PROBLEMAS AMBIENTALES, PROBLEMAS HUMANOS

César Bordehore

INTRODUCCIÓN

El medio ambiente no es ajeno a la especie humana. Las características físicas, químicas y biológicas del medio que nos rodea ofrecen el marco óptimo para nuestro desarrollo. El medio ambiente se define como todos aquellos elementos que nos envuelven, vivos o inertes, además de sus interrelaciones. La erradicación o alteración de cualquiera de sus elementos o flujos de materia o energía, puede desembocar en una pérdida de la función que venía desarrollando ese ecosistema. La pérdida de los componentes vivos, las especies, tiene una especial trascendencia social y también una importancia económica creciente.

Para entender la situación del medio ambiente nos hemos de trasladar al origen de la vida en la Tierra. La coexistencia de elementos químicos y condiciones climáticas adecuadas, originaron el escenario necesario para que surgieran las primeras formas de vida, en un medio radicalmente distinto al actual, donde la composición de la atmósfera era diferente y la radiación ultravioleta (UV) irradiaba la parte emergida. Los organismos autotróficos favorecieron el cambio de una atmósfera reductora a una oxidante, paso indispensable para la aparición de la capa protectora de ozono y la aparición de organismos aeróbicos. La parte emergida de la biosfera ya podía ser habitada una vez a salvo de la radiación UV, destructora del material genético (DNA). Tras el origen de la vida, hace unos 3.500 millones de años, han ocurrido numerosas catástrofes a nivel planetario, que han cambiado drásticamente las condiciones ambientales. Los periodos de aparición de especies se han combinado con extinciones masivas en un equilibrio *natural*, donde los procesos ocurren en millones de años. La

aparición del *Hommo sapiens*, fue probablemente hace sólo 200.000 años (AYALA et al., 1994).

Esta nueva especie ha conjugado dos características clave: la destreza manual y la inteligencia, que le han permitido utilizar energía exosomática (MARGALEF, 1993) para transformar su entorno en beneficio propio. Esta modificación fue beneficiosa para el *Hommo sapiens* ya que le proporcionó una mayor adaptabilidad. Las fuentes de energía exosomática fueron en primera instancia: el fuego, los animales, el sol, el viento y los saltos de agua. La cantidad de energía utilizada era pequeña y, por ello, los posibles efectos negativos se restringían a una escala local y eran reversibles en el tiempo (SIMMONS, 1989; GROVE, 1990).

Los impactos ambientales no son exclusivos de la época actual. Ya en tiempo del Imperio Romano, hubo problemas de erosión del suelo debido a prácticas agrícolas inadecuadas. En el siglo XIII, en Mongolia, se prohibió la sobreexplotación de diversas especies de animales y árboles. En la Edad Media ya hubo crisis pesqueras en el Cantábrico. En 1306 se prohibió la quema de carbón en Inglaterra debido a la contaminación atmosférica que producía.

Un punto de inflexión en la escala espacial y temporal de los impactos antrópicos sobre el medio aparece con la colonización del continente americano, a partir de la cual los impactos empiezan a adquirir dimensiones continentales. Tan sólo 60 años después del *Descubrimiento* (1560), ya se ponen en evidencia los efectos negativos de la deforestación masiva llevada a cabo por europeos en la América tropical. De este modo, se inició la globalización del deterioro ambiental, fomentada por el desconocimiento de las condiciones ambientales del Nuevo Mundo, y la visión puramente mercantilista de los colonizadores.

Si el *Descubrimiento* supuso una ampliación de la escala geográfica de determinados impactos ambientales asociados a la expansión de Occidente, la Revolución Industrial cambió radicalmente la pauta anterior. Se incrementó la severidad de los impactos anteriores y se añadieron nuevos. Este aumento del poder de impacto fue debido a la mayor disponibilidad de energía exosomática, en especial la quema de combustibles fósiles.

Los problemas del siglo XXI son parte pre-industriales y otros de muy nueva creación. En el XIX ya aparecen referencias sobre la lluvia ácida (SMITH, 1852; AYALA et al., 1994), el efecto invernadero y el cambio climático (WILSON, 1858), o la deforestación a gran escala (MARSH, 1874). Las nuevas formas de destrucción del medio aparecen a mediados del siglo XX, como la contaminación química (CARSON, 1962), la destrucción de la capa de ozono (MOLINA Y ROWLAND, 1974) y el efecto invernadero por otros gases distintos al CO_2 (WANG et al., 1976).

La satisfacción de las necesidades de desarrollo humanas depende de dos factores principales: del componente humano, en especial de la ciencia y la tecnologia, y de las condiciones ambientales. A menudo, en los procesos de producción se externalizan una serie de efectos negativos sobre el medio que, a su vez, inciden negativamente en nuestra calidad de vida, ¿por qué seguimos entonces externalizando los costes ambientales? La respuesta no es sencilla, pero en ella se enmarcan aspectos políticos, sociales, económicos, culturales y éticos. Un concepto sociológico interesante aplicado a la gestión sostenible de recursos naturales es el de "propiedad común", el cual postula que la protección del recurso es mayor cuando existen propietarios perpetuos, y no se considera un bien común de una colectividad impersonal, donde la responsabilidad de la gestión se diluye.

Algunas de las variables humanas que se han identificado como causantes de estos problemas - como ya se ha establecido en capítulos anteriores- son:

Población. El número de personas en el planeta no es un problema *per se*. Más que el número de habitantes, el origen del perjuicio ambiental global es la *tasa de consumo* (directamente proporcional a la *tasa de impacto*) por habitante. Esgrimir una ética ambiental para obligar al Tercer Mundo a controlar su tasa de natalidad no es más que falsear la realidad, ya que el deterioro ambiental es proporcional al aumento del consumo en países ricos, no al aumento de población en los países pobres.

Tecnología. La tecnología tiene una naturaleza dual respecto al deterioro ambiental. Por un lado es la responsable del alto poder de transformación de los países ricos, pero también reduce la incidencia ambiental de los procesos productivos (BOSERÜP, 1965). No obstante, en la mayor parte de casos, el efecto neto ha resultado

ser negativo, porque la reducción de impacto debida a la tecnología no contrarresta el aumento de consumo (DURNING, 1989).

La organización social. La capacidad de degradación ambiental varía según el modelo de organización social. Donde el medio ambiente forma parte de los valores éticos, religiosos o culturales, el impacto ambiental admitido por la sociedad será mucho menor. El medio ambiente se resentirá en menor o mayor grado según se prime más el consumo o el ahorro, la rentabilidad a corto plazo frente a la rentabilidad a largo plazo, la globalización de los procesos productivos frente a la autosuficiencia a nivel regional, o la disponibilidad de energía barata como medio para incentivar el consumo frente al ahorro. Desafortunadamente, la economía de mercado carece de valores ambientales, y éstos sólo se consideran cuando influyen positivamente en la cuenta de resultados. Como elemento moderador, el marco legislativo ha de ser capaz de contrarrestar la tendencia hacia el máximo beneficio empresarial con la protección de los derechos sociales.

Técnicamente, la palabra “impacto ambiental” puede referirse tanto a un cambio negativo como positivo. Pero, ¿qué es negativo y qué es positivo hablando de medio ambiente? Todo depende de qué parámetros tomemos como referencia. Desde la ecología[1], una alteración en algún parámetro físico (e.g. contaminación) o biológico (extinción de una especie), supone un cambio en un ecosistema. Este cambio ni es positivo ni negativo. Ahora bien, si tomamos como marco de referencia el punto de vista humano, la extinción de una especie podría definirse como *negativo*. Cualquier clasificación entre positivo y negativo necesita ser definida en un contexto. Minimizar el impacto ambiental, promover la sostenibilidad de las actividades humanas y compatibilizar el desarrollo con la preservación de los sistemas naturales, no sólo se justifica desde una visión conservacionista, sino también desde una visión antropocéntrica. La biosfera ha modificado a lo largo de 3.500 millones de años las condiciones iniciales de la Tierra. En la actualidad, el hombre parece empeñado en obviar la variable ambiental, produciendo serios cambios, algunos irreversibles, en las características ambientales. Las nuevas condiciones son negativas para nosotros: aumento de la radiación ultravioleta, sequía, contaminación, etc. para la naturaleza también. Pero ella tiene miles de años para adaptarse.

[1] La ecología es la parte de la biología que estudia las relaciones entre los organismos y su medio ambiente. No hay que confundir al ecólogo con el ecologista, ya que el primero es un científico o profesional, y el segundo un seguidor de unos determinados principios.

LAS GRANDES ACTIVIDADES GENERADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL

La producción energética e industrial

La energía se consume en el ámbito doméstico, la industria o el transporte. El consumo de energía per cápita está relacionado con el nivel económico, estructura social y precio. Como ejemplo de este último, el consumo de energía eléctrica primó durante años en la Europa del Este, mediante una política de precios bajos. Sin embargo en la Europa occidental, con un nivel económico mayor, se bonificaba la eficiencia energética (EC, 1993) lo que propició que desde los años 70, aumentara la eficiencia en la producción y el consumo.

La severidad y el tipo de impacto depende del origen de la energía y la tecnología utilizada en producirla (tabla 1). Los adelantos tecnológicos permiten una producción más limpia y un aumento de la eficiencia. No obstante, existe un incremento neto de contaminación debido a la mayor demanda. Anualmente, a nivel mundial, se consume el equivalente a 9.000 millones de toneladas de petróleo, en Europa el consumo es de 800 millones de toneladas y se divide, más o menos, en partes iguales entre la industria, el transporte, y el uso comercial-doméstico.

Tabla 1 Impactos ambientales potenciales en la producción de energía (Modificado de datos de la OCDE "*The state of the environment*, 1991").

	Aire	***Agua***	***Suelo***	***Ecosistemas***
Fuente de Energía				
Combustibles fósiles	Gases invernadero (80%) Partículas Gases (95%): SO_2, H_2S, NO_X, → lluvia ácida, baja calidad	Refrigeración: aumento temperatura Contaminación por crudo y subproductos de la combustión Eutrofización	Minería: destrucción del suelo Deposición de estériles, contaminación	Ocupación del territorio: perturbación de hábitats naturales Lluvia ácida y contaminación: impacto sobre flora y fauna
Energía nuclear	Riesgo de accidentes: emisiones de radionúclidos Contaminación térmica	Minería y procesado de Uranio: contaminación Aumento de temperatura Riesgo de accidentes: contaminación radiactiva	Accidentes: deposición de elementos radiactivos Depósitos de basura radiactiva	Minería: destrucción de ecosistemas Accidentes: contaminación radiactiva de organismos
Energía hidroeléctrica	Emisión de metano en embalses: efecto invernadero	Cambio del ciclo hidrológico Disminución de la calidad del agua	Presas: destrucción irreversible del suelo Incremento de la erosión y sedimentación	Destrucción de hábitats fluviales y de ribera Fragmentación
Renovables: solar, eólica, biomasa, geotermal, mareas	Inapreciable o pequeña	Inapreciable	Ocupación de territorio	Alteración de hábitats frágiles Eólica: aves

Las actividades industriales tienen un efecto sobre el medio muy variable, según el sector, la tecnología utilizada y el tipo de recursos empleados (tabla 2). Los impactos derivados de la producción industrial se pueden dividir en dos: el uso de recursos desde su extracción hasta su desecho, y el consumo de energía. Los efectos más generalizados son la contaminación de la atmósfera, suelo y agua, y el agotamiento de los recursos tanto minerales como vivos.

