

(In)certezas sobre la crisis ambiental

(Un)certainities on the environmental crisis

Humberto Tommasino^I; Guillermo Foladori^{II}

^IProfesor de la Facultad de Veterinaria. Universidad de la República, Uruguay. Doctorando. Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal do Paraná., E-mail: toma@barigui.ufpr.br

^{II}Profesor Visitante. Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento. Universidade Federal do Paraná. Brasil. E-mail: foladori@cce.ufpr.br

RESUMO

A maioria dos artigos e livros sobre a questão ambiental parte da existência de uma série de problemas ambientais no nível global sem colocar as incertezas que tal informação apresenta. Neste artigo consideramos os dois principais problemas ambientais de escala planetária, o câmbio climático e a perda da biodiversidade. Caracterizamos os problemas, mostramos a discussão internacional atual e as incertezas científicas.

Palavras-chave: meio ambiente, crise ambiental, biodiversidade, mudança climática.

ABSTRACT

The majority of articles and books on the environmental question consider the main environmental problems as a fact, without discussing its uncertainties. In this article we consider the two main environmental problems: the climate change and lost of biodiversity. We characterize the problems and show the international discussion about it, as well as the scientific uncertainties.

Keywords: environment, environmental crisis, biodiversity, climate change.

INTRODUCCIÓN

En este artículo presentamos de una forma simple la complejidad que representa la problemática ambiental contemporánea. Nuestro propósito es ofrecer una visión crítica y de conjunto sobre los riesgos e incertidumbres de la crisis ambiental.

La cuestión ambiental fue reducida a los dos principales temas, el cambio climático y la biodiversidad, y éstos presentados en forma de cuadro esquemático, de donde se extraen interrelaciones y consecuencias.

LA CUESTIÓN AMBIENTAL CONTEMPORÁNEA

Uno de los objetivos de este artículo es mostrar que la situación ambiental contemporánea no sólo implica un alto grado de riesgo para las generaciones futuras, sino que también presenta un importante nivel de incertidumbre en cuanto a los conocimientos que se tienen de ella. Aún así, lo que parecería estar fuera de discusión es que el ser humano ha llegado a tener una presencia en la biósfera nunca antes vista y con un grado de extensión y profundidad irreversible en muchas esferas. La siguiente cita de Vitousek *et.al.* resume, apretadamente, esa presencia humana en la biósfera:

Human alteration of Earth is substantial and growing. Between one-third and one-half of the land surface has been transformed by human action; the carbon dioxide concentration in the atmosphere has increased by nearly 30 percent since the beginning of the Industrial Revolution; more atmospheric nitrogen is fixed by humanity than by all natural terrestrial sources combined; more than half of all accessible surface fresh water is put to use by humanity; and about one-quarter of the bird species on Earth have been driven to extinction. By these and other standards, it is clear that we live on a human-dominated planet (VITOUSEK, *et.al.*, 1997: 494).

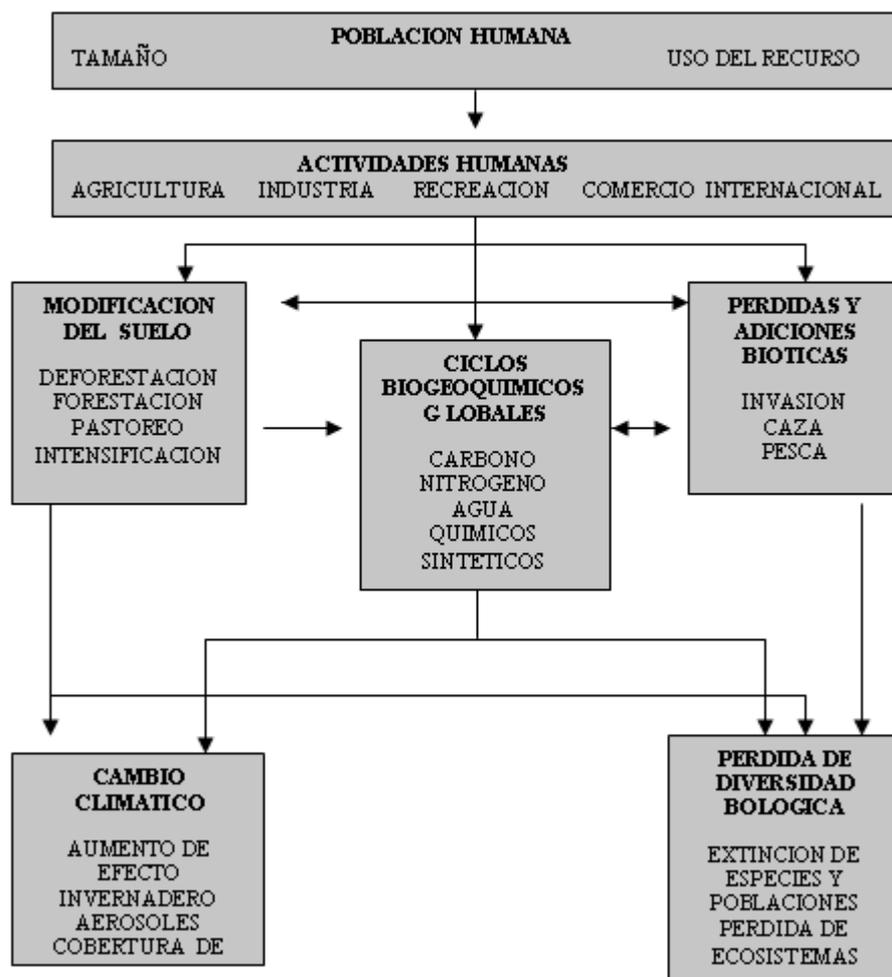
Vitousek *et.al.* (1997) proponen un modelo conceptual que permite visualizar los efectos directos e indirectos de la actividad humana sobre el sistema Tierra ([diagrama 1](#)). El crecimiento poblacional y el aumento de la utilización de los recursos se mantienen a través de emprendimientos humanos tales como la agricultura, industria, pesca y comercio

internacional. Estos emprendimientos transforman la superficie de la tierra, alteran los ciclos biogeoquímicos y modifican la condición biológica de los ecosistemas. Los dos principales resultados que los autores anotan son el cambio climático y la pérdida de la diversidad biológica. En sus palabras,

"These relatively well-documented changes in turn entrain further alterations to the functioning of the Earth system, **most notably by driving global climatic change and causing irreversible losses of biological diversity** (VITOUSEK *et. al.*, 1997: 494; destaque H.T., G.F.).

