

9

¿PUEDEN LAS ÁREAS PROTEGIDAS DEL MUNDO REVERTIR LA PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD?

CAMILO MORA, PH. D.

University of Hawaii, Honolulu, United States of America

Resumen

Una de las estrategias más recomendadas para revertir la pérdida acelerada de la biodiversidad es la del uso de áreas protegidas. Estas áreas son apropiadas mediante decretos gubernamentales o por capital privado y en ellas se prohíben actividades humanas que afectan la biodiversidad, y de esta manera se protege o permite la recuperación de las especies. Aunque el éxito en estas áreas ha variado considerablemente, la expectativa de que se resuelva la pérdida de la biodiversidad es una falacia (p. ej., un razonamiento lógicamente incorrecto, aunque psicológicamente persuasivo) debido a varias razones. Una de las principales, es el conflicto emergente entre el área necesaria para proteger la biodiversidad y el área requerida para satisfacer las necesidades humanas. A esto se suman los altos costos económicos que implica garantizar el manejo efectivo de tales áreas y la cantidad de conflictos sociales asociados a la expropiación de tierras y la exclusión en el uso de recursos naturales para una protección completa de la biodiversidad. Aunque los esfuerzos

para crear nuevas áreas protegidas deben ser estimulados, es claro que la solución definitiva al problema de la pérdida de la biodiversidad requiere soluciones sociales que conduzcan a reducir el crecimiento de la población humana y nuestra demanda de recursos naturales.

Introducción

En décadas recientes la biodiversidad marina y terrestre han estado en un continuo declive debido a la combinación de varias actividades humanas, entre las que se incluye un calentamiento del medio ambiente, la sobreexplotación de especies y la pérdida y contaminación de hábitats naturales (Butchart *et al.*, 2010). Actualmente, por ejemplo, se estima que el 40% de la productividad primaria en la superficie terrestre (Vitousek *et al.*, 1986; Rojstaczer *et al.*, 2001) y el 35% de la producción de los océanos (Pauly y Christensen, 1995) es utilizada por los seres humanos. En general, el 83% de la superficie terrestre (Sanderson *et al.*, 2002) y el 100% de la superficie de los océanos (Halpern *et al.*, 2008) del planeta están directamente afectados por algún tipo de actividad humana. Como resultado, un gran número de especies marinas y terrestres se han extinguido y muchas otras están en alto riesgo de extinción (Pimm y Raven, 2000; Pitman y Jorgensen, 2002; Baillie *et al.*, 2004; Stuart *et al.*, 2004; Hails, 2008). El nivel actual de extinción de especies se calcula que está cien veces por encima de los niveles naturales de extinción (Pimm *et al.*, 1995), con aproximadamente el 40% de las especies del mundo actualmente en alto riesgo de extinción (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, IUCN en inglés; [www. redlist.org](http://www.redlist.org)). Desafortunadamente, numerosos estudios han indicado que tales cambios en la biodiversidad pueden ser irreversibles ya que los ecosistemas se pueden estabilizar a niveles bajos de biodiversidad, sugiriendo que cualquier riesgo o pérdida de biodiversidad puede ser definitivo (Scheffer *et al.*, 2001; Scheffer y Carpenter, 2003; Collie *et al.*, 2004). Esta pérdida de la biodiversidad está ocurriendo a pesar de los múltiples servicios que la biodiversidad provee a la raza humana, los cuales se han estimado en términos monetarios en el orden de treinta y tres trillones de dólares al año (Costanza *et al.*, 1997). La continua pérdida de la biodiversidad, el

riesgo de que tales declives sean irreversibles y el valor económico de la biodiversidad, resaltan la necesidad de garantizar la protección a largo plazo de la naturaleza.

