



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO.**

Facultad de Ciencias Políticas y Sociales.

**“VINCULACIÓN E IMPORTANCIA DEL CAMBIO
CLIMÁTICO EN EL DETERIORO DE LA REGIÓN
AMAZÓNICA”**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADO EN
RELACIONES INTERNACIONALES**

PRESENTA:

PAOLA AMARAL UBALDO AYALA.

DIRECTOR: LIC. PEDRO MEDINA RODRÍGUEZ.

México D.F. Ciudad Universitaria, 2008.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis, es el resultado de la dedicación y constancia que tuve a lo largo de mi desarrollo profesional, la cual no sería posible sin el apoyo de mi **Director de tesis el Lic. Pedro Medina Rodríguez** a quién agradezco por la colaboración, paciencia y apoyo brindados desde siempre y sobre todo por escucharme y aconsejarme.

A mi **mamá** por ser lo más grande que tengo en el mundo, por ser mi ejemplo, mi guía y depositar su confianza en mí para la realización de mis sueños.

Mamá, estas líneas son una pequeña muestra de lo agradecida que estoy contigo, Gracias por esas noches en vela, en las cuales tenía que realizar trabajos y me acompañaste, por estar pendiente de todo lo que necesito y por la ayuda en los momentos en los cuales pensé desfallecer. Agradezco a Dios que me dio la oportunidad de tenerte como mamá y más que eso, mi amiga, mi cómplice y todo, porque este esfuerzo realizado no solo es mío, es tuyo, siempre haz creído en mí y me das la confianza de que puedo lograrlo.

Mamá, esta es mucho mas que una tesis, es un homenaje a una gran mujer que me otorgo todo lo necesario para terminar una carrera profesional y que me ha enseñado que no es el fin, sino que es el principio de una vida en la cual, puedo obtener lo que deseo porque tu me enseñaste a lograrlo. Gracias mamá.

A mis **abuelitos**, por su experiencia, sus consejos, orientación, por desear lo mejor para mi y sobre todo por quererme.

A mis **hermanas Irma y Cynthia**, por escucharme, tolerarme y ser pacientes en todo momento, y principalmente por ser partícipes de mis sueños. Gracias por ser parte de mi vida, las quiero.

A la **Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales**, por tener como principal objetivo crear profesionistas de alto nivel con valores éticos y humanos, con los cuales se comprometan a ser mejores ciudadanos así como mejorar y brindar un mejor futuro a las próximas generaciones.

A mis **amigos**, por su apoyo incondicional, por compartirme alegrías, tristezas y por estar conmigo en las buenas y en las malas. Gracias por estar a mi lado en estos momentos tan importantes de mi vida.

Y sobre todo a **Dios** por llenarme de bendiciones.

INDICE.

INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DEL DETERIORO AMBIENTAL A NIVEL GLOBAL	
1.1 La Contaminación como principal factor de deterioro ambiental.....	4
1.1.1 Contaminación del agua.....	4
1.1.2 Contaminación atmosférica.....	5
1.1.3 Contaminación de la Tierra.....	5
1.2 Sobre explotación de los recursos naturales.....	6
1.2.1 Deforestación.....	6
1.2.2 Desertización.....	8
1.2.3 Sequía.....	8
1.2.4 Degradación del suelo.....	9
1.3 Sobre población y Urbanización.....	10
1.4 El Cambio Climático y su impacto a nivel mundial.....	12
1.4.1 Definición de Cambio Climático.....	14
1.4.2 Causas del Cambio Climático-Gases efecto invernadero.....	14
1.4.3 Problemática actual del Cambio Climático a nivel mundial.....	15
1.4.3.1 Impactos que produce el Cambio Climático	17
1.4.3.2 Impactos del Cambio climático sobre la flora	19
1.4.3.3 El impacto de la agricultura en el cambio climático.....	22
1.4.3.4 Impacto del cambio climático sobre el mar.....	24
CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DEL DETERIORO ECOLÓGICO EN LA REGIÓN AMAZONICA.	
2.1 Importancia del bosque tropical del Amazonas para el planeta.....	28
2.1.1 Regulador del clima.....	30
2.1.2 Regulador del ciclo hidrológico.....	35
2.1.3 Equilibrio energético y térmico.....	36
2.1.4 Reserva biológica más grande del mundo.....	37

2.2 Problemática actual del Amazonas.....	41
2.2.1 Deforestación.....	41
▪ Tala de árboles.	
▪ Agricultura.	
▪ Ganadería.	
▪ La Industria.	
2.3 Sobrepoblación.....	49
2.3.1 Incendios.....	51
2.3.2 Desertización.....	52
2.3.3 Extinción de especies de flora y fauna.....	53
2.3.4 Responsabilidad gubernamental en el deterioro ambiental de la región.....	54

CAPÍTULO III. LOS EFECTOS GLOBALES DE DETERIORO AMBIENTAL EN EL AMAZONAS.

3.1 El Amazonas y el Cambio Climático: Incremento del dióxido de carbono(CO2).....	56
3.2 Reducción de la humedad ambiental y fuentes hídricas.....	63
3.3 Cambios del régimen fluvial a nivel mundial.....	68

CAPÍTULO IV. ACCIONES A NIVEL MUNDIAL PARA LA PREVENCIÓN Y REVERSIÓN DEL DETERIORO AMBIENTAL DEL AMAZONAS Y CAMBIO CLIMATICO.

4.1 Cooperación Internacional.....	76
4.1.1 Cumbre de la Tierra Río de Janeiro 1992.....	77
4.1.2 Agenda 21.....	80
4.1.3 Declaración de Río.....	81
4.1.4 Declaración sobre la Deforestación de Bosques, 1994.....	81
4.1.5 Convención sobre la Desertificación del suelo, 1994.....	82

4.1.6 Seminario "Amazonía Siglo XXI: Perspectivas para el desarrollo sustentable".....	84
4.2 Tratado de Cooperación Amazónica.....	85
4.3 Reunión Ministerial sobre Bosques.....	90
4.4 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-PNUMA).....	91
4.5 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC).....	91
4.6 Protocolo de Kyoto.....	94
Propuestas y alternativas.....	97
Conclusiones.....	101
Anexos.....	104
Bibliografía.....	108

INTRODUCCIÓN

La raza humana ha conducido a la Tierra hacia un grave desequilibrio, y nadie puede ignorar que seguramente estamos entrando en una época de crisis del medio ambiente. En todo el mundo se están destruyendo los medios de subsistencia que el hombre necesita para vivir; de hecho, durante largo tiempo se creyó que los recursos naturales eran casi ilimitados, pero a partir de la década de los años setenta la humanidad se ha percatado que dichos recursos son finitos y que es preciso reducir su consumo.

Desde entonces, la preocupación por el medio ambiente ha ido en aumento y se han creado asociaciones y organismos dedicados a su estudio y protección, de igual manera se han firmado tratados entre diversos países con el fin de proteger las especies amenazadas y limitar la emisión de productos nocivos. En este marco, la degradación del medio ambiente es una de las expresiones más evidentes que el mundo que ha vivido de espaldas a la naturaleza y de un modelo de desarrollo fincado en la acumulación de capital, cuyos costos los ha hecho recaer directamente en los sistemas natural y social.

El proceso de deterioro del medio ambiente, considerado como un problema local, fue adquiriendo una mayor amplitud. Así que, posteriormente, las disposiciones normativas se encaminaron hacia la protección de sistemas naturales bien definidos como ríos, bosques, suelos, etc. Dichas normas fueron adquiriendo cada vez mayor especificidad en cuanto a su margen de aplicación. Pasaron de sistemas naturales, hasta disposiciones específicas como la prohibición del uso de fertilizantes e insecticidas. No obstante, no se ha logrado detener el proceso de agotamiento y malversación de los recursos naturales, ni la contaminación del medio ambiente. Al contrario, se suma un número creciente de desastres accidentales, o indirectamente provocados, que contribuyen a la desertización de grandes zonas del planeta, a la deforestación de bosques, a la desaparición de especies animales, a la radicalización de los cambios climáticos, a la disminución de la capa de ozono, y al incremento de enfermedades en el mundo.

El hombre esta interfiriendo, incluso, en las altas capas de la atmósfera; por ello el problema del deterioro ambiental que afecta gravemente al mundo se vincula principalmente con el fenómeno de desarrollo económico de los países, los efectos de la actividad industrial de la sociedad contemporánea y también a las necesidades derivadas del desorbitado incremento de la población mundial, la cual se ha duplicado en los últimos cuarenta años. Es así como el actual deterioro ambiental ha tomado gran importancia en la comunidad internacional, en virtud de que este problema ha acarreado consecuencias peligrosas, ejemplo de ello es el cambio climático, el cual esta afectando a todo el planeta.

El desarrollo económico es el que tiene un mayor impacto en el medio ambiente, ya que depende de la producción de bienes y servicios, proceso estrechamente ligado a la productividad de la fuerza de trabajo, a la explotación de recursos naturales, y al uso de energía; es decir, el proceso de desarrollo esta condicionado por las características del medio ambiente como son la disponibilidad de recursos, su ubicación, el clima y a su vez, ese desarrollo implica un mayor consumo de energía proveniente de combustibles fósiles como el carbón, petróleo, y el gas natural, lo que inevitablemente produce un

impacto en la naturaleza, creando nuevas condiciones para el proceso de desarrollo. Además, si la utilización de los recursos naturales se hace a gran escala, como sucede actualmente, genera amenazas ambientales como la alteración de ecosistemas, destrucción de la capa de ozono, lluvia ácida, etc.

Por tanto, el fundamento de investigar este tema, es que la situación de deterioro del bosque tropical en el Amazonas, incumbe a toda la humanidad, ya que hoy en día, los recursos que aún se conservan en esta región son de gran relevancia para todo el mundo, a tal grado que puede significar la sobrevivencia del planeta. Por ello, es trascendente analizar las principales causas del deterioro del bosque del Amazonas, las cuales están convirtiéndose en uno de los factores que agravan el cambio climático.

Para el desarrollo de esta tesis se ha dividido en 4 capítulos. En el primer capítulo se realiza un análisis detallado del deterioro ambiental a nivel global, esto, con el propósito de tener una visión más amplia y detallada sobre los factores más importantes que aquejan a nuestro planeta, tales como el cambio climático y la contaminación en todos sus niveles.

En un segundo capítulo se lleva a cabo una evaluación sobre el tema central de esta investigación, es decir, el deterioro ecológico en la zona amazónica. En primer instancia se observa cual es la importancia del bosque del Amazonas para el mundo, así como la problemática actual que este enfrenta; dentro de éstas causas se pueden acentuar: la deforestación, originada esencialmente para la sobreexplotación de recursos, en este caso las especies madereras, como la caoba y la virola, las cuales, por su gran valor estético y comercial juegan un papel muy importante para las compañías explotadoras de los países desarrollados, principalmente Japón, los países del extremo Oriente y Europa, países que sin duda alguna, han llegado a fortalecer su desarrollo comercial basado en la exportación de madera y su utilización interna, aprovechando la debilidad institucional y jurídica, así como de los problemas sociales, políticos y económicos que presentan los países subdesarrollados de la cuenca amazónica para explotar sin consideración alguna los recursos de éste bosque tropical.

Esta situación es compleja, ya que se puede observar por un lado la irresponsabilidad e indiferencia que tiene los países desarrollados con respecto a la deforestación que ellos mismos provocan, y por otro los países subdesarrollados que son los poseedores de los recursos naturales y quienes se encuentran en grandes crisis económicas y sociales a causa de la pobreza.

En el tercer capítulo se estudian las causas del deterioro del bosque del Amazonas, como esto influye en el cambio climático y las consecuencias que esto acarrea a la humanidad. Por último, en el cuarto capítulo se analiza la importancia de la cooperación internacional para combatir el deterioro de esa región y como la sociedad internacional ha enfrentado la situación mediante organizaciones no gubernamentales, tratados, protocolos, declaraciones, conferencias, finalmente se presentan algunas propuestas o alternativas sugeridas para la resolución del conflicto.

Como egresada de la carrera de Relaciones Internacionales considero necesario abarcar este tema de “La vinculación e importancia del cambio climático en el deterioro de la región Amazónica” (en especial las causas que están aumentando éste fenómeno), ya que actualmente representa un problema global que debe ser estudiado desde la óptica

de distintas disciplinas, entre las cuales indudablemente, debe estar incluida la especialidad de las relaciones internacionales, con la finalidad de determinar el alcance e impacto que ha tenido y tendrá el cambio climático en el planeta, el cual ha aumentado en gran medida por la grave situación que trae la deforestación del bosque en esta región y en todo el mundo.

Asimismo, realicé esta investigación para darle el peso y la importancia necesaria a este problema, ya que aún se considera que lo relacionado al medio ambiente no es trascendental en los temas de la comunidad internacional, además, porque la deforestación del Amazonas ha propiciado en gran medida el cambio climático y este es un dilema que en el presente ya ésta afectando gravemente a todas las sociedades y ecosistemas del mundo, ejemplo de ello, es la extinción de gran cantidad de flora y fauna terrestre y acuática, sequías, huracanes y tormentas tropicales cada vez más devastadoras, es por ello, que quiero destacar mediante ésta investigación, la necesidad de que los gobernantes de los distintos países del mundo tomen conciencia del conflicto e implementen políticas gubernamentales de reforestación y cuidado de los bosques, por medio de tratados internacionales y convenios de cooperación, para revertir de forma gradual el cambio climático.

Por otra parte, no está de más mencionar, que hice esta investigación para proponer alternativas para que los propios países subdesarrollados de esta región contribuyan a la protección del bosque tropical del Amazonas y combatir la deforestación; es decir, encontrar opciones viables y adecuadas, porque los procesos de reforestación son costosos y los países subdesarrollados no pueden solventar tales gastos, por tanto, mediante las alternativas que surjan de esta investigación, se podrán replantear mecanismos para comprometer a los países subdesarrollados a que reconozcan la responsabilidad que tienen en el deterioro ambiental del Amazonas y por tanto en el cambio climático.

VINCULACIÓN E IMPORTANCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL DETERIORO DE LA REGIÓN AMAZÓNICA.

CAPITULO I. ANÁLISIS DEL DETERIORO AMBIENTAL A NIVEL GLOBAL.

“Nuestro planeta madre nos está poniendo la luz roja de peligro; sed cuidadosos, cuidar la Tierra es cuidar nuestro propio hogar”¹.

Dalai Lama, Premio Nobel de la Paz.

La segunda mitad del siglo XX se caracterizó por la constatación de que las actividades humanas inciden notablemente sobre el ambiente en el cual se desarrolla la vida. Esto ha generado un gran interés social para conocer los problemas y simultáneamente para exigir la actuación de los poderes públicos para resolverlos. Una de las dificultades ambientales más importantes que se tienen planteados de cara al siglo XXI es el cambio climático asociado a la emisión creciente de gases de efecto invernadero.

El cambio climático global, por otro lado, ha dejado muy clara la globalización de los problemas ambientales, lo cuales son imposibles e inútiles de enfrentar si no se involucran a todas las naciones.

1.1 La Contaminación como principal factor de deterioro ambiental

Una de las definiciones más utilizadas para describir a la palabra *contaminación* es la siguiente “todo cambio indeseable en las características del aire, agua o suelo, que afecta negativamente a todos los seres vivientes del planeta. Estos cambios se generan principalmente por acción del ser humano”².

Por tanto, la contaminación es la introducción de cualquier sustancia o forma de energía con potencial para provocar daños, irreversibles o no, en el medio inicial; sin embargo, no está de más analizar la definición que proporciona el diccionario de la Real Academia el cual define a la contaminación como “la alteración de la pureza de alguna cosa, como los alimentos, el agua, el aire, etc.”

1.1.1 Contaminación del Agua.

El ciclo natural del agua tiene una gran capacidad de purificación. Pero esta misma facilidad de regeneración del agua, y su aparente abundancia, hace que sea el vertedero habitual en el que arrojamos los residuos producidos por nuestras actividades. Al analizar las aguas de los más remotos lugares del mundo se encuentran pesticidas, desechos químicos, metales pesados, residuos radiactivos, etc, por lo cual muchas aguas están contaminadas hasta el punto de hacerlas peligrosas para la salud humana, y dañinas para la vida.

El problema de la degradación de las aguas se presentan desde tiempos antiguos y en algunos lugares, como la desembocadura del Nilo, hay niveles altos de contaminación desde hace siglos; pero ha sido en este siglo cuando se ha extendido este problema a ríos y mares de todo el mundo.

¹ José Luis Monreal, **Autodidáctica Océano Color**, Ed. Océano, Vol. 5, México, 1994, pág. 1217.

² **Instituto Nacional de Ecología (INE)**, Boletín num.37, 2002, pág.12

Primero fueron los ríos, las zonas portuarias de las grandes ciudades y las zonas industriales las que se convirtieron en sucias cloacas, cargadas de productos químicos, espumas y toda clase de contaminantes. Con la industrialización y el desarrollo económico este problema se ha ido trasladando a los países en vías de desarrollo, a la vez que en los países desarrollados se producían importantes mejoras.

1.1.2 Contaminación Atmosférica

Existe un gran número de definiciones distintas de contaminación atmosférica, dependiendo del punto de vista que se adopte. Una de ellas es la siguiente:

"Cualquier circunstancia que añadida o quitada de los normales constituyentes del aire, puede llegar a alterar sus propiedades físicas o químicas lo suficiente para ser detectado por los componentes del medio³."

Lo habitual es considerar como contaminantes sólo aquellas sustancias que han sido añadidas en cantidades suficientes como para producir un efecto medible en las personas, animales, vegetales o los materiales.

Así, otra definición es: *"Cualquier condición atmosférica en la que ciertas sustancias alcanzan concentraciones lo suficientemente elevadas sobre su nivel ambiental normal como para producir un efecto mensurable en el hombre, los animales, la vegetación o los materiales⁴."*

Puede ser cualquier elemento, compuesto químico o material de cualquier tipo, natural o artificial, capaz de permanecer o ser arrastrado por el aire, pueden encontrarse en forma de partículas sólidas, líquidas, gases o en diferentes mezclas de estas formas.

Asimismo, la contaminación atmosférica se divide en: contaminación primaria y secundaria. La primera se refiere a aquellos elementos procedentes directamente de las fuentes de emisión y la segunda a aquellos originados en el aire por interacción entre dos o más contaminantes primarios, o por sus reacciones con los constituyentes normales de la atmósfera.

1.1.3 Contaminación de la Tierra

El suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. La FAO define la contaminación como "una forma de degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo"⁵.

La acumulación de sustancias tóxicas para los organismos suele producirse de una manera artificial, como consecuencia de las actividades humanas, pero también puede ocurrir de manera natural, la edafización⁶ libera sustancias contenidas en las rocas (heredadas o neoformadas) que se concentran en el suelo alcanzando niveles tóxicos.

³ Boletín FAO 1999. Tipos de Contaminación Ambiental, pág.28.

⁴ José Luis Monreal, **Autodidáctica Océano Color, Op.Cit**, pág. 1223.

⁵ Boletín FAO 1999. Tipos de Contaminación Ambiental, pág 23.

⁶ La edafización son los procesos de intemperismo y erosión mediante los cuales las rocas o sedimentos se convierten en suelo.

Un suelo se puede degradar al acumularse en él sustancias a unos niveles tales que repercuten negativamente en el comportamiento de los suelos. Las sustancias, a esos niveles de concentración, se vuelven tóxicas para los organismos del suelo. Se trata pues de una degradación química que provoca la pérdida parcial o total de la productividad del suelo.

Los fenómenos naturales pueden ser causas de importantes contaminaciones en el suelo. Pero las causas más frecuentes de contaminación son debidas a la actuación antrópica, que al desarrollarse sin la necesaria planificación producen un cambio negativo de las propiedades del suelo.

En los estudios de contaminación, no basta con detectar la presencia de contaminantes sino que se han de definir los máximos niveles admisibles y además se han de analizar posibles factores que puedan influir en la respuesta del suelo a los agentes contaminantes, como son: vulnerabilidad, poder de amortiguación, movilidad, biodisponibilidad, persistencia y carga crítica, que pueden modificar los denominados "umbrales generales de la toxicidad" para la estimación de los impactos potenciales y la planificación de las actividades permitidas y prohibidas en cada tipo de medio.

1.2 Sobreexplotación de los recursos naturales

1.2.1 Deforestación

La deforestación es el proceso mundial por el cual la tierra pierde sus bosques en manos de los hombres. El hombre, en su búsqueda por satisfacer sus necesidades personales o comunitarias deforesta al utilizar la madera para fabricar muchos productos. La madera también es usada como combustible o leña para cocinar y calentar. Por otro lado, las actividades económicas en el campo requieren de áreas para el ganado o para cultivar diferentes productos. Esto ha generado una gran presión sobre los bosques.

Al deforestar un bosque, los organismos que allí habitan quedan desprovistos del medio para su supervivencia. En muchos casos los animales, plantas y otros organismos mueren o deben mudarse a otro bosque. Destruir un bosque significa acabar con muchas de las especies que viven en él. Algunas de estas especies no son conocidas por el hombre. De esta manera, muchas especies se están perdiendo día a día y desapareciendo para siempre del planeta.

Las selvas tropicales de nuestro planeta sufren diariamente la tala indiscriminada de sus árboles, muchos de ellos con cientos de años de antigüedad; cada minuto que pasa queda arrasada una superficie de selva. Hoy más de 160.000 km² de tierras deforestadas para la agricultura y ganadería yacen abandonadas y en proceso de convertirse en desiertos. La reducción de la masa boscosa también dará un significativo incremento de dióxido de carbono a la atmósfera, lo cual agravará la alteración climática que ya sufre el planeta.

Hay dos razones principales que ocasionan esto: una es la demanda de madera por parte de ciertos países, que permite a las naciones endeudadas del tercer mundo obtener dinero fácil; la otra es la transformación de los bosques en superficies dedicadas a la

agricultura y ganadería. El primer motivo es rentable para quienes lo practican, pero el segundo no; los suelos del ecosistema tropical contienen un alto porcentaje de hierro y aluminio. Al exponerse a la acción del sol y el aire la tierra se endurece, y la poca tierra fértil que le queda es arrastrada por las lluvias.

La madera que es obtenida de la tala indiscriminada es vendida en el mercado internacional como “chips” (astillas) por grandes compañías multinacionales. Lo cierto es que el suelo sobre el que crece la selva amazónica es inútil sin su cobertura selvática, ya que tiene una acidez muy alta y la región es muy susceptible a las inundaciones.

Queda bien evidenciado que la destrucción de los bosques ha resultado principalmente de las malas prácticas agrícolas y cría de ganado, asociados a problemas de uso y tenencia de la tierra. De hecho estos principales elementos causales de la deforestación, demuestran que el problema forestal ha estado fuertemente ligado a la tenencia de la tierra y a los modelos de reforma agraria y de producción agropecuaria de los países.

Se entiende por agentes de deforestación a las personas, corporaciones, organismos gubernamentales o proyectos de desarrollo que talan los bosques. En todas las áreas geográficas, los agricultores que practican la quema se sitúan entre los agentes de deforestación más importantes, ya que ocupan tierra forestal que limpian para plantar cultivos comestibles. Otros agentes importantes del sector agrícola son los ganaderos que talan los bosques para sembrar nuevos pastizales para alimentar el ganado y los agricultores comerciales que establecen plantaciones agrícolas comerciales como el caucho y el aceite de palma. Entre los agentes secundarios de la deforestación se encuentran los madereros, los dueños de plantaciones forestales, los recolectores de leña, los industriales mineros y petroleros y los planificadores de infraestructura.

Entre las causas directas más importantes de la deforestación se encuentra la pobreza del mundo en desarrollo (donde se hallan la mayoría de los más grandes bosques y selvas), que necesitan explotar estos ecosistemas para obtener recursos; la necesidad de abrir espacios nuevos para la agricultura, para la cría de ganado, la urbanización y la construcción de infraestructura (carreteras, vías férreas, tendidos eléctricos); la minería; la inundación para generar energía hidroeléctrica, y la explotación de petróleo.

Este fenómeno de deforestación se ve agravado por la lluvia ácida, la desertificación, y los incendios forestales. En el caso de los pequeños agricultores, considerados como pobres, al asentarse cerca de los bosques deben talar una parcela de tierra y utilizarla para la plantación de cultivos de subsistencia o comerciales. Sin embargo, ese tipo de prácticas degrada rápidamente el suelo, y el agricultor se ve forzado a talar otra porción de bosque para transformarlo en tierras de cultivos. Posteriormente, el área que ya no se puede cultivar es utilizada para la cría de ganado, lo que termina por degradar completamente el suelo, al eliminar la escasa vegetación que podría haber quedado.

Los procesos de deforestación son, por lo general, más destructivos en los trópicos. La mayor parte de los suelos forestales tropicales son mucho menos fértiles que los de las regiones templadas y resultan fácilmente erosionables al proceso de lixiviación⁷,

⁷ La lixiviación produce el desplazamiento de sustancias solubles o dispersables (arcilla, sales, hierro, etc.); y es por eso característico de climas húmedos. Esto provoca que los horizontes superiores del suelo pierdan sus compuestos nutritivos, arrastrados por el agua; se vuelvan más ácidos, ya que queda compuestos insolubles (Aluminio); y a veces, también se origine toxicidad. También se pierden grandes

causado por la elevada pluviosidad que impide la acumulación de nutrientes en el suelo. No obstante, las políticas coloniales se basaban en el supuesto, equivocado, de que un bosque exuberante significaba suelos fértiles. Pretendían conquistar los bosques, sobre todo para destinarlos a los cultivos comerciales y la agricultura, y han dejado un legado de suelos exhaustos.

1.2.2 Desertización

La desertización⁸ es el proceso de degradación ecológica mediante el cual una zona económicamente productiva pierde productividad y, eventualmente, en casos extremos se convierte en una zona incapaz de dar soporte a las comunidades que en alguna ocasión la habitaron. Naturalmente, la desertización se da con más frecuencia en zonas de baja pluviosidad, con depósitos superficiales móviles, con vegetación escasa y con frecuentes sequías. Los factores climáticos como el aumento de los episodios de sequías y mayores contrastes de la temperatura conducen a un crecimiento de la vulnerabilidad del suelo y a una mayor degradación. En esencia, la desertización resulta, por un lado, de la combinación de episodios secos y de errores en la gestión de los suelos y por otro, de una falta de armonía entre el suelo y el clima.⁹

La desertización es el resultado de una interacción compleja de un gran número de factores. Las causas directas son las acciones humanas que responden a tradiciones culturales, a la propiedad del suelo y a otros factores políticos y socioeconómicos y siempre va asociada a una mala gestión del suelo. El impacto climático únicamente moduló algunos factores de este escenario poniendo de relieve con más ironía algunos problemas y haciendo más difícil algunas reconstrucciones.

En resumen, los factores relacionados con el clima que afectan la calidad de los suelos son el incremento de episodios secos y el contraste de temperaturas que hacen aumentar la vulnerabilidad. No siempre es posible combatir la desertización y es más difícil en aquellas zonas con un ambiente seco y caluroso. Los cambios de la frecuencia y la intensidad de la precipitación suelen propiciar una degradación de los suelos a través de la erosión por agua. Sin embargo, cabe señalar que los riesgos de erosión están más relacionados con los aumentos de la densidad de población, los cultivos intensivos de suelos marginales y determinados procedimientos de cultivo que con las oscilaciones climáticas¹⁰.

1.2.3 Sequía

Cuando el promedio de lluvia por área es inferior al 15% del abastecimiento considerado como normal, entonces se produce la condición que se denomina sequía.

cantidades de fertilizantes, al igual que los compuesto nutritivos. En climas muy húmedos, la vegetación natural (sobre todo la forestal) sirve de protección contra lixiviación.

⁸ Para efectos de esta investigación se utilizarán las palabras desertización y desertificación como sinónimos, ya que significan lo mismo, sin embargo es utilizada con mayor frecuencia la palabra desertificación.

⁹ Joseph Enric Llebot, **El Cambio Climático**, Ed. Rubres, Cuadernos de Medio Ambiente, Coruña, 1998, pág. 125.

¹⁰ Joseph Enric Llebot, **Op.Cit.**, pág. 143.

En las zonas donde no es posible la irrigación, los cultivos se marchitan y mueren durante esos periodos por falta de agua. Tales periodos van generalmente acompañados por temperaturas más elevadas de lo normal, que contribuyen a acrecentar la sequedad en perjuicio de los cultivos. Entonces se producen fácilmente los incendios de bosques, que destruyen millares de árboles de valiosas maderas (para el mercado internacional)

El suelo de la zona víctima de la sequía se vuelve árido y su capa superior o mantillo es arrastrada por el cálido viento seco. Los arroyos, lagunas y manantiales se secan y la vida animal sufre también por la falta de agua. La sequía que afecta a grandes extensiones causa perjuicios a todo un país.

También se registran tormentas de polvo cuando el suelo no está protegido por suficiente vegetación para resistir los ataques del viento, que es fortísimo cuando acompaña a la lluvia, agravando el fenómeno de la erosión. Para definir el concepto de sequía no puede uno guiarse por la cantidad de agua caída en un tiempo dado, sino que también hay que tomar en cuenta la humedad de la atmósfera y del suelo mismo, el estado de la vegetación, la formación regular del rocío durante las noches, los vientos, etc.

La sequía es, en general, una de las consecuencias de cierto estado anormal de las corrientes atmosféricas, que trae consigo, para determinada región, una menor frecuencia o hasta desaparición de aquellas situaciones meteorológicas que favorecen las lluvias.

1.2.4 Degradación del suelo

El término “degradación del suelo” se define como la reducción de la capacidad del suelo de soportar un uso particular. La degradación del suelo fue uno de los mayores problemas enfrentados en el siglo XX.

Tipos de Degradación:

- Degradación de la fertilidad

Es la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida. Se producen modificaciones en sus propiedades físicas, químicas, fisicoquímicas y biológicas que conllevan a su deterioro.

Al degradarse el suelo pierde capacidad de producción y cada vez hay que añadirle más cantidad de abonos para producir siempre cosechas muy inferiores a las que produciría el suelo si no se presentase degradado.

Puede tratarse de una *degradación química*, que se puede deber a varias causas: pérdida de nutrientes, acidificación, salinización, sodificación, aumento de la toxicidad por liberación o concentración de determinados elementos químicos. El deterioro del suelo a veces es consecuencia de una *degradación física*, por: pérdida de estructura, aumento de la densidad aparente, disminución de la permeabilidad, disminución de la capacidad de

retención de agua. En otras ocasiones se habla de *degradación biológica*, cuando se produce una disminución de la materia orgánica incorporada¹¹.

- Erosión

La erosión es la pérdida selectiva de materiales del suelo. Por la acción del agua o del viento los materiales de las capas superficiales van siendo arrastrados. Si el agente es el agua se habla de *erosión hídrica* y para el caso del viento se denomina *erosión eólica*. La erosión del suelo es uno de los procesos de degradación que consiste en el movimiento y en el transporte de la cubierta del suelo a causa de diversos agentes (el agua, el viento, el movimiento de masas) que provocan la pérdida de las características útiles de los terrenos.

El concepto de erosión del suelo se refiere a la erosión antrópica, que es de desarrollo rápido. Frente a ella está *la erosión natural o geológica*, de evolución muy lenta. La erosión geológica se ha desarrollado desde siempre en la Tierra, es la responsable del modelado de los continentes y sus efectos se compensan en el suelo, ya que actúan con la suficiente lentitud como para que sus consecuencias sean contrarrestadas por la velocidad de formación del suelo. Así, en los suelos de las superficies estables se reproduce el suelo, como mínimo, a la misma velocidad con que se erosiona. Es más, es muy importante destacar que la erosión natural es un fenómeno muy beneficioso para la fertilidad de los suelos.

Efectivamente, como es sabido, todas las propiedades del suelo, y por tanto su profundidad, son consecuencia de una determinada combinación de los factores formadores. Afortunadamente este panorama aterrador no se presenta precisamente debido a la erosión geológica. Esta lenta erosión va decapitando lentamente las capas superiores de los suelos con lo que va disminuyendo el espesor del suelo y este se va progresivamente profundizando hacia capas más internas donde se encuentra el material original sin transformar para mantener su profundidad de equilibrio con las condiciones ambientales, de esta manera se van incorporando continuamente nuevos materiales al suelo (materiales frescos, no alterados, con abundantes minerales que al alterarse aportan nutrientes a los suelos).

El tipo de suelo será siempre el mismo (mientras no se produzca un cambio en las condiciones ambientales) pero se irá desplazando con el tiempo hacia el interior de la tierra en los relieves planos y caminando lateralmente en los relieves colinados los valles se van ensanchando.

1.3 Sobrepoblación y urbanización

De acuerdo al gobierno Brasileño, hay tres soluciones posibles cuando ocurre un crecimiento poblacional incontrolable a corto plazo: incentivar el control poblacional, crear incentivos para la división de las tierras ya cultivadas, al mismo tiempo que se amplía la capacidad industrial en las ciudades; o abrir nuevas áreas de colonización en

¹¹ **WCED. Our Common Future.** Oxford University Press, Estados Unidos, 1990, pág. 400

regiones “no ocupadas” (por la sociedad dominante)¹². El Brasil optó por la tercera solución y a comenzado a sentir las consecuencias de su elección. La decisión de abrir la Amazonia a la colonización, en lugar de aumentar los impuestos sobre las propiedades rurales de áreas ya ocupadas del nordeste y el sur del país, fue políticamente más fácil en el pasado reciente del país. En otros países esos impuestos llevan inevitablemente al desmembramiento de áreas improductivas y al uso más intensivo de la tierra, a la mayor recaudación de impuestos y a mejoras en los sistemas de servicios.

En cuanto a la urbanización, la transformación de tierras agrícolas o forestales en áreas urbanas va acompañada de un incremento del albedo¹³, de la capacidad del almacenamiento de calor y de la rugosidad aerodinámica, así como de una reducción de la superficie de evaporación y del volumen de agua a evaporar. Si bien la amplitud de estas transformaciones es relativamente débil en la zona de éste bosque tropical húmedo, sus efectos son profundos y muy notables en la propia zona urbanizada y, en cualquier caso, resultan muy desfavorables a los intereses y al bienestar del hombre que la habita. La naturaleza de las modificaciones es análoga a la constatada en las ciudades de las regiones templadas, es decir, un aumento de la contaminación del aire y del agua, de la nubosidad, de la intensidad de las precipitaciones, de la temperatura diurna y una disminución de la humedad relativa, de la radiación global y de la velocidad del viento.

Algunos de estos inconvenientes pueden corregirse con la plantación de árboles y el establecimiento de zonas verdes. La plantación de árboles presenta muchos efectos beneficiosos: los árboles confieren amenidad al paisaje, proyectan sombra, filtran los contaminantes a lo largo de las vías de comunicación (gases, polvos y ruidos), los absorben y representan oasis templados en un ambiente cálido, a la vez que son un elemento de equilibrio y tranquilidad en un entorno urbano a menudo agresivo e irritante; sin embargo es muy importante recalcar que esta solución sólo se puede llevar a cabo en ciertas condiciones ya que la erosión es muy latente en el Amazonas.

El bosque del Amazonas es parte del patrimonio de la humanidad y por lo tanto pertenece a las generaciones presentes y futuras. La deforestación permitida en la Amazonia en las últimas dos décadas contribuyó poco al aumento de la riqueza

¹² La primera solución se basa en el hecho fundamental de que el hombre no responde a las presiones ambientales hasta que la necesidad lo obliga, y aún así trata de evitar modificar su comportamiento hasta verse forzado a hacerlo por falta de alternativas. La segunda solución, conduce a una reestructuración agraria e industrial, favorece la práctica de la agricultura intensiva por agricultores grandes y pequeños y lleva a un desarrollo industrial capaz reabsorber la mano de obra excedente. Cualquier población responde a la percepción de limitaciones en los recursos a través de cambios en su comportamiento reproductiva, pero estos cambios son lentos y demoran aproximadamente dos generaciones. La tercera solución posterga por tiempo indefinido el problema del equilibrio demográfico, opta por la continuidad de la agricultura extensiva basada en propiedades de baja productividad, evita la necesaria reestructuración de la economía y crea una pesadilla para el gobierno en términos de salud pública y educación. El rápido crecimiento de las grandes ciudades es visto generalmente como resultado del proceso de desarrollo rural e industrial sin redistribución de la tierra. Emilio F, Morán, **La ecología humana del pueblo de la Amazonia**, Fondo de Cultura Económica, México, 1993, Pág. 58.

¹³ El albedo es la relación, expresada en porcentaje, de la radiación que cualquier superficie refleja sobre la radiación que incide sobre la misma. Las superficies claras tienen valores de albedo superior a las oscuras, y las brillantes más que las mates. El albedo medio de la Tierra es del 30-32% de la radiación que proviene del Sol.

nacional: por el contrario, gran parte de la deuda externa que pesa sobre el pueblo brasileño proviene de la aventura amazónica.

1.4 El Cambio Climático y su impacto a nivel mundial

El problema que ha representado para la humanidad la dificultad para conocer las condiciones climáticas a lo largo de la historia está marcado por desastres naturales que han afectado el desarrollo humano, causando en algunos casos crisis económicas, caos e incluso pérdidas no solamente materiales sino la vida misma tanto de especies como la del hombre mismo. Es así como a través del tiempo el hombre ha buscado métodos para saber o predecir los cambios inesperados del clima en el mundo.

Antecedentes

La predicción meteorológica actual se debe a tres científicos, Vilhelm Bjerknes (1862-1951), Lewis Fry Richardson (1881-1953) y John Von Neumann (1903-1957). Bjerknes contribuyó al desarrollo de las herramientas de predicción, mostró que los valores futuros del viento, la presión y la densidad atmosférica pueden determinarse a partir de los valores actuales de esas variables (viento, presión y densidad atmosférica

El físico matemático inglés Lewis Fry Richardson, añadió al modelo la predicción de la precipitación, del calentamiento y del enfriamiento debido a la radiación solar y a la radiación terrestre y a las transferencias de calor y de vapor de agua entre la atmósfera y la tierra. Hizo funcionar el modelo y elaboró unas predicciones para el 20 de mayo de 1910, que fueron un completo fracaso, pero que históricamente representan la primera elaboración de una predicción cuantitativa a partir de las ecuaciones del comportamiento atmosférico.

Después de la segunda guerra mundial se obtienen dos progresos importantes que permiten iniciar el periodo de madurez actual de las herramientas de predicción meteorológica y climatológica las cuales, con un índice de fiabilidad suficiente, son un elemento científico y tecnológico imprescindible en la sociedad actual, los cuales dan inicio al desarrollo de las computadoras digitales y de una red de observación científica de las propiedades de la atmósfera.

Un papel clave en este contexto lo tuvo el físico y matemático John Von Neumann, cuyas contribuciones fueron cruciales tanto para el desarrollo de las máquinas digitales como para el progreso de la predicción numérica del tiempo en el Instituto de Estudios Avanzados de Princeton en Estados Unidos que llevó durante el mes de 1950 a las primeras predicciones numéricas de las condiciones meteorológicas por un periodo de 24 horas. El modelo contenía una única capa atmosférica y describía el tiempo de una región de América del Norte.

Aquellos pioneros experimentos informáticos en Princeton iniciaron una dinámica, que aún prosigue hoy, de mejoras constantes en los instrumentos: las computadoras, los satélites y las estaciones meteorológicas y los programas, es decir, los modelos que, incorporan todos los procesos relevantes para la predicción del clima del futuro. Sin embargo, la calidad de las predicciones obtenidas en los modelos meteorológicos es todavía mucho mejor que la de los modelos climáticos. El propio Von Neumann definió, en el contexto de los estudios del clima, tres clases de predicciones: la

predicción meteorológica a corto plazo, las predicciones del tiempo o del clima a plazo medio que va de semanas a meses e incluso de un año a otro y; finalmente, la predicción de los estados de equilibrio del sistema climático a largo plazo, es decir, a decenas o centenares de años vista¹⁴.

Según lo expuesto antes, un modelo, que es una representación simplificada del comportamiento de la naturaleza, esta formado por un conjunto de ecuaciones que definen el sistema climático globalmente o alguna de sus características, unas condiciones iniciales y la representación mediante parámetros de algunos procesos. Una de las herramientas de la predicción climática es la *extrapolación*, que determina el futuro del sistema climático a partir del conocimiento del pasado y del estado actual del clima. En esencia hay dos formas de extrapolar: una empírica, que utiliza procedimientos estadísticos y otra que extrapola usando las ecuaciones que gobiernan el comportamiento del sistema climático, es decir, utilizando modelos.

El método estadístico necesita la existencia de una muestra adecuada de eventos climáticos que se puedan relacionar espacial y temporalmente, por otra parte, el método climático se materializa con las ecuaciones dinámicas, termodinámicas e hidrodinámicas que representan de forma adecuada estos subsistemas, además de las condiciones de contorno y las condiciones iniciales, los valores de las constantes físicas, y de los parámetros que permiten describir los flujos de materia, energía e impulso. Las constantes físicas incluyen datos planetarios como el radio de la Tierra, la aceleración de la gravedad, la velocidad angular de la rotación y constantes internas como la masa total, la composición química del aire y de los océanos, calores específicos, calores latentes de cambios de fase, y albedo de nubes y de la superficie terrestre. Las condiciones iniciales incluyen la energía del sol, los parámetros orbitales, propiedades de la superficie del suelo, etc.