Diagrama 1

Modelo de relación entre actividades humanas e impactos en la biósfera



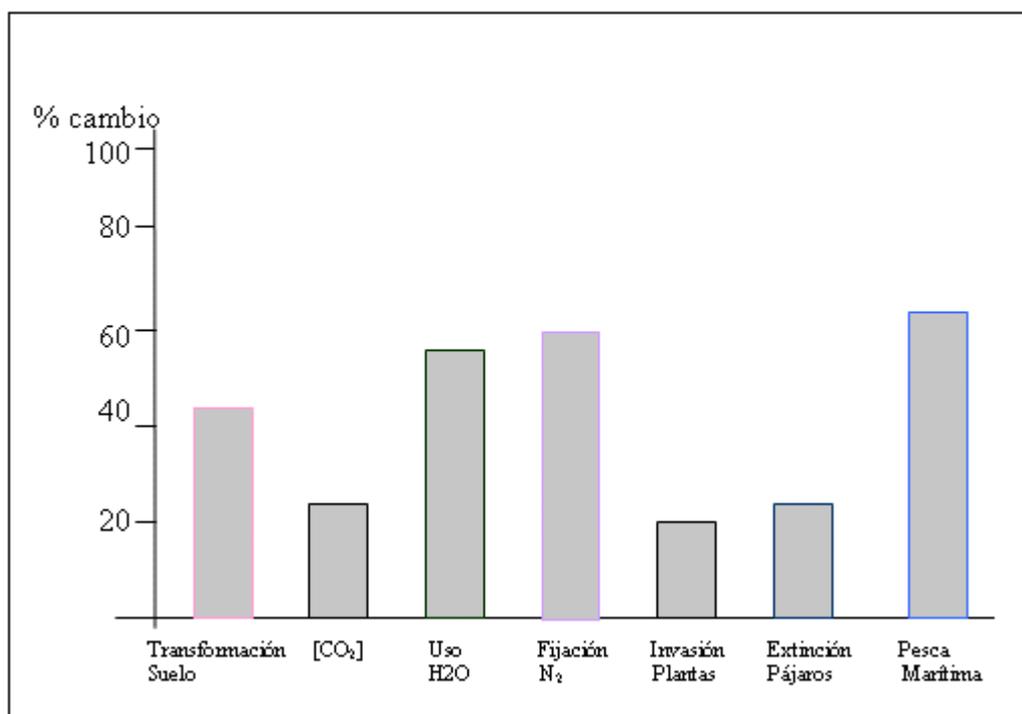
Fuente : Vitousek *et. al.*, 1997.

El [diagrama 2](#) muestra la amplitud de la actividad humana en porcentaje sobre el total de diversos elementos (suelo,

concentración de CO₂, uso de agua, fijación de nitrógeno, *invasión* de plantas, extinción de pájaros, y pesca marítima).

Diagrama 2

Amplitud de la actividad humana (en porcentaje) sobre diferentes elementos de la biósfera



Fuente: Vitousek *et al.*, 1997.

Si bien estos cambios están "relativamente bien documentados", existen muchas incertidumbres y controversias sobre sus implicaciones. ¿Constituyen estas transformaciones de la biósfera un problema para las futuras generaciones? La cuestión no es saber si el ser humano ha avanzado significativamente en la utilización y modificación de la biósfera, sino saber si dichos cambios empeoran o mejoran las condiciones para perpetuar la vida humana.

La problemática ambiental presenta dos características combinadas que dificultan una "toma de posición" por parte del público. La primera es que abarca una cantidad tan amplia de conocimientos científicos que con facilidad se convierte en una discusión de especialistas. La segunda es que los elementos están tan interrelacionados que no es posible modificar uno de ellos sin que sus repercusiones alcancen a los demás.

El resultado es que en algunos medios la problemática ambiental aparece como "catastrófica", mientras en otros aparece como algo fácilmente superable por medio de la ciencia y sus implementaciones técnicas. En los dos casos la discusión tiende prioritariamente a realizarse sobre un terreno formal,

técnico y apolítico, cuando el principal problema ambiental no es de un ambiente "ajeno" al ser humano, sino que forma parte de la propia naturaleza interna de la sociedad humana, altamente diferenciada y contradictoria en su relacionamiento con el medio ambiente. De manera que a los desacuerdos y lagunas del conocimiento científico se suman los intereses de distintos grupos, países y sectores de la sociedad humana, que son definitivos cuando se pretende evaluar la gravedad del problema, y más aún cuando se buscan diseñar políticas para su corrección.

CAMBIO CLIMÁTICO Y PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD. DOS GRANDES PROBLEMAS AMBIENTALES

Cambio Climático

Características

Por Cambio Climático se entiende una serie de transformaciones en el clima de la Tierra que impactan significativamente los ecosistemas, la vida en general y la vida humana en particular. Se trata de uno de los principales problemas ambientales contemporáneos, junto a la pérdida de la biodiversidad y el "agujero" de ozono. Aunque los problemas están interrelacionados y ejercen sinergias entre ellos, se atribuye al aumento de la temperatura provocado por el ser humano la principal causa del cambio climático.

El Sol irradia calor a la Tierra diariamente en forma de luz. Aproximadamente un 50% de esa luz es reflejada nuevamente al espacio, sea por las nubes o por la propia tierra. El otro 50% calienta la tierra convirtiéndose en energía térmica. Parte de esta energía térmica vuelve nuevamente al espacio como radiación infrarroja (aproximadamente 400 vatios por día por metro cuadrado). Sin embargo, una parte (160 vatios por día por metro cuadrado) queda atrapada por la atmósfera, lo que provoca el efecto invernadero. Este efecto se modifica continuamente por diversos factores, como la abundancia y altitud de las nubes que hacen que la reflectividad aumente o disminuya, las partículas en la atmósfera que pueden interceptar la luz, los glaciares cuyo aumento refleja más la luz, el viento que levanta olas que hacen disminuir el reflejo del mar, la circulación atmosférica que varía la disposición de las nubes, etc. Dentro de estos elementos también están los llamados gases de efecto invernadero, producidos por la evaporación del agua, la acción de los volcanes, la producción de gases por los animales, la fermentación en los pantanos etc. Estos gases son el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el ozono, los clorofluorocarbonos, óxidos nitrosos y otros de menor importancia; todos ellos retienen en la atmósfera los rayos infrarrojos emitidos por el suelo aumentando la temperatura atmosférica.

El ser humano también genera estos gases mediante el consumo de combustibles fósiles, la quema de biomasa, la cría de ganado y otras actividades. En algunos casos la producción es directa, como en la quema de combustibles fósiles, o en la fermentación de los desechos de la agricultura, o en la cría de ganado que expulsa metano. En otros casos es indirecta, como en la deforestación, donde se destruye vegetación que deja de consumir y almacenar carbono, aumentando la magnitud de este gas en la atmósfera.

Según las estimaciones el ser humano ha aumentado significativamente las emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera por la combustión de carbón y petróleo en el último siglo y medio. A mediados del siglo XIX la atmósfera contenía 280 partes por millón (ppm) de CO₂; hoy tiene 360, o sea, un incremento del 30%. De allí se deriva que la atmósfera terrestre se ha venido calentando por esta causa a razón de 0,5 grados centígrados en el último siglo. Así, el calentamiento global ha pasado a ser el tema central del cambio climático, y la producción de CO₂ el principal culpable. Claro está que esto no sería un problema de no ser por los efectos que el calentamiento podría provocar para la humanidad, como veremos a continuación.

