WWF

INFORME

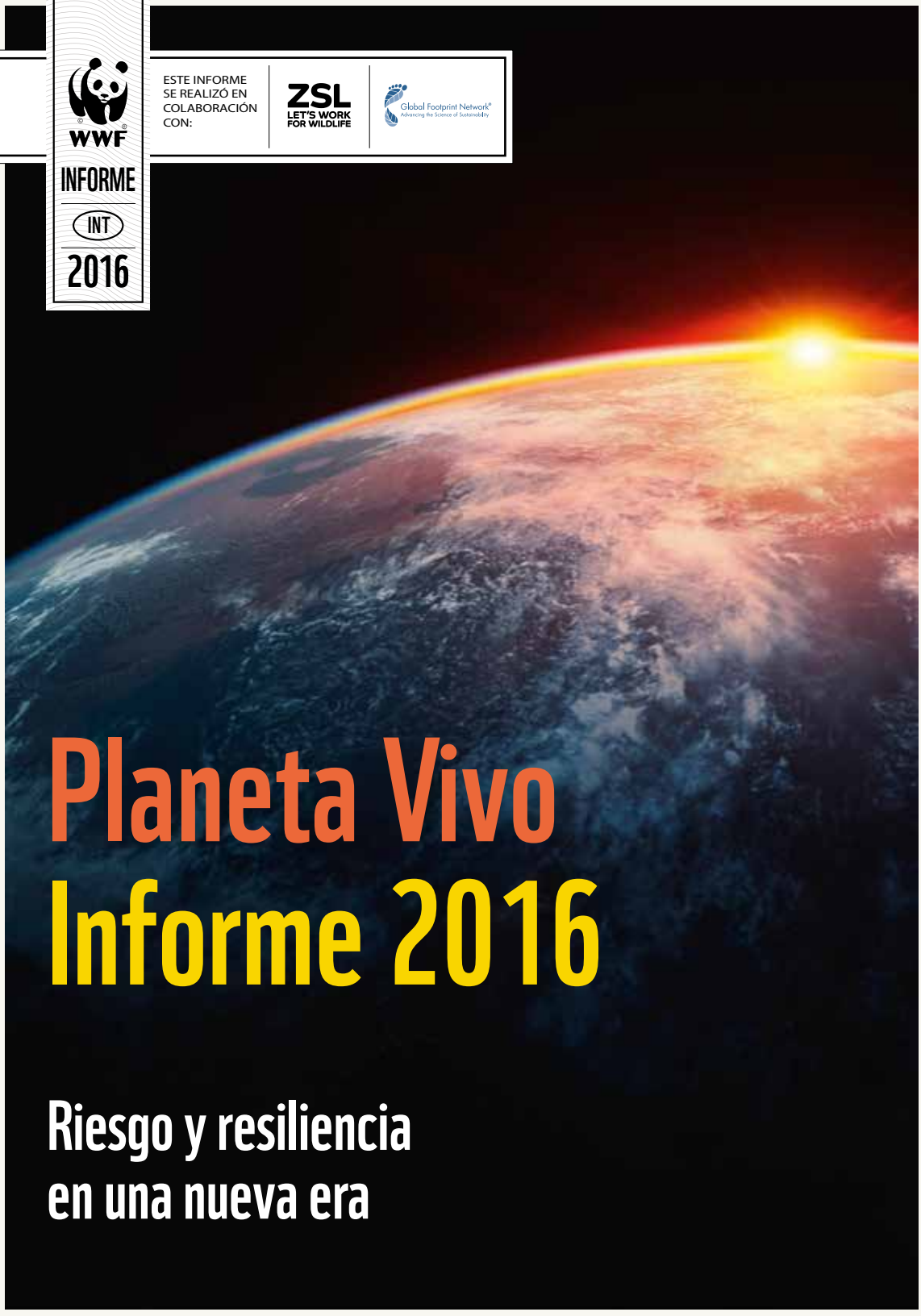
INT

2016

ESTE INFORME SE REALIZÓ EN COLABORACIÓN CON:

ZSL LET'S WORK FOR WILDLIFE

Global Footprint Network® Advancing the Science of Sustainability



Planeta Vivo Informe 2016

Riesgo y resiliencia en una nueva era

WWF
WWF es una de las mayores y más experimentadas organizaciones conservacionistas independientes del mundo, con más de cinco millones de socios y una red global activa en más de cien países. La misión de WWF es detener la degradación de los ambientes naturales del planeta y construir un futuro en el que los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza, conservando la diversidad biológica mundial, garantizando el uso sostenible de los recursos naturales renovables y promoviendo el descenso de la contaminación y del consumo derrochador.

Sociedad Zoológica de Londres
Fundada en 1826, la Sociedad Zoológica de Londres (ZSL, por su sigla en inglés) es una organización internacional científica, conservacionista y educativa. Su misión es lograr y fomentar la conservación mundial de los animales y sus hábitats. La ZSL dirige el Zoológico de Londres y el Zoológico Whipsnade, realiza investigaciones científicas en el Instituto de Zoología y participa activamente en la conservación del campo en todo el mundo. La ZSL administra el Índice Planeta Vivo ® en colaboración con WWF.

Centro de Resiliencia de Estocolmo
El Centro de Resiliencia de Estocolmo realiza investigaciones independientes y pertenece a la Universidad de Estocolmo. Fundado en 2007, el Centro fomenta la investigación sobre la gobernanza de sistemas socioecológicos y se centra en la resiliencia –la capacidad de enfrentar el cambio y seguir desarrollándose– para alcanzar la sostenibilidad mundial.

Red Global de la Huella Ecológica
La Red Global de la Huella Ecológica es una organización internacional de investigación que mide cómo el mundo administra sus recursos naturales y responde al cambio climático. Desde 2003, esta red ha colaborado con más de 50 naciones, 30 ciudades y 70 socios globales en la producción de conocimientos científicos que han generado políticas de alto impacto y decisiones de inversión. Junto con sus socios, la Red Global de la Huella Ecológica está forjando un futuro en el que todos podamos prosperar sin exceder los límites del planeta.

Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo
El Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo es una entidad internacional e independiente dedicada a la investigación. Durante más de un cuarto de siglo, ha trabajado en asuntos medioambientales y de desarrollo, en el área de políticas locales, nacionales, regionales y globales. Respalda la toma de decisiones para el desarrollo sostenible tendiendo puentes entre la ciencia y la política.

Metabolic
Metabolic se especializa en aplicar el pensamiento sistémico para definir rutas hacia un futuro sostenible. Junto con una red internacional de socios, Metabolic desarrolla estrategias, herramientas y nuevas organizaciones, con miras a alcanzar un impacto escalable para enfrentar los retos más apremiantes de la humanidad.

Citar así este documento:
WWF. 2016. *Informe Planeta Vivo* 2016. *Riesgo y resiliencia en el Antropoceno.* WWW International, Gland, Suiza.
Diseñado por: peer&dedigitalesupermarkt
Fotografía de la portada: © *Bjorn Holland. Sunlight eclipsing planet earth.*
Traductor: Carlos Alberto Fernández Benítez

ISBN 978-2-940529-48-3

Impreso sobre papel Propalcote

El Informe Planeta Vivo ®
y el Índice Planeta Vivo ®
son marcas registradas
de WWF Internacional

CONTENIDO

PRÓLOGO Y RESUMEN EJECUTIVO 4

Una Tierra resiliente para las futuras generaciones, por Johan Röckstrom 4

Vivir en el límite, por Marco Lambertini 6

Riesgo y resiliencia en una nueva era 10

Resumen ejecutivo 12

A golpe de vista 15

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL PLANETA NATURAL 18

Monitoreo de la biodiversidad global 18

El Índice Planeta Vivo en perspectiva 44

Servicios ecosistémicos: el vínculo entre la naturaleza y la gente 50

CAPÍTULO 2: IMPACTOS HUMANOS EN EL PLANETA 58

Una perspectiva del sistema de la Tierra 58

La medición de las presiones humanas 74

CAPÍTULO 3: EXAMEN DE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES 88

Hacia el pensamiento sistémico 88

El pensamiento sistémico aplicado al sistema alimentario 94

CAPÍTULO 4: UN PLANETA RESILIENTE PARA LA NATURALEZA Y LAS PERSONAS 106

El doble desafío del desarrollo sostenible 106

La transición del sistema económico global 110

La transformación de los sistemas energético y alimentario 116

El camino a seguir 122

GLOSARIO Y LISTA DE SIGLAS 124

BIBLIOGRAFÍA 128

Jefe de redacción: Natasja Oerlemans.
Redactores principales: Holly Strand, Annemarie Winkelhagen, Mike Barrett, Monique Grooten.
Equipo editorial: Lucy Young, May Guerraoui, Natascha Zwaal, Danielle Klinge.