Una estrategia que es comúnmente sugerida para proteger la biodiversidad es el uso de áreas protegidas, las cuales son adquiridas por entidades gubernamentales por medio de decretos o por entidades privadas mediante la compra. Una vez adquiridas, actividades humanas que afectan la biodiversidad, como la sobreexplotación o la deforestación, son prohibidas dentro de estas áreas, garantizando así la protección o recuperación de la biodiversidad (Lubchenco *et al.*, 2007). Las bases teóricas para el uso de áreas protegidas se fundamentan en el hecho de que el tamaño de cualquier población es determinado por el balance entre la mortalidad y la natalidad de individuos; al garantizar hábitats apropiados para las especies y una reducción en la mortalidad se garantiza el crecimiento o sostenimiento de las poblaciones de especies dentro de esas áreas. La verificación empírica de tal efecto ha producido resultados variados, es decir, algunas veces se han encontrado efectos positivos de las áreas protegidas (Halpern y Warner, 2002; Halpern, 2003; Worm *et al.*, 2006), mientras que en otras no se ha visto ningún efecto, o por el contrario, los resultados han sido negativos (Rakitin y Kramer, 1996; Caro *et al.*, 1998; Epstein *et al.*, 1999; Rogers y Beets, 2001; McClanahan *et al.*, 2006; Western *et al.*, 2009). A pesar de tales resultados mixtos, ha habido un frenesí mundial en cuanto a la creación de nuevas áreas protegidas (Chape *et al.*, 2005; Lubchenco *et al.*, 2007; Game *et al.*, 2009). Actualmente el número de áreas protegidas a nivel mundial se estima en el orden de unas 100.000 (v. figura 9.1) (Chape *et al.*, 2005; Jenkins y Joppa, 2009), con un incremento anual del 4,7% (Butchart *et al.*, 2010), aunque sólo aproximadamente 4400 de dichas áreas son marinas (Wood *et al.*, 2008).

En este artículo se demuestra que la creciente expansión global de las áreas protegidas no está previniendo (y es muy probable que no lo haga), la pérdida de la diversidad biológica tanto en ecosistemas marinos como terrestres, sugiriendo así la urgente necesidad de reconocer otras estrategias. Aunque los esfuerzos para crear nuevas áreas protegidas deben ser aplaudidos, particularmente cuando estos intentan amparar