Efectos del calentamiento global

Se estima que el calentamiento global provocará efectos significativos en los ecosistemas, con extinciones masivas de especies que no podrán adaptarse al rápido cambio del clima, y con migraciones en otros casos. Para el ser humano las consecuencias serán múltiples (las principales de estas consecuencias están enumeradas en el cuadro resumen). Pero, de todas las consecuencias, hay dos que destacan por su importancia. La primera es la elevación del nivel de los océanos, que se estima será de entre 15 a 95 centímetros como media en un siglo. Esto implicará catástrofes para las poblaciones costeras, que habitan en islas y en deltas, con las consecuentes migraciones. La segunda es el cambio de las actuales zonas de cultivo que se verán desplazadas hacia nuevas. Es probable que el desplazamiento hacia latitudes más altas (polos) sea de entre 150 a 550 kilómetros en un siglo. Esto implicará una redistribución geoeconómica y geopolítica de los cultivos e industrias asociadas.

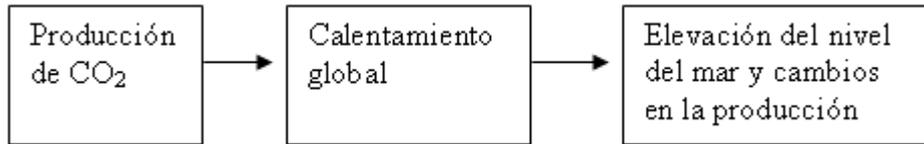
Paralelamente zonas actualmente húmedas y fértiles podrán desertificarse. Es claro que ligado a estos cambios en los ecosistemas están los relacionados a las reservas de agua dulce, las cuales se verán afectadas por los cambios en los patrones de precipitación y evaporación. Y, también, de muchas enfermedades tropicales que avanzarán a zonas nuevas, como es el caso de la malaria, fiebre amarilla y otras.

Principales encuentros internacionales sobre Cambio Climático (The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC))

Encuentro	Fecha y lugar	Item clave discutido. Decisión tomada
Cumbre de la Tierra	1992, Rio de Janeiro	Países del Anexo 1 se “comprometían” a retornar a las emisiones de 1990 de gases de efecto invernadero (ghg) en el año 2000 —declaración de intenciones, no de compromiso— [Países del Anexo 1 son todos los países de la Organización de Cooperación Económica y Desarrollo (OECD) más los países con economías en transición, Europa Central y del Este (excluyendo Yugoslavia y Albania)].
COP-1	1995, Berlín	Consideración de inviabilidad del compromiso de Río. Preparación de un Protocolo para regular las emisiones de ghg en los países desarrollados.
COP-2	1996, Ginebra	Elaboración del borrador de Protocolo.
COP-3	1997, Kyoto	Adopción del Protocolo de Kyoto: a) Países desarrollados reducirían sus emisiones de ghg en 5,2% como promedio respecto de los niveles de 1990 hasta 2008-2012. En reconocimiento de las diferencias se acordaron distintas reducciones. Por ejemplo, los países de la Unión Europea reducirían en 8%, mientras que Noruega y Australia podrían incrementarlas en 1 y 8% respectivamente. b) Las reducciones se aplican a: dióxido de carbono, óxido nitroso, metano, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de sulfuro (los últimos tres con base en 1995). Los ghg incluidos en el Protocolo de Montreal (básicamente CFCs) no se incorporaron al Protocolo de Kyoto. Cambios en los niveles de los sumideros de carbono resultado de actividades forestales se aplicarán a las reducciones de los países. c) Establecimiento de mecanismos de flexibilización económica. Flexibilización dependiente de los lugares del mundo en que se reducen las emisiones y del tiempo que llevará esa reducción. Estos mecanismos son: <i>Joint Implementation</i> (proyectos conjuntos entre países —del Anexo B “desarrollados”— con participación de compañías para reducir las emisiones y repartir los créditos generados). <i>Clean Development Mechanism</i> (asistencia a los países en desarrollo para el desarrollo sustentable, creación de certificados de reducción de emisión adicionales para países del Anexo B, contribución en proyectos de adaptación a los cambios climáticos en países en desarrollo vulnerables), y <i>International Emission Trading</i> (Permiso para comercializar las emisiones entre los países del Anexo B). También se permite la “burbuja”, o reunión de países que reduzcan la cuota global con diferencias internas.
COP-4	1998 Buenos Aires	Adopción de un plan de acción para finalizar las medidas de Kyoto. Entre ellas: Reglas para los mecanismos de flexibilización, mecanismos financieros para la asistencia a países en desarrollo, desarrollo y transferencia de tecnología, compensación por efectos adversos del cambio climático, etc.
COP-5	1999, Bonn	Mecanismos de flexibilización. Sanciones para quienes no cumplan.
COP-6	2000, Holanda	(Este cuadro se terminó antes de la reunión. Tentativamente: <i>Contraction and Convergence</i> (Países desarrollados reducen —contract— sus emisiones de ghg mientras los países en

Incertidumbres

A pesar de que la siguiente relación:



es presentada de manera lineal y mecánica por la prensa; y de que se relacionan efectos de largo plazo -inclusive siglos- con cambios inmediatos (como cuando se responsabiliza por inundaciones, ciclones, tormentas, sequías etc., a lo largo y ancho del mundo, al aumento antrópico de la temperatura mundial -por ejemplo, Christian Aid, 1999-) los científicos saben muy bien que existen más incertidumbres que respuestas, y que no hay ninguna relación lineal ni mecánica en estos factores.

Las incertidumbres en torno a los problemas climáticos son numerosas y complejas, ya que todos los elementos se interrelacionan. Para facilitar aquí hemos anotado las principales:

i) Las causas del calentamiento no se reducen al efecto invernadero. También las variaciones de la órbita terrestre y otros factores influyen

Los factores que intervienen en la temperatura son múltiples y no solamente los gases de efecto invernadero. Intervienen también la erupción de los volcanes, el tenor de humedad del aire, la nebulosidad, el estado de la vegetación, la extensión de los glaciares, el régimen de los vientos, las corrientes marinas, así como modificaciones en la dinámica celeste que pueden variar el eje de rotación de la tierra, los ciclos de alargamiento o acortamiento de la órbita terrestre y otros factores estelares.

ii) No hay total evidencia de una correlación entre la emisión de CO₂ y el aumento de la temperatura

