

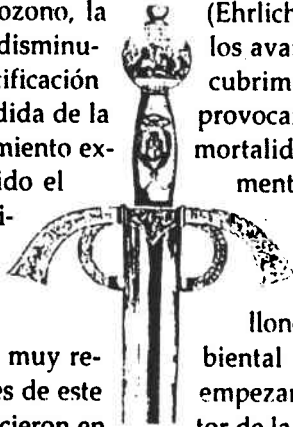
Población y medio ambiente: ¿qué nos espera?

Paul R Ehrlich
Gerardo Ceballos

Las actividades del ser humano en los últimos siglos han provocado severos impactos negativos sobre el ambiente, al grado de que han pasado de escalas locales y regionales a la global, y se remontan, en general, a una sola causa: el gran tamaño de la empresa humana. Problemas tales como el calentamiento global de la atmósfera, el adelgazamiento de la capa de ozono, la contaminación, incluyendo la lluvia ácida, la disminución de selvas y bosques tropicales, la desertificación de enormes extensiones del planeta y la pérdida de la diversidad biológica son resultado del crecimiento explosivo de la población humana, que ha sido el acontecimiento más significativo de los últimos 65 millones de años en la Tierra —desde la desaparición de los dinosaurios (Ehrlich y Ehrlich, 1990).

Pero dicho crecimiento es un fenómeno muy reciente, y prácticamente era desconocido antes de este siglo. Los primeros homínidos erectos aparecieron en África hace 4.5 millones de años. Desde entonces, el crecimiento de la población fue lento y tardó millones de años antes de alcanzar el primer millón de seres humanos (Gráfica 1). Esta situación cambió poco hasta la época de la revolución agrícola, hace 10 mil años, cuando en

el mundo había alrededor de 5 millones de habitantes. El posterior abastecimiento más estable de alimento permitió el aumento del índice de natalidad y de la tasa de crecimiento de la población, y ya para 1600 d C había cerca de 500 millones de individuos, cantidad que se incrementó a mil millones a principios del siglo pasado (Ehrlich, 1968; Ehrlich *et al*, 1995). En el presente siglo, los avances científicos y tecnológicos —como el descubrimiento de vacunas, antibióticos y pesticidas—, provocaron una sensible disminución en la tasa de mortalidad. La población empezó a crecer explosivamente y en sólo una centuria se duplicó y llegó a 2 mil millones de personas alrededor de 1930. Para finales de la década de los años 60 la población se había incrementado a 3 500 millones de individuos. En esa época el deterioro ambiental y el crecimiento de la población humana empezaron a preocupar seriamente a un pequeño sector de la comunidad científica, cuyas predicciones fueron bastante acertadas (Ehrlich, 1968; Dorst, 1971). La población creció de acuerdo con lo esperado, y hoy en día es de 5.9 mil millones de personas, con un incremento anual de 85 millones (Population Reference Bureau, 1996). Por increíble que parezca, la población humana



Paul R. Ehrlich es "Bing Professor" del Departamento de Ciencias Biológicas de la Universidad de Stanford, universidad en la que ocupa el cargo de director del Centro para la Conservación Biológica. Realizó sus estudios de licenciatura en la Universidad de Filadelfia y de doctorado en la Universidad de Kansas. A lo largo de su productiva carrera académica ha recibido varios reconocimientos, y es miembro de numerosas sociedades científicas, como la Academia de Ciencias de Estados Unidos y la Academia Americana de las Artes y Ciencias. Ha publicado más de 700 artículos científicos y de divulgación y más de 40 libros.

Gerardo Ceballos es investigador titular del Instituto de Ecología de la UNAM. Realizó su licenciatura en biología en la Universidad Autónoma Metropolitana. Después llevó a cabo estudios de maestría en la Universidad de Gales y recibió su doctorado en la Universidad de Arizona. Sus intereses académicos incluyen la ecología animal y la conservación. Es miembro de varias sociedades científicas, como la Academia Mexicana de la Ciencia y la Sociedad Americana de Ecología. Ha publicado 50 artículos científicos y de divulgación y 12 libros.

aumentó en los últimos 50 años de manera similar a lo que creció desde su aparición hace millones de años.

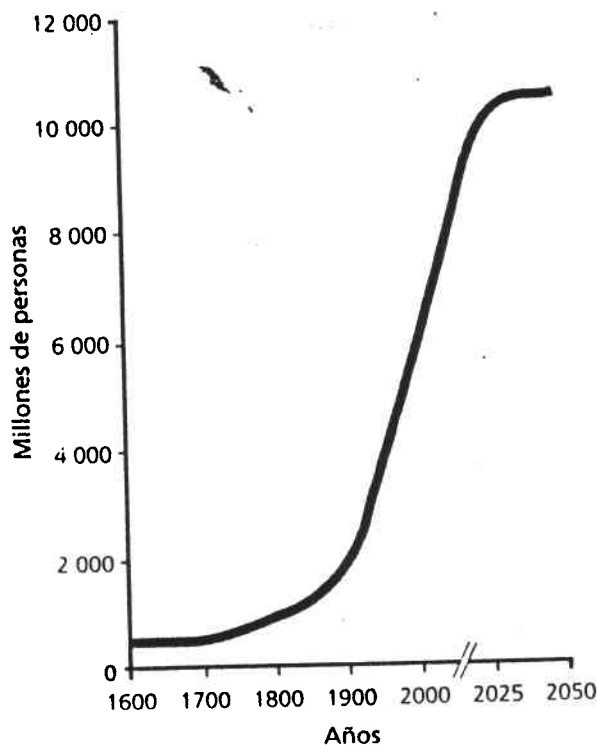
El caso del crecimiento poblacional en México no es una excepción, ya que ha experimentado un rápido incremento en este siglo, particularmente severo en los últimos 40 años (Gráfica 2). A principios del siglo era de aproximadamente 8 millones de personas, que aumentaron a 19.7 millones en 1940, a 81 millones en 1990 y a 91.2 millones en 1995 (INEGI, 1996). Es decir, la población tuvo un incremento de más de 1 000% desde principios del siglo y casi se duplicó desde 1970. Actualmente México ocupa el undécimo lugar del mundo en población (Population Reference Bureau, 1996).