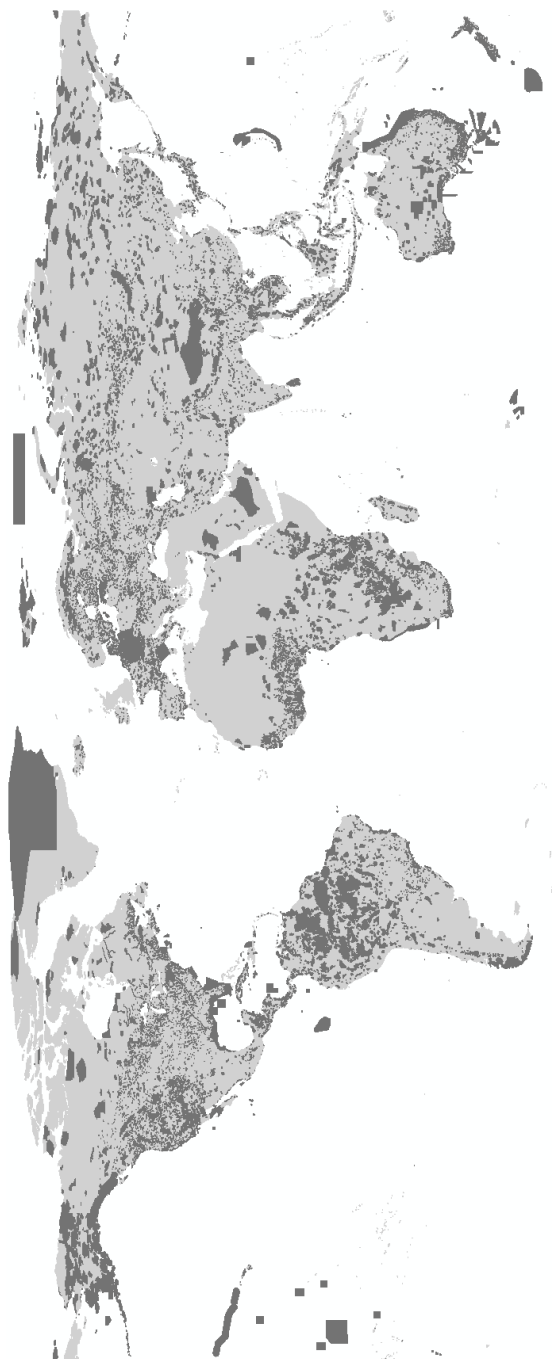


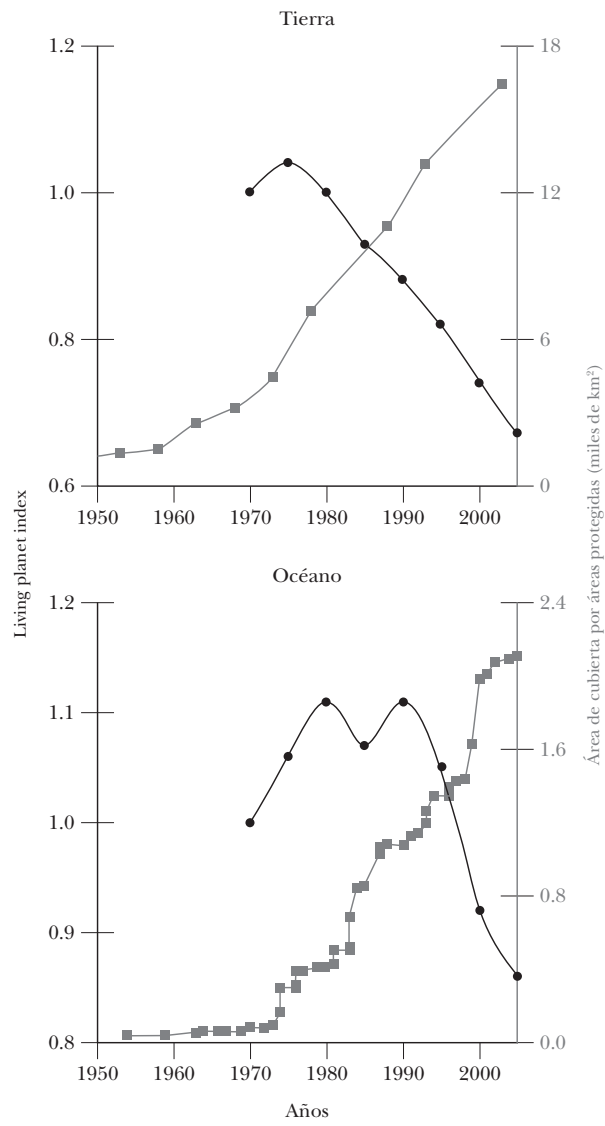
Figura 9.1.
Áreas protegidas del mundo. Los datos son obtenidos de la base de datos mundial de áreas protegidas (www.wdpa.org).

especies en riesgo inminente de extinción o cuando los países tienen los recursos para crearlas, soluciones definitivas al problema de la pérdida de la biodiversidad requieren otro tipo de estrategias, quizás asociadas con cuestiones sociales que intenten reducir nuestro uso de los recursos naturales y su efecto en ellos.

9.1. Panorama actual de las áreas protegidas del mundo

Para determinar si el incremento en el número de las áreas protegidas marinas y terrestres está previniendo la pérdida de la biodiversidad, relaciono el incremento temporal del área cubierta por áreas protegidas del mundo con el *Living Planet Index*, el cual mide el cambio temporal en el tamaño de 1686 especies de vertebrados de todas partes del mundo (Hails, 2008). Los resultados de este análisis sugieren que el área de la superficie terrestre y marina cubierta por áreas protegidas se ha incrementado considerablemente en los últimos años; sin embargo, el tamaño poblacional de un gran número de especies de vertebrados ha disminuido considerablemente en el mismo período (v. figura 9.2). Tal divergencia entre el incremento del área cubierta por áreas protegidas y el declive de la biodiversidad es evidente incluso en ecosistemas altamente protegidos, como los arrecifes de coral (Mora *et al.*, 2006b) (v. figura 9.2).

En regiones para las cuales existen datos sobre la cobertura de coral es evidente que, mientras que la cobertura de coral vivo continúa decayendo, el área cubierta por áreas protegidas sigue aumentando (v. figura 9.2). Esta incapacidad de las áreas marinas y terrestres de revertir la pérdida de la biodiversidad ha sido relacionada con el hecho de que factores críticos que afectan la mayoría de los ecosistemas, como el cambio climático y especies invasivas, son difíciles de controlar en la parte del manejo de áreas protegidas (Mora *et al.*, 2006b). Adicionalmente, la dinámica de poblaciones de una gran mayoría de especies ocurre a escalas espaciales más grandes que el tamaño común de las áreas protegidas (Sale *et al.*, 2005). Aunque las áreas protegidas del mundo se consideran “uno de los éxitos más evidentes en conservación en el siglo XX” (Ervin, 2003) y seguramente la pérdida de la biodiversidad sería mayor si tales



Cont.

