

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



TRABAJO MONOGRAFICO

**“INFLUENCIA DEL CALENTAMIENTO GLOBAL EN LOS
ECOSISTEMAS TERRESTRES DEL PERÚ”**

**Para Optar el Título Profesional de:
INGENIERO FORESTAL**

Presentada por el Bachiller de:
PEDRO LEÓN ORTIZ

ASESOR:
ING. M. Sc. WÁLTER RONCAL BRIONES

CAJAMARCA – PERÚ
2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

Fundada por Ley N° 14919 del 15 de febrero de 1982
"Universidad Nacional de Cajamarca"

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica

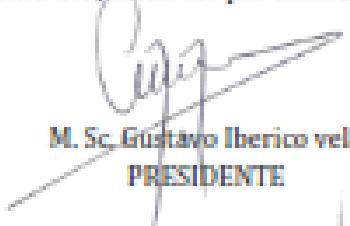
-----000-----

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TRABAJO MONOGRÁFICO

En la ciudad de Cajamarca, a los quince días del mes de diciembre del año dos mil veinte, se reunieron en la Plataforma Virtual de la Universidad Nacional de Cajamarca, a través del Google Meet, los miembros del Jurado, designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N°-----FCA-UNC, de fecha ____ de **diciembre** del **2020**, con el objeto de evaluar la sustentación de Trabajo Monográfico titulado: **"Influencia del calentamiento global en los ecosistemas terrestres del Perú"**, ejecutado por el Bachiller en Ciencias Forestales, don **Pedro León Ortiz**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **diecisiete (17) horas y cinco (05) minutos**, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando a la sustentante a exponer su trabajo de Monográfico y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **Aprobación por Unanimidad** con el calificativo de **Quince (15)** por tanto, el Bachiller queda expedito para que inicie los trámites y se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.


A las **Dieciocho (18) horas y treinta y cinco (35) minutos** del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.




M. Sc. Gustavo Iberico Vela
PRESIDENTE



Ing. N. Honorio Sangay Martos
SECRETARIO



Ing. Oscar Sáenz Narro
VOCAL



Ing. M. Sc. Walter Roncal Briones
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico la presente monografía a:

A mis queridos padres **Pedro y Teresa**, por su cariño y apoyo incondicional, por quienes construí mi carrera profesional con deseos de superación.

A mis hermanos **Teresa, Carlos y Ana María**, por ser mi fortaleza y el motor para seguir adelante.

A mi querida esposa **Astrid** por el apoyo brindado durante todos estos años a mi lado.

A mis compañeros y amigos, por haberme brindado su entusiasmo y amistad durante todo el tiempo que compartimos en las aulas.

ÍNDICE

Contenido	Página
ÍNDICE.....	1
LISTA DE TABLAS	3
LISTA DE FIGURAS	3
AGRADECIMIENTO.....	4
LISTA DE ABREVIATURAS.....	5
RESUMEN.....	6
ABSTRACT	7
INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO I.....	9
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	9
1.1. Descripción de la realidad problemática.	9
1.2. Formulación del problema	10
1.3. Objetivo	10
1.4. Justificación e importancia de la investigación	10
CAPÍTULO II.....	11
DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES	11
2.1. Calentamiento Global	11
2.2. Aspectos e impactos ambientales que influyen en el Calentamiento Global	12
2.3. Efecto Invernadero	23
2.4. Gases de Efecto Invernadero	25
2.6. Calentamiento global en los últimos siglos	30
2.7. Los ecosistemas	31
CAPÍTULO III	36
CALENTAMIENTO GLOBAL EN EL PERÚ Y SUS CONSECUENCIAS	36
3.1. Calentamiento Global en el Perú	36
3.2. Vulnerabilidad ante el calentamiento global en el Perú.	38
CAPÍTULO IV	44
DESGLACIACIÓN EN EL PERÚ	44
4.1. La desglaciación en el Perú	44
4.2. Nevados en Peligro	45
4.3. Compromisos asumidos por el Perú para disminuir el calentamiento global.	48
CAPÍTULO V	49

CALENTAMIENTO GLOBAL Y SU IMPACTO EN LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DEL PERÚ	49
5.1. Biodiversidad	49
5.1.1. Biodiversidad en Cajamarca	49
5.2. Consecuencias en la Biodiversidad	50
5.3. Vinculaciones entre la diversidad biológica y el cambio climático	53
5.4. Impacto del calentamiento global en ecosistemas terrestres	53
5.5. Influencia humana en los ecosistemas terrestres	54
5.6. Cambio climático asociado a cambios en la cobertura y el uso de la superficie.	55
5.7. Efecto del cambio climático en los ecosistemas	56
CAPÍTULO VI	62
CONCLUSIONES	62
RECOMENDACIONES	63
CÁPITULO VII.....	64
BILIOGRAFÍA.....	64

LISTA DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Principales gases de efecto invernadero (GEI).....	29
Tabla 2. Lista de ecosistemas terrestres y acuáticos.....	33
Tabla 3. Criterios para determinar la vulnerabilidad de los países al cambio climático	39
Tabla 4. Impacto de las regiones del Perú a inundaciones, sequías, friaje y heladas	28
Tabla 5. Cordilleras Peruanas Afectadas por el Calentamiento Global	33

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Efecto Invernadero	23
Figura 2. Stock de CO ₂ por fuente energética desde 1990.	28
Figura 3. Emisiones de CO ₂ Históricas y Proyectadas.....	28

AGRADECIMIENTO

A Dios, ser maravilloso, quien me dio fuerzas y convicción para creer en mis habilidades y poder culminar mi trabajo monográfico.

Al asesor Ing. Wálter Roncal Briones., quien con sus conocimientos y experiencia ha guiado el desarrollo del presente trabajo.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, por albergarme todos estos años y llegar a convencerme que puedo convertirme en un competente profesional.

A los catedráticos de la UNC, quienes, actuando como verdaderos maestros, me brindaron desinteresadamente sus conocimientos y experiencias, las mismas que me sirvieron para llegar a ser lo que soy.

LISTA DE ABREVIATURAS

BCRP: Banco Central de Reservas del Perú.

CINCIA: Centro de Innovación Científica Amazónica.

EPA: Agencia de Protección Ambiental.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FONDAM: Fondo de las Américas Perú.

GRC: Gobierno Regional de Cajamarca.

IGP: Instituto Geofísico del Perú.

IPCC: Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático.

MINAM: Ministerio del Ambiente.

NASA: Administración Nacional de la Aeronáutica y del Espacio.

PNUD: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.

SERFOR: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.

SERNANP: Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.

RESUMEN

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo presentar la influencia del calentamiento global en los ecosistemas terrestres de nuestro país. El Perú tiene una alta diversidad en flora, fauna y ecosistemas, que actualmente se encuentran afectados por modificaciones en los patrones de lluvia, elevación del nivel del mar, reducciones de glaciares, presencia de olas de calor, lo que intensificaría la expansión de plagas e incendios forestales, originando la reducción de la biodiversidad y un mayor riesgo de extinción de numerosas especies de flora y fauna. Los cambios climáticos por los que atraviesan los ecosistemas terrestres son influenciados por el alto consumo de combustibles fósiles, la ganadería, minería, deforestación, desechos y crianza masiva de animales. Las actividades humanas como la tala indiscriminada, está afectando a los servicios ambientales como calidad de agua, erosión de suelos, alteración de los ecosistemas, migración y pérdida de especies endémicas. Las mayores emisiones de GEI en el Perú provienen de la quema de bosques, es por ello que el sector forestal permite implementar acciones de mitigación y adaptación, las primeras mediante la captura de carbono en los diversos tipos de bosques y formaciones vegetales; y las segundas aprovechando los servicios ambientales de los ecosistemas forestales en los frentes local, regional y nacional.

ABSTRACT

The present monographic work aims to present the influence of global warming on the terrestrial ecosystems of our country. Peru has a high diversity in flora, fauna and ecosystems, which are currently affected by changes in rainfall patterns, sea level rise, glacial reductions, presence of heat waves, which would intensify the spread of pests and forest fires, causing the reduction of biodiversity and a greater risk of extinction of many species of flora and fauna. The climatic changes that terrestrial ecosystems are going through are influenced by the high consumption of fossil fuels, livestock, mining, deforestation, waste and massive animal husbandry. Human activities such as indiscriminate logging are affecting environmental services such as water quality, soil erosion, alteration of ecosystems, migration and loss of endemic species. The highest GHG emissions in Peru come from the burning of forests, which is why the forestry sector allows the implementation of mitigation and adaptation actions, the former by capturing carbon in the various types of forests and plant formations; and the second taking advantage of the environmental services of forest ecosystems on the local, regional and national fronts.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo describir la influencia del calentamiento global sobre los ecosistemas terrestres en el Perú, ya que, desde fines del siglo XIX, se ha observado un aumento gradual en la temperatura promedio de la superficie del planeta. Este aumento de temperatura se estima entre 0.5°C y 1.0°C; el mismo que ha reducido las áreas cubiertas por nieve en el hemisferio norte originando que inmensas masas de hielo se hayan derretido, de igual manera en la Antártica grandes porciones de hielo se ha separado del resto de la masa polar, reduciendo así el tamaño del continente helado.

Al realizar evaluaciones en nuestro país para determinar la vulnerabilidad y el riesgo en el sector agropecuario relacionado al clima, se encontró que, en la costa, los principales peligros climáticos son las inundaciones y sequías en las zonas bajas y en las partes altas la presencia de friajes y heladas, sumado a la presencia de eventos periódicos de El Niño. En la sierra, el 100% de las regiones sufren los impactos de las inundaciones y las heladas, mientras que el 80% reporta la presencia de friajes y sequías. En las zonas de selva o Amazonia peruana, el 100% de las regiones están expuestas a las inundaciones y friajes, mientras que el 85% de ellas también reportan la presencia de sequías (MINAG, 2012).

La desglaciación acelerada en el Perú está también relacionada con el calentamiento global, se presenta por ello aspectos importantes de este proceso y cómo se está afectando entre otros aspectos a la atmósfera y al bioma en general. Finalmente, se dan a conocer las conclusiones a las que se llegó con la información recabada y las recomendaciones para contribuir a disminuir los efectos del calentamiento global.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad problemática.

En la actualidad el calentamiento global es uno de los mayores peligros que enfrenta el mundo; si se considera al cambio climático como la variación global del clima en la Tierra debido a causas naturales y la acción del hombre producida en diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros climáticos como son: temperatura, precipitaciones, nubosidad, etc. El término "efecto invernadero" se refiere a la retención del calor del sol en la atmósfera de la Tierra por parte de una capa de gases en la atmósfera, sin ellos la vida tal como la conocemos no sería posible, ya que el planeta sería demasiado frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano, que son liberados por la industria, la agricultura y los combustibles fósiles. El mundo industrializado ha conseguido que la concentración de estos gases haya aumentado un 30% desde el siglo pasado. Sin la actuación humana, la naturaleza se encargaba de equilibrar las emisiones (Fundación biodiversidad, 2011).

Los gases en la atmósfera aceleran el calentamiento global e influyen a la biodiversidad en el mundo y especialmente en el Perú, amenazando a miles de especies de flora y fauna, el funcionamiento inadecuado de los ecosistemas provocando desequilibrios climáticos y cambio de hábitats; este problema está afectando a los ecosistemas del Perú.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo influye el calentamiento global en los ecosistemas terrestres del Perú?

1.3. Objetivo

Presentar información respecto al calentamiento global y su influencia en los ecosistemas terrestres del Perú.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

El calentamiento global es un fenómeno que está afectando de diversas maneras a la biodiversidad a nivel mundial. En el Perú este calentamiento está impactando de manera significativa no solo el ámbito forestal sino también áreas como la agricultura e incluso la medicina ya que existen muchas especies que son utilizadas para la elaboración de fármacos, pero debido a la escasa investigación científica en este tema no se está tomando conciencia de su importancia.

Es importante tener en cuenta que en los bosques y ecosistemas de nuestro país existen especies que permiten el abastecimiento tanto de alimento como de materia prima para la elaboración de productos madereros que facilitan la subsistencia de poblaciones locales y a la vez son áreas que albergan especies animales que están viendo afectado su hábitat natural y en algunos casos se encuentran en peligro de extinción.

Por ello es necesario contar con la mayor información posible respecto a la influencia del calentamiento global en nuestros ecosistemas terrestres y en consecuencia, programar actividades que permitan mitigar las causas y enfrentar los efectos que genera el calentamiento global.

CAPÍTULO II

DEFINICIÓN Y ASPECTOS GENERALES

2.1. Calentamiento Global

Al hablar del calentamiento global es indispensable referirse al cambio climático, de allí que frecuentemente se usen indistintamente ambos términos, pero mientras uno describe el fenómeno del incremento de temperatura reciente, el otro se refiere al mecanismo que lo causa (Caballero et al 2007). Entonces se puede considerar al cambio climático como un fenómeno que se manifiesta en el aumento de la temperatura promedio del planeta que tiene como consecuencias en la intensidad de los fenómenos del clima en todo el mundo, dejando secuelas como la reducción de las áreas cubiertas de nieve en el hemisferio norte, ocasionando que muchos de los témpanos de hielo que flotaban en el océano ártico se hayan derretido. De igual forma se habla del desprendimiento de grandes porciones de hielo de la antártica del resto de la masa polar, lo que ha ocasionado la reducción del tamaño del continente helado, situación identificada a finales del siglo XIX y que se le atribuye al incremento gradual de la temperatura promedio de la superficie del planeta (Cárdenas, 2008).

Durante millones de años, el efecto invernadero natural mantuvo el clima de la Tierra a una temperatura media relativamente estable y permitía que se desarrollase la vida. Los gases invernadero retenían el calor del sol cerca de la superficie de la Tierra, ayudando a la evaporación del agua superficial para formar las nubes, las cuales devuelven el agua, en un ciclo vital que se había mantenido en equilibrio. Sin embargo, las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera están creciendo rápidamente, como consecuencia de que el mundo quema cantidades cada vez mayores de combustibles fósiles y destruye los bosques y praderas, que de otro modo

podrían absorber dióxido de carbono y favorecer el equilibrio de la temperatura (Romero, 2000).

La temperatura media de la Tierra aumentó el 90% del incremento energético se ha almacenado en los océanos, principalmente en los primeros 700 metros superficiales. A pesar del papel dominante de los mares en almacenar la energía, el término calentamiento global también se usa para referirse a los incrementos en la temperatura media del aire, del mar y de la superficie de la Tierra. Desde principios del siglo XX, esta temperatura global ha aumentado alrededor de 0,8 °C, de los cuales dos tercios han ocurrido desde 1980. Cada una de las últimas tres décadas ha sido sucesivamente más cálida en la superficie terrestre que cualquier otra década precedente desde 1850 (Sánchez, 2015).