El crecimiento poblacional en el siglo XXI

El rápido incremento de la población humana en este siglo es inquietante, especialmente cuando existen elementos que indican que va a continuar o inclusive a aumentar en las siguientes décadas. Por lo tanto es razo-

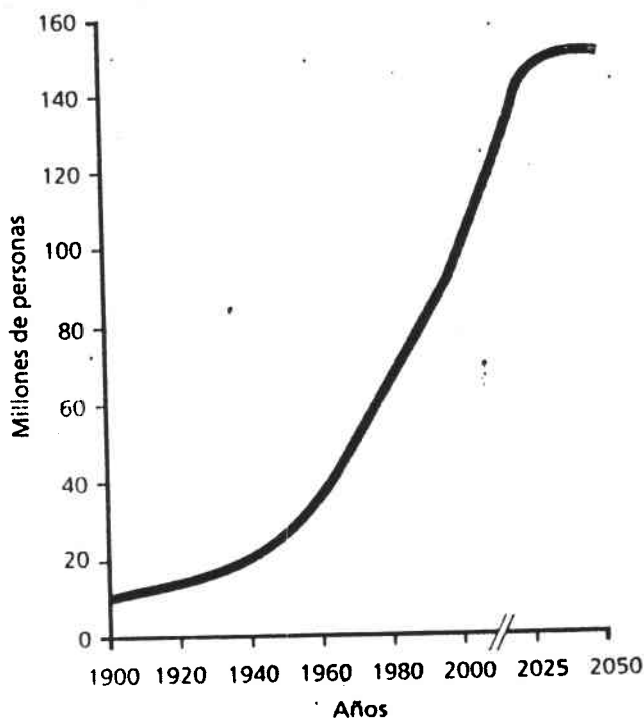
nable preguntarse: ¿cuál será el tamaño de la población humana en el próximo siglo? Responder con precisión esta pregunta es poco probable, por varias razones, entre ellas la dificultad para estimar convenientemente posibles cambios en las tasas de crecimiento y mortalidad a nivel regional o global. Sin embargo, es un hecho que el aumento potencial dependerá, entre otros factores, del tamaño y estructura de la población. El crecimiento tiene relación evidente con el porcentaje de jóvenes que hay en muchos países y que son la pólvora de la explosión demográfica (Dasgupta, 1995; Ehrlich, 1968). Éstas son malas noticias, ya que hoy día alrededor de un tercio de los habitantes de la Tierra tiene menos de 15 años; estos valores son más bajos en países desarrollados, y más altos, de hasta 40%, en algunos países en desarrollo (Population Reference Bureau, 1996). Si las condiciones actuales se mantienen relativamente estables —sin cambios notables en las tasas de natalidad o mortalidad— es muy probable que la población mundial llegue a ser de cerca de 10 mil millones de personas a mediados del siglo XXI. Así lo indican predicciones sólidas por las cuales se sabe que a pesar de que hubiera rápidos incremen-

Crecimiento de la población humana



Gráfica 1. Crecimiento de la población humana a nivel mundial desde el siglo XVII. Los datos entre los años 2000 y 2050 son proyecciones basadas en las tendencias actuales de crecimiento. Nótese que se estima que la población se podrá estabilizar en alrededor de 10 mil millones de personas en el siglo XXI

Crecimiento de la población en México



Gráfica 2. Crecimiento de la población de México desde principios del siglo. Los datos entre los años 2000 y 2050 son proyecciones basadas en las tendencias actuales de crecimiento. Nótese que se estima que la población se podrá estabilizar en alrededor de 150 millones de personas a mediados del siglo XXI

tos y decrementos en las tasas de mortalidad y natalidad respectivamente, el planeta tendrá esa cantidad de habitantes a causa de la inercia o "momento demográfico", antes de estabilizarse (Daily y Ehrlich, 1992; Ehrlich y Ehrlich, 1990).

La situación de la población en México es similar. A pesar de que la tasa de crecimiento poblacional tuvo un decremento significativo de 3.2% anual en 1970 a 2.3% en 1980 y a 1.8% en 1995, su población actual, calculada entre 91.2 y 94.8 millones de individuos, aumentará a cerca de 145 millones de personas en el año 2025, debido a su estructura poblacional y al momento demográfico (Myers, 1993). Esto depende, además, de que se mantenga la tasa de crecimiento actual y no se dispare por algún factor como la pobreza generalizada en la que se ha hundido al país en la última década. Cualquier incremento en la tasa de crecimiento, especialmente si la coloca a niveles similares a la de la década de los años 60, tendría severas consecuencias en el tamaño de la población y en el periodo necesario para que se estabilice su crecimiento.

Juzgando el impacto

Ante el aumento global de la población probablemente se agudizarán los problemas ambientales, la inequidad entre la distribución de la riqueza y los niveles de bienestar entre países o entre sectores de la población en un país. Por esta posibilidad surge la pregunta: ¿cómo se puede evaluar el impacto de la empresa humana en los sistemas ecológicos? A pesar de la complejidad de este tema, es posible expresar el impacto (I) como el producto de tres factores, que son población (P), opulencia (O) (o consumo por persona) y una medida del daño hecho por la

tecnología (T) que se usa para proporcionar cada unidad de consumo (Ehrlich y Holdren, 1971; Hart, 1997). Por lo tanto, el impacto es equivalente a la ecuación $I = P \times O \times T$; es decir, I es igual a P multiplicado por O y T.

La aplicación de esta ecuación revela tendencias muy interesantes. Indica, por ejemplo, que si se dobla el tamaño de la población (P) mientras las otras variables se mantienen constantes, el resultado también se doblará. Sin embargo, la relación entre las variables generalmente no es lineal, además de que no son independientes entre sí, por lo que los impactos de los sistemas tecnológicos (T) que mantienen el consumo (O) tenderán a incrementarse también. Esto equivale a decir que cada persona adicional significará un efecto desproporcionadamente mayor del que representaron los individuos que le antecedieron (Ehrlich y Ehrlich, 1990). La ecuación indica también que el impacto ambiental del mismo número de individuos en países en desarrollo y en países desarrollados es distinto por las diferencias en sus niveles de opulencia y por la tecnología de que disponen (Hart, 1997). Finalmente, indica que no es correcta la suposición, hasta hace algunos años generalizada, de que el problema de población es principalmente exclusivo de los países en desarrollo. En realidad, desde el punto de vista ambiental, la población de Estados Unidos de América (EUA) causa más daño que la de cualquier otro país (Ehrlich y Holdren, 1971). Este nivel de impacto es explicado por la relación entre su población, su opulencia y su tecnología. En primer lugar, los EUA tienen la tercera población más grande del planeta, con 266 millones de personas. Segundo, los estadounidenses consumen grandes cantidades de materias primas y

No es correcta la suposición, hasta hace algunos años generalizada, de que el problema de población es principalmente exclusivo de los países en desarrollo. Desde el punto de vista ambiental, la población de Estados Unidos causa más daño que la de cualquier otro país

energía; usan en promedio aproximadamente doce veces más energía que el consumo de los ciudadanos de un país en desarrollo. Finalmente, las tecnologías empleadas en Estados Unidos son poco eficientes y tienen impactos ambientales innecesariamente severos y destructivos.

