333), seguido de Madagascar (2.991), Australia (2.584), China (2.149), Malasia (1.520), Papúa Nueva Guinea (1.395), Indonesia (1.372), Nueva Caledonia (1.365), México (1.341) y Colombia (1.282). Si en la década de 1990 Brasil fue el país en el que hubo mayor deforestación, con 22.264 km², y en Colombia, el hábitat natural de algunas se ha reducido el 80 por ciento, cinco de los 10 países que más deforestan en el planeta, son de África.

En Colombia, las principales causas de la deforestación son la expansión de la frontera agropecuaria, especialmente para ganadería extensiva, siembra de cultivos ilícitos, tala ilegal, minería e infraestructura, incendios forestales y presión por el crecimiento poblacional.

Como referente: si en Colombia, de 9,7 millones de hectáreas de bosques de niebla, en lo recorrido de la vida republicana solo resta el 25%, y de los bosques secos que cubrieron 9 millones de hectáreas, solo queda el 8 %, también en 200 años los guaduales de Colombia pasaron de 12 millones de hectáreas a tan sólo 50 mil, quedando de ellas 20 mil hectáreas en el Eje Cafetero y 6 mil en Caldas.

El papel de los bosques

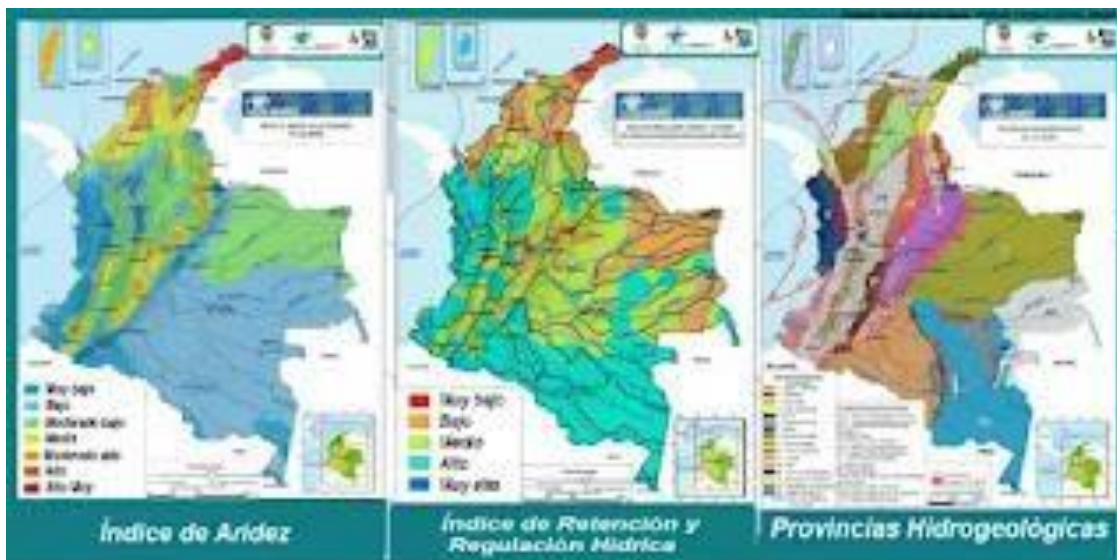


Imagen: Colombia: Índices de Aridez y de Retención y Regulación Hídrica, y provincias hidrogeológicas. ENA 2010. IDEAM

Ya los inviernos cada vez más húmedos y los veranos más secos, expresan el descontrol hídrico y pluviométrico, resultante de la tala de bosques, dado que, tras la pérdida de la cobertura forestal, se pierde la función reguladora del clima, ya que los bosques tienen una doble función: retienen humedad y descargan las nubes.

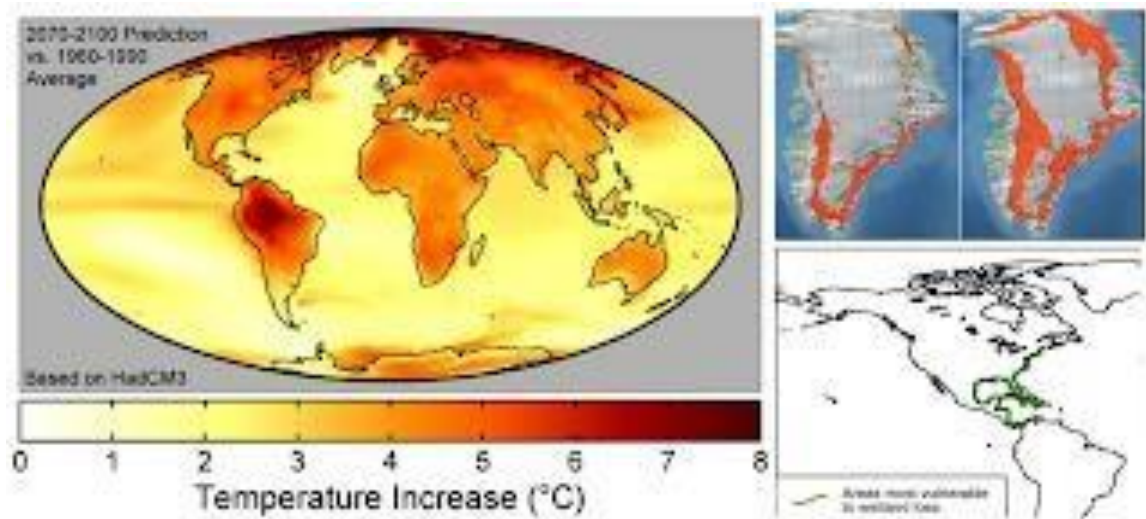
De la primera función, el resultado es la existencia de las aguas subterráneas gracias a que se favorece la infiltración, y por lo tanto el control hídrico, dado que el caudal de los ríos con cobertura vegetal gracias a los manantiales, resulta ser casi el mismo en invierno que en verano. Pero, lamentablemente, al dismantelar los bosques, favoreciendo las escorrentías, y darles muerte a las aguas subterráneas, se ha generado el descontrol hidrológico.

De la segunda función, tras la condensación de la humedad contenida en las masas de aire durante su tránsito desde los valles hacia la montaña, al descargarse las nubes también las lluvias resultan más moderadas y bien distribuidas. La condensación del agua contenida en la atmósfera, fenómeno que se establece en el ámbito del bosque, se anuncia con su ambiente húmedo de los musgos y el fresco del aire vecino al follaje.

Pero desafortunadamente, como consecuencia de la deforestación, se presenta además del descontrol hídrico y pluviométrico, una carga de

sedimentos de 150 millones de toneladas año que llegan al Caribe, 66% aportados por el Magdalena y 34% por el Cauca, lo que se expresa en grandes impactos socioambientales y económicos para como la pérdida del 90% de la pesca y el blanqueamiento del 80% de los corales entre Cartagena y Santa Marta. Si por el “efecto de pavimento” asociado a la potrerización de las montañas, las escorrentías van a las quebradas de inmediato, es porque sin la cobertura boscosa son breves los tiempos de concentración de las aguas lluvias y enormes los caudales de los torrentes. Así, la erosión de los cauces de montaña resulta inminente, mientras que, en los valles de salida de los ríos, la sequía y las inundaciones complementan la desgracia.

La problemática ambiental



Imágenes: Izq: Pronóstico global de incremento de la temperatura por cambio climático, en: apod.nasa.gov. Der: El mapa superior deshielo de Groenlandia de 1992 a 2002 en Biblioteca-tercer-milenio.com. El mapa inferior, el hábitat costero del Caribe, uno de los más afectados. Nicholls et al 1997.

El calentamiento global podría exterminar una fracción importante de las especies del planeta. La fusión del hielo en proceso, puede incrementar en decímetros el nivel del mar durante las siguientes décadas, causando erosión costera. Se prevé el incremento de los desastres asociados al clima: huracanes, sequías e inundaciones, y pérdidas causadas en la economía mundial de hasta un 20% del crecimiento. Habrá que desarrollar estrategias para prevenir la erosión costera, como preservación y propagación de los manglares, también vitales en caso de tsunamis.

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, la CEPAL y el Fondo Mundial para la Naturaleza, para el año 2050 los desastres naturales podrán ocasionar pérdidas por US\$ 100.000 millones. Además, la región, aunque solo contribuye con el 11% de las emisiones globales, por ser altamente vulnerable a los desastres naturales, deberá incrementar de forma sustancial sus inversiones en adaptación al cambio climático y en la mitigación preventiva, durante las próximas décadas. El cambio climático reducirá el número de huracanes en el Atlántico, pero estos serán más intensos. Las aguas abisales (profundas) de la Antártida se enfriaron de manera sensible a pesar del calentamiento global y esto podría hacer que América del Norte y Europa empezar a enfriarse en la próxima década.

Los ecosistemas mediterráneos y del Caribe, van a ser los más perjudicados: se cuantifican impactos del calentamiento, que probablemente se empezarán a notar a partir de 2020. Concentraciones elevadas de CO2 podrían reducir la calidad del forraje; además el calentamiento global puede cambiar los rendimientos de semillas. Si no actuamos ahora, nuestros hijos heredarán un mundo más caluroso, aire más contaminado y agua más sucia, inundaciones y sequías más intensas y más fuegos arrasadores. Es probable que, aunque se detengan hoy las causas del calentamiento, la recuperación del ecosistema tardará décadas y los daños serán irreversibles.

Escenarios de CC para Colombia

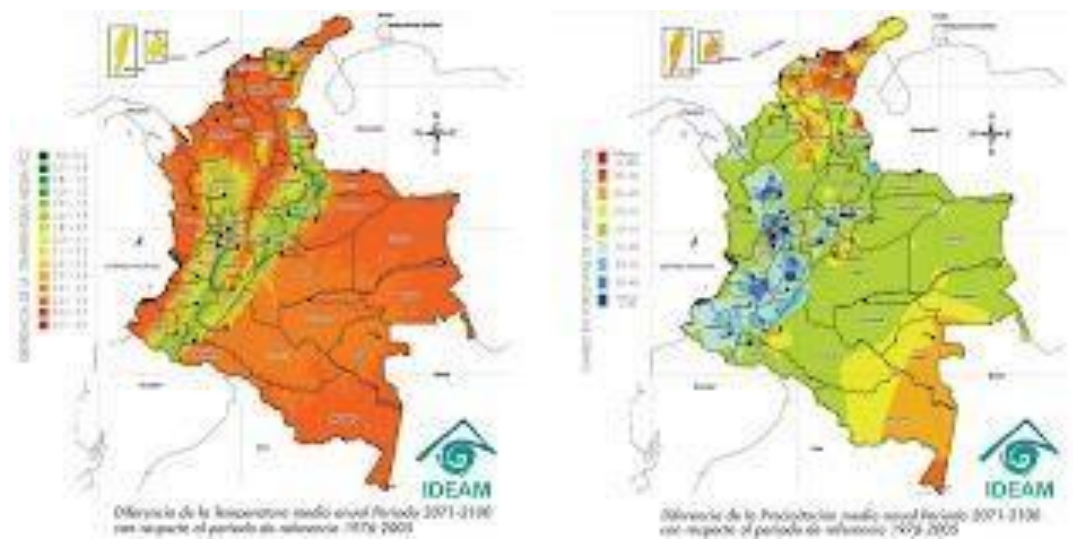


Imagen: Escenarios de Cambio Climático 2011-2100. IDEAM 2015.

En Colombia según el IDEAM, para el 2040, 2070 y 2100, habrá incrementos de Temperatura promedio en las áreas continentales y en su orden, de 0,9°C; 1,6°C y 1,4°C. Dichas cuantías se duplicarán en las zonas costeras, Orinoquia y Amazonia, mientras que en las zonas montañosas sólo alcanzarán a la mitad. También, en los mares y para los tres períodos, la temperatura se incrementaría en promedio y en su orden 0,6°C; 1°C y 1,5°C.