El recalentamiento, que estamos viviendo actualmente, es rápido si se compara con el último milenio. Parece que hay precedentes de cambios climáticos, desde la última edad de hielo y durante la transición hacia el período actual, que se han producido en un tiempo comparable al de una vida humana o incluso inferior. Estos cambios están bien documentados, especialmente los ocurridos en el Atlántico Norte y que afectaron la temperatura atmosférica, la temperatura, la precipitación, la circulación del océano y las principales características del ciclo hidrológico. Hay evidencias de cambios rápidos, hace unos 11,500 años, en Groelandia, en donde en pocas decenas de años la temperatura bajó unos 7° C, las precipitaciones aumentaron y la circulación atmosférica experimentó notables cambios.

La salinidad y la temperatura del agua de mar de aquellas latitudes experimentaron modificaciones parecidas. También hubo cambios bruscos, durante la última época glacial, que comportaron oscilaciones de la temperatura entre 5 y 7° C. Por ello se puede decir, que históricamente se han producido cambios en el clima parecidos a los que pueden estar sucediendo ahora. No obstante, estos cambios han sido regionales y parece muy improbable que en estos episodios documentados haya habido cambios de la temperatura global de la atmósfera, superiores a 1° C, en 100 años¹⁵.

¹⁴ **Ibidem**, pág. 78.

¹⁵ **Ibidem**, pág. 101.

1.4.1 Definición de Cambio Climático

El Cambio Climático, es un cambio que se le ha atribuido directa o indirectamente a las actividades humanas que alteran la composición global atmosférica, agregada a la variabilidad climática natural observada en periodos comparables de tiempo.

El Panel Internacional sobre Cambio Climático (IPCC), equipo interdisciplinario de 2,500 científicos independientes constituido en 1988 por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial y el programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, acordaron que “un cambio discernible de influencia humana sobre el clima global ya se puede detectar entre las muchas variables naturales del clima”¹⁶. Además, el IPCC tiene como objetivo proporcionar asesoramiento sobre:

- 1) la información científica disponible sobre el cambio climático.
- 2) impacto ambiental y socioeconómico del cambio climático y
- 3) la formulación de estrategias de respuesta a los cambios.

Hasta ahora, el IPCC ha publicado cuatro asesoramientos. El primer informe fue publicado en el año 1990 y representó un valioso punto de referencia para la firma del Convenio sobre el Cambio Climático en Río de Janeiro en 1992. El último informe completo se publicó en 1996, y sirvió de base para la formulación del Convenio de Kyoto firmado el día 10 de diciembre de 1997, lo cual constituyó en ese año la puesta al día de todo aquello que se conoce hoy en día sobre el cambio climático¹⁷.

1.4.2 Causas del cambio climático-gases efecto invernadero

La energía recibida por la Tierra desde el Sol, debe ser balanceada por la radiación emitida desde la superficie terrestre. En la ausencia de cualquier atmósfera, la temperatura superficial sería aproximadamente -18°C . Esta es conocida como la temperatura efectiva de radiación terrestre. De hecho la temperatura superficial terrestre, es de aproximadamente 15°C .

La razón de esta discrepancia de temperatura, es que la atmósfera es casi transparente a la radiación de onda corta, pero absorbe la mayor parte de la radiación de onda larga emitida por la superficie terrestre. Varios componentes atmosféricos, tales como el vapor de agua, el dióxido de carbono, tienen frecuencias moleculares vibratorias en el rango espectral de la radiación terrestre emitida. Estos gases de invernadero absorben y reemiten la radiación de onda larga, devolviéndola a la superficie terrestre, causando el aumento de temperatura, por tanto este fenómeno es denominado efecto invernadero¹⁸.

La quema de combustibles fósiles, la tala y quema de bosques, 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. Esto podría en los próximos 45 años, aumentar el nivel del mar lo suficiente como para inundar ciudades costeras en

¹⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), **Summary for Policy Makers: Land Use, Land-Use Change and Forestry**, Suiza, IPCC, 2000, pág. 19.

¹⁷ Joseph Enric Llebot, *Op.Cit*, Pág.91.

¹⁸ **Global Climate Change Information Programme**, GCCIP, 1997. [Http://www.doc.mmu.au.uk](http://www.doc.mmu.au.uk).

Fecha de consulta 29 de septiembre 2007.

zonas bajas y altas de ríos, además alteraría drásticamente la producción agrícola internacional. Actualmente, existe un fuerte consenso científico de que el clima global se verá alterado significativamente, en el próximo siglo, como resultado del aumento de concentraciones de gases invernadero tales como el dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos y clorofluorocarbonos.

Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y se espera que aumente la temperatura planetaria entre 1,5 y 4,5 °C; como respuesta a esto, se estima grandes alteraciones en los patrones de precipitación global y en los ecosistemas globales, de hecho, trabajos científicos sugieren que los rangos de especies arbóreas, podrán variar significativamente como resultado del cambio climático global. Por ejemplo, estudios realizados en Canadá proyectan pérdidas de aproximadamente 170 millones de hectáreas de bosques en el sur Canadiense y ganancias de 70 millones de hectáreas en el norte de Canadá, por ello un cambio climático global como el que se sugiere, implicaría una pérdida neta de 100 millones de hectáreas de bosques¹⁹.

Los estudios más recientes indican que en los últimos años se está produciendo, de hecho, un aumento de la temperatura media de la Tierra en algunas décimas de grado. Dada la enorme complejidad de los factores que afectan al clima es muy difícil saber si este ascenso de temperatura entra dentro de la variabilidad natural, debido a factores naturales, o si es debido al aumento del efecto invernadero provocado por la actividad humana. Para analizar la relación entre las diversas variables y los cambios climáticos se usan modelos computacionales de una enorme complejidad. Hay diversos modelos de este tipo y, aunque hay algunas diferencias entre ellos, es significativo ver que todos ellos predicen relación directa entre incremento en la temperatura media del planeta y aumento de las concentraciones de gases con efecto invernadero.

1.4.3 Problemática actual del Cambio Climático a nivel mundial

Actualmente hay una considerable incertidumbre con respecto a las implicaciones del cambio climático global y las respuestas de los ecosistemas, que a su vez, pueden traducirse en desequilibrios económicos, por tanto, este tema es de vital importancia en países que dependen fuertemente de recursos naturales. Durante el siglo pasado, se observó un aumento de la precipitación de un 1% sobre las zonas continentales, especialmente en el hemisferio norte y en latitudes altas, durante el otoño y el invierno, de forma consistente con los análisis del aumento de la temperatura²⁰.

Con respecto al impacto directo sobre los seres humanos, se puede incluir la expansión de enfermedades infecciosas tropicales, inundaciones de terrenos costeros y ciudades, tormentas más intensas, la extinción de incontables especies de plantas y animales, fracasos en cultivos en áreas vulnerables, aumento de sequías, etc²¹. El aumento de temperatura tendrá efectos expansivos, por ejemplo, los patrones de lluvia y viento, que han prevalecido por cientos y miles de años, de las que dependen millones de personas podrían cambiar, el nivel del mar podría subir y amenazar islas y áreas costeras bajas. En un mundo crecientemente sobre poblado, estas presiones causarían directamente mayor hambruna y otras catástrofes.

¹⁹ Sargent, N.E. **Redistribution of the Canadian boreal forest under a warmed climate**, Climatological Bulletin, vol 22, 1988, pág 23-34.

²⁰ Joseph Enric Llebot, **Op.Cit**, pág 96.

²¹ Lashof, Dan. **Global Warming Central: Debate num.3**, 1997, pág. 89.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), un pequeño aumento de temperatura puede causar un aumento dramático de muertes debido a eventos de temperaturas extremas; el esparcimiento de enfermedades tales como la malaria, dengue y cólera, de igual manera que sequías, falta de agua y alimentos. Por su parte, el IPCC señala que: “El cambio climático con certeza conllevará una significativa pérdida de vidas”²².

Sin embargo, no hay que olvidar en términos generales que el calentamiento global altera los equilibrios hidrológicos a nivel local y regional, modifica la disponibilidad y predecibilidad de las lluvias y los reservorios de agua, tanto superficial como subterránea, afectando tanto la flora como la fauna. Algunas zonas del planeta tienden a volverse más secas, otras más húmedas, alterando patrones migratorios de especies, patrones reproductivos, etc. Igualmente, cambios en la disponibilidad del agua pueden favorecer a unas especies sobre otras, generando ventajas evolutivas que antes no existían, todo esto en un periodo muy corto. En la medida en que se calienta el planeta, los trópicos se tornan cada vez más pluviosos, húmedos y el cinturón ecuatorial más amplio; debido a alteraciones de la circulación atmosférica²³.

Algunos ejemplos claros se determinan en los territorios de la Antigua Unión Soviética donde se constató un aumento de la precipitación de un 10% aproximadamente, en el último siglo. El crecimiento ha sido superior en invierno que en verano. Asimismo, los aumentos superiores de precipitación se asocian sobre todo, en la primera mitad del siglo XX, con una tendencia a una muy ligera disminución desde 1950. En contraste, en América del Norte, el aumento más importante de precipitación se da, desde la segunda mitad del siglo XX, generalmente tanto en Canadá como en Estados Unidos, con una magnitud global del 5%. Las zonas del oeste del continente son las que muestran un aumento menos importante²⁴.

En Europa los cambios en la precipitación muestran una clara dependencia de la altitud. En la parte norte, por encima del paralelo 50° norte, hay incrementos de precipitación, en la zona central no se observa una tendencia clara y en los países mediterráneos existe una pequeña disminución, aunque modulada por un aumento estacional durante el otoño. En cuanto a Asia, la gran variabilidad, asociada a los monzones,²⁵ hace difícil poder hacer afirmaciones rotundas. Simplemente se puede constatar la existencia de periodos de 30 años (1870-1900 y 1931-1960) más húmedos, seguidos por periodos de 30 años (1901-1930 y 1916-1990) más secos.

En África, en la zona sahariana oeste, hay una tendencia clara de disminución de la precipitación. En cambio, en algunas regiones del nordeste de África y la Península Arábiga, durante los años noventa, se ha detectado un nuevo cambio recuperando el nivel de precipitaciones de principios del siglo XX. La aparente relación entre el cambio climático y la desertificación indica la necesidad de hacer un seguimiento especialmente

²² Dunn, Seth. **Controlling the Climate experiment**. Earth times, 1997, pág.109.

²³ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**, Instituto Nacional de Ecología- INE y SEMARNAT, México, 2005, pág. 4. www.ine.gob.mx

²⁴ Dunn Seth, **Op.Cit**, pág, 153.

²⁵ Monzón es un viento periódico que sopla en ciertos mares, particularmente en el Océano Índico y origina lluvias abundantes.

cuidadoso de la precipitación en las zonas áridas. La única región con una tendencia clara a la disminución de la precipitación durante el siglo XX es el norte de África.²⁶

El vapor de agua es el componente que ejerce una mayor contribución al efecto invernadero. En la estratosfera hay menos del 1% de todo el vapor de agua atmosférico; no obstante tiene mucha importancia ya que cambios en la estratosfera inducen cambios notables en todo el sistema climático. El seguimiento de la cantidad y la distribución del vapor de agua en la atmósfera tampoco es sencillo. En efecto, el tiempo de residencia medio en la atmósfera del vapor de agua es inferior a diez días y su distribución es heterogénea, tanto vertical como horizontalmente; por ello son necesarias observaciones en muchos lugares y a alturas diferentes para poder tener una representación adecuada de los cambios climáticos importantes.

La cantidad de dióxido de carbono ha aumentado desde 295 ppm (partes por millón) anterior a la época industrial, a una cifra actual de 359 ppm. Este aumento corresponde a un 50% de lo esperado, basado en la tasa de quema de combustibles fósiles. Varios procesos naturales parecen actuar como moderadores, por ejemplo el océano actúa como reserva, donde el dióxido de carbono se disuelve como tal y como carbonatos y bicarbonatos. Un aumento del dióxido de carbono en el aire, actúa como estimulante del crecimiento vegetal, de esta manera se fija más de este gas. El calentamiento de la Tierra, además de descongelar las capas polares, están causando un cambio en el sistema de circulación del aire, cambiando patrones de lluvia.

Evidentemente, los cambios en las nubes, las características de su altura, composición, cantidad y distribución vertical, modifican la radiación que llega a la superficie y la que se escapa hacia el espacio y por tanto inciden en este elemento que es uno de los más importantes del sistema climático. En general, se ha visto que la cantidad de nubes sobre el mar ha aumentado, del mismo modo como han aumentado las nubes en altitudes altas y medias. Globalmente, se cree que, durante 30 años, la cobertura de nubes ha aumentado un 0.75%. Este aumento se ha producido en latitudes bajas (20° norte– 20° sur) y la cantidad de nubes ha crecido allí donde las temperaturas tienden a disminuir y la nubes han disminuido donde la temperatura tiende a aumentar²⁷.

1.4.3.1 Impactos que produce el Cambio Climático²⁸.

- A. *Vulnerabilidad al Cambio Climático.* Los sistemas naturales, socioeconómicos y la salud humana son sensibles a los cambios del clima. El cambio del clima de origen antropogénico añade un estrés adicional que puede generar problemas en aquellos sistemas más frágiles y con inferior capacidad de adaptación.
- B. *Los bosques.* Se prevén cambios sustanciales en la capacidad de crecimiento y en la composición de los bosques. Se calcula que un 33% de la masa forestal puede verse afectada por los cambios del clima. Se cree que los bosques tropicales se verán más afectados a causa de la degradación del suelo que por efectos directos asociados a cambios del clima. Los bosques de las zonas templadas estarán sometidos al estrés adicional de soportar períodos con menor cantidad de agua disponible. Debido a la mayor cantidad de dióxido de carbono atmosférico, en las zonas donde haya suficiente disponibilidad de agua

²⁶ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático- UNFCCC, **Op.Cit** , pág. 98.

²⁷ **Ibidem**, pág. 100,

²⁸ **Ibidem**, pág. 147-148.

aumentará la producción primaria. Se cree que el mayor impacto del cambio climático sobre los bosques se dará en latitudes altas. En estos bosques aumentará la frecuencia de incendios y la incidencia de algunas enfermedades disminuyendo la edad media de las poblaciones vegetales. En las montañas se prevén cambios en la distribución de especies.

- C. *La agricultura.* Las concentraciones elevadas de CO² alterarán la productividad de las cosechas. Por otro lado, el cambio climático reaccionará regionalmente con la pérdida de materia orgánica, la salinización y la erosión de los suelos con la consecuente afectación en su rendimiento agrícola. Estos problemas se podrán paliar con la introducción de prácticas de rotación de cultivos. Las temperaturas más altas provocarán una mayor incidencia de algunas enfermedades y de algunos parásitos. La distribución diferente, según las regiones, de los efectos del cambio climático inducirá modificaciones regionales del volumen y de la calidad de las cosechas. En términos generales, los países situados en latitudes bajas y con un nivel económico bajo serán también más vulnerables a las perturbaciones del cambio climático sobre la agricultura.
- D. *El desierto y las zonas áridas.* Es probable que aumenten las zonas áridas y desérticas en todo el planeta, especialmente en el límite de algunas zonas desérticas actuales, debido a los períodos más largos de temperaturas altas y condiciones secas. Habrá de prestarse especial atención a la degradación de los suelos y al consiguiente empobrecimiento de los terrenos que puede llevar al avance de los desiertos. El cambio climático no es el fenómeno fundamental en estos procesos donde la degradación de los suelos es el factor más importante y desencadenante de la desertización.
- E. *El hielo y la nieve.* Se prevé que durante los próximos 150 años entre un tercio y la mitad de la actual cubierta de nieve y de hielo de los glaciares y de las montañas desaparezca. No se esperan grandes cambios en los campos de hielo de Groenlandia y la Antártida. En cambio, se cree que se reducirá la extensión y el grosor de las capas de hielo en el mar.
- F. *Los lagos, los ríos y las zonas húmedas.* En las latitudes altas, el aumento de la temperatura producirá un notable incremento de la productividad biológica. Una mayor incidencia de las inundaciones y de las sequías en las latitudes medias inducirá probablemente el empobrecimiento de la calidad de las aguas, la desaparición de hábitats y la reducción de la productividad biológica. La distribución geográfica de las zonas húmedas experimentará también variaciones, desplazándose globalmente hacia el norte.
- G. *Los océanos y los sistemas costeros.* El cambio climático en las zonas costeras se asocia especialmente a las consecuencias del aumento del nivel del mar y a la mayor incidencia de temporales²⁹. Los impactos consisten en un aumento de la salinidad en los estuarios y en los acuíferos; a cambios en el transporte de sedimentos y de nutrientes. Los cambios en la circulación del océano, si bien son posibles, no están determinados de forma unívoca y, por tanto, aún resultan altamente especulativos. Estos cambios podrán afectar, naturalmente, a los recursos alimentarios que se extraen del mar.
- H. *Las infraestructuras.* En general, la sensibilidad de los sectores industrial, energético y del transporte al cambio climático es inferior a la de los sistemas

²⁹ Se consideran “temporales” a la desembocadura de un río caudaloso que desagua en el mar y se caracteriza por tener una forma semejante al corte longitudinal de un embudo, cuyos lados van apartándose en el sentido de la corriente, y por influencia de las mareas en la unión de las aguas fluviales con las marítimas.

naturales y, en cambio, la capacidad de adaptación es mayor. El cambio climático puede doblar el sector de población vulnerable a episodios de riesgos naturales como inundaciones y sequías. Algunas ciudades e infraestructuras como diques o embalses pueden verse afectadas negativamente por la ascensión del nivel del mar y el cambio en el régimen de pluviosidad.

- I. *La salud humana.* El cambio climático puede afectar de forma amplia la salud humana. El efecto más directo es el aumento de la tasa de mortalidad y de enfermedades asociadas a episodios de calor extremo. Otras incidencias son el aumento de alergias y en lagunas enfermedades infecciosas, asociadas a los desplazamientos hacia latitudes altas, de organismos que no pueden soportar el régimen de temperaturas actual. La cuantificación de estos procesos dependen de la velocidad de las variaciones y de la capacidad de adaptación de la población. Por ejemplo, un aumento de la temperatura de entre 3 y 5° C a finales del siglo XXI incrementaría el porcentaje de la población susceptible de estar afectada por la malaria del 45 al 60%.

1.4.3.2 Impactos del cambio climático sobre la flora

Uno de los parámetros que se utilizan para caracterizar la absorción del carbono de las plantas son la *producción primaria bruta* (PPB), que se define como la cantidad de carbono absorbida de la atmósfera durante la fotosíntesis, y la *producción primaria neta* (PPN), como la cantidad de carbono absorbida de la atmósfera durante la fotosíntesis menos la cantidad devuelta a la atmósfera a consecuencia de la respiración de las plantas. Por tanto los posibles cambios de temperatura, en la precipitación y en las características de los suelos influyen en el desarrollo de la vegetación.

- **Temperatura**

Uno de los elementos más claros del cambio ambiental es el aumento global y generalizado de la temperatura, que puede beneficiar el crecimiento de los vegetales y reducir los daños causados por las heladas y las bajas temperaturas pero, a la vez, puede incrementar los perjuicios producidos por las altas temperaturas.³⁰ El aumento de la temperatura media está asociado a una mayor producción primaria neta, especialmente en las zonas atemperadas y en las regiones boreales. Otra característica es que la mayor producción primaria neta depende de la temperatura característica del ecosistema. El aumento es de 1.1% por grado en un ecosistema de 30°C de media anual de temperatura y del 10% en los ecosistemas que tienen una media anual de 0° C.³¹

³⁰ Joseph Enric Llebot, **Op.Cit.**, pág. 108.

³¹ Los efectos sobre las cosechas son más difíciles de predecir que los de la temperatura sobre la PPN, ya que la producción de un cultivo determinado no está afectada únicamente por el aumento de la cantidad neta de carbono incorporada a las plantas, sino también por las condiciones ambientales que influyen de forma diferente al ciclo de crecimiento de la planta. A menudo, para la determinación de cómo evolucionará el ciclo de crecimiento de las plantas, son más importantes los valores extremos de la temperatura que la temperatura media. Si la frecuencia de temperaturas bajas disminuye, las plantas podrán vivir en latitudes y altitudes más altas y crecer durante períodos más largos sin estar sometidas a los peligros de las heladas. La adaptación de las plantas a un calentamiento global puede reflejarse en un crecimiento prematuro de los capullos y, por tanto, en un incremento del peligro de daños por bajas temperaturas. En cambio, periodos más frecuentes que los actuales de temperaturas altas pueden perjudicar el crecimiento de las plantas sobre todo cuando se tiene en cuenta la cantidad de agua disponible.

- Precipitación y disponibilidad de agua en el suelo

Los procesos fisiológicos de las plantas requieren un determinado medio acuoso para desarrollarse debidamente. Los cambios de asimilación del CO² atmosférico son seguidos, de forma inversa, por el vapor de agua que se evapora de las hojas de las plantas. Si el suelo es húmedo, las plantas pueden reemplazar el agua evaporada con agua del suelo. Si éste no tiene capacidad para aportar el agua procedente de la precipitación o la irrigación (factor crítico al evaluar la vulnerabilidad de los cultivos en condiciones de cambio climático), el nivel de agua de las plantas disminuye y la actividad fisiológica queda latente. Precisamente las plantas que han de sobrevivir en hábitats con poca aportación de agua reducen la evaporación al máximo recubriéndose de una cutícula que minimiza este proceso. La disponibilidad de agua y el suelo dependen de la relación entre la precipitación y la evapotranspiración. Los modelos de circulación general prevén, a escala global, un aumento de la precipitación. Pero de forma que este aumento global se manifieste en crecimientos en unas zonas y disminuciones en otras. En general, el aumento de la precipitación puede compensar el aumento de pérdida de evaporación de agua en las plantas.³²

Aquellas regiones, en donde los cambios climáticos comporten cambios anuales o estacionales de la disponibilidad de agua, la productividad agrícola y forestal cambiará. Reducciones significativas de agua en el suelo pueden inducir a la disminución de bosques en cantidad y calidad.

- Efectos directos de la concentración de CO²

El CO² atmosférico es el sustrato básico de la fotosíntesis para el crecimiento de las plantas. La respuesta de las plantas a la concentración de CO² no es la misma para todos los grupos vegetales. La mayor parte de las especies de árboles y plantas de cultivo, especialmente características de climas húmedos y fríos, incorporan el dióxido de carbono en un compuesto de tres átomos de carbono (por este motivo forman un grupo que se acostumbra a llamar C³ y del cual participan, por ejemplo, el trigo, el arroz, la cebada); otras incorporan el carbono en un compuesto con cuatro átomos de carbono (forman el grupo C⁴ del cual son ejemplo el maíz y la caña de azúcar) y un último grupo de plantas, especialmente adaptadas a ambientes difíciles, como los cactus que tienen un metabolismo que absorbe carbono únicamente durante la noche y lo almacena, mediante reacciones fotosintéticas propias de los otros dos grupos, durante el día.

En las respuestas de las plantas al aumento de CO² atmosférico, es necesario considerar tres efectos: el aumento del ritmo de la reacción fotosintética, la reducción de la fotorespiración y el consecuente crecimiento de la cantidad de carbono fijado por la planta y, finalmente, el cierre de las estomas³³ que provoca que se evapore menos agua. En sí, los niveles de CO² cada vez más grandes producen una respuesta de las plantas en general que tiende a un mayor crecimiento. No obstante, la respuesta de los vegetales depende mucho de los diferentes ecosistemas y, por tanto, aunque hay una tendencia

³² **Ibidem**, pág. 109.

³³ Nombre de las aberturas microscópicas que hay en la epidermis de las hojas de los vegetales.

general al aumento no se pueden elaborar unas pautas de evolución de los vegetales únicamente en función del CO².³⁴

- El Suelo

Los cambios climáticos pueden afectar procesos cruciales que caracterizan la capacidad de un determinado suelo de sustentar una determinada especie o cultivo agrícola. La extensión de las modificaciones del suelo puede tener consecuencias en la futura distribución de la flora y fauna, aunque el tiempo característico de los cambios es más lento que los propios cambios atmosféricos y de la biosfera.

La mayor parte del carbono del suelo se asocia con la materia orgánica. El contenido del carbono del suelo está determinado por el balance entre las entradas y las emisiones debidas a la descomposición de la materia orgánica del carbono. La entrada anual de carbono viene dada por la producción primaria neta (PPN) menos las fracciones de carbono que se extraen del sistema como la pérdida debida a los incendios, la respiración de los animales herbívoros o la almacenada al incrementarse el volumen de la madera. Los cambios de las condiciones climáticas de los usos del suelo afectan, generalmente, tanto a la PPN como a la descomposición de la materia orgánica como la PPN crecen con la temperatura, del mismo modo que todos los procesos de origen microbiológico se ven afectados por la humedad y la temperatura. Como consecuencia del incremento de la descomposición de la materia orgánica, la respiración del suelo, en un balance anual, aumenta debido a la prolongación de las estaciones cálidas y es superior al de la PPN.

Por otro lado, aunque la producción primaria neta global crece con el recalentamiento, el almacenaje de carbono por parte del suelo disminuye como consecuencia de este mismo calentamiento global. La fertilización hace entrar el nitrógeno en los suelos mediante nitrógeno orgánico que se deposita de forma seca o húmeda desde la atmósfera o mediante la fijación biológica. También se introduce en el suelo a partir de la descomposición microbiana de la materia orgánica.³⁵ Todos estos procesos están fuertemente influidos por la temperatura, la humedad, las características de las plantas e indirectamente por las concentraciones de CO² atmosférico.

- Variables climáticas

Las principales variables climáticas que afectan las cosechas son las mismas que afectan el desarrollo vegetal, es decir, la temperatura, la radiación solar, la disponibilidad de agua, y la concentración de CO². Las características específicas de las explotaciones agrícolas residen en que se plantan unas variedades adaptadas a una época del año y a unos requerimientos comerciales. Los nutrientes y la disponibilidad provocan que las condiciones naturales limiten se aumentan de forma artificial mediante la fertilización, regadío y gestión de residuos. El crecimiento de las plantas se ve afectado por la temperatura y, sobre todo, por el intervalo de temperaturas.

La temperatura, la radiación solar, la humedad relativa, el viento y la precipitación varían no sólo estacionalmente sino también diariamente. Los efectos de la variabilidad

³⁴ **Ibidem**, pág. 110-111.

³⁵ El nitrógeno mineral es absorbido por las plantas o reabsorbido por los microorganismos del suelo, tras pasa las aguas superficiales y subterráneas o se emite a la atmósfera en forma gaseosa.

pueden ser positivos y negativos dependiendo del cultivo y del tipo de variabilidad. La disponibilidad de las adecuadas condiciones de humedad durante el periodo de desarrollo de un determinado cultivo es un factor crítico. Globalmente, el ciclo hidrológico se espera que se intensifique con una evaporación más abundante y también con una más alta humedad del aire y de la precipitación.³⁶

- Epidemias, enfermedades y plagas

Si el crecimiento de los vegetales está afectado por el cambio del clima, el desarrollo y la distribución geográfica de algunos insectos, de organismos patógenos para las plantas y de las plagas, estarían influidos también por las peores o mejores condiciones climáticas. El crecimiento de las malas hierbas queda modificado por el incremento del CO², y por el aumento de la disponibilidad de vapor de agua.

Las condiciones ambientales también afectarán la vida de los insectos y la formación y distribución de plagas. Evaluaciones globales indican que el principal riesgo de aumento de la temperatura provocará un aumento de población de especies de insectos con una generación extra cada año en las zonas de climas más cálidos. Las enfermedades por hongos y bacterias también dependen de la temperatura, el régimen de lluvias, la radiación y el rocío. Las condiciones climáticas afectan a la supervivencia, el crecimiento y la difusión de patógenos,³⁷ así como la resistencia a los parásitos. Normalmente, veranos secos y con temperaturas muy altas reducen las enfermedades ya que las plantas adquieren una mayor resistencia y, en cambio, muchas lluvias tempestades durante el estío, provocan una mejor dispersión de las esporas.³⁸

1.4.3.3 El impacto de la agricultura en el cambio climático

La agricultura contribuye, de forma significativa, a las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Globalmente, las prácticas agrícolas suponen un 20% de las emisiones a la atmósfera de gases de efecto invernadero y, si se añaden los cambios del uso del suelo, muchas veces consecuencia de determinadas prácticas agrícolas, se convierten en las principales fuentes de emisión a la atmósfera, después de la combustión de combustibles fósiles. Por todo ello se han propuesto estrategias de reducción de emisión y mejora en los procesos de fijación por el suelo o la biosfera, de los gases efecto invernadero.

- Dióxido de Carbono

Una de las acciones potenciales para mitigar el contenido del dióxido de carbono en la atmósfera es el aumento de la capacidad del suelo de tomar CO². Hay una considerable incertidumbre en las estimaciones sobre la capacidad de aumentar de forma permanente la capacidad del suelo para retener el carbono.³⁹

³⁶ **Ibidem**, pág. 112.

³⁷ Se refiere a los microbios o virus que provocan las enfermedades.

³⁸ **Ibidem**, pág.114.

³⁹ A corto plazo, cambios en los sistemas de tratamiento de los residuos agrícolas y de los usos de algunos suelos, parece que podrían contribuir al aumento de la fijación del carbono al suelo, pero, en cambio, no parece que sea un proceso que pueda ser capaz de mantener la absorción de las emisiones de carbono de la atmósfera procedente de otras fuentes. Lo que si se puede acelerar es la prevención de las emisiones a

- Metano y óxido nitroso

La generación biológica de metano se produce en ambientes anaerobios, es decir, en ambiente sin oxígeno. Se produce, fundamentalmente, en los diferentes procesos alimentarios de los herbívoros, en los campos de arroz inundados y en la combustión de la biomasa. La producción de metano de los herbívoros (producido a través de sus desechos) constituye un porcentaje constante de la cantidad de alimento que incorpora el animal. Una de las estrategias para reducir la emisión de metano es mejorar la alimentación de los animales, proporcionándoles la misma, o hasta más energía, con menos comida, de manera que se reduce inmediatamente la emisión de metano. Existen diversos estudios y estrategias alimentarias para alcanzar estos objetivos, pero el problema está en el precio final de la dieta alternativa.

La producción de metano en los excrementos de los herbívoros también está en relación directa con la cantidad en la dieta de los animales. Sin embargo, el sistema de gestión, y aprovechamiento de los residuos orgánicos pueden evitar echar a la atmósfera un 50% del metano actualmente emitido, canalizando el gas producido y convirtiéndolo en fuente de energía.

El óxido nitroso es debido fundamentalmente a procesos microbianos del suelo. La emisión antropogénica del N²O se produce como resultado de la utilización de ecosistemas agrícolas intensivos que requieren una gran aportación de nitrógeno. Gran variedad de factores controlan los dos procesos microbianos (nitrificación y desnitrificación) que producen N²O: contenido de agua en el suelo, la temperatura, los nitratos o las concentraciones de amonio, las cantidades de carbono orgánico presente en el pH. Como sea que las interacciones entre todas estas variables son muy complejas, los flujos de óxido nitroso son difíciles de prever y muy variables. Las estrategias de reducción de las emisiones del óxido nitroso se basan, pues, en una mejor racionalización del uso de los fertilizantes nitrogenados con la ayuda, por ejemplo, de inhibidores de la nitrificación.⁴⁰

La energía

Los usos de la energía más sensibles al cambio climático están relacionados con la calefacción, el acondicionamiento del aire y algunas aplicaciones agrícolas como el regadío y el secado. De hecho, el impacto sobre la demanda de energía asociada al cambio climático no se cree que sea un elemento tan importante para la industria energética como lo serán los cambios tecnológicos y las oscilaciones de la actividad económica.

la atmósfera como consecuencia de bajos niveles de producción, de la erosión o de la fertilización inadecuada. El aumento de la producción y la protección de los ecosistemas tropicales degradados pueden contribuir, notablemente, a la reducción de las emisiones de CO². En las zonas templadas, la situación es muy diferente ya que existe un balance conseguido a través de muchos años de prácticas agrícola. En términos generales, no hay territorio que pueda dedicarse a nuevos usos agrícolas, más bien al contrario. En muchos casos se proponen alternativas de reconversión del suelo en bosques, a pesar del peligro de desperdicio y degradación del terreno o su uso para cultivos que produzcan combustibles biológicos. Estos cultivos requieren un tipo de suelo y prácticas análogas a la de los cultivos de plantas para uso alimentario. La extensión que puedan abarcar en el futuro dependerá del desarrollo de nuevas tecnologías y de la competitividad económica, tanto desde el punto de vista agrícola, como comparándolos con los combustibles tradicionales.

⁴⁰ Joseph Enric Llebot, **Op.Cit**, pág. 118.

Otros impactos directos sobre la industria de la energía son los cambios del régimen y de la intensidad de las precipitaciones, del régimen de vientos y de la evaporización que pueden producir sobre los sistemas de generación de energía hidroeléctrica y eólica e incluso las adaptaciones tecnológicas que se deberán realizar si la media de la temperatura del agua de refrigeración utilizada por las centrales de producción de energía eléctrica crece o si el nivel del agua del mar es más alto con las correspondientes consecuencias sobre la estructura de las plataformas de extracción del petróleo.

La Industria

La industria agroalimentaria, en principio, es la más vulnerable a los impactos del cambio climático, especialmente en los países en vías de desarrollo, asociados a variaciones del precio y a la disponibilidad de los productos agrícolas, al impacto sobre los monocultivos y a la pérdida de competitividad. La industria textil puede verse afectada por las variaciones en el precio y en la disponibilidad de fibras naturales y por el impacto de la disponibilidad del agua ⁴¹. La industria turística y el ocio también puede verse afectada por el cambio climático. Habrá algunas zonas costeras que probablemente deberán adaptarse al cambio del nivel del mar realizando grandes inversiones.

Las infraestructuras

En la construcción y en las infraestructuras del transporte, el mayor impacto es el que producen estas actividades sobre el cambio climático, más que la influencia del cambio climático sobre estos sectores. Esencialmente y en zonas determinadas, habrá un impacto importante sobre grandes obras, como diques, carreteras o terraplenes del tren, que deberán adaptarse a los niveles del agua más altos, a mayores dilataciones térmicas o a condiciones de mayor intensidad de precipitación. También deberán adaptarse a las condiciones cambiantes de los próximos años los diseños de nuevas obras públicas.

1.4.3.4 Impacto del cambio climático sobre el mar

Los factores que influyen sobre el nivel del mar, aparte de la variación del volumen de la cuenca oceánica, son la expansión térmica del océano, las diferencias atribuidas a los cambios de volumen de los glaciares y del hielo en los polos, y el agua superficial y subterránea de los continentes.

Si la masa es constante, el volumen del agua del océano y, por lo tanto, el nivel del agua en la costa cambia en función de la densidad del agua. En una escala global, si la temperatura aumenta, la densidad disminuye, el volumen del océano aumenta y el nivel del mar sube. Así pues, los cambios regionales de la salinidad pueden afectar la circulación global del océano, su distribución de energía y, consecuentemente, la expansión oceánica y el nivel del mar. La redistribución de los efectos de los cambios de la salinidad locales en el resto del océano conlleva el transporte mediante corrientes marinas y ondas de gran escala.

⁴¹ La manipulación y el procesamiento de las fibras textiles necesita mucha agua. Por ejemplo, una tonelada de lana necesita, en término medio, unos 200,000 litros de agua para su tratamiento.

En definitiva, es un proceso muy lento que corresponde a modos internos de redistribución de la energía y de la masa del océano. Se puede decir, entonces, que el mar esta constantemente en proceso de retroalimentación que relaciona la temperatura y la expansión del océano es la cantidad de hielo fundido que va a parar al mar. En efecto, los flujos de agua procedentes de los hielos repercuten directamente en la salinidad del agua del mar y, por lo tanto, en su densidad. La variación de la densidad influye en la profundidad en el punto en que se produce la convección de las aguas superficiales que, a su vez, afecta la circulación del interior oceánico y la magnitud de la expansión térmica de las diferentes capas. Por tanto, la expansión oceánica es una consecuencia cierta e indudable del calentamiento global del planeta.

Los bosques

El bosque es uno de los ecosistemas que representa un valor socioeconómico directo como proveedor de materias primas como la madera, la pasta de papel y algunos combustibles, pero también incide en el mercado económico como importante recurso turístico, como hábitat para especies animales salvajes o como elemento fundamental de las reservas de agua. Los bosques juegan un papel relevante en el ciclo actual y futuro del ciclo del carbono, ya que almacenan conjuntamente un 89% del carbono orgánico superficial y un 40% del carbono orgánico del subsuelo.⁴²

Los bosques son los componentes de la biosfera que responden más lentamente a los cambios ambientales pero, a su vez, son más vulnerables al cambio climático. Dependen del clima tanto para su crecimiento como para las distintas especies que contienen. La distribución y las características de los bosques están generalmente condicionadas por la disponibilidad del agua del suelo y la temperatura. Los bosques son muy sensibles a los cambios de la disponibilidad de agua, especialmente durante el periodo de crecimiento, tanto es así que muchas especies de árboles tienen limitaciones en el ritmo en que pueden migrar de forma natural por el territorio.

La magnitud del cambio del clima que describen la mayor parte de estudios supera, en general, la capacidad de asimilación de los bosques y, por lo tanto, se vislumbran importantes cambios en la estructura y en las características de estos sistemas fundamentales para la vida. Los impactos del cambio climático probablemente producirán tres impactos importantes:

1. Los cambios de la temperatura a escala regional y de periodicidad estacional. El aumento de la temperatura que se prevé en las latitudes altas, especialmente en invierno, hace pensar en un mayor desarrollo de los bosques en esas zonas y un desplazamiento de los mismos hacia latitudes cada vez más altas.
2. La disminución de los recursos hídricos especialmente durante la época de crecimiento, provocada por un régimen de precipitaciones inferior y por una mayor evaporación a causa del aumento de la temperatura, especialmente en las latitudes medianas puede llevar a la disminución de la superficie arbolada.
3. Se calcula que el cambio de clima será de uno o dos ordenes más rápido que cualquier cambio climático anterior. Esta celeridad del cambio afectará especialmente a aquellas especies de árboles con menor capacidad de adaptación a cambios rápidos. La previsión es, pues, que se perderá la

⁴² **Ibidem**, pág. 122.

diversidad de especies y que los bosques más afectados por los cambios serán colonizados por especies más agresivas, resistentes a los mismos, o con mayor capacidad reproductora.

Por otra parte, los cambios de temperatura y pluviosidad alteran la dinámica (compactación, aireación, etc.) de los suelos, y por lo tanto las reacciones químicas que regulan los ciclos de la mayoría de moléculas químicas relacionadas con la vida, especialmente del nitrógeno. Estos cambios a su vez tienen un impacto desconocido en la biota del suelo⁴³. Generalmente, cambios drásticos de las condiciones en que se desarrollan los ecosistemas impiden a las comunidades bióticas ajustarse, y por tanto tiende a producir un colapso general antes que un cambio paulatino, aún no se sabe cual es el límite cualitativo en que sucede este fenómeno, pero una vez iniciado, puede considerarse irreversible.

Sin lugar a dudas, el cambio climático también genera un impacto considerable sobre la diversidad biológica de los ecosistemas del mundo. Los anfibios parecen ser el grupo de fauna más afectado por los cambios, probablemente por su alta susceptibilidad a cambios en la humedad atmosférica, que a su vez afectan su capacidad de respiración, además altera los patrones de distribución de las comunidades bióticas, altitudinal y latitudinalmente. El calentamiento incrementa la evaporación de cuerpos de agua, contribuyendo a su desecación. Muchas especies acuáticas endémicas pueden desaparecer como consecuencia de la desaparición de su hábitat. Igualmente, los cambios en la química del agua, debido a modificaciones en la concentración de diversas moléculas, afectan el metabolismo de innumerables organismos y a su vez sus posibilidades de supervivencia⁴⁴.

Estas aseveraciones han llevado a una reacción gubernamental mundial, la cual se ha expresado en numerosos estudios y conferencias, incluyendo tratados enfocados a enfrentar y en lo posible solucionar la crisis. Es por ello que los gobiernos a nivel mundial han reaccionado ante esta amenaza cada vez más cercana: alteraciones climáticas graves que podrán colocar sus economías en peligro. La presión poblacional y de desarrollo tomada por las naciones más adelantadas junto con las naciones en vías de desarrollo, coloca una presión cada vez mayor sobre los recursos naturales y los sistemas ambientales terrestres. El cambio climático global, por otro lado, ha dejado muy clara la globalización de los problemas ambientales, y será imposible e inútil enfrentar uno de los problemas más apremiantes en la temática ambiental si no se involucra a todas las naciones.

La atmósfera y los procesos que mantienen sus características no tienen tiempos de reacción muy rápidos comparados con los periodos humanos; soluciones a los problemas del adelgazamiento de la capa de ozono, al calentamiento global, a las alteraciones climáticas devastadoras, no son cuestión de años, ni siquiera décadas. Es por ello una preocupación que debe ser inmediata, no se podrá esperar a que los efectos se hagan notorios y claros, pues seguramente en ese momento ya será muy tarde para actuar buscando soluciones.