Equipo directivo de WWF: Deon Nel *(WWF Internacional)*, Andrea Kohl *(Oficina de Política Europea de WWF)*, Glyn Davies *(WWF-Reino Unido)*, Lin Li *(WWF-China)*, Mary Lou Higgins *(WWF- Colombia)*, Monique Grooten *(WWF-Países Bajos)*, Sejal Worah *(WWF-India)*.

Principales colaboradores:
Sociedad Zoológica de Londres: Louise McRae, Robin Freeman, Valentina Marconi.
Centro de Resiliencia de Estocolmo: Sarah Cornell, Johan Rockström, Patricia Villarrubia-Gómez, Owen Gaffney.
Global Footprint Network: Alessandro Galli, David Lin, Derek Eaton, Martin Halle.
Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo: Chris West, Simon Croft.
Metabolic: Eva Gladek, Matthew Fraser, Erin Kennedy, Gerard Roemers, Óscar Sabag Muñoz.

Las siguientes personas también colaboraron con esta publicación:
Andreas Baumüller (Oficina de Política Europea de WWF), Arjette Stevens (WWF-Países Bajos), Arnout van Soesbergen (UNEP-WCMC), Bart Geenen (WWF-Países Bajos), Carina Borgström-Hansson (WWF-Suecia), Danielle Kopecky (ZSL), Dannick Randriamanantena (WWF-Madagascar), David Tickner (WWF-Reino Unido), Ellen Shepherd (UNEP-WCMC), Harriet Milligan (ZSL), Helen Muller (ZSL), John D. Liu (EEMP, NIOO, KNAW), Jon Martindill (GFN), Karen Ellis (WWF-Reino Unido), Laurel Hanscom (GFN), Louise Heaps (WWF-Reino Unido), Mariam Turay (ZSL), Neil Burgess (UNEP-WCMC), Pablo Tittonell (INTA), Rod Taylor (WWF Internacional), Sue Charman (WWF-Reino Unido), Suzannah Marshall (ZSL), Will Ashley-Cantello (WWF-Reino Unido), Yara Shennan-Farpon *(UNEP-WCMC).*

Agradecimientos especiales por su revisión y apoyo a las siguientes personas:
Aimee Leslie *(WWF Internacional)*, Aimee T. Gonzales *(WWF Internacional)*, Andy Cornish *(WWF Internacional)*, Angelika Pullen *(WWF-EPO)*, Anna Richert *(WWF-Suecia)*, Annukka Valkeapää *(WWF-Finlandia)*, Arco van Strien *(Oficina Holandesa de Estadísticas)*, Barney Jeffries, Bertram Zagema, Bob Zuur *(Iniciativa de la Antártida y el océano Austral, de WWF)*, Carlos Drews *(WWF Internacional)*, Celsa Peiteado *(WWF-España)*, Chris Johnson *(WWF-Australia)*, Chris van Swaay *(De Vlinderstichting)*, Christiane Zarfl *(Eberhard Karls Universität Tübingen)*, Collin Waters *(Servicio Geológico Británico)*, Dominic White, Duncan Williamson *(WWF-Reino Unido)*, Edegar de Oliveira Rosa *(WWF-Brasil)*, Elaine Geyer-Allely *(WWF Internacional)*, Erik Gerritsen *(WWF-EPO)*, Esther Blom *(WWF-Países Bajos)*, Eva Hernández Herrero *(WWF-España)*, Florián Rauser *(WWF-Alemania)*, Gemma Cranston *(Instituto para el Liderazgo de la Sostenibilidad, de Cambridge)*, Georgina Mace *(University College de Londres)*, Geraldo Ceballos *(Instituto de Ecología, UNAM)*, Heather Sohl *(WWF-Reino Unido)*, Inger Näslund *(WWF-Suecia)*, Irina Montenegro Paredes *(WWF-Chile)*, Jan Willem Erisman *(Instituto Louis Bolk)*, Jan Zalasiewicz *(Universidad de Leicester)*, Jean Timmers *(WWF-Brasil)*, John Tanzer *(WWF Internacional)*, Jörg-Andreas Krüger *(WWF-Alemania)*, Joseph Okori *(WWF-Sudáfrica)*, Julian Blanc *(CITES)*, Jussi Nikulah *(WWF-Finlandia)*, Kanchan Thapa *(WWF-Nepal)*, Karen Mo, Karin Krchnak *(WWF-EEUU)*, Lamine Sebogo *(WWF Internacional)*, Lennart Gladh, Lifeng Li *(WWF Internacional)*, Luis Germán Naranjo *(WWF-Colombia)*, Malika Virah-Sawmy *(Instituto Luc Hoffmann)*, Mathis Wackernagel *(GFN)*, Matthew Lee *(WWF Singapur)*, Michele Thieme *(WWF-EEUU)*, Nanie Ratsfandrihamanana *(WWF-Madagascar)*, Nikhil Advani *(WWF-EEUU)*, Owen Gibbons *(WWF Internacional)*, Paul Chatterton *(WWF-Austria)*, Paul Gamblin *(WWF Internacional)*, Pavel Boev *(WWF-Rusia)*, Peter Roberntz *(WWF-Suecia)*, PJ Stephenson *(WWF Internacional)*, Regine Günther *(WWF-Alemania)*, Richard Lee *(WWF Internacional)*, Richard Perkins *(WWF-Reino Unido)*, Robin Naidoo *(WWF-EEUU)*, Ronna Kelly *(GFN)*, Rod Downie *(WWF-Reino Unido)*, Sally Nicholson *(WWF-EPO)*, Samantha Petersen *(WWF-Sudáfrica)*, Sandra Mulder *(WWF-Países Bajos)*, Sarah Doornbos *(WWF-Países Bajos)*, Sebastian Winkler *(GFN)*, Stefane Mauris *(WWF Internacional)*, Stephen Cornelius *(WWF-EEUU)*, Stuart Butchart *(Birdlife International)*, Wendy Elliott, Winnie De'ath *(WWF Internacional)*, Yan Ropert-Coudert *(Centre d'Études Biologiques de Chizé)*, Zahra Medouar *(GFN)* y a los proveedores de información del IPV (consulte www.livingplanetindex.org), que amablemente lo incorporaron a la base de datos.

Planeta Vivo
Informe 2016

Riesgo y resiliencia en una nueva era

UNA TIERRA RESILIENTE PARA LAS FUTURAS GENERACIONES

© SRC

Es excepcional que una idea científica modifique de forma radical nuestra visión del mundo. El descubrimiento de Copérnico de que la Tierra gira alrededor del Sol es un ejemplo de ello. La teoría de la evolución de Darwin es otro. El Antropoceno –el concepto decisivo del *Informe Planeta Vivo* 2016 de WWF– es uno más.

Copérnico impulsó la revolución científica. Su descubrimiento y el de quienes siguieron su huella –a partir de Kepler, Galileo y Newton– nos han permitido recorrer nuestro planeta y navegar por el sistema solar, y han contribuido a forjar el mundo en que vivimos. Las ideas de Darwin nos obligaron a repensar cuál es nuestro lugar en la Tierra. Nada fue igual después de la formulación de esas teorías.

Así mismo, el Antropoceno sacude los ejes de nuestro mundo. Esta simple palabra resume el hecho de que hoy la actividad humana afecta el sistema que sostiene la vida de la Tierra. Expresa las nociones de tiempo profundo –el pasado y el futuro– y de la excepcionalidad del presente. Más que la geología y la ciencia del sistema de la Tierra, el Antropoceno capta la inmensa responsabilidad que tenemos sobre los hombros. Nos da un lente nuevo para ver la huella humana y nos insta a actuar sin demora. La visión dominante de que los recursos naturales son infinitos, de las externalidades y el crecimiento exponencial, está llegando a su fin. No somos más que un pequeño mundo en un gran planeta. Ahora somos un mundo grande en un pequeño planeta, en el que hemos llegado a un punto de saturación. La insostenibilidad en todas las escalas, desde la deforestación local hasta la polución provocada por los automóviles, deteriora el techo planetario y arriesga nuestro futuro. A tal punto se han acumulado cincuenta años de crecimiento exponencial que hemos alcanzado los Límites Planetarios. Y nos hemos estrellado con ellos.