Según Lenoir (1995) la temperatura media estuvo estabilizada entre 1860 y 1920, luego aumentó en 0,4 °C entre 1920 e 1950 y luego descendió ligeramente menos de 0,1 °C entre 1950 e 1980, para volver a subir cerca de 0,2 °C durante los años ochenta. Esto resulta contradictorio con la utilización de combustibles fósiles, ya que el aumento de su consumo después de la segunda guerra mundial se corresponde con una caída en la temperatura. Además hay una diferencia entre el movimiento de las temperaturas medias del hemisferio Norte y el Sur. En el Sur la temperatura nunca dejó de subir, mientras en el Norte tuvo una caída de cerca de 0,2 °C entre 1950 y 1980. Por último, en 1993 la revista *Nature* dió a conocer un artículo cuyo título pone en relativo entredicho el famoso calentamiento: "Absence of evidence for greenhouse warming over the Arctic

Ocean in the past 40 years" (KAHL, *et. al.*). O sea que en el Artico no ha habido calentamiento alguno, sino enfriamiento (NEWMAN (2000) sugiere que tal enfriamiento persistirá e inclusive colaborará en incrementar el agujero de ozono sobre el propio Ártico).

iii) Es poco conocido el papel de los océanos como regulador del CO₂

Hoy generamos 6 000 millones de toneladas de carbono al año por combustión de carburantes. Aproximadamente la mitad queda en el aire por unos 100 años, pero de la otra mitad aún no sabemos adonde va a parar. Ahora bien, los océanos juegan un papel central en el ciclo del carbono. Por un lado, porque sus ritmos retrasan considerablemente los efectos que las emisiones de CO₂ puedan tener en el calentamiento de la atmósfera. Hay que tener en cuenta que los océanos son una masa de energía térmica que tarda siglos en modificarse frente a impactos externos como el calentamiento de la atmósfera. Además sus formas de vida, como el plancton, son grandes consumidoras de CO₂ a pesar de que no se conoce exactamente su dinámica. Así,

El aumento de CO₂ ha entrañado en efecto un aumento del metabolismo del plancton. Se estima hoy que la absorción por el océano ha pasado de 90 gigatoneladas a 93 gigatoneladas (LE BRAS, 1997:60).

Por último, los océanos son los mayores depositarios de CO₂ natural, y no se conoce el comportamiento del nivel de calcita que regula el CO₂ en las profundidades oceánicas (ISLA, 1998).

iv) No es claro que las consecuencias del aumento de la temperatura sean negativas, bien podrían ser positivas

Podría argumentarse que el aumento del dióxido de carbono en la atmósfera provoca una mayor fertilidad en los vegetales, que se traduciría en un aumento de las cantidades de carbono fijadas por las plantas y los suelos (LENOIR, 1995:128). De hecho hasta antes de 1985 los científicos pensaban que sería benéfico un aumento de la temperatura mundial porque incrementaría la productividad agrícola.

Caracterización y datos estadísticos	CAMBIO CLIMÁTICO			Temas de discusión
	Causas antropogénicas del problema	Consecuencias incrementales	Políticas para enfrentar el problema	
Una vez se han asumido los compromisos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) en 1992, el mundo se ha comprometido a limitar el aumento de la temperatura global a 2°C por encima de los niveles preindustriales (1850-1900). El Acuerdo de París, adoptado en 2015, establece un objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales.	El aumento de la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, principalmente dióxido de carbono (CO ₂), metano (CH ₄) y óxido de nitrógeno (NO ₂), es la principal causa del cambio climático. La deforestación y la ganadería también contribuyen al aumento de los GEI.	El aumento de la temperatura global puede causar un aumento del nivel del mar, un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y olas de calor, y un aumento de la sequía y la desertificación.	El Protocolo de Kyoto (1997) y el Acuerdo de París (2015) son los principales acuerdos internacionales para reducir las emisiones de GEI. El Acuerdo de París establece un objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales.	El cambio climático es un tema de discusión importante en la política internacional y nacional. El Acuerdo de París es un hito en la historia de la cooperación internacional para abordar el cambio climático.
El cambio climático puede causar un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y olas de calor, y un aumento de la sequía y la desertificación. El aumento de la temperatura global puede causar un aumento del nivel del mar, un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y olas de calor, y un aumento de la sequía y la desertificación.	El aumento de la temperatura global puede causar un aumento del nivel del mar, un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y olas de calor, y un aumento de la sequía y la desertificación.	El aumento de la temperatura global puede causar un aumento del nivel del mar, un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas y olas de calor, y un aumento de la sequía y la desertificación.	El Protocolo de Kyoto (1997) y el Acuerdo de París (2015) son los principales acuerdos internacionales para reducir las emisiones de GEI. El Acuerdo de París establece un objetivo de limitar el aumento de la temperatura global a 1.5°C por encima de los niveles preindustriales.	El cambio climático es un tema de discusión importante en la política internacional y nacional. El Acuerdo de París es un hito en la historia de la cooperación internacional para abordar el cambio climático.

Haga click para ampliar

Pérdida de Biodiversidad

Por **biodiversidad** podemos entender la diversidad o variación de organismos a todos los niveles, que va desde variaciones genéticas de una misma *especie* hasta diversas series de especies, géneros, familias y otros niveles taxonómicos superiores. El concepto considera la variedad de *ecosistemas*, abarcando tanto las *comunidades* de organismos de uno o más *habitats*, como las condiciones físicas en las cuales viven (WILSON, 1994).

El estudio de la biodiversidad presenta dos ámbitos de trascendencia clave. Por un lado, tiene implicaciones ecológicas sustantivas a la hora de comprender el funcionamiento de los ecosistemas y, por lo tanto, en la generación de los recursos y servicios que son cruciales para la existencia humana. Por otro, las implicaciones económicas son trascendentes cuando se discuten las causas económicas de la pérdida de biodiversidad, cuando se valoran económicamente sus cambios y cuando se visualiza su papel en la estrategia de desarrollo sustentable (TOLEDO, 1998).

Implicaciones ecológicas de la biodiversidad

La diversidad de especies tiene consecuencias funcionales sobre los ecosistemas, ya que el número y tipo de especies presentes determinan las características orgánicas que influyen los procesos ecosistémicos. Las características de las especies determinan la mediación de flujos de energía y materia directamente, y pueden alterar las condiciones abióticas que regulan las tasas de los procesos. El componente de la

diversidad de especies que determina esta expresión de características incluye el número de especies presente (*riqueza*), su relativa abundancia (*uniformidad*), presencia de especies particulares (*composición*), las interacciones entre especies (*efectos no aditivos*) y la variación temporal y espacial en estas propiedades. En adición a sus efectos sobre el funcionamiento, la diversidad de especies influencia la resiliencia y resistencia de los ecosistemas al cambio ambiental (CHAPIN III, *et. al.*, 2000).

La dimensión ecológica de la biodiversidad tiene que ver con el rol que ésta cumple cuando consideramos el funcionamiento y propiedades de los ecosistemas. El funcionamiento de un ecosistema puede comprenderse mediante el modelo de estadios o fases propuesto por Holling (apud BARBIER, 1994). Estas cuatro funciones o estadios son: ***explotación, conservación, liberación (release) y reorganización***. La *estabilidad y productividad* del ecosistema son propiedades determinadas por los estadios de explotación y conservación, mientras que la *resiliencia* (capacidad de un sistema de recuperarse luego de un stress) es determinada por los estadios de liberación y reorganización.