En los últimos 50 años, la temperatura promedio ha aumentado más rápido que otro periodo en la historia. Los científicos dicen que es posible que la temperatura pueda subir de 3 a 9 grados antes del fin de este siglo si no hacemos algo para solucionarlo (Vásquez, 2010).

2.2. Aspectos e impactos ambientales que influyen en el Calentamiento Global

Para poder establecer cuál es la influencia del calentamiento global es importante mencionar cuales son las diferencias entre los aspectos e impactos que lo producen. Los aspectos ambientales, son aquellas partes resultantes de una actividad, producto o servicio, que pueden repercutir sobre las condiciones naturales del medio ambiente, dando lugar a alteraciones o modificaciones específicas (impacto ambiental). Es decir, existe por lo tanto una relación.

El calentamiento global es uno de los problemas ambientales más preocupantes de nuestro siglo, en función de sus aspectos e impactos sobre los ecosistemas,

biodiversidad, infraestructura, recursos hídricos, procesos productivos, salud pública y en proceso de desarrollo de una región, país o el mundo (Olmos, 2013).

2.2.1. Aspectos del Calentamiento Global

- **Utilización de combustibles fósiles:** desde el inicio de la revolución industrial, a finales del siglo XVIII, nuestra especie empezó a cambiar la composición de la atmósfera de manera acelerada, al empezar a utilizar de manera intensiva los combustibles fósiles (Barros, 2007; Goudie, 2005; Silver & De Fries, 1990). Estas sustancias son básicamente compuestos de carbono que, al ser quemados (combinados con oxígeno), generan energía y como residuo producen dióxido de carbono. Hacia 1750, antes del inicio de la era industrial, la concentración de este gas en la atmósfera era de 250 partes por millón. Hoy en día, la concentración está cercana a las 320 partes por millón, un aumento de aproximadamente el 30% en apenas dos siglos y medio. De acuerdo al último reporte del Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

El último reporte del IPCC (2007) advierte que los mayores aumentos en las emisiones de GEI entre 1970 y 2004 provienen de la generación de energía, transporte e industria

- **Deforestación:** La deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales constituyen causas importantes del calentamiento global registrado en el último siglo y representan el 17% de la emisión de GEI a nivel mundial (IPCC, 2007). Es la deforestación, especialmente la que ha tenido y tiene lugar en los trópicos, la mayor fuente de emisión de carbono: en 1980 supuso el 80% del carbono liberado a la atmósfera por biota y suelos (casi dos veces

las emisiones fósiles) en nuestro siglo XXI. El carbono en los ecosistemas terrestres aumenta en proporción al crecimiento de la población (Winjum et al, 1992)

- **Descomposición de desechos sólidos:** La generación y acumulación de residuos sólidos a causa de la producción y consumo de bienes es una problemática mundial, que prevalece a pesar de los acuerdos establecidos en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro, Brasil, en la cual se establecen las bases para un manejo integral de los residuos sólidos municipales como parte del desarrollo sostenible, donde se contempla: a. la minimización de la producción, el reciclaje, la recolección y tratamiento y La disposición final adecuada (IDEAM; UNICEF y CINARA, 2005).
- **Fertilizantes:** El cambio climático y el calentamiento global continúan siendo temas de considerable debate a nivel científico y de interés público. En forma creciente, la agricultura es vista como un gran contribuyente a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), emisiones que manejan el potencial de calentamiento global (PCG). Los fertilizantes nitrogenados utilizados han sido identificados como el principal factor. (Snyder, 2007)
- **Cultivos:** La amenaza del cambio climático global ha causado preocupación entre los científicos ya que los factores climáticos indispensables para el crecimiento de los cultivos, como son la precipitación y la temperatura, se verán severamente afectados e impactarán sobre la producción agrícola. Aunque los efectos de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos varían de una región a otra, se espera que los cambios pronosticados tengan efectos de gran alcance principalmente en los países con zonas tropicales que,

por su régimen de precipitación, se clasifican entre semiáridas y húmedas. Estos impactos ya se sienten en los países del Sur, donde también se espera un aumento en las precipitaciones que producirán daños en los cultivos por erosión de los suelos o, en algunos casos, por inundaciones. Por otro lado, al subir el nivel del mar los acuíferos costeros se salinizarán. En zonas semiáridas se espera una mayor frecuencia y severidad de sequías y calor excesivo, condiciones que pueden limitar significativamente el crecimiento y rendimiento de los cultivos.

(Miguel A. Altieri y Clara I. Nicholls, 2009)

- **Crianza masiva de ganado y animales menores:** La FAO señala que la producción pecuaria es una de las causas principales de los problemas ambientales más apremiantes del mundo, como el calentamiento del planeta, la degradación de las tierras, la contaminación atmosférica y del agua, y la pérdida de biodiversidad. Se estima que el ganado es responsable del 18% de las emisiones de gases que producen el efecto invernadero, un porcentaje mayor que el del transporte. Por otro lado, la expansión de las tierras de pastoreo es un factor decisivo de la deforestación, sobre todo en América Latina: un 70% de los bosques amazónicos se usan como pastizales, y los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante.

(FAO – 2006)

- **Explotación minera a tajo abierto:** La explotación minera a cielo abierto conlleva el uso de sustancias contaminantes (por ejemplo, cianuro o ácido sulfúrico); grandes necesidades energéticas (1 000 000 m³ de gas natural/día); importantes volúmenes de agua por periodos largos (350 L/s durante quince años o más); producción y amplificación de drenaje ácido de

mina y roca; niveles de tráfico elevados (un camión con acoplado cada diez minutos, 24 h/día), y generación de pasivos ambientales importantes. Así, las operaciones mineras se han convertido en un grave problema de salud pública, debido a la contaminación del ecosistema y a la exposición de la población a ella. Los principales efectos en el ambiente durante la fase de exploración son la destrucción de la vegetación y la remoción e inhabilitación de suelos al cubrirlos con material mineral subterráneo. (Pedro Herrera Catalán y Óscar Millones Destefano, 2012)

2.2.2. Impactos del Calentamiento Global

- **Incendios forestales:** Los incendios forestales tienen muchas repercusiones sobre la diversidad biológica. A escala mundial, son una fuente importante de emisión de carbono, contribuyendo al calentamiento mundial que podría modificar la biodiversidad. En los planos regional y local, modifican el volumen de biomasa, alteran el ciclo hidrológico con consecuencias sobre sistemas marinos como los arrecifes de coral, e influyen en el comportamiento de las especies vegetales y animales. El humo procedente de los incendios puede reducir notablemente la actividad fotosintética (Davies y Unam, 1999).

En los bosques en los que el fuego no es un mecanismo de alteración natural, éste puede tener efectos devastadores sobre las especies forestales de vertebrados e invertebrados, no sólo porque les causa la muerte directa, sino también porque provoca efectos indirectos más duraderos como estrés y desaparición de hábitats, territorios, cobijo y alimento. La desaparición de organismos de gran importancia para los ecosistemas forestales, tales

como invertebrados, polinizadores y descomponedores, puede retardar de forma muy significativa el índice de recuperación del bosque (Boer, 1989).

- **Clima:** Una consecuencia del cambio climático para los bosques es el aumento de fenómenos meteorológicos extremos, que pueden causar una importante pérdida de árboles; Las inundaciones y las tormentas pueden modificar las corrientes de agua de las que dependen los árboles y dañar la salud de los bosques. El aumento de las temperaturas agrava los incendios forestales. Estos cambios imprevistos en las especies arbóreas, en la composición de los bosques repercutirán en la dinámica de los incendios forestales. Si bien los incendios forestales casi siempre son producidos por el hombre, su frecuencia cada vez mayor puede obedecer al aumento de las temperaturas y a la modificación de los vientos debidos al cambio climático. En algunas regiones la sequía parece claramente asociada a la frecuencia e intensidad de los incendios (FAO, 2006).
- **Temperaturas más cálidas:** La acumulación de gases contaminantes hacen que la temperatura aumente cada vez más y que los climas cambien, esto provoca sequías y aumenta el riesgo de incendios que conllevan a la deforestación y la desertización del planeta (Jezynska, 2018)
- **Tormentas más intensas:** Cada vez son más frecuentes las alteraciones climáticas, como por ejemplo las inundaciones, sequías, heladas y precipitaciones más severas y extensas que amenazan nuestra seguridad y la seguridad del planeta. Todo indica que éstas y otras señales del cambio climático aumentarán en este siglo. (MINAM, 2013).
- **Fenómenos climáticos frecuentes:** Por la variación implicada entre las diversidades de climas y por los cambios en el ciclo hidrológico, los

gradientes de presión en la atmósfera van cambiando y con ello van generando corrientes de viento anómalas, haciendo que de manera más frecuentes se den eventos catastróficos como huracanes, tornados o también tormentas eléctricas (Velásquez, 2018).

- **Sequías:** Otro de los resultados que describe el constante efecto del calentamiento global es la aparición de sequías, aspectos naturales que impiden el correcto ciclo vital de la especie humana, especies vegetales y de fauna. Todo va de la mano, si no hay vegetación, los animales herbívoros no tendrían alimento lo que conllevaría a su desaparición, si estos desaparecen las especies carnívoras tampoco tendrían alimento y todos los seres de la Tierra terminarían con la involución (Velásquez, 2018).
- **La flora y la fauna:** Debido a los cambios climáticos y a los cambios en los ecosistemas terrestres, la vegetación característica de cada región se verá afectada. Los bosques de pinos se desplazarán hacia latitudes más altas, la vegetación tropical se extenderá sobre una franja más ancha de la superficie terrestre, y la flora típica de la tundra y la taiga ocuparán un área más reducida. Como consecuencia, al alterarse la vegetación característica de muchas reservas naturales, así designadas para proteger el hábitat de especies amenazadas, estas reservas podrían dejar de ser el hábitat ideal para las mismas, ocasionando su extinción. De igual manera, al ocurrir el proceso de desertificación en algunas áreas también se destruirá el hábitat de muchas especies, causando su extinción. En cuanto a los hábitats acuáticos, al aumentar la temperatura de los cuerpos de agua superficiales la concentración de oxígeno disuelto presente en los mismos se reducirá. Esto hará que algunas de las especies acuáticas no puedan sobrevivir bajo estas

condiciones, causando su eliminación en dichos cuerpos de agua (Del Moral et al., 2011).

- **Desaparición de especies animales:** El cambio climático cobró su primera víctima en la fauna; el *Melomys rubicola* es el nombre del pequeño roedor (físicamente muy parecido a un ratón), cuya extinción se hizo oficial el 18 de febrero de 2019. El anuncio fue realizado por el gobierno de Australia, país en donde habitaba el mamífero. Específicamente, en los cayos de Bramble (López, 2019).
- **Salud:** Un clima modificado permite el ingreso de especies exóticas y nocivas que invaden los ecosistemas afectados. Los cambios en la temperatura y el régimen de lluvias pueden propiciar plagas de insectos, tanto en los bosques boreales como en las plantaciones forestales en regiones templadas y tropicales, con consecuencias devastadoras (FAO, 2006).
- **Propagación de enfermedades:** El cambio climático, especialmente los fenómenos meteorológicos extremos, puede afectar las plagas forestales y los daños que éstas causan influyendo directamente en su desarrollo, supervivencia, reproducción y difusión; alterando las defensas y la susceptibilidad de las especies hospedantes; y afectando indirectamente las relaciones ecológicas, por ejemplo, mediante la modificación de la abundancia de los competidores, parásitos y depredadores. Los insectos y las enfermedades (FAO, 2008).
- **Cambios en el ciclo hidrológico:** Gracias al calentamiento global, los procesos hidrológicos y su ciclo pueden verse modificados destacando precipitaciones ácidas o lluvia ácida debido a la mezcla de gases implicados

en el efecto invernadero, causante fundamental del calentamiento global (Velásquez, 2018).

- **Incremento del nivel del mar:** El aumento del nivel del mar ha sido una preocupación de los ambientalistas de todas partes desde hace un tiempo; sin embargo, en los últimos 50 años nuestro planeta ha visto un aumento dramático de los niveles del mar. con el aumento en el consumo de los combustibles fósiles el nivel del mar seguirá creciendo, al igual que el calentamiento climático. se proyecta que el incremento del nivel del mar va a seguir creciendo. Datos han mostrado que el rango de aumento del mar ya se ha triplicado desde 1990. Un estudio reciente sugiere que el deshielo antártico puede aumentar los niveles del mar casi en un metro para el 2100, cerca del doble de la cantidad predicha por las estimaciones previas el aumento del nivel del mar ya ha empezado a tener efectos, y los niveles que han sido proyectados a futuro van a crecer (Bennet L.,2017)

- **Calidad de aguas superficiales:** El impacto neto sobre la calidad del agua de los ríos, lagos y aguas superficiales, ante cambios en la precipitación es multifactorial, y también depende de características regionales y locales específicas (Gleick y Adams, 2000).

El incremento de la temperatura ambiente y la reducción en la precipitación debido al cambio climático tiene un efecto en la calidad del agua ya que el incremento en el calor disponible en la atmósfera ha aumentado la temperatura del agua, el IPCC (2007) ha informado de que el agua ha absorbido el 75% de todo el calor disponible.

- **Derretimiento de los glaciares:** Océanos con temperaturas más altas son océanos que derriten el hielo polar: esto significa que aumenta el nivel del

mar. Los efectos de alcance global incluirán cambios sustanciales en la disponibilidad de agua para beber y para riego, así como un aumento de los niveles del mar, cambios en los patrones de circulación del agua en los océanos, y la amenaza a la supervivencia de especies de flora y fauna que sobreviven en ecosistemas (TCL, 2019).

- **Ecosistemas terrestres:** Como consecuencia del calentamiento global, los ecosistemas terrestres sufrirán modificaciones como extenderse hacia latitudes más altas. Asimismo, de perder los suelos su humedad por efecto de la evaporación, muchas áreas ahora cubiertas de vegetación podrían quedar secas, ensanchándose la región desértica del planeta (Vidal, 2010).
- **Ecosistemas costeros:** Los ecosistemas costeros (manglares, arrecifes de coral, sistemas playeros, estuarios, y otros) se afectarían significativamente, ya que un alza en el nivel del mar inundaría las áreas de humedales costeros, causaría un aumento en la erosión costera y salinizaría las aguas en la parte baja de los ríos y en los acuíferos costeros. Los arrecifes de coral, cuya función es la de proteger a los manglares y playas del oleaje y la erosión costera, quedarían a mayor profundidad bajo el mar. También se afectaría la entrada de luz solar hasta el fondo del arrecife, afectando así los procesos de fotosíntesis de especies esenciales para la vida del coral, así como su capacidad para detener el oleaje y evitar que impacte la costa (Sánchez, 2011).
- **La agricultura:** La amenaza del cambio climático global ha causado preocupación entre los científicos ya que variables climáticas claves para el crecimiento de los cultivos (por ejemplo: precipitación, temperatura, etc.) podrían ser severamente afectadas y así impactar la producción agrícola.