Las lluvias, que se incrementarán en las zonas de montaña entre un 10 y 40%, también se reducirán entre un 10 y 40% en la costa norte, en el archipiélago de San Andrés y en la Amazonía y Orinoquía. El mayor incremento de precipitaciones que se podrá presentar, con un aumento promedio del 28% respecto a los valores actuales, se dará para el fin de siglo en los departamentos de Risaralda y de Caldas. Una situación similar, deberá esperarse en el Nor-Occidente del Quindío y en la vertiente Oriental del Tatamá. Similarmente, los mayores incrementos de temperatura, se darán en el Valle del Magdalena (Más de 2°C) y en el Corredor del río Cauca (cerca de 1,5°C), comprometiendo poblados vecinos.

Sin duda alguna la investigación científica de nuestros principales centros relacionados con esta temática – el caso El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM como entidad del gobierno de Colombia dependiente del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible responsable de la información científica, hidrológica, meteorológica-, además de universidades y de dependencias de instituciones con funciones afines, es la mejor forma de contribuir al desarrollo de un objetivo común de protección climática a largo plazo, como el que se propone.

¿Y la Ecorregión Cafetera qué?

El territorio con una población de 3,7 millones de habitantes -76% urbanos y 24% rurales, y una extensión 27.249 km² del trópico andino, es un jardín deforestado. Veamos: según SIR – Alma Mater (2002): mientras la superficie apta para potreros era del 4 % del territorio, las coberturas en dicho uso alcanzaron el 49 %, y mientras el potencial forestal era del 54 %, las áreas en bosque bajaron al 19 %. Añade además que, para el año 2000, en los usos agrícolas y agroforestales, de un potencial del 21% y 20% en su orden, la cobertura agrícola era del 30% y la agroforestería no se implementaba.

El caso de Caldas

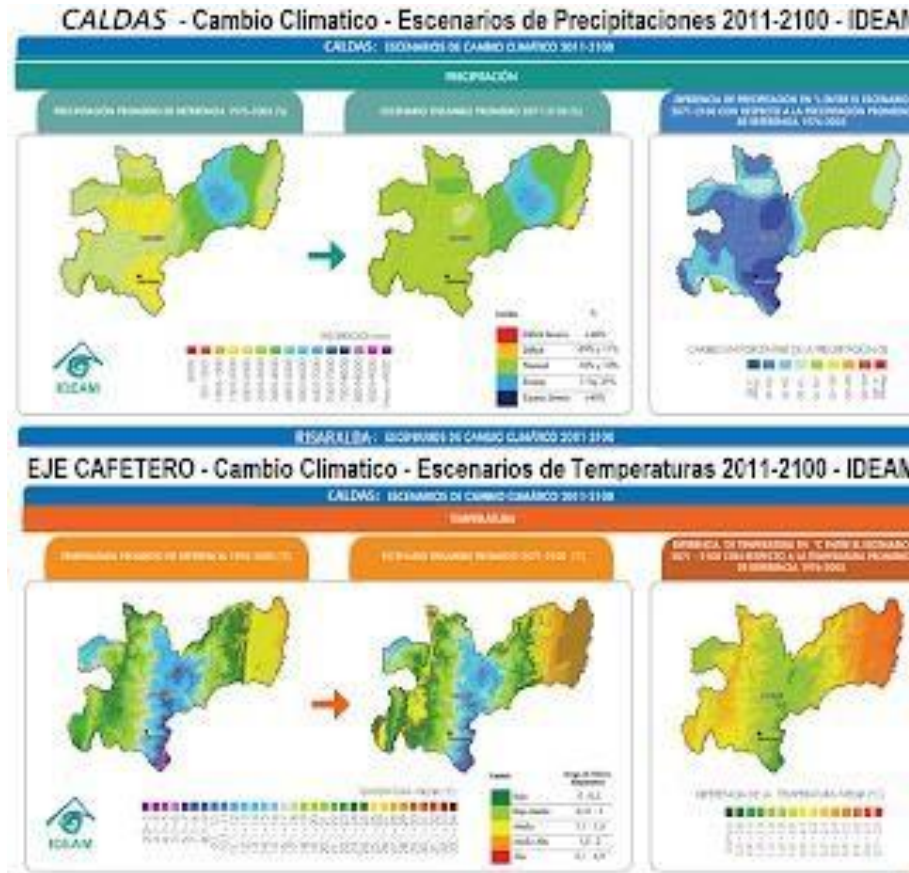


Imagen: Escenarios de Cambio Climático en Caldas al 2100. IDEAM

Para el fin de siglo la temperatura del Departamento de Caldas, según el IDEAM, podrá aumentar en 2,4°C en promedio, y los principales aumentos se podrán presentar en la región magdalenense donde podría incrementarse hasta en 2,5°C, sobre la temperatura actual de referencia. Y en precipitaciones, aunque Caldas sólo presentará disminuciones de precipitación del 10% en el oriente para los periodos evaluados, estima el IDEAM que por las vertientes del Cauca se darán aumentos de entre un 20% en 2040 y hasta un 28% en 2100, y que para fin de siglo la precipitación podrá aumentar entre un 30% y 40% en el pie cordillerano, desde Villamaría y Manizales hasta Salamina.

Para el IDEAM, los principales efectos en el departamento, podrían presentarse en los sectores de infraestructura vial y cuencas deforestadas en zonas de alta pendiente, debido al aumento de los porcentajes de precipitación y precaria regulación hídrica. Además, las coberturas nivales hoy en retroceso, seguirán disminuyendo en volumen debido al incremento de la temperatura, al tiempo que el sector agrícola podría afectarse por plagas

sostenidas en el tiempo y enfermedades fitosanitarias relacionadas con una mayor humedad relativa, lo que podría afectar severamente el rendimiento en cultivos de importancia para la alimentación y la industria.

Caldas, un paisaje verde deforestado

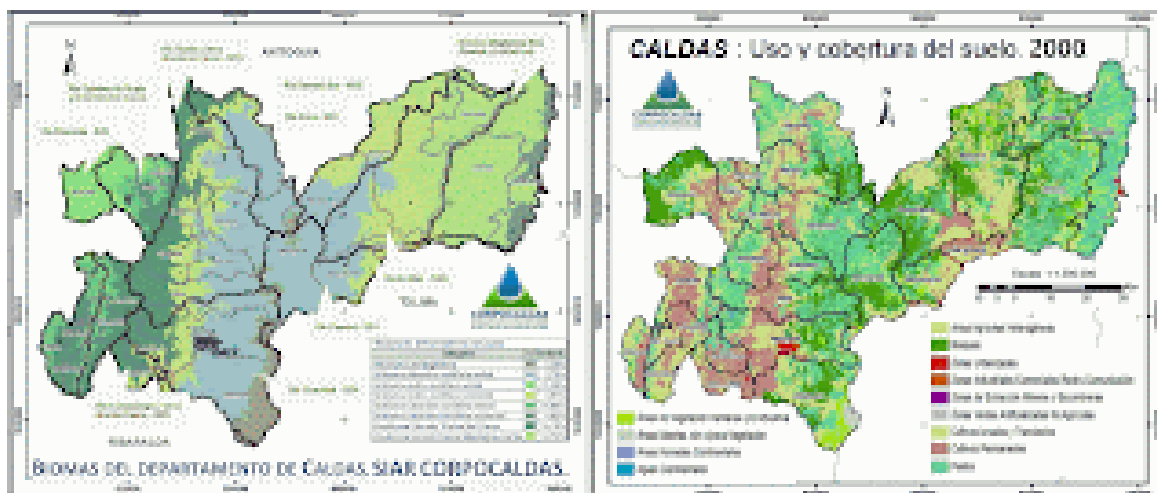


Imagen: Biomas de Caldas, Usos y Coberturas del suelo al año 2000. Corpocaldas.

Pero Caldas cuyo PIB le aporta el 1,6% a la Nación, con una superficie de 7888 km², una altitud media de 3190 msnm, y una población cercana al millón de habitantes, frente a la amenaza ¿cómo está? Pese a su relieve y ubicación geográfica, y de un sistema hidrográfico nutrido por dos cordilleras – la Occidental y Central cuyas vertientes drenan por cuencas del Magdalena y del Cauca-, también es un territorio vulnerable: además de una conurbación de 550 mil habitantes, en la cuenca del Río Chinchiná-Guacaica, bañada por uno de los ríos más contaminados de Colombia, es un paisaje deforestado que anuncia conflictos severos en el uso del suelo, y una amenaza alta de desabastecimiento para el corredor del Cauca entre Irra y la Pintada.

En Caldas, al 2019 el área de cultivos con una extensión de 104 mil ha, distribuidas en café (78907 ha), plátano 25004 ha y otros cultivos (10497 ha), sumada a las 111 mil ha del área forestal y en guadua, arrojan un total de 215 mil ha equivalentes al 29% del departamento, cuantía inferior a las 294 mil ha de las tierras destinadas a actividades ganaderas y pecuarias, o sea a potreros, que representan el 40% de Caldas. Siendo así, urge en Caldas resolver la carencia de instrumentos mínimos, como una cartografía temática y de detalle con mayor resolución para las zonas urbanas que las rurales, e incluir en ella

los mapas agrológicos, sin perder de vista las acciones que van en curso desde Corpocaldas y las oficinas de atención y prevención de desastres OMPAD de Manizales, y CREPAD de Caldas.

Y Manizales qué

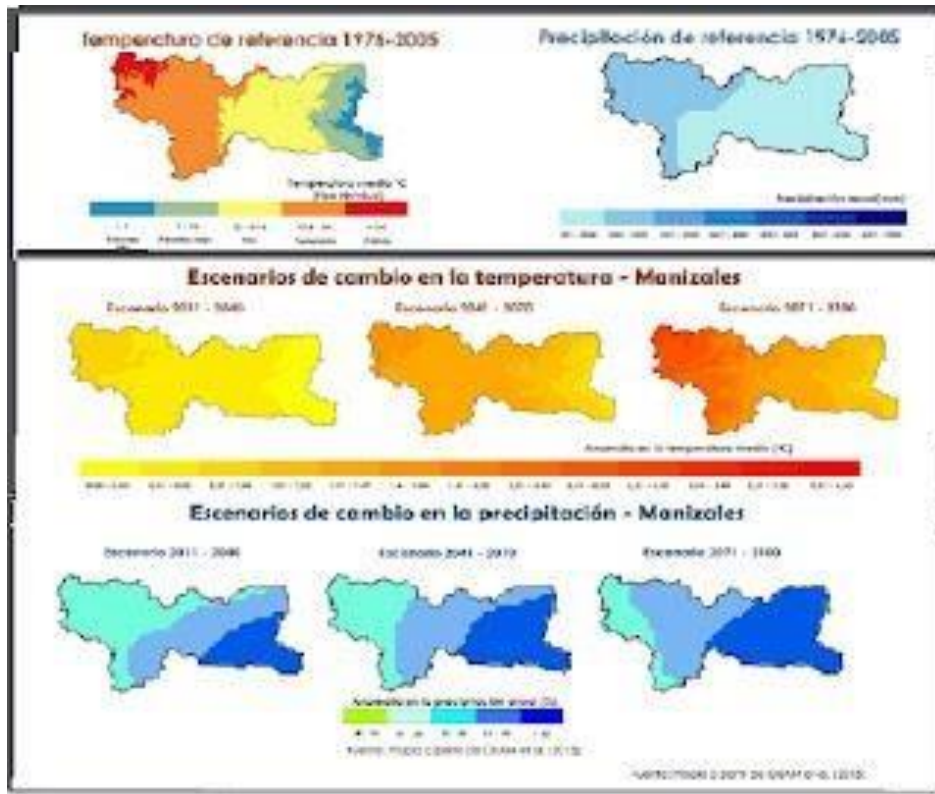


Imagen: Escenarios de Cambio Climático para Manizales al 2100. Corpocaldas-UAM e IDEAM.

Los desastres vividos por siniestros invernales en Manizales, obligan a superar el pesimismo y desconcierto ciudadano para repensar la gestión integral del riesgo asociado al cambio climático: a modo de ejemplo, el colapso del gasoducto y del servicio de agua en 2011, se pueden interpretar mejor al recorrer la vía al Magdalena, para señalar que lo que muestra su corredor con los mega deslizamientos, es la destrucción antrópica del suelo, a diferencia de lo que muestra la montaña reforestada del otro lado del río, en la que los ocasionales deslizamientos son la expresión de un fenómeno natural llamado erosión, más limitado. De ahí que debamos entender conceptualmente que el corredor de una carretera va más allá de su pavimento, muros y transversales, al extender su dominio hasta las micro cuencas y laderas del corredor vial.