Tabla 2 Impactos ambientales potenciales en la industria (modificado de datos de la OCDE "*The state of the environment*, 1991").

	Aire	***Agua***	***Suelo***	***Ecosistemas***
Sector				
Químico	Contaminación por gases y partículas	Contaminación por compuestos orgánicos, metales pesados, PCB's, cianuro	Deposición y vertido de residuos químicos contaminantes	Alteración de la vegetación por contaminación atmosférica y lluvia ácida
Papel	Emisiones SO_2, NO_X, CH_4, CO_2, CO, H_2S, Cloro, dioxinas	Contaminación del agua de proceso por cloro y otros tóxicos	Aumento erosión por eliminación de árboles	Posible destrucción de hábitats singulares como selvas y bosques
Cemento, vidrio, cerámica	Partículas, NO_X, ácidos, cenizas, Arsénico, Vanadio, Cromo, etc.	Contaminación de aguas de proceso con metales pesados y aceites	Minería Vertederos de subproductos	Destrucción de hábitats en la minería Alteraciones por contaminación atmosférica y del agua
Hierro y otros metales	SO_2, NO_X, CO, H_2S, Plomo, Arsénico, Cadmio, Plomo, Cobre, Niquel, Selenio, Zinc, compuestos orgánicos, PCB's, polvo y cenizas, entre otros	Minería Uso de agua de proceso: contaminación por alquitranes y aceites, sólidos, metales, benceno, fenoles, ácidos, amoniaco, plomo, zinc, etc.	Minería Deposición en vertederos: residuos sólidos, sales, metales pesados, etc.	Problemas originados por la minería: destrucción de hábitats Contaminación de agua y aire
Refinerías	SO_2, NO_X, CO, H_2S, CO_2, partículas, mercaptanos, hidrocarburos, etc.	Contaminación del agua de refrigeración Vertidos de aceites y derivados, fenoles, cromo, gases	Minería Vertederos: residuos contaminantes	Destrucción de hábitats por la minería Contaminación de agua y suelo Accidentes de transporte de petróleo y derivados
Tintes y piel	Partículas, H_2S, CO_2, compuestos de cromo	Contaminación del agua de proceso: sólidos en suspensión, sulfatos, tintes, cromo, etc.	Vertederos de desechos, tintes y cromo	Contaminación del agua Introducción de metales pesados en la cadena trófica

Transporte

El transporte es responsable de un alto porcentaje del deterioro ambiental, repartido en el uso de materias primas, la transformación del territorio por la construcción de infraestructuras y el consumo de combustible (tabla 3). Aporta un 20% de los gases invernadero y un porcentaje similar en deposiciones ácidas. Además, es la primera fuente de ruidos y olores en las ciudades. El consumo de energía para el transporte supone alrededor del 30% del consumo total. La producción de CO_2 en

gramos por pasajero y kilómetro oscilan entre los 50 del autobús, 60 del tren, 150 del coche, y 300 del avión (STANNERS, 1995). Una fuente nada despreciable de contaminación es la derivada de grandes accidentes con cargamento tóxico, como petroleros o camiones y trenes cisterna.

Tabla 3 Impactos significativos del transporte (modificado de UNEP 1992)

	Aire	***Agua***	***Suelo***	***Ecosistemas***
Carretera	Emisiones en la combustión del petróleo aumento del ozono troposférico Hidrocarburos, ruido	Contaminación de ríos y aguas subterráneas por lavado de carreteras Acidificación de lagos Modificación de cursos de agua por infraestructuras	Pérdida de suelo por infraestructuras Vertederos de coches y derivados del uso	Infraestructuras: degradación del medio, fragmentación de hábitats, muerte por atropello de animales, etc.
Tren	Emisiones en el origen de la electricidad o en la máquina en diesel	Construcción de las vías: modificación del sistema hidrológico Contaminación por lavado de vías	Vertidos continuados de aceites	Igual que el transporte por carretera
Navegación	Emisiones en motores de gases e hidrocarburos	Contaminación por aguas de la sentina y pinturas antifouling Puertos: cambio del régimen hidrológico costero	Dragado: generación de residuos	Impactos en zonas cercanas a puertos Introducción de especies alóctonas por aguas de sentina Canalización de ríos
Transporte aéreo	Emisiones de la combustión Destrucción directa de la capa de ozono	Vertido de hidrocarburos y anticongelantes Transformación del régimen hidrológico por los aeropuertos	Aeropuertos: uso del territorio	Aeropuertos: destrucción de zonas sensibles Interacción con vías migratorias Fragmentación del hábitat
Oleoductos y gaseoductos	Emisiones de hidrocarburos: efecto invernadero	Pérdidas de combustible: posible contaminación superficial y del subsuelo		Fragmentación de hábitats

La producción de alimentos

La agricultura

Desde la aparición de la agricultura, hace unos 10.000 años, las prácticas agrícolas han aumentado en extensión, sofisticación e intensidad. La producción tradicional de alimentos no produce generalmente problemas ambientales, sin embargo las nuevas técnicas de producción intensiva vegetal y animal, incluida la modificación genética y la utilización de sustancias de síntesis, contribuyen a generar serios problemas ambientales y de salud.

Aunque la agricultura se percibe como una actividad “limpia”, en el cultivo intensivo se enmascaran fuentes de contaminación similares a la industria, con el agravante de que la agricultura está mucho más generalizada (GILLAND, 1993). Desde el origen de la agricultura, el crecimiento de la población mundial se ha debido

principalmente al aumento de la producción de alimento por unidad de superficie, más que al efecto contrario de aumento de la superficie cultivada (HASSAN, 1980) (tabla 4). En la actualidad se ha llegado en los países desarrollados a un rendimiento máximo, que difícilmente puede ser superado.

Tabla 4. Evolución de la producción agraria por área y las causas de aumento. A partir de datos de producción en Inglaterra y Europa (GRIGG, 1992 y FAO)

Año	Producción / área	Principal causa
2000	incrementos mínimos	
1980	x10	Introducción de biocidas y fertilizantes, modificación genética
1930	x3	Novedades mecánicas
1800	x2	Intensificación, selección natural
1300	x1	

Biocidas. El creciente uso de biocidas está afectando a la salud de numerosas especies, incluida el hombre (CONWAY y PRETTY, 1991) debido a su acumulación y transmisión por la red trófica. En depredadores marinos alejados de los focos de contaminación, como delfines, ballenas, atunes o pez espada, se encuentran PCB's y DDT's en grandes cantidades (hasta 27 ppm) que también pasan al hombre mediante la alimentación. Estas substancias producen diversos trastornos metabólicos pudiendo generar cáncer, inmunodepresión, alteraciones reproductivas, entre un largo etcétera (JENSEN, 1966; REIJNDERS, 1986; AYOTTE et al., 1995).

Fertilizantes. La producción de fertilizantes supera los 100 millones de toneladas por año y la demanda sigue en aumento. Su producción consume el 1.3 % de la energía mundial, lo cual tiene a su vez implicaciones ambientales: CO_2, residuos radiactivos, presas, etc. En ocasiones, su uso abusivo ha sido fomentado por los propios fabricantes (BRUNO, 1998) produciendo una serie de consecuencias negativas, tanto ambientales como económicas: contaminación de acuíferos, ríos, lagos y aguas costeras (CARSON, 1962; CONWAY y PRETTY, 1991; GILLAND, 1993; FREEDMAN, 1995). Especialmente grave es el caso de las zonas semiáridas donde se conjugan la falta de control sobre la fertilización, una agricultura intensiva y las bajas precipitaciones, lo que provoca la contaminación del suelo y del agua subterránea destinada al consumo. Es de reseñar que un porcentaje elevado del fertilizante utilizado -hasta un 60%- no lo absorben las plantas. También tienen un efecto sobre la atmósfera, ya que aumentan los óxidos de nitrógeno, intensificando el efecto invernadero, la destrucción del ozono, y la deposición ácida.

Riego. La práctica del riego es tan antigua como la agricultura. No obstante puede acarrear consecuencias negativas, en especial en las zonas semiáridas, produciendo salinización y destrucción de la estructura del suelo. La sobreexplotación de acuíferos subterráneos provoca déficits de agua para otros usos, tanto humanos como ecológicos. La sobreexplotación del agua superficial puede provocar efectos negativos en la flora y fauna asociada a los ríos debido a una disminución excesiva del caudal. Por otro lado, y en contra de la creencia generalizada de que el agua se *pierde* en el mar, ésta cumple un papel muy importante en el aumento de la productividad pesquera y el aporte de sedimentos para evitar la regresión de las playas. Las presas también producen diferentes impactos ambientales en el ecosistema fluvial y el entorno sociocultural.

Tabla 5 Posibles impactos ambientales derivados de la actividad agrícola (a partir de STANNERS y BOURDEAU 1995)

	Aire	***Agua***	***Suelo***	***Ecosistemas***
Intensificación	Emisión de metano, amonio	Incremento de partículas y nutrientes: eutrofización	Aumento de la erosión Disminución de materia orgánica	Destrucción y fragmentación de hábitats, pérdida de diversidad
Fertilización	Emisiones de NO y amonio, olores	Eutrofización de lagos, ríos y zonas costeras Contaminación de acuíferos	Acumulación de metales pesados que pueden entrar en la cadena alimenticia Alteración de la estructura del suelo y perdida de fertilidad	Contaminación del medio acuático, alteración directa de organismos
Pesticidas	Dispersión de productos tóxicos	Contaminación de agua superficial y del subsuelo. Posible inutilización para el consumo.	Acumulación de las fracciones más estables: pérdida de fertilidad y toxicidad a medio plazo	Destrucción directa de vida salvaje Bioacumulación: deterioro de la salud en animales y el hombre Destrucción de ecosistemas por envenenamiento
Riego y extracción de agua		Disminución del nivel freático y de la calidad del agua	Salinización y/o alcalinización	Pérdida de humedales Destrucción de ecosistemas acuáticos sensibles
Mecanización	Aumento del polvo atmosférico	Contaminación del agua	Compactación Pérdida de fertilidad	Destrucción de la microflora y fauna del suelo

La producción animal

La producción o extracción de proteínas animales tiene importantes implicaciones ambientales, a la vez que el deterioro ambiental repercute negativamente en la producción. Por ejemplo, los problemas de destrucción de hábitats por las artes de pesca de arrastre o el sobrepastoreo, el aumento de radiación UV; la contaminación del aire y del agua con sus efectos de bioacumulación, repercuten negativamente en la capacidad de regeneración de los ecosistemas y en la salud de los consumidores. Por ello sería deseable un medio ambiente limpio y con las comunidades naturales en buenas condiciones.