Para comparar el efecto ambiental de una persona en países desarrollados con una de naciones en desarrollo se puede cuantificar su consumo de energía. En promedio, cada ciudadano de un país rico usa 7.5 kW (kilovatios), mientras que el de un país pobre sólo consume 1.0 kW; en contraste extremo, cada norteamericano usa casi 12 kW (Ehrlich y Ehrlich, 1990). Sin embargo, se podría argumentar que a nivel global el impacto de la población de los países en desarrollo, por su mayor tamaño, es similar al de los países desarrollados. Éste no es el caso, ya que si los datos sobre consumo de energía se extrapolan a la población total, las diferencias entre esos grupos de países se hacen más evidentes. Así, cuando en 1990 el impacto total de los 5.3 mil millones de seres humanos sobre los sistemas de apoyo de vida fue de 13.1 teravaticos ($TW = 10^{12}$ vatios), alrededor del 70% de esa energía fue usada por los países ricos, ya que el consumo de los 1.2 mil millones de personas en esos países fue de 1.2×10^9 multiplicado por 7.5 kW o 9 TW. En contraste, el impacto total de la población de los países pobres fue del restante 30%, ya que su consumo fue de 4.1×10^9 multiplicado por 1.0 kW. A pesar de que el impacto de la población de los países en desarrollo es menor que la de los países desarrollados, las perspectivas a mediano plazo indican que el de los primeros se incrementará, por varios factores, entre los que destacan, por un lado, el aumento en su tamaño y opulencia y, por otro lado, por la adopción de mejores tecnologías en los países desarrollados que los hace más eficientes.

Problemas del crecimiento

El crecimiento poblacional de este siglo ha provocado problemas ambientales y de igualdad a todos los niveles. Existen varias medidas para mostrar que la Tierra está sobrepoblada; por ejemplo, hoy en día el hombre acapara cada año alrededor de 40% de la energía disponible en los sistemas terrestres (Vitousek *et al*, 1986) y usa más de 50% del flujo del agua superficial disponible. Su comportamiento es el de un heredero despilfarrador, que vive del capital en lugar de usar sus intereses. Pero ya no es posible vivir sólo de los ingresos, por lo menos con las tecnologías actuales. Este capital está integrado por los fértiles suelos

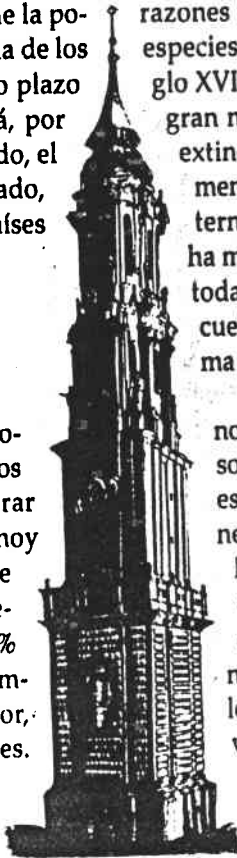
agrícolas, el agua subterránea que se acumuló durante el último periodo glacial y la biodiversidad. Los suelos y el agua subterránea tienen posibilidades de aumentar o recargarse, respectivamente, pero muy lentamente desde el punto de vista del uso que les da el ser humano. Sin embargo, en el caso de la biodiversidad no hay posibilidad alguna de recuperarla; una vez que se extingue una especie "otro cielo y otra Tierra tendrán que pasar antes de que una especie similar pueda volver a existir", como bien lo expresó William Beebe en 1950.

Pérdida de la biodiversidad

Uno de los problemas ambientales globales más graves derivados del desarrollo de las sociedades modernas es la pérdida de la diversidad biológica. Año con año, un número indeterminado de especies desaparece de la faz de la Tierra, con lo que se pierde irrevocablemente parte del patrimonio biológico acumulado a lo largo de millones de años de evolución. Las estimaciones sobre las tasas de extinción son muy variables, en parte por el desconocimiento preciso del número de especies que pueblan el planeta. Esto ha generado una seria polémica sobre la magnitud del problema, que evidentemente, es muy severo, con proporciones de crisis, por lo menos por tres razones fundamentales. En primer lugar, cerca de 400 especies de vertebrados se han extinguido desde el siglo XVII (WCMC, 1992; IUCN, 1996). Aunado a esto, un gran número de especies se encuentra en peligro de extinción. Para ilustrar tan crítica situación basta mencionar que un estudio reciente de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza ha mostrado que, en promedio, por lo menos 25% de todas las especies de vertebrados del planeta se encuentra en riesgo de extinción, cifra que por sí misma es mucho más severa de lo que se había estimado.

En segundo lugar, el problema de la extinción no es un conflicto aislado; trae aparejado un proceso muy complejo, porque la muerte de una especie es precedida por la desaparición de sus poblaciones. A pesar de que innumerables especies no se han extinguido, la mayoría ha sufrido la pérdida de por lo menos una de sus poblaciones. Hoy en día han desaparecido millones, tal vez billones, de poblaciones de especies de todo tipo, con lo que se ha perdido una parte significativa de la variabilidad genética de los seres vivos (Hughes, 1997).

Finalmente, las poblaciones nativas remanentes enfrentan otros problemas como la in-



vasión de especies exóticas o enfermedades, que influyen negativamente en su sobrevivencia a largo plazo. A mediano plazo los impactos ambientales negativos de la invasión de especies serán, muy probablemente, tan graves como los de la pérdida de la diversidad biológica (Drake *et al.*, 1989; Hobbs y Mooney, en prensa).

En general, la conservación de las poblaciones es básica para mantener la estructura y función de los sistemas biológicos, ya que éstos están formados por conjuntos de poblaciones de diferentes especies (Global Biodiversity Assessment, 1996). Es importante subrayar que el mayor impacto ambiental por la pérdida de poblaciones se manifiesta a escalas locales o regionales. Es decir, su desaparición en una región afecta a sus propios sistemas biológicos, independientemente de que existan poblaciones de la misma especie en otros sitios. Los cambios en la estructura y función de los ecosistemas, asociados a actividades antrópicas, generalmente causan, como se explica más adelante, la pérdida de servicios ambientales.

Las causas de la pérdida de la biodiversidad son variadas. Hasta hace tres décadas, la sobreexplotación de especies consideradas valiosas, la eliminación de especies consideradas perjudiciales y la invasión de especies exóticas se encontraban entre las causas principales de la supresión de especies. Así, alrededor de 70% de las extinciones documentadas de vertebrados en islas, que a la fecha representan la mayoría de tales desapariciones en el mundo, han sido ocasionadas por la introducción de ratas, cabras y otros mamíferos (Dorst, 1971; Ehrlich y Ehrlich, 1981; Wilson, 1993). Por otro lado, existe un gran número de casos conocidos del impacto de la sobreexplotación de especies, entre los que destacan variedades como la vaquita marina de Steller (*Hydrodamalis gigas*) y el alca gigante (*Alca impennis*). Sin embargo, y con lo grave que en sí mismas son la extinción y la sobreexplotación, en los últimos 30 años la destrucción y la modificación del ambiente han pasado a ser los principales factores de la pérdida de la biodiversidad (Ehrlich y Ehrlich, 1981; WCMC, 1992).