La principal importancia ecológica de la biodiversidad es su papel en la preservación de la *resiliencia* de los ecosistemas. Este rol se cumple debido a que la biodiversidad provee las diferentes unidades a través de las cuales fluye la energía y porque aporta al sistema capacidad para responder a eventos sorpresivos (SOLBRING, 1993 apud BARBIER, 1994). La acumulación de gran cantidad de información genética permite que el funcionamiento ecosistémico pueda ser reconstituido bajo un enorme gama de condiciones y circunstancias. Si bien no toda la información tiene la misma importancia para eventos futuros, se detecta una gama de especies que existen en condiciones sub-óptimas, algunas de las cuales son de gran importancia potencial para reconstituir los ecosistemas si las condiciones cambian (HOLDGATE, 1996). Esas especies, denominadas especies pasajeras ("passenger species") o especies que aseguran la vida ("life insurance species" BARBIER, 1994), juegan un rol que no puede ser ignorado cuando consideramos la evolución de los ecosistemas a través del tiempo. Son especies que no son claves para la performance actual del sistema, pero en determinadas circunstancias pueden transformarse en especies claves ("keystone process species") durante la reorganización interna de un ecosistema. Las "passenger species" pueden ser consideradas como un seguro de capital natural que sustenten la generación de servicios ecológicos en el futuro (BARBIER, 1994).

Implicaciones económicas de la biodiversidad

Las implicaciones económicas de la pérdida de biodiversidad se relacionan con los impactos a nivel del bienestar humano. Las principales formas pueden resumirse en los siguientes ítems: i) el bienestar de las presentes generaciones puede ser afectado por impactos en los recursos biológicos y servicios ecológicos debido a la disminución de la biodiversidad actual, ii) complicaciones en el futuro pueden ser generadas por la

ignorancia de los individuos, que los lleve a no reconocer las implicaciones globales de la pérdida de biodiversidad, iii) puede existir preocupación tanto por la equidad intrageneracional como por la intergeneracional. La biodiversidad puede afectar el bienestar del futuro, en la medida que sea pensado como opuesto al bienestar de las actuales generaciones (BARBIER, 1994).

Indicadores de biodiversidad y de su pérdida

La biodiversidad se encuentra actualmente pobremente caracterizada desde el punto de vista geográfico, taxonómico y ecológico. No contamos aún con una idea aproximada de la cantidad de especies que existen. Las estimaciones globales varían entre 5 y 50 millones de especies, pero las descriptas taxonomicamente no superan los 1,7 millones. De mantenerse el ritmo actual de descripción de nuevas especies, que oscila en 13 mil por año en promedio y, suponiendo la estimación más baja (5 millones), serían necesarios 385 años para que los taxónomos contaran con un inventario completo (TOLEDO, 1998).

Con relación a la pérdida o erosión de la biodiversidad, existen varias estimaciones que divergen mucho en las tasas de extinción de especies registradas. Holdgate (1996) presenta estimaciones en donde se puede apreciar este hecho, a saber: 1 millón de especies entre 1975 y 2000 (Myers, 1979); 15 a 20 % de todas las especies entre 1980 y 2000 (LOVEJOY, 1980); 2000 especies de plantas por año en trópicos y subtrópicos (RAVEN 1987); 25 % de las especies entre 1985 y 2015 (RAVEN, 1988); al menos 7 % de las especies de plantas (MYERS, 1988); entre 0.2 y 0.3 % de todas las especies por año (WILSON, 1988; 1989); 2 a 18 % de todas las especies entre 1990 y 2015 (REID, 1992). Como puede apreciarse, la variaciones son muy importantes, pero aún así, puede sostenerse que el grado de pérdida que se registra actualmente es muy grande. La tasa actual de pérdida de variabilidad genética de poblaciones y especies excede en un orden entre 100 y 1000 veces las que ocurrían antes de la dominación humana del planeta (PIMM *et. al.*, 1995).

Principales incertidumbres sobre el tema

Desde una óptica ecológica las principales incertidumbres relacionadas a la biodiversidad pueden agruparse en los siguientes cuestiones abiertas para la investigación:

- No es conocida la proporción exacta de biodiversidad que es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas (EHRlich *et.al.*, 1999; PERRINGS *et. al.*, 1992).
- Las tasas de extinción no son fáciles de evaluar debido a que aún las especies sobre la tierra no han sido identificadas en su totalidad (PIMM *et.al.*, 1995).

- La comprensión que tenemos sobre endemismo es insuficiente para conocer el futuro de la biodiversidad con precisión. (PIMM *et. al.*, 1995).
- Las tasas de extinción de especies no puede ser explicada solamente por cambios en las áreas de florestas. El modelo especies/área sobrestima las tasas de extinción. (LUGO *et. al.*, 1993)

El debate internacional sobre biodiversidad

El debate político internacional sobre biodiversidad está centrado en una cuestión clave: **¿Quién es propietario de la diversidad genética?** Esta cuestión, a la que se designa también como "guerra de los genes", tiene como contraparte a los países desarrollados, que sustentan la tesis del libre acceso (aún remunerando) y los países no desarrollados (donde se localiza predominantemente la biodiversidad), que sustentan que el acceso debe ser reglamentado por acuerdos, en los cuales deben prevalecer los criterios del país propietario (GARCIA DOS SANTOS, 1994).

Principales encuentros internacionales sobre biodiversidad

Encuentro	Fecha y lugar	Item clave discutido y decisión tomada
UN Conferencia sobre Ambiente Humano	1972, Estocolmo	Conservación de diversidad biológica identificada como una prioridad
UNEP	Mayo 1988, Nairobi	Establecimiento del grupo de trabajo Ad Hoc de expertos sobre diversidad biológica. Este se conforma en el Comité de negociación Internacional, el cual prepara la CDB
UNCED "Earth Summit"	Junio 1992, Río de Janeiro	Convención sobre Diversidad Biológica (CDB) abierta para la firma. La CBD entra en vigencia en diciembre de 1993.
CONFERENCE OF THE PARTIES-1 (COP-1)	Diciembre 1994, Nassau	Establecimiento de SBSTTA(*) para proporcionar información relevante al COP y creación del Clearing House Mechanism (CHM) para compartir información. El CHM crea un sitio web http://www.biodiv.com para facilitar acceso a información.
COP-2	Noviembre 1995, Jakarta	Adopción del mandato de Jakarta sobre Biodiversidad Marina y Costera. Establecimiento del Grupo de trabajo sobre Bioseguridad Humana (se reconoce que las biotecnologías pueden generar tanto beneficios considerables como riesgos potenciales para el ambiente y salud).
COP-3	1996, Buenos Aires	Derechos de Propiedad Intelectual, biodiversidad agrícola y forestal.
COP-4	Mayo 1998, Bratislava	Discusión ministerial de biodiversidad y sector privado (especialmente turismo).
Grupo de Trabajo Sobre Bioseguridad	Febrero 1999, Cartagena	Gobiernos intentan finalizar y adoptar un protocolo sobre Bioseguridad, pero no se llega a acuerdo.
SBSTTA-4	Junio 1999, Montreal	Intento de mejorar la operación de la Convención y cuerpo subsidiario.
Ex-COP	Enero 2000, Montreal	Sesión extraordinaria del COP; acuerdo sobre el protocolo de Bioseguridad de Cartagena
COP-5	Mayo 2000, Nairobi	Ecosistemas desérticos, praderas y sabanas, uso sustentable de biodiversidad, acceso a los recursos genéticos.