Aunque los efectos de los cambios en el clima sobre la producción de cultivos varían ampliamente de una región a otra, se espera que los cambios anticipados tengan grandes efectos y de gran envergadura principalmente en zonas tropicales de países en desarrollo con regímenes de precipitación que se encuentran entre semiárido y húmedo (Cline 2007). Los peligros incluyen el incremento en las inundaciones en las áreas bajas, mayor frecuencia y severidad de sequías y calor excesivo en áreas semiáridas, condiciones que en su conjunto pueden limitar el crecimiento de los cultivos y sus rendimientos (Howden 2007).

El Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC 2007) advirtió que el calentamiento para el 2100 será el peor que se haya esperado con un incremento de la temperatura probablemente de 1.8 a 4 °C y un posible aumento de hasta 6.4 °C. A medida que las temperaturas continúan elevándose, el impacto en la agricultura será significativo (Doering et al 2002). Estos impactos están siendo ya experimentados por muchas comunidades en los países del sur, donde también se espera un aumento en las precipitaciones, las cuales dañarán aún más los cultivos debido a la erosión y en algunos casos a inundaciones. Un incremento en la intensidad de los ciclones tropicales causará daño en los cultivos en ecosistemas costeros, mientras que al subir el nivel del mar los acuíferos costeros se salinizarán. Las islas del Pacífico y los grandes deltas ya están siendo afectados por estos fenómenos.

En nuestro Sistema solar podemos observar cómo Mercurio, el planeta más cercano al Sol, que carece de atmósfera tiene una temperatura media de 167°C mientras el siguiente, Venus con una densa atmósfera formada por CO₂ alcanza una temperatura media de 457°C, poniendo de relieve la importancia del efecto invernadero (Federación de enseñanza de CC.OO. de Andalucía, 2010)

Se explican que el efecto invernadero se refiere a un mecanismo por medio del cual la atmósfera de la Tierra se calienta. La composición química de la atmósfera incluye mayoritariamente a solo dos gases, Nitrógeno (N), en un 79% y Oxígeno (O₂) en un 20%. El 1% restante está formado por diversos gases entre los más abundantes son el Argón (Ar) en un 0.9% y el dióxido de carbono (CO₂) en aproximadamente un 0.03% (Barry y Chorley, 2003).

El efecto invernadero es producido por las actividades humanas industriales que arrojan a la atmósfera más dióxido de carbono (CO₂) del que nuestro planeta está dispuesto a soportar y procesar. El 80% de los gases de efecto invernadero que producen el cambio climático están relacionados con la producción y consumo de energía; nuestra atmósfera está compuesta por 2 capas importantes que son la troposfera y la estratosfera, el aire de la troposfera es el que interviene en la respiración y está compuesto por un 78,08% de Nitrógeno (N₂), un 20,95% de Oxígeno (O₂), un 0,035% de dióxido de carbono (CO₂) y un 0,94% de gases inertes como el Argón y el Neón. En esta capa se encuentran las nubes y casi todo el vapor de agua allí se producen todos los fenómenos atmosféricos que originan el clima. Más arriba, aproximadamente a 25 kilómetros de altura, en la estratósfera se encuentra la importante capa de ozono que protege a la Tierra de los rayos ultravioletas (UV) (Obregón, 2016).

2.4. Gases de Efecto Invernadero

Larios (2008) denomina gases invernadero o gases de efecto invernadero, GEI, a los gases cuya presencia en la atmósfera hace posible el efecto invernadero, sin este efecto sería imposible la vida en la Tierra. Las actividades humanas han ido incrementando la cantidad y proporción de estos gases en la atmósfera. La gran mayoría de ellos procede de la quema de combustibles fósiles. Dentro del grupo se incluyen los siguientes:

- a. **Óxidos de carbono:** Incluyen el dióxido de carbono (CO_2) y el monóxido de carbono (CO), los dos son contaminantes primarios. Dióxido de carbono es un gas sin color, olor ni sabor que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural, no es tóxico, desempeña un importante papel en el ciclo del carbono en la naturaleza y enormes cantidades de este gas, del orden de 1012 toneladas, pasan por el ciclo natural del carbono, en el proceso de fotosíntesis (Larios, 2008).
- b. **Monóxido de carbono:** El monóxido de carbono es un gas incoloro e inodoro que se forma por la combustión incompleta de material orgánico, en presencia deficitaria de oxígeno. Es considerado uno de los mayores contaminantes de la atmósfera terrestre, y uno de los mayores problemas ambientales de América Latina. Las principales fuentes productoras de este contaminante son los vehículos automotores que utilizan como combustible gasolina o diesel; los procesos industriales; los incendios forestales y urbanos y la incineración de materia orgánica. Los vehículos automotores y los procesos industriales son responsables de aproximadamente 80 % de las emisiones de monóxido de carbono a la atmósfera (Córdoba y Ramos, 2001).
- c. **Óxidos de azufre:** Incluyen el dióxido de azufre (SO_2) y el trióxido de azufre (SO_3).

- **Dióxido de azufre:** Es un gas incoloro y no inflamable, de olor fuerte e irritante. Alrededor de la mitad que llega a la atmósfera vuelve a depositarse en la superficie, y el resto se convierte en iones sulfato. Una gran cantidad de este gas es emitido por actividades humanas, sobre todo por la metalurgia y por la combustión de carbón y petróleo, pero también se encuentra presente en el ambiente de forma natural debido a la actividad volcánica (Echarri, 2007).
 - **Trióxido de azufre:** Se forma cuando el SO_2 reacciona con el oxígeno en la atmósfera. Posteriormente este gas reacciona con el agua formando ácido sulfúrico contribuyendo a la formación de “lluvia ácida” la cual produce daños importantes en la salud y en la reproducción de peces y anfibios, y contribuye con la corrosión de metales y con la destrucción de monumentos (Echarri, 2007).
- d. **Calor:** El calor producido por la actividad humana en algunas aglomeraciones urbanas llega a ser un elemento de cierta importancia en la atmósfera de estos lugares, por esto se considera una forma de contaminación aunque no en el mismo sentido, lógicamente, que el ozono o el monóxido de carbono o cualquier otro de los contaminantes estudiados, su influencia puede ser importante en la génesis de los contaminantes secundarios, las combustiones domésticas y las industriales, seguidas del transporte y las centrales de energía son las principales fuentes de calor, aunque su importancia relativa varía mucho de unos lugares a otros, la falta de vegetación en las ciudades y el exceso de superficies pavimentadas, entre otros factores, agravan el problema (Echarri, 2007).
- e. **Metano:** El metano es un fuerte GEI y juega un papel importante en la determinación de la capacidad de oxidación de la troposfera. La carga atmosférica de metano a finales de la década de los 90`s era de 4800×10^{12} gramos, más de

dos veces la cantidad presente durante la era preindustrial. Esta duplicación en la carga atmosférica del metano ha contribuido en aproximadamente un 20% del forzamiento radiactivo directo debido a emisiones antropogénicas de GEI directos. El metano es removido de la atmósfera por reacción con hidroxilo (OH) convirtiéndose finalmente en CO₂ (Benavides 2008).

- f. **Vapor de agua:** El vapor de agua sigue siendo el GEI más abundante en la atmósfera y las nubes son una parte importante del invernadero planetario de la Tierra. Los gases de invernadero, como el dióxido de carbono y el metano, son investigados quizás 42 más extensamente, pero las nubes pueden provocar el mismo efecto: calientan nuestro planeta atrapando el calor que se encuentra debajo de ellas. A diferencia de los gases de invernadero, sin embargo, las nubes que reflejan los rayos solares también poseen una influencia refrigerante. Además, la temperatura del aire, que se ve afectada por las nubes, a su vez afecta la formación de las propias nubes. Es una relación circular que hace que la investigación del clima sea mucho más compleja (Benavides, 2008).

La emisión histórica de GEI por efecto de la actividad humana se explica principalmente por el nivel de desarrollo, crecimiento económico y población de los países (Figura 2). Así, las economías desarrolladas explicarían más del 75% del stock de GEI acumulado desde 1750 (Vargas, 2009).

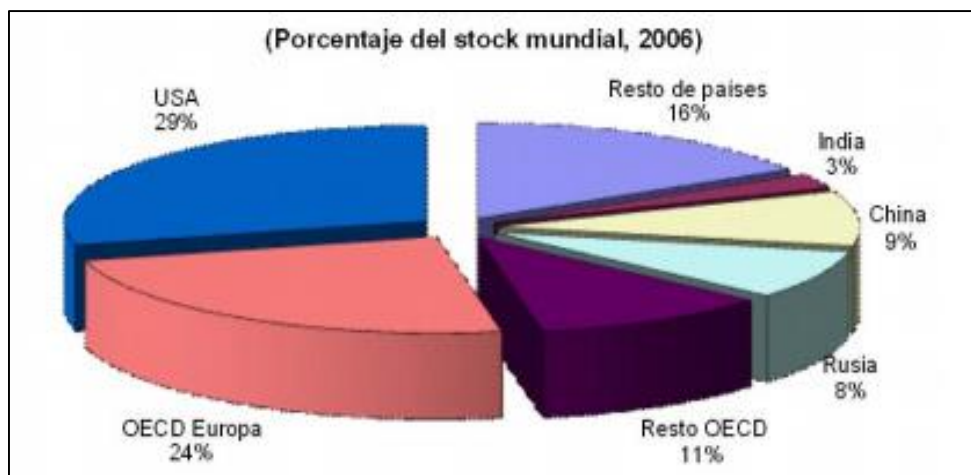


Figura 2. Stock de CO₂ por fuente energética desde 1990.
Fuente: EIA y FMI, citado por Vargas (2009)

los países emergentes son los principales contribuyentes al crecimiento de las emisiones; sobre todo países de rápido crecimiento económico con población numerosa como China e India (Figura 3).

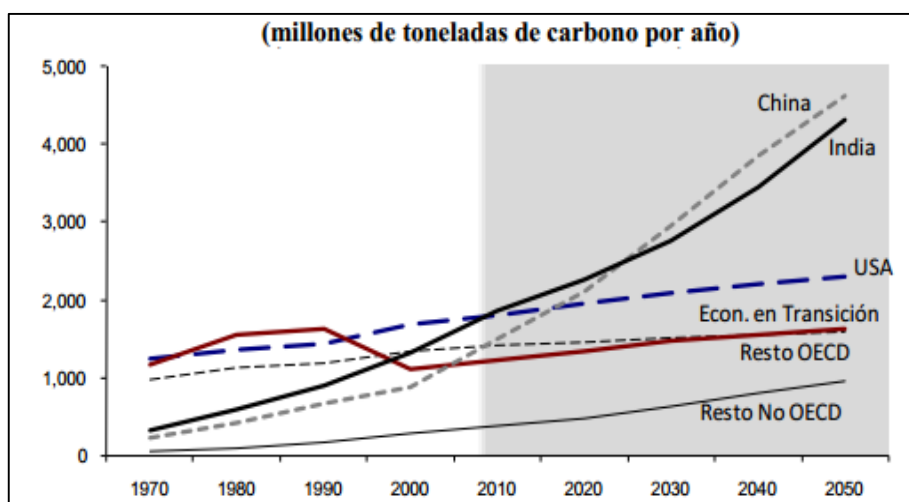


Figura 3. Emisiones de CO₂ Históricas y Proyectadas.
Fuente: EIA y FMI, citado por Vargas (2009)

Analizando la producción del efecto invernadero. El vapor de agua es el principal de ellos, pero no tenemos la posibilidad de modificar su concentración (Larios, 2008). Cáceres y Núñez (2011) en el informe de la Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático – Ecuador, indica que dentro de los principales gases de efecto

invernadero se tiene a Dióxido de Carbono (CO₂), Metano (CH₄), Óxido Nitroso (N₂O), Carburos Hidrofluorados (HFC) y Carbonos Perfluorados (PFC), Clorofluorocarbonos (CFC) y Hexafluoruro de azufre (SF₆) los que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales gases de efecto invernadero (GEI)

Gas de Efecto Invernadero	Fuente	Actividad
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural)	Transporte y generación térmica Forestal Agricultura Incendios Forestales
	Deforestación	
	Cambio de uso del suelo	
	Quema de bosques	
	Transporte y generación térmica Forestal	
	Agricultura	
	Incendios Forestales	
Metano (CH ₄)	Botaderos de basura	Descomposición de desechos orgánicos Ganadera Petrolera
	Excrementos de animales	
	Gas natural	
	Descomposición de desechos orgánicos Ganadera Petrolera	
Óxido Nitroso (N ₂ O)	Combustión de automóviles	Transporte Agricultura Industrias Quema de desechos sólidos
	Fertilizantes	
	Alimento de ganado	
	Fertilización nitrogenada	
	Estiércol	
Carburos Hidrofluorados (HFC) y Carbonos Perfluorados (PFC)	Desechos sólidos	Industria frigorífica
	Sistemas de refrigeración Industria frigorífica	
Clorofluorocarbonos (CFC)	Sistemas de refrigeración Plástica	Sector Industrial
	Aerosoles	
	Electrónica	
	Sector Industrial	
Hexafluoruro de azufre (SF ₆)	Aislante, eléctrico y estabilizante	Sistema interconectado de redes eléctricas Extintores de incendios
	Interruptores eléctricos (breakers)	
	Transformadores	
	Sistema interconectado de redes eléctricas	
	Extintores de incendios	

Fuente: Adaptado de Cáceres y Núñez (2011).