Este *Informe Planeta Vivo* de WWF se publica en una coyuntura crítica, tras el notable éxito del Acuerdo de París sobre el cambio climático alcanzado en 2015 y el acuerdo sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible para las personas y el planeta. El informe de 2016 es una evaluación fundamental del estado del planeta y su lectura conmociona. Sintetiza la enorme evidencia de que el sistema

de la Tierra está sometido a una amenaza creciente: el clima, la biodiversidad, la salud de los océanos, la deforestación, el ciclo del agua, el ciclo del nitrógeno, el ciclo del carbono.

La conclusión es dura: ya no se puede confiar en la estabilidad planetaria que nuestras especies han disfrutado durante 11.700 años y que permitió el surgimiento de la civilización.

Pese a todo, soy optimista respecto al futuro: en el siglo XX superamos algunos de los mayores desafíos de nuestra historia. Se han erradicado muchas enfermedades. La salud infantil y la materna mejoran. La pobreza decrece. Y el agujero de la capa de ozono comienza a estabilizarse. Sin embargo, para lograr grandes progresos, se requieren innovaciones osadas y cambios de pensamiento que fomenten acciones colectivas en todo el mundo. En resumen, debemos hacer un viraje urgente hacia un mundo que trabaje en el espacio operativo seguro de la Tierra. Lo que el Antropoceno nos plantea –y se expone en detalle en las siguientes páginas– es la necesidad de hacer una gran transformación. El *Informe Planeta Vivo* nos dota del liderazgo intelectual y la visión necesarios para conducir el mundo por una senda sostenible cimentada en el pensamiento sistémico –y nuestros puntos de partida serán los sistemas alimentario y energético–. Estoy seguro de que estas condiciones fomentarán el paso de la palabra a la acción que asegure una Tierra resiliente para las futuras generaciones.

Johan Rockström
Director ejecutivo del
Centro de Resiliencia de Estocolmo

VIVIR EN EL LÍMITE

© WWF

La evidencia nunca ha sido más sólida, ni nuestro entendimiento más lúcido. No solo somos capaces de monitorear el aumento exponencial de la presión ejercida por los seres humanos a lo largo de los últimos sesenta años –la llamada "Gran Aceleración"– y la consiguiente degradación de los sistemas naturales, sino que ahora entendemos mejor las relaciones entre los sistemas que sostienen la Tierra y los extremos que el planeta puede soportar.

Veamos la biodiversidad. La riqueza y la diversidad de la vida en la Tierra son fundamentales para los complejos sistemas de vida que las sostienen. La vida sustenta a la misma vida. Somos parte de la misma ecuación. Se pierde la biodiversidad y el mundo natural y los sistemas que sostienen la vida, tal como la conocemos hoy, colapsarán. Dependemos por entero de la naturaleza para conservar la calidad del aire que respiramos, el agua que bebemos, la estabilidad del clima, los alimentos y los materiales que usamos, la economía que nos sostiene y, no menos importante, para preservar nuestra salud, inspirarnos y ser felices.

Durante décadas, los científicos han advertido que las acciones humanas están empujando la vida de nuestro planeta a una sexta extinción masiva. Las pruebas del *Informe Planeta Vivo* de este año corroboran estas advertencias. Desde 1970, las poblaciones de vida silvestre han sufrido un declive preocupante que, en promedio, llega a 58% y podría alcanzar 67% al final de la década.

Sin embargo, también hay evidencia de que las cosas están empezando a cambiar. Primero que todo, no hay como ocultarlo –en esto la ciencia es terminante. Segundo, estamos sintiendo el impacto de un planeta enfermo, en múltiples aspectos, desde la estabilidad social, económica y climática hasta la seguridad energética, hídrica y alimentaria. Todos están sufriendo cada vez más por la degradación del medio ambiente.

Tercero, estamos empezando a entender que un medio ambiente natural diverso, saludable, resiliente y productivo es el pilar de un futuro próspero, justo y seguro para la humanidad. Esto será crucial si queremos ganar las muchas otras luchas humanas por el desarrollo, como combatir la pobreza, mejorar la salud e impulsar las economías. Entonces, al mismo tiempo que prosigue la degradación medioambiental, hay señales sin precedentes de

que estamos empezando a vivir una “Gran Transición” hacia un futuro ecológico sostenible. A pesar de que 2016 sea otro de los años más calurosos de la historia, las emisiones globales de CO_2 se estabilizaron en los últimos dos años y algunos incluso sostienen que, posiblemente, llegaron a su cúspide. Además, parece que la gran combustión de carbón de China también alcanzó su tope. Los economistas afirman que es posible que esta sea una tendencia permanente. La caza furtiva rampante y el tráfico de vida silvestre están devastando los ecosistemas, pero hace poco los Estados Unidos y, sobre todo, China se comprometieron a respetar una prohibición histórica de comercio doméstico de marfil.

Quizás lo más importante, la interrelación de la agenda social, económica y medioambiental se ha reconocido a los niveles más altos mediante el enfoque, sin duda revolucionario, adoptado para definir el nuevo conjunto de metas del Desarrollo Sostenible mundial. Debemos traducir esta conciencia y este compromiso en acciones y cambio.

Estamos entrando a una nueva época de la historia de la Tierra, el Antropoceno. Una época en la que los seres humanos, más que las fuerzas naturales, son la causa principal del cambio planetario. Pero nosotros también podemos redefinir nuestra relación con el planeta, pasar de una relación derrochadora, insostenible y depredadora a una en que las personas y la naturaleza puedan coexistir en armonía.

Debemos adoptar un enfoque que disocie el desarrollo humano y económico de la degradación ambiental –quizás esta sea la transformación cultural y de comportamiento más profunda jamás experimentada por civilización alguna–.

La velocidad y la escala de esta transición son decisivas. Como lo destaca esta edición del *Informe Planeta Vivo*, disponemos de las herramientas para solucionar este problema y debemos comenzar a usarlas de inmediato.

Nunca ha existido un momento más oportuno para el movimiento medioambiental y nuestra sociedad en su conjunto. De hecho, estos cambios ya están aquí y, si nos sentimos abrumados por la escala de los desafíos que afronta esta generación, debemos estar igualmente motivados por la oportunidad sin precedentes de construir un futuro armónico con el planeta.

Marco Lambertini
Director General
WWF Internacional

LA HISTORIA DE LA SOYA

1. El Cerrado es una de las formaciones sabaneras más ricas de la Tierra

Situado entre la Amazonía, el Bosque Atlántico y el Pantanal, el Cerrado abarca más del 20% de Brasil y es la región de sabana más grande de Suramérica. Es una de las formaciones de sabana más ricas del mundo en cuanto a seres vivos se refiere: alberga el 5% de las especies de la Tierra y una de cada diez especies brasileñas. En el Cerrado hay más de 10.000 especies de plantas y casi la mitad de ellas no se encuentra en ningún otro lugar del mundo. El Cerrado también es una de las regiones más amenazadas y sobreexplotadas. Alguna vez, estos pastizales arbolados cubrieron un área equivalente a la mitad de Europa. Hoy sus hábitats naturales y su rica biodiversidad desaparecen a mayor velocidad que los de la selva tropical colindante.
Las prácticas agrícolas insostenibles, sobre todo la producción de soya y la ganadería, así como la quema de vegetación para producir carbón, siguen amenazando la biodiversidad del Cerrado.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)