⁴³ El término biota designa al conjunto de especies de plantas, animales y otros organismos que ocupan un área dada.

⁴⁴ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, Op.Cit.,** pág. 5

CAPÍTULO II. EVALUACIÓN DEL DETERIORO ECOLÓGICO EN LA REGIÓN AMAZÓNICA

Bosque “es toda aquella superficie de tierra en donde se hallan creciendo asociaciones vegetales, predominando árboles de diferentes tamaños que han sido explotados o no, capaces de producir madera u otros productos; influyen en el clima y en el régimen hidrológico y además brindan protección a la vida silvestre”¹.

UNESCO/PNUMA/FAO, 1999.

La cuenca Amazónica encierra la mayor zona mundial del bosque tropical y zona selvática con casi 700 millones de hectáreas repartidos entre 9 países diferentes; Brasil con un 60%, y el resto es compartido por la Guyana Francesa, Surinam, Guyana, Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia².

El Amazonas, considerado el “pulmón del mundo” debido a su gran capacidad para producir oxígeno, contiene entre el 40% y 50% de las especies de la tierra, un rango estimado de 2 a 30 millones de especies, muchas sin clasificación aún³, incluyendo especies terrestres y acuáticas, de las cuales 27,000 están en peligro de extinción; por ello merece gran atención porque es uno de los más diversos ecosistemas en el mundo ya que posee una magnífica biodiversidad y es un santuario de riqueza natural.

La cuenca de la Amazonía evoca un mundo oscuro, opresivamente caluroso y húmedo, con una profusión de enredaderas y vidas colgantes que ocultan la vida animal; es decir, se caracteriza por ser un bosque de tierras bajas sobre terrenos bien avenados y densas copas que impiden que la fuerte luz solar llegue al suelo, manteniendo así la humedad. En los bancales del río Amazonas y en los claros del bosque, la densa maleza protege la entrada al bosque, pero la densidad disminuye detrás de la fachada.

En el corazón de esta región se encuentra el enorme río Amazonas el segundo en longitud del mundo, que cuenta como mínimo con mil afluentes y contiene más de una quinta parte del agua dulce del planeta. En un día el Amazonas vierte al mar tanta agua como el Támesis durante un año. Se estima que contiene 2,000 especies de peces, diez veces más que los ríos europeos, sin mencionar los numerosos reptiles y mamíferos como el amatí amazónico, el caimán, la anaconda gigante, y el delfín del río rosa. Cuando se desborda, el Amazonas inunda una zona de la misma extensión que Inglaterra, creando un hábitat único, el bosque inundado.

¹ <http://jemarcano.tripod.com/tipos/index.html>- Fecha de consulta: 3 de Octubre 2007.

² <http://greenpeace.com> - Fecha de consulta: 3 de Octubre 2007.

³ <http://greenpeace.com> - Fecha de consulta: 3 de Octubre 2007.

En la cuenca Amazónica el tipo de bosques pantanosos de agua dulce que se encuentran a lo largo de los bancales depende del agua, por ejemplo el *várzea*⁴ que se encuentra en las zonas inundadas de los ríos de agua blanca que nacen en los Andes y que arrastran una gran cantidad de fango y nutrientes por el interior del bosque y el *Igapó*⁵ que crece en los arenosos llanos inundados de los ríos de agua negra, en éstos el agua tiene un transparente y oscuro color marrón, a causa de las raíces podridas pero contiene poco material en suspensión⁶.

2.1 Importancia del bosque tropical del Amazonas para el planeta

Los bosques y las personas están interconectados desde tiempos inmemorables, de hecho siempre hemos tenido una especial relación basada en la supervivencia; sin embargo, los bosques eran considerados como una delicada cadena de existencia la cual tratábamos con respecto y aprecio, pero las personas empezaron a trastornar este equilibrio. Empezaron a ver el bosque no como parte de ellos sino como algo a ser conquistado, es decir, usaron los bosques, que aparentaban sin límites, cortando millones de árboles, pero ahora nos estamos dando cuenta que los bosques sí tienen límites y que ya es tiempo de regresar al equilibrio anterior.

Por supuesto, no todos los bosques tienen el mismo valor. Su estructura, composición y ubicación específicas juegan un papel fundamental en la determinación de los servicios que pueden ofrecer y a quiénes se les puede otorgar⁷. Es necesario tener en cuenta que el bosque tropical del Amazonas es cualitativamente diferente de otro tipo de bosques como el templado, ya que actualmente se han talado enormes áreas de bosques templados y convertirlas en tierra de cultivo sin causar importantes daños, sin embargo, la eliminación de los bosques húmedos-tropicales puede ser el precursor del desastre, tanto para los habitantes de la región Amazónica como para los distintos ecosistemas que existen en ella.

El caso es que toda la humanidad del planeta necesitamos los bosques húmedos-tropicales de la cuenca Amazónica. Al nivel más fundamental, los bosques húmedos proporcionan hogar a millones de personas que se han adaptado a vivir en este excepcional hábitat; como por ejemplo, más de 20.000 *yanomami* (o yanomamo) viven en los bosques húmedos-tropicales de tierras altas en la frontera entre Brasil y Venezuela. Es el grupo amerindio más numeroso de la Amazonia que todavía sigue una vida tradicional, aunque ésta se ha modificado a causa de los contactos con el mundo civilizado. Los *yanomami* hablan muchos dialectos, pero preservan una forma de lengua tradicional de uso ceremonial, que es hablado por todos los *yanomami*. Su territorio se extiende por una zona de 40,000 km² aproximadamente.

⁴ El suelo forestal del *várzea* se forma del sedimento o fango, atrapado por las grandes raíces de estribaciones de los árboles, que gradualmente suben el nivel de la zona.

⁵ El bosque de *Igapó* tapiza las vegas ribereñas de aguas negras pero en especial las selvas ubicadas en la desembocadura de los brazos del Amazonas. El bosque de *Igapó* se diferencia con nitidez del de *várzea* (estacionalmente inundado) y los de tierra firme (no inundables y localizados sobre colinas). Visto desde el exterior, el bosque de *Igapó* es menos frondoso y tiene un dosel menos elevado. Pero hay un elemento que lo distingue sobremanera: cuando este bosque no está permanentemente inundado, sólo crece una capa pobre de herbáceas y gramíneas.

⁶ David Attenborough. **Las Últimas Selvas Tropicales**, FOLIO, Barcelona, 1991, pág. 16.

⁷ Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. **La venta de servicios ambientales forestales**, SEMARNAT, INE, CONAFOR, Ciudad de México, 2003, pág. 62.

Este grupo tiene sin duda derecho a continuar viviendo en sus tradicionales tierras, para ellos los bosques proporciona cobijo, productos animales, vegetales y comida. En una palabra, toda su vida depende de éste bosque.

Todavía hay muchas cosas que se desconocen de los ecosistemas forestales del Amazonas, pero cada día hay nuevos descubrimientos, cada especie, animal o planta, tiene un material genético único que ha estado evolucionando durante miles de años, de hecho, ésta región tiene un gran potencial económico debido a los alimentos y farmacéuticos, derivados de las plantas del bosque.

Sin el bosque del Amazonas, tendríamos menos oxígeno disponible (aproximadamente 2,000 kg por hectárea por año), esto es debido a que los árboles (y todas las plantas verdes) llevan a cabo un proceso llamado *fotosíntesis*⁸. Las plantas "respiran" dióxido de carbono, como nosotros respiramos oxígeno. Ha habido un equilibrio entre especies que eliminan dióxido de carbono y toman oxígeno, y especies que toman dióxido de carbono y exhalan oxígeno, este equilibrio ha sido trastornado desde el siglo XIX, ejemplo de ello, cuando los combustibles fósiles, como el petróleo, producen dióxido de carbono y cuando son quemados, el nivel del dióxido aumenta dramáticamente. Desgraciadamente, este gas, en grandes cantidades, actúa como un aislante y mantiene el calor cerca de la superficie de la Tierra; esto es lo que se llama el "efecto invernadero".

Protección.

- Protección de los suelos por interceptación y reflexión de las radiaciones, de las precipitaciones y de los vientos;
- Mantenimiento de las concentraciones de anhídrido carbónico y de humedad como consecuencia de la reducción de la velocidad del viento;
- Protección de las especies animales y vegetales para las que propicia condiciones favorables.

Regulación.

- Absorción, reserva, y liberación de anhídrido carbónico, de oxígeno y de elementos minerales;
- Absorción de aerosoles y de ruidos;
- Absorción y transformación de la energía luminosa y química;

⁸ Proceso mediante el cual las plantas verdes sintetizan los hidratos de carbono. Las plantas, para realizar ésta función nutritiva, que se llama también función clorofílica, precisan de la acción de la luz solar y que la planta contenga clorofila, que es el pigmento verde que da color a la mayoría de los vegetales. La síntesis de los hidratos de carbono, como los azúcares y el almidón, se realiza en numerosas etapas, empezando por descomponer el anhídrido carbónico, que la planta toma del aire en carbono y oxígeno. En una etapa posterior, el carbono así obtenido se combina con el agua, que la planta absorbe del suelo por sus raíces, formando hidratos de carbono y dejando en libertad el oxígeno, que es expulsado a la atmósfera. A ésta función se debe que las plantas purifiquen la atmósfera, ya que absorben el anhídrido carbónico que nosotros exhalamos por la respiración, enriqueciéndola en oxígeno, que es el elemento que el hombre necesita para respirar.

Producción.

- Almacenamiento eficaz de la energía bajo forma utilizable para la fito y zoomasa;
- Procesos de regeneración y de autorregulación concernientes a la producción de madera, de corteza, de frutos y de hojas;
- Producción de un alto abanico de compuestos (resinas, alcaloides, aceites esenciales, látex, sustancias farmacodinámicas, etc.)

Protección.

- Protección contra la aridez, los fríos, los vientos y las radiaciones.
- Conservación de los suelos y de las aguas;
- Protección de las poblaciones humanas contra diversas formas de agresión o de contaminación (ruidos, olores, humos, paisajes, etc.)

Regulación.

- Mejora de las condiciones atmosféricas de las zonas urbanas y recreativas;
- Mejora del régimen térmico en los establecimientos humanos (árboles a lo largo de las carreteras, parques);
- Mejora de la calidad de los biotopos y de la amenidad de los paisajes.

Producción.

- Producción de una gran variedad de materias primas para satisfacer las crecientes necesidades humanas;
 - ✓ *Protección de la cuenca hidrológica.* Los bosques pueden desempeñar un papel importante en la regulación de los flujos hídricos y en la reducción de la sedimentación. Los cambios de la cobertura forestal pueden afectar la cantidad y la calidad de los flujos de agua en la parte baja de la cuenca, además de su dinámica temporal.
 - ✓ *Conservación de la biodiversidad.* Los bosques albergan un porcentaje importante de la biodiversidad del mundo. La pérdida de éstos es una de las principales causas de la disminución de las especies.
 - ✓ *Captura de carbono.* Los bosques en pie almacenan enormes cantidades de carbono, y aquellos en crecimiento capturan carbono de la atmósfera.

La protección del bosque del Amazonas no significa únicamente salvar muchos árboles; es preservar un proceso vital que se ha iniciado años atrás, además es óptimo tener en cuenta que los viejos bosques aportan un mejor conocimiento de como funcionan los bosques.

2.1.1 Regulador del Clima

Principalmente, el microclima del bosque tropical-húmedo del Amazonas se caracteriza por una particular subdivisión de la energía y de la materia incidente; los flujos resultantes son variables y tienen influencia sobre el clima global y regional. La

estructura del bosque, cambios fenológicos⁹ incluidos, es función del microclima y de las modificaciones que en tal microclima inducen las condiciones fisiográficas y edáficas¹⁰; a su vez, la estructura forestal determina las condiciones microclimáticas, sin embargo, la combinación armoniosa de las propiedades de absorción y de emisión de las hojas no es una consecuencia de la adaptación o de la evolución, sino un hecho puramente fortuito; la reflexión espectral en las plantas acuáticas es idéntica que en las plantas terrestres.

En sus aspectos climáticos generales, los amplios espacios situados por debajo de los 500 metros de altitud miran hacia el oeste; o sea, hacia los llanos de Colombia y a las tierras selváticas de la cuenca del Río Negro que corresponden a Colombia y Brasil. Los climas del territorio pueden clasificarse según los espacios donde actúan de la siguiente manera:

- Clima del Noreste del territorio.
- Clima de las tierras situadas por debajo de los 500 metros de altitud.
- Climas altitudinales (pisos térmicos de montaña)

Clima del Noreste del territorio.

La temperatura de Puerto Ayacucho¹¹ oscila entre máximas extremas de 39,4° y mínimas extremas de 20,8°; con una temperatura media anual de 27,9°; temperatura considerablemente más alta que la de la ciudad de San Carlos de Río Negro (ciudad ubicada en el suroeste del estado Amazonas, en Venezuela) donde alcanza a sólo 26,6°. El recalentamiento de las tierras sabaneras y del suelo de lajas, ha de contribuir a que exista esta alta temperatura media.

En Puerto Ayacucho (Venezuela) la época de sequía comprende los meses que van de diciembre a marzo. En estos cuatro meses, la insolación es alta y la temperatura media oscila entre 28,2 ° y 30°; mientras que en plena época de lluvia la media térmica desciende a 26,4°. Las extremas máximas se registran en el mes de marzo, mes en el se han llegado a alcanzar los 39,4°. La mínima extrema se ha registrado en el mes de septiembre (20,8°); por lo cual, es posible registrar los 21° en las madrugadas de noviembre y diciembre, después de una fuerte precipitación la temperatura puede descender hasta los 22°. Entre los meses de abril a octubre –siete meses- cae el 91% de la lluvia de todo el año; la cual presenta una media de 2.371 mm y unas extremas de 2,823 mm y 2,096 mm.

Resumiendo, puede decirse del clima de este sector que es caluroso todo el año y que presenta dos épocas referentes a las precipitaciones: una sequía notoria, aunque no extrema ni tan prolongada como en los llanos y otra de lluvias intensas. En la época de

⁹ Los cambios fenológicos son aquellos que tienen relación entre los factores climáticos y los ciclos de los seres vivos.

¹⁰ Las condiciones edáficas del suelo se caracterizan por un medio poroso, biológicamente activo y estructurado, desarrollado en la superficie emergida de la Tierra

¹¹ Puerto Ayacucho es una ciudad venezolana, capital del estado Amazonas, siendo la más grande localidad del estado. Se ubica a orillas del río Orinoco frente al poblado Casuarito de Colombia, al norte del estado en el municipio Atures.

lluvias, la humedad atmosférica ha de ser alta, seguramente con medias superiores al 80%.

Clima de las tierras por debajo de los 500 metros de altitud

En estas tierras, la temperatura media es más baja que Puerto Ayacucho, dado que la nubosidad es más permanente y por consiguiente menos insolación. Las lluvias son de volumen mayor que en la capital del territorio y la época de sequía menos notoria. Estas tierras no reciben la afluencia de los vientos rasantes de los llanos colombianos; empero, es una zona donde ocurren masas eólicas del sur y del este. Las tempestades acompañadas de fuertes vientos, son frecuentes.

La alta evaporización de las tierras en parte empantanadas, ocasionan que la humedad atmosférica sea durante todo el año, muy alta. Los datos meteorológicos que se refieren a San Carlos de Río Negro, permiten darse mejor cuenta del clima de esas tierras. La temperatura media es de 26,6°. Las extremas máximas no deben pasar de los 33°. La precipitación promedio es de 3.633 mm, con las extremas de 4.197 mm y 2.518,2mm.¹² El promedio de días de lluvia alcanza a 267 al año. El promedio de humedad atmosférica relativa alcanza la alta cifra de 88%.

Los climas de la alta montaña

Debido a estar todo el territorio sometido a una alta pluviosidad, las precipitaciones en la montaña son elevadas incrementándose la precipitación de norte a sur. Las altas cúspides producen una considerable condensación en las laderas frías con la humedad atmosférica. De aquí la denominación de Cerro de Neblina que recibe la elevación más alta del territorio. En los sectores situados por encima de los 1.500 m, con todo, la alta pluviosidad que existe en ellos, los suelos rocosos y la temperatura baja impiden el desarrollo de densas formaciones forestales.

Por otra parte, la escorrentía a lo largo de los troncos es muy variable, lo cual no resulta sorprendente debido a la variabilidad de la morfología de las plantas, del régimen pluviométrico y de la velocidad de los vientos. La penetración a través de la cubierta y la radiación a nivel del suelo disminuyen a medida que avanza la sucesión secundaria.

La intensidad luminosa, en la parte alta de la cubierta y en el interior del bosque, difiere en función de la estación en el caso de formaciones en las que la caída de las hojas presenta un carácter estacional. En poblaciones relativamente abiertas, esclerofilas, y xemorfás, la disminución de la irradiación en la parte superior de la cubierta es mucho más débil, en consecuencia, la proporción de luz que alcanza los niveles del suelo es mucho mayor. Una aireación débil al nivel del suelo y una radiación bastante elevada comporta temperaturas relativamente altas en la superficie de las hojas y del propio suelo. Tales temperaturas pueden ser iguales a las registradas fuera de la cobertura forestal durante los días tranquilos, e incluso superiores en caso de días ventosos. .

El intercambio de la radiación influye sobre la estabilidad o la inestabilidad de la estratificación atmosférica, las variaciones en las concentraciones de vapor de agua influyen sobre la nubosidad o sobre el tipo de nubes y hasta circunstancias como el ciclo

¹² Marco-Aurelio Vila. **Aspectos Geográficos del Territorio Federal del Amazonas**, 1964, pág. 64.

hidrológico o las propiedades aerodinámicas de la superficie foliar modifican la dirección de los flujos de aire.

- ***Moderador de los niveles de humedad atmosférica***

De cierta manera, el bosque del Amazonas, aumenta los valores de evaporización desde el nivel del suelo hacia las partes altas, primero de forma moderada y después de manera progresivamente creciente, hasta alcanzar los máximos valores en la parte superior de la cubierta. Todo ello concuerda con los declives de irradiación y de velocidad del viento. Cortos periodos secos durante la estación de lluvias incrementan fuertemente la evaporización a todos los niveles, es decir, tres veces más a ras del suelo, dos veces más en las partes altas de los troncos¹³.

La elevada presión de vapor de agua en el Amazonas, atenúa los efectos de las oscilaciones de temperatura. La variación máxima se registra en el estrato más elevado de la cubierta forestal, allí donde las temperaturas máximas, poco después del mediodía, coinciden con los mínimos de humedad; de ello resultan déficit importantes en la presión de vapor de agua en estos niveles¹⁴. En condiciones de bajas presiones de saturación, los aumentos de turbulencia son particularmente eficaces para disipar calor e intensificar la evapotranspiración. Esta ventilación de la cubierta proporciona ciertas ventajas de índole ecológica: el ambiente refresca al incrementarse la transpiración, si todavía existe agua disponible, o bien como consecuencia de la renovación rápida de la capa de aire envolvente y de la disipación del calor a nivel de la superficie foliar.

Los valores medios de evapotranspiración en los bosques tropicales húmedos (como el Amazonas) están comprendidos entre 1.200 y 1.500 mm¹⁵. Estos valores se han establecido a partir de un número muy bajo de observaciones meteorológicas, por lo cual puede suponerse la existencia de una elevada variabilidad en función de los biotopos del tipo de bosque (estructura y composición florística).

Las lluvias en el interior del territorio del bosque del Amazonas pueden durar varios días. A primeras horas de la mañana es muy frecuente que la niebla lo cubra todo en las zonas selváticas; este fenómeno tiene lugar principalmente en la época de lluvias. Esta niebla se forma como consecuencia de la condensación del vapor de agua que surge de las masas forestales al que se añade el vapor de agua que se evapora de las corrientes fluviales y de las zonas pantanosas. La masa de aire relativamente fresca que desciende de las elevaciones provoca, por una parte, esta condensación; por otra, retiene el vapor de agua condensado en las zonas más bajas de la atmósfera¹⁶.

Al avanzar el día, el aire superpuesto a la niebla se calienta y ésta se empieza a elevar y a dispersarse. La niebla calentada se transforma de nuevo en vapor de agua que asciende a cierta altitud, donde al encontrarse con capas de aire más fresco o bien con las capas de aire adosadas a las elevaciones, se condensan de nuevo en grandes nubes, primero en forma de cúmulos aislados que luego tienden a unirse cubriendo rápidamente todo el cielo. Cuando se levanta la niebla, en el bosque yerguen girones de niebla que vistos

¹³ UNESCO/PNUMA/FAO, **Op.Cit**, pág. 12

¹⁴ Evans, G. C, **The atmospheric environment condition**, J. Ecol 27, 1939, pág. 436-82.

¹⁵ Penman, H. L. **The water cycle**, Scientific American, Estados Unidos, vol .223, no. 3, 1970, pág. 69.

¹⁶ Marco-Aurelio Vila, **Op.Cit**. pág. 75.

desde lejos, parecen el humo de innumerables hogueras dando al paisaje una singular y espectacular belleza.

El movimiento ascendente de las masas de aire por la mañana provoca o facilita, la penetración de masas de aire de otras zonas y por consiguiente, los fuertes vientos, los cuales suelen alcanzar su máximo empuje y aún violencia, entre las 11 de la mañana y las cuatro de la tarde; hora esta en que se ha establecido el equilibrio relativamente estable de las masa eólicas.

- ***Procesador de dióxido de carbono y suministrador de oxígeno en el mundo***

El ciclo del carbono está regido en la biosfera por dos procesos esenciales: en primer lugar, la asimilación fotosintética del anhídrido carbónico por parte de los vegetales, así como el desprendimiento metabólico de este gas por todos los seres vivientes, y en segundo lugar, la producción de anhídrido carbónico como consecuencia de la quema de los combustibles fósiles o de cualquier otra naturaleza.

La influencia del Bosque del Amazonas y de todos los bosques tropicales sobre el ciclo del carbono resulta evidente por las enormes cantidades de biomasa vegetal acumuladas y por el elevado valor de su reciclaje anual. Las formaciones forestales del mundo deben contener entre 400 y 700 x 10⁹ toneladas de carbono; la cantidad de materia orgánica debe ser el doble de este valor. En la atmósfera se dispone de 700 x 10⁹ toneladas de carbono en forma de anhídrido carbónico. Aproximadamente, una tercera parte del carbono orgánico se encuentra en los bosques, una cuarta parte en los océanos, otra cuarta parte en la atmósfera y el resto en praderas, tundra y otras manifestaciones de la cobertura vegetal.

Los bosques tropicales, que cubren aproximadamente el 4% de la superficie del globo, son responsables del 25% de la fijación terrestre total de carbono; desprenden debido a la fotosíntesis, 55,5 x 10⁶ toneladas de oxígeno por año, aunque tal desprendimiento se compensa por la absorción del oxígeno necesario para la respiración. Los bosques tropicales al tener una productividad elevada, sin duda desempeñan un papel importante como reguladores eficaces del anhídrido carbónico en la atmósfera.

Como lo he presentado anteriormente, el bosque tropical del Amazonas ha sido descrito como el “pulmón del mundo” debido a su gran capacidad para producir oxígeno. El aire que respira la humanidad se purifica principalmente en la Amazonía. Esta purificación del aire la realizan las plantas de la selva (y de otras partes) de dos formas: emitiendo el oxígeno sobrante en el proceso de la fotosíntesis y absorbiendo el dióxido de carbono y ácido carbónico para formar los carbohidratos que requieren para su crecimiento. La gran cantidad de dióxido de carbono o anhídrido carbónico (CO₂) que se deriva de la descomposición de materia orgánica, vegetal y animal, cuando muere, es rápidamente convertida en ácido carbónico con el agua de lluvia, lo que da origen a la elevada acidez de los suelos en las selvas y bosques.

2.1.2 Regulador del ciclo hidrológico

Los elementos del equilibrio hídrico, son pluviosidad (P), evaporación (E), escorrentía (D), reservas (R) y consumo (C). La pluviosidad en la banda lluviosa tropical del Amazonas en el año 2000 fue más de tres veces superior a la media mundial de 746 mm; a su vez, la media mundial en ese año por lo que a la evaporación respecta, fue del orden de los 460 mm, en tanto que en los trópicos húmedos se eleva hasta los 1.200 mm y más.

La escorrentía¹⁷, presento a nivel mundial en el año 2005 una media de 266mm, pero alcanza los 879 mm en la región ecuatorial, todo este conjunto de circunstancias explica la importancia considerable del río Amazonas el cual transporta el 18% del agua total que cae sobre la superficie del globo. Las características de la escorrentía y la calidad del agua están relacionadas con los efectos de la tierra arbolada sobre los aportes hídricos, las inundaciones, la erosión, y la sedimentación. En las regiones húmedas, la influencia de los bosques sobre los aportes de agua es menos importante que la ejercida sobre las características de la escorrentía. El bosque del Amazonas reduce los riesgos de inundación y la importancia de los depósitos de sedimentos.

▪ *Ciclo del agua*

La zona de convergencia intertropical recibe precipitaciones muy importantes que permiten alimentar enormes cursos de agua. La influencia del bosque del Amazonas sobre el equilibrio hídrico del globo no se realiza, sin embargo, mediante la intervención de los cursos de agua y gracias al vapor de agua transportado por la atmósfera, los volúmenes de vapor de agua aumentan. Las regiones tropicales, que representan el 40% de la superficie terrestre total, contribuyen con el 58% a la producción de agua del ciclo hídrico del globo.

El ciclo del agua en la atmósfera es rápido, ya que el tiempo medio de permanencia es de 9 a 10 días, pero aún así, este tiempo se acorta todavía en el caso de los trópicos húmedos. Los bosques tropicales como el Amazonas ocupan un tercio de las tierras tropicales, de manera que influyen sobre el ciclo del agua del globo en una proporción del 3%. La evaluación del efecto de los cambios en los tipos de utilización del suelo en la zona tropical sobre el ciclo del agua, debe contemplarse teniendo presente otros datos.

▪ *Equilibrio hídrico*

La influencia ejercida por los bosques sobre el equilibrio hídrico debe estar, seguramente, subordinada a los gradientes continentales de precipitación o mejor conocido como variación de intensidad, evaporización y escorrentía desorden, respectivamente, de 1.200 y 5.000 mm, en tanto que en la llanuras de la cuenca Amazónica este conjunto de valores es del orden, respectivamente, de 3.500, 1.500 y

¹⁷ Se conoce como escorrentía a la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida dependiendo la pendiente del terreno. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real y la infiltración del sistema suelo (cobertura vegetal).

2,000 mm¹⁸. En otros lugares se registran valores francamente inferiores, como en el caso del nordeste brasileño.

2.1.3 Equilibrio energético y térmico

En las zonas tropicales como la región Amazónica, el nivel de radiación en la superficie del suelo es alto. Esto se debe a la posición del sol en el cenit¹⁹ o próximo a él, a mediodía durante todo el año, al débil albedo²⁰ de los bosques y a la baja temperatura efectiva de la cubierta. No hay contradicción entre una radiación neta elevada y una temperatura efectiva baja, puesto que la radiación absorbida sirve para la evaporación del agua.

Esta energía de evaporización es transportada en la atmósfera hasta más allá de los trópicos en forma de calor latente y pasa entonces a estar disponible para el equilibrio térmico después de la condensación del vapor de agua. El Amazonas desempeña el papel de intensos transformadores de energía y de agua y, en consecuencia, es un importante elemento en el sistema termodinámico de la atmósfera.

Existen diferencias regionales a nivel de los intercambios de energía y de los componentes del flujo de calor, que son gobernados por los sistemas de circulación atmosférica (alisios, monzones, nubosidad, precipitaciones), o bien por las propiedades del manto que recubre el suelo (temperatura reemisión efectiva, albedo). El efecto de la radiación neta sobre el clima y la vegetación depende, en gran parte, de la cantidad de precipitaciones.

El estudio de los intercambios de energía representa un medio precioso para evaluar los efectos a nivel regional y local de un determinado tipo de cobertura vegetal o de ocupación del suelo. Las condiciones locales de la superficie terrestre, así como las propiedades aerodinámicas y ópticas de la vegetación y las del régimen de radiación solar, determinan las características particulares del equilibrio hídrico y de radiación, así como las propiedades térmicas e hidrológicas individuales²¹. Los bosques absorben en forma eficaz las radiaciones visibles e infrarrojas. La reflexión del bosque del Amazonas es inferior en un 5-10% al del otro tipo de cobertura del suelo.

La baja temperatura radiante de los bosques reduce la emisión infrarroja. La absorción elevada de energía por parte del bosque Amazónico se utiliza sobre todo en los procesos de evapotranspiración; en consecuencia, la emisión de vapor de agua a la atmósfera y por encima de las poblaciones vegetales es intensa, y el enfriamiento por evaporización impide el sobrecalentamiento de las tierras forestales y reduce los intercambios atmosféricos por convección. La humidificación del aire sin ruptura de la estratificación atmosférica parece un rasgo característico de las regiones forestales tropicales húmedas.

La radiación neta aumenta a medida que nos acercamos a la zona ecuatorial y el flujo de calor en el aire son relativamente bajos cerca del ecuador y aumentan en dirección al límite de los trópicos. El flujo de calor latente, que es proporcional a la evaporización,

¹⁸ **Ibidem**, pág. 78.

¹⁹ Entiéndase como el punto del cielo a que corresponde verticalmente otro de la tierra.

²⁰ Se refiere a la potencia reflectora de un cuerpo iluminado.

²¹ UNESCO/PNUMA/FAO, **Op.Cit**, pág. 15

decrece del ecuador hacia los polos. Estos diversos elementos del equilibrio energético son sensibles a las modificaciones de la cobertura vegetal. La transformación de bosques en cultivos, en grandes plantaciones o en pastos, modifica el equilibrio energético. Tales cambios deberían evaluarse previamente mediante investigaciones oportunas antes de acometer una reconversión a gran escala del bosque natural. Se debería, del mismo modo, tomar en consideración los efectos de modificaciones consecutivas de las propiedades aerodinámicas de la superficie forestal, por lo que respecta a la distribución de la energía cinética, es decir, dirección, velocidad y turbulencia del viento.

2.1.4 Reserva biológica más grande del mundo

- *Diversidad de Flora y Fauna (terrestre y acuática)*

El bosque tropical del Amazonas es la región que presenta la mayor diversidad de formaciones vegetales y de especies animales del mundo. Las plantas y animales que dependen de los ríos amazónicos y sus llanuras inundables han aprendido a sobrevivir en este ambiente marcado por cambios constantes pero, al mismo tiempo, previsibles en el corto plazo. Esa es quizá una de las razones por las que la diversidad alcanza tan alto nivel en estas áreas. Como consecuencia de tal complejidad, ninguna especie logra dominar completamente un determinado espacio o fuente de recursos. Aquí la consigna es, simplemente, coexistir.

Fauna

Los científicos afirman que en el bosque tropical del Amazonas existen miles de especies de aves, anfibios y millones de insectos todavía sin clasificar. La fauna es muy variada, desde los insectos más pequeños hasta grandes mamíferos como el jaguar, el puma, el tapir y varias especies de venados; también hay reptiles, tortugas, caimanes, babillas y serpientes. Hay aves y peces de todas las especies, plumajes y escamas. El inmenso bosque tropical del Amazonas oculta una fauna abundante, aún pendiente de una clasificación completa. En la Amazonía existen 4.000 tipos de mariposas, más de 2.000 clases de peces, 1.700 de aves y el 20% de las especies de primates del planeta. Bajo su extraordinaria frondosidad conviven diferentes hábitats y la mayor diversidad genérica del mundo animal.

Ningún grupo animal es tan evidente como el de las aves, la cuenca amazónica es el albergue de al menos 950 especies de aves, lo que hace del gran valle del Amazonas la región más rica de la Tierra en este grupo de criaturas²². Por lo menos un tercio de estas especies vive o visita estacionalmente las llanuras inundables. Las hay que migran desde América del Norte y el extremo austral de Sudamérica, así como migrantes estacionales que pasan el año entre el bosque inundado y las zonas de *tierra firme*.

Uno de los más sorprendentes ejemplos de aves especializadas en el uso simultáneo de estos dos ambientes es el protagonizado por los loros y guacamayos²³ (a pesar de los

²² Miguel A. Marini y Federico I. Garcia, **Bird Conservation in Brazil**, Conservation Biology, Brasilia, 1999, pág. 43.

²³ El hecho de dormir y alimentarse en lugares diferentes y, a menudo, distantes, hace de los guacamayos presas menos accesibles a los depredadores. Adicionalmente, su morbilidad les permite trasladarse de un tipo de bosque a otro dependiendo de la disponibilidad de frutas y semillas. Un hecho interesante de su ecología es que se reproducen cuando los bosques de la llanura inundable se encuentra en plena

severos efectos que la deforestación viene ejerciendo en sus patrones alimentarios). El guacamayo azul y amarillo (*Ara ararauna*), por ejemplo, anida en los pantanos dominados por palmeras de aguaje (*Mauritia flexuosa*) o aguajales, ubicados a algunos kilómetros de la llanura inundable. Durante el día estas aves vuelan hacia las riberas de los ríos y el bosque inundable para alimentarse de frutos y semillas.

Dos de las aves más peculiares de la Amazonía son el shansho (*Ophistocomus hoazin*) y el pájaro sombrilla (*Cephalopterus ornatus*), estas especies raramente dejan la llanura inundable y es probable que hayan evolucionado junto con ella a lo largo del tiempo. Una de sus peculiaridades es la suma de adaptaciones anatómicas de las que hace gala; los polluelos, por ejemplo, poseen una especie de “uñas” en las alas, lo que les permite subir a las ramas y retornar a sus nidos luego de haber saltado al agua como medida de escape ante sus depredadores. Al crecer, las “uñas” se atrofian y carecen de función alguna²⁴.

La Amazonía es, asimismo, pródiga en especies de aves de orilla como garzas, ibises, cigüeñas, y gallaretas. Todas estas especies enfrentan hoy la grave amenaza de la deforestación masiva del bosque inundable, la caza y la recolección de sus huevos. Las garzas²⁵ son sin duda, las aves de orilla más frecuentes y abundantes a lo largo de las tierras bajas de la cuenca amazónica. Por otro lado, es importante mencionar que éstas son solo algunas de las aves más importantes que podemos encontrar en la cuenca amazónica.

La mayor parte de los mamíferos de la llanura inundable del Amazonas posee hábitos arbóreos. Entre ellos, los grupos más diversos son los roedores, murciélagos y primates. Casi todas las especies de primates de la Amazonía pasan, al menos, parte de su vida en los bosques inundables o ribereños. Tres de ellas, incluso, jamás dejan las zonas cercanas a los ríos. Una de estas especies es el leoncillo (*Cebuella Pygmaea*), el mono más pequeño del mundo, que cabe con facilidad en la palma de una mano y dos especies de huapos (géneros *Pithecia* y *Cacajao*) los cuales se encuentran también en la sección occidental de la Amazonía.

La Amazonía posee, además, algunas especies de grandes mamíferos acuáticos: dos delfines como el delfín rosado o boto (*Inia geoffrensis*) y el delfín gris o tucuxi (*Sotalia fluviatilis*), un manatí (*Trichechus inunguis*), con un peso que varía entre los 350 y 500 kilogramos y una longitud de hasta tres metros, de hecho, es el animal de mayor tamaño de la Amazonía; y al menos dos especies de nutrias.

Como se ha observado, el bosque tropical del Amazonas es albergue de grandes especies de anfibios, reptiles (como el lagarto negro, cocodrilos y caimanes), peces,

fructificación, es decir, durante la estación de crecientes- Es quizá por ello que sean tan frecuentes sobre la selva inundada. Los guacamayos efectúan entre dos y tres viajes por día con el objeto de alimentar a sus polluelos, a salvo en la seguridad de los aguajales.

²⁴ Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2005). **Listas das aves do Brasil**. <http://www.cbro.org.br>- Fecha de consulta: 4 de Octubre 2007

²⁵ Una de ellas, la garza buyera, una especie nativa del Viejo Mundo, colonizó la Amazonía entre las décadas de 1930 y 1940. Esta pequeña garza vive asociada al ganado, y se alimenta de insectos y ranas que estos animales ahuyentan a su paso. En algunas zonas de la cuenca, la garza buyera se ha convertido en la especie dominante, desplazando a otras garzas nativas de sus lugares tradicionales de anidamiento

mamíferos, fauna ictiológica²⁶ etc, es por ello una de las grandes razones por las cual el bosque tropical del Amazonas adquiere gran importancia en el mundo.

Flora.

El bosque tropical del Amazonas representaba en décadas anteriores la región con mayor diversidad de formaciones vegetales del mundo.

El Amazonas antes de sufrir los grandes estragos de la deforestación abarcaba un 90% de su superficie cubierta de bosques, un 5 % de sabanas y un 5 % de otras formaciones vegetales. Estas selvas, manchadas en algunas zonas con sabanas, forman parte del pulmón vegetal más grande, no sólo de América, sino de la tierra. Por eso los círculos científicos del mundo consideran que las zonas verdes del Amazonas, son patrimonio del planeta.

En las lagunas a lo largo del Amazonas florece la planta *Victoria Regia*, una variedad de nenúfar cuyas hojas circulares alcanzan más de un metro de diámetro, en ocasiones, hasta unos cinco metros, lo que ha dado pie al mito de que una de estas hojas puede sostener a una persona, lo cual es falso.

- *Presencia de grandes ecosistemas: selva y bosque tropical.*

La mayoría de los ecosistemas forestales (dentro de sus respectivos bioclimas) se caracterizan por poseer una vegetación específica y soportar una comunidad única de plantas y animales. Las diferencias entre las formaciones obedecen generalmente a variaciones en la temperatura y en la precipitación.

La parte forestal de la Amazonia de Brasil incluye varios tipos de ecosistemas, entre los cuales destacan: el matorral espinoso xerofítico del nordeste (*caatinga*); los cerrados (*praderas xeromórficas, sabanas, matorral, y bosques*) de la parte central; las praderas subtropicales de Río Grande do Sul; el complejo pantanal (campos cerrados inundados y bosques) de Mato Grosso; áreas de sabanas de la región amazónica (territorios de Roraima, Rondonia, y Amapá y el Estado de Pará).

En los ríos turbios hay gran cantidad de depósitos sobre las orillas que se incorporan formando una especie de dique; los *igapós* se encuentran a cierta distancia de los ríos, cuyas orillas son ocupadas por várzeas²⁷.

Los *manglares litorales* son formaciones uniformes a lo largo de casi toda la costa. En el Amazonas no tienen gran importancia, ya que ocupan un área pequeña y contienen pocas especies. Aparte del género *Avicennia*, se encuentran *Rhizophora mangle*, *R. Harrisonii* y *R. Racemosa*.

²⁶ La fauna ictiológica de la cuenca amazónica esta compuesta por characinos (como las pirañas), bagres, peces eléctricos y una amplia variedad de grupos derivados de ancestros marinos (como las rayas).

²⁷ Las várzeas brasileñas son fértiles en todos los estados del Brasil. En Espírito Santo, Río de Janeiro, Minas Gerais y Santa Catarina, donde la topografía es muy accidentada, las várzeas son pequeñas pero tienen un alto nivel de agua, esto posibilita la irrigación por gravedad. En los estados de Río Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Bahia y Goiás, donde predominan las áreas planas, las várzeas son extensas y la irrigación por gravedad sólo es posible con la construcción de presas.

Sioli, H. **Alguns Resultados e problemas da limnología amazónica**, Bol. Técn. IPEAN, Belém, 1951, pág. 64.

Las matas de *cipó* (bosque de lianas) son bosques bajos con muchas lianas que ocupan toda la cuenca y que presentan un considerable número de especies. Aparte de estos árboles relativamente bajos, hay árboles dispersos que pueden exceder los 50m. Son comunes las asociaciones definidas, como la asociación *Orbignya-Bertolletia*, de hecho, hay un número considerable de especies endémicas. La pequeña altura del bosque de lianas no parece deberse al clima más seco o al empobrecimiento del suelo. Por ejemplo, la mayor parte del área de la carretera transamazónica, entre Marabá y Altamira, está cubierta de bosques de lianas sobre todos los tipos de suelos, incluyendo la eutrófica *terra rossa*, considerada como de gran fertilidad.

Otro tipo de ecosistema que presenta la cuenca Amazónica son *las lagunas y las tierras empantanadas*, la existencia de éstos ecosistemas puede explicarse por la existencia de formaciones rocosas subyacentes y muy horizontales sobre las cuales se han depositado capas sedimentarias en cantidad insuficiente como para rellenar las depresiones que presentaba el suelo rocoso subyacente. La alta pluviosidad del Territorio, explica la permanencia de los suelos pantanosos y el que ni parcialmente lleguen a secarse en la época de menos precipitaciones, ya que no es factible hablar de época de sequía.