2.6. Calentamiento global en los últimos siglos

Estudios recientes revelan que el clima mundial del último siglo ha sido particularmente inusual. Hall et al (2003), mediante análisis de anillos de crecimiento de Pinos en Mongolia, encontraron que los cambios de temperatura regional mostrados en los anillos de crecimiento eran notablemente similares a los cambios encontrados en otras regiones del mundo. Sus resultados muestran que a partir de fines del siglo XIX la temperatura mundial aumenta progresivamente, de manera inusual con relación a los últimos 450 años. Bradley et al (1998), mediante la reconstrucción de la temperatura media mundial de los últimos 600 y 1000 años respectivamente, y mediante análisis de tendencias de las tres principales fuerzas que determinan la variabilidad del clima del planeta (actividad solar, actividad volcánica y concentración de gases de efecto invernadero) encontraron que los tres factores han jugado un papel importante en la variabilidad climática mundial en los últimos siglos, pero que la concentración de gases de invernadero se convirtió en el factor principal durante el siglo XX. Encontraron también que la temperatura media anual en el hemisferio norte durante 4 años de la última década del siglo XX (1990, 1995, 1997 y 1998), alcanzó los niveles más altos en el último milenio. Sus resultados también sugieren que el calentamiento global registrado en el siglo XX se contrapone a la tendencia general de enfriamiento del último milenio. (Aguirre et al, 2003).

En el informe publicado por el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) llegó a la conclusión de que la temperatura de la superficie global ha mostrado una tendencia de calentamiento lineal mucho menor en el aumento de temperaturas registrado en los últimos 15 años (1998-2012) que en los 60 anteriores (IPCC, 2014).

Por lo contrario, Meehel (2005) indica que el calentamiento global persistirá en el siglo XXI pese a los esfuerzos que está haciendo el hombre para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Ese calentamiento global aumentará la temperatura media del planeta y elevará los niveles marinos durante este siglo en más de once centímetros, con una secuela de alteraciones climáticas, muchas de las cuales serán negativas.

En el último siglo, el nivel del mar subió 17 centímetros, pero ahora sigue subiendo a velocidad creciente. Por ejemplo, entre 2002 y 2006, Groenlandia perdió 250 kilómetros cúbicos de hielo y la Antártida otros 152 kilómetros cúbicos y hoy continúan perdiéndolo a un ritmo todavía superior. Los glaciares están reduciendo rápidamente su tamaño en todo el mundo, desde los Alpes al Himalaya, desde los Andes a las Rocosas y desde Kenia a Alaska y además, la acidez de la superficie de los océanos ha aumentado ya un 30%, a pesar de que la superficie de los océanos está absorbiendo hoy más de 2000 millones de toneladas de óxido de carbono al año (Dehesa, 2016).

2.7. Los ecosistemas

2.7.1. Definición de ecosistema

El ecosistema se define como una unidad funcional de la naturaleza que consiste de todos los organismos que viven en un área determinada y que interactúan entre sí y con el ambiente que los rodea. Todos los ecosistemas están constituidos por un componente biótico, o comunidad biológica, y un componente abiótico, o conjunto de factores físicos y químicos que varían continuamente en espacio y tiempo. Debido a la inherente naturaleza dinámica de los ecosistemas y al gran número de

factores que alteran frecuentemente sus bordes, las fronteras entre ecosistemas son difusas, excepto en situaciones como la franca separación entre un ecosistema acuático y uno terrestre o cuando existen cambios abruptos en las condiciones del suelo que alteran el patrón de distribución de las plantas. Generalmente se forman ecotonos o zonas de transición entre bordes que pueden albergar a otras especies, además de las especies de las áreas homogéneas que éstos separan. Los ecosistemas son sistemas termodinámicamente abiertos, por lo que mantienen un continuo intercambio de materia y energía con su entorno. Ya que están interconectados, lo que afecta a un ecosistema afecta a los ecosistemas colindantes (Osborne, 2000; Chapin et al., 2002).

2.7.2. Clasificación de los ecosistemas

a. Los ecosistemas terrestres

Hay muchos tipos de ecosistemas terrestres que difieren en estructura y funcionamiento. Las diferencias climáticas de un lugar a otro determinan en gran medida los tipos de ecosistemas que existen y la forma en la que los distinguimos depende de la fisionomía de la vegetación dominante, la cual está influenciada principalmente por el macroclima. También se pueden diferenciar por otras características, como el efecto de continentalidad o la cercanía con el mar, que separa, por ejemplo, a los desiertos fríos de los cálidos, o por efecto de la topografía que separa a los ecosistemas de las partes altas de las montañas de aquellos situados en los valles (Whittaker, 1975; Osborne, 2000).

b. Los ecosistemas acuáticos

Los ecosistemas acuáticos son todas aquellas aguas superficiales que se distribuyen en los continentes. Dentro de los ecosistemas acuáticos existen, de manera general, los sistemas lóticos (término relativo al agua corriente, por ejemplo, un Arroyo o un río), y los lénticos (concepto aplicado a las aguas estancadas, Como pantanos, estanques, Lagos y los humedales, Qué son cuerpos de agua someros. (Oscar Sánchez, 2007).

2.7.3. Ecosistemas terrestres en el Perú

Nuestro país cuenta con el 70 % de la diversidad biológica del planeta (MINAM, 2014a). Esta diversidad, se da en términos genéticos, de especies y de ecosistemas (ONU, 1992). Por extensión, los tres principales ecosistemas continentales en el Perú son los bosques tropicales, los bosques secos y los humedales. El país cuenta, además, con uno de los ecosistemas marino-costeros más ricos en el mundo, tanto en biomasa como en diversidad biológica (MINAM, 2014a). La superficie de bosques del Perú es de 74,2 millones de hectáreas, siendo el noveno país con mayor superficie boscosa en el mundo (MINAM, 2014b).

En el Perú existen 37 tipos de ecosistemas terrestres y 2 de ecosistemas acuáticos, los que se listan en la Tabla 2:

Tabla 2: Lista de ecosistemas terrestres y acuáticos

SELVA TROPICAL	Pantano herbáceo-arbustivo	
	Sabana húmeda con palmeras (Pampa del Heath)	
	Pantano de palmeras	
	Bosque aluvial inundable de aguas negras	
	Bosque aluvial inundable de aguas blancas	
	Bosque de terraza no inundable	
	Varillal	
	Bosque de colina baja	
	Bosque de colina alta	
	Bosque de colina de Sierra del Divisor	
	Pacal	
	Bosque estacionalmente seco oriental (Huallaga, Ene - Perené, Urubamba)	
	YUNGA	Bosque basimontano de yunga
		Bosque montano de yunga
Bosque altimontano (Pluvial) de yunga		
Matorral montano		
ANDINA	Páramo	
	Pajonal de puna seca	
	Pajonal de puna húmeda	
	Bofedal	
	Zona periglaciaria y glaciaria	
	Jalca	
	Matorral de puna seca	
	Bosque relicto altoandino (Queñoal y otros)	
	Bosque relicto montano de vertiente occidental	
	Bosque relicto mesoandino	
	Bosque estacionalmente seco interandino (Marañón, Mantaro, Pampas y Apurímac)	
Matorral andino		
COSTA	Bosque tropical del Pacífico (Tumbes)	
	Manglar	
	Bosque estacionalmente seco de colina y montaña	
	Loma costera	
	Matorral xérico	
	Bosque estacionalmente seco de llanura	
	Bosque estacionalmente seco ribereño (Algarrobal)	
	Desierto costero	

ECOSISTEMAS ACUÁTICOS	Humedal costero
	Lagos y lagunas
	Ríos

Fuente: Adaptado de MINAM (2016).

CAPÍTULO III

CALENTAMIENTO GLOBAL EN EL PERÚ Y SUS CONSECUENCIAS

3.1. Calentamiento Global en el Perú

FAO (2016) indica que en el informe especial del IPCC 1997 reporta que el Perú es uno de los países de América Latina que se verá mayormente afectado por las consecuencias de la variabilidad del clima a escala estacional e interanual, ya que la mayoría de su producción depende de los extensos ecosistemas naturales con que cuenta.

En el Perú los impactos del cambio climático, son observados principalmente en los patrones de lluvia, elevación del nivel del mar, reducción de los glaciares, presencia de olas de calor y aumento en las temperaturas, lo que intensificaría la expansión de plagas e incendios forestales, modificando la frecuencia e intensidad del fenómeno El Niño y ocurrirían una posible sabanización de los bosques amazónicos (con lo cual se podrían emitir millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera), la reducción de la biodiversidad y un mayor riesgo de extinción de numerosas especies de flora y fauna (MINAM, 2009).

Algunos de los impactos o cambios identificados se vienen observando, por ejemplo, en relación al régimen de precipitación se han registrado aumentos y disminuciones bruscas en las regiones de Loreto, Huánuco, Ucayali, San Martín, Madre de Dios, Apurímac y Cusco, expresadas en las sequías extremas del 2005 y del 2010 en Loreto y en la Amazonia, seguidas de inundaciones nunca antes vistas. Este cambio en el régimen de lluvias pone en grave riesgo la economía del país, basada en actividades que dependen directamente del clima, como la agricultura y la pesca, y la funcionalidad de los ecosistemas que sustenta la sostenibilidad de estas actividades productivas (FAO, 2016).

El aumento del nivel del mar, si bien es cierto puede afectar la disponibilidad de agua potable y dañar la infraestructura a causa de las inundaciones, presentaría también un impacto directo sobre los ecosistemas de manglares en la costa norte del Perú, como los que se reportaron durante los eventos extraordinarios El Niño (1982-83 y 1997-98), donde el río Tumbes presentó un caudal medio anual de 500 y 300% más de lo normal, respectivamente, transportando sedimentos que colmataron los esteros (Huerta, 1997 y INRENA, 2007) y redujeron el hábitat de sus poblaciones de crustáceos y moluscos, produciendo además la muerte de los mangles por el bloqueo e inundación producto de las mareas (Malca, 2005). El IGP (2013) basado en varios estudios, manifiesta que, si bien los ecosistemas de manglares son por naturaleza resilientes ante variaciones ambientales, se estima a grandes rasgos que el cambio climático global, principalmente a través del aumento del nivel del mar, podría producir una pérdida de área de entre 10 y 15% hacia el año 2100. Por otra parte, el aumento de las temperaturas y la disminución del agua y suelo pueden empeorar la sequedad del ambiente en épocas de ausencia de lluvias lo cual crearía condiciones para incendios forestales e intensificaría los brotes de plagas y enfermedades.

MINAM (2012) afirma que el descenso en la disponibilidad de agua del suelo y la destrucción irracional de la Amazonía, para obtener madera o ampliar Tierras agrícolas y ganaderas, podría convertirla, en unos 20 años o más en una gran sabana tropical.

Bunyard y Herrera (2012) indican que es importante destacar que estudios científicos coinciden en que los procesos de deforestación acompañados de la implementación de algunos monocultivos y la pérdida del potencial de las fuentes de agua (por ejemplo, cabeceras de cuenca que vienen siendo degradadas), pueden llevar a la Amazonía a un proceso de sabanización. Esta información se torna más relevante

si tenemos en cuenta que, según los modelos climáticos tradicionales, los bosques amazónicos son responsables del reciclaje de más del 50% de la precipitación de su cuenca por el proceso de evapotranspiración, y la pérdida de su masa boscosa resultaría en una reducción de la cuenca entre 15 y 20% .Esto a su vez conduciría inevitablemente a la desertificación o sabanización de la región occidental de la cuenca, con catastróficas consecuencias ambientales, políticas y sociales.

Según cifras del Fondo Mundial de la Naturaleza (WWF), si la tendencia de incremento de la temperatura se mantiene, en el año 2030 un 60% de la selva amazónica podría estar en peligro de desaparecer. Eso significaría perder más de la mitad del bosque tropical más grande del mundo, el mayor sumidero de carbono y la más importante fuente de bienes y servicios ambientales del planeta. Con su deforestación se podrían liberar entre 55 500 y 96 900 millones de toneladas de dióxido de carbono, lo que equivale a la cantidad de gases de efecto invernadero que se emiten a nivel mundial en dos años (FAO, 2016).

3.2.Vulnerabilidad ante el calentamiento global en el Perú.

FAO (2016) la vulnerabilidad del Perú no sólo está relacionada a factores estructurales como la pobreza e inequidad, sino a los impactos esperados en ecosistemas de importancia global como la Amazonía y los glaciares, responsables de la provisión y mantenimiento de la biodiversidad y los recursos hídricos. Los ecosistemas naturales y la diversidad biológica tienen una gran dependencia respecto al clima; por tanto, su alta exposición y sensibilidad los hacen más vulnerables a los efectos del cambio climático. En el Perú se cumplen siete de las nueve características de vulnerabilidad reconocidas por la CMNUCC, las que se describen en la Tabla 2.

Tabla 3. Criterios para determinar la vulnerabilidad de los países al cambio climático

Criterios para determinar la vulnerabilidad de los países al cambio climático	País
Características de los países vulnerables al cambio climático	Perú
País inusual pequeño	-
País con zonas costeras bajas	X
País con zonas áridas y semiáridas, con cobertura forestal y expuesta del deterioro forestal	X
País con zonas propensas a los desastres naturales	X
País con zonas con alta contaminación atmosférica urbana	X
País con zonas de ecosistemas frágiles, incluidos los ecosistemas montañosos	X
País cuya economía depende en gran medida de los ingresos generados para la producción, el procesamiento y la exportación de combustibles fósiles y productos de energía intensiva, o de consumo asociado.	X
País sin litoral y país en transito	X

Fuente: Adaptado de MINAM (2012).

El Perú es uno de los países más afectados por fenómenos hidrometeorológicos relacionados con El Niño (FEN o ENSO) y las perturbaciones océano-atmosféricas generadas en el Océano Pacífico ecuatorial tropical (PNUD-MINAM, 2009).

El mayor porcentaje (72%) de las emergencias se relacionan a fenómenos de origen hidrometeorológico (sequías, fuertes lluvias, inundaciones, heladas, granizadas) y han registrado un crecimiento de más de seis veces desde 1997 al 2006. Los escenarios de cambio climático generados para el norte del Perú indican la probabilidad de una intensificación del FEN (MINAM, 2010).

En evaluaciones realizadas para determinar la vulnerabilidad y el riesgo en el sector agropecuario, identificó y priorizó los peligros relacionados al clima en las diversas regiones del país. En la costa, donde se desarrollan los bosques secos, las

formaciones de matorrales y el manglar, se identificaron como principales peligros climáticos: las inundaciones y sequías en las zonas bajas y en las partes altas la presencia de friajes y heladas, sumado a la presencia de eventos periódicos de El Niño. En la sierra, donde principalmente se desarrollan los bosques de zonas altoandinas, pastizales y plantaciones, el 100% de las regiones sufren los impactos de las inundaciones y las heladas, mientras que el 80% reporta la presencia de friajes y sequías (Tabla 3). En las zonas de selva o Amazonia peruana, el 100% de las regiones están expuestas a las inundaciones y friajes, mientras que el 85% de ellas también reportan la presencia de sequías (MINAG, 2012).