En México el problema de la pérdida de la biodiversidad es crítico: cerca de 42 especies de vertebrados (Cuadro 1), entre las que se encuentran animales tan diferentes como el lobo, la foca monje, el caracara de

Por increíble que parezca, la población humana aumentó en los últimos 50 años de manera similar a lo que creció desde su aparición hace millones de años

Guadalupe, el carpintero imperial y la sardinita de Parras se han extinguido en este siglo, lo que coloca a nuestro país como uno de los diez con mayor número de registros de especies extintas (Ceballos y Brown, 1995; IUCN, 1996).

Muchas más de sus especies se encuentran en riesgo, entre las que se incluye alrededor de 30% de sus 3 mil correspondientes a vertebrados, y las listas por peligro de extinción parecen interminables, pues cada año se adicionan más especies, conforme se incrementan los estudios de campo (Ceballos, 1993; SEDESOL, 1994; IUCN, 1996). Además, numerosas poblaciones de toda clase de organismos han desaparecido y se estima, por ejemplo, que alrededor de 60% de las especies de mamíferos de México

han sufrido reducciones muy rigurosas en sus áreas de distribución y, como consecuencia, en sus poblaciones (Ceballos, obs pers).

¿Cuáles son las repercusiones ambientales de la pérdida masiva de especies? ¿Por qué se debe evitar? ¿Qué nos espera si esta crisis continúa? Las causas por las que no se ha puesto atención adecuada en el problema de la desaparición de especies son numerosas, pero todas tienen como base común la percepción incorrecta y la educación inadecuada referentes a este riesgo que se manifiesta en la falta de comprensión acerca de la relación de los organismos, incluido el ser humano, con su ambiente. En general, las sociedades humanas actuales no tienen conciencia sólida sobre el problema de la pérdida de la biodiversidad, no obstante que existen por lo menos cuatro razones fundamentales sobre la necesidad de conservar la biodiversidad. Las dos primeras no son científicas. Una es ética: somos la especie dominante de la Tierra y la que ha causado los problemas actuales. A pesar de que no se trata de una razón de ciencia, es por sí misma muy poderosa, ya que mucha gente siente la responsabilidad moral y aun existencial de proteger a las otras especies del planeta. Si esto se aceptara ampliamente existiría una buena posibilidad de rescatar y conservar los críticos recursos bióticos.

La segunda razón se refiere a los valores estéticos, porque la belleza del mundo natural es en general bien apreciada. Así lo describió elocuentemente el célebre naturalista francés Jean Dorst hace más de tres décadas: "La humanidad tiene suficientes razones objetivas para

CUADRO 1
Especies de vertebrados extirpados o extintos en los últimos 150 años en México

Grupo (N = número de especies) Nombre común (especie)	Causas			
	SO	DH	IE	OT
PECES (N = 20)				
Esturión (<i>Scaphyrhynchus platyrhynchus</i>)	—	X	—	—
*Sardinita de Ameca (<i>Notropis amecae</i>) ©	—	X	X	—
*Sardinita (<i>Notropis orca</i>)	—	X	—	X
*Sardinita de Durango (<i>Notropis aulidon</i>)	—	X	—	X
*Sardinita de Salado (<i>Notropis saladonis</i>)	—	X	—	—
*Cachorrito del Potosí (<i>Cyprinodon alvarezi</i>) ©	—	X	X	—
*Cachorrito de Presa (<i>Cyprinodon ceciliae</i>)	—	X	—	—
*Cachorrito de la Trinidad (<i>Cyprinodon inmemorian</i>)	—	X	—	—
*Cachorrito de Charco Palmar (<i>Cyprinodon longidorsalis</i>) ©	X	—	—	—
*Cachorrito de Parras (<i>Cyprinodon latifasciatus</i>)	—	X	—	—
*Cachorrito enano de Potosí (<i>Megupsilon aporus</i>) ©	—	X	X	—
*Sardinita de Parras (<i>Stypodon sygnifer</i>)	—	X	—	—
*Sardina de Parras (<i>Characodon garmani</i>)	—	X	—	—
*Guayacon ojiazul (<i>Priapella bonita</i>)	—	X	X	—
*Charalito (<i>Evarra ilahuacensis</i>)	—	X	—	—
*Charalito (<i>Evarra engelmanni</i>)	—	X	—	—
*Charalito (<i>Evarra bustamante</i>)	—	X	—	—
Tiro (<i>Skiffia francesae</i>) ©	—	X	—	—
Charalote (<i>Ptychocheilus lucius</i>)	—	X	—	—
Matalote jorobado (<i>Xyrauchen texanus</i>)	—	X	—	—
AVES (N = 11)				
*Carpintero Imperial (<i>Campephilus imperialis</i>)	X	X	—	—
Periquito de Carolina (<i>Conuropsis carolinensis</i>)	X	—	—	—
Paloma pasajera (<i>Ectopistes migratorius</i>)	X	X	—	—
Grulla gritona (<i>Grus americanus</i>)	X	X	—	—
Cisne trompetero (<i>Cygnus buccinator</i>)	X	X	—	—
Cóndor de California (<i>Gymnogyps californianus</i>)	X	X	—	X
Chorlito esquimal (<i>Numenius borealis</i>)	X	—	—	—
*Petrel de Guadalupe (<i>Oceanodroma macrodactyla</i>)	—	—	X	—
*Caracara de Guadalupe (<i>Polyborus lutosus</i>)	X	—	—	—
*Zanate del Lerma (<i>Quiscalus palustris</i>)	—	X	—	—
*Paloma de Socorro (<i>Zenaida graysoni</i>) ©	—	—	X	—
MAMÍFEROS (N = 11)				
Lobo (<i>Canis lupus</i>)	X	—	—	—
Oso gris (<i>Ursus arctos</i>)	X	—	—	—
Nutria marina (<i>Enhydra lutris</i>)	X	—	—	—
Nutria de río (<i>Lontra canadensis</i>)	X	X	—	—
Foca monje (<i>Monachus tropicalis</i>)	X	—	—	—
Ciervo americano (<i>Cervus elaphus</i>)	X	—	—	—
*Rata canguro de San Quintín (<i>Dipodomys gravipes</i>)	X	—	—	—
*Rata de la Isla Todos Santos (<i>Neotoma anthony</i>)	—	—	X	—
*Rata de Isla Coronados (<i>Neotoma bunker</i>)	—	—	X	—
*Rata de las Islas Mariás (<i>Oryzomys nelsoni</i>)	—	—	X	—
*Ratón de Pedro Nolasco (<i>Peromyscus pemberton</i>)	—	—	—	X

Nótese que la mayoría de las especies han desaparecido por la modificación o destrucción de su hábitat y la introducción de especies exóticas.