(*)SBSTTA: Subsidiary Body for Scientific, Technical and Technological Advice
Fuente: IPIECA, 2000.

BIODIVERSIDAD			
Descripción y datos significativos	Origen del problema	Manifestaciones	Impactos
El aumento de la biodiversidad en los últimos 50 años se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)
El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)
El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)	El aumento de la biodiversidad se debe a la introducción de especies exóticas, a la explotación de recursos naturales y a la contaminación del medio ambiente. (PARRIS et al., 2002)

Haga click para ampliar

ENSEÑANZAS

Varias enseñanzas sobre las implicaciones de las incertezas pueden extraerse de la información anterior. Las principales son:

a) Si hasta los años noventa del siglo XX los problemas ambientales podían ser enumerados en una amplia lista sin mayor jerarquía, a partir de los años noventa dos problemas ambientales globales surgen en la escena mundial como prioritarios tanto desde el punto de vista de su gravedad, como de su incidencia sobre el resto: el cambio climático y la biodiversidad. Esto, de por sí, no deja de constituir un serio problema para la mayoría de los países del Tercer Mundo, donde los problemas ambientales cotidianos y visibles, como son la contaminación de cursos de agua o del aire de las ciudades, la degradación de los suelos y la pobreza, deben ser subordinados en la agenda internacional por aquellos de difícil visualización y mayor incerteza, como son la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. Este cambio de objetivos dificulta directamente la movilización popular y la toma de conciencia sobre las cuestiones ambientales.

b) Dada la complejidad de los problemas ambientales no hay, y difícilmente habrá, certezas tecnológicas. Eso significa que las decisiones en materia ambiental deben basarse en criterios políticos antes que científico-técnicos. El principio de **precaución**, hoy en día bastante extendido en la legislación de diversos países, es un ejemplo, ya que dicho principio muestra la necesidad de legislar sin contar con certezas científicas. Este es también el argumento más fuerte para no dejar en manos de una elite, supuestamente entendida de los problemas ambientales, decisiones que afectan al conjunto de la humanidad.

c) El grado de incerteza tecnológica que existe en la mayoría de los grandes problemas ambientales no debe ser obstáculo para la movilización social. Por el contrario, y aunque parezca paradójico, no es a partir de certezas científicas de la contradicción con el medio ambiente externo que la sociedad humana va a mejorar sus condiciones de vida, sino basándose en los intereses sociales de las grandes mayorías, y colocando las contradicciones sociales como el obstáculo central para un gerenciamiento más saludable ambientalmente.

d) El carácter globalizado de la economía humana conlleva riesgos de escala también global, y en muchos casos de carácter irreversible. Pero considerar el riesgo como un hecho dado, casi natural del desarrollo tecnológico y el mundo globalizado, es perder de vista que gran parte de los accidentes o desastres son resultado de las **políticas de casino** impuestas por los voceros de las grandes corporaciones transnacionales (esto es, la Organización Internacional del Comercio, el Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial). La liberalización del comercio y la desregulación económica que impulsan, conlleva una ética inhumana y anti-ecológica. Inhumana porque en la jerarquía de determinación de la economía las personas son suplantadas por las cosas, éstas por sus precios, los precios por las ganancias, y las ganancias reales por las acciones (o ganancias a futuro), de manera que la economía de los países termina regida por la suerte de las bolsas de valores. Esta política de casino es anti-ecológica porque no tiene instrumentos para planificar, y asumen las catástrofes ambientales como un resultado natural de la complejidad tecnológica o del grado de actividad humana sobre los ecosistemas.

CONCLUSIONES

Un análisis detenido de la información científica generada en torno a las dos problemáticas ambientales más importantes, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad, indica que existen numerosos puntos de incertidumbre, controversia y falta de conocimiento. A diferencia de lo que los grandes centros de difusión científica internacional vinculados a la temática, o los medios masivos de comunicación proclaman como hechos incontrovertidos y científicamente documentados, existen enormes lagunas de conocimiento científico y controversias referidas a las cuestiones centrales de la crisis ambiental.

Las controversias e incertidumbres de mayor dimensión se localizan en el terreno del cambio climático. Aquí, como fue visto, existen científicos que cuestionan la existencia real de la problemática e, inclusive, sostienen que los eventuales cambios climáticos podrían ser benéficos para la humanidad.

En el campo de la biodiversidad existe la certeza de que los ritmos de pérdida de especies son mayores a los que existían antes de la dominación humana del planeta. Sin embargo, a la hora de cuantificar el fenómeno, no existen indicadores

consolidados ni unánimemente aceptados. Asimismo, en el momento de establecer umbrales críticos de biodiversidad para el funcionamiento de los ecosistemas y consecuentemente para el cumplimiento de sus servicios, no existen indicadores que objetiven la dimensión del fenómeno. En este caso se invoca el principio de precaución, intentando evitar posibles efectos perversos de una pérdida de biodiversidad que no podemos, por el momento, caracterizar mediante indicadores científicamente sólidos.

Junto a este enorme cúmulo de incertidumbres y controversias existe una dimensión política de la discusión que muchas veces no es visible y otras se viste con ropaje científico.

Los acuerdos internacionales y nacionales que presionan para modificar los patrones actuales de producción y tecnología provocan, de forma inmediata, un giro en la orientación de las ganancias. Los dos casos que analizamos, el de la biodiversidad y el del cambio climático, son elocuentes de ello. En el caso de la biodiversidad, los Estados Unidos rechazaron el acuerdo de Río por la presión de las transnacionales farmacéuticas que reclamaban participación en la patente del eventual material genético descubierto en los países del Tercer Mundo: como literalmente dijo el presidente Bush en su momento, "en cuanto a la biodiversidad es importante proteger nuestros derechos, nuestros derechos económicos"(citado por KARLINER, 1997:55). En el caso del cambio climático, las negociaciones pasaron rápidamente de las restricciones en las emisiones de gases de efecto invernadero a cómo negociar las cuotas y otros mecanismos de mercado. Esta transmutación de intereses en la contaminación física por intereses comerciales ha llevado a la periodista Rivera -experta en las negociaciones sobre cambio climático- a expresarse así:

Donde hace unos años prácticamente se hablaba tan sólo de aumento de la temperatura media de la Tierra, de impactos del cambio climático y de medidas políticas que debían tomarse, se discute ahora de cotizaciones en Bolsa, de créditos de emisión, del riesgo de que se formen monopolios, de vaivenes de mercados futuros y de pólizas de seguros para quien no pueda permitirse comprar esos créditos cuando le haga falta (RIVERA, 2000:166-167).