Tabla 4. Impacto de las regiones del Perú a inundaciones, sequías, friaje y heladas

Región	FE/N	Inundaciones	Sequias	Friaje	Heladas
Amazonas	X	X	X	X	
Ancash		X	X		x
Apurímac		X	X		x
Arequipa	X	X	X		x
Ayacucho		X	X		x
Cajamarca		X	X	X	x
Cusco		X		X	x
Huancavelica		X	X	X	x
Huánuco		X	X		x
Ica			X	X	
Junín		X	X	X	x
La Libertad	X	X	X	x	x
Lambayeque	X	X	X	x	x
Lima	X	X	X	x	x
Loreto		X	X	x	
M. de Dios		X		x	
Moquegua	X	X	X	x	x
Pasco		X	X	x	x
Piura	X	X	X	x	x
Puno		X	X	x	
San Martín		X	X	x	x
Tacna	X	X	X	x	x
Tumbes	X	X	X	x	
Ucayali		X	X	x	

Fuente: Adaptado de PLANGRACC-A (2012).

Una de las muchas amenazas a los sistemas de sostén de la vida en el Perú, resulta directamente de un aumento en el uso de los recursos, la quema de combustibles fósiles la tala y la quema de bosques que liberan dióxido de carbono. La acumulación de este gas, junto con otros, atrapa la radiación solar cerca de la superficie terrestre, causando un calentamiento global, por lo que podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en zonas bajas y deltas de ríos (Barnett, 2004).

El Perú dispone de un importante capital natural para la provisión de servicios ambientales incluyendo el agua, el patrimonio forestal, los recursos marinos, la diversidad biológica y los recursos genéticos; que está siendo amenazados por diversas causas tanto naturales como antrópicas, y en particular por los efectos del cambio climático (MINAM, 2012a).

La alta diversidad geográfica, biológica y cultural de su territorio hace a nuestro país, altamente sensible a los potenciales efectos negativos del cambio climático. Por tanto, es importante tener en cuenta desafíos como: la ubicación de al menos el 80% de la población en la franja desértica costera y las montañas andinas; el 62.4% de la población debe ser abastecida con tan sólo el 1.8% de los recursos hídricos disponibles; alrededor de un 15% del PIB y 33% de la Población Económicamente Activa - PEA estén asociados a actividades económicas sensibles al cambio climático como agricultura, ganadería, pesca, minería, energía y agua; y los niveles de exposición al riesgo climático están entre los más altos del mundo (MINAM, 2012a).

En los últimos 22 a 35 años se ha perdido el 22% de la superficie glaciar, lo que equivale a 10 años de consumo de agua en Lima. Asimismo, se proyecta que para el 2025 desaparecerán los glaciares peruanos con una elevación menor a los 5 500 metros sobre el nivel del mar. Este hecho tendría consecuencias negativas sobre la

disponibilidad del agua considerando que la mayor parte de los ríos de la vertiente occidental de nuestros andes se abastecen del escurrimiento por infiltración de las zonas altas o por la fusión del hielo de los glaciares durante el período de estiaje, entre mayo y noviembre. Un continuo proceso de desglaciación generaría, inicialmente, una mayor circulación del agua en los cauces alcanzando un máximo de disponibilidad durante los siguientes 25 a 50 años; luego del cual, se iniciaría una progresiva disminución, agudizando el período de estiaje y en consecuencia, reduciendo la disponibilidad de agua para consumo humano, procesos industriales y generación de energía por fuente hidroeléctrica. Por otro lado, el cambio climático produciría un calentamiento de la capa superior del océano, lo que podría afectar la frecuencia e intensidad del Fenómeno del Niño. Así, se estima que, si se duplican las concentraciones de CO₂ al 2070, se llegaría a un calentamiento de 3,49°C en el Pacífico Oriental, lo que provocaría un escenario climático similar al de un evento de El Niño de intensidad media (Vargas, 2009).

- **Consecuencias en la Flora**

El Perú es uno de los 20 países más vulnerables a las modificaciones del clima global por estar localizado en una geografía de montañas tropicales con una gran diversidad de ecosistemas. Se agrava esta situación porque la población tiene bajos niveles de ingreso (34% de la población vive en situación de pobreza) y las economías regionales dependen en gran medida de actividades económicas sensibles a los cambios climáticos, como son la agricultura, la ganadería, la pesca, la explotación forestal y todas las cadenas productivas de la industria, servicios y comercio, que dependen del procesamiento de estos recursos naturales (MINAM, 2010).

- **Consecuencias en la Fauna**

Se indica que entre 20 y 30 por ciento de las especies de plantas y animales enfrentarán un mayor riesgo de extinción debido al calentamiento global, y que una parte significativa de las especies endémicas se habrán extinguido para el 2050. Algunos taxones son más susceptibles que otros. Por ejemplo, 566 de las 799 especies de coral que conforman los arrecifes de aguas cálidas van en camino de convertirse en especies en peligro de extinción debido al cambio climático; igual sucede con el 35 por ciento de los pájaros y el 52 por ciento de los anfibios. El impacto será aún más severo en las especies que ya están en peligro: de 70 al 80% de los pájaros, anfibios y corales (Vié et al., 2008).

- **Consecuencias en la Agricultura**

Según un estudio conjunto del Gobierno peruano, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Banco Interamericano de Desarrollo (2014) el sector agrícola también podría sufrir pérdidas equivalentes a entre 23.9 y 33.1 por ciento del PBI sectorial para el período 2010 - 2100 en los escenarios evaluados en el reporte; asimismo, esto sería la causa de la disminución de la productividad de casi todos los cultivos seleccionados (papa, arroz, maíz amarillo duro, caña de azúcar, plátano y maíz amiláceo), mientras que el café mostraría leves aumentos de productividad al inicio del período, para luego disminuir.

CAPÍTULO IV

DESGLACIACIÓN EN EL PERÚ

4.1. La desglaciación en el Perú

Nuestro país alberga el espacio más extenso de glaciares tropicales del mundo, y en Sudamérica el Perú posee el 70%. El Huascarán y Pastoruri, los más representativos nevados de la Cordillera Blanca que se redujeron en casi 40% entre 1995 y el 2005 (Cáceres, 2007).

La Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos, viene realizando trabajos de inventario, evaluación y monitoreo del comportamiento de glaciares y lagunas alto andinas a nivel del País, con la finalidad de prevenir y mitigar los riesgos y desastres naturales, por efecto de avalanchas, aluviones y desbordes de lagunas de origen glaciar, así como, prevenir los futuros déficits del recurso hídrico, especialmente en las cuencas de alta montaña, promoviendo su aprovechamiento de manera sostenible con fines múltiples (Tabla 4). Asimismo, este tipo de estudios en los glaciares y zonas de alta montaña están íntimamente relacionados al aspecto del Cambio Climático Global (Cáceres, 2007).

La cordillera Blanca tiene 755 glaciares, aproximadamente, 35 de ellos superan los 6 mil metros sobre el nivel del mar. En los últimos 40 años los efectos climáticos afectaron estos glaciares y según la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, se estimó que desde 1970 al 2010, los glaciares de la Cordillera Blanca se redujeron de 723 a 467 km cuadrados aproximadamente (Carreón y Caro, 2013).

Si los glaciares de la Cordillera Blanca continúan perdiendo cobertura glaciar, en menos de veinte años bajará el caudal del río Santa, afectando poblaciones y campos

de cultivo. Todo parece indicar que, de continuar la tendencia actual, los glaciares andinos desaparecerán y habrá escasez de agua (Carreón y Caro, 2013).

Tabla 5. Cordilleras Peruanas Afectadas por el Calentamiento Global

CORDILLERA	SUPERFICIE INICIAL	PÉRDIDA ESTIMADA
Cordillera Blanca	723.37 km ²	Se redujo a 611.48 km ² representando una pérdida de área glaciaria de 111.89 km ² . Así, por ejemplo, el nevado Pastoruri ha perdido entre 1995 y 2006 el 40% de su capa de hielo (se pronostica que, en 10 años podría desaparecer). Asimismo, el glaciar Broggi, en 25 años redujo su superficie en más de 86%
Cordillera Huayhuash	85 km ²	Se redujo a 71 km ² (perdió casi 387 millones de m ³ de agua).
Cordillera Raura	55 km ²	Se redujo a 28 km ² (perdió casi 50% de su superficie).
A nivel de 18 cordilleras del Perú	2,041 km ² al año 1970	Se redujo a 1595 km ² , perdiéndose 446 km ² de superficie glaciaria en 30 años. Cabe mencionar que, según Lonnie Thompson, el nevado Qori Kalis para el año 2008 se habrá reducido a la mitad, y en 5 años habrá desaparecido.

Fuente: Tomado de Cáceres (2007).

4.2. Nevados en Peligro

La desaparición de nevados ocurrirá en los próximos 30 años. Las superficies andinas cubiertas de glaciar en Perú experimentaron ya un retroceso de 22% en las últimas décadas (Soto, 2008), dentro de estos tenemos:

4.2.1. Nevado Coropuna

El nevado Coropuna es el tercer nevado más grande y alto del Perú, con una altura de 6.425 msnm. Se encuentra a unos 150 km al noroeste de Arequipa, la segunda ciudad más importante del Perú (MINAM, 2010).

El volcán Nevado Coropuna (150 km al Noroeste de la ciudad de Arequipa), desde hace 50 años presenta una pérdida promedio de un kilómetro de nieve al año. A raíz del calentamiento que sufre la Tierra, la temperatura en Arequipa sufrió un incremento de un grado. Sin embargo, en zonas con una altura mayor a los cinco mil metros y en donde se encuentran la mayor cantidad de glaciares, el ascenso es dos grados en periodo de invierno (Cáceres, 2007)

El nevado de Coropuna presenta una pérdida acumulada del 50% (1988-2006). Es en la década del 90 en donde se produce el mayor retroceso del nevado con una reducción del 32% y en lo que va presente siglo la reducción es del 23%. En la zona del Coropuna, se está produciendo un acelerado proceso de desglaciación y de proseguir este ritmo de reducción, en 20 años habría una pérdida total del glaciar. Al 2025 el nevado Coropuna sólo sería una capa de hielo incapaz de producir escurrimiento superficial para satisfacer las demandas hídricas de la zona (MINAM, 2010).

4.2.2. Nevado Pastoruri

La reducción de su masa de nieve es de tal magnitud que a simple vista se aprecia cómo el frente glaciar, es decir el manto blanco y helado que se extendía hasta llegar a escasos metros de la zona de arribo de los visitantes, ha retrocedido dramáticamente. Sólo basta con apelar a la memoria, ya que

todos los que alguna vez han visitado aquel nevado guardamos un recuerdo de un lugar que ahora agoniza (Torres, 2008).

El Pastoruri es el mejor ejemplo de la desglaciación, hace pocos años tocar la nieve era una meta fácil de cumplir por los cientos de escolares que lo visitaban en su viaje de promoción. En el 2008 se partió en dos y se estima que le quedan veinte años más de vida. Luego de eso solo será una montaña más de la cordillera. El año pasado las autoridades del Parque Nacional Huascarán propusieron convertir al Pastoruri en un emblema del retroceso del hielo. Se busca ilustrar la paulatina desaparición del glaciar desde 1970 (IPCC, 2014).

4.2.3. Nevado Huascarán

El Huascarán es un pico nevado ubicado en la cordillera occidental de los Andes centrales de Perú, en la Provincia de Yungay, en el sector denominado Cordillera Blanca. Su cumbre sur tiene el pico más alto del Perú al alcanzar los 6768 msnm. Es la montaña más alta de toda la zona tropical de la Tierra. La pérdida de área del nevado Huascarán, se ha determinado que en 50 años (período 1920-1970) su área se ha reducido en 18% (Kaser, Georges y Ames citado por Portocarrero, 2008), a lo cual se debe agregar que de acuerdo a imágenes de satélite se ha medido que a partir del año 1970 la disminución del área glaciar en el Huascarán es de 15% en 27 años, lo cual nos señala que en los últimos 30 años el retroceso glaciar se ha duplicado (Portocarrero, 2008).

4.3. Compromisos asumidos por el Perú para disminuir el calentamiento global

MINAM (2015) señala que la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático considera que el principal reto asociado al Cambio Climático en el Perú, es reducir los riesgos e impactos previsibles, fortaleciendo capacidades para enfrentarlos a través de una gestión integrada de los tres niveles de gobierno que permita reducir vulnerabilidades y aprovechar oportunidades. La Estrategia reconoce igualmente el potencial nacional para la captura, la conservación de reservas de carbono, y la mejor gestión de las emisiones de los GEI. Todo ello permitiría sentar las bases para un desarrollo sostenible y baja en carbono.

La Estrategia Nacional ante el Cambio Climático contiene los elementos que permiten elaborar a partir de los objetivos estratégicos nacionales, los indicadores y las líneas de acción según medio de implementación, los planes sectoriales y subnacionales en el Cambio Climático. Estos planes, elaborados con un enfoque de prospectiva, deberán ser monitoreados y evaluados para medir el avance en la implementación de los objetivos estratégicos nacionales (MINAM, 2015).

CAPÍTULO V

CALENTAMIENTO GLOBAL Y SU IMPACTO EN LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES DEL PERÚ

5.1. Biodiversidad

La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros sistemas acuáticos, y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y los ecosistemas. La biodiversidad abarca, por tanto, la enorme variedad de formas mediante las que se organiza la vida. Incluye todas y cada una de las especies que cohabitan con nosotros en el planeta, sean animales, plantas, virus o bacterias, los espacios o ecosistemas de los que forman parte y los genes que hacen a cada especie, y dentro de ellas a cada individuo, diferente del resto (Dorado, 2010).

5.1.1. Biodiversidad en Cajamarca

El territorio de Cajamarca presenta 27 de las 84 zonas de vida existentes en el Perú y características geográficas especiales, como es la Depresión de Huancabamba, conformada por el profundo cauce de los ríos Huancabamba, Chamaya y Marañón, que constituye la frontera biográfica entre el extremo sur de los Andes del Norte y el extremo norte de los Andes Centrales. El territorio comprende además bosques secos y cálidos de la vertiente occidental y del Marañón, jalcas y páramos, valles interandinos, laderas medias con bosques semejantes a los de selva alta, matorrales y amplias comunidades ribereñas. Esta diversidad de ecosistemas y hábitats hacen de Cajamarca una de las regiones con mayor cantidad de endemismos en el país (GRC, 2009).