Fuente: Ceballos y Navarro (1991), Ceballos (1993), IUCN (1996) y Arita y Ceballos (1997).

Simbología: SO = sobreexplotación y cacería; DH = destrucción y modificación del hábitat; IE = introducción de especies exóticas; OT = otras causas; * = especie endémica de México; © = indica que la especie sobrevive en cautiverio.

comprender y salvaguardar la naturaleza. Pero la naturaleza no será en definitiva salvada sino con nuestro espíritu. Sólo lo será si el hombre le manifiesta un poco de amor, simplemente porque es bella y nosotros tenemos la necesidad de la belleza, cualquiera que sea la forma a la que seamos sensibles por nuestra cultura. También esto forma parte integral del alma humana" (Dorst, 1971).

La tercera razón es la de los beneficios económicos directos que obtiene la humanidad de los recursos genéticos de la naturaleza, que incluyen infinidad de productos como alimentos, grasas, aceites, medicinas, esencias, fibras, maderas, proteínas, pieles, frutos, y muchos otros, entre ellos nada menos que los cereales —esto es, los alimentos más importantes en la dieta humana—. Desde el punto de vista de la humanidad, la cuarta razón para conservar la biodiversidad, que es la provisión de los servicios de los ecosistemas, es, sin ninguna duda, la más importante.

Servicios ambientales

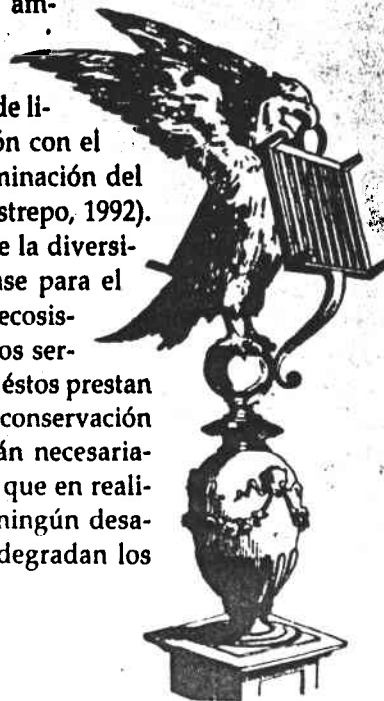
Los enormes beneficios que el ser humano obtiene como resultado de las funciones de los ecosistemas los constituyen los servicios ambientales; éstos son el mantenimiento de la composición gaseosa de la atmósfera, el control del clima, el control del ciclo hidrológico —que provee el agua dulce—, la eliminación de desechos y reciclaje de nutrientes, la generación y preservación de suelos y el mantenimiento de su fertilidad, el control de organismos nocivos que atacan a los cultivos y transmiten enfermedades humanas, la polinización de cultivos y el mantenimiento de un enorme acervo biblioteca-genético del cual la humanidad ya ha sacado elementos que forman la

base de su desarrollo, tales como cultivos, animales domésticos, medicinas y productos industriales (Myers, 1988; Daily, 1997).

La calidad de los servicios ambientales en México, en particular, ha disminuido como consecuencia del avance de las fronteras urbana, industrial, ganadera y agrícola, de políticas de desarrollo inadecuadas y de un problema generalizado de corrupción. Por ejemplo, el 70% del territorio nacional presenta dificultades graves de erosión, con lo que se pierden millones de toneladas de suelos cada año y se reduce la fertilidad de los sistemas de producción alimentaria del país (Toledo, 1985). La tasa de deforestación es una de las más altas a nivel mundial, ya que anualmente se destruyen entre 600 mil y un millón de hectáreas de bosques y selvas (Masera, 1996; Masera *et al*, 1997). El uso y contaminación del agua dulce alcanza características de crisis; los mantos freáticos y manantiales están sobreexplotados y en regiones completas prácticamente han desaparecido (Masari y Mackay, 1994; Restrepo, 1995). Finalmente, la contaminación de suelo, aire y agua es severa; así, todas las cuencas hidrológicas tienen niveles que van de mediano a alto en este trastorno ambiental y la Ciudad de México se ha convertido en un ejemplo de libro de texto en relación con el problema de la contaminación del aire (Ezcurra, 1990; Restrepo, 1992).

La conservación de la diversidad biológica es la base para el mantenimiento de los ecosistemas naturales y de los servicios ambientales que éstos prestan al hombre; además, la conservación y el desarrollo no están necesariamente en conflicto, ya que en realidad no puede existir ningún desarrollo sostenido si se degradan los

*A pesar de que
innumerables
especies no se
han extinguido,
la mayoría ha
sufrido la pérdida
de por lo menos
una de sus
poblaciones*



recursos naturales. Sin embargo, muy pocas personas conocen la importancia de los servicios naturales, sustento de nuestra civilización, los cuales una vez degradados, no habrá forma de sustituirlos. Por lo tanto, a pesar de lo complejo del problema, debe adoptarse una visión para tomar medidas a nivel global encaminadas a parar o revertir la degradación ambiental. Ésta es la única manera de mantener o, inclusive, incrementar el bienestar social. Si no tenemos éxito en disminuir la presión humana sobre los ecosistemas, sufriremos consecuencias muy graves. Con la degradación de los servicios ambientales, los problemas de la población se incrementarán grandemente, y serán especialmente agudos en cuanto al hambre y la pobreza.

Aún estamos a tiempo para lograr que el crecimiento poblacional se limite por medios artificiales, como el acceso generalizado a servicios de salud para la prevención de la natalidad y educación masiva sobre el problema. La disyuntiva fuera de nuestro alcance es que la población humana sea controlada por factores naturales como hambrunas y epidemias, sí, pero de una magnitud hasta ahora desconocida.

La situación alimentaria

Las cosechas más fructíferas de los últimos años habrían sido suficientes para suministrar comida a un promedio de 6 o 7 mil millones de personas si no se hubiera alimentado a los animales domésticos (especialmente vacas y cerdos) con cereales, si todos los seres humanos hubieran consumido una parte similar, y sobre todo, si la mayor parte de la dieta de todo el mundo hubiera sido vegetariana (Ehrlich *et al*, 1995; Uvin, 1994). Sin embargo, si la dieta común incluyera 15% de calorías de origen animal, similar a una dieta típica hispanoamericana, sólo sería posible dar de comer a 4 mil millones de personas; y si incluyera 30% de calorías de origen animal, como una dieta norteamericana, se hubiera podido alimentar a sólo 2.5 mil millones de seres humanos. La población actual, de 5 900 millones aproximadamente, hace obvio que la situación de la alimentación humana es precaria, especialmente si se toma en cuenta que aumenta en alrededor de 85 millones de personas por año. A pesar de esto, en décadas recientes el hambre ha sido un problema más bien causado por la distribución de la comida, en

lugar de por su escasez mundial absoluta; pero la situación está cambiando rápidamente, y existen varios modelos y predicciones que indican que es posible que ocurra una escasez absoluta a principios del siguiente siglo (Daily y Ehrlich, 1996), que entre otras cosas limitará aspectos como el de la producción de alimentos (Gleick, 1993).