La ganadería intensiva es una fuente de residuos comparable a la industria, que necesita de una depuración exhaustiva para evitar la contaminación del suelo y cursos de agua. En la ganadería extensiva pueden aparecer problemas de erosión del suelo y pérdida de cubierta vegetal, en especial en zonas semiáridas o en pendiente (DURNING y BROUGH, 1991). El engorde rápido con productos de baja calidad, como las harinas animales, sólo puede ser justificable desde un punto de vista económico y a corto plazo, ya que no tienen en cuenta la salud ambiental y la del consumidor. Las recientes crisis de las *vacas locas* (Encefalopatía Espongiforme Bovina o EEB) y la fiebre aftosa en cerdos, ha hecho saltar la alarma sobre las condiciones de producción de carne. La aparición reciente de estos problemas debería hacer reflexionar sobre la sostenibilidad y la idoneidad para la salud y el medio ambiente de ese sistema productivo.

La pesca extractiva puede causar impactos severos tanto sobre el hábitat como sobre las poblaciones de peces comprometiendo la sostenibilidad de la explotación del propio recurso. A escala mundial una gran parte de caladeros están sobreexplotados y especies de gran tamaño como atunes, pez espada o los mamíferos marinos tienen las poblaciones muy mermadas. La acuicultura es una actividad en proceso de expansión y que se vende como la solución al colapso de las pesquerías, aporta el 13% del consumo mundial de pescado (MIDDLETON, 1995) y se prevé que se duplique en pocos años. Se predice que puede ser una alternativa al agotamiento de los recursos pesqueros los cuales han ido decreciendo a nivel mundial desde 1989 (FAO, 1991, 1993). No obstante, hay que tener cautela en cómo y dónde se realiza esta actividad, ya que puede afectar a la calidad de las aguas y afectar negativamente a los ecosistemas, tanto en los ríos como en el mar. Especialmente sensibles son las comunidades de animales y plantas que viven en el fondo marino, como las praderas de fanerógamas, las cuales son fuertemente alteradas por los desechos de las granjas marinas.

Tabla 6 Posibles impactos ambientales derivados de la actividad ganadera (a partir de fuentes diversas)

	Aire	***Agua***	***Suelo***	***Ecosistemas***
Ganadería intensiva	Emisiones de metano (rumiantes)	Contaminación por purines de cursos superficiales y subterráneos	Vertederos de purines y despojos	Contaminación del agua superficial Cultivo de plantas forrajeras: destrucción de hábitats
Ganadería extensiva	Emisiones de metano (rumiantes)	Desvío de cauces	Aumento de la erosión, compactación del suelo: perdida de fertilidad	Cambio de la vegetación natural Destrucción o rarefacción de hábitats naturales
Pesca	Emisiones motores	Vertido de motores marinos		Alteración de las relaciones tróficas, pérdida de especies más apreciadas Destrucción del hábitat p.e. pesca de

		arrastre Desaparición de especies y captura accidentales
Acuicultura	Contaminación por nutrientes y materia orgánica	Destrucción de hábitats fluviales y de costa Pérdida de diversidad

La alta productividad agrícola y ganadera alcanzada en los países desarrollados a costa de una serie de problemas ambientales y de salud, se enfrenta con la paradoja de una sobreproducción agrícola. Sin embargo, todavía se quiere aumentar más la productividad. Sería pues deseable que se redujese la productividad en favor de una agricultura, ganadería y pesca más acorde con criterios ambientales y de sostenibilidad. En países menos desarrollados, la importación de fitosanitarios prohibidos en el Primer Mundo tales como el DDT, está provocando una serie de problemas de salud y ambientales muy graves, pero que las compañías exportadoras justifican por que al aumentar la producción se erradica momentáneamente el hambre. Una producción basada en criterios ambientales y requerimientos reales, y no en intereses económicos, reduciría todos estos problemas.

Productos de síntesis y organismos modificados genéticamente

a) Productos químicos de síntesis

La creación de nuevos compuestos está introduciendo nuevos agentes potencialmente contaminantes y, en consecuencia, posibles repercusiones sobre la salud y el medio ambiente (tabla 7). Se calcula que se han producido sintéticamente más de 13 millones de compuestos, algunos de ellos de nueva creación, y otros modificados en mayor o menor grado de un compuesto natural. La velocidad de creación de nuevos compuestos (más de 200 anualmente sólo en la UE) y la gran cantidad que hay a la venta (más de 100,000 en la UE) hace muy difícil que sus efectos ambientales y sobre la salud estén totalmente descritos y controlados. El control sobre su degradación y ecotoxicidad es muy bajo, lo que evita saber cuáles son sus verdaderas consecuencias. La prevención es la única vía eficaz para evitar males mayores ya que, una vez detectado un efecto negativo, puede ser demasiado tarde para actuar. Existe una numerosa legislación para intentar controlar el uso de estas sustancias, pero los intereses económicos de las multinacionales están por encima de problemas ambientales o de salud[2]. Existen presiones económicas para aumentar la utilización de nuevos productos, en especial los relacionados con la producción agrícola y ganadera, algunos de los cuales son bioacumulables y perniciosos para la salud.

Tabla 7. Principales sustancias de síntesis que producen efectos negativos sobre el medio y/o la salud

	Efecto sobre el medio	***Efecto sobre la salud***
Fertilizantes con Nitrógeno y Fósforo	Eutrofización de agua continental y costera. Reducción de la calidad del agua. Disminución de la diversidad biológica.	Contaminación de ríos y aguas subterráneas e inutilización para su consumo. Los nitritos son cancerígenos.
Compuestos con metales pesados y metaloides: Plomo, Mercurio, Cadmio, Arsénico, etc.	Disminución de la productividad del agua y del suelo. Destrucción de sistemas fluviales y costeros. Afección de plantas y microorganismos. Bioacumulación.	Agua no apta para el uso humano. Disminución de capacidad mental en niños. Malformaciones fetales. Afecciones del sistema nervioso y muerte. Contaminación de alimentos por bioacumulación.
PCB's : Bifenilos policlorados. Son elementos muy estables, no biodegradables. Se utilizan en pinturas, transformadores, intercambiadores de calor, etc.	Se acumulan en la cadena trófica: bioacumulación. Incluso se encuentran en los polos debido a su permanencia. Afecta principalmente a mamíferos, incluido el hombre.	Los efectos sobre la salud son perniciosos y no todos se han identificado. Demostradas alteraciones reproductivas.
Dioxinas: familia de más de 200 compuestos muy tóxicos. Producidos en combustiones de compuestos con Cloro.	En algunos organismos causan la muerte a bajas concentraciones. Se acumulan en la atmósfera, suelo y agua.	Producen diversos tipos de cáncer, por inhalación o ingestión.
Aceites y derivados	Algunas especies son especialmente sensibles. El medio marino es el último receptor de los aceites. El suelo y el agua	La ingestión de organismos contaminados puede inducir cáncer, alteraciones del sistema nervioso y otros trastornos.

[2] La edición de la revista inglesa The Ecologist, *The Monsanto Files* vol 28, 5, 1998, fue secuestrada por Monsanto ya que revelaba informes y trabajos científicos que contradecían la benignidad de los productos que esta multinacional fabrica.

	continental también puede estar contaminado en lugares puntuales. Los accidentes tienen graves consecuencias en el mar.	
PVC: Policloruro de vinilo. Se utiliza para infinidad de productos. Contienen Cloro.	El cloro es un potente biocida, la destrucción del PVC libera compuestos clorados y dioxinas.	El uso alimentario del PVC ha sido prohibido. En al gunos países también se ha prohibido su uso en a construcción.
CFC's: Clorofluorocarbonados y (halones) **Bromofluorocarbonados (freones)** **Se utilizan como propelentes y refrigerantes**	Destrucción de la capa de ozono, alteración del las condiciones macroecológicas al aumentar la radiación ultravioleta. Afecciones oculares en fauna. Mortalidad de flora.	Aumento de cánceres de piel y cataratas.
Asbestos. Son minerales fibrosos de sílice. Se utilizan ampliamente en la construcción y conducciones		Cáncer de pulmón por inhalación de polvo.
Detergentes	Eutrofización de aguas continentales y costeras. Contaminación por metales pesados.	Contaminación de agua por metales pesados: inutilización para el consumo.
Pesticidas	Alteraciones drásticas en el medio natural. Extinción local de especies. Cambios en ecosistemas. Bioacumulación. Aparición de especies de insectos plaga resistentes, que nececistan más dosis de pesticidas.	Se ha estimado un total de 20.000 muertes anuales relacionadas con la intoxicación por pesticidas. La contaminación difusa provoca numerosos trastornos de salud: cáncer, alergias, abortos, malformaciones, etc.

b) Modificación genética

La modificación genética se basa en incorporar material genético (ADN) de una especie no compatible de forma natural mediante técnicas de laboratorio. Así, se puede incorporar ADN de una bacteria a una planta, un pez, o un hongo. Este tipo de nuevas combinaciones genéticas no creadas de forma natural pueden producir una serie de problemas ambientales y de salud que todavía no se han estudiado convenientemente. La modificación genética se ha aplicado a toda una gama de organismos: virus, bacterias, hongos, plantas, insectos, peces y mamíferos. Los organismos modificados genéticamente se han vendido por las empresas productoras como la estrategia más apropiada para satisfacer las necesidades alimenticias de la humanidad. No obstante, este tipo de producción puede producir efectos negativos tanto para la salud como para el medio ambiente (tabla 8). En la UE se han liberado más de 300 organimos modificados genéticamente (STANNERS, 1995).

Uno de los casos más ejemplares de mala utilización de la ingeniería genética es la hormona modificada genéticamente *somatrotopina* recombinante (BGH) de Monsanto para aumentar la producción lechera. Se ha demostrado que daña la salud de las vacas produciendo la inflamación de las glándulas mamarias (mastitis). En el hombre esta hormona modificada induce la aparición de resistencia a antibióticos, cáncer de mama y de colon, infertilidad, y también aumenta la producción de la hormona de crecimiento (IGF-1), promotora de tumores cancerígenos (CHALLACOMBE y WHEELER, 1994; HANKINSON, 1998).