Al igual que lo sucedido con el Terremoto del Eje Cafetero (1999), donde las

consecuencias superaron en varios órdenes las que se derivan de los acontecimientos de Manizales, suele ocurrir que siempre los desastres desnudan los conflictos y contradicciones que padece la sociedad afectada, al tiempo que sus consecuencias terminan flagelando con mayor severidad a los más pobres en razón a su vulnerabilidad económica y ambiental. Al respecto quisiera señalar que la Ingeniería como tal, no solo diseña del lado de la falla, sino que su propuesta científico-tecnológica en sí misma resulta insuficiente, requiriendo para su desempeño, además de la adaptación de los saberes y haberes de la cultura local, evaluar el riesgo no solo mirando la amenaza natural, sino también la vulnerabilidad total, desde una dimensión integral.

Tres acciones integrales

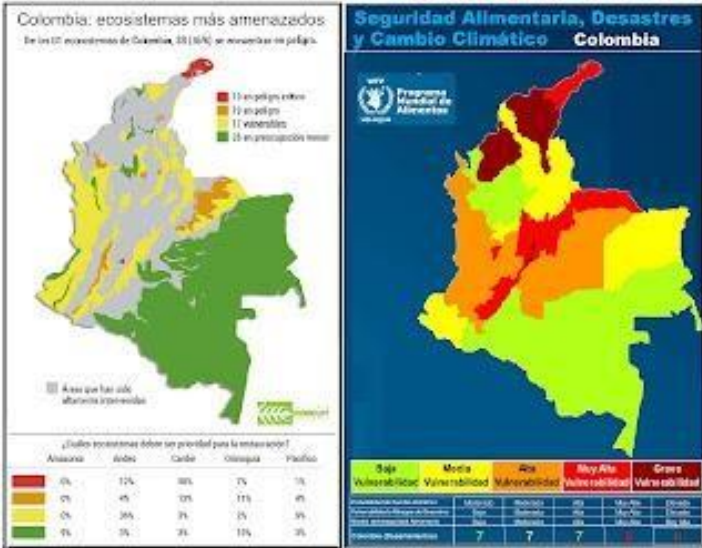


Imagen: Colombia – Ecosistemas amenazados (IAvH) y Vulnerabilidad al cambio climático (WFP)

En primer lugar, la investigación e instrumentación de la amenaza, porque podría sentarse como tesis que, de mantenerse la dinámica del último lustro, sus efectos desbordarían nuestro nivel de resiliencia, por la incapacidad de recuperar la base económica y ambiental de la ciudad: al comparar Las Niñas 2007/8 y 2010/11, ambas de nivel moderado y 10 meses de duración, mientras en la primera las cifras de damnificados no llegaba a 50 mil por cada invierno y los eventos eran puntuales, en la segunda superó 2 millones en cada una de sus dos temporadas de lluvias, y como eventos quedaron cerca de 30 municipios para reasentar, caso Gramalote, para no hablar de Bogotá sumida en el agua de los humedales que le robó a la sabana.

En segundo lugar, la adaptación al cambio climático, lo que supone cambiar rumbos y corregir disfunciones en el modelo socioambiental, mediante una construcción social del territorio para establecer unas relaciones de simbiosis y parasitismo entre los habitantes y el medio natural, ecológicamente sólidas y compatibles con la cultura: esto, para enfrentar estructuralmente la deforestación, la exposición a la amenaza y los conflictos entre uso y aptitud del suelo, cada que surge como oportunidad un nuevo ciclo de ordenamiento territorial como el de 2012-2023.

Y en tercer lugar, las políticas públicas para una planificación que incorpore la gestión del riesgo de forma integral, asunto para el cual el Estado Colombiano ha dado pasos fundamentales, al cambiar el perfil de la anterior oficina de Prevención y Atención de Desastres que surgió tras los sucesos de Armero, por la Dirección General del Riesgo con mayor capacidad y jerarquía, al tiempo que empieza a fortalecer el Sistema Nacional de Prevención y Atención de Desastres SNPAD de Colombia, el sistema de información ambiental, la gestión del recurso hídrico y el inventario de asentamientos y aseguramiento de bienes en riesgo: Manizales y Caldas, deben ahora fortalecer sus instrumentos a nivel departamental y municipal, para emprender la rehabilitación, reconstrucción y prevención, sector por sector.

Y para finalizar, sí de la prevención al desastre la diferencia es de un orden y del desastre a su recuperación de otro más, vale el dicho: “más vale prevenir que curar”. Sólo que las acciones han de ser de extremada urgencia y largo plazo, y por lo tanto estructurales, para desarrollar una cultura de adaptación al cambio climático, dada la complejidad de la crisis socioambiental de Colombia.

Epílogo I



lo padecemos al ver cómo presionamos la estructura ecológica del departamento y la capital caldense, para favorecer la especulación con la plusvalía urbana o extraer el oro contaminado nuestras fuentes hídricas, también logre prevenir: 1- el deterioro ambiental, 2- el incremento de la vulnerabilidad al cambio climático, y 3- la fragmentación de los frágiles ecosistemas de nuestros biomas del trópico andino.

Las acciones necesarias son la gestión ambiental territorial, la participación comunitaria, la incorporación de información útil y suficiente para el análisis de los problemas ambientales, y su relación con las administraciones municipales, con la planificación urbana y con el mercado, sobre todo el inmobiliario y el minero que presionan nuestras reservas forestales en Río Blanco y en Toldafría. Recuperar rondas hídricas y cuencas degradadas además de proteger la estructura ecológica, y de garantizar el agua para las fuentes energéticas, sistemas agrícolas y abastecimiento humano, beneficia las especies endémicas vulnerables y en riesgo de extinción, al resolver la fragmentación de su hábitat.

Epílogo II

En Colombia, al igual que las demás ciudades, Manizales, fundada el 12 de octubre de 1849 sobre un ramal cordillerano y a 2150 m s.n.m. en la cuenca media del Chinchiná, lugar que hasta el siglo XVI fuera habitado por indígenas Quimbayas, ha sido una ciudad donde las debacles asociadas a procesos naturales y a otros de origen antrópico, exigen una adaptación ambiental mediada por la cultura. Lo anterior, ya que son muchos y variados los pasivos ambientales de Manizales, relacionados con el uso conflictivo del suelo rural en un paisaje gravemente deforestado, sino también en el medio urbano por un modelo de ocupación expansionista que presiona la estructura ecológica del territorio.



Imagen: Fragmentación urbana y Cambio Climático. UN-Periódico.

La planificación para un desarrollo sustentable, en la que los usos del suelo garanticen la funciones social y ecológica de la propiedad, además de la prevalencia del interés general, debe empezar por una adaptación a las dinámicas del clima, cuyo fin sea proteger los derechos bioculturales de este territorio caldense como constructo cultural, y por lo tanto los frágiles ecosistemas con su biodiversidad y los servicios ambientales para las comunidades de base que lo habitan, en especial el suministro confiable de agua de calidad y la regulación hídrica y climática, previendo sus impactos.

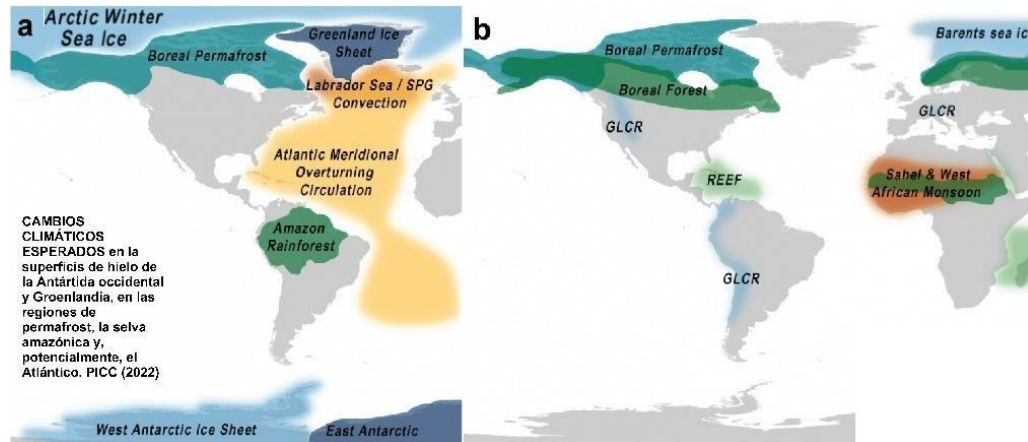
Finalmente, para el plan de adaptación al cambio climático y las acciones estructurales propuestas en las múltiples dimensiones del desarrollo, se requerirá implementar estrategias de gobernanza que faciliten la apropiación social de los procesos de ordenamiento y planificación, entendiendo el territorio como una construcción social e histórica, dado que en él es donde surge la cultura como el resultado de las complejas relaciones dialécticas entre la naturaleza y la sociedad. No olvidemos que la Constitución Política de 1991, que establece el desarrollo sostenible como meta social, le asigna una función ecológica a la propiedad, señala inequívocos deberes al Estado la materia, y precisa los derechos y obligaciones ambientales de los ciudadanos.

* *Gonzalo Duque-Escobar* – Profesor de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales, Miembro Correspondiente de la Academia Caldense de Historia, Socio Honorario de la SCIA y Socio de la SMP de Manizales. Manizales. Junio 3 de 2020. Ref. Este es el Capítulo 1 de un texto sobre Cambio Climático con autoría compartida de Ricardo Álvarez León.

**

CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA

ANTECEDENTES - Cap 2



Por: Ricardo Álvarez-León*

Resumen. Se ofrecen antecedentes y efectos del Cambio Climático nacional e internacional, dando evidencias de los posibles efectos del fenómeno en el corto y mediano plazo. Se enfatiza en los mecanismos internacionales para la prevención, manejo y atenuación nacional.

Palabras claves. Cambios climáticos esperados - PICC 2022.

REF: CAMBIO CLIMÁTICO EN COLOMBIA: Por: Gonzalo Duque Escobar y Ricardo Álvarez León. Manizales, 2022.

El “análisis de las consecuencias futuras del sistema climático de la Tierra depende de tener en cuenta la historia del planeta, que muestra la existencia de múltiples cambios climáticos originados en causas naturales, no antropogénicas” (Isaza-Delgado & Campos-Romero, 2007), por tanto: (1) Los grandes cambios climáticos de la Tierra se originan en la combinación de causas naturales y causas antropogénicas, que están gobernadas y acopladas entre sí por relaciones no lineales, (2) La no linealidad del sistema dinámico que subyace a la descripción del sistema climático terrestre implica que el principio de superposición no se cumple y, por lo tanto, no es posible

diferenciarlos efectos originados en causa antropogénicas de los efectos provenientes de los forzamientos naturales. No obstante, el igual que en cualquier otro sistema dinámico, el carácter no lineal del sistema, que rige la evaluación del sistema terrestre y determina sus condiciones de estabilidad, puede dar origen a efectos sorprendentes (eventos o procesos que se desvían de lo esperado por una comunidad y se pueden cuantificar) e inevitables, garantizando que se cumplen las condiciones apropiadas. Estos efectos se pueden agrupar en dos categorías 1. Efecto mariposa y 2. Bifurcaciones (Isaza-Delgado & Campos-Romero. 2007).