© Tui De Roy - Minden Pictures

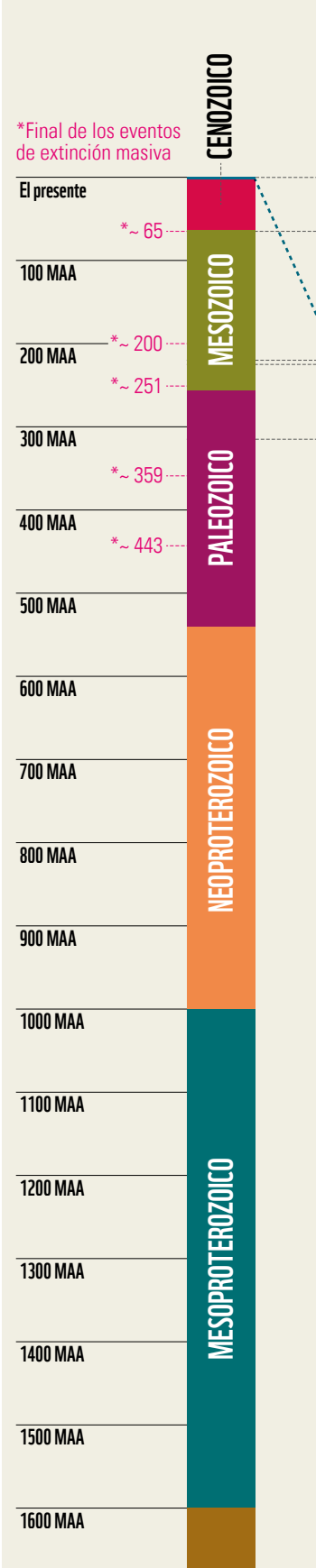
RIESGO Y RESILIENCIA EN UNA NUEVA ERA

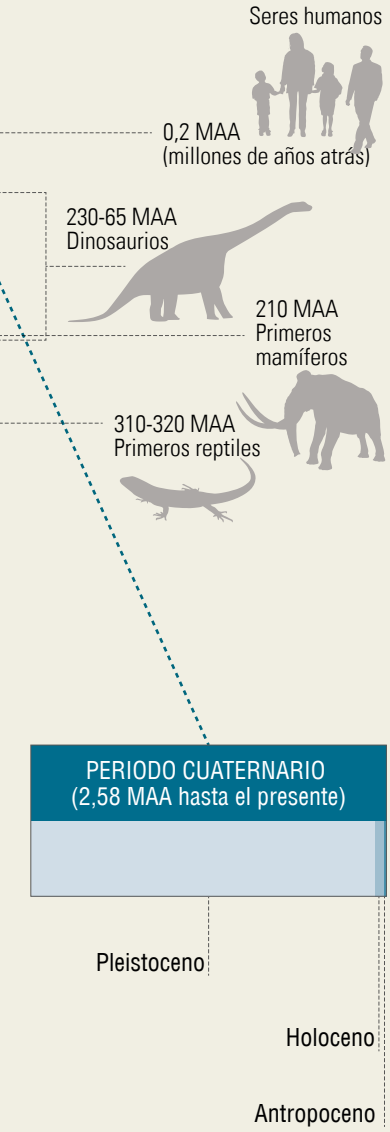
VIVIR EN EL FILO

Los ecosistemas de la Tierra han evolucionado a lo largo de millones de años. Este proceso ha dado origen a comunidades biológicas diversas y complejas que viven en equilibrio con su entorno. Estos ecosistemas diversos también suministran alimentos, agua fresca, aire limpio, energía, medicina y recreación a las personas. Sin embargo, hace más de cien años, la naturaleza y los servicios que prestan a la humanidad afrontan un riesgo creciente.

El tamaño y la escala de la actividad humana han crecido exponencialmente desde la mitad del siglo XX. En consecuencia, las condiciones ambientales que fomentaron este formidable crecimiento están empezando a cambiar. Para simbolizar esta condición ambiental emergente, el ganador del premio Nobel Paul Crutzen (2002) y otros autores han planteado que hemos hecho la transición del Holoceno a una nueva época geológica, a la que han denominado el "Antropoceno" (por ejemplo, Waters *et al.*, 2016). En el Antropoceno, nuestro clima ha cambiado a mayor velocidad, los océanos se han acidificado y han desaparecido biomas enteros, todo ello a un ritmo medible durante el periodo de vida de un ser humano. Esta tendencia representa un riesgo: que la Tierra se vuelva mucho menos hospitalaria con nuestra sociedad globalizada moderna (Richardson *et al.*, 2011). Actualmente, los científicos tratan de identificar los cambios de origen humano que constituyen la principal amenaza para la resiliencia de nuestro planeta (Rockström *et al.*, 2009a).

Es tal la magnitud de nuestro impacto en el planeta que el Antropoceno podría calificarse como el sexto evento de extinción masiva del mundo. En el pasado, esos acontecimientos tardaron entre cientos de miles y millones de años en verificarse. Lo que hace tan asombroso al Antropoceno es que esos cambios están ocurriendo en periodos de tiempo, en extremo, condensados. Además, el motor de esta transición es excepcional. Es la primera vez que una época geológica podría estar determinada por lo que una sola especie (*Homo sapiens*) le ha hecho conscientemente al planeta, en oposición a lo que el planeta les ha impuesto a las especies que lo habitan.





Gráfica 1. Línea de tiempo geológica. *Los colores de la escala de tiempo vertical representan diferentes eras (IUGS, 2016; Baillie et al., 2010; Barnosky et al., 2011).*

La definición de las épocas: la perspectiva del geólogo

El desarrollo humano reciente se produjo en las condiciones climáticas relativamente estables de la época del Holoceno (Gráfica 1). El concepto de una época nueva atrae la atención de un número creciente de científicos que tienen un amplio rango de intereses y experticia.

Los geólogos interpretan las fases ambientales de la Tierra, incluyendo la historia del clima, la atmósfera y la biodiversidad, estudiando lo que está grabado en las rocas. Los eones, las eras, los periodos y las épocas se basan en unidades cada vez más pequeñas, aunque anidadas, de tiempo geológico. Se definen mediante acontecimientos globales que dejan una huella en los estratos rocosos. Por ejemplo, podría existir evidencia de cambios en la química rocosa o de la aparición o desaparición de especies particulares que pueden identificarse gracias a sus restos fosilizados. Hasta hace poco, todas esas fases o cambios temporales eran el resultado de eventos naturales, como impactos de meteoritos, movimientos tectónicos, actividad volcánica masiva y cambios en las condiciones atmosféricas. Algunas veces, los efectos de esos cambios en las especies fueron tan profundos que provocaron extinciones masivas generalizadas. Hasta la fecha, en los registros rocosos, se han identificado cinco extinciones masivas, incluyendo la del final del periodo Pérmico, cuando desaparecieron más del 90% de las especies marinas y cerca del 70% de las terrestres (por ejemplo, Erwin, 1994).

¿Cómo podría un geólogo del futuro identificar la época del Antropoceno en la memoria rocosa? Hay muchas cosas que podrían dar testimonio de la influencia humana. Por ejemplo, las ruinas de algunas megalópolis podrían convertirse en estructuras fósiles complejas. La urbanización misma podría considerarse una alteración del proceso de sedimentación, provocada por estratos rocosos construidos por el hombre. Los científicos señalan una gama de huellas potenciales, desde pesticidas hasta nitrógeno y fósforo, además de radionucleidos (Waters *et al.*, 2016). En muchas rocas, podría detectarse la acumulación de partículas de plástico en los sedimentos marinos (Zalasiewicz *et al.*, 2016). Por último, es probable que un geólogo del futuro advierta la acelerada disminución del número de especies, a partir de las pistas que le den los registros rocosos (Ceballos *et al.*, 2015): ya estamos perdiendo especies a un ritmo congruente con un sexto evento de extinción masiva. La evidencia actual de ese tipo de cambios indica que quizás el Antropoceno comenzó a mitad del siglo XX (Waters *et al.*, 2016).

RESUMEN EJECUTIVO

TRAZAR NUESTRO RUMBO HACIA UN PLANETA RESILIENTE

Según la trayectoria actual, en el Antropoceno, es incierto el futuro de muchos organismos vivos. De hecho, muchos indicadores son alarmantes. El Índice Planeta Vivo, que mide la abundancia de la biodiversidad con base en el seguimiento a 14.152 poblaciones de 3.706 especies de vertebrados, revela una tendencia decreciente constante. En promedio, la abundancia de las especies monitoreadas decayó en 58% entre 1970 y 2012. Las presiones provenientes de la agricultura insostenible, las pesquerías, la minería y otras actividades humanas que contribuyen a la pérdida y degradación de los hábitats, la sobreexplotación, el cambio climático y la contaminación afectan cada vez más a las especies monitoreadas. En un escenario sin cambios, esta tendencia descendente persiste. Según lo previsto, las metas de las Naciones Unidas para detener la desaparición de la biodiversidad deberán cumplirse en 2020. Pero, para entonces, las poblaciones de las especies podrían haber disminuido 67% en promedio durante los últimos cincuenta años.

EN PROMEDIO, LA ABUNDANCIA DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS DECAYÓ 58% ENTRE 1970 Y 2012

Los únicos afectados no son los animales silvestres y las plantas: cada vez más, las personas también son víctimas del deterioro de la naturaleza. Lo sistemas vivos mantienen respirable el aire y el agua potable, y nos proporcionan alimentos nutritivos. Para seguir prestando estos servicios vitales, necesitan conservar su complejidad, diversidad y resiliencia.