Otro de los casos es la tecnología *Roundup Ready*, también de la firma Monsanto. El Roundup es un plaguicida, del mismo fabricante, que contiene glifosato, una sustancia que altera el metabolismo de animales y humanos, produciendo daños pulmonares, nauseas y problemas reproductivos, e incluso daños en los cromosomas. Se ha demostrado que la ingestión por el ganado de soja *Roundup Ready* altera las características de la leche producida, incrementando las cantidades de grasa (SAWADA et al., 1988; MARTÍNER Y BROWN, 1991).

Tabla 8. Posibles efectos de los productos modificados genéticamente en la salud y el medio ambiente

	Efecto sobre el medio	***Efecto sobre la salud***
Organismos modificados	Transmisión de genes indeseables a especies silvestres por cruzamientos que podrían extender malas hierbas	No suficientemente evaluados
Organimos con incorporación de genes de resistencia a herbicidas	Aumento de la contaminación por herbicidas. Extensión indeseable e incontrolable de la planta modificada.	Consumo del herbicida por la incorporación del herbicida a la planta
Microorganismos modificados	Se desconocen sus efectos: problema con su control o erradicación	Se desconocen sus efectos
Hormonas modificadas genéticamente para el ganado		Se han dado casos de graves alteraciones en la salud, por trasmitirse todavía activa

En conclusión, hay muchas lagunas relacionadas con los organismos modificados genéticamente. Existe una fuerte presión social en contra de la utilización de estas técnicas -que aumenta a medida que hay más información objetiva- pero los intereses económicos son a veces mayores. Los organismos modificados tienen en muchos casos un riesgo potencial, demostrado en algunos productos en los que se ha estudiado los efectos ambientales y sobre la salud. Esta situación, junto con el rechazo social que provocan, debería disuadir a las compañías y gobiernos en la investigación en este campo. Existe un importante vacío legal sobre la responsabilidad civil y penal de los posibles daños directos y difusos que estos organismos pueden causar, por lo que las compañías crean nuevas combinaciones sin ningún control. Si esta responsabilidad se cuantificara, posiblemente no sería tan rentable.

PROBLEMAS AMBIENTALES MÁS IMPORTANTES

Una de las actuaciones prioritarias para minimizar el impacto sobre el medio ambiente es la información y la sensibilización hacia los problemas ambientales. La mayoría de los problemas están interrelacionados. Un impacto sobre el agua, aire, suelo o ecosistemas puede repercutir en los demás, y también en el hombre. En los siguientes apartados se describen brevemente algunos de los problemas que hemos creído más relevantes.

Deforestación

La deforestación es la eliminación de la cubierta vegetal, ya sean árboles, arbustos o hierbas. Los ecosistemas arbolados, que antaño ocupaban una extensión de unos 5000 millones de hectáreas en toda la Tierra, actualmente los hemos reducido a menos de 3000 millones hectáreas, empobreciendo además su calidad ambiental, hecho reflejado en un menor número de especies, en una menor densidad de árboles, en la fragmentación del paisaje y, en la contaminación (MATHER, 1990). Aunque desde siempre se han talado árboles, la tasa actual es muy superior a la regeneración. Hace algunas décadas, se talaba menor superficie y en parcelas más pequeñas, hoy se tala más y en una superficie más grande, a veces de centenares de miles de hectáreas. Desde los años 70 hasta la actualidad, la superficie por año deforestada ha oscilado entre 6 y 15 millones de hectáreas, lo que ha hecho desaparecer el 10 % de la superficie total arbolada en 30 años (GRAINGER, 1993). Esta deforestación se ha de ponderar según donde se realice la explotación. A igual superficie talada, una zona tropical se degrada casi por completo, mientras que un bosque templado tiene mayor posibilidad de recuperación. La mayoría de la extracción de madera se realiza en países tropicales en vías de desarrollo, donde se han originando problemas ambientales graves como la erosión, la contaminación de cursos de agua y la destrucción del bosque como sistema productivo.

Causas de la deforestación

Las causas de la deforestación son generalmente distintas según el grado de desarrollo de los países. En los Estados ricos, encontramos la contaminación atmosférica, los incendios y los cambios de uso del suelo. En los países Europeos, el 24% de los árboles estaban afectados por la contaminación atmosférica en 1992, siendo la República Checa la más castigada, con la destrucción del 54% de la superficie (STANNERS, 1995). En los países pobres, aparece la explotación comercial para su exportación, el consumo local de leña, la roturación de nuevas tierras para agricultura y ganadería, y el efecto de las guerras (KUMMER, 1991). En estos países en vías de desarrollo, la influencia de la economía de mercado mediante la implantación de empresas madereras, agrícolas o ganaderas occidentales, está acelerando la destrucción de sus bosques; por ejemplo durante el último siglo, Vietnam ha perdido más del 60% de su superficie arbolada debido a las nuevas plantaciones de banana, café y caucho, y la destrucción de la guerra del Vietnam; Costa de Marfil ha perdido más de 600,000 km^2 de selva, explotadas comercialmente para paliar su deuda externa desde los años 70; Filipinas ha perdido el 50% de sus bosques por la venta de la madera y la expansión de la agricultura (REPETO y GILLIS, 1989).

Consecuencias de la deforestación

Aunque los principales efectos de la deforestación son diferentes según las características naturales de cada zona y la extensión deforestada, existen una serie de consecuencias comunes (FURLEY, 1994) como son: a) los riesgos geológicos como aludes de lodo e incremento de avenidas; b) el transporte de sedimentos por el efecto del viento y la lluvia que produce contaminación de ríos, aumento del polvo atmosférico; c) la reducción de la humedad del suelo; d) la desaparición del ecosistema como sistema productivo de madera y de recursos asociados como látex, resinas, caza o frutos y e) la disminución de la biodiversidad.

Como ejemplo, el valor de los recursos que se le extraen de forma sostenible al bosque en una selva Amazónica durante tres años es el mismo que se le extrae arrasando todos los árboles para alimentar ganado (PETERS et al., 1989). Además, la explotación maderera deja a penas un 2% de beneficio en la gente nativa. Al talar un bosque, se pierde el marco necesario para la biodiversidad, especialmente en los trópicos (WILSON, 1989) ya que los valores de biodiversidad en las selvas tropicales

son órdenes de magnitud mayores que en las zonas templadas. En una hectárea de selva amazónica se pueden contar hasta 473 especies de árboles distintas (VALENCIA et al., 1994), más que todas las especies de Europa. Se estima que en las selvas viven la mitad de especies de la Tierra, en tan sólo un 6% de la superficie. La extinción de especies es irreversible y puede hacer desaparecer numerosas substancias y usos todavía por descubrir, entre ellos nuevas medicinas. La fragmentación también produce la desaparición de especies más exigentes. Las zonas vegetadas son también responsables de la retención de sedimentos, la limpieza de aguas y la elevación de la calidad del paisaje. A escala global, tenemos una reducción en las reservas de carbono y una disminución en la captación de CO_2, por lo que se contribuye al efecto invernadero.

Recomendaciones para reducir el impacto

En países ricos, evitar actuaciones que promuevan la destrucción de la vegetación, en especial prevenir los incendios forestales, reducir la contaminación atmosférica, y el impacto de infraestructuras. En países pobres, fomentar aquellas actividades que promuevan el aprovechamiento sostenible de bosques, madera y zonas con vegetación autóctona: a) promover el beneficio a medio y largo plazo en todo tipo de aprovechamiento de recursos forestales, sin sobrepasar la capacidad de regeneración del sistema; b) evitar la roturación de áreas forestales; c) dejar a las poblaciones locales que gestionen sus recursos forestales; d) controlar las actuaciones de compañías occidentales en países pobres; e) promover la utilización de maderas de origen controlado; y f) promover la reforestación de zonas aptas para soportar vegetación.

Desertificación

La desertificación es la disminución o eliminación irreversible de la cobertura vegetal. Se origina cuando se actúa inadecuadamente sobre el territorio. En contraposición, el concepto *desertización* se refiere a procesos de origen natural, como el origen de desiertos a lo largo del tiempo geológico. Casi un tercio de la superficie terrestre se encuentra en una situación delicada frente a la desertificación, donde vive un 20% de la población mundial. La desertificación está asociada a la disminución de la capacidad del suelo para soportar vida vegetal o a la pérdida por erosión del propio

suelo. La disminución de la fertilidad se puede deber a la menor disponibilidad de humedad, aumento de la salinidad, o contaminación. Desde 1977 la desertificación ha pasado a ser oficialmente un problema mundial que afecta a países ricos y pobres, en los primeros provoca pérdidas económicas pero en los segundos provoca serios problemas de hambre, especialmente en África (O.N.U., 1992).

Causas de la desertificación

Las causas son múltiples y distintas para cada zona, aunque son comunes el cambio de uso de la tierra y actuaciones que producen deforestación, fenómeno muy ligado a la desertificación (THOMAS y MIDDLETON, 1994). Las zonas áridas, semi-áridas o en pendiente tienen una reducida capacidad de recuperación tras la eliminación de la cubierta vegetal, en especial por el aumento de la erosión del suelo fértil por el viento y la lluvia; los incendios forestales, en especial si son recurrentes, tienen consecuencias muy negativas.

Otro grupo de causas están asociadas al regadío y a la agricultura intensiva. El riego con agua de baja calidad provoca a medio plazo la salinización del suelo. El área afectada llega a ser del 40% de la superficie en Egipto, el 50% en Irak y del 10% en España (GLRICK, 1993). Además de la salinidad, otras técnicas de agricultura intensiva pueden inducir procesos de desertificación mediante la disminución de la fertilidad del suelo, como el arado, que disminuye la cantidad de materia orgánica en el suelo, y los productos químicos que pueden contaminar el suelo.

Consecuencias de la desertificación

Una de las consecuencias más negativas para el ser humano es la aparición del hambre en amplias zonas semiáridas, debido en parte, a la disminución de la productividad del suelo. El medio natural también se ve afectado, al reducirse la capacidad del territorio para sustentar vegetación. Procesos de desertificación a escala regional pueden afectar también al clima, haciéndolo más riguroso. Estos procesos se dan tanto en países ricos como en los pobres.

Recomendaciones

Ante un proceso tan extendido e irreversible como la desertificación se ha de actuar a nivel global, siendo la prevención la herramienta más eficaz para evitar que determinadas zonas se conviertan en desiertos. No obstante, las actuaciones *a posteriori* podrían ser útiles en zonas localizadas. Se deberían evitar todas aquellas actividades que alteran irreversiblemente la cobertura vegetal natural, destruyan la estructura del suelo, o modifiquen el relieve de tal forma que sea difícil su recuperación. El fuego, la agricultura y las infraestructuras son las actividades que más se deberían regular para evitar al máximo procesos de desertificación.