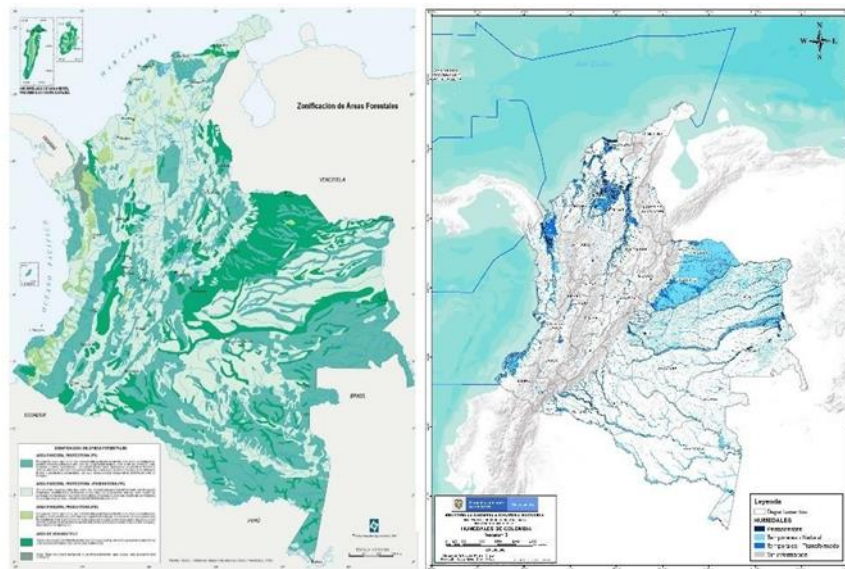


Imagen: Colombia. Áreas forestales (IGAC 2002), y Humedales (Minambiente 2022)

Según Caicedo (2022), “en 2022, la agenda del mundo se volvió a concentrar en el planeta y en los consensos que pueden ayudar a enfrentarel calentamiento global, primer causante del cambio climático, el mayor reto de esta generación. Colombia es un país altamente vulnerable a los efectos del Cambio Climático, y considera el aumento de las emisiones como un riesgo directo para sus posibilidades de desarrollo sostenible. Para el Estado colombiano el cambio climático es un asunto primordial que debe ser atendido de manera urgente”.

El mismo Caicedo (2022) afirma que “Cambio Climático es un fenómeno que está afectando al mundo. Colombia no es considerada uno de los países que más contribuya a esta problemática, sin embargo, ha dejado perder miles de

hectáreas de bosque que producen oxígeno al planeta. A pesar de que no se producen en el país grandes cantidades de gases de efecto invernadero, Colombia es uno de los más vulnerables del mundo a los efectos de este fenómeno. En Colombia hay cinco efectos visibles que demuestran como el calentamiento global está atacando con fuerza: el derretimiento de los glaciares, blanqueamiento de corales, pérdida de playas y erosión costera, eventos extremos y animales en peligro”

Colombia, “con la selva tropical más grande del mundo, las mayores reservas de agua dulce del planeta y la mayor cantidad de tierra cultivable para la producción de alimentos, la importancia de América Latina y el Caribe en la lucha contra el cambio climático es innegable. Sin embargo, la región también es altamente vulnerable a los efectos de la crisis climática, pese a que sus emisiones de gases de efecto invernadero no son significativas. Como resultado, los derechos humanos y ambientales están siendo amenazados en un contexto donde las personas defensoras están en riesgo constante. Tristemente, la región ha sido reconocida como la más peligrosa para quienes defienden el ambiente y los derechos humanos”. (Tigre et al., 2022).

Tipología general de humedales

“Los humedales son extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 m.”

<http://www.drpaulkeddy.com/pdffiles/Books/WE%206%20wetland%20types.pdf>

Dado que existen tantas clases diferentes de humedales, la taxonomía de estos ambientes es igualmente variada. Sin embargo, “se reconocen cuatro formaciones básicas según su fisonomía dominante y sustrato: (1) Bosques inundables (swamps): comunidades dominadas por árboles arraigados en suelos hídricos. (2) Ciénagas (marshes): comunidades dominadas por plantas herbáceas, usualmente emergentes y arraigadas en suelos hídricos. (3) Bofedales (bogs): comunidades dominadas por musgos y ericáceas arraigadas en turba profunda. (4) Pantanos (Fens): comunidades dominadas por hierbas

arraigadas en turba somera, usualmente con flujo considerable de agua. Área Total: 20.252.500 hectáreas (a) Ciénagas: 5.622.750 ha (principalmente en Bolívar y Magdalena), (b) Lagunas: 22.950 ha (c) Sabanas inundables: 9.255.475 ha (principalmente en Amazonas, Guainía y Guaviare) y (d) Bosques Inundables: 5.351.325 ha “ (Naranjo, 2012)

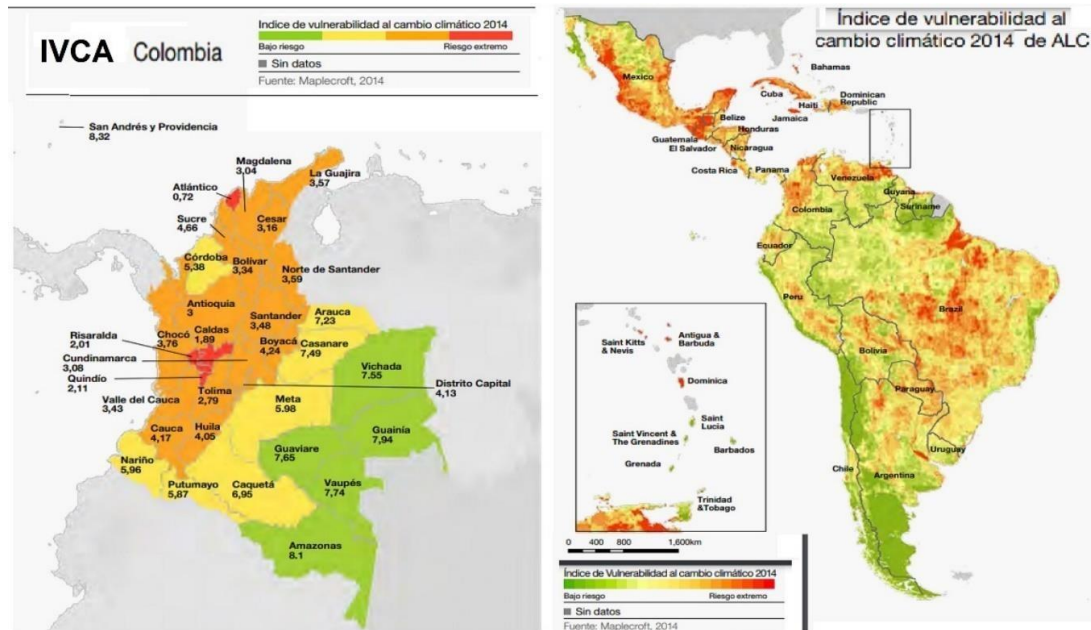


Imagen: Índice de Vulnerabilidad al Cambio Climático 2014 - Colombia y ALC. Maplecroft.

Hasta hace unos 10 años el tema de cambio climático era ciencia ficción. Hoy en día está incluido en la cotidianidad. Sin embargo, cuando se piensa en cambio climático y se tiene conciencia de la amenaza que representa, generalmente se le confunde con una serie de términos y se empieza a asociar con riesgos extremos, o con lo que en general se llama desastres naturales. El motivo para esta relación es más que obvio. Un barrido de noticias públicas desde 1990 hasta el 2008 en los diarios, nacionales e internacionales se muestra la ocurrencia cada vez mayor de estos eventos extremos relacionados con el clima y, aunque las tendencias de ocurrencia de cada tipo de evento, no es uniforme, cuando coinciden temporalmente la suma de sus impactos es devastadora. Esta es una visión del riesgo relacionado con cambio climático. En su percepción, es necesario distinguir las diferentes escalas temporales y espaciales de los fenómenos observados, para poder determinar cuál es la vulnerabilidad de un sistema de interés y responder en consecuencia con una estrategia de adaptación adecuada”. (Naranjo, 2010 a, 2010b).

“El litigio climático estratégico ha crecido lentamente en el continente como una herramienta crucial para complementar el trabajo por la defensa del ambiente, el territorio y los derechos de pueblos y comunidades. Litigar en el Sur Global y en América Latina es diferente a litigar en el Norte Global, con desafíos particulares que deben ser abordados estratégicamente. Los casos en algunos de los países más peligrosos para las personas defensoras ambientales podrían hacerlas más vulnerables a ataques y amenazas. La falta de recursos puede dejar sin protección a las y los demandantes que defienden valientemente la causa, no sólo frente a la violencia sino ante males más sutiles como el estrés emocional o la estigmatización. Otro gran obstáculo es la grave corrupción que afecta a la región, la cual implica un poder excesivo para las empresas. La corrupción es un fenómeno extendido y muy arraigado, especialmente en industrias multimillonarias como la de los combustibles fósiles y la extractivista. Existe el riesgo de que las empresas o los gobiernos coopten a las y los académicos. Además, demostrar y combatir la corrupción es extremadamente difícil y peligroso”. (Tigre et al., 2022).

Finalmente, “uno de los obstáculos más severos para que el litigio climático sea eficaz en América Latina y el Caribe es la dificultad a la que se enfrentan las y los litigantes en la implementación de las decisiones favorables. La región presenta algunas estadísticas alentadoras, pero al mismo tiempo alarmantes, en torno al litigio climático. Aunque la gran mayoría de los casos resueltos al momento han tenido decisiones favorables, la aplicación de estas ha sido, hasta ahora, insatisfactoria. Queda mucho por hacer en este frente, incluida la identificación de las deficiencias administrativas de los Estados que influyen en la dificultad de hacer cumplir las decisiones; y considerar, desde la fase de planificación de los casos, qué soluciones se solicitan y cómo se exigirá su implementación”. Tigre et al, 2022).

A pesar de estos retos, “el litigio climático ya está demostrando el poder que tiene para promover el cambio: En Colombia, por ejemplo, comunidades indígenas Wayúu promovieron una acción para anular el permiso ambiental de una colosal mina de carbón, situada en el Cerrejón (Guajira). Lo mismo ha ocurrido en Perú, en México, en Argentina, en Ecuador, y en Chile, con diferentes casos y ecosistemas, donde diferentes ONG’s y personas de las comunidades han enfrentado casos graves por el daño ambiental causado. Este contexto se creó la Plataforma de Litigio Climático para América Latina y el Caribe. La Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente AIDA, una ONG regional que utiliza el derecho para proteger el ambiente y los

derechos humanos, lideró el esfuerzo en estrecha colaboración con organizaciones regionales y litigantes que han estado detrás de algunos de los casos en la región. (Tigre et al., 2022).

AIDA “lanzó la plataforma en un seminario web y la plataforma ofrece, de forma amigable e intuitiva, información en español sobre los casos judiciales de la región que utilizan argumentos climáticos. Incluye una sección de recursos descargables que pueden ser útiles para quienes tienen previsto utilizar la ley para impulsar sus casos. El objetivo es promover más casos y mejores resultados. Por ello, la plataforma es una herramienta que permite entregar y compartir estrategias, experiencias y argumentos sobre litigio climático; ayudar a crear y fortalecer alianzas; así como facilitar el contacto entre personas que trabajan a favor del ambiente y el clima.

Esta iniciativa surge de la colaboración con diferentes organizaciones. Es una iniciativa transversal y participativa que se nutre del trabajo colectivo y que encaja con los esfuerzos de colaboración del Sabin Center. En diciembre de 2021, el SabinCenter lanzó la Red de Revisión por Pares de Litigio Climático Global para mejorar el campo de estudio y la práctica del litigio climático, así como para garantizar una representación geográfica amplia y equitativa en su Base de Datos de Litigio Climático Global. La red incluye relatores nacionales que ayudan a garantizar que la base de datos sea completa y esté actualizada. Además, el Sabin Center trabaja continuamente en alianza con iniciativas regionales que analizan específicamente el litigio climático en un contexto nacional o regional”. (Tigre et al., 2022).

Como parte de este esfuerzo continuo, el Sabin Center se ha asociado con AIDA para compartir información y facilitar el intercambio entre quienes colaboran con los dos proyectos. El lanzamiento de esta plataforma regional de litigio climático no sólo es una gran noticia para América Latina y el Caribe, sino también para toda la comunidad global activa que utiliza los tribunales en favor del planeta. En este contexto se creó la Plataforma de Litigio Climático para América Latina y el Caribe. La Asociación Interamericana para la Defensa del Ambiente (AIDA), una ONG regional que utiliza el derecho para proteger el ambiente y los derechos humanos, lideró el esfuerzo en estrecha colaboración con organizaciones regionales y litigantes que han estado detrás de algunos de los casos en la región. (Tigre et al., 2022).