CADA VEZ MÁS, LAS PERSONAS TAMBIÉN SON VÍCTIMAS DEL DETERIORO DE LA NATURALEZA

El modo como nos apropiamos de los recursos naturales ha tenido un impacto tremendo en los sistemas medioambientales de la Tierra y ha afectado por igual a las personas y a la naturaleza. Esto, a su vez, repercute en la condición de la biodiversidad y del clima. El conocimiento de los Límites Planetarios puede ayudarnos a comprender la complejidad de los impactos de la actividad humana en el planeta (Rockström *et al.*, 2009b; Steffen *et al.*, 2015a). La transgresión de los límites de nueve procesos de sistemas planetarios puede conducir a niveles peligrosos de inestabilidad y aumentar el riesgo que corre la humanidad. Los investigadores afirman que los seres humanos ya forzaron, por lo menos, cuatro de estos procesos globales a sobrepasar sus límites seguros. No existe certeza científica sobre los efectos biofísicos y sociales de exceder esos límites, pero es evidente que la transgresión ha generado impactos globales en el cambio climático, la integridad de la biósfera, los flujos biogeoquímicos y el cambio del sistema de la tierra (Steffen *et al.*, 2015a).

EL CONOCIMIENTO DE LOS LÍMITES PLANETARIOS PUEDE AYUDARNOS A COMPRENDER LA COMPLEJIDAD DE LOS IMPACTOS DE LA ACTIVIDAD HUMANA EN EL PLANETA

Otra forma de ver las relaciones entre nuestra conducta y la capacidad de carga de la Tierra es calcular la Huella Ecológica. Esta representa la exigencia que los seres humanos le hacen a la capacidad de la Tierra para suministrar recursos renovables y servicios ecológicos. Hoy, la humanidad necesita la capacidad regenerativa de 1.6 Tierras para obtener los bienes y servicios que consume cada año. Además, la Huella Ecológica per cápita de las naciones de altos ingresos supera la de los países de bajos y medianos ingresos (Global Footprint Network, 2016). Los patrones de consumo de los países con altos ingresos generan demandas desproporcionadas de recursos renovables, con frecuencia, a expensas de los habitantes y la naturaleza del resto del mundo.

SI LAS TENDENCIAS ACTUALES PERSISTEN, ES PROBABLE QUE EL CONSUMO INSOSTENIBLE Y LOS PATRONES DE PRODUCCIÓN AUMENTEN, A LA PAR QUE LA POBLACIÓN HUMANA Y EL CRECIMIENTO ECONÓMICO

Si las tendencias actuales persisten, es probable que el consumo insostenible y los patrones de producción aumenten, a la par que la población humana y el crecimiento económico. El crecimiento de la Huella Ecológica, la transgresión de los Límites Planetarios y la presión cada vez mayor sobre la biodiversidad están arraigadas en fallas sistémicas inherentes a los sistemas actuales de producción, consumo, finanzas y gobernanza. Los comportamientos que dan origen a estos patrones están determinados, en gran medida, por el modo como están organizadas las sociedades consumistas y se han adoptado gracias a las normas y estructuras subyacentes, como los valores, las normas sociales, las leyes y las políticas que rigen las decisiones cotidianas (p. ej. Steinberg, 2015).

Los elementos estructurales de esos sistemas promueven las elecciones insostenibles de los individuos, las empresas y los gobiernos. Entre esos elementos, se encuentran la medición del bienestar mediante el producto interno bruto (PIB), la búsqueda del crecimiento económico infinito en un planeta finito, el predominio en muchos negocios y modelos económicos de la ganancia a corto plazo sobre la continuidad a largo plazo, y la externalización de los costos ecológicos y sociales en el sistema económico actual. A menudo, esas decisiones repercuten fuera de los territorios nacionales y regionales en que se tomaron. Esta es la razón por la que las relaciones entre los actores, las causas profundas y los fenómenos globales, como la pérdida de la biodiversidad, son difíciles de comprender. Este informe se vale de la historia de la soya para ilustrar la relación entre los impactos que afectan un lugar del planeta y las elecciones que toman los consumidores a miles de kilómetros de donde esta se produce.

LA HUMANIDAD TIENE EL DESAFÍO INSOSLAYABLE DE CORREGIR EL RUMBO, DE MODO QUE TRABAJEMOS DENTRO DE LOS LÍMITES MEDIOAMBIENTALES DE NUESTRO PLANETA Y MANTENGAMOS O RESTAUREMOS LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS

Dada la trayectoria actual, que nos aboca a las condiciones inaceptables vaticinadas para el Antropoceno, la humanidad tiene el desafío insoslayable de corregir el rumbo, de modo que trabajemos dentro de los límites medioambientales de nuestro planeta y mantengamos o restauremos la resiliencia de los ecosistemas. Nuestro papel protagónico como fuerza motriz en el Antropoceno también nos da razones para tener esperanza. No solo reconocemos los cambios que tienen lugar y los riesgos que suponen

para la naturaleza y la sociedad, sino que también comprendemos sus causas.

Estos son los primeros pasos conducentes a identificar las soluciones para restaurar los ecosistemas de los que dependemos y crear lugares resilientes y hospitalarios para la vida silvestre y las personas. Si este conocimiento guía nuestras acciones, conseguiremos trazar nuestro rumbo en el Antropoceno. Este informe destaca varios ejemplos inspiradores de transiciones exitosas.

Debemos diseñar respuestas que estén a la altura del desafío de adoptar modos de producción y consumo sostenibles y resilientes. Este reto también está descrito en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. La protección del capital natural de la Tierra y de los servicios de sus ecosistemas beneficia a las personas tanto como a la naturaleza. En un entorno natural debilitado y destruido, es mucho menos probable construir un futuro justo y próspero, derrotar la pobreza y mejorar la salud.

El tránsito hacia un planeta resiliente implica una transformación que disocie el desarrollo humano de la degradación medioambiental y la exclusión social. Para promover la perspectiva de la finitud de recursos de nuestro planeta, deben producirse ciertos cambios significativos en el sistema económico global. La manera como medimos el éxito está cambiando gracias a algunos ejemplos de manejo de la sostenibilidad de los recursos naturales y de toma de decisiones que tienen en cuenta a las futuras generaciones y al valor de la naturaleza.

EL TRÁNSITO HACIA UN PLANETA RESILIENTE IMPLICA UNA TRANSFORMACIÓN QUE DISOCIE EL DESARROLLO HUMANO DE LA DEGRADACIÓN MEDIOAMBIENTAL Y LA EXCLUSIÓN SOCIAL

Esta transformación requiere cambios fundamentales en dos sistemas globales: el energético y el alimentario. En el primero, es clave un desarrollo acelerado de fuentes sostenibles de energía renovable y una transición de la demanda hacia energías renovables. En lo que atañe al segundo sistema, estas dos condiciones podrían contribuir significativamente a la producción de suficientes alimentos dentro de los límites del planeta: un cambio en la dieta de los países con altos ingresos, gracias al menor consumo de proteínas de origen animal y la reducción del desperdicio a lo largo de la cadena alimentaria. Además, para fortalecer la resiliencia de los paisajes, los sistemas naturales y la biodiversidad, así como el sustento de quienes dependen de ellos, es fundamental optimizar la productividad agrícola sin exceder los límites de los ecosistemas, reemplazar las fuentes químicas y fósiles mediante la imitación de los procesos naturales, y estimular interacciones benéficas entre diferentes sistemas agrícolas.

La velocidad con que tracemos nuestro rumbo en el Antropoceno será determinante para nuestro futuro. Al permitir y fomentar innovaciones significativas y habilitarlas para que los gobiernos, las empresas y los ciudadanos las adopten rápidamente, aceleraremos el viraje hacia una trayectoria sostenible. La comprensión del valor y las necesidades de nuestra cada vez más frágil Tierra también contribuirán a ello.

LA VELOCIDAD CON QUE TRACEMOS NUESTRO RUMBO EN EL ANTROPOCENO SERÁ DETERMINANTE PARA NUESTRO FUTURO

A GOLPE DE VISTA

¿Qué está pasando?

CAPÍTULO 1

ESTADO DEL PLANETA NATURAL

- El Índice Planeta Vivo muestra un descenso del 58% entre 1970 y 2012, con grandes pérdidas en ambientes de agua dulce.
- Si persiste la tendencia actual, en 2020, las poblaciones de vertebrados habrán menguado, en promedio, 67% con respecto a 1970.
- La presión humana creciente amenaza los recursos naturales de los que depende la humanidad e incrementa el riesgo de la inseguridad alimentaria e hídrica y de la competencia por los recursos naturales.

