

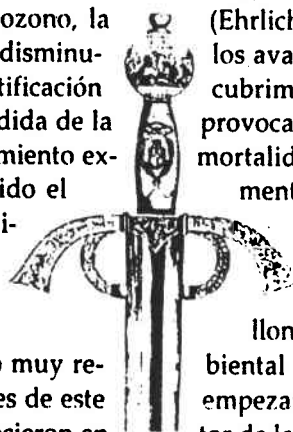
## Población y medio ambiente: ¿qué nos espera?

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.

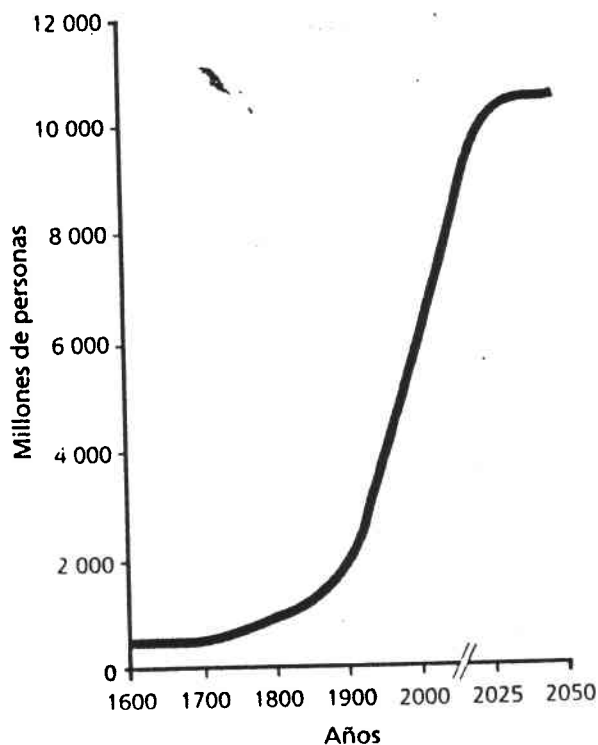
El caso del crecimiento poblacional en México no es una excepción, ya que ha experimentado un rápido incremento en este siglo, particularmente severo en los últimos 40 años (Gráfica 2). A principios del siglo era de aproximadamente 8 millones de personas, que aumentaron a 19.7 millones en 1940, a 81 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-

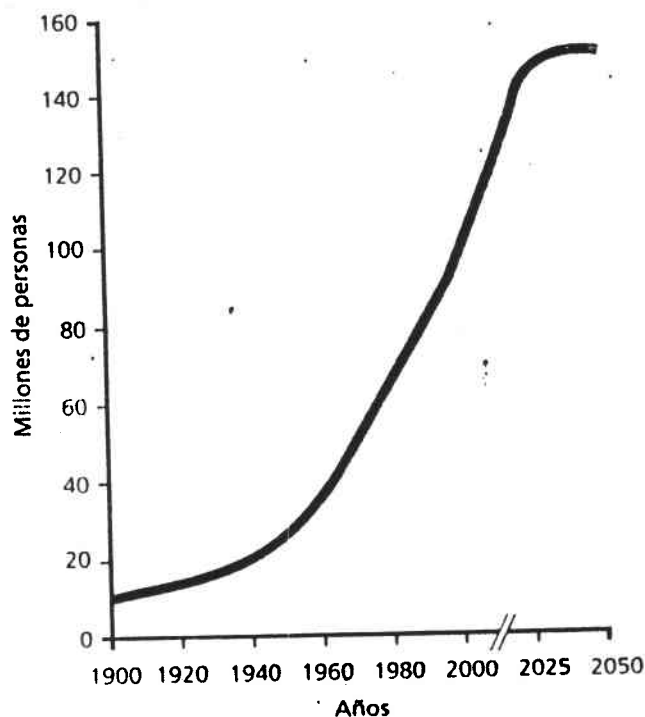
nable preguntarse: ¿cuál será el tamaño de la población humana en el próximo siglo? Responder con precisión esta pregunta es poco probable, por varias razones, entre ellas la dificultad para estimar convenientemente posibles cambios en las tasas de crecimiento y mortalidad a nivel regional o global. 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 el país en la última década. Cualquier incremento en la tasa de crecimiento, especialmente si la colocó 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 teravatics (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  $1.2 \times 10^9$  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  $4.1 \times 10^9$  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

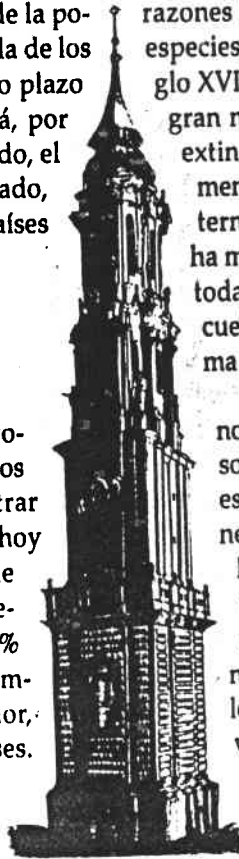
agrícolas, el agua subterránea que se acumuló durante el último periodo glacial y la biodiversidad. Los suelos y el agua subterránea tienen posibilidades de aumentar o recargarse, respectivamente, pero muy lentamente desde el punto de vista del uso que les da el ser humano. Sin embargo, en el caso de 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 las 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 vaca 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 (G 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
<b>PECES (N = 20)</b>				
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	—	—
*Cachorrillo del Potosí ( <i>Cyprinodon alvarezii</i> ) ©	—	X	X	—
*Cachorrillo de Presa ( <i>Cyprinodon ceciliae</i> )	—	X	—	—
*Cachorrillo de la Trinidad ( <i>Cyprinodon inmemorian</i> )	—	X	—	—
*Cachorrillo de Charco Palmar ( <i>Cyprinodon longidorsalis</i> ) ©	X	—	—	—
*Cachorrillo de Parras ( <i>Cyprinodon latifasciatus</i> )	—	X	—	—
*Cachorrillo 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 hahuacensis</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	—	—
<b>AVES (N = 11)</b>				
*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	—
<b>MAMÍFEROS (N = 11)</b>				
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 bunkeri</i> )	—	—	X	—
*Rata de las Islas Mariás ( <i>Oryzomys nelsoni</i> )	—	—	X	—
*Ratón de Pedro Nolasco ( <i>Peromyscus pembertonii</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.