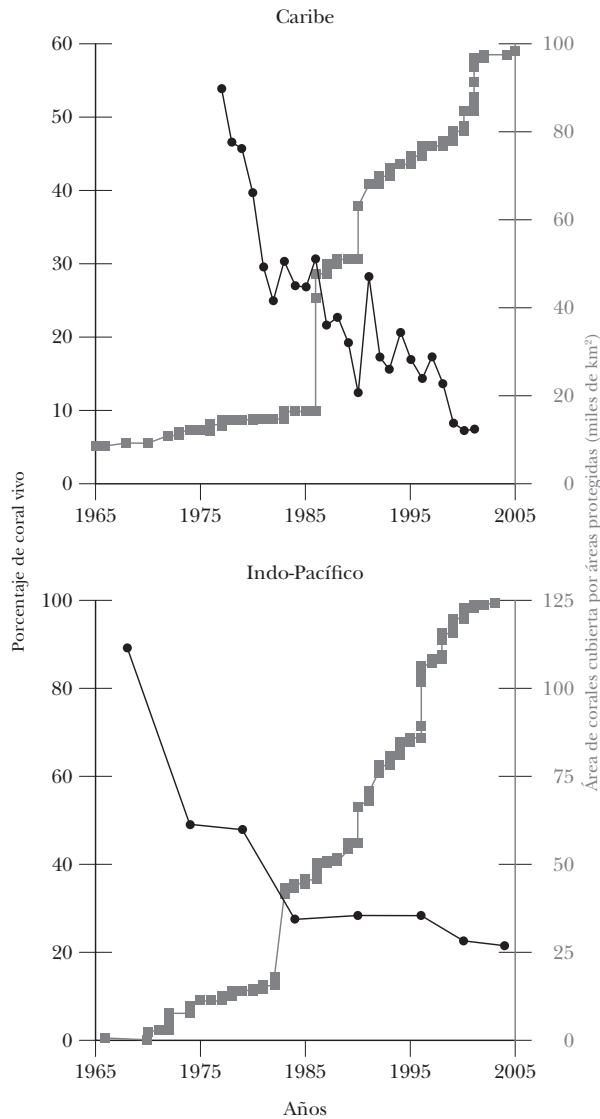


Figura 9.2. Tendencias temporales en el área de la superficie de la tierra y el océano cubierta por áreas protegidas y la tasa de pérdida de la biodiversidad en ecosistemas marinos y terrestres. La pérdida de la biodiversidad fue medida con el "Living Planet Index", el cual describe los cambios temporales en el tamaño poblacional de 1686 especies de vertebrados de todas partes del mundo (Hails, 2008) y a través de cambios en la cobertura de coral en el Caribe [datos colectados de la figura 2A en Gardner *et al.* (2003)] y el Indo Pacífico [datos colectados de la figura 3A en Bruno y Selig (2007)]. Datos sobre el área que las áreas protegidas ocupan en la superficie terrestre fue obtenido de la figura 1 en Chape *et al.* (2005), en la superficie del océano de la figura 8 en Wood *et al.* (2008) y en arrecifes del Caribe e Indo Pacífico del artículo de Mora *et al.* (2006a). La intención de estas figuras no es establecer una causa y efecto, sino demostrar que la tasa de incremento en el área cubierta por las áreas protegidas no está previniendo la pérdida de la diversidad.

áreas no existieran, es claro que el reto de prevenir la pérdida de la biodiversidad le está quedando grande a las áreas protegidas.

9.2. Panorama futuro de las áreas protegidas del mundo

Una de las preguntas más críticas con respecto al uso de las áreas protegidas es si al final estas podrán resolver la pérdida de la biodiversidad. Como se demuestra en la figura 9.2, el balance actual sobre el éxito de las áreas protegidas no es muy positivo y desafortunadamente el panorama futuro quizá sea peor debido a varios factores, siendo uno de los principales el área de cobertura necesaria para garantizar la protección de la biodiversidad y el área necesaria para satisfacer las diversas necesidades humanas. Por ejemplo, cálculos actuales indican que el área necesaria para garantizar la protección de cualquier ecosistema es de alrededor el 50% del ecosistema. En contraste, para el año 2050 se ha calculado que el área necesaria para garantizar el suministro mundial de alimentos está en el orden del 76% de la cobertura productiva del planeta (Musters *et al.*, 2000). Como resultado, alrededor de un 26% de la superficie del planeta estará en conflicto entre ser protegida o ser utilizada para proveer alimentos a la creciente población humana (Musters *et al.*, 2000). Proyecciones similares indican que la demanda planetaria de productos pesqueros se incrementará unos treinta y cinco millones de toneladas para el año 2030 (Delgado *et al.*, 2003) [la máxima captura a nivel mundial fue estimada en ochenta millones de toneladas en la década de los ochenta (Pauly *et al.*, 2003)]. En contraste, se ha sugerido que la protección de los recursos pesqueros requiere que la tasa de explotación actual sea reducida entre un 20% y un 50% (Pauly *et al.*, 2003; Coll *et al.*, 2008). Esto sugiere que incluso hoy en día ya existe conflicto entre proteger los recursos pesqueros o explotarlos para proveer alimentos; obviamente, la creciente población humana y su demanda de alimentos agudiza este conflicto entre protección y explotación. Una estadística similar sobre el conflicto entre el suministro de alimentos y la protección de la biodiversidad se presenta en el estudio de Newton *et al.* (2007), en el cual se calcula que habrá un déficit de 196.000 km² o alrededor de 9,6 veces el tamaño de la Gran Barrera de Arrecifes para

garantizar sólo las demandas alimenticias de las poblaciones humanas que vivirán en países insulares en el año 2050.