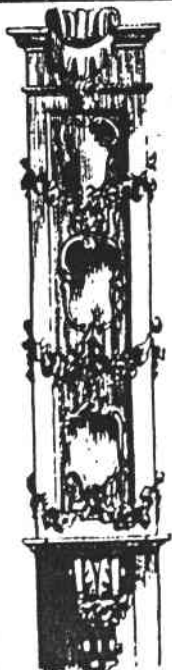
Esa posibilidad depende principalmente del clima y tiene relación, una vez más, con los efectos negativos de las actividades antrópicas en el ambiente (Myers, 1993). Por ejemplo, si el efecto de invernadero causa cambios muy rápidos en el clima, la agricultura será severamente afectada porque los cultivos dependen casi totalmente de condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo. Uno de los modelos indica, en otro caso, que el efecto de invernadero podría ocasionar dos sequías por década similares a la de 1988 y que la tasa de crecimiento de la producción de cereales sería de 0.9% (Daily y Ehrlich, 1992); también señala que existe una

probabilidad de cerca de 25% de que más de mil millones de personas pudieran morir de hambre durante las dos próximas décadas. Pero independientemente del modelo, es un hecho que sí existe la posibilidad de que mueran de hambre en ese periodo —si no se toman pronto medidas radicales para apoyar la producción agrícola—, más de 600 millones de personas, lo que significaría triplicar la mortalidad causada por el hambre en relación con las últimas dos déca-

das. Las consecuencias sociales de tal desastre son difíciles de imaginar.

La producción de alimentos en México también enfrenta problemas severos (Myers, 1993; Toledo, 1985), pues a pesar de que fue autosuficiente en la producción de granos básicos desde finales de la década de los 50 hasta mediados de los años 70, la producción actual es insuficiente, por lo que el país tiene que importar 25% de los granos que consume. Esto ha tenido costosas repercusiones sociales y económicas. Con una población en franco crecimiento y cada vez con menos tierras adecuadas para la producción agrícola, el futuro no es prometedor. Esto es especialmente preocupante si se considera que la situación mundial será, tal vez, más difícil y compleja de lo que es actualmente, por lo que la disponibilidad de granos en el mercado internacional estará más limitada.

México es uno de los diez países con mayor número de registros de especies extintas



Enfermedades y epidemias

El espantoso espectro de la escasez de alimentos es sólo una parte de la historia. El aumento en densidad poblacional, la inequidad y la pobreza son factores suficientes para que existan sectores considerables de la población sin nutrición adecuada, con sistemas inmunológicos débiles y acceso limitado a la sanidad. Esto, aunado a la homogeneización de los sistemas biológicos y a sistemas muy rápidos de transporte y dispersión, en especial por el enorme volumen del tráfico aéreo, propicia condiciones muy favorables para la aparición y propagación de las epidemias (Myers, 1993). En las últimas décadas han aparecido virus como el de Marburg, el Ebola, el Hanta, el SIDA y la fiebre de Lasa (Daily y Ehrlich, 1996; Hughes *et al.*, 1993; Morell, 1995). Además se han reportado nuevas cepas de enfermedades que hasta hace poco se consideraban ya controladas, como la tuberculosis y la peste bubónica. En la mayor parte de los casos, sólo por casualidad estas enfermedades no han causado epidemias globales, y encierran una situación muy peligrosa aunque muy poco reconocida en general.

El caso del SIDA sirve para ilustrar este problema. Fue a principios de la década 80 cuando se reconoció por primera vez como una nueva enfermedad (World Health Organization, 1991). El virus de la inmunodeficiencia humana (VIH), el agente del SIDA, se mudó a la humanidad posiblemente desde una especie de mono africano en un lugar donde poblaciones humanas grandes no habían tenido contacto con los monos. Hoy en día se teme que esté en marcha una catástrofe sin igual desde la peste negra de la Edad Media, y hay escenarios que predicen que en algunos países centroafricanos como Uganda, el SIDA provocará una reducción severa de la población (Population Reference Bureau, 1996). La amenaza en Asia puede ser igualmente severa. En México se considera, a pesar de no contar con estadísticas confiables, que alrededor de 200 mil personas pueden estar infectadas, y la tendencia es de incremento constante.

La epidemia del SIDA puede tener severas repercusiones económicas y sociales, y la posibilidad de un derrumbamiento social por su causa parece muy claro en ciertos países africanos; y no es prudente ignorar tal resultado en otros países, incluyendo a los Estados Unidos y México. El balance

final dependerá, entre otros factores, de la naturaleza de la evolución del VIH.

Ambiente y seguridad nacional

Los problemas ambientales pueden ser motivo fundamental de conflictos internos e internacionales, y de hecho, se han convertido en una preocupación principal de las seguridades nacional e internacional, ya que en muchos casos han amenazado la estabilidad e integridad de las naciones (Myers, 1993), pues el deterioro ambiental tiende a limitar y reducir el bienestar, sobre todo si tomamos en cuenta que los ecosistemas naturales son la base de los servicios ambientales (Daily, 1997). Existe una gran cantidad de casos que muestran vínculos, directos o indirectos, entre deterioro ambiental y conflictos sociales, muchos de ellos armados. Por ejemplo, enormes extensiones en África han perdido sus frágiles suelos por

sobrepastoreo, agricultura y deforestación, con lo que se ha incrementado el proceso de desertificación y se ha reducido severamente la producción de alimentos. Esto ha provocado intolerantes conflictos políticos y sociales en países tan diferentes como Ruanda (Uvin, 1996), Costa de Marfil (Kaplan, 1994) y Etiopía (Myers, 1993). Otros ejemplos fehacientes de dificultades semejantes son las disputas por el control y uso de las fuentes de agua dulce en el Medio Oriente, la explota-

ción de los bosques limítrofes entre Honduras y El Salvador, o la asignación de cuotas de agua en las regiones fronterizas entre México y Estados Unidos (Myers, 1993). Es muy probable que en las próximas décadas la escasez de agua dulce sea uno de los problemas que genere mayores conflictos entre naciones y que provoque guerras civiles (Gleick, 1993; Daily y Ehrlich, 1996).

Perspectivas y soluciones

Las soluciones básicas para el predicamento humano son sencillas, pero sumamente complicadas de instrumentar. Tienen que ver con la modificación de los tres factores cruciales del impacto: el tamaño de la población, el nivel de la opulencia y la eficiencia e implicaciones ecológicas de la tecnología.