El Cambio Climático es un fenómeno que está afectando al mundo. Según

Anónimo (2022), “Colombia no es considerada uno de los países que más contribuya a esta problemática, sin embargo, ha dejado perder miles de hectáreas de bosque que producen oxígeno al planeta. A pesar de que no se producen grandes cantidades de gases de efecto invernadero, el país es uno de los más vulnerables del mundo a los efectos de este fenómeno”. En Colombia hay cinco efectos visibles que demuestran como el calentamiento global está atacando con fuerza, y los identifica como: (1) el derretimiento de los glaciares, (2) el blanqueamiento de corales, (3) la pérdida de playas y erosión costera, (4) los eventos extremos y (5) los animales en peligro de extinción”. El fenómeno ampliamente conocido y sustentado en el IPCC (2007), dice “que está ocurriendo un Calentamiento Global que trae asociado fenómenos como el ascenso del nivel del mar y un cambio climático. Estos fenómenos globales de diversa forma y grado afectarán los ecosistemas y los sistemas socioeconómicos de diferentes regiones del planeta. Todos los países serán impactados por tales fenómenos y Colombia no es la excepción, razón por la cual en el país hay una alta preocupación sobre el tema en diversos niveles del Estado, en las instituciones, sectores socioeconómicos, en entes territoriales y en la comunidad nacional en general”.

El Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), en cumplimiento de las funciones de informar al Estado y a la comunidad colombiana acerca del ambiente, particularmente sobre el clima, “ha venido desarrollando investigación para detectar las evidencias del Cambio Climático en Colombia y para elaborar los escenarios climáticos que con mayor probabilidad se presentarían en los próximos decenios. En la actualidad, el IDEAM basado en estudios propios y en el estado del tema en el país, dispone del conocimiento suficientemente sustentado sobre el Cambio Climático en Colombia, el cual presenta a las diferentes entidades, sectores socioeconómicos y regiones del país, así como al público en general, para que sirva de elemento en las decisiones de programas de mitigación del calentamiento global y de adaptación al cambio climático”.

La última investigación realizada por IDEAM, “calculó, para Colombia, un aumento de la temperatura media del orden de 0.13°C/década para 1971-2000 y, el ensamble multimodelo de los escenarios de cambio climático proyectan que la temperatura promedio del aire en el país aumentará con respecto al período de referencia 1971-2000 en: 1.4°C para el 2011-2040, 2.4°C para 2041-2070 y 3.2°C para el 2071-2100. A lo largo del siglo XXI, los volúmenes de precipitación decrecerían entre un 15% y 36% para amplias

zonas de las regiones Caribe y Andina y existirían incrementos de precipitación hacia el centro y norte de la Región Pacífica. La humedad relativa disminuiría especialmente en La Guajira, Cesar, Tolima y Huila”. Anónimo (2022)

Recientemente, (Costa-Posada, 2007) afirma que “se alcanzó el consenso político y científico de que el Cambio Climático es una realidad y que es causado por el hombre. Sin embargo, esto tomó demasiado tiempo y, mientras tanto, el fenómeno ya está afectando al planeta hasta llegar a un nivel considerado irreversible, sin que se adoptaran medidas efectivas para enfrentar el problema. Además de tratar de reducir emisiones de GEI para controlar la magnitud del impacto, es indispensable iniciar acciones para anticiparse a dichos impactos. Esto requiere innovación para aprovechar el conocimiento y la tecnología disponible de manera ingeniosa, mientras se desarrolla conocimiento y tecnología específica” (Costa-Posada, 2007).

Con base en análisis del comportamiento de largo plazo en diferentes componentes del sistema climático (particularmente de la atmósfera, océano y noosfera) se presenta la manifestación del cambio climático en Colombia; se presenta igualmente los resultados preliminares de la construcción simulada de las condiciones de clima que se podrían observar a finales del siglo XXI sobre el territorio colombiano bajo el escenario de una duplicación del dióxido de carbono atmosférico.



Imagen: Mapa de Ecosistemas de Colombia - Ideam 2017

Implicaciones esperadas.

-El territorio colombiano podría verse afectado por un calentamiento entre 1 - 1.5°C y por alteraciones de la precipitación que podrían estar entre -15 y +15% del acumulado anual promedio 1961-1990. De la misma manera se presentarían cambios en la distribución de la precipitación en el territorio nacional.

-Aunque las alteraciones serían diferentes en las regiones del país: en algunas podría presentarse mayor precipitación que en la época actual, en otras podría ser menor.

-El aumento de la temperatura traería un desplazamiento hacia mayores alturas de los cinturones bioclimáticos. Cultivos muy sensibles a la temperatura ambiental tendrían que desplazarse, o al menos sus rendimientos sufrirían variaciones apreciables. En ambos casos existirían tanto beneficiados como afectados. En el cinturón cafetero, por ejemplo, los cultivadores que producen hoy en día por debajo de los 1.200 m se verían perjudicados, mientras que quienes cultivan a más de 1.800 m podrían obtener mejores rendimientos.

-Otra manifestación del cambio climático que podría afectar a Colombia es el incremento del nivel del mar. Este podría traer consecuencias de gran magnitud en las zonas costeras e insulares, como también en las zonas de los deltas de los grandes ríos del país. Este incremento traería problemas a las zonas costeras ya los territorios insulares del planeta.

-El agua de mar podría inundar algunas partes de las actual de las ciudades costeras, que también se verían afectadas por problemas de reflujos de aguas negras. Los fenómenos como el alto oleaje y las mareas altas llegarían a niveles más altos que los actuales. El fenómeno del Niño ocurriría con mayor frecuencia, con todas las consecuencias que ello acarrea. Igualmente, con la elevación del nivel del mar se podría presentar una intrusión de aguas saladas a los sistemas de agua dulce de zonas costeras, con las consiguientes consecuencias a la vida animal y vegetal de esos cuerpos de agua.

-Es conveniente llamar la atención acerca de la posible magnitud del efecto del cambio climático en Colombia y de los potenciales impactos con el fin de que se lleven a cabo investigaciones más detalladas sobre los escenarios más probables y sus impactos, a fin de sustentar mejor, la planificación de largo

plazo que servir de medidas de adaptación a dichos cambios. (Pabón-Salcedo, 2003).

El Cambio Climático en Colombia, “tendrá en general un balance negativo para la ganadería, ya que se prevén pérdidas en la producción de leche y carne de hasta 7,6% y 2,2% respectivamente. A nivel regional, los resultados muestran a los Departamentos de Nariño, Caquetá, Casanare, Cundinamarca y Córdoba como los más afectados. La ordenación de la producción bovina es una de las medidas más necesarias que se requiere implementar, buscando zonas con características ambientales y socioeconómicas más apropiadas para la intensificación de la producción, identificando sistemas de producción eficientes y sostenibles en áreas con algunas limitaciones ambientales, y ofreciendo nuevas alternativas a pobladores de áreas para la reconversión de pasturas a otros usos del suelo. Igualmente, importante es la investigación, la validación y el fomento de pasturas con características deseables en cuanto a la tolerancia a encharcamientos y sequias, al igual que especies de leguminosas, arbustos y árboles adecuados para las condiciones de cada región. Se requiere una línea base que permita conocer el estado de las alternativas de producción bovina sostenible y la demanda tecnológica para cada región para propiciar una gestión de la investigación basada en resultados. Este documento es uno de los análisis sectoriales que conforman la serie "Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia del Banco Interamericano de Desarrollo (BID)". (Tapasco et al., 2015).

Son “criterios para el análisis de resiliencia y adaptación Teniendo en cuenta que el estado de los humedales y de su integridad ecológica determina la capacidad de suministrar servicios y generar beneficios a la población, una de las metas de la gestión en estos ecosistemas es fortalecer la capacidad social para gestionar su propia resiliencia, entendida como la capacidad del sistema socio-ecológico de responder a las perturbaciones sin perder sus estructuras, procesos y mecanismos de retroalimentación esenciales” (Adger et al., 2005). Lo cual es un “elemento crítico en la búsqueda de la sostenibilidad. Para entender la resiliencia de los humedales se debe hacer un análisis en el tiempo y evaluar los cambios históricos en los procesos clave para hacer ejercicios de prospectiva que permitan identificar sus trayectorias en el futuro para la toma de decisiones. El éxito de las intervenciones radica en la capacidad humana de anticiparse y de pre - pararse para el futuro, mejor de lo que pueden hacerlo los sistemas ecológicos. Esa diferencia fundamental entre el funcionamiento humano y el ecológico es significativa para comprender las actuaciones de los

grupos sociales en el pasado y también como pueden pensar y diseñar sus actuaciones en el futuro. Para un adecuado análisis sobre la toma de decisiones es fundamental observar las relaciones históricas. Esto permite reconstruir los procesos que han generado los problemas ambientales e identificar el patrón de cambios y de respuestas adaptativas del sistema, lo que facilita el estudio de las posibles respuestas futuras” (Swetnam et al., 1999; Walker et al., 2002; Berkes et al., 2003; González et al., 2008). Es importante también identificar “cuándo las intervenciones políticas, ecológicas o económicas han sido exitosas o no, para la reorganización de relaciones más sostenibles entre los seres humanos y la naturaleza. Adicionalmente, es necesario, en un proceso de delimitación, alcanzar una visión compartida en relación con la situación existente del humedal y con la planificación futura, creando un espacio de debate y aprendizaje social” (Rist et al., 2007).

La “planificación de escenarios de futuro nace como una herramienta para orientar la toma de decisiones, a través de la implicación de los actores sociales que favorece la generación de conocimiento compartido y la cooperación de los mismos en la gestión de los humedales. Los escenarios exploran la incertidumbre asociada a eventos futuros y ayudan a la creación de estrategias proactivas para adaptar la gestión a estos eventos” (Huss, 1988; Wollenberg et al., 2000).



Imagen- Colombia. Sistema de Parques Nacionales Naturales (PNN), y Biomas de Colombia (Didactalia.net)

Peláez & Aponte (2014), incluyen “un análisis detallado del establecimiento de áreas protegidas y corredores biológicos en América Latina. Discuten el valor de estas estrategias de conservación como medidas de adaptación basadas en ecosistemas (AbE) que permiten “conservar, restaurar y gestionar de manera sostenible los ecosistemas y los recursos naturales, y complementan o incluso reemplazan otras medidas de adaptación al Cambio Climático, como aquellas de infraestructura de construcción” (GIZ, 2012). Adicionalmente, en el presente documento analizan y evalúa el estado de las políticas públicas de mitigación y adaptación al cambio climático que están siendo implementadas en países de América Latina que se relacionan con la conservación de la biodiversidad. Dependiendo de la información disponible, se presentan sus principales efectos sobre la conservación de la biodiversidad y sobre la adaptación al cambio climático, los presupuestos asignados para su implementación, sus costos y sus beneficios” (GIZ, 2012).

En total se identificaron 78 políticas públicas que han sido o están siendo implementadas en América Latina. Las políticas evaluadas presentan en su mayoría un enfoque hacia acciones dirigidas a la mitigación y a la adaptación frente al cambio climático. Estas acciones se plasman en estrategias, planes, programas y leyes, que se implementan principalmente en países como México y Costa Rica. Además, sobresalen las políticas dirigidas al fortalecimiento de las ANPs. De los países de la región cuyas políticas fueron evaluadas, se observa que todos cuentan con planes, programas y leyes que involucran la protección de las áreas naturales protegidas y con sistemas que buscan asegurar su protección efectiva. Por su parte, la mayoría de instrumentos económicos en América Latina se encuentran dirigidos al pago por servicios ambientales. Colombia, Costa Rica, Ecuador y México son los países en los que se impulsan en mayor medida este tipo de instrumentos. Asimismo, los gobiernos de la región, las agencias de cooperación, y los bancos multilaterales, se encuentran impulsando un gran número de instrumentos económicos enfocados en la conservación y gestión de recursos forestales incorporados en leyes, planes y programas dirigidos a la conservación y el desarrollo de las áreas forestales. Como conclusión del presente estudio, es posible afirmar que existe un gran número de políticas públicas en América Latina dirigidas a la adaptación y mitigación al cambio climático, y a la conservación de la biodiversidad. Esto muestra el gran interés de los países de América Latina por buscar alternativas para asegurar la conservación de la

biodiversidad y disminuir su vulnerabilidad frente a los efectos del cambio climático global”. (GIZ/CEPAL, 2012).