La zona pantanosa de mayor extensión es la que se extiende al cerro de la neblina, de hecho puede estimarse su territorio en unos 200 km². Otras zonas pantanosas aparecen al norte del Brazo Casiquiare hasta alcanzar el Río Auani. Estas tierras tienen un tan escaso declive que en grandes superficies, puede decirse que es nulo. En su mayoría, las lagunas del territorio se encuentran en las tierras situadas por debajo de los 200 metros de altitud. Algunas de ellas están relacionadas con las tierras pantanosas; tal sucede con la laguna Macanape, al sur del Río Comoriche. Otras se comunican por cortos desembocaderos con los ríos; son buen ejemplo de ello, las lagunas Mata de Palma y Caridad y la Laguna Perciba, relacionada con el Casiquiare. Esta última laguna es formada por el río del mismo nombre y seguramente se trata de una dispersión por los márgenes del río, debido al obstáculo que el Casiquiare representa para el rápido fluir de las aguas fluviales.

Por otra parte, *las selvas* cubren la mayor parte del territorio. Sólo las zonas de sabanas de superficie reducida si se compara con las zonas de selva y los sectores más altos de las montañas donde domina una vegetación escasa y de poco desarrollo, se ven libres de las densas formaciones forestales. Son pocos los grandes árboles que se pueden ver. Por lo general, la poca altura de los árboles proviene de que no suelen alcanzar una larga vida; lo cual es motivado, seguramente, por permanecer los suelos casi siempre muy húmedos y por los ataques que reciben de determinados insectos que penetran en el tronco²⁸.

La falta de luz solar debido al sombreado que producen las copas de los árboles, obliga a éstos a crecer en forma rectilínea dando lugar, lo que tiene importancia en la explotación maderera, a que se pueda contar con sus rectos troncos. Cuando la misma especie de árbol crece cerca de una corriente de agua donde recibe más libremente la insolación, el tronco se deforma y sus ramas tienden a ponerse paralelas sobre la corriente de agua. La selva alta ésta formada por grandes árboles, abundan árboles de Moronoba montana, de los que se extrae sapotáceas que producen chicle, pendare y

²⁸ Marco-Aurelio Vila, **Op.Cit**, pág. 86.

cuforbiáceas del género *Hevea*, que producen el caucho criollo. Grandes extensiones están cubiertas por una especie de anonácea, cuya madera larga y recta sirve muchas veces para la construcción de ranchos y para palancas y cuya fibra de gran fortaleza, es utilizada para hacer cordeles, o la usan los indios para hacer chinchorros²⁹.

2.2 Problemática actual del Amazonas

2.2.1 Deforestación

▪ *Tala de árboles*

Actualmente, el Amazonas puede tener una deforestación total de aproximadamente unos 500.000 km², aunque los datos varían entre unas fuentes y otras, pero los índices de deforestación se acerca a los 19.000 km²/año.

La tala con fines comerciales es a menudo la causa principal de la deforestación de los bosques húmedos como el Amazonas, pero de hecho, casi nunca es directamente responsable de la deforestación. Indirectamente tiene efectos más negativos; a menudo los colonos transitorios se trasladan al bosque, al lado de la carretera, y practican la deforestación ilegal. Para las naciones tropicales, la madera es una importante fuente de divisas. Hoy día el negocio mundial de la madera tropical sobrepasa los ocho billones de dólares anuales, y mueve unos 25 millones de metros cúbicos de madera en bruto, 8 millones de metros cúbicos de madera dura cortada, y 7 millones de metros cúbicos de madera contrachapada y de chapa.

En 1999 Japón se colocó como líder mundial entre los consumidores, acaparando el 35% del mercado de madera tropical; los otros países del extremo Oriente consumían el 25% y Europa el 13%. En el pasado casi toda la madera tropical japonesa procedía del sureste asiático, pero como la producción en aquella región está empezando a bajar, Desde hace 15 años Japón importa este producto del Bosque tropical del Amazonas y de África³⁰.

La tala con fines comerciales se basa en un sistema selectivo, para que un pequeño porcentaje de los árboles sea cortado y sacado del bosque. Entre las miles de especies de árboles tropicales, sólo un número relativamente pequeño, entre ellas la caoba (*Swietenia macrophylla*) y la virola que se encuentran en el Amazonas, alcanzan un precio importante en el conservador mercado internacional. Sin embargo, aunque se utilicen las técnicas de la tala selectiva, puede producirse un daño irreversible en el bosque, ya que muchos árboles no cortados caen junto con los que son cortados. La maquinaria pesada causa un grave daño a los árboles y a la condensación de la tierra.

Gran parte de la destrucción de los bosques causada por humanos es una consecuencia del sobrepoblamiento. En muchos lugares, hay demasiadas personas tratando de vivir de recursos forestales muy reducidos. Se cortan los árboles no solamente por su madera y otros productos, sino que el terreno puede luego ser convertido en pastizales para el ganado y en campos agrícolas para alimentar un número creciente de personas. A medida que las ciudades se expanden, se eliminan los bosques para permitir la construcción de viviendas, centros comerciales y zonas urbanas.

²⁹ Se trata de una pequeña red que se tira desde la tierra y sirve generalmente para pescar.

³⁰ Attenborough, David, **Op.Cit.** pág. 83.

Es esencial la conservación de esta diversidad biológica. Los recursos genéticos de los bosques tropicales-húmedos como el Amazonas son la herencia común de la humanidad, y seguramente pueden tener una importancia vital en el bienestar futuro de la raza humana. Todos los organismos vivientes dependen de los bosques. En un viejo árbol del bosque pueden encontrarse hasta 1,500 invertebrados viviendo en él. Algunas de estas especies pueden ser claves para el desciframiento de misterios científicos. Cada planta y cada animal es único y muchos de estos animales dependen enteramente de los bosques.

Muchas medicinas y drogas son extraídas de especies de plantas que sólo se pueden encontrar en esta zona y los científicos piensan que se descubrirán más. Cuando el botiquín médico de la naturaleza está a punto de abrirse, corremos el peligro de darnos cuenta de que hemos perdido los contenidos y por tanto su pérdida es definitiva³¹.

El bosque tropical-húmedo del Amazonas y en general todos los bosques protegen el agua y gestionan nuestro clima. Cuando llueve en la cuenca Amazónica, las hojas permiten que el agua gotee lentamente sobre el suelo; si se elimina el bosque, la lluvia cae fuertemente sobre el suelo desprotegido y sus partículas son arrastradas hacia las corrientes, ensuciando sus aguas. Esto no es bueno para los peces y puede provocar inundaciones. Además, sin árboles, el agua se evapora rápidamente y trae como consecuencia el cambio del clima. Este proceso impide que los árboles reciban el agua que necesitan debido a que la capa de la tierra es erosionada³².

El bosque del Amazonas tiene funciones de protección, regulación y producción en los ecosistemas forestales tropicales. Estas funciones pueden revestir un valor utilitario para el hombre y pasar a formar parte, entonces, del ecosistema cultural³³. Tales funciones se traducen en influencias a nivel entorno, las más importantes son las siguientes:

Estas funciones prestan al hombre los siguientes servicios:

Por otra parte, no hay que olvidar algunos otros beneficios que nos proporciona el bosque del Amazonas como por ejemplo:

Existen muchas maneras de clasificar los beneficios que brindan los bosques y otros ecosistemas naturales. Uno de los marcos de referencia más difundidos distingue entre los diferentes beneficios en términos de si éstos contribuyen de directa o indirectamente al bienestar humano y si involucran o no el consumo de los recursos naturales.³⁴ En estos casos, los servicios ambientales forestales, tales como la protección de las cuencas hidrológicas se clasifican como valores de uso indirecto en vista del papel que juegan en apoyar y proteger la actividad económica y la propiedad. Además de estos valores, se considera que la biodiversidad tienen el valor de opción debido a su papel futuro, aunque incierto, como fuente de información genética para la industria bioquímica.³⁵

³¹ **Ibidem**, pág.55.

³² <http://jemarcano.tripod.com/tipos/index.html> - Fecha de consulta: 3 de Octubre 2007

³³ UNESCO/PNUMA/FAO. **Ecosistemas de los bosques tropicales**, México, 2000, pág. 11.

³⁴ Pearce, D y S, Proshothaman. **Protecting Biological Diversity: The Economic Value of Pharmaceutical Plants**. Global Environmental Change, 1992, pág. 135.

³⁵ Barbier, E. B; J. C. Burgess, J. Bishop, and B. Aylward. **The Economics of the tropical Timber Trade**, London, 1994, pág. 89.

Actualmente, el bosque tropical del Amazonas enfrenta a varios tipos de amenazas. Los bosques que todavía quedan cubren apenas una fracción del área cubierta por bosques apenas cien años atrás, y la velocidad de destrucción está aumentando. Todo, desde los efectos directos y obvios como la excesiva actividad forestal hasta los efectos más sutiles del cambio climático, está amenazando la existencia de los bosques naturales como el de la Amazonia.

Las amenazas a los bosques no son simples amenazas a los árboles. Cuando desaparecen los árboles también desaparece todo lo que dependa de ellos, desde hongos y microorganismos hasta primates. Cada especie tiene sus requerimientos propios de hábitat y, por lo tanto, la conservación de solamente algunos ecosistemas forestales, que a veces son conservados porque no tienen utilidad para madera, no protege el hábitat de todas las especies forestales.

Cuando se corta un bosque y se siembran nuevos árboles, no se recupera la diversidad de animales. Una plantación de una o pocas clases de árboles no da soporte a tantas formas de vida como un bosque natural. Estas plantaciones no producirán mucha madera de la más alta calidad. Los árboles en los bosques naturales como el del Amazonas han estado creciendo durante cientos y a veces miles de años. Los árboles sembrados se cortan pocos años luego de haber sido plantados.

La siembra de árboles y su posterior corte, seguido por una nueva siembra y corte, en ciclos continuos, puede degradar el suelo y el agua. Con frecuencia, el agua arrastra el suelo de las pendientes, lo que hace que el área no sea apropiada para nuevos árboles, y destruyen las zonas riparias³⁶ que se encuentran abajo. Las plantaciones también son más susceptibles a plagas y enfermedades. Es frecuente el uso de controles de plagas y de fertilizantes en las plantaciones, lo cual puede tener efectos no favorables sobre el suelo y el agua.

La madera de los bosques húmedos como el del Amazonas, se utiliza en todo el mundo para una gran variedad de servicios. La industria de la construcción utiliza ampliamente las maderas duras en el proceso de construcción de elementos interiores, como suelos, puertas y marcos de ventanas. Además, algunas maderas tropicales son muy apreciadas por los fabricantes de muebles e instrumentos musicales. La producción de esa madera a través de una tala racional de bosque húmedo tropical tiene ventajas económicas considerables sobre las plantaciones de madera. En primer lugar, es más barato, porque los gastos de mano de obra y mantenimiento son bajos, en segundo lugar; la época de la cosecha de madera no es fija, por lo que el maderero puede esperar hasta que el mercado está en alza sin sufrir ninguna pérdida.

Por el contrario, las plantaciones de madera necesitan una gran inversión inicial, así como una predicción arriesgada de las necesidades del mercado según los años anteriores. En tercer lugar, se puede conseguir la conservación de otros bienes y servicios forestales junto a la producción de madera, pues los artículos potencialmente

³⁶ La zona riparia es la parte de la llanura de inundación que forma una única unidad ambiental con el río. La zona riparia está fundamentalmente caracterizada por su vegetación, que en ocasiones llega a desarrollar importantes bosques de galería, y que tiene efectos favorables para el mantenimiento del ecosistema fluvial

rentables, como las medicinas y las especies de fruta se preservan para el futuro; pero el argumento más importante es que la biodiversidad y los entornos se mantienen en el bosque organizado, pero no en las plantaciones, es decir, los bosques húmedos proporcionan continuos recursos sostenibles de madera sólo si se respetan sus límites ecológicos, dictados por la dinámica de la regeneración del bosque.

En los últimos años, la variedad de especies de árboles considerados de valor comercial se ha incrementado, aumentando aún más la tasa reexplotación del bosque. La consecuencia inmediata ha sido un cambio profundo en la composición del bosque: los pequeños espacios aislados en el techo del bosque, que permiten la regeneración de las especies que pueden vivir en la sombra y de crecimiento lento, han originado mayor cantidad de espacios más grandes que favorecen a las especies y crecimiento rápido que exigen luz.

Últimamente, las actitudes ante la industria maderera se ha polarizado. Según algunas organizaciones no gubernamentales en Occidente como la británica “Friends of the Earth” y el “Movimiento Mundial de los Bosques Húmedos”, los leñadores son los responsables de la destrucción masiva de los bosques, directamente a través de su tala e indirectamente al permitir el acceso de los campesinos sin tierra. Otros grupos, como la IUCN y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) opinan que la industria maderera tiene la solución para salvar a los bosques, a pesar del mal papel que ha desempeñado a lo largo de la historia. La clave es que si los bosques mueren, también muere el lucrativo comercio mundial de la madera, lo cual, evidentemente no interesa a las compañías madereras.

En el pasado mucho madereros talaban con fines comerciales, lo que querían en sus concesiones, sin pensar en el futuro. En parte, esta manera de actuar estaba motivada porque las concesiones tenían un tiempo limitado, de unos cinco o diez años en algunos países. Las maderas duras del bosque tropical del Amazonas crecen lentamente, por lo que el interés por implantar un sistema racional a largo plazo es mínimo. Si por otra parte, se alarga la vida de éstas concesiones (durante sesenta años como mínimo), entre sus intereses estará la protección del bosque. Si sólo se cortaran los árboles maduros, se podría asegurar, una producción sostenible con una cosecha de árboles maduros en ciclos de treinta a setenta años.

Quienes no están de acuerdo con esta idea afirman que existe actualmente una cantidad no conocida de bosques estables en actividad. Aunque sea cierto, ello no implica que no pueda realizarse una administración racional del bosque. Efectivamente todos deberíamos esperar que fuera posible, porque la única alternativa, si el negocio internacional de la madera tropical continúa por estos derroteros, es despoblar los bosques y establecer plantaciones de árboles. Ecológicamente, ésta es la peor solución posible, porque reduce la diversidad biológica casi a cero³⁷.

³⁷ **Ibidem**, pág. 84.

▪ *Agricultura*

Generaciones de pueblos indígenas del bosque húmedo del Amazonas han utilizado la técnica de “talar y quemar” como parte de un sistema de revitalizador de la agricultura estable en el bosque. Conocido como rotación de cultivos,³⁸ ésta es la única manera de que las tierras del bosque húmedo del Amazonas, por su pobreza de nutrientes puedan soportar los cultivos.

La mayoría de nutrientes están ligados a la vegetación, y se destruyen cuando se cortan y queman los árboles. Las malas hierbas de crecimiento rápido invaden poco después la tierra despejada y la gran diversidad de insectos, plagas, y agentes patógenos hacen que la agricultura tropical sea una tarea imponente. Después de un par de años, no se puede seguir manteniendo los cultivos en las zonas despejadas y normalmente la tierra es abandonada o convertida en pastizales.

Cada 1% de la Amazonia representa 40,000 km², o 4 millones de hectáreas. Hasta 1970 se habían talado 5 millones de hectáreas, mientras que en los últimos 18 años el área deforestada alcanza como mínimo 35 millones de hectáreas. Esto significa que el índice de 5% da la impresión de que la destrucción es ilusoria, mientras que las cifras absolutas indican que el área destruida es superior al territorio de muchos países³⁹. El área deforestada es equivalente a toda el área plantada de soya, maíz y trigo en Brasil.

Hoy día, el problema es que, mientras la presión demográfica aumenta, de igual manera ocurre con las limitaciones naturales del sistema rotativo. Utilizando la tierra más y más intensivamente, el periodo de estepa se acorta, lo que contribuye al agotamiento de la tierra, disminuyendo su fertilidad y la producción de cosechas. Como se sabe, la mayor parte de la deforestación se produce a raíz del quemado y la tala para crear granjas, y el salto del 2002 indica que las plantaciones de soja están creciendo en la zona como temieron durante años los ecologistas.

Se espera que Brasil supere a Estados Unidos en producción de soja en el plazo de unos años, convirtiéndose en el primer productor mundial de un cultivo que ofrece grandes beneficios a los agricultores y da un impulso considerable a las exportaciones de Brasil.⁴⁰ Además los colonos transitorios, que no están familiarizados con el bosque, generalmente no siembran la gran variedad de plantas utilizadas por los agricultores tradicionales, que representan esencialmente, un sistema natural para controlar las plagas.

El monocultivo es mucho más susceptible a las plagas. Además, las parcelas utilizadas son mucho más grandes que las de los indígenas, por lo que la regeneración del bosque durante el periodo de barbecho necesita mucho más tiempo. Sin una protección adecuada de los elementos, el intenso calor del sol degrada rápidamente la tierra; los nutrientes de la quema inicial pronto son barridos por las fuertes tormentas tropicales, y

³⁸ La agricultura transitoria es un método agrícola muy adecuado para los suelos pobres del bosque húmedo del Amazonas. Al quemar la vegetación, los cultivadores transitorios liberan los nutrientes que se hallan atrapados en las plantas y enriquecen temporalmente el suelo. En suelos muy pobres, como los bosques de *terra firme* de la Amazonia, el declive de la fertilidad significa el final de un huerto.

³⁹ Emilio F. Morán, **Op.Cit.**, pág. 113.

⁴⁰ CNN en español, “**Avance de la deforestación en el Amazonas, estremece a ecologistas**”, mundo, 27 junio 2003.

las parcelas son invadidas por las malas hierbas y las plagas. Pocos años después muchos colonizadores se dan cuenta de que no pueden hacer frente a la situación y abandonan sus parcelas, o venden su ganado a los rancheros.

El uso inadecuado de la tierra, basado en el desconocimiento de la ecología y de los suelos, ha causado, y causa todavía, muchos problemas. Los sistemas agrícolas intensivos y los cultivos exóticos han sido utilizados en zonas donde el suelo es incapaz de mantenerlos a largo plazo. Los planes para el futuro deben basarse en un conocimiento mucho más detallado del potencial de desarrollo, para que la tierra pueda ser utilizada correctamente. Pero, aunque poco a poco se empieza a entender que los bosques de suelos pobres pueden ser cultivados para la obtención de látex, aceites, nueces, corazones de palmera y madera, la deforestación continúa.

▪ *Ganadería*

En los últimos treinta años, la expansión de la ganadería ha puesto en serio peligro la supervivencia del bosque del Amazonas. La tala de vastas zonas de bosque ha gozado de ventajosas exenciones de impuestos, concedidas, sobre todo, por los gobiernos de Brasil, y de subvenciones del Banco Mundial para la producción de carne de ternera destinada al consumo y exportada a los mercados de Norteamérica y Europa Occidental.

Durante 1960 y 1980, fue talada una cuarta parte del bosque y el proceso continúa hoy día a un ritmo aún más rápido. La ganadería representa generalmente la tercera y última fase de la degradación forestal, de la tala y de los intentos de los colonos sin tierras para implantar un cultivo transitorio. Pero incluso la ganadería no puede mantenerse más de una década, por lo que los ganaderos se trasladan a otros pastos cuando decrece la productividad. La ganadería no ha sido objeto de investigaciones desde una perspectiva ecológica humana en el caso de la Amazonia; sin embargo, los estudios ecológicos y político-económicos permiten hacer una evaluación preliminar.

El desarrollo de la ganadería extensiva no coloca al hombre en el centro de sus consideraciones. No se puede decir que el objeto de la ganadería sea emplear mano de obra, porque es una ocupación con baja demanda de trabajo humano. Tampoco que su intención sea la ocupación de áreas inútiles para la agricultura porque las haciendas están en tierras comparables a las distribuidas entre los colonos. En realidad, la ganadería es una actividad económica que históricamente ha estado localizada en áreas que son marginales para la agricultura, de ahí se extendió hacia el sur del país, después hacia el centro y más recientemente, a la Amazonia⁴¹.

La media inicial de un animal por hectárea, después de la deforestación se reduce rápidamente, ya que decrece la fertilidad de la tierra. Entre cinco y diez años después de la tala, cada animal necesita más de cinco hectáreas. Con medias iniciales tan bajas, es sorprendente que la producción de carne no sea una décima parte de la alcanzada por las por las granjas europeas. Los ganaderos más importantes abonan sus pastos con fertilizantes, pero el resultado final es el mismo: la fertilidad del suelo decrece y los

⁴¹ Emilio F, Morán, **Op.Cit**, pág. 114.

pastos son invadidos por las malas hierbas. Bajo las huellas de las pisadas de los animales, la tierra es compacta, está expuesta a los elementos y es fuertemente erosionada.

Una historia de destrucción se ha producido en extensas zonas de bosques amazónicos de Brasil. Aunque represente una tercera fase de la degradación forestal, la ganadería ha sido, a menudo, el motor que ha puesto en funcionamiento dicho ciclo. Muchos campesinos sin tierras talan deliberadamente el bosque con la intención de utilizarlo durante un par de años para después venderlo, a un precio previamente acordado, a un ganadero. Los ganaderos organizan talas de zonas boscosas, venden la madera de mejor calidad y permiten que los campesinos utilicen la tierra durante un par de años si primero limpian la zona.

Muchos rancheros son realmente simples especuladores de tierras que se anticipan a la subida de precios por la apertura de la Amazonia. Las exenciones sobre impuestos y los subsidios rancheros abaratan los costos iniciales, mientras que el mantenimiento de la ganadería tiene poca repercusión, ya que lo importante es el valor de la tierra. Legalmente, la ganadería se considera una “mejora de la tierra”, lo que supone la automática adquisición de tierra por parte del ranchero. Los ricos y poderosos especuladores de tierras utilizan el fraude y la violencia para acallar las quejas de los pequeños competidores, como los campesinos, los recolectores de látex⁴² y los indígenas.

Las exenciones tributarias que tanto estimularon la ganadería, han sido finalmente retiradas. Esto debería frenar sustancialmente la expansión de la ganadería, ya que dichas exenciones son prácticamente ruinosas. Los pastos sembrados en muchas zonas de la cuenca amazónica pierden su fertilidad después de cinco años de actividad ganadera, ya que la cantidad de fósforo de la tierra, importante nutriente para unos pastos sanos, disminuye rápidamente con la erosión. En la Agencia Estatal de Investigación Agrícola de Brasilia, los agrónomos han experimentado nuevas variedades de hierba, con la esperanza de poder transformar los ranchos ganaderos en negocios rentables. Hasta el momento han tenido poco éxito⁴³. En sí, las ganancias de la ganadería son tan bajas que casi cualquier nivel de extractivismo tendrá tanto valor económico como la cría del ganado. Con investigaciones y manejo adecuado, la productividad y el valor económico de esas actividades podrían aumentar bastante⁴⁴.

⁴² Los recolectores de látex que trabajan en el estado brasileño de Acre desde mediados del siglo XIX, tienen continuos conflictos con los ganaderos. Unas 500.000 personas se ganan la vida recogiendo el látex de los árboles que crecen en los bosques de la Amazonia. Los recolectores de látex no poseen la propiedad de los bosques donde cosechan; están organizados en cooperativas cuyo objetivo es conseguir las garantías legales que les permitan ejercer su derecho de utilizar los bosques.

⁴³ Sin embargo, las instituciones de investigación agrícola de Colombia y algunas de Nigeria han experimentado una combinación de hierbas y legumbres. Una vez que las legumbres se han establecido en el campo empiezan a producir los nitratos necesarios para el crecimiento de las hierbas. Los nitratos y la materia orgánica procedentes de plantas muertas y excrementos animales estimulan la actividad microbiana del suelo, de ésta manera, el suelo puede rehabilitarse. Esto puede significar que tierras previamente agotadas pueden ser transformadas en pastos, garantizando así la protección de los bosques.

⁴⁴ **Ibidem**, pág. 114-115.

▪ *La industria.*

Para muchas naciones tropicales, sus bosques no sólo son una fuente de madera y tierra, sino que pueden contener, bajo sus árboles, una considerable riqueza en minerales y el bosque de la Amazonia no es la excepción. Como una amenaza directa a éste bosque húmedo, la minería es una causa relativamente menor a la deforestación, aunque las carreteras de acceso y el mayor nivel de desarrollo de las regiones mineras atraen frecuentemente a los campesinos sin tierra. La cuenca amazónica tiene, sin lugar a dudas, enormes cantidades de minerales y fósiles.

El Programa Brasileño Grande Carajás es el mayor proyecto y el más ambicioso de los que se han llevado a cabo en un bosque húmedo. Con un costo aproximado de 70 billones de dólares, abarca una zona del este de la Amazonia con una superficie comparable al territorio de Francia. En el corazón del programa, bajo el bosque, se encuentran los enormes depósitos de mineral de hierro. Como mínimo se están construyendo 18 plantas de fundición de hierro colado.

La primera de ellas se encuentra en Marabá, en el estado de Pará, empezó su producción en marzo de 1988⁴⁵. Estas fundiciones son alimentadas con carbón procedente de los bosques húmedos vírgenes. Cuando todas las fundidoras estén en funcionamiento, consumirán aproximadamente 2.300 km² anuales de bosques húmedo virgen. El Instituto de Medio Ambiente emprendió una campaña de inspección en varias de las empresas siderúrgicas ubicadas en el municipio de Marabá, que utilizan el carbón vegetal para producir arrabio, hierro fundido usado como materia prima para la fabricación de acero. Estadísticas del Instituto Brasileño del Medio Ambiente (Ibama) indican que el 80% del carbón vegetal que abastece las plantas de arrabio de los estados de Maranhão y Pará proviene de la deforestación ilegal de la selva nativa. Esto corresponde a 120.000 árboles por día, derribados en la Amazonia para atender la producción de arrabio; por otra parte es importante mencionar que estas cifras sustentan la posición de Brasil como principal productor de acero de América Latina, con cerca de 32 millones de toneladas por año⁴⁶.

Otras operaciones comerciales mineras en la Amazonia son más responsables, ejemplo de ello es que la tierra utilizada para la mina Mineracao Rio Norte se reforesta después de haber extraído el mineral⁴⁷.

⁴⁵ Desde el aire es posible apreciar la extensión de la mina Grande Carajás en el estado de Pará, Brasil. No sólo es el emplazamiento de los mayores depósitos mundiales de mineral de hierro de alta calidad, sino que también cuenta con importantes depósitos de cobre, oro, bauxita y manganeso. La extracción empezó a mediados de los años 70 y actualmente la región minera está enlazada por ferrocarril con el puerto de mar de Sao Luís, en la costa Atlántica.

⁴⁶ BBC, **¿Quién responde por la devastación de la Amazonia?**, Sábado, 28 de mayo 2005.

⁴⁷ Un poco al norte del Amazonas, en Mineracao Rio Norte, en el río Trombetas, hay una gran mina de bauxita (mineral de aluminio) a cielo abierto, situada en medio de lo que había sido un bosque húmedo. Al extraer el mineral, se despojaron 70 hectáreas anuales de bosque. Pero mientras se extrae la bauxita, la compañía minera, colabora en la regeneración del bosque. Para despejar la tierra antes de proceder a la extracción del mineral, se cortan y queman todos los árboles del área y se sacan y guardan 15 cm. de la capa superficial del suelo para utilizarla después. Entonces se extrae la bauxita, se repone la tierra aplanada, cubierta con la capa superficial cuidadosamente guardada se empieza la reforestación. Se utilizan unas 90 especies nativas y 12 especies exóticas en la reforestación y muchas otras crecen por un proceso natural.

Otras presiones industriales sobre los bosques húmedos son las producidas por la extracción ilegal de oro por numerosos campesinos sin tierras, convertidos en buscadores de oro. La fiebre del oro, en algunas zonas de la Amazonia han contaminado los ríos con mercurio, que se utiliza para separar el oro del mineral. La alta tasa de precipitaciones atmosféricas es una de las características principales de los bosques húmedos, como su propio nombre lo indica, y el alimento de algunos de los ríos más grandes del mundo como el Amazonas. Para aprovechar esta enorme energía se construyen embalses que inundan grandes bosque. Aunque muchas partes del bosque húmedo están adaptadas a las inundaciones anuales, la creación de un embalse supone un cambio a gran escala, permanente y extremo.

El Amazonas supera a todos sus competidores en capacidad hidro-eléctrica. Cada día lleva en su caudal una quinta parte del abastecimiento total de agua dulce de la tierra. Un cálculo conservador estima que se podrían generar 100.000 megavatios de electricidad de los más de mil afluentes del Amazonas. El embalse de Tucuruí fue el primer gran proyecto hidroeléctrico brasileño en la Amazonia, inundando 1.750 km² de bosque húmedo. El Plan 2010 del gobierno brasileño proyecta la construcción de unos 136 nuevos embalses hidroeléctricos. No obstante, después de la protesta realizada por los indios cayapó en Altamira, el Banco Mundial retiró su financiación para la construcción de los embalses amazónicos.

Aparte de la pérdida de los bosques, los embalses frecuentemente aumentan los problemas ecológicos. Además, cuando los nutrientes se acumulan en un embalse, fomentan un crecimiento rápido de algas que alteran el balance ecológico y pueden causar la muerte de los peces. Las aguas estáticas de los embalses son el lugar ideal para los caracoles, los mosquitos y otros insectos. La creciente incidencia de la malaria y otras enfermedades tropicales se asocia a los embalses. El embalse del Tucurí es un caso típico. La ecología del río debajo del embalse ha sufrido graves alteraciones ahora los peces y las especies invertebradas que estaban adaptados a las inundaciones estacionales no pueden reproducirse; también afecta a los agricultores, porque sus pequeñas propiedades dependían de las entradas de los limos fértiles del río.

2.3 Sobre población

Las principales causas de la deforestación en la región amazónica son complejas y merecen un análisis detallado; pero no hay que olvidar que la sobrepoblación actualmente es considerada una de las razones de la deforestación en esta zona. Solamente Brasil tiene una densidad de población de aproximadamente 23 personas por km², lo cual es muy significativo ya que además de la tasa de desempleo e inmigración; debido a esto los habitantes se ven obligados a buscar lugares menos poblados donde puedan despejar selva para levantar cultivos.

Gran parte de la destrucción de los bosques causada por humanos es una consecuencia del sobrepoblamiento. En muchos lugares, hay demasiadas personas tratando de vivir de recursos forestales muy reducidos. Se cortan los árboles no solamente por su madera y otros productos, sino que el terreno puede luego ser convertido en pastizales para el ganado y en campos agrícolas para alimentar un número creciente de personas. A medida que las ciudades se expanden, se eliminan los bosques para permitir la construcción de viviendas y centros comerciales.

Hay tres soluciones posibles cuando ocurre un crecimiento poblacional incontrolable a corto plazo: incentivar el control poblacional, crear incentivos para la división de las tierras ya cultivadas al mismo tiempo que se amplía la capacidad industrial en las ciudades; o abrir nuevas áreas de colonización en regiones “no ocupadas”. La primera solución se basa en el hecho fundamental de que el hombre no responde a las presiones ambientales hasta que la necesidad lo obliga, y aún así trata de evitar modificar su comportamiento hasta verse forzado a hacerlo por falta de alternativas. La segunda solución, conduce a una reestructuración agraria e industrial, favorece la práctica de la agricultura intensiva por agricultores grandes y pequeños y lleva a un desarrollo industrial capaz reabsorber la mano de obra excedente. Cualquier población responde a la percepción de limitaciones en los recursos a través de cambios en su comportamiento reproductivo, pero estos cambios son lentos y demoran aproximadamente dos generaciones. La tercera solución posterga por tiempo indefinido el problema del equilibrio demográfico, opta por la continuidad de la agricultura extensiva basada en propiedades de baja productividad, evita la necesaria reestructuración de la economía y crea una pesadilla para el gobierno en términos de salud pública y educación. El rápido crecimiento de las grandes ciudades es visto generalmente como resultado del proceso de desarrollo rural e industrial sin redistribución de la tierra⁴⁸.

El Brasil optó por la tercera solución y a comenzado a sentir las consecuencias de su elección. La decisión de abrir la Amazonia a la colonización, en lugar de aumentar los impuestos sobre las propiedades rurales de áreas ya ocupadas del nordeste y el sur del país, fue políticamente más fácil en el pasado reciente del país. En otros países esos impuestos llevan inevitablemente al desmembramiento de áreas improductivas y al uso más intensivo de la tierra, a la mayor recaudación de impuestos y a mejoras en los sistemas de servicios.

En cuanto a la urbanización, la transformación de tierras agrícolas o forestales en áreas urbanas va acompañada de un incremento del albedo, de la capacidad del almacenamiento de calor y de la rugosidad aerodinámica, así como de una reducción de la superficie de evaporación y del volumen de agua a evaporar. Si bien la amplitud de estas transformaciones es relativamente débil en la zona de éste bosque tropical húmedo, sus efectos son profundos y muy notables en la propia zona urbanizada y, en cualquier caso, resultan muy desfavorables a los intereses y al bienestar del hombre que la habita. La naturaleza de las modificaciones es análoga a la constatada en las ciudades de las regiones templadas, es decir, un aumento de la contaminación del aire y del agua, de la nubosidad, de la intensidad de las precipitaciones, de la temperatura diurna y una disminución de la humedad relativa, de la radiación global y de la velocidad del viento.

Algunos de estos inconvenientes pueden corregirse con la plantación de árboles y el establecimiento de zonas verdes. La plantación de árboles presenta muchos efectos beneficiosos: los árboles confieren amenidad al paisaje, proyectan sombra, filtran los contaminantes a lo largo de las vías de comunicación (gases, polvos y ruidos) los absorben y representan oasis templados en un ambiente cálido, a la vez que son un elemento de equilibrio y tranquilidad en un entorno urbano a menudo agresivo e irritante.

⁴⁸ Emilio F. Morán, **Op.Cit**, pág. 47.

El bosque del Amazonas es parte del patrimonio nacional y por lo tanto pertenece a las generaciones presentes y futuras. La deforestación que ha sido permitida en la Amazonia por el gobierno Brasileño en las últimas dos décadas contribuyó poco al aumento de la riqueza nacional: por el contrario, gran parte de la deuda externa que pesa sobre el pueblo brasileño proviene de la aventura amazónica.

2.3.1 Incendios

El bosque tropical del Amazonas está siendo cortado y quemado para usos agrícolas a una tasa alarmante, tanto en pequeña como en gran escala, desde enormes plantaciones de palmeras y árboles hasta la agricultura de subsistencia de “tumba y quema”. Los fuegos que se inician para estos propósitos frecuentemente arden fuera de control, lo que provoca extensos incendios forestales en los bosques afectados por la sequía.

En esta zona, el fuego es un método muy extendido de destrucción forestal. Se deforesta para satisfacer las necesidades de la agricultura itinerante, luchar contra las plantas adventicias y producir y mantener pastos; también es un buen método para favorecer a las actividades cinegéticas e incluso, en algunos casos, el incendio se produce sin ninguna razón especial. Se trata de un técnica simple y eficaz de deforestación, cuyas consecuencias, sin embargo, son graves para el ecosistema y su entorno inmediato. El incendio contamina la atmósfera con cantidades importantes de materiales diversos. Los aerosoles, constituidos por grandes partículas procedentes del fuego forestal, permanecen en la atmósfera tan sólo un corto tiempo, pero el suficiente, sin embargo, para incrementar la radiación infrarroja en las capas atmosféricas bajas. Las partículas más finas pueden permanecer durante varias semanas en la alta troposfera⁴⁹, incluso años en el caso de transporte a largas distancias.

El incendio libera igualmente sustancias nutritivas, en particular nitrógeno, en el aire y en el agua retenida en el suelo; en este último caso, una fracción de este nitrógeno puede pasar a formar parte del sistema de drenaje y, por consiguiente perderse.

Una de las más importantes consecuencias del incendio en el bosque del Amazonas por formaciones de estadios secundarios de sucesión, es la disminución de las propiedades aerodinámicas de la superficie de la vegetación. La ventilación en el interior y por encima de la cubierta se modifica, así como la radiación neta, el balance energético y el equilibrio hídrico. Según Tanner este cambio no comporta modificaciones profundas de la evapotranspiración potencial, siempre que las diferentes superficies tengan la misma temperatura y humedad.⁵⁰ En cualquier caso, las modificaciones de las propiedades aerodinámicas afectan a los intercambios de materia y de energía en el seno del ecosistema forestal.

La penetrabilidad de la radiación, la absorción de la energía cinética y los procesos de transferencia de la turbulencia, son más intensos en el caso de las cubiertas con estructuras más “rugosas”. Las consecuencias de un periodo estacional de aridez se ven atenuadas por las reservas disponibles de agua en el bosque amazónico, siempre que la

⁴⁹ Zona inferior de la atmósfera de un espesor de 11 Km. aproximadamente.

⁵⁰ Tanner, C. B. **Evaporation of water from plants and soil. I the water and plant growth**, vol. I, Londres, Academic Press, 1968, pág. 62.

vegetación afectada ofrezca una intensidad de intercambio elevada, una estructura compleja, sistemas radicales profundos y una reserva hídrica relativamente importante en su biomasa. Por el contrario, el exceso de agua se absorbe; en parte, por una interceptación y evapotranspiración intensas. El ecosistema agrario simplificado de la cuenca amazónica sufre en estas condiciones, una mayor inestabilidad, de lo cual se originan condiciones difíciles en las fluctuaciones del clima regional y mundial, de forma que la vegetación queda expuesta a limitaciones de larga duración que afectan a su poder amortiguador y a la restauración del ecosistema entero. El resultado final es una mayor inestabilidad.

Un suelo desnudo y una tierra cubierta de plantas marchitas, suspenden todo tipo de evaporación después de tres días sin lluvia, en tanto que los bosques bien provistos de follaje continúan transpirando durante un tiempo que es función de las reservas de agua disponible. Es posible que la destrucción del bosque amazónico comporte, a corto plazo, una mejora de las condiciones de vida de la población humana local pero, a largo plazo, las consecuencias sobre la utilización de los suelos y sobre las condiciones de salubridad son, generalmente, desfavorables; es decir, existen motivos para creer que tal destrucción llevará consigo una mayor aridez y un desequilibrio general del ecosistema natural, lo que dará lugar a una reducción del poder de recuperación o de restauración (recuperación biológica) por mecanismos intrínsecos de regulación.

Otro problema existente, particularmente en las épocas secas del año, es la ocurrencia de inmensos incendios forestales, los cuales afectan gravemente al ecosistema. Ha habido incendios que cubren áreas hasta de 600 km². Tales consecuencias pueden, por otra parte, desbordar el marco local y hacerse extensivas a toda la región, e incluso al mundo entero.

2.3.2 Desertificación

En las zonas de insolación alta la consecuencia inmediata de la deforestación es la desertización lo que provoca enormes pérdidas tanto ecológicas como económicas. En estas zonas de la Amazonia, al desaparecer los grandes árboles, deja de existir una amortiguación a los rayos del sol, por lo cual alcanzan el suelo con toda su fuerza y se produce una evaporización tan grande que es inviable la vida vegetal no adaptada a condiciones extremas de sequía. Por otra parte las zonas que se están deforestando en climas de insolación alta son zonas limítrofes con suelos desgastados ya consolidados. Zonas a las que la tierra caliente llega arrastrada por el viento matando la vegetación naciente.

Los territorios que abarcan el bosque tropical del Amazonas se caracterizan por tener insolación alta con pluviosidad alta, esto ocasiona en gran medida la desertización del lugar, ya que al faltar los grandes árboles y la maleza tupida del sotobosque, las fuertes y torrenciales lluvias erosionan el terreno, provocando grandes cárcavas y arrastrando fango que provoca graves inundaciones.

La deforestación del Amazonas que acaba en desertización provoca una disminución drástica de la riqueza ecológica porque se extreman las diferencias de temperatura y la vegetación se vuelve esteparia, por tanto, se reduce la capacidad productiva de esos territorios afectando la actividad agrícola y una ganadería extensiva con resultados de bajo valor económico.

2.3.3 Extinción de especies de flora y fauna

Hace 4.500 millones de años, desaparecía una especie de entre un millón. La desaparición natural de las especies es debido a su adaptación a los diferentes cambios en su hábitat. Este hábitat lo ha cambiado drásticamente el hombre como consecuencia de la industrialización, el progreso y los medios de su subsistencia. Se estima que en 30 años no existirán la quinta parte de las formas de vida que hoy aún existen. La pérdida de la biodiversidad, el comercio indiscriminado e ilegal de algunas especies, la deforestación y la contaminación de las aguas y tierra en el Amazonas, hace que anualmente mueran más de dos millones de aves y más de cien mil mamíferos. La Unión Internacional para la Conservación de las Especies (IUCN), mantiene listas de especies animales en situación crítica, hay diversas categorías: 1) Amenazadas 2) Vulnerables 3) Rara.

El bosque tropical del Amazonas, uno de los bosques con mayor diversidad biológica, hoy sufre el lamentable aumento de la cifra de animales en extinción, debido a la intervención del hombre. Hasta 1974 se habían extinguido 68 especies de mamíferos, 130 especies de aves y 28 especies de reptiles. Más de trescientas especies animales y hoy un número indeterminado de especies vegetales corren el riesgo de extinción definitiva, entre ellas:

Amenazadas: el perro de aguas, el mono chucuto, el caimán del Orinoco, el caimán de la costa, la tortuga arrau, la cotorra cabeza amarilla, el venado caramerudo de Margarita y el cardenalito.

Vulnerables: el manatí, el oso palmero, el jaguar, las tres especies de cunaguaro⁵¹, la cuspa o armadillo gigante, el gallito de las rocas y el flamenco o togo.

Rara: el perro de monte y el oso frontino. En situación crítica se encuentran también: el pato real, el paujé de copete, la soisola, los morrocoyes, la tortuga terecay y el galápagos llanero.