Erosión del suelo

La erosión del suelo es el arrastre de partículas de sedimento hacia otras zonas, producido por el viento o la lluvia. Este efecto se incrementa si la tierra no posee una cobertura vegetal adecuada. La deforestación, desertificación y la erosión son tres problemas ambientales íntimamente relacionados. La deforestación aumenta el riesgo de erosión, que puede a su vez llegar a producir desertificación. La erosión es un proceso que se retroalimenta, ya que la eliminación de la cubierta vegetal aumenta la erosión del suelo, que a su vez dificulta la recolonización. Además, el suelo es un recurso que se ha de considerar no renovable ya que es fruto de procesos físico-químicos y biológicos a lo largo de miles de años.

Causas

La erosión es un proceso en equilibrio con la creación de nuevo suelo, pero que la actuación del hombre puede decantar hacia la pérdida de suelo.

Tabla 9. Estimación del área afectada por erosión debido a actuaciones humanas, de (DEICHMANN y EKLUNDH, 1991)

Contiente	***Viento***		***Agua***		
	10^6 ha	***%***	***10^6 ha.***	***%***	***Total % afectado***
Africa	227.4	7.7	186.5	6.3	14.0
Asia	439.6	10.3	222.1	5.2	15.5
Australasia	82.9	9.4	16.4	1.9	11.3
Europa	114.5	12.1	42.2	4.4	16.5
Norte América	106.1	4.8	39.2	1.8	6.4
Sur América	123.2	7.0	41.9	2.4	9.4

Algunos países, en su mayoría pobres, tienen problemas de erosión que afectan a más de la mitad del territorio, comprometiendo la producción agrícola y forestal del país. Generalmente estos problemas de magnitudes tan grandes se producen a raíz de actuaciones de multinacionales relacionadas con la extracción de madera, cultivos intensivos, la ganadería, la minería y el pertróleo.

La erosión del suelo se debe a: a) la construcción de infraestructuras; b) la destrucción de la estructura del suelo por métodos mecánicos o químicos; c) los incendios; d) las malas prácticas agrícolas como el arado a favor de la pendiente, o dejar el suelo sin cobertura vegetal, donde el viento puede erosionar toneladas de suelo por hectárea (MIDDLETON, 1985).

La utilización de terrenos con pendientes superiores al 5 % en cultivos, provoca pérdidas de suelo. Por ejemplo en Etiopía, mientras la pérdida de suelo en bosques se estima en 1 t/ha/año, en las zonas de cultivo este valor sobrepasa las 40 t/ha/año (HURNI, 1993). También existen valores altos en Haití, República Dominicana, Ecuador entre otros.

Consecuencias de la destrucción y erosión del suelo.

La erosión produce efectos negativos donde ésta se produce, pero también por los cursos fluviales por donde se transporta el sedimento en la zona de deposición.

Tabla 10. Efectos de la erosión del suelo en sus diferentes lugares de actuación.

	Efecto ambiental
Zona de erosión	Pérdida de soporte físico para plantas
	Pérdida de nutrientes
	Desenterramiento de raíces
Zona de transporte	Aumento de la capacidad erosiva y destructiva del agua
	Polución del aire (erosión por viento)
	Efectos en microclima local
	Contaminación de ríos por lodo
Zona de sedimentación	Aporte de nutrientes
	Destrucción de cosechas e infraestructuras
	Alteración de ecosistemas acuáticos (lagos, ríos, costa)

La pérdida de suelo fértil disminuye la producción agrícola y forestal (LARSON et al., 1983) provocando numerosas pérdidas económicas y un aumento de hasta 3 veces

el consumo de fertilizantes (ROSENBERRY et al., 1980) o de la extensión necesaria para producir la cosecha anterior, que a la vez provoca más pérdida de suelo. El transporte y la deposición de este sedimento produce daños aguas abajo debido a su capacidad de arrastre y enterramiento. El efecto negativo llega incluso al mar, donde al recibir grandes cantidades de sedimento, éste provoca un aumento de la turbidez, y el enterramiento de plantas y animales que viven fijos al substrato.

Medidas para prevenir la erosión del suelo

Se ha de tener especial precaución en aquellas actividades que pueden tener efectos sobre la cobertura vegetal, la pendiente y las características del suelo. El arado puede provocar una disminución de la materia orgánica, lo cual produce una disminución de la cohesión de las partículas del suelo y facilita, así, la erosión. Modificaciones del relieve del terreno pueden aumentar el riesgo de erosión, al dejar zonas sin vegetación y aumentar las pendientes. Como medida preventiva, el mantenimiento de mínimos de cobertura vegetal en suelos forestales o en barbecho reduciría la erosión.

Pérdida de biodiversidad

Biodiversidad es un término que hace referencia a la variabilidad de las formas de vida, ya sea el número de especies (*diversidad específica*), la variabilidad genética dentro de una especie (*diversidad genética*), o la diversidad de ecosistemas. La preservación de la biodiversidad fue uno de los temas centrales del debate a cerca del desarrollo sostenible en la Conferencia de Naciones Unidas de Rio en 1992. El impacto sobre la biodiversidad no es exclusivamente debido a procesos de extinción ya que la modificación del número de individuos de determinadas especies puede tener consecuencias negativas para la perdurabilidad de todo el ecosistema.

La extinción de especies es un proceso natural que está en equilibrio con la creación de nuevas (*especiación*). Aunque este proceso de aparición/extinción es gradual, en los últimos 570 millones de años ha habido al menos 5 episodios de extinciones masivas (la más reciente hace 65 millones de años, con la extinción de los

dinosaurios y otros grupos). La sexta está ocurriendo ahora mismo, inducida por el hombre, con unas tasas de erradicación de especies mayor que en las anteriores catástrofes naturales. La tasa de extinción debido al hombre se estima en unas 100.000 especies por año (WCMC, 1992). Hoy en día se está lejos de conocer el número total de especies, y de las que conocemos se sabe poco de su biología, comportamiento o potenciales usos terapéuticos. No obstante, no conocer el número exacto no exime de su preservación. Esta ignorancia hace aún, si cabe, más dramática la pérdida de formas de vida que ni siquiera sabemos que existen.

Causas de la reducción de la biodiversidad

La mayoría de las causas actuales de desaparición de especies son de origen humano, debido a la destrucción de sus individuos y a la alteración de hábitats. Las causas principales son: destrucción de ecosistemas (50% de las especies amenazadas de extinción); caza (25%); introducción de especies (10%); comercio (5%); desecación de zonas húmedas (5%); y contaminación (5%) (WCMC, 1992).

La alteración -fragmentación, destrucción parcial o total de hábitats- es el impacto con mayor repercusión sobre la biodiversidad, debido a su magnitud. En la mayoría de los países de Africa y Asia el número de hábitats naturales perdidos es mayor del 50% (IUNC / UNEP, 1986a; IUNC / UNEP, 1986b). En algunos países de África y Asia el porcentaje de especies desaparecidas es superior al 80%: Gambia (89%), Liberia (87%), Rwanda (87%), Burundi (89%), Sierra Leona (85%); Hong Kong (97%), Bangladesh (94%), Sri Lanka (83%), Vietnam (80%) y la India (80%). También los países más industrializados, salvo excepciones como Canadá, Australia o Rusia, tienen cifras elevadas de eliminación de biodiversidad.

La introducción de especies alóctonas ha tenido consecuencias graves para la preservación de la biodiversidad, debido a la predación y competencia con especies autóctonas. Especies comunes como el gato doméstico, el perro, el cerdo, la cabra o peces de acuario, han tenido un efecto devastador sobre la diversidad local. Los problemas de introducción de especies pueden tener consecuencias ambientales y económicas de gran magnitud. El lago Victoria, en Africa, tiene problemas de producción pesquera debido a las especies introducidas (perca del Nilo) y a la

contaminación, como consecuencia la diversidad de especies autóctonas se ha reducido en más de un 80% (BASKIN, 1992).

Algunos conceptos para entender la pérdida de biodiversidad

Podemos causar la extinción local de una especie si reducimos el número de individuos por debajo de la mínima población viable. Las especies más sensibles son aquellas con distribución geográfica más reducida y con nichos ecológicos muy concretos, bajas tasas de natalidad, baja resistencia a alteraciones del hábitat, o aquellas que el ser humano considera *malignas*. Con la disminución del número de individuos o extinción de una especie no sólo se afecta a esa especie sino también se puede perjudicar al funcionamiento del ecosistema y, por tanto, a otras especies. En especial son graves la desaparición de *especies-clave* que regulan el funcionamiento del ecosistema.

Las islas representan un porcentaje muy bajo respecto al total de superficie de la tierra, no obstante poseen un gran número de especies, muchas de ellas amenazadas de extinción. Estas especies son especialmente vulnerables por varias razones: el aislamiento las hace muy sensibles a la introducción de especies alóctonas, el contagio por nuevas enfermedades, y el hábitat se puede degradar más rápidamente debido a actuaciones humanas. Es remarcable que el 75% de las especies de vertebrados extinguidos ha sido en islas (DIAMOND, 1984). Respecto a las plantas, especialmente severo ha sido el impacto producido por las especies introducidas por europeos en los anteriores siglos: Isla de Sta. Helena (Atlántico), 7 especies ya extinguidas, 39 en serio peligro de extinción; Islas Mauricio (Índico), 21 especies extinguidas con 185 en peligro (el 81% del número total de especies de la isla); Hawaii (Pacífico) 108 especies extinguidas, de las 877 restantes hay un 39% en peligro de extinción (WCMC, 1992).

¿Cómo preservar la biodiversidad?

Como se ha apuntado antes, la destrucción de los hábitat es el mayor impacto sobre la biodiversidad, por lo que evitar esta práctica es una prioridad. En la actualidad tan sólo un 5% de la superficie terrestre tiene algún grado de protección, y tan sólo un 3.04 % ostentan un alto grado de protección (tabla 10). No obstante, la conservación de

unos pocos espacios no es la vía adecuada para preservar el medio natural, más bien se debería integrar la variable ambiental en todas las actuaciones humanas.

Tabla 11. Proporción de territorio con algún tipo de protección respecto a la conservación de los hábitats naturales. A partir de (WCMC, 1992).

	Protección alta %	Protección media %	Total %
Tierra	***3.04***	***2.12***	***5.17***
Asia	1.31	2.95	4.26
Europa	0.99	7.01	8.00
América Norte y Central	7.03	3.79	10.82
Sur América	3.35	2.61	5.96
Oceanía	7.98	1.94	9.91
Africa	2.99	1.50	4.49

Hay que tener en cuenta que no sólo importa el número de hectáreas protegidas sino también su rareza, su valor natural o su potencial peligro de destrucción. No es de extrañar que se designen áreas protegidas atendiendo a otros intereses distintos a la conservación. En la filosofía de la protección de espacios interviene la sociedad y su predisposición a aceptar la conservación como algo necesario. Los conflictos entre protección y población local son numerosos, y España es uno de los países con mayor beligerancia en este sentido, en especial cuando hay intereses económicos y urbanísticos. La conferencia de la O.N.U. de Rio fue un fracaso en su objetivo de preservar la biodiversidad, ni los estados ricos quisieron perder las suculentas ganancias, ni los pobres la posibilidad de desarrollarse rápidamente como lo hicieron los ricos en su día.