Al conflicto entre proteger o explotar hábitats para la provisión de alimento se suman los costos de implementar una red de áreas protegidas. A nivel mundial, por ejemplo, la inversión actual en ellas se estima en seis billones de dólares anuales (James *et al.*, 1999a), lo cual es un gran déficit con respecto al monto económico requerido para mantener efectivamente esas áreas. En países en desarrollo el déficit entre la inversión gubernamental y el monto requerido para mantener las áreas protegidas terrestres se estima del 66 al 74% (Bruner *et al.*, 2004), mientras que para el ambiente marino se calcula en un 44% (Balmford *et al.*, 2004). Tales déficits económicos son problemáticos, debido a que la necesidad de incrementar el área cubierta por áreas protegidas elevará su costo de mantenimiento (Balmford *et al.*, 2004). Así, el costo de establecer un red mundial de áreas protegidas efectivas que cubran sólo el 20% de todos los ecosistemas terrestres se calcula en trescientos billones de dólares anuales (James *et al.*, 1999b), lo cual contrasta con los sólo seis billones que son invertidos actualmente. El valor de implementar una red de áreas protegidas frente al déficit económico actual resalta una de las condiciones más vulnerables para establecer una red efectiva de áreas protegidas.

Un problema final con respecto a incrementar el número de áreas protegidas, son los conflictos sociales que emergen con su establecimiento. Poblaciones humanas que viven a las orillas de las áreas protegidas pueden afectar de diferentes maneras el estado de la biodiversidad dentro de estas. Por ejemplo, uno de los problemas más comunes es la extracción ilegal o *poaching*; el efecto de esta actividad obviamente precluye el objetivo de las áreas protegidas, ya que la mortalidad o pérdida de individuos no es prevenida (Kritzer, 2004). Un efecto similar resulta de la extracción de recursos en las márgenes externas de las áreas protegidas (Kramer y Chapman, 1999). Debido a que muchas especies tienen rangos de distribución que pueden ir más allá de los límites de las áreas protegidas las poblaciones humanas vecinas a las áreas protegidas que explotan tales especies pueden reducir el tamaño de ellas dentro de dichas áreas (Kramer y Chapman, 1999; Mora *et al.*, 2006a). Este

fenómeno es llamado “efecto de borde” y es un problema creciente dado que las poblaciones humanas excluidas de las áreas protegidas normalmente se asientan en sus orillas. Los efectos del *poaching* o “efecto de borde” pueden ser significativos, ya que a nivel mundial, en el ámbito marino, por ejemplo, sólo 136 áreas protegidas no tienen seres humanos en su vecindad, la población promedio de personas en ellas es de ~500 personas por km² (Mora, en prensa).

De acuerdo con las estadísticas presentadas es lógico concluir que el fracaso actual de las áreas protegidas para revertir la pérdida de la biodiversidad muy probablemente continuará y quizás, incluso, se agudice aún más.

9.3. Entonces, ¿qué se puede hacer para prevenir la pérdida de la biodiversidad?

Actualmente no hay una respuesta definitiva a esta pregunta, ya que se pueden identificar limitaciones en casi cualquier propuesta que se haga. En este capítulo, por ejemplo, se describen algunas de las limitaciones en el uso de las áreas protegidas. De esta manera, es bastante subjetivo, y casi una cuestión de opinión personal, determinar si soluciones particulares tendrán éxito o si fracasarán. Teniendo en cuenta esto, en mi opinión el problema de la pérdida de la biodiversidad tiene que ser reenfocado, de una perspectiva que intenta *mitigar* los efectos humanos, a otra que intenta *prevenir* esos efectos. Este reenfoque requiere entender que el planeta Tierra provee una cantidad limitada de recursos y que los seres humanos podemos utilizar alguna, pero no la cantidad total, de estos.