¿Cuál es nuestro papel?

CAPÍTULO 2

IMPACTOS HUMANOS EN EL PLANETA

- Las actividades humanas y el uso de los recursos naturales han aumentado de forma tan drástica –sobre todo desde la mitad del siglo XX–, que estamos arriesgando varios sistemas medioambientales esenciales.
- Estos sistemas interactúan, así que debemos conservarlos para sostener el bienestar humano.
- Los impactos globales y los riesgos que suponen para los seres humanos ya son evidentes en el cambio climático, la integridad de la biósfera, los flujos bioquímicos y el cambio en el sistema de la tierra.
- En 2012, el equivalente a 1.6 Tierras era necesario para obtener los recursos naturales y los servicios que la humanidad consume en un año.

¿Qué podemos hacer?

CAPÍTULO 4

UN PLANETA RESILIENTE PARA LA NATURALEZA Y LAS PERSONAS

- El siglo XXI le plantea a la humanidad el doble desafío de conservar la naturaleza y sus diversas formas y funciones, y construir un hogar equitativo para la gente en un planeta finito.
- *La perspectiva de un planeta* de WWF describe mejores opciones para gobernar, utilizar y compartir los recursos naturales dentro de los límites ecológicos de la Tierra.
- Corregir nuestro rumbo para dirigirnos a la sostenibilidad requiere cambios fundamentales inmediatos en dos sistemas decisivos: el energético y el alimentario.
- La velocidad a la que transitemos hacia una sociedad sostenible es un factor determinante de nuestro futuro.

¿Cuáles son las razones subyacentes?

CAPÍTULO 3

EXAMEN DE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES

- Un prerrequisito para reducir las presiones humanas y sus causas es comprender el carácter de la toma de decisiones que produce la degradación ambiental, social y ecológica.
- El pensamiento sistémico puede ayudar a determinar las causas fundamentales del comportamiento humano que generan los patrones de consumo insostenible, los patrones de producción destructiva, las estructuras de gobernanza disfuncionales y la planeación económica focalizada en el corto plazo.
- En lo que se refiere al sistema alimentario, las causas fundamentales incluyen la trampa de la pobreza, la concentración del poder y los obstáculos para el comercio, la investigación agrícola y la tecnología.

LA HISTORIA DE LA SOYA

2. Se ha perdido cerca de la mitad del Cerrado

Desde finales de la década del cincuenta del siglo XX hasta hoy, alrededor de la mitad de la sabana natural del Cerrado se ha convertido en territorio agrícola. Con la desaparición de esos ecosistemas, se perdió la vida silvestre que sostenían y los servicios ecológicos vitales que prestaban, como el agua limpia, los suelos saludables y la absorción de carbono. Entre las especies amenazadas están el jaguar, el lobo de crin y el oso hormiguero gigante, así como muchas plantas y animales exclusivos del Cerrado. La presión no agobia solo a los frágiles ecosistemas y las especies. La destrucción del hábitat también amenaza el modo de vida de muchos indígenas y de otras comunidades cuya subsistencia depende de la selva, los pastizales naturales y las sabanas.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)

© Scott S. Warren - National Geographic Creative

CAPÍTULO 1: ESTADO DEL PLANETA NATURAL

MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD GLOBAL

La biodiversidad comprende la variedad genética de las especies, la variedad y la abundancia de las especies de un ecosistema, y los hábitats de un paisaje. El monitoreo de todos estos aspectos es imperativo, en la medida en que revela las tendencias de la salud de la biodiversidad y los ecosistemas, y permite tomar decisiones documentadas sobre el uso de los recursos y la protección. Puesto que la biodiversidad es multifacética, se requieren múltiples medidas. La adopción de cualquiera de ellas depende del componente de la biodiversidad que se quiera conocer y del objetivo último de la información. Los índices vigentes incluyen, entre otros, el Índice Planeta Vivo (IPV), la Lista Roja de Especies Amenazadas, de UICN, y los indicadores que nos revelan el estado de hábitats específicos, como los bosques, o del capital natural (Tittensor *et al.*, 2014).

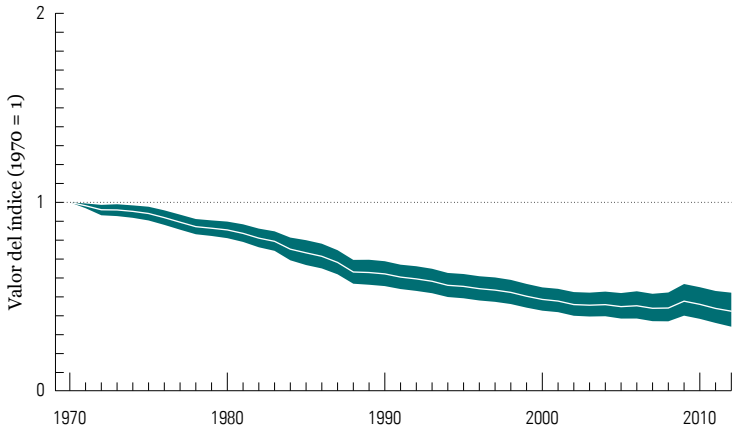
El Índice Planeta Vivo global

El IPV mide la biodiversidad recopilando los datos poblacionales de varias especies de vertebrados y determinando el promedio de variación de la abundancia a través del tiempo. El IPV es comparable al índice bursátil, pero en vez de monitorear la economía mundial, es un importante indicador de la condición ecológica del planeta (Collen *et al.*, 2009). El IPV global se basa en información científica proveniente del monitoreo de 14.152 poblaciones de 3.706 especies de vertebrados de todo el mundo, entre las que hay mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles.

El IPV muestra que, entre 1970 y 2012, la abundancia poblacional de vertebrados sufrió una disminución global del 58% (Gráfica 2). En promedio, estas poblaciones han decrecido más de la mitad en algo más de cuarenta años. Los datos dan cuenta de un descenso anual de 2%, en promedio, y aún no hay señales de que este porcentaje esté disminuyendo. El Informe Planeta Vivo 2014 reportó una disminución del 52% entre 1970 y 2010. Aunque los conjuntos de información sobre especies marinas y terrestres aumentaron con la incorporación de nuevos datos, la disminución más contundente y la que ha tenido más peso en el descenso global que revela este informe es la de especies de agua dulce.

EL IPV MUESTRA QUE, ENTRE 1970 Y 2012, LA ABUNDANCIA POBLACIONAL DE VERTEBRADOS SUFRIÓ UNA DISMINUCIÓN GLOBAL DEL 58%

Gráfica 2. El Índice Planeta Vivo mundial revela una disminución del 58% (rango de -48 a -66%) entre 1970 y 2012. *Tendencia de la abundancia poblacional de 14.152 poblaciones de 3.706 especies monitoreadas en el mundo entre 1970 y 2012. La línea blanca muestra los valores del índice y las áreas sombreadas representan los límites de confianza del 95% alrededor de esa tendencia (WWF/ZSL, 2016).*



Convenciones

Índice Planeta Vivo mundial

Límites de confianza

Monitoreo de las especies

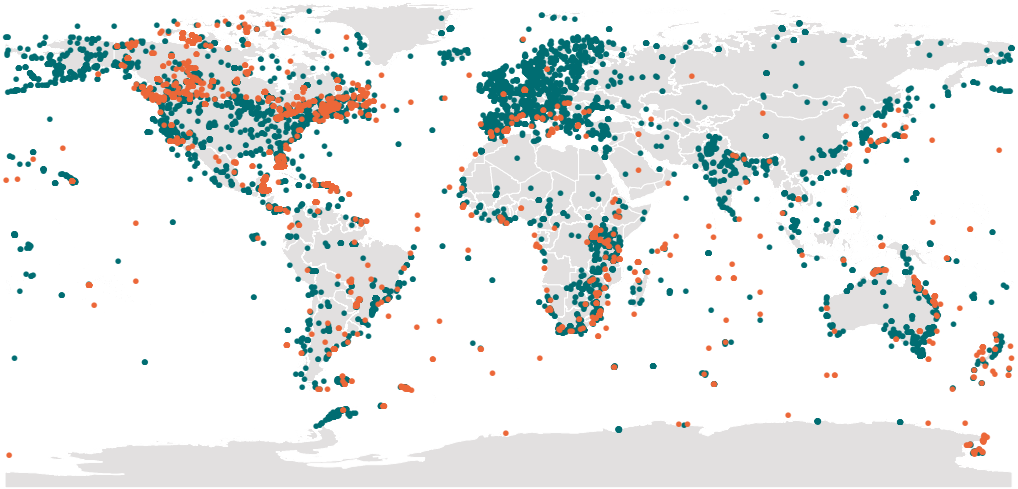
La base de datos del IPV reúne más de 3.000 fuentes de información. Para incluir una fuente de información en la base de datos, es necesario que la población en cuestión se haya monitoreado de manera sistemática con el mismo método de medición durante todo el periodo de estudio. Algunas fuentes consisten en investigaciones de larga duración, como los estudios de reproducción de aves en Europa (EBCC/RSPB/BirdLife/Estadísticas Países Bajos, 2016) y en Norteamérica (Sauer *et al.*, 2014). Otros consisten en proyectos de corta duración, diseñados para investigar un asunto específico. La mayoría de esas fuentes provienen de artículos de revistas científicas revisados por pares.