Desde la Cumbre de la Tierra realizada en Río de Janeiro en 1992 se han movilizado grandes sumas de dinero de las Naciones Unidas para enfrentar el cambio global. Estos fondos son administrados por el Banco Mundial, a pesar de las fuertes críticas que ha tenido por impulsar proyectos contaminantes. No es novedad que las grandes corporaciones transnacionales efectúan un fuerte lobby para orientar estos fondos en su beneficio, lo que ha llevado a la ecologista Vandana Shiva a decir que "los recursos financieros que van al Fondo del Protocolo de Montreal para transferencia de tecnología son en efecto subsidios para Du Pont [y otros] y no para [que] el Tercer Mundo [reoriente su producción como estaba previsto]" (citado por KARLINER, 1997: 51).

En un estudio sobre las grandes corporaciones y el medio ambiente, Karliner (1997) muestra cómo la presión de los movimientos ambientalistas y también de los gobiernos y reglamentaciones internacionales fuerza a las grandes corporaciones, que son las que más contaminan el medio ambiente, a invertir grandes sumas de dinero en tecnologías de control, dando surgimiento a una "industria ambiental". Según un estudio de la OECD el mercado mundial del equipamiento y servicios ambientales alcanzaría en el año 2000 los 300 mil millones de dólares, y según uno de la Corporación Internacional de Finanzas, utilizando un criterio más amplio llegaba a los 600 mil millones de dólares. Si se considera que la industria de productos químicos es de 500 mil millones y la aeroespacial de 180 mil millones, puede verse que el llamado "negocio de lo verde" es promisorio (KARLINER, 1997: 35).

La preocupación por el cambio climático también constituye una dimensión apropiada para la globalización política. Por primera vez en la historia, la humanidad es colocada frente a retos de escala planetaria. El clima afecta prácticamente cualquier actividad productiva así como la vida cotidiana y salud de la población mundial y los demás seres vivos, al mismo tiempo que cualquier actividad productiva tiene consecuencias climáticas. Y, por si esto fuera poco, ambas interrelaciones están marcadas por el hecho de su globalidad, debiendo las fronteras políticas y económicas subordinarse a la lógica físico-natural. Se suma a esto que una nueva "conciencia ambiental" permite la realización de las más variadas utopías, provenientes de los más diversos sectores y a partir de las más distintas ideologías, ya que el problema es presentado como una contradicción entre la sociedad humana y su entorno físico-natural. Todos estos grupos pasan a tener un "enemigo" común o, mejor dicho, tienen la necesidad de recuperar un "amigo común" -el medio ambiente-, más allá de las diferencias. Esta es la base más sólida para el paso de la globalización económica a la globalización política, y los acuerdos sobre el medio ambiente son sólo el comienzo.

El resultado general a que llegamos es que la discusión sobre la crisis ambiental no puede restringirse a su nivel técnico, sino que debe incluir sus bases sociales, políticas y económicas. En primer lugar, una visión exclusivamente técnica significaría un control elitista y antidemocrático de un futuro *incierto* pero que corresponde a todos; también porque los aspectos sociales y políticos que están por detrás del conocimiento científico lo contaminan con intereses económicos que obligan a tomar con reserva sus resultados; por último, porque las interconexiones y sinergias que "el cambio global" conlleva, hacen que las incertidumbres e imprevisibilidades sean amplias.

BIBLIOGRAFÍA

BARANZINI, A.; GOLDEMBERG, J; SPECK, S. "A future for carbon taxes". *Ecological Economics* 32 :395–412, 2000. [[Links](#)]

BARBIER, E *et.al.*, **"Paradise Lost? The ecological economics of Biodiversity"**, London, Earthscan, 1994. [[Links](#)]

CHRISTIAN AID. "Who owns who". Climate change, dept, equity and survival". www.christian-aid.org.uk/reports/who/sum_who.html , 1999. [[Links](#)]

CONSTANZA R. *et.al.*, "The value of the worlds ecosystem services and natural capital", *Nature*, 387, 253-260, 1997. [[Links](#)]

CHAPIN III F, S; ZAVALETA, E; EVINER, V; NAYLOR, R; VITOUSEK, P; REYNOLDS, H; HOOPER, D; LAVOREL, S; SALA, O; HOBBIIE, S; MACK, M; DIAZ, S, "Consequencies of changing biodiversity". *Nature* , vol 405, 2000. [[Links](#)]

EHRlich P,R, *et.al.*. "Knowledge and the environment". *Ecological Economics*, 30: 267 –284, 1999. [[Links](#)]

ESTRADA-OYUELA. "Climate Change, Mitigation and Equity". "IPCC 2nd Regional Experts~Meeting on Development, Equity and Sustainability". www.gci.org.uk/Estrada%20on%20C&C.pdf , 2000. [[Links](#)]

FOX MARKETWIRE. "Proposed: bury carbon dioxide to fight global warming". http://www.foxmarketwire.com/wires/0501/f_ap_0501_3.sml , 01/05/2000. [[Links](#)]

GARCIA DOS SANTOS, L. "A Encruzilhada da Política Ambiental Brasileira" *Novos Estudos* 38, SP., CEBRAP, 1994. [[Links](#)]

GLOBAL COMMONS INSTITUTE. "CI submission to the intergovernmental Panel on Climate Change working Group Three (WG3) & the First Conference of the Parties (COP1) to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)", S/d. [[Links](#)]

GLOBE INTERNATIONAL. "Global Equity & Climate Change. A History of the UNFCCC Negotiations". Brussels. http://www.gci.org.uk/GLOBEs_Brief_History_of_C&C.pdf , 1999. [[Links](#)]

HOLDGATE, M. "The Ecological Significance of Biological Diversity. *Ambio*, vol 25, No 6, sept, 1996. [[Links](#)]

IPIECA, "Buenos Aires and Beyond: A Guide to the Climate Change Negotiations". IPIECA, S/d. [[Links](#)]

ISLA, F. "Los fantasmas del planeta". *Ciencia Hoy*. Vol. 8 No. 46. Buenos Aires, 1998. [[Links](#)]

INTERNATIONAL PETROLEUM INDUSTRY ENVIRONMENTAL CONSERVATION ASSOCIATION, IPIECA, **Biodiversity and the Petroleum Industry, A Guide to the Biodiversity Negotiations**, UK., 2000. [[Links](#)]

KARLINER, J. **The Corporate Planet. Ecology and Politics in the Age of Globalization**. San Francisco, Sierra Club Books, 1997. [[Links](#)]