La flora silvestre del Amazonas es la más numerosa y variada del mundo, pero actualmente sufre un deterioro gradual por las actividades humanas como la deforestación, que provocan la merma en las poblaciones, el deterioro del hábitat y la extinción. La deforestación ha llevado a la extinción de especies y han puesto a muchas otras en una situación que las puede llevar a la extinción⁵².

⁵¹ Es uno de los más grandes felinos venezolanos, se trata de una especie de pelaje compacto, corto, presentando rosetas y manchas pardas, con bordes negros, que se distribuyen en líneas paralelas a lo largo del cuerpo. El color de fondo de su piel es bayo o bayo rojizo. La especie ha sufrido numerosas extinciones locales al norte del río Orinoco y es relativamente abundante en las zonas boscosas del sur. Mientras que en la Sierra del Perijá, Cordillera de los Andes y cuenca del Lago de Maracaibo sus poblaciones y hábitat natural decrecen aceleradamente. La situación del cunaguaro en la Isla de Margarita es sumamente grave ya que allí se encuentra en peligro de extinción porque sus poblaciones se localizan fuera de las áreas protegidas

⁵² Cerpa, Blanca, **Aspectos Teóricos e Históricos de la Relación Sociedad y Naturaleza**, En Revista Tierra Nuestra N° 3 y 4 Dpto. de Ciencias Humanas, pág.7.

2.3.4 Responsabilidad gubernamental en el deterioro ambiental de la región

Los incentivos gubernamentales por el aprovechamiento de la tierra hacen que la economía se mejore, pero logra todo lo contrario con la ecología, haciendo así que se promueva la deforestación en el bosque del Amazonas. El desarrollo socioeconómico y la política pueden llegar a ser causantes de la deforestación.

Indiferentes a los primeras fallas, los programas de colonización y los proyectos de desarrollo todavía continúan. Los más destacados son el Proyecto Grande Carajás, que tiene como objetivo la explotación de los depósitos minerales cerca de la boca del Amazonas, y el Proyecto Polo noroeste, en el estado de Rondônia, que está diseñado para desarrollar la zona y aliviar la presión demográfica en el sur de Brasil.

En muchos países los campesinos sin tierras en regiones con una alta tasa de población son alentados por sus gobiernos a trasladarse a las áreas de bosque menos desarrolladas. Éstos son conocidos como “agricultores trasladados”. El proyecto de la carretera Transamazónica en Brasil se limita, con el apoyo del gobierno, a instalar en otros lugares despoblados a gran número de personas para limitar la presión demográfica y su éxito ha sido muy limitado. Rondônia, una provincia de Brasil que tiene la misma superficie que el reino Unido y que se halla en la frontera con Bolivia, es un ejemplo de área que ha sufrido los efectos perjudiciales de la política colonizadora del gobierno, bajo el título “la tierra sin gente para la gente sin tierra”. En 1960, Rondônia tenía una población indígena aproximada de 10.000 habitantes, tradicionalmente agricultores transitorios. Después de la construcción de la carretera BR364, la población alcanzó 1,5 millones en 1985, y entre 1983 y 1985, se taló el 11% del bosque estatal⁵³. Si sigue la destrucción, Rondônia estará casi completamente deforestado a principios del siglo XXI.

Además existen proyectos para construir nuevos embalses gigantes que, mientras generen la electricidad tan necesaria, inundarán grandes áreas del bosque húmedo y privarán aún más a los indios de sus tierras tribales. En muchas ocasiones las limitaciones impuestas al medio ambiente, por un proyecto, se conocen antes de empezar pero se ignoran. Los proyectos son planteados por los gobiernos y las empresas y tienen como objetivo hacer frente a corto plazo a las presiones de sus electores o inversores⁵⁴. En la provincia de Acre, en Brasil, se han distribuido gratuitamente sierras mecánicas para ganara votos. No obstante, la mayoría de los agricultores transitorios no forman parte de los proyectos gubernamentales, pero se trasladan espontáneamente hacia el bosque utilizando las carreteras construidas por los gobiernos o por las compañías madereras o mineras. Estas compañías a menudo trabajan ilegalmente, al margen del control gubernamental. Las escasas medidas protectoras del bosque del Amazonas permiten su destrucción continua.

El Ministerio del Medio Ambiente de Brasil informó en mayo del 2005, que 26.000 kilómetros cuadrados de Amazonia han sido destruidos desde agosto del 2004, una pérdida superior a períodos anteriores. Las cifras se dan sólo unos años después de que el gobierno brasileño anunciara una reducción en el ritmo de destrucción de la selva, al mismo tiempo que aumentó la vigilancia contra la deforestación de la selva y bosque húmedo y creó las reservas ambientales más extensas en la historia del país. Sin

⁵³ David Attenborough, **Las Últimas Selvas Tropicales**, FOLIO, Barcelona, 1991, pág. 94.

⁵⁴ **Ibidem**, pág. 95

embargo, grupos internacionales como Greenpeace y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés) señalan que la política de desarrollo en Brasil sin consideración por su impacto ecológico es la responsable⁵⁵.

El gobierno brasileño sostuvo que ha aumentado la vigilancia vía satélite y que ha creado algunas de las reservas ambientales más grandes en la historia del país, pero a pesar de esto, la tala de árboles continúa. No obstante, grupos como Greenpeace y WWF señalaron que el gobierno del presidente de Brasil Lula Da Silva tiene gran parte de la responsabilidad por haber alentado el desarrollo de la agricultura; ejemplo de ello fue el artículo publicado por el Financial Times, diciendo que bajo el gobierno de Lula, se ha destruido más el bosque amazónico, que cualquier otro gobierno. Incluso el tamaño de la destrucción está cerca del tamaño del país Bélgica en Europa⁵⁶, entonces la desenfrenada búsqueda del capital extranjero y las exportaciones, está estimulando a estos gobiernos a actuar contra todas las consideraciones estratégicas, ecológicas y en favor de conservaciones.

⁵⁵ BBC, **¿Quién responde por la devastación de la Amazonia?**, Sábado, 28 de mayo 2005.

⁵⁶ **Idem.**

CAPÍTULO III. LOS EFECTOS GLOBALES DE DETERIORO AMBIENTAL EN EL AMAZONAS

“...entre los bosques de tu sueño se abriga mi alma atado al sol que entre las hojas borra el tiempo”.

Miguel Ildefonso¹.

El bosque, especialmente el tropical húmedo como lo es el Amazonas, ha experimentado una disminución drástica, lo que puede llevar a eliminar una fuente de riqueza no considerada hasta ahora. El Amazonas es una maravilla de la naturaleza; sin embargo, éste y muchos bosques más están actualmente en peligro. No obstante, sabiendo lo que hacemos con su incalculable diversidad, con sus enormes beneficios potenciales y las consecuencias de su desaparición para el clima del mundo, es una locura que esa destrucción continúe.

En la actualidad se considera que ya se han perdido más de la mitad de bosques húmedos tropicales y el índice de deforestación casi se ha duplicado desde la década de 1980, donde los índices de deforestación mundial llegaron hasta 15 millones de hectáreas por año; y en la mayor parte del mundo la deforestación se aceleró durante la década de 1990, por tanto, de continuar esta situación en otros pocos decenios podríamos atestiguar la eliminación del bosque tropical del Amazonas.

La Amazonía era, antes de sufrir los estragos del deterioro, un hermoso territorio que embellecía la superficie del mundo, lamentablemente este territorio actualmente se encuentra amenazado y muy vulnerable frente a los efectos globales provocados por la acción del hombre, como la deforestación² y el cambio climático, e irremediamente cuando el bosque tropical húmedo del Amazonas desaparezca no podremos corregir el gran daño que se le ha hecho al planeta.

3.1 El Amazonas y el cambio climático: Incremento del dióxido de carbono (CO₂)

El cambio climático (calentamiento global) hace unos pocos años se descartaba como algo poco probable, pero hoy en día se le reconoce cada vez más como algo real y peligroso.³

Se sabe que los bosques juegan un papel importante en la regulación del clima global⁴. La naturaleza dispone de mecanismos capaces de amortiguar en un principio el incremento de CO₂, principalmente incrementando la actividad fotosintética de las plantas al formar carbohidratos y ganar volumen, y mediante la disolución de éste en las

¹ Miguel Ildefonso, **Canciones de un bar en la frontera**, El Santo Oficio, Perú, 2001, pág. 58.

² Véase en el capítulo II.

³ Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. **La venta de servicios ambientales forestales**, SEMARNAT, INE, CONAFOR, México, 2003, pág. 59.

⁴ También se cree que los bosques afectan a las condiciones locales y regionales; por ejemplo, por su papel para mantener temperaturas ambientales más bajas ola humedad relativa más elevada. Los intentos recientes de crear mercados para los servicios climatológicos forestales se concentran exclusivamente en el almacenaje de carbono y en el cambio climático, aunque, en principio, también podrían comercializarse los beneficios del clima local. Nobre, C.A, P.J. Sellers y Shukla. **Amazonian Deforestation and Regional Climate Change**. Journal of Climate, pág. 957.

aguas oceánicas (principalmente en forma de bicarbonatos). También dispone de mecanismos de realimentación positivos, tales como la liberación del metano (gas invernadero más eficaz que el dióxido de carbono) contenido en el *permafrost* (tierra con agua congelada ubicada en la tundra), al fundirse éste.

El bosque tropical húmedo del Amazonas juega un papel fundamental para evitar gradualmente el problema del cambio climático, ya que las partes leñosas de sus árboles desempeñan un papel especial en la captura o secuestro del carbono de la atmósfera. Los árboles pierden cada año sus hojas (caducifolias) y regresan una parte de la captura del carbono estacional de nuevo a la atmósfera. Sin embargo, las partes leñosas del árbol pueden persistir como carbono de la planta por varias décadas, hasta que el árbol muere y el descomposición comienza.

Los árboles, por lo tanto, a través de sus procesos participan en la parte rápida del ciclo del carbono reciclando el CO² de nuevo a la atmósfera en 1 a 3 años, pero también almacenan algo de carbono que no es reciclado a la atmósfera por 50 a 100 años, éstos en particular, asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida.

Las plantas terrestres consumen dióxido de carbono durante el día y por la noche respiran de regreso a la atmósfera algo de este CO². En la noche, las plantas tienden a respirar o liberar dióxido de carbono, sin embargo, durante el día si las plantas no tuvieran la limitación de la falta de agua o de los nutrientes, la fotosíntesis podría bajar la cantidad de CO₂ a aproximadamente 300 partes por millón. Para las plantas agrícolas típicas, la biomasa es descompuesta durante el período latente y se convierte en carbono del suelo y en dióxido de carbono atmosférico a tasas que dependen de las condiciones de temperatura y de humedad⁵.

El bosque del Amazonas captura y conserva más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participa con el 90% de flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de la tierra. La Amazonia tiene grandes cantidades de carbono secuestradas en los troncos de árboles como parte de este ciclo más largo, pero la tala de árboles interrumpe este ciclo natural de largo plazo y pone el material leñoso de nuevo dentro de la atmósfera antes de que el proceso natural de descomposición lo recicle en CO₂⁶, de hecho, Paulo Adario, coordinador de la campaña Amazónica de Greenpeace declaró desde la Cumbre de la Tierra en Río en 1992, la Amazonía brasileña ha perdido más de 230,000 km² por actividades humanas, un área semejante a la mitad de la superficie de España⁷. La deforestación y los incendios en el Amazonas son las principales fuentes de emisiones de CO² en Brasil, contribuyendo de este modo al cambio climático, que a su vez aumenta el número de incendios.

Por ello, la reforestación puede compensar las crecientes emisiones de CO² en dos formas:

⁵ D. Butler, **Air Pollution Chemistry: La distribución vertical del dióxido de carbono en el aire alrededor de un bosque varía con la hora del día**, New York, 1979, pág. 86.

⁶ The Scientific Research Society, *American Scientist*, Sigma XI, 1990, pág. 78.

⁷ Boletín WRM- Movimiento mundial por los bosques tropicales. Artículo basado en información obtenida de: "A morte da floresta Amazonica no seculo XXI" por Rodolfo Salm, **Amazonia en Peligro**, Especial número 45, abril 2001, pág. 239.

a) Al crecer nuevos reservorios de bióxido de carbono, incrementando la masa de material maderable tanto por medio del crecimiento de árboles como por la extracción de madera. Para lograr mayor efectividad en el proceso de almacenamiento de carbono en el largo plazo, la madera extraída debería convertirse en productos durables. Una vez que el árbol ha alcanzado su madurez, el carbono acumulado se mantendrá almacenado, pero el área muy pronto actuará como reservorio, debido a que el proceso de respiración y oxidación en un bosque maduro generalmente alcanza un balance por el efecto fotosintético.

b) Protección de los bosques y suelos naturales que almacenan carbono. Conservar los almacenes de carbono puede ser un camino válido para mitigar la emisión. En este contexto los procesos de almacenaje son válidos si son de largo plazo. Mientras que la protección de un área forestal puede inducir la presión en otra, se requieren esquemas integrados de manejo de recursos, enriquecidos con esquemas de evaluación de proyectos para validar dicha protección.

Una de las primeras evidencias de que los seres humanos han alterado la composición de la atmósfera global se observa en las medidas del dióxido de carbono atmosférico. Sabemos el porqué la tasa de dióxido de carbono está aumentando en la atmósfera de la Tierra y una de estas causas es la deforestación, de hecho, Brasil es el mayor contribuyente, seguido por Indonesia, Colombia, y otros países, sobre todo del clima tropical. Es importante reconocer que los países desarrollados, como Estados Unidos de América y los europeos no aparecen como países con mayor nivel de deforestación, esto es, porque ya han reducido su área del bosque, pero lo hicieron durante los últimos años⁸.

La alteración de los ciclos naturales, principalmente el del carbono, conlleva cambios a nivel planetario. Una de las consecuencias del cambio climático es la extremización del clima. Desde principios de siglo se han observado numerosas anomalías en temperaturas y precipitaciones. Al cambiar el clima ciertas regiones verán incrementadas las precipitaciones y otras reducidas, el cambio es asimétrico y depende de numerosos factores. El aumento de precipitaciones no corresponderá en principio a un incremento en el número de días lluviosos, sino más bien en la reducción de éstos y en el incremento de la intensidad de éstas. Así pasará también en las áreas que vean reducidas las precipitaciones, las lluvias estarán concentradas en poco tiempo, con las consecuencias que esto conlleva (incendios forestales, erosión). Además se incrementará el número de días extremadamente calurosos (olas de calor).

El aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera puede suponer el incremento del efecto invernadero y consecuentemente un cambio climático. La radiación que radia la Tierra es la correspondiente a la de un cuerpo negro a -18°C . A pesar de esto, la temperatura media de la Tierra es 33° superior, de lo que se puede deducir que el calor queda aprisionado entre la superficie y el nivel medio, en la parte alta de la atmósfera, desde donde escapa la radiación.

⁸ American Scientist, **Op.Cit.** pág. 322.

El clima de la Tierra está cambiando y lo está haciendo con rapidez debido al incremento de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, emitidos por la acción del hombre desde el comienzo de la Revolución Industrial. Es importante reconocer que los cambios en el clima de la Tierra, se han producido a lo largo de los 4.500 millones de años de historia del planeta, pero la singularidad del episodio actual se centra en que el calentamiento actual es extraordinariamente rápido y además es responsabilidad de las acciones de los últimos 100 años.

Desde fines del siglo XIX a la fecha, la temperatura global ha aumentado en 0,6° C, de hecho, la década de 1990 fue la más cálida que se haya registrado. La habitabilidad del planeta depende de que los niveles de dióxido de carbono no disminuyan ni aumenten en demasía. Sin la presencia de CO² y otros gases, que permiten que el calor quede atrapado cerca de la superficie de la Tierra, su temperatura media bajaría a -6 °C⁹. Si aumenta la medida de CO², el agua de los océanos entrará en ebullición. En pocas palabras, el aumento de los niveles de carbono atmosférico no puede continuar. Un incremento de tan sólo 200.000 millones de toneladas determinaría un aumento de 2 a 3°C en la temperatura global, lo que significaría una ola de calor sin precedentes en la historia de la humanidad. Hay todavía más de 4.000 millones de toneladas de carbono en forma de combustible fósil a la espera de ser extraído y quemado, de los cuales las 3/4 partes se encuentran bajo la forma de carbón. Todo parece indicar que la mayor parte de este material debe ser dejado bajo tierra.

Aunque el hombre actúa sobre el Medio Ambiente a través de numerosos procesos como la emisión de contaminantes, agresiones a ecosistemas, procesos urbanizadores, deterioro de la capa de ozono, deforestación, etc¹⁰. Son muy claras las acciones humanas responsables del incremento de temperaturas en la Tierra, ejemplo de ello es la emisión de gases de efecto invernadero: dióxido de carbono, metano, fluorocarbonatos y óxidos de nitrato a la atmósfera. La quema de combustibles fósiles (como el carbón, el petróleo o el gas natural) para la producción de electricidad o el transporte, la liberación del carbono inmovilizado en los suelos o en los vegetales, por la deforestación y la desertificación, la generación de dióxido de carbono en la fabricación del cemento y en la calcinación de las rocas calizas, son algunas de las fuentes centrales del incremento del CO² atmosférico.

Las concentraciones de CO² en la atmósfera son afectadas principalmente por dos procesos antropogénicos: emisión de CO² por el consumo de combustible fósil, y por cambios en el uso del suelo, lo cual provoca deforestación. Es por ello, que la vegetación y el suelo sin manejo forestal retienen de 20 a 100 veces más carbono por unidad de área que los sistemas agrícolas. De manera que la liberación de carbono a la atmósfera como efecto de los cambios en el uso del suelo han aumentado. Los componentes de los flujos en la atmósfera son:

- 1) la quema asociada con los cambios de uso del suelo;
- 2) la descomposición de la biomasa in situ (raíces, tocones, ramas, hojarasca, etc);
- 3) oxidación de la madera cortada (papel, madera, aserrín, etc.)
- 4) la regeneración de la masa vegetativa.

⁹ Larry Lohmann, **El mercado del carbono: sembrando más problemas**, publicado por el World Rainforest Movement, Estados Unidos, 2000, pág. 31.

¹⁰ Por lo cual a muchos científicos les gusta más la expresión “Cambio Global” que “Cambio Climático”. Luis Carlos, *Cambio Climático*, Diario de Burgos, 2006, pág. 16.

No obstante, las consecuencias del “cambio climático” empiezan a ser bastantes claras; estos fenómenos afectarán a los océanos, provocando un deshielo de los casquetes polares y el incremento del volumen del agua marina, elevando el nivel de las aguas marinas y afectando a las zonas costeras, donde se concentra la mayor parte de la población mundial; simultáneamente, las aguas del mar se están acidificando, lo que actúa muy negativamente contra los delicados ecosistemas coralinos. Mayores incógnitas existen sobre el impacto del “cambio climático” sobre el régimen de las corrientes oceánicas, cuya modificación traería efectos catastróficos e escala planetaria. El “cambio climático” está igualmente asociado a enormes presiones sobre los ecosistemas y la biodiversidad; algunas especies animales y vegetales se beneficiarán de las nuevas condiciones ambientales, pero es obvio que muchas plantas y animales, que manifiestan una notable vulnerabilidad a las modificaciones de sus hábitats, no podrán adaptarse; de hecho ya estamos viviendo un proceso gradual de extinción de numerosas especies.

El cambio de clima vendrá condicionado por la posición de cada país en el planeta; un ejemplo claro es en el interior de la Península Ibérica, donde parecen claros los diferentes escenarios de los modelos de simulación climática, en los cuales avanza un incremento de la temperatura, más en verano que en invierno, y más las nocturnas que las diurnas; los fenómenos extremos serán más frecuentes y más intensos (olas de calor, sequías, inundaciones, vientos), los recursos hídricos disminuirán y los ecosistemas que no se adapten a estos cambios desaparecerán.

A nivel mundial se reconocen varios procesos importantes de cambios globales de los cuales destacan los cambios en la composición de la atmósfera, cambios en el uso de suelo y pérdidas de biodiversidad. Gran preocupación existe en cuanto a los posibles efectos directos de estos cambios, como los cambios climáticos relacionados con los incrementos de gases con efecto de invernadero, pero también por el efecto de interacciones de estos componentes. Problemas como la erosión del suelo y la degradación de la fertilidad del mismo, la pérdida de flora y fauna, los cambios en los sistemas hidrológicos a nivel regional; y las pérdidas en biodiversidad y las emisiones de carbono a nivel global, son algunos de los efectos directos detectables.

En el mundo se incrementa también la preocupación por los efectos ecológicos negativos que se destacan en las tecnologías actuales del uso del suelo, especialmente las que requieren grandes cantidades de insumos no renovables y que inciden sobre la cobertura vegetal natural. Mientras la humanidad consume menos de 1% de la productividad primaria terrestre, ocupa o destruye casi 40% del área total disponible para producir sus bienes consumibles¹¹. Los análisis económicos para evaluar los sistemas productivos sólo incluyen los precios de los productos cosechables, como árboles en el caso de sistemas forestales y en general no incluyen el valor que representa el remanente después de la cosecha ni los valores ecológicos de los sistemas¹².

Incentivos de captura de carbono

El papel potencial del subsector forestal en el proceso de secuestro de carbono ha sido recientemente evaluado por numerosos autores. Aunque dichas evaluaciones son preliminares, los resultados sugieren que la conservación de recursos forestales, el

¹¹ www.ine.gob.mx. Fecha de consulta 15 de octubre 2007.

¹² **Idem.**

establecimiento y el manejo forestal, así como las prácticas de agroforestería, podrían contribuir al secuestro global de carbono.

Además de ser más baratos que los métodos alternativos de reducir el calentamiento global, la captación de carbono tiene el potencial de agregar un valor significativo a las empresas forestales. Los beneficios económicos de almacenaje de carbono generalmente se definen los términos de costos y daños evitados. Este método toma en cuenta las estimaciones de los daños marginales causados al liberar CO² a la atmósfera¹³.

En principio debe ser más fácil la creación de mercados para los servicios de captación de carbono en los bosques que para los servicios de protección de cuencas hidrológicas o de la conservación de la biodiversidad. Una razón es que el valor del carbono capturado¹⁴ es el mismo en todas partes. Una tonelada de carbono capturado en un lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar, también, es más fácil medir la captación de carbono en un a biomasa vegetal que vincula los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones de almacenaje de carbono y por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización. Las estimaciones de los costos de captación de carbono mediante la silvicultura sugieren que esta es mucho más barata que la mayoría que los demás métodos para abordar el cambio climático, particularmente el de la reducción de las emisiones de la quema de combustible fósil¹⁵.

La silvicultura¹⁶ y la agroforestería pueden mitigar el calentamiento global de dos formas: conservando el stock de existencias de carbono en el recurso forestal, y por medio del establecimiento de nuevos reservorios de CO² a través de la reforestación, sin embargo, algunas estimaciones, desde el punto de vista biológico y económico, respecto al potencial de las prácticas de manejo forestal para controlar las concentraciones de dióxido de carbono son altamente especulativas. El incremento de CO²¹⁷ en nuestra atmósfera influye directamente sobre la productividad de los cultivos, el mejoramiento del suelo, del agua y de la calidad del aire. El secuestro de carbono en el suelo es el proceso de transformación del carbono del aire al carbono orgánico, almacenado en el

¹³ Cline, W.R, **The economics of global warming**, Institute International Economics, Washington, 1992, pág. 75.

¹⁴ Los índices de presencia del carbono son los más altos que nuestro planeta haya registrado desde hace 20 millones de años como mínimo. Las actividades humanas desprenden unas 7 toneladas anuales. Ante la cruda realidad actual, el propio Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambios Climáticos ha admitido que es indispensable seguir contemplando lo que se denomina “estrategias de gestión del carbono”, a fin de coadyuvar a la reducción de las emisiones de gases de invernadero. Una de las posibilidades consiste en almacenar el carbono excedente en tierra, una práctica que ya se aplica en capas geológicas profundas, minas abandonadas y otros sitios semejantes. No obstante, son los océanos los que poseen la mayor capacidad natural para absorber y almacenar el carbono.

¹⁵ Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. **Op.Cit.** pág. 62.

¹⁶ La silvicultura (del latín *silva*, selva, bosque, y *cultura*, cultivo) es el cultivo de los bosques o montes.. Forman parte de su campo el arte de crear o conservar un bosque, y la teoría y la práctica de regular el establecimiento de una masa arbórea, su composición y desarrollo

¹⁷ El carbono del aire (CO₂) es tomado por las plantas a través del proceso de fotosíntesis, y luego es incorporado al interior de las plantas vivas. Cuando mueren las plantas, el carbono de las hojas, tallos y raíces se descompone y pasa a formar parte de la materia orgánica del suelo. El flujo de Carbono, en sus diferentes fracciones y retroalimentaciones, ha mantenido el CO₂ atmosférico razonablemente constante por miles de años. Pero los humanos, por el cambio del uso de la tierra y por la inyección de Carbono fósil dentro del ciclo, han incrementado las emisiones de CO₂ a la atmósfera, trayendo como consecuencia la distorsión del balance deseable.

suelo. A través del secuestro de carbono, los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan. En general, las prácticas de manejo que incrementan el carbono orgánico del suelo también reducen la erosión del suelo y mejoran los recursos naturales.

En consecuencia, los suelos juegan un papel importante en este ciclo, ya que pueden constituirse en una fuente o un sumidero de carbono e influenciar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera. El incremento de CO₂ influye directamente sobre la productividad de los cultivos, mejoramiento del suelo, agua y calidad del aire. En general, las prácticas adecuadas de manejo también tienden a reducir la erosión del suelo y mejoran los recursos naturales. Entre estas prácticas se encuentran la aplicación de abonos orgánicos, la labranza conservacionista y el uso de cultivos de cobertura, que incrementan los procesos metabólicos de captura de carbono en el complejo bioecológico del suelo.

Recientes modelos sobre el uso de la tierra sugieren que los sistemas terrestres pueden mitigar aproximadamente 20% del CO₂ atmosférico, debido al secuestro de carbono dentro de la vegetación y el suelo. El secuestro de carbono es ambicioso, porque así el carbono se puede contener dentro del suelo por un tiempo de residencia mayor a mil años. El almacenamiento de este carbono depende de las variables climáticas (temperatura y precipitación) y del contenido de arcilla en el suelo.

Hasta ahora, los sistemas de cultivo utilizados en la agricultura tienden a disminuir el carbono del suelo; sin embargo, el mejoramiento de cultivos y prácticas de manejo tienen el potencial de incrementar el carbono¹⁸. Las estrategias más importantes para secuestrar carbono, según los autores Lal, Kimble y Stewart¹⁹, son:

- incrementar el carbono orgánico del suelo.
- incrementar el carbono orgánico en los horizontes del subsuelo.
- incrementar la agregación.
- incrementar la biodiversidad.

En condiciones tropicales es importante investigar la dinámica del carbono en el suelo y su relación con el ciclo global del carbono, ya que ésta información será útil para identificar las prácticas agronómicas que incrementan el almacenamiento del carbono contribuyendo así a la producción sostenible de los cultivos. Por tanto, la captura de CO₂ ayuda a reducir el calentamiento global ya que el dióxido de carbono y otros gases invernaderos como el N₂O actúan atrapando la energía calórica (radiación solar de onda corta) reflejada de la superficie de la tierra y las nubes. Este calor retenido puede conducir al calentamiento global en el planeta. A través del secuestro de carbono, los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la misma medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan. Si el carbono orgánico del suelo no es alterado, puede permanecer en el suelo por muchos años como materia orgánica estable. Este carbono es entonces secuestrado o removido para ser reciclado en la atmósfera. De esta forma se pueden reducir los niveles de CO₂, disminuyendo las probabilidades de calentamiento global.

¹⁸ Balesdent, J., E. Besnard, D. Arrouays, y C. Chenu, **The dynamics of carbon in particle-size fractions of soil in a forest-cultivation sequence**. Plant Soil, Estados Unidos, 1998, pág.49-57.

¹⁹ Lal, R., J. Kimble, y B.A. Stewart. **Toward soil management for mitigating the greenhouse effect**. Lewis. Boca Ratón, 1995, pág 373-381.

3.2 Reducción de la humedad ambiental y fuentes hídricas

Aunque la cuenca amazónica es una de las mayores cuencas hidrográficas del mundo, no está exenta de la problemática hidrológica. La región se caracteriza por precipitaciones anuales altas, promediando más de 2,000mm con máximos en dos períodos lluviosos separados por épocas más secas. Debido a que la cuenca está desigualmente poblada, 25 millones de habitantes, que viven sobre todo en las tierras altas y las laderas de los Andes, con una densidad promedio de 4 habitantes por km², ha habido pocas situaciones contenciosas que se relacionen con el manejo de sus recursos hídricos. Sin embargo, debido al impulso creciente para construir embalses y explotar sus recursos mineros, la situación está cambiando²⁰.

La pesca ha sido, y aún es en gran medida, una de las principales actividades de subsistencia y comerciales de la población. Por lo tanto, la contaminación de recursos hídricos, que se ha comenzado a notar en ciertos sitios, no sólo representa un peligro sanitario, sino también la eliminación de una fuente de ingresos, como resultado de esto los regímenes hidrológicos está cambiando en casi toda la cuenca. Se están experimentando sequías e inundaciones, antiguamente desconocidas en muchos afluentes, y la calidad del agua está afectada por el volumen creciente de efluentes residuales que se vierten en los ríos provenientes de las ciudades y las operaciones mineras.

En el Amazonas la contaminación minera se relaciona fundamentalmente con la extracción de oro²¹, lo cual genera una grave contaminación con mercurio en las cuencas altas de los ríos Madeira, Tapajós y Xingú y hay indicios de envenenamientos generalizados en las zonas más afectadas. En la comunidad pesquera de Rainha, aguas arriba de Itaituba sobre el río Tapajós, los muestreos realizados en la población mostraron niveles de mercurio muy superiores al máximo de 6ppm (partes por millón) aceptado por la Organización Mundial de la Salud²². A medida que las operaciones mineras se extiendan se prevé un aumento del impacto de la contaminación de mercurio sobre el medio ambiente y la salud humana.

La continua destrucción del bosque tropical húmedo del Amazonas, inevitablemente acarreará grandes consecuencias, principalmente la reducción de la humedad ambiental y fuentes hídricas. Más de la mitad de la lluvia de la cuenca amazónica proviene del agua evaporada del mismo bosque. La deforestación masiva induce una pronunciada reducción en la lluvia selvática, haciendo que bajen los niveles de fuentes hídricas y de humedad ambiental, esto a su vez provocará la eliminación de una gran herencia genética de valor estético inevitable, además de los servicios ecológicos que presta; pero

²⁰ Ronald Van de Krol, **La problemática del agua alrededor del mundo**, Financial Times, Reino Unido, 8 de febrero de 1995.

²¹ Este metal se extrae a partir del mineral bateado en los cursos de agua que es amalgamado con el mercurio o disuelto en soluciones de cianuro (en Brasil la técnica de la amalgama es más común). Ambas tecnologías dañan el ambiente. El cianuro es altamente venenoso y el mercurio se concentra en las cadenas tróficas alcanzando niveles tóxicos en algunos organismos acuáticos que son consumidos a nivel local.

²² **Idem.**

el mayor peligro está en la pérdida de la diversidad genética por ejemplo la polinización, la dispersión de semillas, etc²³.

Con la deforestación y ocupación indiscriminada de tierras, el ecosistema de la región amazónica, aparentemente invulnerable, se está deteriorando en forma acelerada, afectando tanto el bienestar de sus habitantes como la propia dinámica planetaria, que en gran medida depende de las florestas amazónicas para mantener su estabilidad. La desertización del Amazonas afecta el hábitat y por tanto la diversidad biológica; por ende, la eliminación de la vegetación natural incrementa de manera notable la erosión del suelo (particularmente en colinas y laderas, tierras bajas y planicies). Se altera el balance hidrológico debido a que se infiltra menos agua al subsuelo, lo que reduce el agua disponible para el crecimiento de las plantas y para las necesidades humanas, esto puede dar lugar a un escurrimiento excesivo, a inundaciones, a la sedimentación acelerada de presas y estuarios por la precipitación de las partículas del suelo y una reducción en la humedad disponible para los cultivos; además se reduce la evapotranspiración, la humedad relativa del aire y puede acarrear una disminución de la precipitación²⁴.

A escala mundial se observa una tendencia al aumento de las pérdidas de humedad ambiental y fuentes hídricas, esto se debe a la constante actividad humana de explotación sobre nuestro medio ambiente, el cual, contribuye a aumentar su magnitud. Actualmente esto tiene que ver con el hecho de que las personas y las sociedades se están tornando más vulnerables, y es que no obstante que permanentemente pueden producirse eventos naturales de graves consecuencias, como el cambio climático, cambios bruscos de temperaturas (inundaciones, sequías, ciclones y huracanes tropicales, incendios forestales, maremotos, erupciones volcánicas) que pueden afectar a todo el mundo. Su impacto depende de las prácticas de desarrollo, de la protección del medio ambiente, del crecimiento ordenado de las ciudades, de la distribución de la población y de la riqueza y de las estructuras de gobierno.

Alrededor del 54% de las fuentes accesibles de agua en el Amazonas, han sido utilizadas por los seres humanos y el consumo de este recurso está creciendo a tasas tan aceleradas que cada vez es más común que un número significativo de los ríos del mundo no llegue al mar. Además de las 45,000 grandes presas existentes, se planean o están en construcción 1,500 presas más en ríos ecológicamente ricos como el del Amazonas (Brasil) y Orinoco (Venezuela). Las respuestas gubernamentales al cambio climático y a los crecientes precios en la energía parecen inclinarse a una expansión en la construcción de presas para almacenar el agua y generar hidroelectricidad, dañando los ríos aún más.

La destrucción de los ecosistemas fluviales es una catástrofe para los millones de habitantes rurales que dependen del río Amazonas y para los recursos naturales que están disminuyendo con los cambios en el flujo de agua. Hasta ahora, la temporada de humedad y la inundación que conlleva en la cuenca amazónica han permitido que la fauna acuática prospere, sin embargo, nuevas presas hidroeléctricas están siendo

²³ César Augusto López Montoya, **Deforestación en el Amazonas**, editado anteriormente en página www.prof.uniandes.edu.com, fecha de consulta 5 de diciembre 2007

²⁴ Greenland, D.J. y R. Lal. **Soil conservation and management in the humid tropics**, John Wiley. Nueva York, 1979, pág. 91.

construidas, guardando el flujo para producir hidroelectricidad y disminuyendo los altos niveles del flujo del agua²⁵.

La estabilidad del suelo amazónico tiene extraordinaria importancia en relación a la humedad ambiental y fuentes hídricas, en términos generales, puede decirse que la explotación moderada de una cubierta vegetal de tal naturaleza no es de ninguna manera incompatible con las funciones protectoras a que está destinada, siempre y cuando se mantenga su óptima densidad. En cambio, si la vegetación natural queda suplantada por cultivos que dejan el suelo expuesto o mal protegido durante parte del tiempo y que cada año van despojando la tierra de una porción de su materia orgánica y sustancias minerales, el terreno a corto plazo empobrece y se deteriora a tal grado que la vegetación natural no pueda restablecerse, y en consecuencia sobrevenga la pérdida definitiva de los elementos sustanciales como la humedad.

Puede decirse que la función protectora de la vegetación permanente ofrece dos aspectos que de hecho están íntimamente relacionados. En primer término, sirve de defensa al propio suelo, pues lo estabiliza y en segundo lugar, preserva al mismo tiempo sus propiedades. Por otra parte, el tipo de la cubierta desempeña un papel primordial evidente en lo que se refiere a la conservación de las propiedades del suelo, en cuanto a textura, composición química o su riqueza biótica.

En el bosque del Amazonas la destrucción de la cubierta forestal para sustituirla con un tapiz herbáceo parece que conduce a rápidos cambios irreversibles de la estructura del suelo; la tierra relativamente se transforma al grado que el bosque jamás puede restablecerse por procesos naturales y el valor económico potencial desaparece o se reduce a la insignificancia. Se dan casos en que la fertilidad del suelo se deteriora a tal punto que ninguna clase de cubierta del terreno es capaz de consolidar el suelo y sobreviene la erosión acelerada²⁶.

La falta de humedad atmosférica y de fuentes hídricas en el Amazonas genera un gran cambio en el régimen climatológico de la tierra, el cual da origen a consecuencias trascendentales en vastas regiones o aún en el mundo entero. El incremento demográfico, la introducción de cultivos que requieren desmontes y la pertinacia de ciertas prácticas destructivas como el uso perjudicial del fuego, son indicios irrefutables de que el bosque corre el riesgo de continuar estrechándose, quizá con mayor rapidez que hasta la fecha²⁷.

No hay duda de la relativa importancia del hecho de que la espesura del bosque provoca una precipitación más abundante o mayor condensación de la humedad atmosférica, mediante la influencia particular de la cubierta natural sobre las lluvias, la evaporación, transpiración e infiltración. Por tanto, la reducción de la humedad causada por la deforestación en la región amazónica está creando dos problemas principales a este respecto: A medida que la franja verde se transforma en terreno baldío, se produce un aumento en la brillantez de la superficie terrestre. Este "efecto de reflejo" acabará por

²⁵ Jaime Pittock, **Programa Global de Agua de WWF: Un mundo más vulnerable**, Australia, WWF, 2006, pág.49.

²⁶ Función protectora de los montes. **Influencia sobre la conservación de suelos y aguas**, Producido por el departamento de montes, México, 2003, pág. 47.

²⁷ **Ibidem**, pág. 48.

alterar las corrientes de convección, los sistemas de vientos y los regímenes de lluvia en los trópicos y posiblemente en otras regiones más alejadas.

Después del Tercer Foro Mundial del Agua (marzo de 2003) se han intensificado un sinnúmero de esfuerzos a nivel nacional y regional para mejorar la capacidad de determinar los vínculos entre los impactos climáticos y la gestión de recursos hídricos, así como la capacidad para la identificación de las prioridades para la adaptación²⁸. Dos de los esfuerzos regionales que se han llevado a cabo en América son:

- ✓ El primero, coordinado por la Organización del Tratado para la Cooperación Amazónica (OTCA) constituida por Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú, Surinam y Venezuela, este promueve las capacidades en el campo para comprender los efectos de fenómenos locales de cambio climático, incluyendo riesgos vinculados al clima como la sequía y las inundaciones, a lo largo de la gran cuenca del Amazonas. Entre los programas de la OTCA, la Organización de los Estados Americanos (OEA) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), están involucrados en un programa de dos años para la preparación de un proyecto para la Cuenca Amazónica financiado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) que se concentrará en desarrollar las capacidades de los países ribereños para evaluar su vulnerabilidad a las variaciones climáticas, a través del establecimiento de un sistema de predicción de hidroclimatología y uso del suelo en toda la cuenca para:

- 1) mejorar las predicciones sobre sequías, inundaciones y fuegos forestales,
- 2) evaluar los efectos de las tendencias hidrológicas en la cuenca, las principales sub-cuencas y cuencas imbríferas glaciares; y
- 3) ayudar a determinar la cantidad de cargas de sedimentos y descargas superficiales de los principales ríos de la cuenca; así como los efectos del cambio climático en estas variables.

A partir de la culminación del proyecto de la cuenca Amazónica se apoyaran actividades específicas a la adaptación climática a nivel comunitario y se tendrá un enfoque en la gestión de la sequía y de los sistemas de respuesta a nivel de sub-cuencas y de las regiones de cuencas imbríferas en la Amazonia²⁹.

- ✓ Un Segundo esfuerzo a nivel internacional para mejorar los conocimientos sobre las implicaciones de los impactos del cambio climático regional y la gestión de agua dulce se lleva a cabo en el marco de la Cuenca del Río de la Plata. Desde el 1967 los gobiernos de Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay han colaborado a través del Comité Intergubernamental Coordinador de los Países de la Cuenca del Plata (CIC) en la implementación del Tratado de la Cuenca del Plata³⁰.

²⁸ Boletín de la OEA, Serie de Políticas, **Sección II: Acciones Regionales para la predicción climática y la gestión sostenible de los recursos hídricos**, número 9 - Edición Especial para el IV Foro Mundial del Agua, marzo 2006, pág. 23.

²⁹ **Ibidem**, pág.25.

³⁰ **Ibidem**, pág 25-26.

Desde el 2001, dos proyectos del FMAM (Fondo para el Medio Ambiente Mundial), el PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) y la OEA (Organización de Estados Americanos) han apoyado esfuerzos para establecer un diagnóstico científico común de una de las cuencas de agua dulce más grandes e importantes del mundo (comparable con la del Río Amazonas) y para elaborar un análisis detallado del ciclo hidrológico de la Cuenca. Específicamente, el proyecto ha establecido una forma común a todos los países para evaluar la relación dinámica entre el ciclo hidrológico, los efectos regionales del cambio climático y los impactos de los cambios en la dinámica del uso del suelo. Durante la fase de desarrollo del proyecto, fueron trabajados una serie de escenarios de cambio climático que indicaron que la variabilidad climática influye de manera dominante en la hidrología de la Cuenca del Plata. A diferencia de la Cuenca del Amazonas, (inmediatamente al norte de la Cuenca del Plata), que se ve afectada con mayor severidad por factores antropogénicos.