La eliminación de biocidas, especialmente aquellos bioacumulables y no biodegradables debe ser una estrategia complementaria a la utilización racional del territorio. Muchos de estos productos de síntesis afectan tanto a la vida natural como a la salud humana, aún así su prohibición es costosa cuando existen intereses económicos (SCHLATTER, 1994; AYOTTE et al., 1995).

La conservación de especies fuera de su hábitat natural ha sido la línea de actuación en algunos proyectos. Esta estrategia no tiene mucho sentido cuando la escasez de recursos, económicos y humanos, obliga a rentabilizar la inversión. El ecosistema como área donde se desarrolla un conjunto de especies tiene mayor valor que una sola de sus especies conservada en un zoológico. Las técnicas *off-site* se pueden aplicar para recuperar poblaciones en peligro de extinción, aunque siempre será

recomendable evitar primero la desaparición del hábitat. Se han de ver estas técnicas como complementarias al manejo del ecosistema natural y no como sustitutorias.

Cambio climático y efecto invernadero

La temperatura que posee la atmósfera terrestre (entre –60 y 50ºC) es mayor que el espacio que le rodea (-273 ºC). Gracias al llamado *efecto invernadero* la Tierra ha podido alcanzar temperaturas moderadas adecuadas para la vida. Este aumento de temperatura se debe a la absorción de radiación solar por parte de distintos gases presentes en la atmósfera, principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el ozono (O_3) y el vapor de agua. Del total de la radiación solar que llega a la tierra, un 30% de la energía es devuelta directamente al espacio por la nubes, el suelo y los gases invernadero del aire. El 70 % de radiación restante, se absorbe por estos elementos y se emite con longitudes de onda infrarroja, responsables del aumento de la temperatura. El equilibrio existente entre la energía absorbida y la emitida permite una temperatura constante en la superficie terrestre.

La emisión de gases con efecto invernadero (tabla 12) que producen determinadas actividades humanas, dan lugar a un aumento de la retención de radiación, que se transforma en un incremento de la temperatura global, repercutiendo de forma desigual en las distintas zonas del planeta debido a los vientos y corrientes oceánicas.

Tabla 12. Gases traza atmosféricos y su contribución al efecto invernadero (a partir de datos de EARTHQUEST, 1991)

	CO_2	CH_4	N_2O	CFC's	O_3	H_2O

Efecto Tº	+	+	+	+	+	+ aire /- nubes
Ozono estratosférico	mayor incertidumbre, puede aumentar o disminuir			decrece	no	decrece
Fuente natural	estable	zonas húmedas	suelos, bosques tropicales	no	Hidrocarburos	evapotranspiración
Fuente antropogénica	combustibles fósiles, deforestación	cultivo de arroz, rumiantes, quema de biomasa	fertilizantes, cambio de uso del territorio, industria	refrigerantes, aerosoles, industria	Hidrocarbonos, quema de biomasa	regadío, cambio de uso del terrotorio
Período de vida en la tropofera	50-200 años	10 años	150 años	60-100 años	Semanas-meses	días
Concentración pre-industrial (ppbv) (S. XIX)	280000	790	288	0	10	¿?
Actual en troposfera	360000	1720	310	0.76	20-40	3000-6000 (estratosfera)
Tasa de crecimiento anual	0.5%	0.9%	0.3%	4%	0.5-2.0 %	¿?
Contribución al efecto invernadero	60%	15%	5%	12%	8%	¿?

Origen del efecto invernadero y cambio climático

Las actividades humanas afectan a la atmósfera de diferentes maneras: produciendo calor, partículas o gases. Tras el incremento de la quema de combustibles fósiles estamos cambiando significativamente algunos parámetros atmosféricos. Estos cambios afectan al clima de diferentes maneras: incrementando el efecto invernadero y la incertidumbre climática, contaminando el aire y destruyendo la capa de ozono. Incluso se han llegado a cuantificar económicamente (PEARCE, 1996) y relacionar la contaminación con la mortalidad humana (BAXTER et al., 1997).

El ozono y el cambio climático. La atmósfera se compone de diferentes gases. Uno de ellos, el ozono estratosférico (capas altas de la atmósfera), está disminuyendo por la actividad humana (MOLINA y ROWLAND, 1974; FARMAN et al., 1985). El ozono, además de filtrar la radiación ultravioleta (UV), también juega un papel crucial en la regulación global del clima. Calienta la estratosfera produciendo una inversión térmica (entre 15 y 50 km) que permite la circulación convectiva del aire por debajo de este límite.

La retroalimentación en el efecto invernadero. El cambio climático se produce también al cambiar el grado de reflectividad de la superficie de la tierra (*albedo*). Las actividades humanas y el aumento de la temperatura favorecen la deforestación. Aumenta la reflexión de la radiación solar por el suelo descubierto, incrementa el polvo

atmosférico, y la reflectividad del hielo de los polos. Este proceso puede afectar también a la pluviosidad, ya que al aumentar el albedo se reduce la energía acumulada por la superficie de la tierra, dando lugar a una superficie más fría, por lo que no se producen efectos convectivos y lluvia (CHARNEY et al., 1999).

Efectos sobre la sociedad y el medio ambiente. El aumento de la temperatura produciría en un corto tiempo los siguientes efectos: a) fusión parcial de los casquetes polares; b) aumento del nivel del mar por dilatación térmica y aumento de agua debida al deshielo; c) inundación de áreas costeras fértiles y densamente pobladas: deltas, llanuras costeras, desaparición de playas; d) cambio en el régimen de lluvias y alta inestabilidad climática, con mayores precipitaciones entre 35º y 70º N pero menores entre 5º y 35º N, aumento de catástrofes atmosféricas y episodios extremos lluvias-sequía; e) desaparición de grandes zonas de cultivo en zonas cálidas; y f) aumento de los desiertos hacia latitudes mayores

Soluciones

Al ser la atmósfera un fluido que no tiene fronteras, las medidas se han de tomar a nivel global, reduciendo la producción neta de los gases responsables del efecto invernadero. Las medidas para reducir estos gases han de centrarse en: a) aumentar la eficiencia de los procesos que gastan energía como en el transporte, consumo doméstico e industria, logrando una reducción neta de emisiones; b) reducir el consumo de combustibles fósiles, con especial referencia a los países ricos; c) promover las energías renovables y no contaminantes, especialmente la solar y la eólica; y d) aumentar los sumideros de gases invernadero como las zonas forestales, y evitar la pérdida de materia orgánica en los suelos.

Destrucción de la capa de ozono

La atmósfera terrestre está formada por gases con diferentes porcentajes los cuales se ordenan diferencialmente en altura. Hay unos gases mayoritarios: Nitrógeno (78.08 %), Oxígeno (20.95 %) y Argón (0.93 %), y otros minoritarios: 355 ppm de CO_2, 18 ppm de Neón, 5 ppm de Helio y 15-500 ppm de Ozono. Existen dos localizaciones

del ozono (O_3): el estratosférico situado entre 10 y 50 km de altura y, el troposférico situado entre 0 y 10 km de altura. El O_3 estratosférico deja pasar la radiación solar excepto el espectro de radiación ultravioleta. El ozono estratosférico se genera a partir de oxígeno y el efecto catalizador de la radiación UV. Este O_3 es necesario para la vida en la parte emergida y en las primeras capas del mar, ya que filtra la radiación UV, la cual provoca la destrucción del material genético (ADN).

La detección de una disminución en la capa de ozono se remonta a 1956, pero no es hasta la década de los 80 cuando los gobiernos empiezan a tomar medidas para reducir la emisión de agentes destructores del ozono. La disminución de la capacidad filtrante de UV por el ozono ha sido mayor en la Antártida y en el hemisferio sur, con reducciones entre el 10 y el 55% desde el polo hasta el paralelo 30º Sur y entre un 1.5 y un 5% en otras zonas.

La desaparición del ozono estratosférico.

Los principales gases destructores del ozono son los óxidos de Nitrógeno (NO_x), originados en combustiones y en la agricultura intensiva; los compuestos con cloro y bromo como los clorofluorocarbonados -halones-, y los bromofluorocarbonados -freones-, usados en propelentes y en la industria del frío y del plástico; y el metano, derivado de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, producido en campos de arroz y en el estómago de animales rumiantes. El proceso de destrucción del ozono es en la actualidad difícil de parar y aunque la supresión de la utilización de los gases destructores fuera inmediata, todavía existirían gases en la atmósfera que seguirían destruyendo el ozono durante varias décadas.

Efectos de la destrucción de la capa de ozono.

Se producen una serie de efectos negativos tanto para la salud humana como para el medio ambiente: a) se altera la estructura térmica de la atmósfera; b) aumenta la radiación UV en la superficie terrestre que afecta a la capacidad fotosintética de los vegetales tanto en tierra como en el mar. En animales pueden inducirse procesos cancerígenos en las células de la piel y ojos. Los efectos nocivos sobre la salud humana son la inducción de trastornos cutáneos, cancer de piel –con tan sólo un 5% de

reducción de ozono (SCHLATTER, 1994)- y cataratas. El aumento de radiación UV también afecta a la durabilidad de los materiales e incrementa la reactividad de las capas bajas de la atmósfera, creando nuevos compuestos contaminantes.

Propuestas correctoras.

Se debería prohibir a nivel mundial la producción y consumo de todos los productos causantes de la destrucción del ozono. Actualmente existe un gran desconocimiento del efecto de los compuestos químicos en relación al ozono, por lo que se debería invertir en investigación y en I+D para buscar alternativas para los productos dañinos. También la educación ambiental y la información al consumidor es clave para que se obligue al mercado a adaptarse a las nuevas exigencias ambientales.

Contaminación del aire, agua y suelo

La contaminación del aire, agua y suelo están interrelacionadas, ya que al introducir un contaminante en alguno de estos medios puede pasar a los demás, produciendo efectos nocivos en la salud de las poblaciones, tal y como desarrollamos en otro capítulo de la presente obra.

La contaminación del aire debida a actividades humanas no es nueva. Desde el S. XVII la acumulación de humos en aglomeraciones urbanas ha causado algún tipo de contaminación atmosférica, la cual requirió legislación para evitar problemas de salud (ASHBY y ANDERSON, 1981). En 1956 aparecía la primera legislación referente a la calidad del aire en el Reino Unido, la *Clean Air Act*, en respuesta a un aumento de la mortalidad y de las enfermedades relacionadas con la calidad del aire ocurridas tan sólo cuatro años antes (BRIMBLECOMBE, 1986). Los contaminantes más usuales se muestran en la tabla 13.