LA BASE DE DATOS DEL IPV REÚNE MÁS DE 3.000 FUENTES DE INFORMACIÓN

Los censos de las especies, agrupados en un conjunto de datos, constituyen una herramienta importante para monitorear el estado de la naturaleza. Sin embargo, esta información representa de manera desigual los lugares: no hace una cobertura ideal de todos los grupos de especies y de las regiones (Gráfica 3). Los investigadores están revisando los datos para identificar y corregir las lagunas en la información. La base de datos del IPV está en constante evolución y le ofrece a cada Informe Planeta Vivo un conjunto enorme de información para el análisis. Por ello, los porcentajes que divulgan los informes suelen cambiar cada año, conforme crece la base de datos (ver información detallada en la página 40). Los nuevos porcentajes permanecen en el mismo rango que los anteriores (según las mediciones de los intervalos de confianza), así que las tendencias generales son similares, aunque, a menudo, el porcentaje final sea distinto.

Desde el último Informe Planeta Vivo, se han añadido 668 especies y 3.772 poblaciones. La información sobre las especies marinas, específicamente los peces, aumentó en el más reciente conjunto de datos del IPV. No obstante, todavía hay un gran vacío geográfico en los datos, que comprende, sobre todo, Asia, Suramérica y el centro, el occidente y el norte de África. Además, el conjunto de datos actual está restringido a las poblaciones de especies de vertebrados. En este momento, se están desarrollando métodos para incorporar los invertebrados y las plantas.

Gráfica 3. Distribución de los sitios que le suministran información al Índice Planeta Vivo.
El mapa muestra la localización en el IPV de las especies monitoreadas. Las poblaciones nuevas que se añadieron después del último informe están señaladas en anaranjado (WWF/ZSL, 2016).



Una mirada más atenta a las amenazas

Que las poblaciones corran peligro o no depende de la resiliencia de las especies, los lugares y el carácter de las amenazas (Collen *et al.*, 2011; Pearson *et al.*, 2014). El IPV proporciona información sobre las amenazas que sufre alrededor de un tercio de las poblaciones (3.776). Más de la mitad (1.981), que padece amenazas documentadas, está disminuyendo. La amenaza más común contra las poblaciones decrecientes es la pérdida y degradación del hábitat. Otros estudios confirman que esta es la principal amenaza contra las especies de vertebrados (por ejemplo, Baillie *et al.*, 2010; Böhm *et al.*, 2013; UICN, 2015). Las principales causas de la pérdida de los hábitats parecen ser la agricultura insostenible, la tala y los cambios en los sistemas de agua dulce (Baillie *et al.*, 2010). Las amenazas suelen interactuar, lo cual puede exacerbar sus repercusiones en las especies: por ejemplo, la destrucción del hábitat y la sobreexplotación pueden afectar la capacidad de las especies para reaccionar a los cambios del clima (Dirzo *et al.*, 2014).

Gráfica 4. Diferentes tipos de amenazas en la base de datos del Índice Planeta Vivo.
Categorías y descripciones de los diferentes tipos de amenazas a las que se hace referencia en la base de datos del Índice Planeta Vivo. Basado en Salafsky et al., 2008.

Al introducir en la base de datos del IPV la información sobre las poblaciones, se añaden los datos sobre las amenazas relacionadas con ellas. Estos datos facilitan la comprensión de los patrones que subyacen al descenso de la población a nivel regional o mundial. La base de datos reconoce cinco clases de amenazas. La siguiente gráfica muestra cómo afectan a las especies dichas amenazas, directa o indirectamente.

AMENAZAS

Pérdida o degradación del hábitat

Se refiere a la modificación del ambiente en que vive la especie, debido a su completa eliminación, su fragmentación o la disminución de la calidad o de las características esenciales del hábitat. Las causas habituales de este deterioro son la agricultura insostenible, la tala, el transporte, el desarrollo residencial o comercial, la producción de energía y la minería. Las amenazas más comunes hacia los hábitats de agua dulce son la fragmentación de los ríos y los arroyos, y la extracción de agua.

Sobreexplotación de las especies

Existen formas directas e indirectas de sobreexplotación. La directa incluye la cacería insostenible, la caza furtiva y las capturas, bien sea para la subsistencia o el comercio. La indirecta tiene lugar cuando se mata involuntariamente a especies que no se persiguen, tal como sucede en la captura incidental efectuada por las pesquerías.

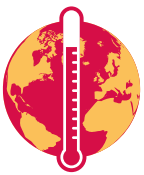
Contaminación

La contaminación puede afectar directamente a las especies cuando convierte el ambiente en un medio insostenible para su supervivencia, debido a un derrame de petróleo, por ejemplo. También afecta de forma indirecta a las especies cuando altera la disponibilidad de alimentos y la reproducción, lo que provoca una reducción paulatina de la población.

Especies invasoras y enfermedades

Las especies invasoras pueden competir con las nativas por el espacio, los alimentos y otros recursos. Pueden convertirse en depredadores para las especies nativas o propagar enfermedades que antes no existían en el lugar. Los seres humanos también llevan nuevas enfermedades de un lugar del planeta a otro.

Cambio climático



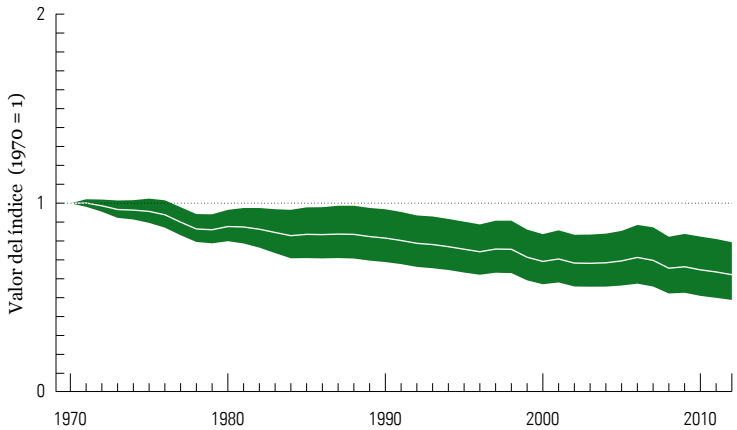
A medida que cambie la temperatura, algunas especies deberán adaptarse modificando sus rangos para detectar los climas aptos. Los efectos del cambio climático en las especies suelen ser indirectos. Los cambios en la temperatura pueden provocar confusión sobre los signos que desencadenan los eventos estacionales, como la migración y la reproducción, y generarlos cuando no corresponde. En un determinado hábitat, pueden, por ejemplo, desalinear la reproducción y el periodo en que abundan los alimentos.

Índice Planeta Vivo terrestre

Los sistemas terrestres comprenden muchos hábitats, como los bosques, las sabanas y los desiertos, así como los entornos construidos por el hombre, como las ciudades y los campos agrícolas. Este sistema es el que mejor se ha estudiado de los tres, sobre todo, porque en él vive la gente y también porque plantea menos dificultades logísticas que la investigación en los sistemas marinos y de agua dulce. Por esta razón, el conjunto de información que sustenta el IPV terrestre es el más completo. Se basa en los datos suministrados por el monitoreo de 4.658 poblaciones de 1.678 especies terrestres o el 45% de las especies a las que alude la base de datos del Índice Planeta Vivo.