Colombia dispone de varias iniciativas que relacionan de manera explícita la conservación de la biodiversidad y el cambio climático. Esto podría estar relacionado con la amplia participación de las universidades e institutos de investigación en el desarrollo de políticas, proyectos y estrategias nacionales. Es así como la “Política Nacional para la Gestión Integral de la de Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)”, que fue elaborada con la amplia participación de organizaciones académica y centros de investigación, presenta las principales normas vigentes que reglamentan aspectos claves de la gestión en biodiversidad y la institucionalidad ambiental nacional, los instrumentos nacionales para la gestión de la biodiversidad, los convenios y convenciones relacionadas con la conservación de la biodiversidad que Colombia ha firmado, y los sistema de información ambiental que apoyan la toma de decisiones a nivel nacional. (Uribe-Botero, 2015).

Criterios para el análisis de resiliencia y adaptación.

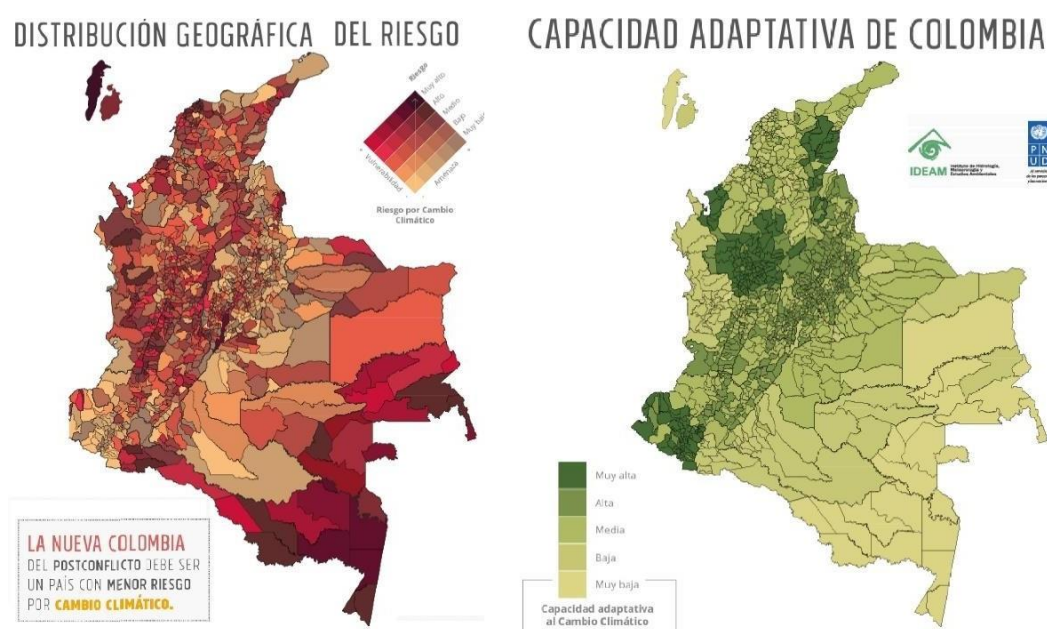


Imagen: Colombia- Riesgos por Cambio Climático y Capacidad de adaptación 2021. IDEAM-PNUD.

“Teniendo en cuenta que el estado de los humedales y de su integridad ecológica determina la capacidad de suministrar servicios y generar beneficios

a la población, una de las metas de la gestión en estos ecosistemas es fortalecer la capacidad social para gestionar su propia resiliencia, entendida como la capacidad del sistema socioecológico de responder a las perturbaciones sin perder sus estructuras, procesos y mecanismos de retroalimentación esenciales lo cual es un elemento crítico en la búsqueda de la sostenibilidad” (Adger et al., 2005).

Para entender la resiliencia de los humedales se debe hacer un análisis en el tiempo y evaluar los cambios históricos en los procesos clave para hacer ejercicios de prospectiva que permitan identificar sus trayectorias en el futuro para la toma de decisiones. El éxito de las intervenciones radica en la capacidad humana de anticiparse y de pre - pararse para el futuro, mejor de lo que pueden hacerlo los sistemas ecológicos. Esa diferencia fundamental entre el funcionamiento humano y el ecológico es significativa para comprender las actuaciones de los grupos sociales en el pasado y también como pueden pensar y diseñar sus actuaciones en el futuro”. (Walker et al., 2002).

Para un adecuado análisis sobre la toma de decisiones es fundamental observar las relaciones históricas. “Esto permite reconstruir los procesos que han generado los problemas ambientales e identificar el patrón de cambios y de respuestas adaptativas del sistema, lo que facilita el estudio de las posibles respuestas futuras (Walker et al., 2002; Berkes et al., 2003; González et al., 2008). “Es importante identificar cuándo las intervenciones políticas, ecológicas o económicas han sido exitosas o no, para la reorganización de relaciones más sostenibles entre los seres humanos y la naturaleza.

Adicionalmente, es necesario, en un proceso de delimitación, alcanzar una visión compartida en relación con la situación existente del humedal y con la planificación futura, creando un espacio de debate y aprendizaje social (Rist et al., 2007). La planificación de escenarios de futuro nace como una herramienta para orientar la toma de decisiones, a través de la implicación de los actores sociales que favorece la generación de conocimiento compartido y la cooperación de los mismos en la gestión de los humedales. Los escenarios exploran la incertidumbre asociada a eventos futuros y ayudan a la creación de estrategias proactivas para adaptar la gestión a estos eventos” (Huss, 1988; Wollenberg et al., 2000)” (Vilardy et al., 2014).

Fomento del desarrollo sostenible y de la cohesión social: inversiones en bienes públicos regionales

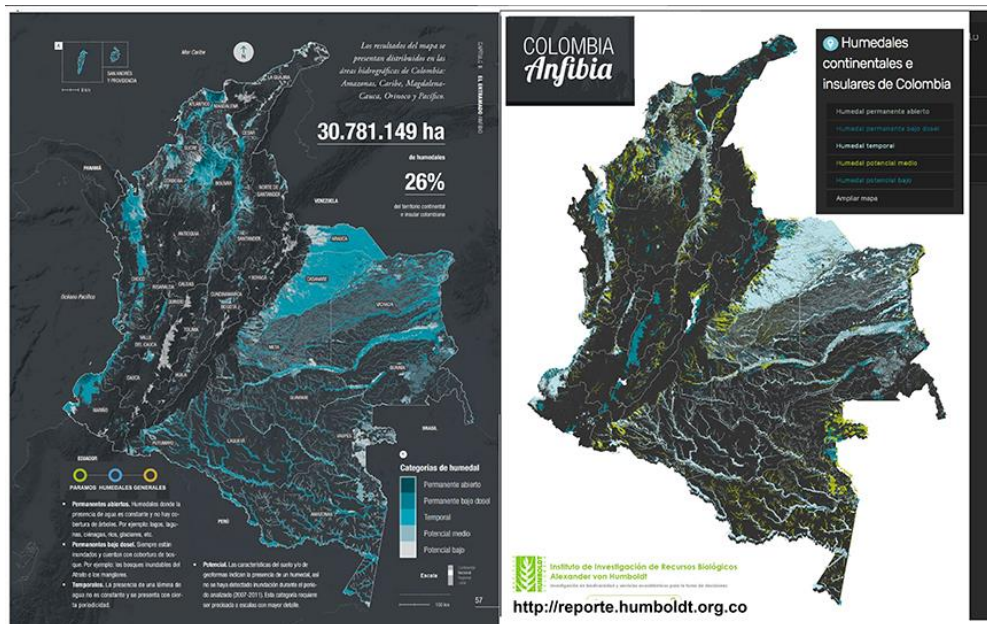


Imagen: Colombia Anfibia: mapa de humedales y cuerpos de agua. IAVH 2105

El objetivo de este nuevo programa es apoyar a los gobiernos de América Latina y del Caribe en ampliar, visiblemente, sus posibilidades de acción respecto a procesos de reformas y negociaciones, tanto a nivel nacional como regional, en los ámbitos del desarrollo sustentable, de inversiones en bienes públicos, buena gobernanza, agua, energía y mitigación de los impactos del cambio climático. Los componentes y áreas temáticas para el logro de estos objetivos son: (a) Componente 1. Cambio climático: probadas y nuevas oportunidades para las energías renovables y la eficiencia energética, (b) Componente 2. Renovación del pacto fiscal, y (c) Componente 3. Cooperación o integración: Inversión en bienes públicos regionales (GIZ/CEPAL, 2012).}

Colombia es rica en agua, “pero esa riqueza no llega a todos los colombianos. Aunque es uno de los nueve territorios del mundo con mayores recursos de agua, un tercio de su población urbana está afectado por estrés hídrico. No por tener abundancia en ríos y costas sobre dos mares, Colombia es un país rico en agua. Es cierto que su posición privilegiada en una de las zonas más lluviosas del planeta, produce grandes y torrentosos ríos que corren a lo largo de la geografía. Además, de acuerdo con un estudio del Instituto Alexander von Humboldt (2015), más del 25% del territorio nacional está constituido por humedales. Esto parece ser consistente con que en los años en que el

Fenómeno de la Niña es más fuerte, una parte importante del país sufre de inundaciones. Pero ¿toda esta agua está disponible para su uso por parte de las poblaciones? (Jaramillo-Villa et al., 2015, 2016; Rivera, 2021).

El concepto de riqueza “tiene varias interpretaciones, pero se suele dar valor al agua en función de su uso. Es muy frecuente que en los primeros meses del año abunden las noticias de municipios que no tienen suficiente agua para la población. La discrepancia que existe entre la cantidad y la disponibilidad de agua para su uso, se explica principalmente por la estacionalidad de las lluvias. La estación seca define realmente cuánta agua queda disponible para el consumo y la agricultura. Cuando el agua que cae es menos que la que se evapora y la que usan las plantas, se habla de que existe un déficit y algún grado de aridez. De acuerdo con datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2021), la cuarta parte del país sufre de sequía, siendo las zonas más pobladas donde este déficit es mayor. Colombia, tal vez es un país muy rico en la variedad y cantidad de ecosistemas acuáticos, pero el agua disponible para el uso de la población es otro asunto”. (Rivera, 2021).

Algunos de los escenarios del cambio climático sugieren que los períodos de lluvias serán mucho más húmedos, y la estación seca será más intensa. Las primeras proyecciones sobre los escenarios de dicho fenómeno fueron realizadas hace más de 20 años y el futuro se ha vuelto un presente en donde cada año el clima parece más extremo. Así, en términos de las necesidades de los colombianos, el país está más cerca de ser deficitario que rico en agua.

...

*** (2) Biólogo Marino. Fundación Verdes Horizontes, Manizales (Caldas)**
ricardoalvarezleon@gmail.com

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Acuerdo Climático: avance necesario pero insuficiente. Duque Escobar, Gonzalo (2018) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] U.N. de Colombia.

Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Graciela O. Magrín (2015). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)

Adaptación al cambio climático para Manizales. Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia. La Patria. 2011. Act. 2022.

Adaptación al cambio climático en ciudades costeras de Colombia. Invemar, Grupo Laera, GCAP y CDKN (Eds.). 2014.

Adger, W.N., Hughes, T.P., Folke, C., Carpenter S.R. & Rockström J. 2005. Socioecological Resilience to Coastal Disasters. *Science* 309: 1036–1039.

Agendas de Cambio Climático. Departamento de Caldas, Universidad Autónoma de Manizales (2019), CORPOCALDAS, Manizales.

Agua para un mundo sostenible: datos y cifras. WWDR (2015). Informe de las Naciones Unidas sobre los recursos hídricos en el mundo. UNESCO 2015.