En este sentido, se ha estimado que la capacidad productiva del planeta está restringida a unos once billones de “hectáreas globales” (Kitzes *et al.*, 2008). Una “hectárea global” se refiere al área terrestre o marina del planeta que produce cultivos, pesca, pastoreo, silvicultura, infraestructura y energía (Kitzes *et al.*, 2008). Cálculos actuales sobre el consumo de tales recursos indican que el consumo promedio anual por persona es de 2,6 hectáreas globales, aunque esto varía considerablemente de 9 hectáreas por persona en Estados Unidos a 0,7 hectáreas por persona

en el Congo; en Colombia el consumo per cápita de recursos naturales se calcula en 1,9 hectáreas por año (cf. <http://www.footprintnetwork.org/>). Como resultado, se estima que la población humana actual consume alrededor de diecisiete billones de hectáreas globales por año (Wackernagel *et al.*, 2002; Kitzes *et al.*, 2008), es decir, consumimos 20% más de lo que el planeta puede producir (Wackernagel *et al.*, 2002; Kitzes *et al.*, 2008); esta sobreexplotación obviamente ocasiona el deterioro de los recursos naturales y no es sorpresa entonces el declive de la biodiversidad. Si el crecimiento esperado de la población humana continúa con un consumo similar de los recursos naturales, se estima que para el año 2050 se necesitarán alrededor de veintisiete planetas Tierra para cubrir el costo de ese consumo (v. figura 9.3).

Desde esta perspectiva es claro que la solución definitiva al problema de la pérdida de la biodiversidad es, no sólo reducir nuestra tasa de reproducción, sino también adquirir una conciencia social sobre minimizar nuestro consumo de energía y el efecto que esto tiene en los recursos naturales del planeta. Es claro que estas soluciones serán conflictivas por razones de religión, política y economía; sin embargo, numerosos estudios indican que nuestro uso del planeta es insostenible (Wackernagel *et al.*, 2002; Kitzes *et al.*, 2008) y que en algún momento, en un futuro no muy lejano, tendremos que enfrentarnos como sociedad a esos conflictos. Debido a la dificultad de revertir cambios en la biodiversidad (Scheffer *et al.*, 2001; Scheffer y Carpenter, 2003; Collie *et al.*, 2004), es mejor hacerlo ahora.

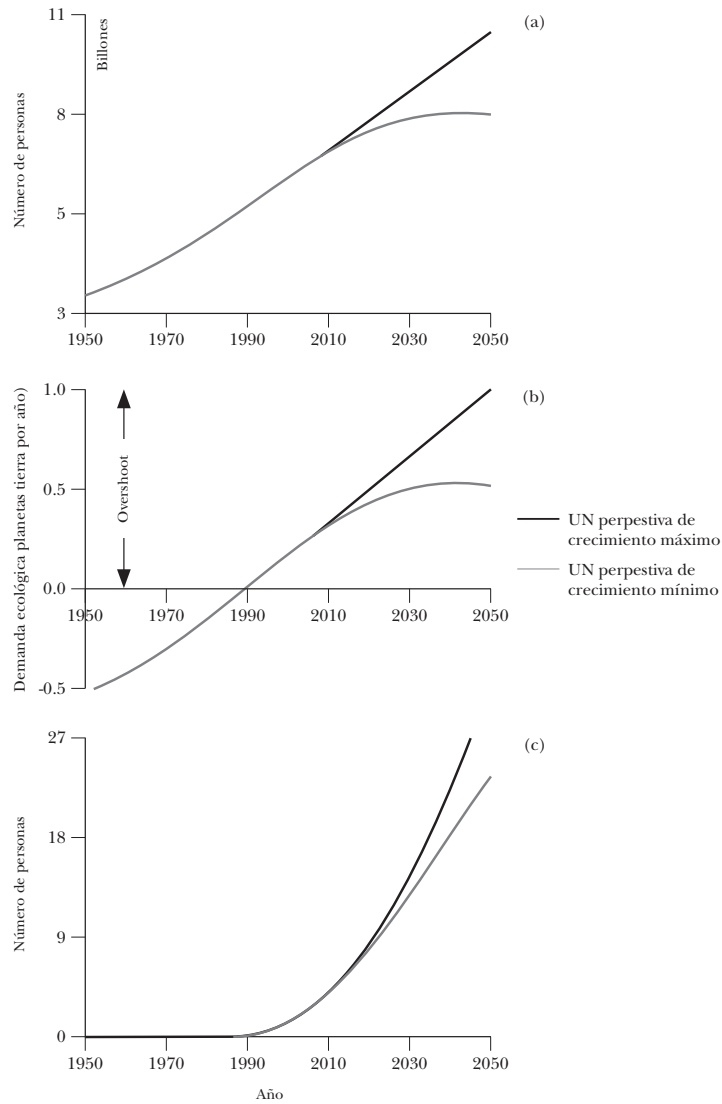


Figura 9.3.