Estos escenarios de cambio climático analizados por un periodo de 30 años, advirtieron que el nivel de precipitación en la Cuenca del Plata aumentará entre 10 y 15 por ciento en promedio, con incrementos de hasta un 30 por ciento en zonas específicas de la cuenca. Estos cambios en las precipitaciones tienen efectos en el uso y la pérdida de suelo y además podrían afectar el delicado balance entre la precipitación y la evaporación en la Cuenca. A nivel de la Cuenca, estos cambios podrían aumentar el riesgo de inundaciones, especialmente cuando de forma constante las lluvias exceden los registros históricos.

Estos escenarios se fundamentan en una variedad de modelos climáticos, que han demostrado consistencia en sus resultados que sugieren tendencias de aumento en las precipitaciones. Los aumentos de temperatura relacionados con el clima probablemente aumenten las tasas de evaporación en la Cuenca, con efectos netos derivados de los cambios esperados en los patrones de precipitación que podrían incluir un mayor riesgo de eventos extremos como escorrentías³¹ más esporádicas o erráticas.

Este incremento del lapso entre precipitaciones, la reducción de la humedad disponible debido a una mayor evaporación, y la reducción en las escorrentías podrían tener un impacto significativo en las actividades económicas humanas que dependen del agua de lluvia y las escorrentías. En particular, las probables disminuciones de las escorrentías anuales en los medios pueden reducir seriamente el potencial para la generación hidroeléctrica. El desarrollo económico de los cinco países de la cuenca del Amazonas depende en gran proporción de la energía hidroeléctrica, por lo que los cambios anticipados en las precipitaciones y las escorrentías representan amenazas serias al desarrollo económico sostenible.

Además de ayudar a las personas que diseñan políticas a comprender mejor los impactos relacionados con el clima, los proyectos de las cuencas del Amazonas y el Plata son plataformas únicas para el desarrollo de políticas, a partir de las que se desarrollan un sinnúmero de actividades complementarias regionales y específicas que apoyan la gestión integrada de aguas. Entre estos esfuerzos, la OEA ha estado

³¹ Se llama escorrentía a la lámina de agua que circula en una cuenca de drenaje, es decir la altura en milímetros de agua de lluvia escurrida y extendida uniformemente. Normalmente se considera como la precipitación menos la evapotranspiración real. La escorrentía superficial es una de las principales causas de erosión a nivel mundial.

involucrada en actividades de cooperación bilateral entre los gobiernos de Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay para la protección ambiental y el desarrollo sostenible de la cuenca Amazónica y apoyar la gestión integrada de los humedales más extensos del planeta.

El agua ha sido siempre un elemento central en la historia de la humanidad y su utilización ha tenido profundas implicaciones sociales, económicas y políticas. Por esa razón, las estrategias y la toma de decisiones en este campo pueden tener un impacto importante en el futuro de los países y sociedades. Hay muchos ejemplos históricos de situaciones en las que el uso del agua fue un factor desencadenante o central de conflictos entre naciones o estados y si el hombre sigue abusando de su entorno natural pronto los volveremos a presenciar.

No es sencillo resolver los problemas creados por estos cambios en la cuenca del Amazonas. Será necesario formular e implementar nuevas políticas, radicalmente diferentes a las actuales. Las reglas de asignación de tierras deben ser revertidas. El impacto ambiental y social de las obras hidráulicas debe ser evaluado estricta e independientemente para evitar que continúe la destrucción ecológica y finalmente, cualquier estrategia que se considere deberá tener en cuenta, los puntos de vista y visiones tanto de la gente que habita la región, la cual sobrelleva con mayor intensidad las consecuencias de su degradación, así como la de las poblaciones de países industrializados, ya que las consecuencias de este problema lo sufrirá todo el planeta.

3.3 Cambios del régimen fluvial a nivel mundial

Por todas las regiones del globo terráqueo, excepto las más áridas, corren ríos formando cauces³² que obedecen a leyes físicas, las cuales les imponen ciertas formas. Aunque las condiciones dentro de un sistema determinado varían mucho a lo largo del curso fluvial, las diferencias son mucho menores entre sectores análogos de distintos ríos, incluso de un continente a otro y en latitudes diversas. Todos los continentes tienen una serie de grandes sistemas fluviales que consisten no sólo en los cauces de los ríos sino también en los cenegales³³ y los lagos asociados a ellos y las tierras por ellos inundadas estacionalmente³⁴.

Los ríos son sistemas lineales que sirven para evacuar hacia los océanos el agua caída sobre las masas continentales. Esta transferencia hace que se disipe la energía cinética contenida en el agua, y la morfología de los cauces fluviales se modifica de manera correspondiente a la pérdida de esta energía a lo largo del curso del río. El proceso hidráulico derivado de esta pérdida se desarrolla de manera previsible dentro del cauce del río, de manera que las formas adoptadas por los diversos ríos del mundo son muy parecidas entre sí cuando son similares las condiciones del terreno, la altitud y la pluviosidad.

³² Término que designa la dirección de una corriente de agua, restringido a los ríos y otros cuerpos de agua fluviales. En las llanuras tropicales, debido a la dinámica de las crecidas y el cambio en la posición de los meandros y su posterior abandono, es fácil encontrarlos abandonados recubiertos por vegetación, formando bosques de galerías fluviales.

³³ Zona circundante de la depresión de un río o en los límites físicos del agua subterránea que se alimenta por sucesivas lluvias recolectadas en la capa de agua ligeramente incrementada.

³⁴ **FAO Documento Técnico de Pesca Fluvial**. No. 262, Roma, FAO, 1992, pág. 303.

El río Amazonas transporta más agua que el Mississippi, el Nilo y el Yangtze combinados; su área de drenaje es asimismo la mayor del mundo. El volumen de agua llevado hacia el Atlántico es enorme: con un promedio anual de 120,000m³ por segundo, alcanza hasta 300,000m³ por segundo en la temporada lluviosa. En efecto, el Amazonas es responsable de una quinta parte de toda el agua dulce incorporada a los océanos.

Las lluvias estacionales dan origen a grandes inundaciones a lo largo del curso del Amazonas y sus tributarios (Pará, Iquitos, Óbidos, Teffe). La profundidad promedio del río en el pico de la estación lluviosa es de unos 40 m y el ancho promedio es de unos 40 km. Comienza a crecer en noviembre hasta junio, para luego decrecer hasta el fin de octubre. La abundancia de agua en el sistema amazónico se debe al hecho de que gran parte del territorio se encuentra ubicado en la zona de convergencia intertropical,³⁵ donde la caída de lluvias es máxima. Asimismo la región se halla en el área de intercambio de vientos, donde la humedad del Atlántico es empujada hacia el Oeste y eventualmente forzada a ascender sobre los Andes, la segunda cadena montañosa más alta de la Tierra. Este ascenso enfría las masas de aire, creando lluvias intensas que se precipitan a lo largo e una superficie enorme, proceso sin parangón a nivel mundial.

Ya sea directa o indirectamente, el agua es responsable por la mayor parte de los eventos generadores de relieves, formas y suelos en la superficie de la tierra, su influencia ocurre desde el momento en que las gotas de agua de la lluvia golpean el suelo; por todas partes en donde corre, el agua deja su marca física, sobre los interfluvios³⁶ remueve las partículas creando surcos, y en los valles y llanuras excava canales, acarrea partículas de variadas dimensiones y deposita sedimentos, por ello, las redes fluviales están constituidas por complejos de relieves que son utilizados por el agua para escurrir hacia las partes bajas

Es importante mencionar, que el nexo entre el régimen del río Amazonas y el flujo de los sedimentos, el acarreo de nutrientes, consecuencia de ciclos de lluvias, con períodos de mayor o menor precipitación, hace posible la presencia de nutrientes en las partes más bajas, lo que permite una renovación anual del suelo amazónico. La interrupción de cuerpos de agua, es uno de los impactos de la actividad petrolera, por la construcción de carreteras, la apertura de pozos y la instalación de infraestructura, lo cual, producirá una explosión súbita y acrecentada, un consecuente incremento de la sedimentación, la pérdida de la fertilidad del suelo e impactos en el ecosistema como un todo³⁷.

Algunos estudios llevados a cabo en la Amazonía demuestran que únicamente la mitad del agua que entra en la cuenca en forma de lluvia es introducida por las corrientes de viento que transportan evaporaciones oceánicas del Atlántico y la otra mitad resulta de evaporación local del bosque lluvioso y los numerosos ríos presentes. La pérdida de la

³⁵ Zona de convergencia intertropical (ZCIT) es un cinturón de baja presión que ciñe el globo terrestre en la región ecuatorial. Está formado, como su nombre indica, por la convergencia de aire cálido y húmedo de latitudes por encima y por debajo del ecuador. A esta región también se la conoce como El Frente Intertropical o la Zona de Convergencia Ecuatorial. En inglés se conoce por su acrónimo ITCZ

³⁶ Espacio comprendido entre dos lechos consecutivos; por lo tanto, un interfluvio abarca el espacio extendiéndose por ambos lados de una línea de cresta hasta llegar al lecho de cada lado (*Sinónimo*: divisoria de aguas).

³⁷ Revista ALERTA, **La Amazonia: una zona megadiversa**, No. 71, 2002, pág. 15.

cubierta vegetal natural de la cuenca causaría una reducción drástica en la precipitación lluviosa disponible e iniciaría un proceso de desecación irreversible. Es decir que la presencia de vegetales y de agua tiene una influencia directa sobre los patrones climáticos prevalecientes en la Amazonía³⁸.

De igual manera, el vínculo entre el curso del río y la reproducción de la vegetación es uno de los temas importantes que debe ser tratado, ya que los ciclos anuales de los ríos amazónicos, tienen gran importancia en los estadios reproductivos de los peces. Una gran cantidad de peces amazónicos dependen de las inundaciones del bosque para tener acceso a ciertos productos del mismo, como semillas y frutos caídos, cuya subsistencia se ve interrumpida si se altera el ciclo de inundaciones.

Las detracciones de agua del río Amazonas constituyen una de las alteraciones antropogénicas del ciclo terrestre del agua, a la que hay que sumar la extracción de aguas subterráneas, el drenaje de zonas húmedas, la construcción de embalses, la deforestación, la desertificación y la erosión del suelo. Desde la perspectiva del cambio global, el control de las cuencas fluviales mediante obras de ingeniería representa una alteración significativa y virtualmente instantánea de la cantidad y el régimen del flujo de agua continental. Los trasvases (revolver) de agua entre cuencas se pueden englobar en el fenómeno más general de las detracciones de agua, pero su impacto ambiental y socioeconómico comporta aspectos adicionales en comparación con las detracciones destinadas a la propia cuenca hidrográfica.

El impacto en la cuenca amazónica se produce eminentemente aguas abajo del lugar de detracción del río. A pesar de que la disminución de caudal fluvial³⁹ por el aumento de los usos debilitadores del agua representa uno de los impactos ambientales más severos en los ríos (ello se debe en gran parte al hecho de que la disminución del caudal por causas antrópicas en muchas ocasiones ha sido un fenómeno progresivo que se inició mucho tiempo atrás), el impacto de aguas abajo de una detracción equivale a una disminución de caudal que, por supuesto, también implica una alteración del régimen fluvial⁴⁰.

El principal impacto ambiental de una detracción de agua en el ecosistema fluvial viene dado por la magnitud de la reducción de caudal y de la modificación del régimen. La reducción y la regularización del caudal asociados a la realización de un trasvase afectan en primera instancia a las características físicas e hidrológicas del tramo fluvial aguas abajo, modificándose parámetros esenciales como el nivel del agua, la velocidad o el perfil transversal. Estos cambios implican también una modificación del substrato, de la temperatura, del contenido en nutrientes y de otros parámetros determinantes para las comunidades biológicas, que en última instancia se ven alteradas de distintas formas.

A pesar de que el impacto de los cambios del régimen fluvial se debe analizar de una forma global, puesto que existe una interrelación entre las distintas alteraciones, es conveniente analizar el impacto desde cuatro aspectos fundamentales:

³⁸ **Ibidem**, pág. 16.

³⁹ El caudal de un río es la cantidad, o volumen, de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal, pues, está en función de la sección (metros cuadrados) a atravesar por la velocidad a la que atraviese la sección metros/segundo.

⁴⁰ Se considera que el régimen fluvial es el comportamiento del caudal de agua en promedio que lleva un río en cada mes a lo largo del año. Depende, pues, del régimen de precipitaciones, pero también de la temperatura de la cuenca (que determina la mayor o menor evaporación), del relieve, la geología, la vegetación y la acción humana.

a) ***La alteración del hábitat fluvial*** es la consecuencia más directa del impacto de un trasvase, lo cual implica también alteraciones en las especies. Los dos factores que más afectan son la disminución de la velocidad y del nivel del agua. En el primer caso se producen cambios en el tipo de sustrato, lo cual afecta a la supervivencia y a la distribución tanto de la vegetación como de la fauna acuática. En el segundo caso, la mayor afectación se produce tanto en las zonas sumergidas de orilla, un hábitat muy rico en especies y muy importante para la reproducción de los peces, como en la zona emergida de los márgenes, donde se pueden producir importantes modificaciones de la estructura, la composición y la productividad del bosque.

b) ***La alteración de la dinámica fluvial*** es una importante consecuencia de la detención de agua en el río Amazonas, tanto en lo que se refiere al régimen hidrológico, al cual están adaptadas las comunidades biológicas, como a la propia evolución geomorfológica del cauce. El fenómeno con mayor impacto es la disminución de la irregularidad de caudal, hecho que se ve reforzado por la regulación fluvial. Todo ello afecta notablemente las características del ecosistema fluvial, especialmente del bosque tropical húmedo del Amazonas y de las especies de fauna acuática cuando están en época de reproducción.

c) ***La alteración de la calidad del agua*** es otro fenómeno a tener en cuenta, puesto que la disminución del caudal implica una menor velocidad y una mayor temperatura del agua, lo cual implica una mayor actividad de descomposición de la materia orgánica, que puede causar una disminución del contenido de oxígeno disuelto (especialmente por la noche). Por otra parte, la disminución del caudal también implica un mayor impacto en el ecosistema fluvial de las vertidas aguas abajo del lugar de detención, ya que el efecto de dilución de los contaminantes es menor.

d) ***Las alteraciones derivadas de una mayor regulación***, en el caso que se requiera una regulación adicional para garantizar un volumen determinado de transferencia. En general, los efectos de esta mayor regulación vendrían a reforzar los impactos negativos derivados de la detención, ya sea una mayor regularización del flujo, un mayor tiempo de residencia del agua y una disminución de las aportaciones por mayor evaporación y filtración en caso de que se requiera la construcción de nuevos embalses.

No obstante, el impacto de los trasvases en la desembocadura de los ríos se centra en tres grandes temas que, en general, afectan en mayor o menor grado a cualquier ecosistema. En primer lugar existe un problema de aumento de la salinidad en la zona de mezcla de las aguas dulces y marinas, en segundo lugar se produce un fenómeno de disminución de la productividad biológica y de cambios en la distribución de las especies, y en tercer lugar se produce una disminución del aporte de sedimentos fluviales al sistema. También hay que tener en cuenta la posible afectación por una disminución de la calidad del agua y por cambios en el régimen fluvial.

El cauce o los cauces principales del río y sus brazos suelen tener agua, pero no necesariamente agua corriente, en todas las épocas del año. Cuando el río penetra en la llanura aluvial comienza a serpentear formando meandros⁴¹ cuyas curvas son proporcionales a la anchura del río. En algunos ríos mayores, como el Amazonas, por

⁴¹ Grandes curvaturas que se presentan a lo largo de un río de llanura, tanto en las planicies bajas de los trópicos, cuanto en las elevadas mesetas alto andinas.

ejemplo, aparecen cauces trenzados en los que las islas forman diques con depresiones o lagos en el centro. Cuando se constituyen tales cauces trenzados, la llanura inundable lateral tiene a veces una anchura limitada y toda su extensión puede quedar contenida en el cauce principal. En estos casos, las islas son análogas a la zona lateral inundable y desempeñan un papel similar en la biología de los peces.

Además del cauce o cauces principales del río, las zonas inundables⁴² tienen una red de cauces y caños que atraviesan los diques conectando el río principal con los pantanos y los lagos formados por antiguos meandros. Estos cauces pueden retener o no el agua durante todo el año, pero constituyen el camino principal para el agua y para el movimiento de los peces durante los periodos iniciales de las crecidas y durante las fases finales de retroceso del caudal. En muchas zonas inundables, los cauces naturales tienen como complemento canales artificiales construidos para la navegación, el riego, el drenaje o incluso la pesca.

La várzea o llanura inundable del Amazonas está asimismo salpicada de lagos, algunos de ellos muy grandes. Hay 20 lagos de más de 50km², y el Lago Grande do Curuai se extiende por 630km². Aunque éstos se parecen a los lagos que se encuentran en otras zonas de anegamiento, en el Amazonas existe también un tipo especial de masas de agua. Los afluentes que aportan aguas claras en los sectores bajos y medios del río tienen desembocaduras ensanchadas, formadas originalmente en valles sumergidos. Estos “ríos-lagos” son lugares de sedimentación en su extremo superior por donde penetra la corriente, donde se forman con los depósitos nuevas llanuras inundables de tipo várzea⁴³.

Cada una de las masas de agua de la zona de anegamiento suele durar largos periodos durante los que envejece, aunque unas crecidas particularmente intensas pueden producir cambios repentinos por derrubio⁴⁴ y sedimentación. El proceso de envejecimiento consiste en una sucesión natural que va del lago de superficie libre a la tierra seca pasando por las fases intermedias de los sistemas de lagunas poco profundas y pantanos. El río Amazonas y sus principales tributarios han contribuido a la formación de bosques espesos en las llanuras de la mayor parte de su recorrido. Sin embargo, los principales cauces fluviales bordean y circundan vastas llanuras aluviales de hasta 50 km de anchura en los sectores superiores y hasta 100 km de anchura más abajo. La zona de anegamiento amazónica alcanza su mayor extensión en el delta central situado en la confluencia del Amazonas y el Tapajos.

La configuración de la variabilidad del flujo fluvial depende principalmente de la escorrentía producida por las precipitaciones sobre la cuenca fluvial. Estas pueden realizarse en forma de lluvia en las zonas templadas y tropicales, en cuyo caso las respuestas de las corrientes de orden inferior a los cambios en las precipitaciones tienen una relación directa con la estacionalidad de las lluvias. El destino ulterior del flujo depende de la forma de la cuenca: los ríos de embalse tienen características internas que

⁴² La zona inundable se subdivide en dos componentes: i) la llanura que se inunda estacionalmente, pero que permanece seca al menos durante una parte del año, y ii) las aguas permanentes que quedan en la llanura durante la estación seca.

⁴³ **FAO Documento Técnico de Pesca Fluvial**, Roma, FAO, 1992, pág. 206.

⁴⁴ Un derrubio es una acumulación de fragmentos de rocas, desplazados por efecto de la erosión o por una corriente. Generalmente se sitúan al pie de las laderas de las elevaciones topográficas.

reducen la variabilidad del flujo, distribuyéndolo de manera más igual a lo largo del año y evitando las crecidas exageradas. Elementos como pantanos extensos, bosques, lagos o incluso las propias zonas de anegamiento pueden almacenar agua que afluirá más tarde.

Las cuencas hidrográficas o de captación (las tierras situadas entre el nacimiento y la desembocadura de un río, incluidas las tierras drenadas por él) y los sistemas costeros y marinos afectados por las descargas de las cuencas son unidades geográficas importantes en la gestión de los humedales y los recursos hídricos. El desarrollo rápido y no sostenible de los humedales, así como de las cuencas hidrográficas en las que se hallan, ha perturbado los ciclos hidrológicos naturales. En muchos casos, ello se ha traducido en un agravamiento y multiplicación de las inundaciones y las sequías, así como en el aumento de la contaminación. La degradación y la pérdida de humedales y de su biodiversidad traen consigo pérdidas y costos sociales importantes para las poblaciones humanas asentadas en dichas cuencas. Unas asignaciones apropiadas de agua a los humedales y su protección son pues esenciales para que estos ecosistemas puedan sobrevivir y continuar suministrando importantes bienes y servicios a las comunidades locales y mundiales.

El cambio radical de la cobertura vegetal sobre una región tan vasta como lo es el bosque tropical del Amazonas está influyendo sobre el régimen hidrológico de aguas abajo de los ríos. Los principales cursos afectados son los afluentes superiores del Paraguay (por ejemplo los ríos Taquarí, Cuiabá, Miranda, Aquidauana y el propio Alto Paraguay) y del Paraná (ríos Iguazú, Grande, Paranapanema y Tieté), así como los afluentes del Amazonas que fluyen desde el sur (como el Xingú y el Tapajoz), sin embargo, el Amazonas se dispone zonalmente, de modo que sus afluentes atraviesan varias zonas climáticas y riegan extensas regiones tropicales con estaciones alternadas de ambos hemisferios. Por ello, las crecidas no tienen lugar a la vez: los afluentes del norte aportan las lluvias del verano boreal; los del sur, las del verano austral. Así se equilibra el régimen fluvial, compensado, con diferencias relativamente pequeñas entre las aguas bajas y las altas⁴⁵.

Los impactos más intensos de la deforestación han sido: el aumento del escurrimiento, mayores picos de crecientes, erosión de suelos, crecientes volúmenes de sedimentos en suspensión en el agua, sedimentación en los embalses, sequías más prolongadas y flujos más irregulares en los ríos. Todos estos inconvenientes han sido matizados por la presencia de un elemento hidrológico fundamental que funciona como regulador de flujos permitiendo suavizar las irregularidades de caudal: los humedales del Gran Pantanal⁴⁶.

La reducción de la evaporación y la infiltración, aumentaron la erosión de los suelos y el escurrimiento, dando lugar a picos de crecida más elevados, con acumulación de

⁴⁵ Depósito de Documentos de la FAO. **Análisis Mundial- Cuestiones Escogidas: Los ríos de la zona tropicales**, 1998, pág. 82.

⁴⁶ El Gran Pantanal es una vasta región de pantanos y tierras húmedas en el suroeste de Mato Grosso, Brasil. Se extiende por 160 km a lo largo del margen oriental del alto río Paraguay. Geomorfológicamente funciona como un tipo de “delta interior” formado como resultado de la acumulación de sedimentos cuaternarios y pre-cuaternarios en una cuenca de hundimiento lento, localizada al oeste de los basaltos y areniscas de edad Mesozoica y Cenozoica y el Escudo Brasileño.

aluviones⁴⁷ tanto en las planicies ribereñas como en el delta del río Amazonas, sin embargo, los problemas se vieron agravados por la ocupación indiscriminada de la llanura de inundación y la eliminación de los humedales fluviales que ayudaban a amortiguar las descargas. Cada año la calidad del agua disminuye y las cifras muestran que la diversidad de los ecosistemas se deteriora con más rapidez en los hábitats de especies vegetales y animales de agua dulce. “El noventa por ciento de los desastres naturales son fenómenos que guardan relación con el agua, y su número y frecuencia van en aumento. Muchos de ellos son consecuencia de una explotación inadecuada del suelo”⁴⁸.

Las sociedades urbanas contemporáneas están sufriendo una situación contradictoria de difícil solución: a medida que disminuye la cantidad y calidad del agua disponible, debido a la extracción excesiva y al vertido creciente de aguas residuales, aumentan los requerimientos sociales por el recurso hídrico. En 2030, la población mundial necesitará 55% más de alimentos para poder subsistir. Esto va a traducirse en un incremento de la demanda de agua para regadíos, que ya representa 70% aproximadamente de toda el agua dulce destinada al consumo humano. Pese a que la producción de alimentos aumentó considerablemente en los últimos cincuenta años, 13% de la población mundial (esto es, unos 850 millones de personas concentradas sobre todo las en zonas rurales) sigue hambrienta⁴⁹.

En 2008, la mitad de la humanidad habita en ciudades y metrópolis. En 2030, esa proporción alcanzará los dos tercios, lo cual provocará un aumento espectacular de la demanda de agua en las zonas urbanas. Se estima que unos 2.000 millones de los habitantes de éstas vivirán en asentamientos ocupados ilegalmente y barriadas miserables. Esta categoría de la población urbana es la que más sufre las consecuencias de la falta de agua limpia e instalaciones de saneamiento⁵⁰.

Es preciso, buscar soluciones al conflicto que representa los impactos regionales, por ejemplo, el cambio climático sobre los recursos del agua y el estrés hídrico, y para ello, hay que tener presente que existen varias respuestas a la cuestión de cómo tomar en cuenta la dinámica a largo plazo en la planificación del agua (recursos). Las respuestas dependen de diversas consideraciones: a) comprensión actual de la hidrología de una cuenca fluvial; b) disponibilidad de datos y series temporales; c) naturaleza de los problemas relevantes para la cuenca fluvial; d) existencia de trabajos previos sobre la dinámica a largo plazo en la cuenca fluvial; o e) voluntad de las partes interesadas para invertir en un ejercicio intensivo de prospectiva⁵¹.

Por consiguiente, para alcanzar la meta de aprovechar los recursos de agua dulce en forma sostenible, deberán instrumentarse urgentemente nuevos métodos de manejo del agua y de las cuencas hidrográficas. Hasta ahora, los recursos hídricos por un lado y los humedales por el otro han tendido a quedar comprendidos en el ámbito de competencia

⁴⁷ Depósito sedimentario originado con el agua de lluvia, removido de las laderas de la montaña en forma de lodo y piedras.

⁴⁸ Maria Haydee Brenes-PNUMA, **Informe trienal de la ONU sobre recursos hídricos**, Marzo 2006, pág. 131.

⁴⁹ **Ibidem**, pág. 132

⁵⁰ **Ibidem**, pág. 134

⁵¹ Mermet, L, **Recherches Prospective en Environnement: Enjeux Théoriques et Méthodologiques**, Elsevier Science, Washington, 2003, pág. 165.

de distintos organismos sectoriales cuyos objetivos y modalidades de funcionamiento son con frecuencia muy diferentes. Como resultado de esto, han surgido y siguen surgiendo periódicamente conflictos en torno al aprovechamiento de los recursos hídricos y el manejo de las cuencas hidrográficas. Desafortunadamente, en este sentido no siempre se ha asignado a los humedales una prioridad acorde con las funciones que desempeñan en lo que respecta a contribuir a mantener sistemas fluviales sanos y productivos.

Como primera solución al conflicto, la comunidad local puede desempeñar una función importante en el manejo y la vigilancia de humedales y ríos. Existen ya varios programas para involucrar a grupos de la comunidad en esta actividad. Por ejemplo, la Red Mundial de Educación sobre el Medio Fluvial (GREEN)⁵², el cual promueve un enfoque educativo de carácter práctico basado en un eficaz modelo de enseñanza centrado en la cuenca hidrográfica (fluvial).

Uno de los componentes esenciales del manejo de las cuencas hidrográficas es el conocimiento de la oferta y la demanda actuales y futuras de agua, teniendo en cuenta los posibles impactos del cambio climático. Las evaluaciones actuales y futuras de las necesidades de este recurso deben concentrarse en los usos humanos del agua (como el regadío, la energía hidroeléctrica y el abastecimiento de agua para uso doméstico e industrial), así como en las necesidades ecológicas de agua en distintas partes de una cuenca hidrográfica. Al respecto, la demanda de agua no debe entenderse únicamente en términos de cantidad, sino también de calidad.

La demanda ecológica de agua es menos notoria y más difícil de cuantificar y por ende a menudo ha sido desestimada o infravalorada al evaluar la demanda global. Hacer caso omiso de estas necesidades puede ocasionar problemas ambientales y sociales graves, como el colapso de la pesca o la intrusión salina aguas abajo. Es importante también reconocer que los mayores daños ocasionados al medio ambiente pueden registrarse durante acontecimientos extremos realizados por el ser humano.

⁵² La Red trabaja en estrecho contacto con organizaciones empresariales, gubernamentales, públicas y educativas de todo el territorio de los Estados Unidos y del Canadá y con los coordinadores nacionales de GREEN en 135 países de todo el mundo. Su meta es promover y ampliar los conocimientos del público por conducto de una red educativa mundial que alienta el manejo sostenible de las cuencas hidrográficas. También apoya la educación de base comunitaria mediante las actividades cooperativas a nivel regional.

CAPÍTULO IV. ACCIONES A NIVEL MUNDIAL PARA LA PREVENCIÓN Y REVERSIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

“Abogamos por un esfuerzo común y por nuevas normas de comportamiento a todos los niveles y en interés de todos. Los cambios en la actitud, en los valores sociales y en las aspiraciones dependerán de vastas campañas de educación, debate y participación pública. Con este fin nos dirigimos a las agrupaciones civiles, a las Organizaciones no Gubernamentales, a los institutos de educación y a la comunidad científica. Todos han jugado un papel destacado en la concienciación pública y en el cambio político, y jugarán un papel crucial en encauzar al mundo hacia el desarrollo estable, basándose en Nuestro Futuro Común”¹.

4.1 Cooperación Internacional

Las causas de la rápida deforestación tropical son complejas, pero todas están vinculadas a la manera como los gobiernos organizan el crecimiento y desarrollo de las sociedades humanas en sus territorios. Los mosaicos de desarrollo han arrojado, en la mayoría de los países, beneficios financieros y materiales a expensas de una mayoría empobrecida. Los efectos característicos incluyen el crecimiento rápido de las poblaciones; la intensa concentración de la tierra en pocas manos que deja a millones de personas sin tierra, las limitadas oportunidades de empleo; las deudas internacionales desorbitadas, y las decisiones inadecuadas sobre el uso de la tierra, basadas en la entrada de divisas. Muchos proyectos de desarrollo han causado la deforestación, directa o indirectamente, con duros efectos sobre las comunidades que estiman los bosques.

Existen numerosos ejemplos de proyectos de desarrollo que han encontrado problemas inesperados, la mayoría proyectos realizados en colaboración entre los gobiernos nacionales e instituciones financieras internacionales de apoyo del mundo industrializado. Pero todavía quedan fundadas esperanzas. Cada fallo, aunque costoso en daños al medio ambiente y a la miseria humana, es una lección aprendida.

Hasta el momento, la puesta en práctica de soluciones para la deforestación y el mal uso de la tierra se ha hecho a pequeña escala. Para lograr un verdadero éxito es necesario un esfuerzo concentrado sobre un amplio número de temas, incluyendo los sectores públicos y privados, desde los dirigentes a nivel de Estado, hasta las autoridades locales y grupos comunitarios. Los gobiernos deben tomar la iniciativa de desarrollar políticas nuevas y crear alianzas internacionales que puedan enfocar los recursos y conocimientos sobre el problema del bosque tropical húmedo del Amazonas y crear las condiciones adecuadas para un cambio en la política, un cambio necesario para hacer del uso racional del bosque una posibilidad real. Durante los últimos años, posproyectos han originado una colaboración más amplia entre los países y han aumentado las esperanzas para un nuevo optimismo: el Plan de Acción Forestal en los Trópicos y el Acuerdo Internacional de Madera Tropical².

Los gobiernos normalmente tienen la última palabra sobre el destino de sus bosques, pero para que las políticas sean eficaces es necesario el apoyo fundamental de la población. Con mucha frecuencia existen conflictos de intereses, y en todo el mundo las personas que comparten la misma opinión en ocasiones pueden asociarse para crear

¹ Publicación Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo en 1987.

² David Attenborough, **Las Últimas Selvas Tropicales**, FOLIO, Barcelona, 1991, pág. 38.

organizaciones no gubernamentales (ONGS). A finales del siglo XX nos encontramos con miles de ONGS que representan a millones de miembros y socios: una fuerza con la que hay que contar.

Muchas ONGS actúan como grupos de presión, buscando constantemente nueva información a la opinión pública y a los gobiernos para alcanzar niveles de mayor calidad y un enfoque más amplio para la explotación de los recursos naturales. Otras organizaciones no gubernamentales reúnen fondos para poner en práctica importantes proyectos en los países con bosques húmedos. Frecuentemente, para proteger un bosque o reserva ecológica o para investigar la situación en que se encuentra una planta o un animal en peligro de extinción. Hay literalmente centenares, posiblemente miles, de ONGS que operan de esta manera, entre ellas se encuentran, la Conservación de la Naturaleza (MNS), el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) y muchas más.

4.1.1 Cumbre de la Tierra Río de Janeiro 1992

El medio ambiente se convirtió en una cuestión de importancia internacional en 1972, cuando se celebró en Estocolmo la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano. En los años subsiguientes, las actividades encaminadas a integrar el medio ambiente en los planes de desarrollo y los en procesos de adopción de decisiones en el plano nacional no llegaron muy lejos. Aunque se avanzó algo respecto de cuestiones científicas y técnicas, se siguió soslayando la cuestión del medio ambiente en el plano político y se fueron agravando, entre otros problemas ambientales, el adelgazamiento de la capa de ozono, el calentamiento de la Tierra y la degradación de los bosques.

Cuando las Naciones Unidas establecieron la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1983, era evidente que la protección del medio ambiente iba a convertirse en una cuestión de supervivencia para todos. La Comisión presidida por Gro Harlem Brundtland (Noruega) llegó a la conclusión de que para satisfacer “las necesidades del presente, sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones, para satisfacer las propias” la protección del medio ambiente y el crecimiento económico habrían de abordarse como una sola cuestión.

Como resultado del Informe Brundtland, la Asamblea General de las Naciones Unidas convocó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD). La Conferencia, conocida como Cumbre para la Tierra, se celebró en Río de Janeiro del 3 al 14 de junio de 1992. Fue un momento decisivo en las negociaciones internacionales sobre las cuestiones del medio ambiente y el desarrollo. Los objetivos fundamentales de la Cumbre eran lograr un equilibrio justo entre las necesidades económicas, sociales y ambientales de las generaciones presentes y de las generaciones futuras y sentar las bases para una asociación mundial entre los países desarrollados y los países en desarrollo, así como entre los gobiernos y los sectores de la sociedad civil, sobre la base de la comprensión de las necesidades y los intereses comunes³.

³ División de Desarrollo Sostenible-Departamento de Coordinación de Políticas y de Desarrollo Sostenible-Naciones Unidas, **Cumbre para la Tierra + 5: Periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea General para el examen y aplicación del Programa 21**, Nueva York 23 al 27 de junio de 1997, Naciones Unidas, 1998, pág. 36.

La Comisión sobre el Desarrollo Sostenible fue establecida después de la Cumbre de la Tierra para apoyar, alentar y supervisar a los gobiernos, los organismos de las Naciones Unidas y los grupos principales, tales como los sectores comercial e industrial, las organizaciones no gubernamentales y otros sectores de la sociedad civil, en las medidas que habrían de adoptar para aplicar los acuerdos alcanzados en la Cumbre para la Tierra.

La Comisión está integrada por representantes de 53 gobiernos elegidos entre Estados Miembros de las Naciones Unidas sobre la base de una representación geográfica equitativa. Los miembros ocupan su cargo durante periodos de tres años; cada año se celebran elecciones para cubrirlos por rotación. Las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales acreditadas ante la Comisión pueden participar en sus periodos de sesiones en calidad de observadores.

La Comisión, que se reúne anualmente en Nueva York, presenta informes al Consejo Económico y Social y formula recomendaciones a la Asamblea General. Su primer periodo de sesiones se celebró un año después de la Conferencia de Río, del 14 al 26 de junio de 1993; el segundo fue celebrado del 16 al 27 de mayo de 1994; el tercero, del 11 al 28 de abril de 1995, y el cuarto, del 18 de abril al 3 de mayo de 1996.

El mandato de la Comisión consiste en examinar la aplicación de los acuerdos alcanzados en la Cumbre para la Tierra, impartir orientación normativa a los gobiernos y a los grupos principales que realizan actividades relacionadas con el desarrollo sostenible y fortalecer el Programa 21, elaborando nuevas estrategias en caso necesario. La Comisión intenta promover el diálogo y crear asociaciones entre los gobiernos, los organismos de las Naciones Unidas y los grupos principales, lo cual resulta fundamental para promover el desarrollo sostenible en todo el mundo.

Con arreglo al programa de trabajo temático plurianual aprobado en su primer periodo de sesiones, la Comisión supervisa la aplicación del Programa 21 y recibe informes anuales de los gobiernos y aportes de las organizaciones que forman parte de los grupos principales. En 1997, la Asamblea General pasó revista a los adelantos generales alcanzados desde la Cumbre para la Tierra. Entre las cuestiones intersectoriales que se examinan junto con las sectoriales cabe incluir: el comercio y el medio ambiente; las modalidades de producción y de consumo; la lucha contra la pobreza; la dinámica demográfica; los recursos y mecanismos financieros; la educación, la ciencia, la transferencia de tecnología ecológicamente racional, la cooperación técnica y el fomento de la capacidad; la adopción de decisiones y las actividades de los grupos principales.

Los informes que presentan anualmente los gobiernos son la base fundamental sobre la cual se evalúan los progresos y se determinan los problemas que se plantean a los países. A mediados de 1996, unos 75 gobiernos anunciaron que habían establecido comisiones nacionales de desarrollo sostenible u otros órganos de coordinación. Muchos países estaban tratando de obtener apoyo legislativo para sus planes de desarrollo sostenible; por otra parte, en la mayor parte de los países la participación de las organizaciones no gubernamentales es sumamente activa.

Para ayudar a los países a formular normas sobre sostenibilidad y controlar sus efectos, el Programa 21 reconoce la necesidad de que se establezca una serie de indicadores del desarrollo sostenible de aceptación internacional. De hecho se previó que para el año 2000 se pondrían a disposición de todos los países una serie de indicadores de entre los cuales los gobiernos podrían seleccionar los más adecuados para las condiciones en sus países, sin embargo, el resultado no fue muy exitoso. La labor de la Comisión respecto de la evolución de las modalidades de producción y de consumo, particularmente en los países desarrollados, incluye la promoción de modalidades más sostenibles de consumo y de producción y la evaluación de los efectos en los países en desarrollo, de los cambios en las pautas de consumo y producción en los países desarrollados. La transferencia de tecnología ecológicamente racional es otra cuestión en que la Comisión aprobó un programa de trabajo encaminado a seguir promoviendo formas de producción industrial menos contaminantes.

La Comisión mediante la negociación está ampliando el alcance del Programa 21 en otras esferas mediante su colaboración con la Organización Mundial del Comercio (OMC), la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), encaminada a promover la coherencia y el apoyo mutuo de las actividades en materia de comercio, medio ambiente y desarrollo sostenible.

También se está intensificando la labor en diversos aspectos sectoriales. Al observar los inicios de una crisis del agua, la Comisión pidió que se llevara a cabo una evaluación mundial de todos los recursos de agua dulce; asimismo, la Comisión pidió que se coordinaran y centraran mejor las actividades en la esfera de la energía. En 1994, la Comisión estableció el Grupo Intergubernamental sobre los Bosques, como órgano subsidiario, y le encargó que estudiara más en detalle la ordenación sostenible de los recursos forestales mundiales.

El Grupo Intergubernamental sobre los Bosques se reunió durante dos años (1995 – 1997) con miras a lograr un consenso y formular opciones para la adopción de nuevas medidas a fin de promover la ordenación, conservación y explotación sostenibles de todos los tipos de bosques; combatir la deforestación y la degradación forestal; promover la cooperación internacional, y facilitar el comercio internacional de productos forestales. Al cabo de dos años, el Grupo presentó en 1997 varias propuestas negociadas para la adopción de medidas sobre diversas cuestiones relativas a la ordenación forestal sostenible. Esas propuestas estaban dirigidas a los países, las organizaciones internacionales y los grupos principales, incluido el sector privado.

Las propuestas del Grupo Intergubernamental sobre los Bosques se refieren, entre otras cosas, a los programas nacionales de ordenación forestal, la evaluación de recursos forestales, la elaboración de criterios e indicadores, los conocimientos tradicionales sobre los bosques y las causas fundamentales de la deforestación.

En lo personal, considero que la Cumbre de la Tierra fue un gran paso después de los 20 años transcurridos en Brundtland, resultado de la firma de varias Convenciones como la de bosques, la Declaración marco de las Naciones Unidas sobre biodiversidad y desertificación, no obstante, lo fundamental no es firmar documentos sino valer cada una de las propuestas establecidas en ellos. Asimismo, fue imprescindible el tema del desarrollo sostenible principalmente la erradicación de la pobreza, minorías, así como

los ámbitos económico, ambiental y social, los cuales juegan un papel primordial en el desequilibrio ambiental mundial.

Los acuerdos de la Cumbre para la Tierra

En Río, 172 gobiernos, incluidos 108 Jefes de Estado y de Gobierno, aprobaron tres grandes acuerdos que habrían de regir la labor futura: el Programa 21, un plan de acción mundial para promover el desarrollo sostenible; la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, un conjunto de principios en los que se definían los derechos civiles y obligaciones de los Estados, y una Declaración de principios relativos a los bosques, serie de directrices para la ordenación más sostenible de los bosques en el mundo.

Se abrieron a la firma además dos instrumentos con fuerza jurídica obligatoria: la Convención Marco sobre el Cambio Climático y el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Al mismo tiempo se iniciaron negociaciones con miras a una Convención de lucha contra la desertificación, que quedó abierta a la firma en octubre de 1994 y entró en vigor en diciembre de 1996.