*La tasa
de deforestación en
México es una
de las más altas
a nivel mundial*



Sin lugar a dudas, el reto más importante es detener el crecimiento de la población humana e impulsar su disminución gradual, lo que se puede lograr con la reducción de la tasa de natalidad hasta un nivel un poco menor que el de la mortalidad. Éste es el principal problema, a causa de que por la inercia o momento demográfico es prácticamente imposible resolverlo en un lapso corto por medio de métodos aceptables. Los otros dos factores (O y T) pueden, al menos teóricamente, modificarse a muy corto plazo mediante estímulos y recursos financieros adecuados.

A pesar de que existe la percepción de que pueden darse algunos problemas asociados a la reducción en el crecimiento de la población, como, por ejemplo, cambios en la estructura de edades, si la reducción es gradual las proporciones de los dependientes se mantendrán más o menos constantes, ya que habrá más viejos, pero menos niños que mantener. Además, no hay alternativa, ya que tarde o temprano el crecimiento de la población tendrá que disminuir, por lo que es razonable tratar de hacerlo ahora que las condiciones ambientales son menos severas de como se conjetura para las próximas décadas.

Una manera eficaz para lograr que disminuya el elevado crecimiento poblacional son las campañas de planificación familiar que se basan en la distribución de anticonceptivos y la enseñanza de su uso, acompañadas de cambios sociales apropiados tales como mayor equidad en la relación entre el hombre y la mujer. Esos cambios incluyen la liberación de la mujer, por medio de una mejor oferta de enseñanza y el acceso a trabajos buenos y a efectivos servicios de salud para ellas (Ehrlich *et al*, 1995; Dasgupta, 1993, 1995). También es fundamental impulsar el desarrollo económico para reducir el valor que ganan los padres al tener muchos hijos, especialmente en economías rurales tradicionales. El beneficio de los programas de planificación se incrementa de modo muy notable cuando las mujeres desempeñan un papel más relevante en la economía familiar (Dasgupta, 1993, 1995), y un provecho adicional del uso generalizado de anticonceptivos es que se reducirían los millones de muertes provocadas por los abortos ilegales y por la propagación del SIDA en todo el mundo.

Para llegar a esas metas es importante que los gobiernos adopten políticas nacionales de población y que los grupos de poder, como la Iglesia católica, modifiquen su posición con respecto al uso de anticonceptivos. En realidad, el comportamiento reproductor de los católicos no es muy diferente al de otros grupos en condiciones económicas semejantes (Ehrlich *et al*, 1995). Por ejemplo, en países católicos como España e Italia, la familia tiene 1.2 niños en promedio, cifra mucho más baja que la del

Si no se toman pronto medidas radicales para apoyar la producción agrícola, más de 600 millones de personas pueden morir de hambre en las próximas décadas

“nivel de reemplazo”, esto es, el nivel en que cada padre tiene un hijo que llega a adulto en la siguiente generación (Population Reference Bureau, 1996). Si la Iglesia tomara una posición generalizada favorable al uso de anticonceptivos, la situación política mejoraría mucho, especialmente en los países latinoamericanos.

El caso particular de México es alentador, ya que ha experimentado una notable reducción en la tasa de crecimiento poblacional después de 1970 (INEGI, 1996). Esto se debió a una serie de factores económicos y sociales complejos. Por ejemplo, ese periodo fue el de mayor aumento en el ingreso, variable que está asociada negativamente a la natalidad. Aunado a esto, el sector gubernamental dedicó especial atención al problema demográfico por medio de un programa nacional de planificación familiar.

El segundo factor del impacto por el desmedido crecimiento de la población, referente al estilo de vida de las personas y los países ricos, debe ser reexaminado (Ehrlich y Holdren, 1971). El excesivo consumo de los ricos es innecesario, y es posible reducirlo razonablemente no sólo sin bajar, sino con posibilidades de incrementar la calidad de la vida, que no se refleja directamente en el producto nacional bruto (PNB) (Daily y Ehrlich, 1992). Por ejemplo, sería posible cambiar lentamente el diseño de las ciudades para eliminar, poco a poco, la necesidad de viajar diariamente en coche entre el hogar y el lugar de trabajo. Si más gente caminara, anduviera en bicicleta o viajara en tren o autobús, la calidad de la vida y la salud pública se incrementarían, mientras que bajaría el consumo de gasolina, acero, plástico y muchas otras materias. En este caso, el PNB puede disminuir sin que la calidad de la vida sea afectada de

*Si más gente caminara,
anduviera en bicicleta o viajara
en tren o autobús, la calidad de
la vida y la salud pública se
incrementarían, mientras que
bajaría el consumo de gasolina,
acero, plástico y muchas
otras materias*

manera opuesta. Por otro lado, se debe evitar que los países en desarrollo adopten ciegamente los modelos de crecimiento de los países desarrollados, que tienen severos impactos ambientales y culturales.

Por último, es imperativo utilizar tecnologías mucho más eficientes y benignas para el ambiente (Daily, 1997; Hart, 1997). A pesar de que siempre habrá dificultades con los costos de transición, la aceptación pública de la tecnología, y, sobre todo, la voluntad social de apoyar los cambios necesarios pueden ser la gran oportunidad para reducir la cantidad de energía requerida en diversas actividades. Se calcula que el consumo de energía en los Estados Unidos puede reducirse de un promedio de casi 12 a 3 kW sin bajar o inclusive elevando la calidad de la vida (Ehrlich y Ehrlich, 1990). La reducción del consumo en países ricos, que ya son eficientes es difícil, pero es posible con las tecnologías actuales —no se necesita esperar a que lleguen nuevos avances.

En la transición es necesario que los países ricos apoyen el desarrollo de los países pobres. La brecha entre ambos grupos de naciones se cerraría si el uso de energía promedio se incrementara a 3 kW. Más importante todavía, si se logra estabilizar el tamaño de la población en 10 mil millones, el uso de energía sería de alrededor de 30 TW. No sabemos a ciencia cierta si es posible sostener el mundo con ese nivel de uso de energía, más del doble del actual, sin un gran desastre ecológico y social. Empero, esto daría una oportunidad a la humanidad de evitar una catástrofe hasta que sea posible disminuir el tamaño de la población a un nivel que pueda mantenerse a largo plazo.