Agua y Clima en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo. In Semana Ambiental de Manizales. Teatro Fundadores. 2017. (Act 2020).

Agua y clima en la Ecorregión Cafetera de los Andes de Colombia. Gonzalo Duque-Escobar. In: Jornada Académica “Laudato Sí: El cuidado de la casa común”. U C de Manizales. 2016.

Alteraciones del régimen hidrológico y de la oferta hídrica por variabilidad y cambio climático. Mauricio Bedoya, Claudia Contreras y Franklin Ruiz. Estudio Nacional del Agua ENA 2010- IDEAM.

Amazonia colombiana: Imaginarios y realidades. U. Nacional de Col. Sede Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones – IMANI, Bogotá.

Amazonia: un mundo de agua y complejas relaciones. Santiago R. Duque (2011) Universidad Nacional de Colombia Sede Amazonía. Instituto Amazónico de Investigaciones, Bogotá.

Amenaza climática en el trópico andino. Duque Escobar, Gonzalo. 2010-07-19. Act. 2021. Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

Análisis comparativo de modelos hidrológicos de simulación continua en cuencas de alta montaña: caso del Río Chinchiná. Ocampo, O. L., & Vélez, J. J. (1). REVISTA Ingenierías Universidad de Medellín, 13(24), 43-58.

Análisis de la Vulnerabilidad frente a la Amenaza Hidrogeológica. Gonzalo Duque- Escobar. Profesor de la Universidad Nacional de Colombia.

Análisis de los riesgos hidroclimáticos de comunidades de la Región Pacífica colombiana. Lemos Támara, Liliana Leonela (2017) U.N. de Col. Bogotá.

Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres: Una Guía, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Roma, 2009.

Análisis de vulnerabilidad de la cuenca del río Chinchiná para condiciones estacionarias y de cambio climático. Ocampo López, Olga Lucía (2012). U.N de Colombia – Sede Manizales.

Anónimo. 2022. Cambio climático afecta a Colombia. HOME. Noticias.

Aprendizajes en procesos participativos de reconversión productiva: cuenca del río San Francisco. Aguirre D. Carlos Mario, Ortiz O. Doralice, Duque E. Gonzalo. (2014). Corporación Aldea Global.

Áreas Protegidas del Centro-Sur de Caldas y PND 2023-2026. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Universidad Nacional de C. Manizales, 17.02. 2023.

Asuntos del clima en Colombia vistos desde El Niño. Duque Escobar, Gonzalo; Bernal González, Antonio; Torres Arango, Claudia. Desde el OAM, Ed. Circular RAC 549 de Fb 5-2010. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Observatorio Astronómico de Manizales (OAM).

Berkes F., Colding, J. & Folke, C. (Ed). 2003. Navigating Socioecological Systems: Building Resilience for Complexity and Change. Cambridge University Press, Cambridge, U.K.

Biodiversidad colombiana: números para tener en cuenta. Instituto Humboldt (2017) Bogotá, D. C. *Biodiversidad en zonas cafeteras de Colombia: principales lecciones.* Programa de Investigación Científica FNC (2014). Centro de Investigaciones de Café – Cenicafé.

Bosques Andinos y Subandinos del Departamento del Valle del Cauca. Gustavo Kattan Kattan. Wildlife Conservation Society; Santiago de Cali: CVC, 2003.

Bosques para la Estabilidad del Medio Ambiente. Boletín Ambiental N°61. Instituto de Estudios Ambientales IDEA U.N. de Colombia. Oct. 2007. Act. 2021.

Bosques, Cumbre del Clima y ENSO. Duque Escobar, Gonzalo. Diciembre 11 de 2018. C. Cultural del B de la R.

Bosques, fundamentales como sumideros de carbono. Recopilación de fragmentos tomados de Internet: por Gonzalo Duque-Escobar. Profesor de la U.N. de Colombia Sede Manizales. Oct. 8 de 2017.

Bosques: regulación hídrica y pluviométrica. Gonzalo Duque-Escobar; U.N. de Colombia Manizales, 2022.

Caicedo, E. 2022. Seguir el Medio Ambiente.

Calentamiento global en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2011) In: El Día Mundial del Medio Ambiente, Junio 6 de 2011, Instituto Universitario de Caldas.

Cambio Climático en Caldas – Colombia. Gonzalo Duque- Escobar. Junio 3 de 2020. Instituto de Estudios Ambientales IDEA – Museo Interactivo Samoga, U.N. de Colombia.

Cambio Climático tendencias en la segunda mitad del siglo XX y escenarios posibles para el siglo XXI. José Daniel Pabón Caicedo. U.N de Col. Rev. Acad. Col. Cienc. 36.

Cambio Climático y Pasivos Ambientales del Modelo Urbano – Caso Manizales. Gonzalo Duque-Escobar. [Ref.: La Patria, Manizales. 24 04 2017 (Act 2021).

Cambio climático y seguridad alimentaria y nutricional América Latina y el Caribe. ONU para la Alimentación y la Agricultura. Santiago, 2018.

Cambio climático y sustentabilidad del territorio. Duque Escobar, Gonzalo (2019). Documentación. U.N. de Colombia, Manizales.

Cierra Glasgow sin resolver el reto climático. Duque Escobar, Gonzalo. Dep. Ing Civil Ingeniería Civil. 2021.

Clima andino y café en Colombia. Álvaro Jaramillo-Robledo. FNC- Cenicafé. Colombia. 2005.

Clima andino y problemática ambiental. Duque Escobar, Gonzalo (2016) In: IV Foro Ambiental, Julio 24 de 2016, La Merced, Caldas.

Clima extremo, desastres y refugiados. Duque Escobar, Gonzalo (2016) La Patria, Manizales, Colombia.

Colombia anfibia, IAVH (2015) Colombia.

Colombia Tropical ¿y el agua qué? Por Gonzalo Duque-Escobar. Museo Samoga. Manizales, Abril 13 de 2020.

Colombia, a convivir con el clima extremo. Por: Claudia Torres y Gonzalo Duque. Miembros del Observatorio Astronómico de Manizales OAM -UN. In: Revista Civismo N° 488. Julio-Septiembre 2021.

Colombia biodiversa: potencialidades y desafíos. Duque Escobar, Gonzalo. Agosto 28 de 2017. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales Facultad de Ciencias Exactas y Naturales Departamento de Matemáticas y Estadística.

Colombia, país de humedales amenazados. Duque Escobar, Gonzalo (2016) La Patria, Manizales, Colombia.

Colombia: retos y desafíos del cambio climático. Gonzalo Duque Escobar. In: U.N. Periódico. Agosto 1 de 2022.

Colombia: riesgos geodinámicos y hábitat. Duque Escobar, Gonzalo (2018) In: Tecnología V Escuela de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Colombia. Manizales.

Complejidad ambiental: propuestas éticas emergentes del pensamiento ambiental latinoamericano. Noguera de Echeverri, Ana Patricia (2008) Gestión y Ambiente; Vol. 10,.

Conflictos de Uso del Territorio Colombiano". Instituto Geográfico Agustín Codazzi IGAC (coordinador) (2012), MADR, INCODER, CORPOICA, IDEAM, INGEOMINAS.

CONPES 3803: Preservación del PCC de Colombia. Consejo Nacional de Política Económica y Social República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.

Costa-Posada, C. 2007. La adaptación al Cambio Climático en Colombia. Rev. de Ing., 26: 74-80. <https://doi.org/10.16924/revinge.26.9>

De la evaluación de amenazas al control de riesgos – la Estadística y las catástrofes naturales. Hansjürgen Meyer. OSSO. 2007.

Desarrollo urbano y huella ecológica. Duque Escobar, Gonzalo (2018) .U.N. de Colombia. Manizales

Determinando los efectos del cambio climático y del cambio en usos del suelo en la Macro Cuenca Magdalena Cauca. Arboleda Obando, Pedro Felipe (2018), U. N. de Colombia.

Dinámicas del clima andino colombiano. Gonzalo Duque-Escobar (2015 – Act 2020). Circular 237 de la Red de Astronomía de Colombia RAC. Documento RAC-UN de Colombia.

Dispersión Urbana y Oferta Hídrica en el Eje Cafetero Colombiano. Juan Leonardo González, Julián Galeano Moreno y Julio Cañón Barriga (2012) Gestión y Ambiente, V15, N2.

Ecorregión Eje Cafetero: Un Territorio de Oportunidades. ALMA MATER-FOREC, Pereira 2004 Programa Ambiental BID, Pereira.

El Agua en el Contexto Nacional y Regional. Valencia Giraldo, Marinela and Mejía Fernández, Fernando and Soáres Hincapié, Joan Nathalie (2013) U. N. de Col. Manizales.

El agua en la biorregión caldense. Duque-Escobar, Gonzalo (2014). La Patria, Manizales, Colombia.

El cambio climático como factor transformador del territorio. Alarcón Hincapié, Juan Carlos (2017). Doctorado Thesis, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

El fenómeno de El Niño y su posible impacto en Colombia. Caicedo García, Edgar. Reportes del Emisor: Investigación en Información Económica. N. 92. Enero. 2007.

El ocaso del bosque andino y la selva tropical. Duque Escobar, Gonzalo (2014) La Patria.

El papel de la amazonia en el Clima Global y Continental: impactos del Cambio Climático y la deforestación. Germán Poveda Jaramillo (2011).

Estimación hidrológica bajo escenarios de cambio climático en Colombia. Acevedo Aristizabal, Lina Alexandra (2009) Universidad Nacional de Colombia.

Evaluación de la calidad de agua de ríos de Colombia usando parámetros físico químicos y biológicos. Luis Eduardo Gualdrón Durán. U. I Sant. Rev. Dinámica Ambiental. 2016.

Fisiografía y geodinámica de los Andes de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo and Duque Escobar, Eugenio (2016) [Objeto de aprendizaje] U.N, de Col. Sede Manizales.

FLEGT en Colombia. Alcances de una iniciativa de la Unión Europea D Ortiz Ortiz., N Vela Murillo, 2010. Proyecto Gobernanza Forestal Bosques.

Fragmentación urbana y clima en Colombia. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Referencia: Instituto de Estudios Urbanos. U.N. de Colombia, febrero 13 de 2022.

Geotecnia para el Trópico Andino. Duque Escobar, Gonzalo and Escobar Potes, Carlos Enrique. (2016) Universidad Nacional de Colombia. Manizales, Colombia.

Gestión del riesgo natural y el caso de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2008) UN de Col., Manizales.

Gestión frente al cambio climático en la Ecorregión Eje Cafetero. SECRETARIA TECNICA (2014) Nodo Regional de Cambio Climático Ecorregión Eje Cafetero.

Gestión territorial regional y cambio climático. Gonzalo Duque-Escobar. Profesor U.N. de Colombia. Manizales, diciembre 19 de 2022.

Gestión y política pública ambiental, para el manejo sostenible y uso ecoeficiente del patrimonio natural en Colombia. Álvarez León, Ricardo; González González, Henry; Duque Escobar, Gonzalo. Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Estudios Ambientales (IDEA) 2016-10-12.

GIZ/CEPAL. 2012. Memoria final 2010-2012. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH/Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Santiago (Chile)

Gobernanza forestal para la ecorregión andina. Duque Escobar, Gonzalo (2014) Documento UN-SMP Manizales. Revista Civismo SMP Manizales.

González, J.A., Montes, C., Rodríguez, J. & Tapia, W. 2008. Rethinking the Galapagos Islands as a Complex Social-ecological System: Implications for Conservation and Management. *Ecology and Society*, 13 (2):13. Disponible en: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art13/>

Hacia la gobernanza del agua. González Builes, Nicolás (2017), Universidad Nacional de Colombia. Medellín.

Huella hídrica en Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2018) [Objeto de aprendizaje], U.N. de Colombia.

Huracanes y terremotos: ¿y cómo está Colombia? Duque Escobar, Gonzalo (2017) [Objeto de aprendizaje – Teaching Resource] Documento para el Contexto de CTS – Universidad Nacional de Col. Manizales.

Huss, W.R. 1988. A Move Toward Scenario Analysis. *International Journal of Forecasting* 4: 377-388.