4.1.2 Agenda 21

En el Programa 21 o Agenda 21, que contiene más de 2.500 recomendaciones prácticas, se abordó los problemas urgentes de hoy en día. El Programa 21 tenía por objeto preparar al mundo para los retos del próximo siglo e incluye propuestas concretas en cuestiones sociales y económicas, como la lucha contra la pobreza, la evolución de las modalidades de producción y de consumo, la dinámica demográfica, la conservación y ordenación de nuestros recursos naturales, la protección de la atmósfera, los océanos y la diversidad biológica, la prevención de la deforestación y el fomento de la agricultura sostenible.

En el Programa 21 se recomiendan maneras de fortalecer el papel de los grupos principales (las mujeres, los sindicatos, los agricultores, los niños y los jóvenes, las poblaciones indígenas, la comunidad científica, las autoridades locales, el comercio, la industria y las organizaciones no gubernamentales) con miras al desarrollo sostenible.

Al aprobar el Programa 21, la Conferencia exhortó a los participantes a adoptar varias iniciativas importantes en esferas fundamentales del desarrollo sostenible. Entre esas iniciativas cabe señalar la Conferencia Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de los pequeños estados insulares en desarrollo⁴, de la cual surgió un Programa de Acción para esos Estados, una Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la

⁴ Actualmente, son 51 pequeños estados y territorios insulares en desarrollo, entre los cuales destacan: Antigua y Barbuda, Barbados, Cabo Verde, Dominica, Estados Federados de Micronesia, Fiji, Granada, Islas Marshall, Islas Salomón, Kiribati, Maldivas, Mauricio, Nauru, Palau, Saint Kitts y Nevis, Samoa, San Vicente y las Granadinas, Santa Lucía, Santo Tomé y Príncipe, Seychelles, Singapur, Tonga, Tuvalu y Vanuatu; y a las Islas Cook y a Niueque. Estos países comparten ciertas desventajas, tales como: 1) Una reducida gama de recursos, 2) El aislamiento económico, 3) La degradación del medio terrestre, 4) El posible aumento del nivel del mar debido al cambio climático. Desde que los PEID fueron identificados como un grupo especial durante la Cumbre de la Tierra en 1992, un número de objetivos de desarrollo han sido formulados a nivel internacional para disminuir la vulnerabilidad de los PEID y reforzar su resistencia y sustentabilidad. CEPAL. División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Naciones Unidas, 3 al 5 de Agosto 2005

Desertificación, de fuerza jurídica obligatoria, y la celebración de conversaciones sobre la prevención del agotamiento de las poblaciones de peces altamente migratorios y de las poblaciones de peces cuyos territorios se encuentran dentro y fuera de las zonas económicas exclusivas (poblaciones de peces transzonales).

4.1.3 Declaración de Río, 1992

En la Declaración de Río se definen los derechos y las obligaciones de los Estados respecto de principios básicos sobre el medio ambiente y el desarrollo. Incluye las siguientes ideas: la incertidumbre en el ámbito científico no ha de demorar la adopción de medidas de protección del medio ambiente; los Estados tienen el “derecho soberano de aprovechar sus propios recursos” pero no han de causar daños al medio ambiente de otros Estados; la eliminación de la pobreza y la reducción de las disparidades en los niveles de vida en todo el mundo son indispensables para el desarrollo sostenible, y la plena participación de la mujer es imprescindible para lograr el desarrollo sostenible.

Por otra parte, deduzco que los puntos más sobresalientes de esta Declaración son el principio 21 y el principio precautorio, ya que el primero menciona la alianza mundial orientada a lograr un desarrollo sustentable y un futuro próspero y el segundo nos indica la importancia de llevar a cabo medidas efectivas que eviten o contrarresten amenazas con daños irreversibles.

4.1.4 Declaración sobre la Deforestación de Bosques, 1992

La Declaración de los principios para la ordenación sostenible de los bosques, que no tiene fuerza jurídica obligatoria, constituyó el “primer consenso mundial” sobre la cuestión. En la Declaración se dispone, fundamentalmente, que todos los países, en especial los países desarrollados, deberían esforzarse por reverdecer la Tierra, mediante la reforestación y la conservación forestal; que los Estados tienen derecho a desarrollar sus bosques conforme a sus necesidades socioeconómicas, y que deben aportarse a los países en desarrollo recursos financieros destinados concretamente a establecer programas de conservación forestal con miras a promover una política económica y social de sustitución.

Tras la aprobación de los principios relativos a los bosques se estableció, en 1995, un Grupo Intergubernamental sobre los Bosques, en calidad de órgano subsidiario de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, es importante mencionar que Brasil se opuso rotundamente a esta Convención, debido a los problemas que aquejan al Bosque del Amazonas.

Grupo Intergubernamental sobre los Bosques

En el tercer periodo de sesiones de la Comisión, celebrado en abril de 1995, se estableció el Grupo Intergubernamental sobre los Bosques. Esa medida evidenció la preocupación generalizada que existe respecto de la situación en que se encuentran los bosques del mundo y la importancia crítica de los bienes y servicios que proporcionan desde los puntos de vista económico, social, cultural y ambiental. El Grupo centró su atención en la ordenación sostenible de los bosques y la aplicación de las decisiones sobre los bosques de la Cumbre para la Tierra.

El mandato del Grupo abarca aspectos como la necesidad de formular programas forestales nacionales, la función productiva de los bosques, el comercio de productos forestales y el medio ambiente, la conservación de la diversidad biológica, la importancia de los bosques en la moderación del cambio climático mundial y el respeto de los derechos de las poblaciones indígenas y de los habitantes de los bosques. También comprende cuestiones de cooperación técnica y financiera entre países, de hecho el Grupo presentó su informe definitivo a la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible en su período de sesiones de 1997.

4.1.5 Convención sobre la desertificación del suelo, 1994

La necesidad de adoptar medidas encaminadas al problema global de la degradación de la tierra es cada vez más urgente, pues esta contribuye a la pérdida de diversidad biológica, de biomasa terrestre y bioproductividad, y al cambio climático global; lo que puede conducir a una inestabilidad económica y política; ejerciendo presiones sobre la economía y la estabilidad no sólo de estas áreas afectadas sino también de las sociedades fuera de ellas perjudicándoles negativamente en su desarrollo sostenible.

Durante esta Declaración, los parlamentarios aceptaron que el problema mundial de la desertificación está relacionado con la amenaza que afecta a los suelos. Los suelos son una de las bases naturales de la vida humana y del desarrollo social. El problema alimentario mundial no puede resolverse sin mantener las cuatro funciones principales del suelo, a saber: hábitats para las personas, animales y plantas, producción, cultura, y reglamentaciones. El suelo ha sido y es todavía objeto de escasa atención, por ello, las políticas de protección del suelo han de tener mayor relevancia, y deben figurar en las agendas políticas actuales.

La capacidad de nuestro planeta para sostenernos está disminuyendo. Los problemas son sobradamente conocidos: la degradación de los suelos y de las tierras agrícolas, la disminución de la cubierta vegetal y de los bosques, la disminución del abastecimiento de agua limpia, la reducción de las pesquerías, y la consiguiente amenaza de una mayor vulnerabilidad social y ecológica. Estos peligros son de orden mundial; sus repercusiones, sin embargo, se hacen sentir más en el mundo en desarrollo, y especialmente entre los pueblos que viven en la pobreza.

La desertificación es un fenómeno realmente mundial que afecta a un 40% aproximadamente de la masa terrestre de nuestro planeta. Un 70% de todas las tierras secas están afectadas por la desertificación, con una superficie de 36 millones de km²; los países menos adelantados son los más afectados por ese fenómeno. Más de 1,000 millones de personas en 100 países están afectados directamente por la desertificación, o corren peligro de estarlo⁵. Durante la tercera Mesa Redonda de Parlamentarios sobre la desertificación, celebrada en Bonn en 2000, los parlamentarios se mostraron muy preocupados por la gravedad de la situación en diferentes regiones del mundo. En África, continente en que los desiertos o zonas áridas constituyen dos terceras partes de la superficie total y en el que un 73% de las tierras áridas está ya gravemente o moderadamente degradado; en América Latina y el Caribe, en que cerca de las tres cuartas partes de la tierra árida, equivalentes a casi la cuarta parte de la región, están

⁵ Uwe Holtz, **La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD) y su dimensión política**, Naciones Unidas, 2000, pág. 74.

moderada o gravemente degradadas; en el Mediterráneo, en el que casi dos terceras partes de las tierras áridas están muy degradadas, y en los países de Europa central y oriental, en los cuales entre un 40 y un 80% de las tierras áridas están fuertemente degradadas.

En un esfuerzo para detener los efectos perjudiciales de la degradación de las tierras, la comunidad internacional adoptó la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Sequía (UNCCD), la cual aspira a implementar acciones efectivas mediante programas locales con el apoyo de acuerdos de cooperación y asociación internacional.

La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación se abrió a la firma en París en octubre de 1994, para mayo de 1995 la habían firmado 105 países y entró en vigor el 26 de diciembre de 1996. En la actualidad la Convención cuenta con alrededor de 170 estados parte, de los cuales 30 pertenecen a la región de América Latina y El Caribe. La Convención define a la desertificación como “la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas resultantes de diversos factores tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas; y por degradación de la tierra se define como: "degradación del suelo, recursos hídricos, vegetación, biodiversidad y reducción de la calidad de vida de la población afectada”⁶.

Según datos de la Convención contra la Desertificación de las Naciones Unidas el 70% de los 5.200 millones de hectáreas de tierras áridas utilizadas en todo el mundo para la agricultura ya están degradadas, con una pérdida estimada en 42,000 millones de dólares por año.

La lucha contra la degradación del medio ambiente es parte integrante de los objetivos de la Convención sobre la desertificación del suelo, tomando en cuenta que las actividades de lucha contra la pobreza y la consecución de políticas sobre el medio ambiente pueden avanzar juntas⁷. La prioridad es cooperar para la práctica desarrollo humano sostenible y la necesidad de integrar los principios y políticas de los acuerdos multilaterales sobre el medio ambiente (AMMA) en las políticas económicas y procesos de decisión de todo el mundo, particularmente para conseguir que las políticas comerciales y medioambientales se apoyen recíprocamente.

La Cumbre para la Tierra + 5 en 1997

La Cumbre para la Tierra convino en que la Asamblea General de las Naciones Unidas, en un periodo extraordinario de sesiones celebrado en 1997, llevaría a cabo un examen de los adelantos alcanzados al cabo de cinco años. En ese periodo extraordinario de sesiones se evaluó en qué medida han respondido los países, las organizaciones internacionales y la sociedad civil al reto de la Cumbre para la Tierra. En la Cumbre para la Tierra + 5, Jefes de Estado y autoridades gubernamentales, en consultas de base amplia en todos los planos, desde el local hasta el internacional, llevarán a cabo una evaluación amplia y honesta de nuestra posición en relación con los objetivos establecidos en la Cumbre para la Tierra.

⁶ Depósitos de la FAO_ **Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y a Sequía (UNCCD)**, Producido por el departamento de Montes, Roma, 1994, pág. 22.

⁷ Grupo Internacional de Personalidades Destacadas, **The United Nations Convention to Combat Desertification: A Useful Tool for Sustainable Development and Poverty Alleviation**, editado por la Secretaría de la CNUCLD, Bonn, 2002, pág. 133.

El objetivo consiste en determinar y reconocer los adelantos alcanzados en la aplicación de los acuerdos concertados en la Cumbre para la Tierra y en promover acuerdos similares en todo el mundo. También se tratará de identificar errores y omisiones y de proponer medidas correctivas. Mediante el examen se promoverá la asociación mundial necesaria para alcanzar el desarrollo sostenible y se tratará de renovar el compromiso de los gobiernos, las organizaciones no gubernamentales, los representantes de grupos principales y la ciudadanía en general en relación con los retos del siglo que se acerca. Un propósito importante del periodo de sesiones consiste en determinar las prioridades y los objetivos y esbozar un plan de trabajo para la siguiente etapa de aplicación de los instrumentos de la Cumbre para la Tierra, que nos llevará al siglo XXI.

4.1.6 Seminario “Amazonia Siglo XXI: Perspectivas para el Desarrollo Sustentable”

Entre el 27 y el 29 de marzo del 2001, políticos, funcionarios forestales, representantes de la industria y de ONGs se reunieron en la ciudad de Brasilia durante el seminario “Amazonia Siglo XXI: Perspectivas para el Desarrollo Sustentable” a efectos de discutir sobre el futuro de la Amazonia, la mayor selva tropical del mundo. A pesar del drástico proceso de deforestación y degradación que está afectando desde hace años a este vasto y rico espacio geográfico, en el encuentro reinó una visión optimista. El fundamento de tal actitud esta en la idea de que el “manejo forestal sustentable” habrá de constituir la herramienta capaz de solucionar todos los problemas.

El sector industrial, representado por la Confederación Nacional de Industrias de Brasil defendió la corta selectiva como una practica adecuada para alcanzar el "desarrollo sustentable" de la región amazónica y dio una alerta frente a las visiones catastrofistas y alarmistas en relación al futuro. Los representantes de las ONGs presentes compartieron básicamente la idea de que el manejo forestal sustentable constituye una manera adecuada de conservar la selva. Si bien ambos grupos mencionaron la necesidad de controlar el madereo ilegal, los aspectos sociales y políticos no fueron considerados en sus respectivas exposiciones.

Este encuentro tan lleno de optimismo fue interrumpido por un grupo de indígenas representantes de diferentes naciones, que invadió el auditorio y expreso sus puntos de vista. Dijeron que querían seguir siendo indios, que querían conservar sus bosques y culturas y que para ello necesitaban apoyo. El líder kayapo O-Kiaboro recordó a la audiencia que la llegada de los europeos al territorio que después sería Brasil significó el inicio de la destrucción de la naturaleza y de las culturas indígenas. Su pueblo no tiene por qué ser optimista en relación con el futuro de la Amazonia.

Por el contrario, su percepción es que están perdiendo su hogar, y que las autoridades no están haciendo nada para proteger sus derechos. Abogó por un fortalecimiento del estatus y las funciones de la FUNAI (agencia gubernamental de asuntos indígenas), que actualmente está siendo desmantelada. Otro de los representantes indígenas expresó claramente lo que piensan de la FUNAI al señalar: “Dicen que la FUNAI no sirve. Pero los pueblos indígenas me han dicho: es malo tenerla, pero peor sería no tenerla”⁸. Una vez que los representantes indígenas expresaron su posición, abandonaron la sala, y las

⁸ WRM-Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, Boletín N° 45 del WRM, Abril de 2001, Uruguay, pág. 42.

discusiones siguieron más o menos en el mismo tono optimista: el manejo sustentable es la solución al problema.

Sin embargo, entre los tantos temas no discutidos en el encuentro estuvo el de las consecuencias de este “manejo” para los bosques. Una de ellas sería la apertura del bosque, como consecuencia de la corta selectiva, lo que aumentaría aún más el riesgo de incendios, fenómeno que ya está destruyendo extensas áreas de la Amazonia. Pero probablemente el peor aspecto de la corta selectiva es que es un argumento usado por el gobierno para apoyar sus planes de promoción industrial para explotar los recursos de la Amazonia durante el siglo que se inicia. Por increíble que parezca, tras el desastre ambiental y social que significó el programa “Pro frente Brasil” implementado durante la dictadura militar en la década de los años 60 y 70, y a pesar de las críticas que levantó en 1997 el plan “Brasil en Acción”, para inversiones en infraestructura, nuevos asentamientos y la expansión de la frontera agrícola en la Amazonia, el gobierno sigue insistiendo con el plan “Avanza Brasil”.

Este nuevo y gigantesco plan incluye (entre otros proyectos de consecuencias negativas) uno para duplicar la actual red carretera en la región. Ello posibilitaría la explotación de la totalidad del volumen de madera existente y llevaría a la liquidación final de la selva. En suma, la conservación de la Amazonia no es una cuestión técnica, que pueda ser resuelta con el “manejo forestal sustentable”. En el actual contexto político, centrar la discusión en este tema significa jugar a favor de las empresas que, respaldadas por el gobierno, se están preparando para explotar lo que queda de un espacio que hace 50 años permanecía prácticamente virgen y estaba siendo utilizado de manera verdaderamente sustentable por parte de los pueblos indígenas que lo habitaban⁹.

4.2 Tratado de Cooperación Amazónica

Los orígenes de este Tratado fueron sin lugar a dudas un acuerdo marco de contenido fundamentalmente político. La cancillería brasileña consideró que era necesario desarrollar un marco jurídico internacional para promover un genuino desarrollo sostenible de esa inmensidad que se denomina convencionalmente como la Amazonía, es decir el espacio geográfico que ocupa toda el área centro-oriental de la América del Sur, 7,800,000 km² que representan más del 40% del territorio suramericano, zona relativamente despoblada no llegando a los 40 millones de habitantes, pero con enormes riquezas y con formas de vidas únicas en el planeta.

Esas riquezas no sólo se expresan por su enorme biodiversidad, más de 30,000 especies vegetales, cerca de 2,000 especies de peces, 60 familias de reptiles, 35 familias de mamíferos y 1,800 especies de aves, sino además contiene en la sola cuenca del río Amazonas, 20% de toda el agua dulce del mundo, un recurso cada vez más escaso y codiciado y la generación del 50% del oxígeno puro que respira toda la humanidad.

Asimismo, es una importante fuente de recursos para el desarrollo de las economías de la región. A título de ejemplo y sólo para mencionar algunos elementos, contiene una de

⁹ Rodolfo Salm. Artículo basado en información obtenida de: **A morte da Floresta Amazonica no século XXI**, Edición Especial, abril 2001, pág. 17.

las mayores reservas conocidas de Bauxita¹⁰, aproximadamente un 15% del total mundial, y al mismo tiempo es uno de los mayores proveedores para el mercado mundial de hierro, eso sin tomar en cuenta el potencial de desarrollo de sus recursos en madera, oro, estaño y probablemente uranio.

Esta realidad contenida en esa enorme veridud, generaba y genera una mirada interesada por parte de la comunidad mundial que veían en ella la posibilidad de considerarla como patrimonio común de la humanidad. Las razones variaban desde aquellos que deseaban que ese pulmón verde quedara tal como estaba, es decir, sin explotar a otros que, tomando como base la necesidad de preservar las culturas autóctonas, pretendían crear jurisdicciones especiales fuera del control de los respectivos estados soberanos de esa región. En todo caso, en el ambiente prevalecían intenciones de internacionalizar ese espacio y someterlo a normas internacionales que disminuirían considerablemente la soberanía de los países que ejercían sobre esos espacios.

Por eso, y a pesar de que no exista ninguna disposición en el Tratado que defina su naturaleza, resulta evidente del estudio que se haga de la negociación del mismo, que la intención de las partes era la de reservarse el ejercicio de sus respectivas soberanías sobre la región y articular mecanismos de cooperación para lograr un desarrollo sustentable tomando en cuenta las peculiaridades de esos territorios, desde el punto ambiental y poblacional y desarrollar el tratado como un instrumento estratégico al servicio de los Estados miembros de la organización.

Algunas disposiciones del Tratado van claramente en ese sentido como lo son, en el propio primer párrafo del preámbulo, la mención a la importancia que para cada una de las Partes tienen sus respectivas regiones amazónicas como parte integrante de sus territorios. Esa consideración se matiza, para darle un carácter multilateral al acuerdo, con la mención que se hace en el segundo párrafo a la necesidad de promover un desarrollo armónico de la Amazonía que permita una distribución equitativa de dicho desarrollo entre las partes contratantes. Pero esa cooperación va referida fundamentalmente al intercambio de informaciones, coordinación de políticas y a la celebración de acuerdos y entendimientos operativos entre las partes

El Tratado reitera en diversos artículos la primacía de las respectivas soberanías nacionales y no contempla ninguna disposición que permita dar base a una organización supra nacional. Un buen ejemplo del espíritu del tratado lo expresa el artículo 4 en el que señala “Las partes contratantes proclaman que el uso y aprovechamiento exclusivo de los recursos naturales en sus respectivos territorios es derecho inherente a la soberanía del Estado y su ejercicio no tendrá otras restricciones que las que resulten del derecho internacional.”

Este cierre a una eventual internacionalización fue un factor importante y de hecho el Tratado no era, un acuerdo verdaderamente internacional, porque dejaba la responsabilidad de las acciones a tomar en manos de cada uno de los Estados (y en forma expresa se indica que estos rechazan el concepto de recursos naturales compartidos).

¹⁰ La bauxita es una roca rojiza compuesta principalmente de hidrato de aluminio mezclado con hierro y sílice. Sirve para obtener el aluminio por métodos electrolíticos, además es un gran disolvente y filtrante por lo que se emplea para depurar grasas y aceites minerales y también se utiliza para utilizar abrasivos.

Uno de los aspectos más polémicos en la negociación del Tratado, y que casi puso en jaque su elaboración, fue la subsistencia en el ámbito territorial de este acuerdo respecto de varios problemas fronterizos entre los Estados parte del mismo. En particular existían y existen reclamaciones territoriales entre Venezuela y Guyana, Guyana y Suriname y Ecuador y Perú. Esto acarreaba dificultades para definir, en primer lugar, el ámbito de aplicación de este acuerdo, ya que si por ejemplo se adoptaba como criterio de definición del ámbito del Tratado, la cuenca del río Amazonas, no sólo dejaba fuera del mismo a Suriname, que no tiene afluentes del Amazonas, sino que además se complicaba con la reclamación territorial que tiene Venezuela con la República Cooperativa de Guyana. Por ejemplo, los ríos afluentes del Amazonas (Ireng y Tacutú) están situados en la zona en reclamación, por lo que, de haberse usado este criterio, si prosperara la reclamación venezolana, paradójicamente Venezuela se vería en la obligación de cederle los espacios bañados por los ríos en referencia al Brasil, en virtud que la delimitación entre Venezuela y Brasil se basa en la divisoria de aguas entre los ríos Orinoco y Amazonas, con la única excepción de la peculiar situación del caño Casiquiare, que formando parte del sistema del Orinoco, es también afluente del Amazonas.

Problema mucho más serio era la disputa entre el Ecuador y el Perú que generó una serie de conflictos bélicos entre estas dos naciones. Por eso fue necesario redactar una cláusula de salvaguardia territorial que impide que ninguna de las partes pudiera utilizar el nuevo Acuerdo a favor o en detrimento de sus respectivas disputas bilaterales. Esa disposición está contenida en el artículo XIX que menciona lo siguiente “Ni la celebración del presente Tratado, ni su ejecución tendrán efecto alguno sobre cualesquiera otros Tratados o Actos Internacionales vigentes entre las partes, ni sobre cualesquiera divergencias sobre límites o derechos territoriales que existan entre las partes, ni podrá interpretarse o invocarse la celebración de este Tratado o su ejecución para alegar aceptación o renuncia, afirmación o modificación, directa o indirecta, expresa o tácita, de las posiciones e interpretaciones que sobre estos asuntos sostengan cada parte contratante”. Esta disposición era esencial para que los países referidos suscribieran el acuerdo sobre todo porque el Tratado incluía una disposición precisa en el artículo XXVI en la que se prohibía terminantemente hacerle reservas o declaraciones interpretativas al mismo.

Aspectos positivos del Acuerdo

Es evidente que el extraordinario significado económico y ambiental de la Amazonía iba a impulsar el desarrollo de este acuerdo marco y facilitar una serie de acciones y acuerdos de cooperación de largo alcance. En ese sentido podemos destacar que ya desde la primera década de vigencia del Tratado comenzaron a funcionar y actuar las diversas comisiones especiales previstas, en particular la de asuntos indígenas, de salud, de ciencia y tecnología entre otras.

Se celebraron varias reuniones de Cancilleres; en la primera, celebrada en Belem en octubre de 1980, se reafirmó que el uso y aprovechamiento de todos los recursos naturales de la Amazonía es potestad soberana y exclusiva de cada uno de los Estados en ella ubicados y se reiteró el rechazo a cualquier injerencia externa sobre las políticas que los Estados miembros aplicaban en la Amazonía así como la necesidad de fomentar los esfuerzos de coordinación de las diversas planificaciones nacionales para articular una infraestructura de transportes y telecomunicaciones tal como esta previsto en el Art.

10 del tratado¹¹. En la tercera reunión celebrada en Quito en marzo de 1989 empiezan a cobrar fuerza a nivel político los acuerdos y mecanismos de cooperación amazónica bilateral existentes entre los países miembros y se manifiesta la voluntad política de los gobiernos para promover en forma dinámica y efectiva el desarrollo amazónico. De nuevo se reitera con base en el artículo 4 el rechazo a cualquier injerencia externa y se crea la Comisión Especial de Asuntos Indígenas de la Amazonía.

En la Declaración de Caracas del 6 de abril del 2000 se reconoce que este acuerdo constituye una iniciativa sin precedentes de concertación y cooperación regional y que cada vez tiene más relevancia como instrumento para el desarrollo sostenible de los pueblos amazónicos. Se reitera la responsabilidad compartida de los Estados signatarios sobre ese patrimonio que es únicamente de los Estados. Para lograr que la cooperación regional amazónica sea más eficaz y se logren resultados prácticos de mayor proyección los Estados se comprometieron a acelerar el establecimiento de la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica con su respectiva Secretaría permanente.

Entre los otros objetivos que merecen ser destacados está la coordinación de esfuerzos para, conjugar los imperativos del desarrollo económico y social con la conservación y preservación del medio ambiente, dirigidos a la erradicación de la pobreza en la zona. La necesidad que las políticas de desarrollo sean sostenibles y que se aproveche de manera eficiente la biodiversidad.

Una de las preocupaciones fundamentales, reiterada en la Declaración de Caracas, ha sido la proliferación de actividades ilícitas que se llevan a cabo en la Región Amazónica que afectan la seguridad y el desarrollo de los Estados de dicha región. En particular apoyan las iniciativas que se realicen en el marco del Tratado para solucionar los problemas de cultivos ilícitos, narcotráfico, tala indiscriminada de bosques, biopiratería y minería ilegal. Entonces, se puede decir que el logro más importantes de los últimos tiempos, ha sido la consolidación irreversible de una conciencia ambiental y la aspiración de los miembros de la organización de que en este nuevo siglo se logre un desarrollo sostenible de la Amazonía mediante la utilización racional de los recursos naturales, logrando un equilibrio entre el ser humano y la naturaleza. Otro aspecto de gran importancia para lograr los propósitos del acuerdo es sin duda la creación de la nueva organización la Organización del Tratado de Cooperación Amazónica OTCA con su secretaria permanente con sede en Brasilia.

Proyección para el futuro

Es evidente que la tendencia mundial hacia una economía globalizada generará presiones para que se incorporen a ese proceso zonas, que como la Amazonía, contienen una gran diversidad biológica. Esa es una razón para generar a través de la nueva organización iniciativas creativas para el uso, manejo y conservación de la cuenca del Río Amazonas. Y que los Estados signatarios del Tratado fortalezcan sus posiciones negociadoras en los diversos foros mundiales en los que se negocien materias referentes al desarrollo sustentable.

No se puede pasar por alto que la Agenda 21, reconoció la necesidad de conciliar las funciones productivas de los bosques con su papel ecológico, mediante una nueva

¹¹ **Declaración de Belém.** Reunión de Cancilleres, Artículo 10, 24 de agosto 2001, pág .25.

concepción de la gestión forestal. En ese sentido el Tratado de Cooperación Amazónica, mediante el proceso de Tarapoto colocó a la región en el debate internacional en materia de criterios e indicadores de sustentabilidad para la implementación del desarrollo sostenible de los bosques integrando para ello la participación activa del Estado y la Sociedad civil.

Otro aspecto, que a pesar de no contar con una disposición expresa del Tratado merece la mayor atención en el futuro, es la necesidad de mejorar la seguridad en la región que se ve cada día mas comprometida por diferentes actos de naturaleza delictiva, que van desde el cultivo y tráfico de estupefacientes hasta las talas ilegales, la explotación sin control y en perjuicio del medio ambiente de algunos recursos naturales. En ese sentido se debe considerar como un paso fundamental la culminación del proyecto SIVAM¹², mediante el cual el gobierno brasileño ha procedido a instalar una serie de sensores y radares para monitorear y rastrear las actividades en la amazonía brasileña; esta inversión de 1400 millones de dólares fue financiada por el Banco do Brasil y Eximbank, así como por SER/EKN de Suecia y Raytheon credit facilities. Con este sistema las autoridades brasileñas contarán con un sistema de vigilancia tan sofisticado y de alcance tan preciso que detectará las actividades ilegales de deforestación, las eventuales incursiones de la guerrilla, la mejor protección de los territorios indígenas y evitar al contrabando de extracción de especies animales y vegetales en peligro de extinción¹³.

Definido entonces el ámbito de aplicación del Tratado, se puede concluir que el mismo es un Acuerdo de cooperación de interés fundamentalmente hidrográfico y ambiental, que busca preservar el control de los Estados sobre sus respectivos territorios amazónicos sin que por ello se cree un ordenamiento supranacional. Es un eslabón más en los diversos esfuerzos de convergencia latinoamericana a través de la cooperación para lograr el desarrollo de ciertas áreas. Es evidente que el grado de interés por esa región no es simétrico, ya que varía mucho el porcentaje del territorio que ésta representa para cada país, en el caso del Brasil es obvio que la Amazonía representa entre el 60 y 70 % del territorio, según sea el criterio de definición del mismo y representa además el mayor porcentaje de habitantes en esta zona que tiene como denominador común de todos sus miembros el ser la menos desarrollada económicamente¹⁴.

¹² El Sistema de Vigilancia de la Amazonia (SIVAM) fue creado para establecer una nueva orden en la Región Amazónica, por medio de una red de recopilación y procesamiento de informaciones, formando un amplio banco de datos para ser compartido por todos los órganos gubernamentales que operan en la región. De esta forma se elimina la duplicación de esfuerzos, por medio de la adecuación de los medios y recursos disponibles para la realización de las tareas, respetando las competencias institucionales. El sistema recolecta, trata y pone a disposición informaciones que hacen viable coordinar e integrar acciones para controlar y defender el territorio, el espacio aéreo y el medio ambiente, de forma que proporciona soporte al desarrollo sustentable y soberano de la Amazonia Brasileña.

¹³ Según información del New York Times proporcionada por el General Teomar Fonseca Quírico, este sistema, al estar basado en radares, operará día y de noche con buen o mal tiempo y podrá observar desde una altura de 33,000 metros y hasta una distancia de 125 km una imagen tan diminuta como la de un ser humano desplazándose por esa zona.

¹⁴ www.ine.gob.mx. Fecha de consulta 27 de Noviembre 2007.

4.3 Reunión Ministerial sobre Bosques

En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), celebrada en 1992, se confirmó el compromiso internacional respecto de la ordenación forestal sostenible y se reconoció su función en el desarrollo sostenible. En la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible (CMDS), celebrada en 2002, se reafirmó la contribución de los recursos forestales a las esferas de la energía, la salud, la seguridad alimentaria, los recursos hídricos y la conservación de la diversidad biológica, elementos clave todos ellos del desarrollo sostenible que también se tienen en cuenta en los objetivos de desarrollo del milenio. En dichas cumbres se recalcó que todos los sectores contribuían de forma importante a conseguir el desarrollo sostenible.

En la última década aumentaron los compromisos nacionales para mejorar y proteger los recursos forestales. No obstante, la degradación forestal sigue estando inaceptablemente extendida, debido en parte a fuerzas ajenas al sector forestal. Por otra parte, la continua demanda de tierras mantiene la deforestación a un nivel elevado en muchas regiones. Para resolver los problemas de la deforestación y la degradación forestal no sólo se requerirán esfuerzos concertados en el ámbito de la ordenación forestal sostenible, sino también una mayor cooperación intersectorial¹⁵.

Varias iniciativas regionales y mundiales tienen por objeto ayudar a los países a mejorar la ordenación forestal, entre ellas las Reuniones Ministeriales de los bosques convocadas por la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) las cuales, tienen presente la importancia y la continua pertinencia de los Principios relativos a los bosques de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD) y del Plan de Aplicación de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, los cuales tienen como meta fundamental:¹⁶

- mejorar la coordinación de las políticas forestales con las políticas económicas, ambientales y sociales, a fin de incrementar la contribución de la ordenación forestal sostenible al desarrollo sostenible y al cumplimiento de los compromisos pertinentes incluidos en la Declaración del Milenio de las Naciones Unidas, entre ellos los objetivos de desarrollo acordados internacionalmente,
- mejorar la aplicación de las leyes y la gobernanza nacionales en materia forestal y a promover a tal efecto la cooperación internacional en apoyo del comercio internacional de madera y productos forestales procedentes de bosques cosechados legalmente y gestionados de forma sostenible,
- incrementar la cooperación internacional en relación con los incendios forestales,
- realzar la función de liderazgo internacional de la FAO en relación con los bosques, en particular manteniendo su papel de guía y facilitador en la Asociación de Colaboración en materia de Bosques,

¹⁵ Depósito de Documentos de la FAO. **Reunión Ministerial sobre Bosques**, Producido por departamento de bosques, noviembre 2004, pág. 14

¹⁶ Depósito de Documentos de la FAO. **Resultados de la Reunión Ministerial sobre Bosques**, Producido por departamento de bosques 128º periodo de sesiones, junio 2005, pág. 27.

- mantener y, cuando sea necesario, aumentar el apoyo en el plano nacional a las evaluaciones forestales y a la presentación de informes al respecto y, en el plano internacional, para armonizar y simplificar los sistemas internacionales de presentación de información sobre los bosques.

4.4 Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-PNUMA)

La comunidad científica internacional ha reconocido la inminencia de un calentamiento global causado por las crecientes concentraciones de gases de invernadero en la atmósfera producidas por la actividad humana. De hecho, los análisis de los registros climáticos de los últimos 100 años muestran un incremento en la temperatura global del orden de 0.4 a 0.5°C. Ante esta situación, en 1988 la Organización Meteorológica Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente constituyeron el Panel Intergubernamental sobre cambio climático (IPCC), con el propósito de revisar el estado del conocimiento mundial sobre el cambio climático y sus consecuencias.

Las revisiones realizadas por el IPCC revelaron que los efectos de un cambio climático podrían ser muy serios y que resultaba imperativo tomar medidas para tratar de aminorar sus efectos.

Debido a que estas medidas afectarían el desarrollo económico de las diferentes naciones que integran nuestro planeta, y dado que dichos efectos y el grado de responsabilidad por el deterioro ambiental no son uniformes, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo que se llevó a cabo en Río de Janeiro (Brasil), en 1992, se firmó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático.

Es de suma importancia darle un gran peso a este Panel Intergubernamental de cambio climático (IPCC) ya que es la institución encargada de realizar aquellos informes sobre el calentamiento global bajo los aspectos del Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (PNUMA), asimismo, considero de suma utilidad destacar a los asesores científicos del PNUMA, ya que son un elemento fundamental para la investigación y desarrollo de la conservación de ecosistemas, protección de problemas marinos, bajo el régimen de los paneles de asesores científicos y técnicos y por supuesto del IPCC.

4.5 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC)

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC por sus siglas en inglés), constituida por 26 artículos, fue firmada en la ciudad de Nueva York, el 9 de mayo de 1992, y al igual que el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), fue uno de los resultados de la Cumbre de la Tierra, que se realizó en Río de Janeiro, Brasil, en junio de 1992. Su objetivo es el de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera, a niveles en los que se puedan prevenir

interferencias antropógenas peligrosas para el sistema climático¹⁷. Este nivel debería alcanzarse a tiempo para que los ecosistemas puedan adaptarse naturalmente al cambio climático, de manera que la producción de alimentos no se vea amenazada y que sea posible el desarrollo económico sustentable.¹⁸

Para lograr este objetivo, la UNFCCC se basa en dos pilares: los principios y los compromisos adquiridos bajo la Convención. Para verificar que estos dos pilares se desarrollen con miras a alcanzar el objetivo de la Convención, la UNFCCC estableció una Conferencia de las Partes y una Secretaría. Además, posee unos organismos subsidiarios encargados de apoyarla y asesorarla en su gestión. Los órganos que se crearon junto con la Convención, son el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico y Técnico (SBSTA), y el Órgano Subsidiario de Implementación (SBI). En la primera Conferencia de las Partes, se crearon otros dos organismos subsidiarios: el AGBM, o grupo ad-hoc sobre el Mandato de Berlín, y el AG13, o grupo ad-hoc.

Para lograr este cometido, los países signatarios de la Convención Marco pertenecientes al Anexo I (países desarrollados OCDE más EE) se comprometieron a reducir sus niveles de emisión de gases de invernadero en el año 2000 a los niveles que tenían en 1990, así como a brindar asesoría, apoyo técnico y financiero a los países en desarrollo. Por su parte, México, y el resto de los países no pertenecientes al Anexo I de la Convención, acordaron proteger el sistema climático para beneficio de la humanidad sobre una base de equidad y de acuerdo con sus responsabilidades y capacidades¹⁹.

La Convención sobre Cambio Climático, se realizó a la par del Convenio sobre Diversidad Biológica ya que en sí mismo el fenómeno del cambio climático afecta a los diferentes niveles de la diversidad biológica (genes, especies/poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes). Los temas que se analizaron en la UNFCCC fueron²⁰:

1. Conservación de la diversidad biológica.
2. Utilización sostenible de sus componentes.
3. Participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización
4. Cooperación.
5. Formación y estímulos.
6. Seguimiento.
7. Recursos y mecanismos financieros.

La Convención Marco sobre el Cambio Climático establece una estructura general para los esfuerzos intergubernamentales encaminados a resolver el desafío del cambio climático. Reconoce que el sistema climático es un recurso compartido cuya estabilidad puede verse afectada por actividades industriales y de otro tipo que emiten dióxido de carbono y otros gases que retienen el calor.

¹⁷ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático**– UNFCCC, Naciones Unidas, 2004, pág. 56. ó Página oficial de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático: http://unfccc.int/la_puerta_espanol/items/950.php

¹⁸ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático** UNFCCC, Instituto Nacional de Ecología- INE y SEMARNAT, México, 2005. www.ine.gob.mx

¹⁹ **Ibidem.**

²⁰ **Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático** UNFCCC, Naciones Unidas, **Op.Cit.** pág. 57.

La temperatura media de la superficie terrestre ha subido más de 0,6°C desde los últimos años del siglo XIX. Se prevé que aumente de nuevo entre 1,4°C y 5,8°C para el año 2100, lo que representa un cambio rápido y profundo. Aun cuando el aumento real sea el mínimo previsto, será mayor que en cualquier siglo de los últimos 10.000 años. La razón principal de la subida de la temperatura es un proceso de industrialización iniciado hace siglo y medio y, en particular, la combustión de cantidades cada vez mayores de petróleo, gasolina y carbón, la tala de bosques y algunos métodos de explotación agrícola²¹.

Estas actividades han aumentado el volumen de “gases de efecto invernadero” en la atmósfera, sobre todo de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso. Estos gases se producen naturalmente y son fundamentales para la vida en la Tierra; impiden que parte del calor solar regrese al espacio, y sin ellos el mundo sería un lugar frío y yermo. Pero cuando el volumen de estos gases es considerable y crece sin descanso, provocan unas temperaturas artificialmente elevadas y modifican el clima.

El clima es un concepto que refleja las condiciones medias de la atmósfera que caracterizan una zona determinada del planeta. Estas características se obtienen tras un largo periodo de observación, alrededor del cual pueden producirse variaciones más o menos grandes. Aún siendo un parámetro estadístico, los organismos vivos se han adaptado a los valores medios que todos los elementos climáticos presentan, adecuando su fisiología, su bioquímica o su comportamiento a esas variaciones. La importancia que tiene el clima para los seres vivos radica en la capacidad de éstos de asumir las desviaciones con respecto a esos valores medios y adecuar sus ciclos vitales para sacar el máximo provecho de las condiciones del medio²². Los sistemas ecológicos y socioeconómicos más vulnerables son aquellos con mayor sensibilidad²³ al cambio climático, y menor habilidad de adaptación²⁴.

Según el IPCC se pueden tomar seis estrategias para adaptarse al cambio climático:

1. Se pueden tomar medidas para prevenir pérdidas.
2. Es posible reducir pérdidas a límites tolerables.
3. El peso de los impactos del cambio climático puede llevarse más fácilmente por medio de la fragmentación y compartimiento de pérdidas.
4. Las comunidades pueden también cambiar los usos o actividades que ya no sean viables.
5. O pueden cambiar de lugar o reubicar sus actividades.
6. Algunas veces puede ser mejor restaurar lugares.

Finalmente, como se anotaba antes, la UNFCCC se basa, para el cumplimiento de sus objetivos en principios y compromisos. La Convención en su artículo 3, señala los principios que deben regir la toma de decisiones respecto a la lucha contra el cambio climático y sus efectos adversos. Éstos se pueden resumir de la siguiente manera:

²¹ **Ibidem**, pág. 57

²² **Atlas de Ecología**, Ed. Cultural, 1996, pág. 46.

²³ La Secretaría de la UNFCCC define la sensibilidad como el grado en el cual un sistema responde a un cambio en el clima.

²⁴ La adaptabilidad se refiere al grado en el cual un sistema se puede ajustar en respuesta o en anticipación a condiciones cambiantes.