Existen muchas posibilidades de reducir el impacto ambiental de la tecnología y aumentar su eficiencia

(Daily, 1997; Hart, 1997). Pero también hay límites en el aumento de la eficacia. Es necesario explorar otros métodos para movilizar energía, e investigar sustitutos para los combustibles fósiles, en especial en cuanto a técnicas para aprovechar la energía solar. Desde muchos puntos de vista, es mejor una economía solar-hidrógena, en que se use energía solar para generar electricidad y se use ésta para descomponer el agua entre oxígeno e hidrógeno. El hidrógeno producido se puede emplear como combustible para medios de transporte masivo como aviones y autobuses. Otras opciones, como energía de la fisión (y posiblemente la fusión) nuclear, la energía de la biomasa y la energía hidroeléctrica pueden contribuir al suministro de lo que la humanidad necesita, y a pesar de que en todos los casos habrá problemas de seguridad y de efectos ambientales, éstos pueden ser menores y menos severos que los actuales.

Es del todo necesario que los países subdesarrollados eviten los errores que ya han cometido los países ricos al seleccionar fuentes de energía dañinas y no sustentables, y que tengan en cuenta que los ecosistemas no pueden gravitar entre el constante aumento del flujo del bióxido de carbono (CO² —la causa principal del efecto de invernadero) liberado a la atmósfera como consecuencia de quemar combustibles fósiles. De otro modo, si los países en desarrollo siguen los senderos ya conocidos para su desarrollo, es muy probable que se generen grandes aumentos de CO², lo que tendrá, sin duda, severas consecuencias para la empresa humana (Schneider, 1989; Vitousek *et al*, 1986).

Aunque las soluciones están tentativamente a la mano, son muy difíciles de llevar a cabo. Se necesita mucha cooperación. Tenemos la certeza de que sólo será posible realizarlas si solucionamos los problemas que siempre han atormentado a la humanidad. Para ello es imprescindible dar la batalla frontal al racismo, al sexismo, a los prejuicios religiosos, a la xenofobia y a la flagrante desigualdad económica. El balance final depende de este reto, que ha puesto a prueba nuestras cualidades. Si fracasamos, si no nos enmendamos, podremos afirmar categóricamente: el futuro de la humanidad está seriamente amenazado.

Agradecimientos

Queremos agradecer a Carlos Galindo y a un revisor anónimo sus acertadas observaciones a una versión previa de este trabajo. G Ceballos fue apoyado por la Universidad Nacional Autónoma de México y el Conacyt en una estancia sabática en la Universidad de Stanford.

Bibliografía

- Arita, HT y G Ceballos (1997), "Los mamíferos de México, distribución y estado de conservación", *Revista Mexicana de Mastozoología*, 2:33-71.
- Ceballos, G (1993), "La extinción de especies", *Revista Ciencias*, número especial, 7:5-10.
- Ceballos, G y JH Brown (1995), "Global patterns of mammalian diversity, endemism, and endangerment", *Conservation Biology*, 9:559-568.
- Daily, G (1997), *Nature services*, Covelo, California, Island Press.
- Daily, GC y PR Ehrlich (1992), "Population, sustainability, and Earth's carrying capacity", *Bioscience*, 42:761-771.
- Daily, GC y PR Ehrlich (1996), "Global change and human susceptibility to disease", *Annual Review of Energy and Environment*, 21:125-144.
- Dasgupta, PS (1993), *An inquiry into well-being and destitution*, Oxford, Oxford University Press.
- Dasgupta, PS (1995), "Population, poverty and the local environment", *Scientific American*, febrero, 40-45.
- Dorst, J (1971), *Antes que la naturaleza muera*, Barcelona, Omega.
- Ehrlich, PR (1968), *The population bomb*, Nueva York, Ballantine Books.
- Ehrlich, PR y JP Holdren (1971), "Impact of population growth", *Science*, 171:1212-1217.
- Ehrlich, PR y AH Ehrlich (1981), *Extinctions*, Nueva York, Random House.
- Ehrlich, PR y AH Ehrlich (1990), *The population explosion*, Nueva York, Simon and Schuster.
- Ehrlich, PR, AH Ehrlich y GC Daily (1995), *The stork and the plow: the equity answer to the human dilemma*, Nueva York, Putnam.
- Ezcurra, E (1990), *De las chinampas a la megápolis*, col La Ciencia desde México, núm 91, México, Fondo de Cultura Económica.
- Gleick, P (comp) (1993), *Water in crises*, Nueva York, Oxford University Press.
- Global Biodiversity Assessment (1995), *Global Biodiversity Assessment*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Hart, SL (1997), "Beyond greening: strategies for a sustainable world", *Harvard Business Review* (enero-febrero), 66-76.
- Hughes, JB, GC Daily y PR Ehrlich (1997), "Population Diversity: Its Extent and Extinction", *Science*, 278:689-692.
- Hughes, JM, CJ Peters, ML Cohen y BWJ Mahy (1993), "Hantavirus pulmonary syndrome: an emerging infectious disease", *Science*, 262:850-851.
- INEGI (1996), *Conteo de población y vivienda 1995*, México, INEGI.
- IUCN (1996), *IUCN Red List of Threatened animals*, Gland, IUCN.
- Kaplan, RB (1994), "The coming of anarchy", *Atlantic Monthly*, febrero, 44-76.
- Masari, M y DM Mackay (1994), "Potential for groundwater contamination in Mexico city", *Environmental Science and Technology*, 27:794-802.
- Masera, OR (1996), "Desforestación y degradación forestal en México", *Documentos de Trabajo*, núm 19, GIRA AC, Pátzcuaro.
- Masera, OR, MJ Ordoñez y R Dirzo (1997), "Carbon emissions from Mexican Forests: Current Situation and Long-term Scenarios", *Climatic Change*, 35:265-295.
- Morell, V (1995), "Chimpanzee outbreak heats up search for Ebola origin", *Science*, 268:974-975.
- Myers, N (1993), *Ultimate security: the environmental basis of political stability*, Nueva York, WW Norton.
- Population Reference Bureau (1996), *1996 World population data sheet*, Washington, Population Reference Bureau.
- Restrepo, I (comp) (1992), *La contaminación atmosférica en México*, México, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- Restrepo, I (comp) (1995), *Agua, salud y derechos humanos*, México, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social) (1994), "Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-1994, que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, y que establece especificaciones para su protección", *Diario Oficial de la Federación*, 438(1):2-60.
- Schneider, S (1989), *Global warming: Are we entering the greenhouse century?*, San Francisco, Sierra Club Books.
- Toledo, VM (1985), *Ecología y autosuficiencia alimentaria*, México, Siglo XXI Editores.
- Uvin, P (1994), *The international organization of hunger*, Londres, Kegan Paul.
- Vitousek, PM, PR Ehrlich, AH Ehrlich y PA Matson (1986), "Human appropriation of the products of photosynthesis", *Bioscience*, 36:368-373.
- Wilson, EO (1993), *The diversity of life*, Cambridge, Belknap Press.
- World Conservation Monitoring Centre (1992), *Global biodiversity: Status of the Earth's Living Resources*, Londres, Chapman & Hall.
- World Health Organization (1991), *In point of fact*, Ginebra, World Health Organization.