IDEAM. 2021. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Bogotá D.C. Colombia.

IIRBAvH. 2015. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C. Colombia.

Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2017. BOGOTÁ, D.C. Marzo de 2019. Ministerio de Salud y Protección Social.

Informe sobre Desarrollo Humano 2016. Oficina del Informe sobre Desarrollo Humano. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

Ingenierías, medio ambiente y humanidades. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la U.N. de Colombia. Documento del Museo Interactivo Samoga; Manizales, junio 20 de 2022.

Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia, IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA. 2016. Tercera Comunicación Nacional. Bogotá.

IPCC. 2007. Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad. Cuarto Informe de Evaluación. Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático. Grupo de Trabajo II a la Cuarta Evaluación. Bruselas (Bélgica).

Isaza-Delgado J.F. & D. Campos-Romero. 2007. Cambio climático. Glaciaciones y calentamiento global. Univ. de Bogotá “Jorge Tadeo Lozano”. Bogotá D.C. Colombia, 289 p.

Jaramillo-Villa, U., Cortés-Duque., J. & Flórez-Ayala, C. (eds.). 2015. Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen I. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá (Colombia), 73 p.

Jaramillo-Villa, U., Cortés-Duque., J. & Flórez-Ayala, C. (eds.). 2016. Colombia Anfibia. Un país de humedales. Volumen II. Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá (Colombia), 116 p

La adaptación de la ciudad al trópico andino. Por: Gonzalo Duque-Escobar; U. N. de Colombia. Manizales, 2022.

La biodiversidad en Colombia. Manuel Rodríguez Becerra (1999).

La hidroclimatología de Colombia: una síntesis desde la escala inter-decadal hasta la escala diaria. G Poveda 2004. Rev. Acad. Col. Cienc.

La trama de la vida: bases ecológicas del pensamiento ambiental. Augusto Ángel Maya (1993) MinEducación Colombia.

Las ciudades y el cambio climático: orientaciones para políticas. Informe Mundial sobre Asentamientos Humanos 2011. UN-Hábitat, 2011.

La creciente amenaza climática. Gonzalo Duque Escobar. Documento del Museo Samoga. La Patria. Manizales, mayo 31 de 2021.

Laderas del Trópico Andino: caso Manizales. Por: Gonzalo Duque-Escobar. Museo Interactivo Samoga. Manizales. Junio del 2020.

Legalidad y sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera. Duque Escobar, Gonzalo and Moreno Orjuela, Rubén Darío and Ortiz Ortiz, Doralice (2014) Carder- Corporación Aldea Global, CARs Socias.

Manual de geología para ingenieros. Book. Duque Escobar, Gonzalo (2017) U.N. de Colombia, Manizales.

Manual de hidrología para obras viales basado en el uso de sistemas de información geográfica. Víctor Mauricio Aristizábal, Blanca Adriana Botero, Jorge Julián Vélez (2012) Universidad Nacional de Colombia.

Marco conceptual de la Misión para la Transformación del Campo. Antonio Ocampo – Jefe de Misión, Bogotá D.C., Octubre de 2014.

Minería en Tolda Fría ¿y el agua qué? Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la Universidad Nacional de Colombia y Miembro de la SMP de Manizales. Manizales, diciembre 1 de 2021.

Naranjo, L.G. 2012. Principios de ecología de humedales. Taller de Ecosistemas Sensibles I: Humedales, Nov. 27 de 2012. WWF- Colombia.

Naranjo, LG. 2010a. Adaptación al cambio climático en los Andes del Norte. Pp. 195-210 Rodríguez-Herrera, D. & García-Arenas, A. (eds.) Cátedra Ambiental. Memorias 2006-2009. Memorias Un espacio de reflexión para la sustentabilidad. Univ. Tecnológica de Pereira / CARDER. Pereira (Risaralda).

Naranjo, LG. 2010b. Los Andes del Norte: Perspectivas de Adaptación al Cambio Climático. Pp. 33-36. Franco-Vidal, C.L., Muñoz, A.M., Andrade, G.I. & Naranjo, L.G. (eds.). Experiencias de adaptación al Cambio Climático en ecosistemas de montaña en los Andes del Norte. Memorias del Taller, Bogotá D.C., febrero 19 y 20 de 2009. WWF/ MAVDT/ IDEAM / Fundación Humedales. Cali (Valle). Colombia, 182 p.

Nuestras aguas subterráneas. Gonzalo Duque-Escobar; La Patria. Manizales, febrero 15 de 2016. Act. 2022.

Nuestros Bosques de Niebla-Colombia, en el Día internacional de la Biodiversidad. Gonzalo Duque-Escobar. Documento del Museo Samoga de la U.N. de Colombia. 2020.

Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100 . IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLEERÍA. 2015. Tercera Comunicación Nacional.

Océanos: ecosistemas vitales amenazados. Claudia Torres Arango y Gonzalo Duque-Escobar; Profesores de los cursos de Contexto de CTS y de Astronomía de la Universidad Nacional de Colombia. Manizales, junio 8 de 2022.

ONG: desarrollo sostenible, gestión del riesgo y cambio climático. Duque Escobar, Gonzalo (2019) In: Foro Ambiental de Alianza Suma, Universidad de Manizales.

Pabón-Salcedo, J.D. 2003. El cambio climático global y su manifestación en Colombia. 2003. Cuadernos de Geografía, 12 (1-12), 111-119.

Pabón-Salcedo, J.D. 2003. El cambio climático global y su manifestación en Colombia. 2003. Cuadernos de Geografía, 12 (1-12), 111-119.

Peláez, S. & Aponte, C. 2014. Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fondo de Adaptación. MINAMBIENTE.

Plan de Manejo de la Cuenca Magdalena-Cauca Autónoma. Cormagdalena, In: Foro Calidad Ambiental MADS. Bogotá, 30 Nov 2017.

Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Departamento de Quindío. UT CAEM-E3 (2015), Bogotá, D.C. Colombia. Min Ambiente Colombia.

Planes de seguridad del agua: fundamentos y perspectivas de implementación en Colombia. Pérez Vidal, Andrea and Torres Lozada, Patricia and Cruz Vélez, Camilo Hernán (2009) Rev. Ingeniería e Investigación.

Planificación del ordenamiento productivo y social de la propiedad. UPRA 2014. Min Agricultura. Colombia.

Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Colombia 2010.

Posicionamiento de la Gobernanza Forestal en Colombia: legalidad y sostenibilidad de la guadua en la ecorregión cafetera. Duque E, Gonzalo and Moreno O, Rubén Darío and Ortiz O, Doralice (2013) Corporación Aldea Global, CARDER. Pereira.

Preservación Ambiental e Hídrica dentro de la Declaratoria del PCCC. Duque Escobar, Gonzalo (2019). In: Encuentro Regional EAT de la Ecorregión Cafetera, Manizales.

Problemática ambiental. Jorge Julián Vélez Upegui (2016). Ed. Universidad Nacional de Colombia. ISBN: 9789587757880.

Procesos de adaptación al cambio climático: análisis de América Latina. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago, 2017.

Procesos de Control y Vigilancia Forestal en la Región Pacífica y parte de la Región Andina de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo and Moreno Orjuela, Rubén Darío and Ortiz Ortiz, Doralice and

Vela Murillo, Norma Patricia and Orozco Muños, José Miguel (2014) Carder- Corporación Aldea Global, CARs Socias del Proyecto.

Riesgo en la zona andina tropical por laderas inestables. Duque Escobar, Gonzalo. 2000-11-08. Universidad Nacional de Colombia.

Riesgos para el agua en la ecorregión cafetera de Colombia. Duque Escobar, Gonzalo (2018) UN Periódico. ISSN 16570987.

Río Blanco, cuna de vida... Duque Escobar, Gonzalo (2018) In: II Encuentro Internacional de Paisajes Culturales, Centro Cultural Banco de La República – Manizales.

Río Cauca: la geografía económica de su área de influencia. Gerson Javier Pérez-Valbuena; Alí Miguel Arrieta-Arrieta; José Gregorio Contreras-Anayaii. (2016) CEER del B. de la República. Cartagena.

Rist, S., M. Chidambaranathanb, M., Escobarc, C., Wiesmannd, U. & Zimmermanne, A. 2007. Moving from Sustainable Management to Sustainable Governance of Natural Resources: The Role of Social Learning Processes in Rural India, Bolivia and Mali. *Journal of Rural Studies* 23:23-37.

Rivera, C. 2021. El mito de que Colombia es un país rico en agua. Entrega del especial que se suma a la conmemoración de los 50 años de la Facultad de Ciencias de la Pontificia Universidad Javeriana. *Pesquisa Javeriana*, Edición 62.

Sin gestión del riesgo, el invierno volverá a hacer de las suyas. Por: Gonzalo Duque-Escobar, Universidad Nacional de Colombia. 14-12-2011.

Sistema regional de áreas protegidas del Eje Cafetero SIRAP-EC. MÓNICA SOFIA GUEVARA MEJÍA y ERIKA NADACHOWSKI CH. Pereira (Col) 2009.

Sistematización de Experiencias y Estrategias de los Planes de Acción Inmediatos PAI de la cuenca del río Guarinó y la Charca de Guarinocito. Vela, Norma P. and Duque, Gonzalo and Ortiz Doralice (2012), Manizales.

Sol, clima y calentamiento global. Duque Escobar, Gonzalo (2014) U.N. de Colombia. La Patria. Manizales.

Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. WWDR 2018. Resumen ejecutivo. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos. ONU.

Sustentabilidad y decrecimiento económico. Por: Gonzalo Duque-Escobar; Profesor de la U.N. de Colombia; Manizales, 1-10-2022. In: *Revista Civismo* 492 de la SMP de Manizales.

Swetnam T.W., Allen, C.D. & Betancourt, J.L. 1999. Applied Historical Ecology: Using the Past to Manage for the Future. *Ecological Applications*, 9: 1189-1206.

Tapasco, J., Martínez, J., Calderón, S., Romero, G., Ordóñez, D. A., Álvarez, A., Sánchez-Aragón, L. & Ludeña, C. E. 2015. Impactos económicos del cambio climático en Colombia: sector ganadero.

The Regional Impacts of Climate Change: An Assessment of Vulnerability, REPORT IPCC, 1997 – R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss (Eds) Cambridge University.

- Tigre, M.A., Ortúzar, F. & Dávalos, J.** 2022. Litigio climático en América Latina y el Caribe: Lanzamiento de una plataforma regional. AIDA, 15 de febrero de 2022.
- Tipos de Ecosistemas. Región Andina.*** Ministerio del Medio Ambiente. Colombia.
- Una Visión del Recurso Agua desde la Dinámica Fluvial.*** Vélez Upegui, Jorge Julián (2009) Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.
- Uribe-Botero, E.** 2015. El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad en América Latina. CEPAL/Unión Europea. Santiago (Chile), 84 p.
- Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero.*** Centro de Investigaciones y Estudios en Biodiversidad y Recursos Genético.
- Variabilidad Climática y Cambio Climático en Colombia,*** IDEAM – UNAI, Bogotá, D.C., 2018.
- Vilardy, S.P., Jaramillo, U., Flórez-Ayala, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán-Suarez, L.M., Rodríguez, J., Acevedo, O., Samacá, W., Santos, A.C. Peláez, S. & Aponte, C.** 2014. Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Fondo de Adaptación. MINAMBIENTE.
- ¿Violación de derechos ambientales en Río Blanco?*** Duque Escobar, Gonzalo. In Universidad Luis Amigó. Manizales, mayo 18 de 2021.
- Walker B., Carpenter, S. & Anderies, J.** 2002. Resilience Management in Social-ecological Systems: A Working Hypothesis for a Participatory Approach. Conservation Ecology 6:14.
- Wollenberg, E., Edmunds D. & Buck L.** 2000. Using Scenarios to Make Decisions about the Future: Anticipatory Learning for the Adaptive Comanagement of Community Forests. Landscape and Urban Planning, 47: 65-77.
- Zonas de Reserva Forestal en Colombia.*** UPME.
- Zonas hidrogeológicas homogéneas de Colombia.*** Nelson Omar Vargas Martínez (2005). IDEAM.