Tabla 13. Sustancias responsables de la contaminación atmosférica más comunes. Emisiones en millones de toneladas anuales, concentraciones en partes por millón. Modificado de (FREEDMAN, 1995).

Contaminante	*Emisiones antropogénicas (10^6 T/año)*	*Concentración aire limpio (ppm)*	*Concentración aire contaminado (ppm)*
SO_2	70	0.0002	>0.2
H_2S	3	0.0002	>0.2
CO	304	0.1	>40

NO_x	53	<0.02	>0.2
NH_3	4	0.01	>0.02
N_2O	6	0.3	>0.3
Hidrocarburos	88	<0.001	>1
CH_4	¿?	1.5	2.5
Partículas	3900	variable	>natural
O_3 (troposférico)	¿?	0.03	0.5

La contaminación de los cursos de agua fue primero un problema de incremento de la materia orgánica derivada de los efluentes urbanos. No obstante, el desarrollo industrial aportó nuevos contaminantes químicos, algunos difícilmente biodegradables, que eliminan la vida de los ríos y del mar y que, además, la inutilizan para el consumo humano. La agricultura intensiva es una de las mayores fuentes de contaminación del agua debido al lavado de las tierras químicamente contaminadas y a la dispersión aérea de pesticidas y fertilizantes. Estos últimos son responsables de la contaminación por nitratos de una parte de los recursos de agua, produciendo también en ocasiones fenómenos de eutrofización.

La contaminación del suelo tiene su origen en la agricultura, la industria y los residuos urbanos. La acumulación de sustancias no biodegradables, como los pesticidas, hidrocarburos, plásticos, y elementos químicos diversos no cesa de aumentar. En la actualidad, la legislación ambiental referente a la contaminación del aire, agua y suelo en los países desarrollados está relativamente avanzada, pero todavía demuestra su ineficacia dado que, salvo en ocasiones puntuales, los niveles de contaminación siguen aumentando.

Fuentes antropogénicas de contaminantes

Agricultura. La utilización de pesticidas y sustancias químicas no biodegradables y lodos[3] con algún tipo de toxicidad aumentan la carga contaminante del suelo. Elementos como arsénico, plomo, cobre, mercurio, además de los nuevos compuestos de síntesis, como el DDT o el glifosato presente en el biocida *Roundup*, se han ido acumulando en tierras de cultivo hasta niveles que reducen la fertilidad e

[3] En la agricultura intensiva, la pérdida de materia orgánica del suelo disminuye la productividad. La utilización de lodos de depuradoras de aguas residuales urbanas es un método extendido para aumentar los niveles de materia orgánica de las tierras. Estos lodos pueden tener niveles mínimos de contaminación no biodegradable, que con el paso del tiempo y nuevas enmiendas, se irán acumulando en el suelo hasta niveles tóxicos.

incluso son peligrosos para la salud humana y de otras especies. Además, se ha demostrado que niveles mínimos de contaminantes en el suelo, pueden pasar a las plantas y a los animales de forraje, y posteriormente a los humanos (FREEDMAN, 1995). Los accidentes relacionados con substancias peligrosas utilizadas en la agricultura tienen una repercusión comparable a los industriales, por ejemplo en 1960 en Irak murieron más de 500 personas por intoxicación de mercurio, proveniente del tratamiento antifúngico de semillas. También se han dado casos en Irán, Pakistan, y Guatemala, además de los que no han salido a la prensa o no se ha detectado el origen (ZIFF, 1985).

Industria. La actividad industrial tiene numerosos procesos susceptibles de contaminar, desde la extracción de recursos, la transformación y finalmente su consumo y desecho. La minería produce millones de toneladas de residuos no aprovechables, que se acumulan en el suelo. La extracción del oro produce residuos tóxicos como el arsénico y otros metales pesados. Los terrenos ocupados por los residuos mineros contienen cantidades de metales pesados que no permiten su uso agrícola o incluso una revegetación natural. En la industria de la transformación, las emisiones a la atmósfera, agua y suelo aparen constantemente.

Principales problemas de contaminación atmosférica

La contaminación del aire produce efectos negativos tanto a nivel de ecosistemas como en la salud humana. Además, su naturaleza gaseosa provoca problemas de exportación de contaminación, por ejemplo ya en los años 30 Canadá fue responsable de la destrucción de zonas de bosque en el Columbia River Valley (EE UU). En Naciones Unidas, el problema de la contaminación atmosférica se hizo oficial en 1982 con el *Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente* (HOLDGATE et al., 1982). Aunque cada contaminante tiene sus efectos, dependiendo de la escala de actuación y de su concentración, los efectos son siempre negativos.

Áreas poco ventiladas. Se pueden producir altas concentraciones de contaminantes debido a su cercanía con la fuente emisora, con un efecto pernicioso para la salud, pudiendo producir afecciones respiratorias de diversa consideración, e incluso procesos cancerígenos (tabla 14).

Tabla 14. Problemas de salud asociados con los principales contaminantes atmosféricos. La mezcla de dos o más sustancias aumentan el riesgo para la salud. Estos gases los encontramos en todas las ciudades. A partir de varios autores.

Efectos en la salud de diversos contaminantes atmosféricos	
Dióxido de azufre	Irritación pulmonar, disfunción respiratoria, aumento de la susceptibilidad infecciosa, fibrosis pulmonar. Es especialmente peligroso mezclado con otros contaminantes.
Partículas	Irritación, inmunodeficiencia, deterioro de la capacidad pulmonar. Especialmente peligroso combinado con otros gases o si las partículas contienen elementos tóxicos.
Óxidos de nitrógeno	Irritación ocular y nasal, afección pulmonar, deterioro pulmonar, estrés del corazón.
Monóxido de carbono	Fatiga, dolor de cabeza, náuseas, anoxia, deterioro del corazón y del cerebro.
Plomo (especialmente en gasolinas)	Enfermedad de Kidney, disfunción neuronal.
Oxidantes fotoquímicos (especialmente el ozono troposférico y radicales)	Altera la función pulmonar, emfisema, fibrosis, envejecimiento de los pulmones.

Aglomeraciones urbanas. En la mayoría de ciudades occidentales se alcanzan niveles de contaminación atmosférica indeseables para el ser humano, proveniente del transporte, las calefacciones, y las industrias. Los principales contaminantes son los óxidos de azufre y nitrógeno, el dióxido de carbono, el ozono troposférico y la materia particulada. Especialmente relevante es el efecto del *smog fotoquímico*, combinación de gases y partículas resultado de la acción de la luz del sol -en especial UV- sobre la zona contaminada. Se producen una gran variedad de compuestos peligrosos para la salud del hombre como el ozono y los radicales hidroxil. También producen efectos negativos en animales, plantas y materiales, afectando tanto a escala local como regional (VOLZ y KLEY, 1988).

Escala regional e internacional. Las deposiciones ácidas son una de las manifestaciones de la contaminación a escala regional más frecuente, presentándose en forma de lluvia, esprai o polvo. Las sustancias contaminantes expulsadas a la atmósfera, especialmente ácidos de nitrógeno y azufre, influyen en un radio de decenas de kilómetros. En la zona de deposición, las aguas continentales se acidifican y producen disfunción ecológica en ríos y lagos, así como un aumento en la mortalidad de organismos acuáticos. La vegetación sufre daños irreparables en extensas zonas alrededor de áreas industrializadas en un radio de hasta 1.000 km. El suelo, en zonas no calizas, se acidifica, lo que produce una disminución de su capacidad para sustentar vida vegetal.

Productos tóxicos de baja concentración pero alta actividad

Aparte de los compuestos mencionados anteriormente, existen una serie de compuestos de síntesis y metales que se producen en pequeñas dosis pero que poseen una larga vida activa y una capacidad de bioacumulación. Especialmente peligrosos para animales e incluso para el ecosistema global, han resultado los pesticidas orgánicos como DDT o PCB´s. La contaminación del mar con estos compuestos proviene del aire en más de un 80% para los DDT y un 95% para los PCB´s (DUCE et al., 1991). La agricultura es responsable de una parte importante de la producción de sustancias altamente tóxicas, comparable a la industria.

Los problemas que producen son: a) problemas de salud, principalmente respiratorios (asma, cáncer); b) deterioro de vegetales (vida salvaje y cosechas) por difusión y/o deposición ácida, provocando incluso la muerte; c) acumulación y contaminación del suelo, reduciendo su capacidad productiva; d) contaminación del agua potable y del mar; e) deterioro de construcciones; y f) destrucción de la capa de ozono y aumento del efecto invernadero.

Recomendaciones

Los problemas de contaminación atmosférica sólo se pueden prevenir y evitar reduciendo la producción de los contaminantes, ya que su eliminación de la atmósfera no es posible. Actualmente existe una amplia tecnología para la producción limpia, métodos de depuración, y procesos alternativos que permitirían la reducción de elementos contaminantes y la completa eliminación de los no biodegradables. La producción *limpia* todavía se percibe desde ciertos sectores como una inversión no recuperable, en un mercado que compite por precios. No obstante, la conciencia social y los hábitos de consumo deberían hacer cambiar los modos de producción.

REFLEXIÓN FINAL

En este capítulo se han mostrado las principales características de los problemas ambientales más relevantes, sus procesos de génesis, sus impactos y las posibles vías de solución. Existen multitud de problemas ambientales, con las más diversas causas y consecuencias, pero todos ellos tienen una causa en común: son originados por el

hombre y repercuten negativamente sobre él. Se podría pensar que los problemas ambientales son ajenos a nosotros, y que aquello que se llama medio ambiente es lo único que sufre las consecuencias de nuestra actividad. Nada más lejos de la realidad. La contaminación del aire, mares y ríos, la pérdida de hábitats naturales y especies, y un largo etcétera, influye negativamente sobre nosotros, sobre nuestra salud, nuestra calidad de vida y también sobre las generaciones venideras. Algunos argumentan que los cambios que el hombre produce con sus actividades, como la elevación de la temperatura, la extinción de especies, la recombinación de material genético o la producción de distintos gases y substancias, se podrían considerar hechos naturales. No obstante, existe una gran diferencia: mientras que los cambios de temperatura terrestre, la extinción y aparición de especies, o los cambios de composición de la atmósfera se han realizado en intervalos de tiempo de millones de años, nosotros estamos empeñados en producir cambios similares en pocos años. Ahora estamos en una situación privilegiada para remediar y prevenir todos los problemas ambientales y sus consecuencias sobre nuestra salud y la del planeta, tenemos los conocimientos científicos necesarios, disponemos de tecnología, pero, ¿en qué queremos utilizar el capital? ¿cómo queremos desarrollarnos? ¿estamos dispuestos a cambiar nuestros hábitos de consumo y formas de producción? En la actualidad, aunque hay más conciencia colectiva y regulación legal que nunca, los resultados son más bien mediocres y el medio ambiente continúa degradándose. Sólo un cambio de actitud personal realmente comprometido de la mayoría de nosotros puede forzar al sistema político y económico a que cambie sus modos de hacer las cosas. Este cambio poco a poco se está produciendo, pero todavía queda un largo camino si queremos realmente desarrollarnos de manera sostenible.