Proyecciones del tamaño de la población humana global y su consumo de recursos naturales. La gráfica a describe el cambio temporal en el tamaño de la población humana y dos proyecciones esperadas debido a diferentes factores asociados con la tasa de natalidad. El “crecimiento máximo” se asocia con la tasa de reproducción actual mientras que el “crecimiento mínimo” se asocia con un escenario en el cual hay una organización global para reducir la fertilidad [para detalles adicionales cf. <http://www.un.org/popin/>]. La gráfica b describe la cantidad de planetas tierras requeridas para sostener el consumo de tales personas. Este cálculo se basa en el hecho de que la biocapacidad actual del planeta es 11 billones de hectáreas y que cada persona consume en promedio 2,6 hectáreas por año. Consumir más de lo que el planeta produce se define como *overshot* y obviamente consumir más de la que se produce genera una deuda y la acumulación de tal deuda se presenta en la gráfica c.

Bibliografía

- Baillie, J. E. M., Hilton-Taylor, C. y Stuart, S. N. (2004), *2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment*, Switzerland y Cambridge, IUCN.
- Balmford, A. *et al.* (2004), "The worldwide costs of marine protected areas", en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, núm. 101, pp. 9694-9697.
- Bruner, A. G.; Gullison, R. E. y Balmford, A. (2004), "Financial costs and short-falls of managing and expanding protected-area systems in developing countries", en *BioScience*, núm. 54, pp. 1119-1126.
- Bruno, J. F. y Selig, E. R. (2007), "Regional decline of coral cover in the Indo-Pacific: timing, extent, and subregional comparisons", en *PLoS ONE*, núm. 2, pp. 711-718.
- Butchart, S. H. M. *et al.* (2010), "Global biodiversity: indicators of recent declines", en *Science*, núm. 328, pp. 1164-1168.
- Caro, T. M. *et al.* (1998), "Consequences of different forms of conservation for large mammals in Tanzania: preliminary analyses", en *African Journal of Ecology*, núm. 36, pp. 303-320.
- Chape, S. *et al.* (2005), "Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets", en *Philosophical Transactions of the Royal Society*, núm. 360, pp. 443-455.
- Coll, M. S. *et al.* (2008), "Ecosystem Overfishing in the Ocean", en *PLoS ONE*, núm. 3, pp. e3881.
- Collie, J. S.; Richardson, K. y Steele, J. H. (2004), "Regime shifts: can ecological theory illuminate the mechanisms?", en *Progress in Oceanography*, núm. 60, pp. 281-302.
- Costanza, R. *et al.* (1997), "The value of the world's ecosystem services and natural capital", en *Nature*, núm. 387, pp. 253-260.
- Delgado, C. *et al.* (2003), *Outlook for fish to 2020: meeting global demand*, Washington, International Food Policy Research Institute.
- Epstein, N.; Bak, R. P. M. y Rinkevich, B. (1999), "Implementation of a small-scale 'no-use zone' policy in a reef ecosystem: Eilat's reef lagoon six years later", en *Coral Reefs*, núm. 18, pp. 327-332.
- Ervin, J. (2003), "Protected area assessments in perspective", en *BioScience*, núm. 53, pp. 819-822.