Cajamarca es en su mayoría rural, área donde habita un 68% de la población del departamento. Actualmente los ecosistemas naturales presentes en las zonas rurales

están amenazados por los fenómenos de perturbación, fragmentación y transformación a usos más intensivos, generándose grandes pérdidas de biodiversidad. No obstante, La biodiversidad de Cajamarca ofrece grandes potencialidades de uso sostenible, pudiendo generarse importantes beneficios para la población. De hecho, muchas especies han sido, y continúan siendo domesticadas y conservadas por los campesinos, convirtiéndose en cultivos nativos muy importantes para la seguridad alimentaria de la región, del país y del mundo (GRC, 2009).

Existen otras clasificaciones biogeográficas que también son utilizadas como base para estudios de biodiversidad. El Mapa Ecológico del Perú, utiliza el concepto de zonas de vida de Holdridge, clasificando las áreas terrestres según los efectos biológicos de la temperatura y la precipitación en la vegetación. Según esto, Cajamarca, presenta 24 zonas de vida y 3 transiciones, de las 84 zonas de vida que existen en el Perú (GRC, 2009).

5.2. Consecuencias en la Biodiversidad

El calentamiento global ha tenido un impacto mucho mayor dentro de la biodiversidad. Existen muchas especies que están fuertemente vinculadas con este problema causando que muchas de ellas desaparezcan (MINAM, 2014).

Un calentamiento moderado de la atmósfera terrestre, provocado por las emisiones de gases de efecto invernadero, podría causar a finales del siglo XXI modificaciones importantes de la biodiversidad marina en amplias regiones oceánicas del planeta (Morales et al., 2012).

Cambios en la dinámica de las poblaciones de fauna y flora cuyos ciclos de vida dependen del regular funcionamiento de cuerpos de agua cuya dinámica se vería afectada por aumentos en la variabilidad climática y por cambios en la disponibilidad

de agua. Lo anterior sería particularmente evidente en las zonas áridas y semiáridas de la región. En todo caso, es factible también que los efectos no siempre sean negativos, y que algunas especies vean aumentado el tamaño de sus poblaciones (IPCC, 2007).

Parmesan (2006), sostiene que el cambio climático y las invasiones biológicas son dos importantes factores de cambio que afectan la biodiversidad en distintos niveles y los servicios de los ecosistemas. Los cambios en las condiciones climáticas de las décadas recientes han traído como consecuencia la alteración de la dinámica de las poblaciones de las especies nativas y de esta manera también se ha modificado su área de distribución geográfica, así como la estructura y composición de las comunidades y el funcionamiento de los ecosistemas.

Los efectos indirectos del cambio climático pueden afectar algunos ecosistemas, haciéndolos más vulnerables a las especies invasoras y a sus efectos. En casos extremos, las invasiones relacionadas con el clima pueden llevar a la completa transformación de los ecosistemas en donde las especies invasoras dominen la función, la riqueza, o ambas, con la consecuente reducción de la diversidad de las especies nativas (Mack et al., 2000 y Walther et al., 2009).

5.2.1. Efectos del Calentamiento Global en la Distribución de especies.

La distribución de las especies está determinada por la temperatura, la lluvia, las barreras geográficas y otros factores ecológicos como las formaciones geológicas subyacentes que no serán afectados por el cambio climático. En lugares donde la temperatura y la precipitación son los principales factores limitantes para la distribución de una especie, se puede anticipar que los mapas de distribución cambiarán igualmente. A medida que, en cada estación, las isotermas

del hemisferio norte se mueven más hacia el norte y las del sur más hacia el sur, las poblaciones de plantas y animales que buscan condiciones óptimas harán lo mismo, suponiendo que hay espacio para moverse y que la especie está en capacidad de hacerlo. Los individuos de especies animales con capacidad de movimiento pueden emigrar a medida que sus condiciones ecológicas óptimas cambian, pero las plantas y animales sésiles no. La distribución de aquellos con ciclos de vida relativamente cortos también avanzará pues la selección natural favorece a los que se ubican en el frente de las condiciones cambiantes y reduce las tasas de supervivencia de los que habitan en el borde sub-óptimo del hábitat en movimiento.

Las especies arbóreas con tiempos de maduración muy lentos y estrechos rangos de temperatura óptima probablemente no sobrevivirán si la velocidad del cambio climático y de los cambios ecológicos asociados es más rápida que su ciclo de vida. La vegetación alrededor de las montañas tenderá a moverse montaña arriba, en respuesta al incremento en la temperatura, suponiendo que los patrones de lluvia no cambiarán significativamente. La mayoría de las especies terrestres en las islas no podrán emigrar excepto pájaros, murciélagos e insectos voladores en busca de nuevos hábitats.

El incremento de la temperatura debido al cambio climático es responsable de la expansión de varias especies de insectos hacia mayores altitudes y hacia los polos y de cambios en la fenología estacional, lo que causa un mayor desarrollo y mayores tasas de alimentación. El cambio en la provisión de alimento para las especies de la fauna cambiará también la distribución de las especies, estimulando a algunas poblaciones y reprimiendo a otras (FAO, 2013).

5.3. Vinculaciones entre la diversidad biológica y el cambio climático

Djoghla (2007) alude que las vinculaciones entre la diversidad biológica y el cambio climático actúan en ambas direcciones: el cambio climático amenaza a la diversidad biológica, pero la diversidad biológica puede reducir el impacto del cambio climático, por tanto, el cambio climático afecta y continuará afectando a la diversidad biológica. Las consecuencias del cambio climático en el componente de las especies son:

- Cambios en la distribución
- Aumento de las tasas de extinción.
- Cambios en los tiempos de reproducción.
- Cambios en la duración de la estación de crecimiento de las plantas.

Djoghla (2007) menciona que las especies amenazadas son particularmente vulnerables a los Impactos del cambio climático. Como las ranas que dependen del agua para reproducirse, y la temperatura las cuales si son adversas contribuirían a disminuir las poblaciones anfibias, especialmente las ranas de América Latina.

Los manglares de Asia, donde vive el tigre está amenazado por el ascenso del nivel del mar que causaría la desaparición del hábitat de ese animal, además en África, los períodos secos más largos y por espacios para vivir más reducidos, hacen del elefante un animal altamente vulnerable al cambio climático (Djoghla, 2007)

5.4. Impacto del calentamiento global en ecosistemas terrestres

En la región de América Latina y Caribe se encuentran algunos de los países más biodiversos del mundo; entre ellos Brasil, Colombia, México y Perú (Székely, 2009). Se han identificado 178 regiones ecológicas que representan más del 50% de la biodiversidad del planeta; y se encuentran los hábitats del 40% de

las especies de flora y fauna del mundo. Esto cobra especial relevancia si se tiene presente que entre el 25 y el 50% de las especies de la región son endémicas (Mac Arthur Foundation, 2011), y que, en consecuencia, son más susceptibles a los efectos del cambio climático debido a que por sus particulares características fisiológicas y fenológicas, están adaptadas a nichos ecológicos estrechos (IPCC, 2002).

Además del efecto de los factores históricos y el impacto constante de los factores ambientales, se puede decir que, en términos de la dinámica temporal, el cambio en la biodiversidad es inevitable. En la actualidad, además del impacto de los cambios naturales, la biodiversidad se encuentra amenazada por numerosas actividades antropogénicas, a tal punto que se ha propuesto que el planeta ha entrado en una era distinta que debería reconocerse como el Antropoceno (Crutzen, 2002)

El cambio climático inducido por el hombre se produce en el plazo de un siglo, lo que deja poco tiempo para que las sociedades y los ecosistemas se adapten a un ritmo tan rápido. Un cambio drástico en la temperatura provocaría grandes perturbaciones en ecosistemas fundamentales para nuestras sociedades y economías, como la extinción paulatina de los bosques amazónicos, la pérdida completa de los glaciares en los Andes y la rápida acidificación del océano. (Crutzen, 2002)

5.5. Influencia humana en los ecosistemas terrestres

El ser humano está modificando a velocidad creciente la distribución espacial y el funcionamiento de los ecosistemas. Dicha modificación tiene lugar a escala local, regional y global de forma que hoy en día la gran mayoría de ecosistemas

terrestres presentan un cierto grado de degradación o alteración atribuible a las actividades humanas (Vitousek et al. 1997). Además, estas actividades están cambiando las propiedades biofísicas de la atmósfera y el clima, y hay evidencia irrefutable de que los ecosistemas están respondiendo a todos estos cambios (Hulme et al. 1999, Hughes 2000). Aunque muchas de estas evidencias se apoyan en respuestas de especies particularmente sensibles, hay cada vez más resultados que muestran efectos a nivel de todo el ecosistema. Si bien dichos efectos no son apreciables fácilmente, tienen en general un plazo temporal de varias décadas y se ven con frecuencia influidos por las condiciones locales (Vitousek et al. 1997, Parmesan y Yohe 2003).

5.6. Cambio climático asociado a cambios en la cobertura y el uso de la superficie.

Los componentes del sistema climático son: océano, atmósfera, biosfera, litosfera y antroposfera (PABÓN, 2011); pero desde hace varias décadas ha surgido la preocupación por el estudio detallado de la relación antroposfera-biosfera y sus implicaciones en la problemática del cambio climático. De ahí que, las investigaciones se hayan enfocado en la evaluación de la cobertura y el uso de la superficie terrestre, por ser un factor que lleva implícita la señal de las diferentes actividades que desarrolla la sociedad, el cual, a partir de su correlación con variables climáticas podría evidenciar la huella de la acción de la antroposfera sobre la biosfera y los posibles impactos sobre el clima en diferentes escalas. Al respecto, se ha encontrado que las tendencias generales en los métodos para abordar el estudio de las relaciones mencionadas anteriormente son: - Datos medidos en campo con la ayuda de estaciones climatológicas o sensores móviles, para identificar los cambios en variables climáticas al interior de las ciudades, o

para el análisis comparativo de datos provenientes de estaciones localizadas en zonas con coberturas naturales y aquellos de zonas con niveles altos de perturbación antropogénica. El uso de productos de sensores remotos correlacionados con datos climatológicos, con el fin de identificar cambios en las coberturas de la superficie terrestre y su incidencia sobre el clima, - La utilización de modelos climáticos que incorporan información de las coberturas terrestres para predecir cambios en el clima. (Lambin et al.,2006)

5.7.Efecto del cambio climático en los ecosistemas

(Josse et. al. 2009) reconocen 133 tipos de ecosistemas diferentes en los andes del norte y centrales, clasificados dentro de nueve agrupaciones mayores. Los rangos de altitud y los regímenes de temperatura y precipitación se encuentran entre los factores distintivos de estos ecosistemas. En los andes tropicales ya se han observado tanto los efectos directos del cambio climático (es decir, cambios en los factores climáticos) como los indirectos (como las respuestas de los ecosistemas) y podemos establecer hipótesis sobre lo que podría ocurrir en los próximos 100 años en cada una de las nueve agrupaciones principales de ecosistemas.

Se estima que, en los páramos andinos septentrionales, alrededor del 35% de las especies de aves (102 especies) y el 60 % de las especies vegetales (125 especies), se extinguirán o resultarían críticamente dañadas para el 2080, en base a escenarios de alta emisión (IPCC 2007).

Varios factores hacen a los sistemas acuáticos vulnerables ante el cambio climático. El aumento de la temperatura puede intensificar la evaporación en los lagos y humedales, con una reducción concomitante del hábitat y posibles cambios en la calidad del agua (ej. Temperatura, salinidad), ejemplo particularmente donde se

espera una disminución de la precipitación. En las áreas donde los cuerpos de agua son alimentados por escorrentía glaciales, los niveles de agua han aumentado, las reservas de agua almacenadas en el hielo glacial por fusión acelerada. pero disminuirá cuando la glacial desaparezca (Vuille et al. 2008). Los humedales, en particular los bofedales situados en los márgenes de los ríos y los manantiales de los pastizales y desiertos de alta montaña, funcionan como archipiélagos de diversidad. El cambio climático podría desembocar en una reducción de disponibilidad de agua, salinización, reducción de la superficie e incremento de las emisiones de carbono (en especial CO₂) en estos ecosistemas.

Más allá de los cambios esperados las vulnerabilidades de cada agrupación de ecosistemas, puede hacerse unas estimaciones generales sobre los efectos del cambio climático en el Mosaico de es de los Andes tropicales. En primer lugar, las contracciones o expansiones de los ecosistemas términos de área geográfica (ej. Contracciones proyectadas para el páramo y superpáramo) y un ambiente físico cambiante, probablemente conducirán a la desaparición o migración de especies. Por ejemplo, estudios recientes en los andes peruanos han documentado que seis especies de ranas amenazadas ha desaparecido ya de sus rangos históricos (von May et al. 2008) y que otras tres especies han extendido sus distribuciones hacia arriba siguiendo la reciente deglaciación (T.A Seimon et al. 2007). Esta clase de desplazamientos de especies tiene consecuencias en la estructura de los ecosistemas (ej. En términos de dinámicas de comunidades) así como en su función (ej. El rol de las distintas especies en el mantenimiento de los procesos de los ecosistemas).

La expansión de las distribuciones geográficas es de alguna forma análogo a la introducción de especies exóticas en los nuevos países, donde las nuevas especies colonizadora pueden alterar la identidad y fortaleza de las interacciones bióticas

directas o indirectas (Levine et al. 2004; White et al. 2006), así como cambiar la estructura física de los ecosistemas (Crooks 2002) y aumentan la fuerza de los regímenes de perturbación (Brooks et al 2004). La formación de comunidades no análogas (es decir, asociaciones de especies desconocidas hasta ahora) es también un potencial resultado del cambio climático (Fox 2007; le Rux y McGreoch 2008).

Cuando cambian las estructuras de una comunidad, es importante preguntarse si los roles funcionales de las especies perdidas serán reemplazados o no por los nuevos migrantes a los ecosistemas (Vos et al. 2008)

En segundo lugar, los cambios en los factores climáticos probablemente influyan también en los procesos abióticos funcionales de los ecosistemas. Los cambios en los regímenes de precipitación podrían venir acompañado por un incremento de erosión y deslizamientos de tierra particularmente en los ecosistemas que se encuentran en las laderas, como los bosques montanos y los bosques nublados. Se ha pronosticado un aumento en la proporción de precipitación vertical (lluvia) respecto a la horizontal (niebla desplazada por el viento) para algunos ecosistemas tradicionalmente dominados por niebla, como el páramo; este cambio podría afectar a la capacidad de retención y filtración de agua en el páramo. También es importante un aumento en el nivel de precipitación sólida (nieve y aguanieve). En las áreas cuya vegetación y geomorfología están en equilibrio con la precipitación sólida (que se infiltra lentamente conforme se derrite), un incremento de la precipitación líquida conduce a aumentos en la escorrentía, sedimentación y erosión. Los efectos del cambio climático en el ciclo de los nutrientes son inciertos. En los sistemas acuáticos, el aumento de la temperatura puede conducir a una disminución de oxígeno disuelto y a un potencial incremento de la eutrofización. Los humedales y el páramo podrían

dejar de ser sumideros para convertirse en emisores de carbono a corto plazo debido al calentamiento y la sequía.