BIBLIOGRAFÍA

ASHBY, E. Y ANDERSON, M.: *The Polilitcs of Clean Air*. Oxford University Press. UK, 1981.

AYALA, F.J., ESCALANTE, A., O'HUIGIN, C. Y KLEIN, J.: “Molecular genetics of speciation and human origins”, en *Proc.Nat.Ac.Sci.*, 91, 1994, pp. 6787-6794.

AYOTTE, P., DEWAILLY, E., BRUNEAU, S., CAREAU, H. Y VEZINA, A.: “Arctic air pollution and human health - what effects should be expected?”, en *Science of the Total Environment*, 161, 1995, 529-537.

BASKIN, Y.: “Africa's troubled waters”, en *BioScience*, 42, 1992, pp. 476.

BAXTER, L.A., FINCH, S.J., LIPFERT, F.W. Y YU, Q.Q.: “Comparing estimates of the effects of air pollution on human mortality obtained using different regression methodologies”, en *Risk Analysis*, 17, 1997, pp. 273-278.

BOSERÜP, E.: *The conditions of agricultural growth: the economics of agrarian change under population pressure*. Allen & Unwin. London, 1965.

BRIMBLECOMBE, P.: *Air composition and chemistry*. Cambridge University Press. Cambridge, 1986.

BRUNO, K.: “El fracaso del marketing de Monsanto”,en *The Ecologist*, 28, 1998, pp. 39-45.

CARSON, R.: *Silent spring*. Houghton Mifflin. Boston, 1962.

CHALLACOMBE, D.N. Y WHEELER, E.E.: “Safety of milk from cows treated with bovine somatrotopin”, en *The Lancet*, 334, 1994, p. 815.

CHARNEY, J., STONE, P.H. Y QUIRK, W.J.: “Drought in the Sahara: a bio-geophysical feedback mechanism”, en *Science*, 187, 1999, pp.434-435.

ConWAY, G.R. Y PRETTY, J.N.: *Unwelcome harvest: agriculture and pollution.* Earthscan. London, 1991.

COULL, J.R.: “Will a blue revolution follow the green revolution? The modern upsurge of aquaculture”, en *Area*, 25, 1993, 350-357.

DEICHMANN, U. AND EKLUNDH, L.: *Global digital datasets for land degradation studies: a GIS approach. From GLASOD estimates (Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation)*. Case Study Series 4. UNEP (United Nations Environment Program). Nairobi, 1991.

DIAMOND, J.M.: “Historic extinctions: a Rosetta Stone for understanding prehistoric extinctions”,en *Quaternary extinctions: a prehistoric revolution*. University of Arizona Press. Tucson, 1984. Pp. 824-862

DUCE, R.A., LISS, P.S., MERRILL, T.J.: “The Atmosferic Imput of Trace Species to the World Ocean”, en *Global Biochemical Cycles*, 5, 1991, pp. 193-259.

DURNING, A. B.: *Poverty and the environment: reversing the downward spiral*. Washington, 1989.

DURNING, A. B. AND BROUGH, H. B.: “Taking stock: animal farming and the environment”, en *World Watch Institute,* Washington, 1993. P. 103.

EARTHQUEST: *Office for Intercisciplinary Earth Studie*: *Science capsule*. Washington, 1991.

EC: *Energy yearly statistics 1991*. European Commission Publications. Luxembourg, 1993.

FAO (Food and Agriculture Organization): *Environment and sustainability in fisheries.* Rome, 1991.

FAO (Food and Agriculture Organization). *The state of food and agriculture.* Rome, 1993.

FARMAN, J.C., GARDINER, B.G. Y SHANKLIN, J.D.: “Large lossesin total ozone in Antartica reveal seasonal ClO_x/NO_x interaction”, en *Nature,* 315, 1985, pp. 207-210.

FREEDMAN, B.: *Environmental Ecology.* Academic Press. San Diego, 1995.

FURLEY, P.A.E.: *The forest frontier:settlement and change in Brazilian Roraima*. Routledge. London, 1994.

GILLAND, B.: “Cereals, nitrogen and population: an assessment of the global trends”, en *Endeavour*, 17, 1993, pp. 84-87.

GLRICK, P.H.: *Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources.* Oxford University Press. Nueva York, 1993.

GRAINGER, A.: “Rates of deforestation in the humid tropics: estimates and measurements”, en *The Geographical Journal*, 159, 1993, pp. 33-44.

GRIGG, D.B.: *The transformation of agriculture in the West.* Blackwell. Oxford,1992.

GROVE, R.: “The origin of environmentalism”, en *Nature*, 345, 1990, 11-14.

HANKINSON, S.E.: “Circulating concentrations of insuline-like growth factor 1 and risk of breast cancer”, en *The Lancet*, 351, 1998, pp. 1393-1396.

HASSAN, F.A.: “Prehistoric settlement along the Main Nile”, en WILLIAMS, M.A.J. y FAURE, H. (eds): *The Sahara and the Nile*. Rotterdam, 1980. Pp. 421-451.

HOLDGATE, M., KASSAS, M. Y WHITE, W.: *The World Environmet, 1972-1982*. Toxycology International. Dublin, 1982.

HURNI, H.: “Land degradation, famine, and land resources scenarios in Ethiopia”, en: PIMENTAL, D. (eds) : *World soil erosion and conservation*. Cambridge University Press. Cambridge, 1993. Pp. 27-61.

IUNC / UNEP: *Review of the protected areas system in the Afrotropical realm*. Gland, 1986a.

IUNC / UNEP: *Review of the protected areas system in the Indo-Malayan realm*. Gland, 1986b.

JENSEN, S.: “Report on a new chemical hazard”, en *New Scientist*, 32, 1966, pp. 612-615.

KUMMER, D.M.: *Deforestation in the postwar Philippines*. University of Chicago Press. Chicago, 1991.

LARSON, W.E., PIERCE, F.J. Y DOWDY, R.H.: “The threat of soil erosion to long-term crop production”, en *Science*, 219, 1983, 458-465.

MARGALEF, R.: *Teoría de los sistemas ecológicos.* Publicacions de la Universitat de Barcelona, 1993.

MARSH, G.P.: *The earth as modified by human actions*. Nueva York, 1974.

MARTÍNEZ, T.T. Y BROWN, K.: “Oral and pulmonary toxicology of the surfactant used in Roundup herbicide”, en *Proc. West. Pharmacology Soc*., 34, 1991, pp. 43-46.

MATHER, A.S.: *Global forest resources*. Timber Press. Portland, 1990.

MIDDLETON, N.: “Food production”, en *The global casino*. Hodder Headline. London, 1995.

MIDDLETON, N.J.: “Effect of drought on dust production in the Sahel”, en *Nature*, 316, 431-434, 1985.

MOLINA, M.J. Y ROWLAND, F.S.: “Stratospheric sink chlorofluoromethanes: chlorine atom catalized destruction of ozone”, en *Nature*, 249, 1974, pp. 810-814.

O.N.U.: *World Atlas of Desertification*. Edward Arnold. Sevenoaks, 1992.

PEARCE, D.: “Economic valuation and health damage from air pollution in the developing world”, en *Energy Policy*, 24, 1996, pp. 627-630.

PETERS, C.M., GENTRY, A.H. Y MENDELSOHN, R.O.: “Valuation of an Amazonian rain forest”, en *Nature*, 339, 1989, pp. 655-656.

REIJNDERS, P.: “Reproductive failure in common seals feeding on fish from polluted coastal waters”, en *Nature*, 324, 1986, 456-457.

REPETO, R. Y GILLIS, M.: *Public policies an the misuse of forest resources*. Cambidge University Press. Nueva York, 1989.

ROSENBERRY, P., KNUTSON, R. Y HARMON, L.: “Predicting effects of soil depletion from erosion”, en *Journal of Soil and Water Conservation*, 35, 1980, 123-134.

SAWADA, Y.Y., NAGAI, M., UEYAMA AND YAMAMOTO, I. “Probable toxicity of surface-active agent in commercial herbicide containing glyphosate”, en *Lancet* 1(8580), 229, 1988.

SCHLATTER, C.: “Environmental pollution and human health”, en *Science of the Total Environment*, 143, 1994, pp. 93-101.

SIMMONS, I.G.: *Changing the face of the earth*. Blackwell. Oxford, 1989.

SMITH, R.A.: “On the rain and air of Manchester”, en *Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society*, 2, 1852, pp. 207-217.

STANNERS, D. (editor): *Europe's environment, the Dobris Assessment.* European Environment Agency. Copenhagen, 1995.

THOMAS, D. S. y MIDDLETON, N. J.: *Desertifiaction: exploding the myth.* Wiley. Chichester, 1994.

VALENCIA, R., BALSLEV, H. Y PAZ-MIÑO, G.: “High tree alpha-diversity in Amazonian Ecuador”, en *Biodiversity and Conservation*, 3, 1994, pp. 21-28.

VOLZ, A. Y KLEY, D.: “Evaluation of the Montsouris Series of Ozone Measurements Made in the Nineteenth Century”, en *Nature*, 332, 1988, 240-242.

WANG, W.C., YUNG, Y.L., LACIS, A.A., MO, T. Y HANSEN, J.E.: “Greenhouse effect due to manmade perturbations of other gases”, en *Science*, 194, 1976, 685-690.

WCMC (World Conservation Monitoring Centre): *Global biodiversity: status of the Earth's living resources.* Chapman & Hall. London, 1992.

WILLIAMS, W.T.: “Tree growth and smog disease in the forests of California: case history, ponderosa pine in the Southern Callifornia Nevada”, en *Environmetal Pollution*, Ser.A, 30, 1983, 59-75.

WILSON, E.J. Y SKEFFINGTON, R.A.: “The effects of excess nitrogen deposition on young Norway spruce trees .1. The soil”, en *Environmental Pollution*, 86, 1994, 141-151.

WILSON, E.O.: “Threats to biodiversity”, en *Scientific American*, 261, 1989, 60-66.

WILSON, J.S.: “The general and gradual dessication of the earth and atmosphere”, en *Report of the Proceedings of the British Association for the Advancement of Science*, 1858, pp. 155-156.

ZIFF, S.: *The Toxic Time Bomb.* Aurora Press. Nueva York, 1985.