LAL, R; KIMBLE, J.; FOLLET, R; COLE, C. **The Potential of U.S. Cropland to Sequester Carbon and Mitigate the Greenhouse Effect**. Boca Raton, Fl., CRC Press, 1999. [[Links](#)]

LE BRAS, H. **Los límites del planeta. Mitos de la naturaleza y la población**. Barcelona. Ariel. Geografía, 1997. [[Links](#)]

LEGGET, J. **Aquecimento Global. O Relatório do Greenpeace**. Rio de Janeiro. Editora da Fundação Getulio Vargas, 1992. [[Links](#)]

LENOIR, I. **A verdade sobre o efeito de estufa. Dossier de uma manipulação planetária**. Lisboa. Caminho da Ciência, 1995. [[Links](#)]

LIGO A, E, *et al*, "Loss in Species Caused by Tropical Deforestation and Their Recovery Through Management". *Ambio*, vol 22, No. 2, 1993. [[Links](#)]

MAY R, "How Many Species Inhabit the Earth?". *Scientific American*, October, 1992. [[Links](#)]

McCANN, K. "The diversity-stability debate". *Nature*, vol 405:11 May, 2000. [[Links](#)]

MYERS, N. "Environmental Unknowns". *Science*, vol. 269. 21 July:358-360, 1995. [[Links](#)]

NEWMAN, P. "Whats happening to stratospheric ozone over the Arctic, and why?". Conferencia *U.S. Global Change Research Program Seminar Series*. 31 July.Washington D.C., 2000. [[Links](#)]

PERRINGS, C; FOLKE,C *et al*, "The ecology and economics of biodiversity loss: the research agenda". *Ambio*, vol 21 No. 3, 1992. [[Links](#)]

PIMENTEL, D., "Economics benefit of natural biota". *Ecological Economics*, 25:45-47, 1998. [[Links](#)]

PIMM, S.L, *et.al.*, 1995, "The Future of Biodiversity". *Science*, vol 269. 21 July: 347-350, 1995. [[Links](#)]

RIVERA, A. **El Cambio Climático: el calentamiento de la Tierra**. Madrid, Temas de Debate, 2000. [[Links](#)]

SCHWARZE, "Activities implemented jointly: another look at the facts". *Ecological Economics* 32 :255–267, 2000. [[Links](#)]

TOLEDO A, **Economía de la Biodiversidad**. México D.F. Serie textos Básicos para la Formación Ambiental, No. 2, Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Oficina Regional para América latina y el Caribe, 1998. [[Links](#)]

VITOUSEK P, M, *et. al.*, "Human Domination of Earths Ecosystems". *Science*, vol 277, 25 july: 494-499, 1997. [[Links](#)]

WILSON, E. **Diversidade da vida**. São Paulo. Companhia Das Letras, 1994. [[Links](#)]

WOJICK, D. "Carbon Storage in Soil. The ultimate no-regrets policy? A report to Greening Earth Society". 01/11/99. www.greeningearthsociety.org , 1999. [[Links](#)]

WOODWELL, G. "Os efeitos do aquecimento global". In: Legget, J. **Aquecimento Global. O Relatório do Greenpeace**. Rio de Janeiro. Fundação Getulio Vargas, 1992. [[Links](#)]

NOTAS

1 **Especie** es la unidad básica de clasificación y comprende una población o serie de poblaciones de organismos semejantes e íntimamente emparentados. En los organismos sexuados se define como especie biológica una población o serie de poblaciones de organismos que se reproducen libremente en condiciones naturales pero que no se cruzan con otras especies. El concepto de **población** hace referencia a un grupo de organismos pertenecientes a una misma especie en el mismo tiempo y lugar (WILSON, 1994). **Ecosistemas** son comunidades biológicas que interactúan con el ambiente físico y químico como un sistema unificado, interactuando simultáneamente con otros ecosistemas y con la atmósfera (Barbier, 1994). **Comunidad:** conjunto de todos los organismos, sea animales, plantas y microorganismos, que viven en un determinado hábitat y se afectan mutuamente como parte de la red alimentaria o a través de sus múltiples influencias sobre el medio ambiente. (WILSON, 1994). **Hábitat**, es un medio ambiente de un tipo determinado, como por ejemplo, la playa de un lago o un determinado ambiente de una región, como por ejemplo, una floresta de montaña. Un **bioma** es una gran categoría de hábitat en una determinada región del mundo, como por ejemplo la floresta lluviosa de la cuenca amazónica (WILSON, 1994).

2 La diversidad esta vinculada al aumento de la estabilidad de los ecosistemas. La diversidad puede visualizarse como un recipiente pasivo de mecanismos de importancia ecológica. Algunas especies de interacción débil con los recursos estabilizan la dinámica de la comunidad ya que amortiguan interacciones fuertes -potencialmente desestabilizadoras- entre los otros consumidores y los recursos (McCANN, 2000). La producción primaria neta (fijación de carbono por plantas verdes) es un buen indicador del funcionamiento de los ecosistemas. Existe una correlación positiva entre productividad y biodiversidad, al igual que con la biomasa (monto total de carbono presente en la biota viva), a pesar que a la hora de comparar diversos ecosistemas, las diferencias en sus biodiversidades son mucho mayores que cuando comparamos sus productividades. La relación es positiva pero débil, es decir, altas tasas de diversidad no son necesarias para altas productividades. No existe una relación directa entre diversidad de especies o genes presentes en un ecosistema y su biomasa, productividad o rol en los ciclos biogeoquímicos. De todas formas, existe una tendencia general a que los sistemas con altas biomásas y productividades también sean mas diversos. La relación no necesariamente es directamente causal (HOLDGATE, 1996). Esta concepción de resiliencia deriva de la propuesta de HOLLING (1973), que se basa en el monto de disturbio que puede ser sustentado y absorbido ante un cambio que ocurre en el sistema de control o estructura (BARBIER, 1994).

3 A largo plazo es importante conservar no solo las especies claves ("keystone process species") en los ecosistemas, sino también las "life insurance especies" para asegurar el funcionamiento de éstos, teniendo en cuenta la habilidad de las especies, poblaciones y comunidades para responder a las agresiones que se operan sobre los ecosistemas (BARBIER, 1994).

4 Los servicios de los ecosistemas consisten en flujos de materiales, energía e información desde el stock de capital natural, los cuales se combinan con servicios de capital manufacturado y humano para producir bienestar humano. Los principales servicios de los ecosistemas son: regulación de los gases atmosféricos, regulación climática, regulación de disturbios (tormentas, inundaciones), regulación del flujo hidrológico, abastecimiento y retención de agua, retención de sedimentos y control de la erosión, formación de suelo, ciclo de nutrientes, tratamientos de desechos, polinización, control biológico (regulación de poblaciones), refugio, producción de alimentos, materias primas, recursos genéticos, recreación, cultural (CONSTANZA et.al., 1997).