Finalmente, los efectos interactivos y sinérgicos del cambio climático con otros factores que causan estrés a los ecosistemas de los andes tropicales tales como la modificación del hábitat, las especies exóticas y la contaminación del agua pueden ser severos e inesperados. Por ejemplo, anteriores estudios han demostrado que, a nivel de especies, la exposición a pesticidas en concentraciones inferiores a las letales y en presencia de riesgos de depredación, puede causar mortalidad masiva en las larvas de anfibio (Shi et al 2004). Nos muestran el destino que puede esperarles a las especies de paisajes sometidos a múltiples factores de estrés. Queda por ver si los cambios en factores climáticos interactúan con los factores de estrés bióticos (depredación, enfermedades, escasez de alimentos) y abióticos (condiciones inadecuadas de hábitat) de las especies tropicales andinas, y de qué manera los afectan. Más allá del nivel de especies, los páramos contribuyen un ejemplo de los posibles efectos interactivos del cambio climático sobre los factores de estrés antropogénicos a mayor escala. Conforme el clima se calienta, sus márgenes inferiores pueden volverse más aptos para la agricultura y verse así más amenazados para las actividades humanas. La combinación del cambio climático con el incremento de influencia humana sobre el páramo puede también propagar los fuegos antropogénicos, considerados una seria amenaza para la integridad de este ecosistema (Ruiz et al 2007).

5.8. Calentamiento Global y Captura de Carbono

Aunque el concepto de ciclo de carbono en la naturaleza y la capacidad de absorción del suelo y los océanos ha sido conocido durante largo tiempo, no fue sino hasta 1976 que la idea de los bosques como “almacenadores” de las emisiones de combustibles fósiles fue propuesto por primera vez (WRI 2001). El interés en esta función ecológica de los ecosistemas terrestres aparece cuando investigadores y administradores públicos empiezan a entender el valor total de la naturaleza (VTN) y se enfocan en desarrollar esquemas para conservar y restaurar dicho valor. El VTN se considera como la suma del valor de uso directo e indirecto, opción y existencia de la naturaleza (Department for Transport, Local Government and the Regions 2002).

La capacidad de almacenamiento de carbono (C) en los bosques se está perdiendo rápidamente por los procesos de deforestación y degradación de los ecosistemas forestales. Para proponer estrategias viables dirigidas a la mitigación del cambio climático es imprescindible, por un lado, conocer la dinámica del C en los ecosistemas forestales y, por otra, las modificaciones a los flujos de C derivadas de los patrones de cambio de uso de suelo. Un primer paso indispensable para lograr este objetivo, es contar con la información básica sobre los contenidos de carbono en los diferentes almacenes del ecosistema (Ordóñez, 1998).

Los principales almacenes de C en los ecosistemas forestales son el suelo, la vegetación y el mantillo. La vegetación es la encargada de incorporar el C atmosférico al ciclo biológico por medio de la fotosíntesis. De igual manera, el suelo juega un papel muy importante en el ciclaje y almacén del carbono en estos ecosistemas.

A pesar de ser actualmente fuentes netas de emisión de GEI, los bosques tienen la posibilidad de mitigar GEI por medio de la captura de carbono en diferentes ecosistemas vegetales conocidos como: sumideros (Maser, 1996; Ordóñez, 1998 y 1999).

La estimación precisa de la dinámica de los flujos netos de carbono entre los bosques y la atmósfera (es decir, el balance emisión-captura) es uno de los problemas abiertos más importantes en la discusión sobre cambio climático (IPCC, 1995; Lashof y Ahuja, 1990; Mintzer, 1992; Dixon et al., 1994). Esto es resultado, por un lado, del complejo ciclo biogeoquímico del carbono en los ecosistemas forestales (García y Ordóñez, 1999).

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- El calentamiento global está produciendo la pérdida de diversidad de especies que no puedan adaptarse a los cambios climáticos como las ranas, chinchilla y el coral originando la migración de especies y alteración de ecosistemas.
- Los cambios climáticos por los que atraviesan los ecosistemas terrestres son influenciados por el alto consumo de combustibles fósiles, la ganadería, minería, deforestación, desechos y crianza masiva de animales.
- La pérdida de porciones considerables del nicho climático de especies nos induce a clasificar a una gran cantidad de ellas como en peligro crítico o incluso extintas.
- Los bosques del Perú, son extensos y variados, albergan una gran biodiversidad, producen bienes valiosos y generan múltiples servicios vitales.
- El cambio climático afecta a todos los seres vivos del planeta sin excepción y altera las condiciones del medio ambiente impactándolo en mayor o menor medida según su vulnerabilidad, por lo que la gestión de los impactos del cambio climático debe ser realizada a escala local.
- Las mayores emisiones de GEI en el Perú provienen de la quema de bosques, es por ello que el sector forestal permite implementar acciones de mitigación y adaptación. Las primeras mediante la captura de carbono en los diversos tipos de bosques y formaciones vegetales; y las segundas aprovechando los servicios ambientales de los ecosistemas forestales en los frentes local, regional y nacional.
- Las actividades humanas como la tala indiscriminada, está afectando a los servicios ambientales como calidad de agua, erosión de suelos, alteración de los ecosistemas, migración y pérdida de especies endémicas.

RECOMENDACIONES

Las municipalidades y entidades encargadas del medio ambiente, deben educar a la población mediante trípticos informativos, foros comunales y sesiones educativas sobre qué medidas se deben tener en cuenta para contribuir a mitigar las causas del calentamiento global y el cuidado de los ecosistemas existentes a su alrededor.

Las instituciones educativas, colegios, universidades, institutos y otros deben incluir dentro de sus planes de estudios curriculares, cursos sobre el cuidado del medio ambiente y biodiversidad con la finalidad de crear conciencia ambiental.

Los centros de trabajo deben incluir actividades familiares que implementen campañas sobre el cuidado del medio ambiente y áreas naturales, permitiendo así la concientización dentro del núcleo familiar.

CÁPITULO VII

BILIOGRAFÍA

- Adler, PB; Levine, JM; Yelenik, SG. 2004. A meta- análisis of biotic resistance to exotic plant invasions. *Ecology letters* 7:975-989
- Aguilar, CA; Daszak, P; Halloy, SR; Hyatt, AD; Konecky, B; Seimon, A; Seimon, T.A; Schloegel, LM; Simmons, JE; Sowell, P. 2007. Upward range extension of Andean anurans and chytridiomycosis to extreme elevations in response to tropical deglaciation. *Global Change Biology* 13:288-299.
- Aguirre, CO; Gonzales, EM; Gonzales, ES; Jiménez JP; Jurado, E; Navar, J. 2003. Cambio Climático Mundial: Origen y Consecuencias. Universidad Autónoma de Nuevo León – Monterrey, Mexico. 6(3), 377-385.
- Altieri, MA; Nicholls, CI. 2009. *Leisa revista de agroecología*.
- Angulo, A; Brown, Jason; Carrillo, J; Catenazzi, A; Chávez, G; Córdova Jesús; Curo, A; Delgado, A; Enciso, MA; Gutiérrez, R; Lehr, E; Martínez, JL; Medina-Müller, M; Miranda, A; Neira, DR; Ochoa, JA; Quiroz, AJ; Rodríguez, DA; Rodríguez, LO; Salas, AW; Seimon, A, Seimon, T, Siu-Ting, K; Suárez, J; Torres, C; Twomey, E; Von May, R. 2008. Current state of conservation knowledge on threatened amphibian species in Peru. *Tropical Conservation Science* 1:276396.
- Asner, G; Defries, R; Laurance, WF; Rudel. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology*, 23, 1396-4051.
- Barrena, V; Cabrera, E; Chacon-Moreno, E; Ferreira, W; Josse, CF; Navarro, G; Peralvo, M; Saito, J; Tovar, A. 2009. Ecosistemas de los andes del norte y centro. Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela. Lima: Secretaria General de la Comunidad

- Andina, Programa Regional ECOBONA-intercooperation, CONDESAN Proyecto Paramo Andino, Programa BioAndes, EcoCiencia, NatureServe, IAvH, LTAUNALM, ICAE-ULA, CDC-UNALM, and RUMBOL SRL.
- Barros, V. 2007. El cambio climático global. ¿Cuántas catástrofes antes de actuar? Buenos Aires: Libros El Zorzal.
- Barry, RG; Chorley, RJ. 2003. Atmosphere, weather, and climate, routledge Taylor & Francis. Group, New York.
- Baveco, H; Berry, P; Bell, C; Hanley, JO; Kuipers, H; Nijhof, B; Opdam, P; Vos, CC. 2008. Adapting landscapes to climate change: examples of climate – proof ecosystem networks and priority adaptation zones. *Journal of applied Ecology*
- Bazzaz, F; Clout, M; Evans, H; Lonsdale, WM; Mack, RN; Simberloff, D. 2000. Biotic invasions: Causes, epidemiology, global consequences, and control. *Ecol. Appl.* 10:689-710.
- Bel, AM; Kerby, JL; Sih, A. 2004. Two stressors are far deadlier than one. *Trends in Ecology and Evolution*
- Benavides, O. 2008. Información técnica sobre gases del efecto invernadero y el cambio climático. Instituto de Hidrología, meteorología y estudios ambientales. México.
- Bennet, L. 2017. Rising sea levels and Indigenous Communities. Climate institute.
- Blair, JM; Collins, SL; Knapp, AK. 2000. Ecosystems as Functional Units in Nature. *Natural Resources and Environment* 14 (3): 150-155.
- Boer, C. 1989. Effects of the forest fire 1982-83 in East Kalimantan on wildlife. FR Report No. 7. Samardinda, Indonesia, Deutsche Forstservice GmbH.

- Bradley, RS; Francou, P; Juen, I; Keser, G; Marck, BG; Vuille, M; Wagnon, B. 2008. Climate changer and tropical Andean glaciers: past, present and future. *Earth Science Reviews* 89:79-96.
- Bradley, RS; Hughes, MK; Mann, ME. 1998. Global-Scale Temperature Patterns and Climate Focing over the past six centuries. 392, pp. 779,787.
- Brack, A. 2000. Perú biodiversidad y biocomercio: Situación actual y potencial. Lima, Perú. 81 p.
- Brooks, ML; Antonio, CM; Richardson DM; Grace JB; Keeley, JE; Di Tomaso, JM; Hobbs, RJ; Pellant, M; Pyke, D. 2004. Effects of invasive alien plants on fire regimens. *BioScience* 54:677-688
- Bruulsema, TW; Jensen, TL; Snyder, CS. 2007. Greenhouse gas emissions from cropping systems and the influence of fertilizer management - a literature review. International Plant Nutrition Institute, Norcross, Georgia, U.S.A.
- Bunyard, P; Herrera, F. 2012. El rol de la selva amazónica en la formación de las lluvias en Colombia. *Intekhnia*, 7 (1): 27-36.
- Cabanillas, M; Miranda, A; Poma, W; Sánchez, I. 2006. La Jalca, El Ecosistema Frío del Noroeste Peruano Fundamentos Biológicos y Ecológicos. 196 p.
- Caballero, M; Lozano, S; Ortega, B. 2007. Efecto invernadero, calentamiento global y cambio climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. Instituto de Geofísica, Instituto de Geología Universidad Nacional Autónoma de México. 8(6). Recuperado de: https://www.revista.unam.mx/vol.8/num10/art78/oct_art78.pdf

- Cáceres, L; Núñez, A. 2011. Segunda Comunicación Nacional sobre Cambio Climático. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ecuador. 263 p. Recuperado de <https://unfccc.int/resource/docs/natc/ecunc2.pdf>
- Cárdenas, P. 2008. Calentamiento Global y Cambio Climático, el Tratamiento del Problema en los medios de Comunicación Mexicanos (tesis doctoral). Universidad de Zaragoza, España.
- Carr, D. 2004. Proximate population factors and deforestation in tropical agricultural frontiers. *Population and Environment*, 25 (6), 585-612.
- Carreón, N; Caro, T. 2013. Desglaciación de la Cordillera Blanca en el contexto del cambio climático – Ancash. Cedep. Recuperado de <http://cedepperu.org/desglaciacion-de-la-cordillera-blanca-en-el-contexto-del-cambio-climatico.html>
- Chazdon, R; Morales, M; Ortega, M; Vílchez, B. 2012. Diversidad y estructura horizontal en los bosques tropicales del Corredor Biológico de Osa, Costa Rica. *Forestal Mesoamericana Kurú*. Vol.9. Costa Rica.
- CINCA [Centro de Innovación Científica Amazónica]. 2018. Perú: tres historias sobre los devastadores efectos de la minería ilegal en Madre de Dios. Perú. Recuperado de <https://es.mongabay.com/2018/09/peru-mineria-ilegal-madre-de-dios/>
- Cline, WR. 2007. Global warming and agriculture: impact estimates by country. Center for Global development, Washington DC.
- Contreras, M; González, ME; Olmos, E. 2013. Percepción de la población frente al cambio climático en áreas naturales protegidas de Baja California Sur, México. Chile. *Polis, Rev. Universidad Bolivariana*. 35(12):1-17.