- Game, E. T. *et al.* (2009), "Pelagic protected areas: the missing dimension in ocean conservation", en *Trends in Ecology & Evolution*, núm. 24, pp. 360-369.
- Gardner, T. A. *et al.* (2003), "Long-term region-wide declines in Caribbean corals", en *Science*, núm. 301, pp. 958-960.
- Hails, C. (2008), *Living Planet Report 2008*, Switzerland, WWF International.
- Halpern, B. (2003), "The impact of marine reserves: do reserves work and does reserve size matter?", en *Ecological Applications*, núm. 13, pp. S117-S137.
- Halpern, B. S. *et al.* (2008), "A global map of human impact on marine ecosystems", en *Science*, núm. 319, pp. 948-952.
- Halpern, B. S. y Warner, R. R. (2002), "Marine reserves have rapid and lasting effects", en *Ecology Letters*, núm. 5, pp. 361-366.
- James, A. A.; Green, M. J. y Paine, J. R. (1999a), *Global review of protected areas budgets and staff*, Cambridge, WCMC.
- James, A. N.; Gaston, K. J. y Balmford, A. (1999b), "Balancing the Earth's accounts", en *Nature*, núm. 401, pp. 323-324.
- Jenkins, C. N. y Joppa, L. (2009), "Expansion of the global terrestrial protected area system", en *Biological Conservation*, núm. 142, pp. 2166-2174.
- Kitzes, J. *et al.* (2008), "Shrink and share: humanity's present and future Ecological Footprint", en *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences*, núm. 363, pp. 467-475.
- Kramer, D. L. y Chapman, M. R. (1999), "Implications of fish home range size and relocation for marine reserve function", en *Environmental Biology of Fishes*, núm. 55, pp. 65-79.
- Kritzer, J. P. (2004), "Effects of noncompliance on the success of alternative designs of marine protected-area networks for conservation and fisheries management", en *Conservation Biology*, núm. 18, pp. 1021-1031.
- Lubchenco, J. *et al.* (2007), *The Science of Marine Reserves*, 2ª ed. [en línea], disponible en www.piscoweb.org.
- McClanahan, T. R. *et al.* (2006), "A comparison of marine protected areas and alternative approaches to coral-reef management", en *Current Biology*, núm. 16, pp. 1408-1413.
- Mora, C. S. *et al.* (2006a), "Coral reefs and the global network of marine protected areas", en *Science*, núm. 312, pp. 1750-1751.
- ____ (2006b), "How protected are coral reefs? Response", en *Science*, núm. 314, pp. 758-760.

- Musters, C. J. M., De Graaf, H. J. y Ter Keurs, W. J. (2000), "Ecology-Can protected areas be expanded in Africa?", en *Science*, núm. 287, pp. 1759-1760.
- Newton, K. *et al.* (2007), "Current and future sustainability of island coral reef fisheries", en *Current Biology*, núm. 17, pp. 655-658.
- Pauly, D. *et al.* (2003), "The future for fisheries", en *Science*, núm. 302, pp. 1359-1361.
- Pauly, D. y Christensen, V. (1995), "Primary production required to sustain global fisheries", en *Nature*, núm. 374, pp. 255-257.
- Pimm, S. L. *et al.* (1995), "The future of biodiversity", en *Science*, núm. 269, pp. 347-350.
- Pimm, S. L. y Raven, P. (2000), "Biodiversity-Extinction by numbers", en *Nature*, núm. 403, pp. 843-845.
- Pitman, N. C. A. y Jorgensen, P. M. (2002), "Estimating the size of the world's threatened flora", en *Science*, núm. 298, pp. 989.
- Rakitin, A. y Kramer, D. L. (1996), "Effect of a marine reserve on the distribution of coral reef fishes in Barbados", en *Marine Ecology-Progress Series*, núm. 131, pp. 97-113.
- Rogers, C. S. y Beets, J. (2001), "Degradation of marine ecosystems and decline of fishery resources in marine protected areas in the US Virgin Islands", en *Environmental Conservation*, núm. 28, pp. 312-322.
- Rojstaczer, S.; Sterling, S. M. y Moore, N. J. (2001), "Human appropriation of photosynthesis products", en *Science*, núm. 294, pp. 2549-2552.
- Sale, P. F. *et al.* (2005), "Critical science gaps impede use of no-take fishery reserves", en *Trends in Ecology & Evolution*, núm. 20, pp. 74-80.
- Sanderson, E. W. *et al.* (2002), "The human footprint and the last of the wild", en *BioScience*, núm. 52, pp. 891-904.
- Scheffer, M. *et al.* (2001), "Catastrophic shifts in ecosystems", en *Nature*, núm. 413, pp. 591-596.
- Scheffer, M. y Carpenter, S. R. (2003), "Catastrophic regime shifts in ecosystems: linking theory to observation", en *Trends in Ecology & Evolution*, núm. 18, pp. 648-656.
- Stuart, S. N. *et al.* (2004), "Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide", en *Science*, núm. 306, pp. 1783-1786.
- Vitousek, P. M. *et al.* (1986), "Human appropriation of the products of photosynthesis", en *BioScience*, núm. 36, pp. 368-373.

- Wackernagel, M. *et al.* (2002), "Tracking the ecological overshoot of the human economy", en *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, núm. 99, pp. 9266-9271.
- Western, D.; Russell, S. y Cuthill, I. (2009), "The status of wildlife in protected areas compared to non-protected areas of Kenya", en *PLoS ONE*, núm. 4, p. e6140.
- Wood, L. J. *et al.* (2008), "Assessing progress towards global marine protection targets: shortfalls in information and action", en *Oryx*, núm. 42, pp. 340-351.
- Worm, B. *et al.* (2006), "Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services", en *Science*, núm. 314, pp. 787-790.