1. Principio de precaución, que dice que el desconocimiento de total certidumbre científica no debe ser usada como una excusa para posponer acciones, cuando existe el riesgo de daño serio o irreversible.
2. Principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas, por medio del cual todos los países se comprometen a luchar contra el cambio climático y sus efectos adversos, de acuerdo a sus capacidades, y se asigna a los países desarrollados el liderazgo en esta lucha.
3. Principio de necesidades y circunstancias especiales de los países en desarrollo, mediante el cual, se da tratamiento especial a los países con menos capacidad de lucha contra el cambio climático, especialmente en lo que se refiere a financiación e intercambio de ciencia y tecnología.
4. Principio de desarrollo sostenible, que asegura que las políticas y medidas que se adopten con el fin de mitigar el cambio climático y sus efectos adversos, deben estar integradas a los programas de desarrollo de cada Parte.
5. Principio de crecimiento económico, mediante la cooperación en la promoción de un sistema económico abierto y propicio.

Sin embargo, considero importante que estas estrategias o principios sean tomadas en cuenta y llevadas a cabo de manera veraz para cumplir con su objetivo primordial, el cual es irrevocar en gran medida las amenazas y consecuencias que el cambio climático ha forjado en nuestro planeta, ya es hora de tomar decisiones efectivas, irrevocables y de gran impacto para hacer alianzas y luchar por una meta en común “salvar a nuestro planeta”.

4.6 Protocolo de Kyoto

Durante las últimas décadas se ha producido un avance significativo en el desarrollo de los mercados de contrapartidas de carbono. Este avance parte de los esfuerzos para poner en práctica la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) firmada en Río de Janeiro en 1992 durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo (UNCED). Y aunque el desarrollo del mercado internacional de servicios de carbono ha ido en aumento, las iniciativas que han surgido recientemente alrededor del mundo sugieren que las contrapartidas forestales puedan jugar un papel cada vez más importantes en alcanzar las metas de reducción de emisiones acordadas por los signatarios del Protocolo de Kyoto de 1997²⁵.

Cuando adoptaron la Convención, los gobiernos sabían que sus compromisos no serían suficientes para abordar en serio los problemas del cambio climático. En la CP1 (Berlín, marzo-abril de 1995), en una decisión conocida con el nombre de Mandato de Berlín, las Partes pusieron en marcha una nueva ronda de conversaciones para decidir la adopción de compromisos más firmes y más detallados para los países industrializados. Después de dos años y medio de negociaciones intensas, se adoptó el protocolo de Kyoto en la CP3 de Kyoto (Japón), el 11 de diciembre de 1997.

Pese a la complejidad de las negociaciones, quedaron “pendientes” un considerable número de cuestiones, incluso después de la adopción del Protocolo de Kyoto. En éste

²⁵ Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. **Op.Cit.** pág.355.

se esbozaban los rasgos básicos de sus “mecanismos” y el sistema de cumplimiento, pero no se especificaban las trascendentales normas que regulaban su funcionamiento.

Aunque 84 países firmaron el Protocolo, lo cual significaban que tenían intención de ratificarlo, muchos se resistían a dar ese paso y hacer que el Protocolo entrara en vigor, antes de tener una idea clara sobre las normas del tratado. Por ello, se inició una nueva ronda de negociaciones para especificar las normas concretas del Protocolo de Kyoto, que se organizó en paralelo con las negociaciones sobre las cuestiones pendientes en el marco de la convención. Esta ronda culminó finalmente en la CP7 con la adopción de los Acuerdos de Marrakech, en que se establecían normas detalladas para la aplicación del Protocolo de Kyoto.

El Protocolo de Kyoto de 1997 tiene los mismos objetivos, principios e instituciones de la Convención, sin embargo sobresale de manera importante ya que las Partes incluidas en el Anexo I se comprometen a lograr objetivos individuales y jurídicamente vinculantes para limitar o reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Sólo las Partes a la Convención que sean también Partes al Protocolo (es decir, que lo ratifiquen, acepten, aprueben o adhieran a él) se ven obligadas por los compromisos del Protocolo. Los objetivos individuales para las Partes incluidas en el anexo I se enumeran en el anexo B del Protocolo de Kyoto. Entre todos suman un total de recorte de las emisiones de gases de efecto invernadero de al menos el 5% con respecto a los niveles de 1990 en el periodo de compromiso de 2008-2012.

De tal manera, este año 2008 será de suma importancia para toda la comunidad internacional, ya que será el comienzo de un gran esfuerzo para tratar de contrarrestar un problema gravísimo que nos está aquejando rápida y brutalmente, así mismo, observaremos hasta donde llegará la voluntad de los estados para cumplir los objetivos estipulados y salvar a nuestro planeta.

Para alcanzar las metas, el Protocolo propone una serie de medios:

- reforzar o establecer políticas nacionales de reducción de las emisiones (aumento de la eficacia energética, fomento de formas de agricultura sostenibles, desarrollo de fuentes de energías renovable);
- cooperar con las otras Partes contratantes (intercambio de experiencias o información, coordinación de las políticas nacionales con vistas a una mayor eficacia por medio de mecanismos de cooperación, como el permiso de emisión, aplicación conjunta y mecanismo de desarrollo limpio).

Según el Protocolo, puede lograrse la reducción de emisiones al disminuir éstas o aumentar la captación de carbono. La importancia de los bosques como una fuente de carbono (alrededor de la cuarta parte de las emisiones globales provienen de la quema de bosques, el desmonte y la erosión del suelo) y de su almacenaje (los bosques representan las dos terceras partes del carbono terrestre), significa que pueden desempeñar un papel clave en la generación de compensaciones de carbono.

Además de establecer las metas antes mencionadas, el Protocolo de Kyoto proporciona un marco para comercializar los derechos de emisión²⁶. Al reconocer que algunos países

²⁶ Véase en Anexos, pág 107 del presente trabajo.

encontrarán más fácil y más barata la reducción de las emisiones que otros, el Protocolo permiten que los países comercialicen los derechos de emisión a fin de reducir los costos totales y poder alcanzar su meta.

No obstante, como parte de los esfuerzos de lograr un acuerdo político en la Sexta Conferencia de las partes (COP6), celebrada en junio del 2001, se impusieron varios límites en el comercio de los derechos de emisión. En particular, las actividades forestales permitidas por el Mecanismo de Desarrollo Limpio, en el cual se restringen a la forestación y reforestación. Asimismo los créditos de la silvicultura y otros captadores terrestres se limitaron al 1% de las emisiones de año de referencia del país²⁷.

Puede usarse la administración forestal en los países del Anexo B y la implementación conjunta sujetas a los límites específicos de cada país. En la Séptima Conferencia de las Partes (COP7), celebrada en Marrakech en noviembre de 2001, se tomo loa decisión de limitar la banca de pago por servicios ambientales de carbono con base en el Mecanismo de Desarrollo Limpio y en implementación conjunta.

La discusiones sobre el papel potencial de los bosques tienden a enfocarse en los proyectos de la industria forestal a gran escala. El papel de la capacidad que los campesinos representan ha recibido poca atención, ya que no se ha tomado en cuenta su aporte potencial a la solución de los problemas del cambio climático global y de paso se les ha cerrado la posibilidad de obtener ingresos adicionales. Sin embargo, es cierto que involucrar a los campesinos en el mercado internacional emergente de servicios de carbono no es tarea fácil²⁸, pero no imposible.

Por tanto, el Protocolo de Kyoto es el instrumento más importante destinado a luchar contra el cambio climático, ya que en él, se sujeta el compromiso asumido por la mayoría de los países industrializados de reducir sus emisiones de algunos gases de efecto invernadero, responsables del recalentamiento del planeta, en una media de un 5%. Este representa un esfuerzo internacional para controlar los efectos nocivos de la acción humana sobre el medio ambiente en el que se entrelazan aspectos ecológicos, económicos y sociales, no obstante, es importante entender que es un problema de todos que requiere también la participación de todos.

²⁷ Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. **Op.Cit.** pág .65.

²⁸ **Ibidem**, pág. 355

PROPUESTAS O ALTERNATIVAS

Los retos del medio ambiente en las décadas venideras son, sin lugar a dudas, enormes. Desgraciadamente la capacidad humana para adquirir conocimientos, sabiduría y aplicarlos creativamente para solucionar los problemas vitales ha sido rebasada por su destrucción y aniquilación a la naturaleza.

La larga lista de desastres en la cuenca amazónica asociados a la explotación de las regiones tropicales se ha hecho demasiado familiar; erosión de la tierra desertización, deforestación, destrucción del ecosistema y extinción de especies. En el mundo industrializado, mientras las poblaciones se estabilizan, el consumo de minerales, de los abastecimientos de la madera, agua y otros recursos naturales sigue aumentando continuamente. En la competencia establecida entre el hombre y el medio ambiente no hay ganadores. La capacidad de nuestro planeta para mantener su población se reduce irreversiblemente a medida que las poblaciones en expansión y el incremento del consumo aumentan sus exigencias. La raíz del problema es el hombre, que siempre ha tenido una posición dominante sobre la naturaleza.

Por ello el reto de conservación, significa mucho más que protegerlos derechos de las especies individuales de las plantas o los animales, más que cuidar las tierras, más que conservar las cuencas forestales para asegurar el abastecimiento de agua en el futuro, más que separar lugares claves como zonas protegidas. La conservación esta respondiendo a estos objetivos, y a la vez satisfaciendo las necesidades básicas humanas de vivienda, alimentación, salud y educación. Es una forma de gestionar los recursos naturales que satisface la demanda humana actual, mientras mantiene las reservas suficientes de recursos renovables y procesos ecológicos de los que dependen.

Por ello, a continuación planteo algunas propuestas para la reparación del daño ambiental en el bosque tropical del Amazonas y con ello la detención del desarrollo paulatino del cambio climático.

- **Bosques por alimento:**

Debido a que la destrucción del bosque del Amazonas es originada, entre otras causas, por la sobre explotación de los recursos naturales mediante el proceso de roturación de la tierra, tala y quema del bosque tropical, así como la práctica de la ganadería y agricultura, llevada a cabo por las comunidades de la región para enfrentar la pobreza y obtener otras fuentes de recursos económicos, es necesario implantar una propuesta que prohíba determinantemente el pago de las empresas multinacionales a los campesinos de esta zona para el cultivo principalmente de soya; ya que debido a esta actividad 1,800 hectáreas del bosque tropical más extenso del mundo está desapareciendo a cada hora; sin que los países desarrollados, dueños de estas empresas multinacionales se responsabilicen del daño y propongan actividades de reforestación.

Por ello, esta propuesta de “Bosques por alimento”, se basa principalmente en que los países desarrollados se comprometan a reparar el daño ecológico y después de un lapso considerable de utilizar la tierra para el cultivo de ciertos productos, paguen un salario mensual a los campesinos de la zona afectada, para que comiencen la reforestación del lugar; de este modo, tanto los campesinos, como las empresas y principalmente el bosque saldrán beneficiados, ya que se reforesta la zona dañada.

O en su defecto, para llegar a un arreglo en forma legal, las empresas multinacionales deberán comprometerse mediante un convenio a apagar cierta cantidad monetaria y brindar los elementos necesarios a los gobiernos de la región amazónica, para que estos a su vez brinden empleo a los campesinos del bosque y comiencen la reparación del daño, mediante un mecanismo óptimo y adecuado para la reforestación de la tierra, por un salario o como ya lo había mencionado anteriormente por una ayuda alimenticia.

- Responsabilidad Compartida

La recuperación y conservación de las tierras es muy importante para el desarrollo económico, social y el medio ambiente, no sólo es obligación de los gobiernos, también es responsabilidad de la sociedad, la cual implica que todos tenemos obligación y derecho a velar por que se haga un uso sostenible de las tierras del bosque amazónico.

La prevención porque es importante implementar el manejo integral de los suelos del bosque, principalmente los que son utilizados para actividades agrícolas, ganaderas, productivas o ambientales, esto implica manejar la tierra aplicando las prácticas de cultivo o actividad productivas a fin de que no disminuya su productividad y evitar su deterioro. Este principio se basa en la premisa de que la prevención es preferible a la restauración, ya que pretende promover e incentivar las formas más adecuadas de utilizar las tierras del bosque amazónico.

La compensación se refiere a que el que ocasiona un daño ambiental debe compensarlo o pagarlo, este es parecido al conocido como “el que contamina paga”, es decir que los que contaminen o causen deterioro en el bosque son los que deben cubrir los costos de las medidas que se implementen para reducir el deterioro ambiental. La compensación no debe ser interpretada como un derecho para contaminar o deteriorar por la capacidad de pago que tenga el responsable, puesto que siempre tiene la responsabilidad de prevenir.

- Promoción de programas de manejo sostenible y lucha contra la desertización

Esta propuesta se basa principalmente en realizar y promover programas de manejo sostenible del suelo del bosque tropical del Amazonas para la recuperación de nutrientes y protección del mismo contra la erosión a fin de recuperar su productividad, además de establecer programas de lucha contra la desertificación e integrarlos en los planes nacionales de desarrollo y de ordenamiento del territorio de la cuenca amazónica, para que de esta forma se tenga un mayor compromiso de interés social y se oriente al desarrollo integral mediante programas de acción

De tal manera, los gobiernos y las instituciones deben diseñar con la finalidad de identificar y gestionar recursos financieros sustanciales de fuentes externas, para incentivar y sufragar parte de los esfuerzos de la lucha contra la desertificación del Amazonas.

- Promoción de adquisición de tecnología

Los gobiernos de los países que forman parte de la cuenca amazónica deben promover la transferencia, adquisición, adaptación y desarrollo de tecnologías que ayuden a luchar

contra la desertificación, las cuales deben ser ecológicamente racionales, económicamente viables y socialmente aceptables.

- Creación de un Tratado Intrarregional Ambiental

Se debe crear un Tratado Intrarregional entre los siete países del continente sudamericano: Bolivia, Brasil, Colombia, Ecuador, Guyana, Perú y Venezuela, con el propósito de unir fuerzas para combatir el deterioro ambiental del Amazonas, así como formular o diseñar programas o planes nacionales para coordinar los esfuerzos de cada país encaminado a fortalecer las acciones tendientes a recuperar y prevenir la desertificación, la sequía y la deforestación en el bosque.

Además, mediante este tratado, los países deberán promover el desarrollo participativo de la sociedad y de las comunidades locales sobre los recursos naturales, para mantener el equilibrio ecológico del bosque a largo plazo. De tal forma, el tratado ayudará a involucrar en actividades de lucha contra la desertificación y deforestación a los agricultores, ganaderos y otros usuarios locales que están en contacto más real con el bosque; así como a las autoridades regionales y nacionales.

- Captación de Carbono mediante la práctica de la agroforestería

Esta alternativa se basa principalmente en el secuestro global del carbono mediante la conservación de recursos forestales, el establecimiento y el manejo forestal, así como las prácticas de agroforestería. Además de ser más baratos que los métodos alternativos para reducir el calentamiento global, la captación de carbono tiene el potencial de agregar un valor significativo a las empresas forestales. Los beneficios económicos de almacenaje de carbono generalmente se definen en términos de costos y daños evitados.

La silvicultura y la agroforestería pueden mitigar el calentamiento global de dos formas: conservando el stock de existencias de carbono en el recurso forestal, y por medio del establecimiento de nuevos reservorios de CO₂ a través de la reforestación, sin embargo, algunas estimaciones, desde el punto de vista biológico y económico, respecto al potencial de las prácticas de manejo forestal para controlar las concentraciones de dióxido de carbono son altamente especulativas.

A través del secuestro de carbono, los niveles del dióxido de carbono atmosférico pueden reducirse en la medida que los niveles de carbono orgánico del suelo aumentan. En general, las prácticas de manejo que incrementan el carbono orgánico del suelo también reducen la erosión del suelo y mejoran los recursos naturales.

En primera instancia, es más fácil crear mercados para los servicios de captación de carbono en los bosques, una razón es que el valor del carbono capturado es el mismo en todas las partes, ya que, una tonelada de carbono capturada en lugar contribuye de igual forma a la reducción del cambio climático que una tonelada capturada en cualquier otro lugar, también, es más fácil, medir la captación de carbono en una biomasa vegetal que vincula los cambios de uso de suelo con las funciones hídricas o de la diversidad biológica. Esto significa que es más fácil contabilizar los aumentos o reducciones de almacenaje de carbono y, por tanto, resulta más fácil su supervisión y comercialización.

- Diseñar programas de acción con la finalidad de identificar y gestionar recursos financieros sustanciales de fuente externas, para incentivar y sufragar parte de los esfuerzos de la lucha contra la deforestación, desertización y sequías que están acabando poco a poco con los bosques.

- Formular un marco jurídico que defina estrategias y prioridades, en el marco de planes y políticas de desarrollo sostenible, para luchar contra la deforestación, desertificación y mitigar los efectos de la sequía.

- Promover la transferencia, adquisición, adaptación y desarrollo de tecnologías que ayuden a luchar contra la desertificación, las que deben ser ecológicamente racional, económicamente viables y socialmente aceptables.

- Desarrollar programas de concientización, sensibilización y educación dirigidos a mujeres y hombres involucrados en el uso directo de los suelos en proceso de desertificación, así como, promover el desarrollo participativo como un reconocimiento al derecho que poseen las comunidades locales sobre los recursos naturales y sean los garantes para mantener el equilibrio ecológico a largo plazo de las tierras.

CONCLUSIONES.

Durante largo tiempo se creyó que los recursos del planeta eran casi ilimitados, pero a partir de la década de los años 70's la humanidad comenzó a darse cuenta de que dichos recursos son finitos y que era preciso reducir su consumo. En una palabra, el hombre esta interfiriendo, incluso, en las altas capas de la atmósfera, de modo que su actividad de depredador, practicada desde los tiempos más remotos de su historia ha alcanzado niveles inimaginables, lo que conducen al Planeta a una situación de límite y de alto riesgo. Ello se debe, en parte, a los efectos de la actividad industrial de las sociedades contemporáneas, pero también a las necesidades derivadas del desorbitado incremento de la población mundial.

Como resultado de la investigación puedo señalar que el cambio climático es y seguirá siendo una catástrofe mundial, debido a varios factores importantes como la presión poblacional por parte de las naciones desarrolladas y las naciones en vías de desarrollo, ya que realizan una explotación cada vez mayor sobre los recursos naturales. Asociados a estos cambios, seguirán existiendo grandes alteraciones en los ecosistemas globales y una ruptura del equilibrio ecológico, debido en gran parte a la deforestación propiciada en los bosques del planeta, ejemplo de ello es el bosque del Amazonas, el pulmón del planeta.

La deforestación en el mundo y en el Amazonas en Brasil es una de las problemáticas que aqueja e impacta en gran medida al cambio climático debido a la gran degradación, sequía y erosión que se propicia en la tierra; sin embargo, lo impactante de esta situación no es tratar de comprender el cambio climático sino son las consecuencias irremediables que ha propiciado el gran depredador del mundo "el ser humano".

Cabe señalar, que la pérdida de las zonas boscosas en el Amazonas se traduce en una fuente propicia del cambio en el clima del mundo. En las últimas dos décadas, la expansión agrícola, la tala de árboles, el desarrollo y otras actividades humanas han causado la deforestación de más de 120,000 kms² anuales, mientras que tan sólo se ha recuperado una décima parte de dicha pérdida por el crecimiento natural y las labores de reforestación. Se trata de la continuación de un proceso histórico que ha dejado al mundo con la mitad de los bosques que tenía en un principio.

Así mismo, es importante mencionar que los bosques tropicales contienen un gran porcentaje de la biodiversidad que queda en el mundo. Más de la mitad del terreno forestal actual se encuentra en los países en vías de desarrollo y muchos de los bosques tropicales están en zonas con altos índices de crecimiento demográfico, gran pobreza, bajo acceso a servicios de salud reproductiva y rápida migración.

Mientras los países desarrollados, donde impera la llamada sociedad del consumo, disfrutan de un bienestar y confort que comporta un auténtico derroche de energía (aire acondicionado, calefacción, gran producción industrial, etc.) y un elevado índice de contaminación, los países en vía de desarrollo tienen como única salida económica, ante la lucha por la subsistencia diaria, la devastación de su propio patrimonio ecológico.

Ello explica la deforestación para crear extensas áreas de monocultivo, como es el caso del Amazonas, o la destrucción de su patrimonio natural.

Una dificultad para la conservación, es que el promedio de la densidad de población y los índices de crecimiento demográfico son considerablemente superiores en áreas de gran biodiversidad, comparadas con otras partes habitables de la superficie terrestre, de hecho, casi el 20% de la población mundial (1,200 millones de personas) viven en dichas zonas de alta biodiversidad, lo que crea conflictos que son casi imposibles de evitar, por una parte entre la biodiversidad y la conservación forestal y por otra entre la población y el desarrollo.

La investigación me orienta a aseverar que el cambio climático al que nos estamos enfrentando, es debido además de otros factores de capital importancia, a la fijación del CO² y su desaparición, el cual elimina la absorción de este gas y al ser captadores y quemarse, lo liberan a la atmósfera, aumentando el problema. A más destrucción de bosques, menos fijación de CO² y más CO² liberado.

Pero el problema no sólo radica en la liberación de este gas que tanto preocupa, sino que además, los bosques tropicales funcionan como un regulador de temperatura, que normaliza a su vez a otros. La diferencia de temperaturas entre las regiones ecuatoriales y polares, junto con el movimiento de rotación de la Tierra, configuran un esquema de vientos a escala planetaria, al que se superponen las inevitables perturbaciones causadas por efectos locales.

Al destruir los bosques, estamos originando un cambio en el clima, en esos vientos ecuatoriales que terminan afectando al clima mundial incrementándose la violencia de las tormentas y el efecto invernadero, elevando las temperaturas en las capas superiores de los océanos, sequías, mayor número y más fuertes huracanes, incrementando la frecuencia y en la fuerza de los terremotos, empujes de masas de aire polares frías hacia abajo sobre el hemisferio norte causando graves daños en la agricultura, olas de frío e inundaciones dramáticas como las ocurridas a principios de este año en Tabasco y Chiapas.

Es impresionante como temas de gran importancia como la deforestación, la destrucción de los bosques y en especial, de los bosques tropicales como el Amazonas ha quedado en el olvido por parte de la comunidad internacional y menciono en el olvido porque aunque se hayan llevado a cabo a lo largo de estos años tratados, convenciones y foros para solventar y remediar la deforestación de los bosques, no se ha hecho algo imprescindible para solucionar el problema, ya que los países miembros se comprometen a hacer algo pero jamás lo han llevado a cabo.

Actualmente los gobiernos se han preocupado por los efectos que ha traído el cambio climático, pero lo que no se han puesto a pensar y a lo que no le dan gran importancia es a la gravedad que esta propiciando la deforestación en uno de los más trascendentales bosques del planeta, me refiero al bosque tropical del Amazonas, el cual, representa 400 millones de hectáreas, es decir, el bosque con mayor extensión en el mundo y en el cual su vegetación representa el 15% del proceso de fotosíntesis en todo el planeta.

El Amazonas es un enorme almacén de carbono, más que cualquier otro ecosistema terrestre, sin embargo, la otra cara del Amazonas es que se calcula que un 20% de

emisiones de carbono a la atmósfera proceden de la pérdida de bosques tropicales, por lo tanto, la pérdida de la Amazonia Brasileña representa un 17% de su extensión en los últimos 40 años debido a la tala indiscriminada y actividades para crear espacios destinados a la ganadería y agricultura, principalmente para el cultivo de soja entre otros.

En esta prospectiva, el exterminio irreversible de esta masa forestal es responsable en más de un 50%, del cambio climático mundial. No sólo es importante reducir o controlar el CO² emitido a la atmósfera, sino también y en gran medida, evitar la deforestación del Amazonas, porque de seguir así es muy probable que para el 2030 la superficie de este bosque tropical se reduzca a unos 3.2 millones de km² y para el 2050 el Amazonas será prácticamente un desierto.

Actualmente la comunidad internacional ha entrado en la necesidad de buscar nuevas alternativas para contrarrestar los efectos del cambio climático, esto a causa de las terribles consecuencias que presenta el mundo día a día, no obstante, estos intentos han resultado ser una gran decepción, ya que se han llevado a cabo instancias de cooperación internacional que no han tenido el compromiso y la seriedad suficiente para poder ejecutar y cumplir los programas de protección al medio ambiente, ni mucho menos han sido capaces de involucrar a los distintos sectores de la sociedad para vincularse directamente en la gestión de los recursos naturales.

En lo que respecta al ámbito forestal, se debe hacer mayor hincapié en los programas de desarrollo sustentable, creando políticas ambientales traducidas a la integración económica, es decir, formulando instrumentos financieros, económicos y fiscales que den apoyo a las zonas forestales más agraviadas de los países pobres o en vías de desarrollo, para promover conductas ambientales positivas.

En este aspecto, el cambio de una coherencia económica y del sistema social, tienen que ir dirigidos a una racionalidad ambiental a corto plazo, esto implica cambios estrictos en las ideas, valores y actitudes de los seres humanos encaminados a la comprensión y equidad de la naturaleza; de no ser así los problemas de la deforestación del Amazonas y del cambio climático seguirán siendo temas secundarios para la sociedad mundial.

La tesis concluye que el bosque tropical del Amazonas es una necesidad fundamental para la existencia de la humanidad, debido a que aporta innumerables beneficios al planeta, los cuales no podrán ser sustituidos ni por la ciencia ni por la tecnología, ya que los bosques juegan un rol primordial en la regulación del clima y del ciclo hidrológico, así como, en la aportación de recursos madereros, los cuales han tenido y tienen un lugar substancial en el mercado internacional, así mismo, la deforestación de este bosque es considerado la segunda causa de emisión de gases invernadero causantes del cambio climático a escala mundial. Nosotros, principalmente por nuestra enorme ambición y falta de valores, estamos despedazando el equilibrio de la naturaleza, sin embargo no nos estamos dando cuenta que estamos hundiendo nuestro propio futuro y el de próximas generaciones.

Es necesario que todo el mundo se concientice de la situación tan trágica que estamos causando, debemos de parar lo antes posible con todas las acciones que perjudiquen a nuestro medio ambiente, ya que el mundo tal como lo conocemos actualmente esta amenazado de muerte y aún no es demasiado tarde para salvar a nuestro planeta.

ANEXOS

EL PROTOCOLO DE KIOTO, LOS SUMIDEROS DE CARBONO Y EL COMERCIO DE EMISIONES.

El Protocolo de Kyoto establece tres “instrumentos de flexibilidad” que permiten el comercio de derechos de emisiones:

1. El Comercio Internacional de Emisiones, que permite que los países del Anexo B comercialicen los permisos conocidos como “unidades de cantidad asignada” (Artículo 17);
2. La implementación Conjunta (JI), que permite que las naciones ganen unidades de reducción de emisiones a través de proyectos en otros países del Anexo B (artículo 6); y
3. El Mecanismo de Desarrollo Limpio (CDM), que permite la generación de reducciones de emisión certificadas de los proyectos en países que no sean del Anexo B, es decir, en los países en desarrollo fuera del régimen de límites máximos (Artículo 12)

El Protocolo define específicamente cuatro productos potenciales de carbono:

1. unidades de cantidad asignada, logradas mediante la reducción de emisiones en los países del Anexo B, que se pueden vender a otros países del Anexo B;
2. unidades de reducción de emisión, logradas con actividades de reducción de emisiones por un país del Anexo B en otro país del Anexo B
3. reducciones de emisión certificadas, obtenidas a través de actividades de reducción de emisiones por países del Anexo B en países que no sean del Anexo B; y
4. unidades de eliminación, generadas por la inversión en captación de carbono en países del Anexo B que se usarán durante el periodo existente de cumplimiento.

A veces se refiere a todo lo anterior como “créditos” de carbono o “compensaciones” de carbono. Se pueden alcanzar los tres primeros puntos: las unidades de cantidad asignada, las unidades de reducción de emisión y las reducciones de emisión certificadas, reduciendo las emisiones en la fuente o aumentando la velocidad con que se captura el carbono; por ejemplo, con los bosques. Las unidades de eliminación, agregadas en la COP7 en noviembre de 2001, son una categoría especial de créditos generados por la captación de carbono en los países del Anexo B. Todos los créditos representan carbono retirado de la atmósfera por lo menos durante cien años, el plazo necesario (definido por el PICC) para compensar la introducción radioactiva de una cantidad específica de CO² u otro gas de efecto invernadero (GHG) en la atmósfera.

No obstante, no todos los créditos de carbono son equivalentes. El Protocolo impone diferentes restricciones en cada uno de ellos y son particularmente importantes respecto a la elegibilidad de la silvicultura. Por ejemplo, no se pueden ganar unidades de emisión certificadas con la administración forestal, aunque si se puede en el caso de las unidades de cantidad asignada, las unidades de reducción de emisión y las unidades de eliminación. Asimismo, diferentes créditos son sujetos a distintas restricciones en cuanto su “acumulación”. Aunque se puede acumular un número ilimitado de unidades de cantidad asignada para usarlas en periodos de compromiso posteriores (es decir, después del primer compromisote 2008-2012, hay límites para la acumulación de reducciones certificadas y las unidades de reducción de emisiones. Se puede acumular un máximo de 205% de la meta inicial de emisiones de cada país con dichos créditos. NO se permite la acumulación de unidades de eliminación.

Amazonas, en alerta por deforestación

Greenpeace presentó hoy en Bali un mecanismo para frenar la desaparición de selvas tropicales y pidió la creación de un fondo de 14.000 millones de dólares para preservar el Amazonas y otros "pulmones" del planeta.

GREENPEACE

Se calcula que un **20 %** de emisiones de carbono a la atmósfera proceden de la pérdida de selvas tropicales

Su vegetación representa el **15 %** del proceso de fotosíntesis en todo el mundo

Territorio de la cuenca

Perú, Ecuador, Bolivia, Colombia, Venezuela y las Guayanas **38 %**

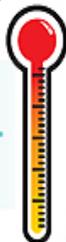
Brasil **62 %**

Área: **5,4 millones de km²**

- Se teme que para el año 2050 la superficie se reduzca a unos 3,2 millones de km²

Aumento de temperatura en la cuenca

- 0,25 °C por década
- 3,3 °C para este siglo



¿Por qué la deforestación?

Tala de árboles y actividades para crear espacios destinados al pasto del ganado y el cultivo de soja, entre otros

Acciones urgentes

- Mayor control del uso del fuego en los bosques
- Corredores para las especies migratorias
- Refugios fluviales para los sistemas acuáticos

Brasil amazónico

400 millones de hectáreas de Amazonas, por lo que es el país con mayor extensión de selva en el mundo

4º del mundo en emisiones de gases invernadero

75 % de sus emisiones proceden de la deforestación

Pérdidas en la Amazonía brasileña

- Un 17 % de su extensión, en los últimos 40 años, lo que equivale a un territorio más grande que el de Francia
- 20.000 km² al año es el promedio de pérdida de bosques

BIBLIOGRAFÍA.

Capítulo I.

- ***Boletín FAO 1999.*** Tipos de Contaminación Ambiental.
- Dunn, Seth. ***Controlling the Climate experiment.*** Earthtimes, 1997.
- ***Global Climate Change Information Programme,*** GCCIP, 1997.
- Houghton, J.T., Callander, B.A., and Varney, S.K., 1990. ***Climate Change: The IPCC Scientific Assessment.*** Cambridge University Press. pp. 365.
- ***Instituto Nacional de Ecología (INE),*** Boletín num.37, 2002.
- José Luis Monreal, ***Autodidáctica Océano Color,*** Ed. Océano, Vol. 5, México, 1994, Pág. 1217.
- Joseph Enric Llebot, ***El Cambio Climático,*** Ed. Rubes, Cuadernos de Medio Ambiente, España, 1998.
- Lashof, Dan. ***Global Warming Central: Debate num.3,*** 1997.
- Sargent, N.E., 1988. ***Redistribution of the Canadian boreal forest under a warmed climate,*** Climatological Bulletin, Vol 22, pp. 23-34.
- ***WCED. 1990. Our Common Future.*** Oxford University Press, USA. Pág. 400

Capítulo II.

- ATTENBOROUGH, David. ***Las Últimas Selvas Tropicales,*** Ediciones FOLIO, Barcelona, 1991.
- BARBIER, E. B; J. C. Burgess, J. Bishop, and B. Aylward. ***The Economics of the tropical Timber Trade,*** London, 1994.
- CERPA, Blanca. ***Aspectos Teóricos e Históricos de la Relación Sociedad y Naturaleza.*** En Revista Tierra Nuestra N° 3 y 4 Dpto. de Ciencias Humanas.
- Comitê Brasileiro de Registros Ornitológicos (2005) ***Listas das aves do Brasil.*** Disponível em/ available at <<http://www.cbro.org.br>> Acesso em/ access in: 3/12/2005.
- EVANS, G. C. ***The atmospheric environment condition.*** J. Ecol, 1999.
- MARINI, Miguel A. and Frederico I. Garcia, 2005 - ***Bird Conservation in Brazil,*** Conservation Biology.
- MORÁN, Emilio F. ***La ecología humana del pueblo de la Amazonia,*** FCE, 1993.
- PAGIOLA, Stefano, BISHOP, Joshua y LANDELL-MILLS, Natasha. ***La venta de servicios ambientales forestales,*** SEMARNAT, INE, CONAFOR, 2003.
- PEARCE, D.y S, Proshothaman. ***Protecting Biological Diversity: The Economic Value of Pharmaceutical Plants.*** Global Environmental Change, 1992.
- PENMAN, H. L. ***The water cycle.*** Scintific American (New York), vol.223, no. 3, 1970.
- SAJASE, P. E. ***Energy transfer and production in a tropical rain forest.*** In: IBP Synthesis Meeting, 1974.

- SIOLI, H. *Algunos Resultados y problemas da limnología amazónica.* Bol. Técn. IPEAN, (Belém), 1951.
- TANNER, C. B. *Evaporation of water from plants and soil. I the water and plant growth.* vol. I, New York and London, Academic Press, 1968.
- UNESCO/PNUMA/FAO. *Ecosistemas de los bosques tropicales.* 2000.
- VILA, Marco-Aurelio. Aspectos Geográficos del Territorio Federal del Amazonas, 1964

CIBEROGRAFÍA.

<http://jemarcano.tripod.com/tipos/index.html>

<http://greenpeace.com>

<http://jemarcano.tripod.com/tipos/index.html>

HEMEROGRAFÍA.

- El Universal, *“Avance de la deforestación en el Amazonas, estremece a ecologistas”*, mundo, julio 2003.
- BBC, *¿Quién responde por la devastación de la Amazonia?*, Sábado, 28 de mayo 2005

Capítulo III.

- *American Scientist.* Ed. Sigma XI, **The Scientific Research Society**, 1990. Pág. 78.
- Balesdent, J., E.Besnard, D. Arrouays, y C. Chenu. *The dynamics of carbon in particle-size fractions of soil in a forest-cultivation sequence.* Plant Soil, 1998, Pág. 49-57.
- Boletín de la OEA. Serie de Políticas, *Sección II: Acciones Regionales para la predicción climática y la gestión sostenible de los recursos hídricos.* Número 9. - Edición Especial para el IV Foro Mundial del Agua, marzo 2006, Pág. 23.
- César Augusto López Montoya, *Deforestación en el Amazonas*, editado anteriormente en página www.prof.uniandes.edu.com
- D. Butler, *Air Pollution Chemistry: La distribución vertical del dióxido de carbono en el aire alrededor de un bosque varía con la hora del día.* New York, 1979.
- Depósito de Documentos de la FAO. *Análisis Mundial- Cuestiones Escogidas: Los ríos de la zona tropicales.* 1998.
- Función protectora de los montes. *Influencia sobre la conservación de suelos y aguas.* Producido por el departamento de montes, México, 2003.
- Greenland, D.J. y R. Lal. *Soil conservation and management in the humid tropics.* John Wiley. Nueva York., 1979
- Jaime Pittock, *Programa Global de Agua de WWF: Un mundo más vulnerable.* Australia, WWF, 2006, Pág.49.
- Lal, R, J. Kimble, y B.A. Stewart. *Toward soil management for mitigating the greenhouse effect.* Lewis. Boca Ratón. FL, 1995, Pág. 373-381.

- Larry Lohmann. *El mercado del carbono: sembrando más problemas*, publicado por el World Rainforest Movement, 2000.
- Maria Haydee Brenes-PNUMA, *Informe trienal de la ONU sobre recursos hídricos*, Marzo 2006.
- Mermet, L, *Recherches Prospective en Environnement: Enjeux Théoriques et Méthodologiques*, Elsevier Science, 2003.
- Miguel Ildefonso .*Canciones de un bar en la frontera*. Ediciones El Santo Oficio, Lima, 2001.
- Nobre, C.A; P.J. Sellers y Shukla. *Amazonian Deforestation and Regional Climate Change*. Journal of Climate, Pág. 957.
- Pagiola Stefano, Bishop Joshua y Landell-Mills, Natasha. *La venta de servicios ambientales forestales*, SEMARNAT, INE, CONAFOR, 2003, Pág. 59.

CIBEROGRAFÍA.

www.ine.gob.mx

HEMEROGRAFÍA.

- Revista ALERTA, *La Amazonia: una zona megadiversa*, No. 71, 2002, Pág. 15.
- Artículo basado en información obtenida de: “A morte da floresta Amazonica no seculo XXI” por Rodolfo Salm, *Amazonia en Peligro*, Edición Especial, abril 2001, Pág. 239.
- Ronald Van de Krol, *La problemática del agua alrededor del mundo*, Financial Times, Reino Unido, 8 de febrero de 1995.

Capítulo IV.

- *Atlas de Ecología*, Ed. Cultural S.A., 1996.
- Attenborough, David. *Las Últimas Selvas Tropicales*, Ed. FOLIO, Barcelona, 1991, Pág. 16.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático UNFCCC, Instituto Nacional de Ecología- INE y SEMARNAT, México, 2005.
- Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático UNFCCC, Naciones Unidas, 2004, Pág. 56.
- *Declaración de Belém*. Reunión de Cancilleres, Artículo 10, 24 de Agosto 2001.
- Depósitos de la FAO. Convención de las *Naciones Unidas* de Lucha contra la Desertificación y a Sequía (UNCCD), Producido por el departamento de Montes, 1994.
- Depósito de Documentos de la FAO. Reunión Ministerial sobre Bosques, Producido por departamento de bosques, Noviembre 2004.
- Depósito de Documentos de la FAO. *Resultados de la Reunión Ministerial sobre Bosques*, Producido por departamento de bosques 128º período de sesiones, Junio 2005.

- *División de Desarrollo Sostenible-Departamento de Coordinación de Políticas y de Desarrollo Sostenible-Naciones Unidas, Cumbre para la Tierra + 5: Periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea General para el examen y aplicación del Programa 21*, Nueva York 23 al 27 de junio de 1997, Naciones Unidas, 1998.
- Grupo Internacional de Personalidades Destacadas, *The United Nations Convention to Combat Desertification: A Useful Tool for Sustainable Development and Poverty Alleviation*, editado por la Secretaría de la CNUCLD, Bonn 2002.
- Rodolfo Salm. Artículo basado en información obtenida de: *A morte da Floresta Amazonica no seculo XXI*, Edición Especial, abril 2001.
- Uwe Holtz, *La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) y su dimensión política*, Naciones Unidas, 2000
- *Atlas de Ecología*, Ed. Cultural S.A., 1996.
- Attenborough, David. *Las Últimas Selvas Tropicales*, Ed. FOLIO, Barcelona, 1991, Pág. 16.
- *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático UNFCCC, Instituto Nacional de Ecología-* INE y SEMARNAT, México, 2005.
- *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático UNFCCC*, Naciones Unidas, 2004, Pág. 56.
- *Declaración de Belém*. Reunión de Cancilleres, Artículo 10, 24 de Agosto 2001.
- Depósitos de la FAO. *Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y a Sequía (UNCCD)*, Producido por el departamento de Montes, 1994.
- Depósito de Documentos de la FAO. *Reunión Ministerial sobre Bosques*, Producido por departamento de bosques, Noviembre 2004.
- Depósito de Documentos de la FAO. *Resultados de la Reunión Ministerial sobre Bosques*, Producido por departamento de bosques 128º período de sesiones, Junio 2005.
- División de Desarrollo Sostenible-Departamento de Coordinación de Políticas y de Desarrollo Sostenible-Naciones Unidas, Cumbre para la Tierra + 5: *Periodo extraordinario de sesiones de la Asamblea General para el examen y aplicación del Programa 21*, Nueva York 23 al 27 de junio de 1997, Naciones Unidas, 1998.
- Grupo Internacional de Personalidades Destacadas, The United Nations Convention to Combat Desertification: *A Useful Tool for Sustainable Development and Poverty Alleviation*, editado por la Secretaría de la CNUCLD, Bonn 2002.
- Rodolfo Salm. Artículo basado en información obtenida de: *A morte da Floresta Amazonica no seculo XXI*, Edición Especial, abril 2001.
- Uwe Holtz, *La Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNUCLD) y su dimensión política*, Naciones Unidas, 2000

CIBEROGRAFÍA.

www.ine.gob.mx

http://unfccc.int/la_puerta_espanol/items/950.php

www.ine.gob.mx

http://unfccc.int/la_puerta_espanol/items/950.php