- Córdoba, D; Ramos, JI. 2001. Monóxido de carbono (4 ed.). Bogotá: Editorial el Manual Moderno. p. 313-315.
- Crooks, JA. 2002. Characterizing ecosystem-level consequences of biological invasions: the role of ecosystem engineers. *Oikos* 97: 153-166
- Crutzen, P. 2002. A geology of mankind. *Nature*. v. 415. p 23–doi: 10.1038/415023a doi: 10.1038/415023a.
- Cruz-Burga, Z; Durt, É; Llerena, C; Marcelo-Peña, J; Martínez, K; Ocaña, J. 2010. Gestión ambiental de un ecosistema frágil. Los bosques nublados de San Ignacio, Cajamarca, cuenca del río Chinchipe. Lima. 134 p.
- Cuesta, F; Peralvo, M; Valarezo, N. 2009. Los bosques montanos de los andes tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y su vulnerabilidad a efectos del cambio climático. ECOBONA-INTERCOOPERATION, Quito. 25 p.
- Davies, S.J; Unam, L. 1999. Smoke-haze from the 1997 Indonesian forest fires: effects on pollution levels, local climate, atmospheric CO₂ concentrations, and tree photosynthesis. *Forest Ecology and Management*, 124: 137-144.
- Laboratorio de Ecología de Ecosistemas, Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México Campus Morelia
- Dehesa, G. 2016. El cambio climático la mayor amenaza del siglo XXI. El país. Recuperado de https://elpais.com/economia/2015/12/29/actualidad/1451382596_572425.html
- Del Moral, MA; Díaz, NA; Rivera Z; Rodríguez, L; Carrión, JM. 2011. Efectos del calentamiento global. Xalapa. Recuperado de <https://es.slideshare.net/Naleex/calentamiento-global-9077662>

- Department for Transport, Local Government and the Regions 2002. Economic valuation with stated preference techniques: summary guide. DTLGR, Gran Bretaña. Recuperado de: www.dtlr.gov.uk/about/economics/index2.htm
- Dixon, RK; Schroeder, PE; Winjum, JK. 1992. Estimating the global potential of forest and agroforest management practice to sequester carbon. *Water, Air and Soil Pollution* 6,1-2, 213-227
- Djoghla, A. 2007. Cambio climático y diversidad biológica. Noruega.48p. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/bioday/2007/ibd-2007-booklet-01-es.pdf>
- Dorado, A. 2010. ¿Qué es la biodiversidad? Madrid: Fundación de biodiversidad. Recuperado de <http://www.ecomilenio.es/wp-content/uploads/2010/10/que-es-la-biodiversidad-web.pdf>
- Echarri, L. 2007. Contaminación de la atmósfera. Pamplona, España. Recuperado de <http://cmap.unavarra.es/rid=1NQMZQNYR-219B14H-496/Tema%207%20Contaminacion%20atmosferica%202007.pdf>
- Espinoza, G. 2007. Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Chile.
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación]. 2006. Los bosques sufren fenómenos meteorológicos extremos y más incendios. Roma. Recuperado de http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/article_1000249es.html
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación]. 2006. Las repercusiones del ganado en el medio ambiente. Recuperado de <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm>

- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación]. 2008. La gestión de los bosques ante el cambio climático. Roma. Recuperado de <http://www.fao.org/3/i1960s/i1960s00.pdf>
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación]. 2009. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. La ganadería, a examen. Roma.
- FAO [Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación]. 2013. La fauna Silvestre en un clima cambiante. Roma. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/i2498s/i2498s.pdf>
- Federación de enseñanza de CC.OO. de Andalucía. 2010. El efecto invernadero. Recuperado de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6985.pdf>
- Galicia L; Humberto, E; Muñoz, F. 2018. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. Agricultura migratoria conductor del cambio de uso del suelo de ecosistemas alto-andinos de Colombia. Rev. Bio. Agro. 16(1),15-25, doi: 10.18684/bsaa. v16n1.620.
- García, OF; Ordóñez, A. 1999. El Papel de los suelos forestales en la captura de carbono. Enviada a Nuestros Bosques.
- Geist, H; Lambin, EF; Rindfuss, RR. 2006. Introduction: local processes with global impacts. In: LAMBIN, E. F.; GEIST, H. J. (Org.). Land-use and land-cover change: local processes with global impacts. Berlin: Springer. pp. 2-8.
- Gil, D; Macías, O; Vilches, A; Toscano, JC. 2019. Crecimiento demográfico y Sostenibilidad. Recuperado de <http://www.oei.es/decada/accion.php?accion=001>

- Gleick, PH; Adams, DB. 2000. The Report of the Water Sector Assessment Team of the National Assessment of the Potential Consequences of Climate Variability and Change. USCC.
- Gobierno Peruano, Comisión Económica para América Latina y el Caribe y el Banco Interamericano de Desarrollo. 2014. Cambio climático afectaría más a pesca, ganadería altoandina y agricultura en Perú. Andina. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-cambio-climatico-afectaria-mas-a-pesca-ganaderia-altoandina-y-agricultura-peru-535103.aspx>
- GRC [Gobierno Regional de Cajamarca]. 2009. Estrategia Regional de Biodiversidad de Cajamarca al 2021. Cajamarca. 152 p. Recuperado de <https://www.cbd.int/doc/nbsap/sbsap/pe-sbsap-cajamarca-es.pdf>
- Gutiérrez, M. 2008. Bioeconomía: la economía del siglo XXI. BIOS, 1(1),2-6.
- Gutierrez, ME; Moreno, HA; Ruiz, D; Zapata, PA. 2008. Changing climate and endangered high mountain ecosystems in Colombia. Science of the total Environment
- Hamilton, LS; Juvik, JO; Scatena, FN. 1995. The Puerto Rico Tropical Cloud Forest Symposium: introduction and workshop synthesis. Tropical Montane Cloud Forests (10). Berlín: Springer Verlag. p. 1-23.
- Hall, KR; Pounds, JA; Price, JT; Root, TL; Rosenzweig, C; Schneider, SH. 2003. Fingerprints of global warming on wild animals and plants. 421, 57-60.
- Hilton-Taylor, C; Stuart, SN; Vié, JC. 2008. Wildlife in a changing world: an analysis of the 2008 IUCN. Red list of threatened species. Gland, Switzerland, IUCN. 180 p.

- Houghton, R. 2012. Carbon emissions and the drivers of deforestation and forest degradation in the tropics. *Current Opinions in Environmental Sustainability*, 4, 597-603.
- Howden, SM; Soussana, JF; Tubiello, FN; Meinke, H. 2007. Adapting agriculture to climate change *PNAS* 104: 19691-19696
- Huerta, S. 1997. Establecimiento de un sistema de información geográfica como base para el ordenamiento territorial del manglar de Tumbes y su zona de Influencia (tesis pregrado). UNALM. Lima. 124 p.
- Hulme, M; Barrow, EM; Arnell, NW. 1999. Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature* 397: 688-691.
- Hulme, PE; Kühn, I; Pyšek, P; Settele, J; Sykes, MT; Roques, A; Walther, GR. 2009. Alien species in a warmer world: Risks and opportunities. *Trends Ecol.Evol.* 24(12):686-693.
- IDEAM; UNICEF; CINARA. 2005. Marco político y normativo para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia. Santiago de Cali: IDEAM, UNICEF, CINARA. [Citado el 13 de febrero de 2013]. Url disponible en:
http://api.ning.com/files/mDIukdquEamNm6u4TfdeP8SxskaWE-G0K2n5CZc3FSulC7Z6XOMVh2pmFjUMmWmKYM6ZPzkCLLvJwmvMbZA8VF*y2Rq04Din/PoliticayNormatividad.pdf
- IGP [Instituto Geofísico del Perú]. 2013. Proyecto impacto de la variabilidad y cambio climático en el ecosistema de manglares de Tumbes. Recuperado de sites.google.com/site/manglaresigp/

- INRENA [Instituto Nacional de Recursos Naturales]. 2007. Plan Maestro del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes 2007-2011. Lima. 197 p.
- IPCC [Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático]. 1995. Climate Change 1995. The Supplementary Report to the IPCC Scientific Assessment. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.
- IPCC [Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático]. 2014. Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los grupos de trabajo I, II y III al V informe de evaluación del grupo intergubernamental de expertos sobre el cambio climático. Ginebra, Suiza, 157 p.
- IPCC [Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático]. 2007. Climate Change 2007. Cambridge: WMO y UNEP. Johnston, R. J., Taylor, P. J., & Watts, M. J. (Eds.). 2002. Geographies of Global Change: Remapping the World Oxford: WileyBlackwell
- Jezynska, A. 2018. Cambio climático. Colombia. Recuperado de <http://congresovirtual.climantica.org/files/2018/06/Cambio-climatico2c-Angelika-Je%C5%BCy%C5%84ska.pdf>
- Karl, T. 2015. Possible artifacts of data biases in the recent global surface warming hiatus. Science. Doi:10.1126/science.aaa5632.
- Laguna, GA. 2012. Consecuencias Del Calentamiento Global. Perú. Recuperado de <http://lagunaflores.blogspot.com/2012/12/consecuencias-del-calentamiento-global.html>
- Larios, J. 2008. Calentamiento Global: al borde del Límite. Sociedad de Estudios Transnacionales – INET. Córdoba, España: Tipografía Católica, S.C.A. p.164

- López, K. 2019. Este es el primer animal extinto debido al cambio climático (otras especies también corren el mismo riesgo). Prensa libre. Recuperado de <https://www.prensalibre.com/vida/ciencia/este-es-el-primer-anim-extinto-debido-al-cambio-climatico-otras-especies-tambien-corren-el-mismo-riesgo/>
- Lorente, A. 2010. Ganadería y cambio climático: una influencia recíproca. Dialnet. España. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3419464.pdf>
- Lubchenco, J; Melillo, JM; Mooney, HA; Vitousek, PM. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science* 277: 494.
- Mac Arthur Foundation. 2011. Cambio Climático y Biodiversidad en los Andes Tropicales. Paris, Francia.
- Masera, O. 1996. Deforestación y degradación forestal en México. GIRA, A.C., Documentos de trabajo No. 19, México.
- Malca, C. 2005. Ordenamiento de la actividad extractiva de los recursos hidrobiológicos del Santuario Nacional los Manglares de Tumbes. Proyecto GPAN. Tumbes.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2009. Política Nacional del Ambiente. DS N° 012-2009-MINAM 23Mayo2009. Lima. 44 p
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2009. Mapa nacional de cobertura vegetal - Memoria descriptiva. Perú. 108 p.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2010. Segunda comunicación nacional del Perú a la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Lima. 206 p.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2012. Mapa de cobertura vegetal del Perú, memoria descriptiva. Lima. 76 p.

- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2012. Bosque Húmedo Amazónico a Nivel Nacional. Recuperado el 24 de junio de 2015, de GeoBosques: <http://geoservidor.minam.gob.pe/geobosque/departamento/Detalle/1>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2012. Documento de balance: Institucionalidad del cambio climático a distintos niveles de gobierno, roles de actores y capacidades y movilización de inversión pública. Lima: Ministerio del Ambiente, Libélula Gestión en Cambio Climático y Comunicación.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2014a. Plan estratégico para la gestión y manejo de los ecosistemas marino – costeros y sus recursos. Recuperado de: <https://www.minam.gob.pe/comuma/wp-content/uploads/sites/106/2015/07/Plan-Estrategico-documento-en-revision-junio2016.pdf>
- MINAM. [Ministerio del Ambiente]. 2014b. LA CONSERVACIÓN DE BOSQUES EN EL PERÚ. Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde. 2011-2016. <https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/archivos/public/docs/11-la-conservacion-de-bosques-en-el-peru.pdf>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2013. Cambio climático y Desarrollo sostenible en el Peru. Lima. 31 p.
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2015. Estrategia nacional ante el cambio climático. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/09/ENCC-FINAL-250915-web.pdf>
- MINAM [Ministerio del Ambiente]. 2016. MAPA NACIONAL DE ECOSISTEMAS DEL PERÚ Memoria Descriptiva. Recuperado de

https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria_descriptiva_mapa_Nacional_de_Ecosistemas.pdf

Mintzer, I.M. 1992. Confronting climate change. Risk implications and 12 Captura de carbono ante el cambio climático. Ordóñez y Masera responses. Cambridge University Press. Cambridge, Inglaterra.

Obregón, J. 2016. El calentamiento global y su resumen. Recuperado de https://www.taringa.net/+ciencia_educacion/el-calentamiento-global-y-su-resumen_j9x17

ONU. 1992. Convenio sobre la Diversidad Biológica. Organización de las Naciones Unidas.

Ordóñez, J.A.B.1999. Captura de carbono en un bosque templado: El caso de San Juan Nuevo, Michoacán. INE, SEMARNAP, Mexico.

Osborne, PL. 2000. Tropical Ecosystems and Ecological Concepts. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra.

Pabón, JD. 2011. El cambio climático en la región de la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia-Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca.

Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. Rev. Ecol. Evol. Syst. 37:637-669

PNUD-MINAM [Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - Ministerio del Ambiente]. 2009. Las implicancias del cambio climático en la pobreza y la consecución de los objetivos del milenio. Informe preparado en el marco del

proyecto segunda comunicación nacional del Perú a la convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático. Lima.

Portocarrero, C. 2009. Desglaciación de la cordillera blanca-Perú y su relación con el efecto invernadero. *Revista Desarrollo Local Sostenible*. 2(5):1-10

Romero, A. 2000. *Contaminación Ambiental*. México: Trillas.

Sánchez, JL. 2015. *Calentamiento global*. Santiago de Cali: Colegio Américas Unidas. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/0042611677236607531da>

Sánchez, M. 2011. *Calentamiento global*. Perú. Recuperado de <https://es.slideshare.net/matiw98/calentamientoglobal-matiw>

Sánchez, O. 2007. *Prespectiva sobre conservación de ecosistemas acuáticos en Mexico*. T.296.

SERFOR. [Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre]. 2018. *Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada del Perú*. SERFOR, Lima, Perú, pp. 1- 548.

Soto, J. 2008. *El Coropuna. Otro Gigante que Agoniza*. La República, pp. 13-14. Recuperado de <https://larepublica.pe/archivo/233516-el-coropuna-otro-gigante-que-agoniza/>

Székely, A. 2009, *Latinoamérica y la biodiversidad*. México. The Natural Conservancy 2009. *El valor de los bienes y servicios que las áreas naturales protegidas proveen a los mexicanos*. México

TCL. [The Creative Life]. 2019. *Los estragos del calentamiento global*. Recuperado de <http://www.tclaireacondicionado.com/el-calentamiento-global-y-sus-efectos/>

- TECMOBETO. 2017. 10 consecuencias del calentamiento global. Soluciones ambientales (SISA). Recuperado de <https://www.sisa.org.mx/2017/06/12/the-number-of-protons/>
- Torres, N. 2008. El Pastoruri se Derrite. La República, p. 10. Recuperado de <https://larepublica.pe/archivo/227541-el-pastoruri-se-derrite/>
- Vargas, P. 2009. el cambio climático y sus efectos en el Perú. Recuperado de <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>
- Vásquez, R. 2010. Programa sobre el calentamiento Global para la Conciencia Ambiental en las Instituciones Educativas Públicas del Distrito de santa Eulalia de Acopaya, Provincia de Huarochiri, Departamento de Lima (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Educación, Lima.
- Velásquez, I. 2018. El calentamiento global y el efecto invernadero. New York, EU. Recuperado de <https://es.calameo.com/read/005638847f70aea1b34b3>
- Vidal, GU. 2010. Taller de lectura y redacción II. México: Ceagage Learning. 326 p.
- Whittaker, R. 1975. Communities and Ecosystems. 2a. ed. MacMillan, Nueva York.
- WRI 2001. Evaluating carbon sequestration projects: A first attempt. World Resources Institute, Washington DC. Recuperado de: www.wri.org.