LOS SERES HUMANOS HAN MODIFICADO LA MAYOR PARTE DE LA SUPERFICIE TERRESTRE DEL PLANETA

El sistema terrestre se ha transformado en el curso de los últimos siglos: los seres humanos han modificado la mayor parte de la superficie terrestre del planeta (Ellis *et al.,* 2010). Esta transformación ha tenido una gran repercusión en la biodiversidad (Newbold *et al.*, 2015). El IPV terrestre lo confirma: revela que, en general, las poblaciones han disminuido 38% desde 1970 (Gráfica 5), a un ritmo anual de 1.1%, en promedio.



Gráfica 5. El IPV terrestre da cuenta de un declive del 38% (rango de -21 a -51%) entre 1970 y 2012. *Tendencia de la abundancia poblacional de 4.658 poblaciones de 1.678 especies terrestres monitoreadas en el mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ ZSL, 2016).*

Convenciones

Índice Planeta Vivo terrestre

Límites de confianza

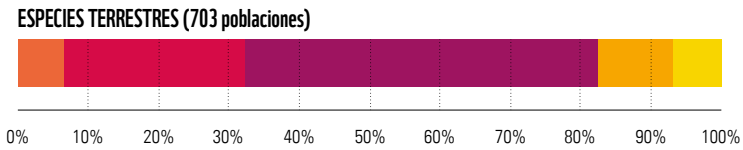
Pese a la transformación generalizada efectuada por los seres humanos, desde 1970, la abundancia de las poblaciones del sistema terrestre ha disminuido de forma menos pronunciada que las poblaciones del sistema marino y de agua dulce. Las áreas protegidas cubren 15.4% de la superficie terrestre del planeta, incluyendo las aguas interiores (Juffe-Bignoli *et al.*, 2014). Es probable que la instauración de las áreas protegidas haya contribuido a la conservación y recuperación de algunas especies y haya frenado la tendencia decreciente del índice de los vertebrados terrestres.

Gráfica 6. A partir de la frecuencia del tipo de amenaza contra 703 poblaciones terrestres menguantes, la base de datos del IPV da cuenta de 1.281 amenazas registradas.
Se han registrado hasta tres amenazas contra cada población, de modo que el número total de amenazas registradas supera el número de poblaciones (WWF/ZSL, 2016).

Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación

La base de datos del IPV contiene información sobre las amenazas que afectan al 33% de las poblaciones terrestres menguantes (n=703). En el IPV, las amenazas más comunes contra las poblaciones terrestres son la pérdida y degradación del hábitat, seguidas por la sobreexplotación (Gráfica 6). La gravedad de otras amenazas varía según el grupo taxonómico (Gráfica 7).

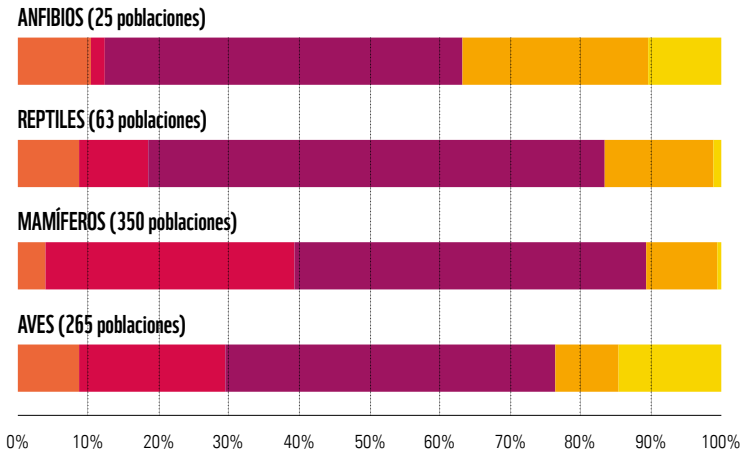


Después de la pérdida y la degradación del hábitat, las amenazas que más afectan a los anfibios y los reptiles son las especies invasoras y las enfermedades. Las especies exóticas tienen efectos negativos sobre las nativas, bien sea por depredación o competencia. Estas repercusiones adversas se han documentado bien en diferentes lugares del planeta. La introducción de animales no nativos, como ratas, gatos, mangostas y otros reptiles, ha tenido un enorme impacto en los reptiles nativos, sobre todo en las islas (Whitfield Gibbons *et al.*, 2000).

Gráfica 7. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas contra 703 poblaciones terrestres menguantes, en la base de datos del IPV *(WWF/ZSL, 2016).*

Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación

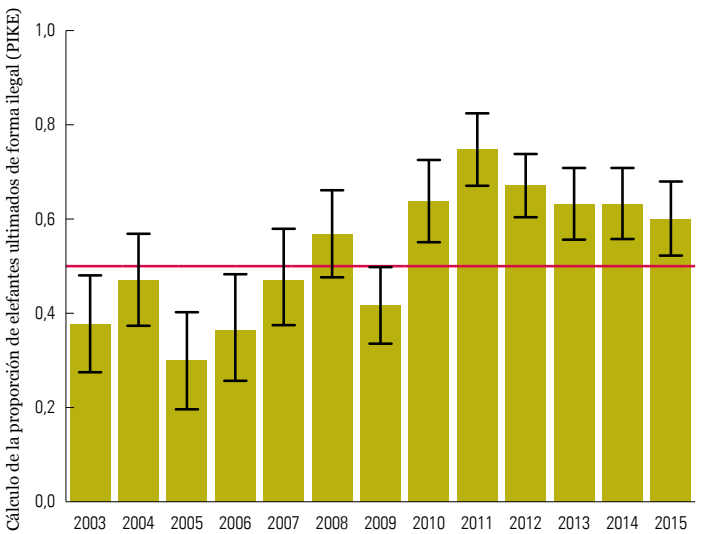


Los elefantes africanos: amenazados por la sobreexplotación

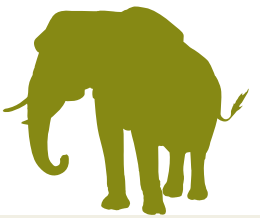
La sobreexplotación amenaza el 60% de las poblaciones decrecientes de mamíferos terrestres que aparecen en el IPV. Los elefantes africanos (*Loxodonta africana*) están entre ellas, aunque también padecen los efectos de la pérdida y la fragmentación del hábitat. Durante los últimos dos siglos, el área de distribución de estos elefantes ha disminuido, al mismo tiempo que su población ha sufrido un declive masivo (Barnes, 1999). La caza ilegal para obtener marfil parece ser la causa primordial de esta reducción (Wittemyer, 2014).

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por su sigla en inglés) estableció un sistema para evaluar los niveles relativos de la caza furtiva. La proporción de elefantes ultimados de forma ilegal (PIKE, por su sigla en inglés) equivale al número de elefantes abatidos ilegalmente dividido entre el total de cadáveres de elefantes. La Gráfica 8 muestra la tendencia de PIKE en los 54 sitios de muestreo en África. Las muertes ilegales de elefantes aumentaron desde 2005 y alcanzaron su punto más alto en 2011. A pesar del ligero declive de muertes a partir de ese año, se estima que más de la mitad de los elefantes muertos fue víctima de cazadores furtivos, un porcentaje que supera el nivel de PIKE considerado como "preocupante" (señalado con color rojo en la Gráfica).

Una región que genera especial inquietud es Seolus-Mikumi, en Tanzania, donde se calcula que PIKE todavía es superior a 0.7. En esta área, la población de elefantes pasó de unos 44.806 individuos en 2009 a 15.217 en 2014, una disminución del 66% durante un periodo de cinco años (Instituto de Investigación de la Fauna de Tanzania [TAWIRI, por su sigla en inglés], 2015). La región comprende la reserva de caza de Seolus, una de las reservas de fauna más grandes del mundo. Desde 1982, es un Sitio del Patrimonio Mundial, pero en 2014 entró a la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro, debido a la propagación de la caza furtiva (UNESCO, 2014). Se le ha pedido a la comunidad internacional –y especialmente a los países de origen, tránsito y destino del marfil– que apoye a Tanzania y sus esfuerzos para proteger la vida silvestre y los hábitats únicos de la reserva.



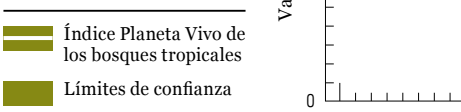
Gráfica 8. Cálculo de la proporción de elefantes ultimados de forma ilegal (PIKE, por su sigla en inglés) *entre 2003 y 2015 (barras), con límites de confianza del 95% (barras de error) y un umbral de 0.5 por encima de la proporción preocupante de elefantes ultimados de forma ilegal (línea roja). Basado en las evaluaciones de 14.606 cadáveres de elefantes (CITES, 2016).*

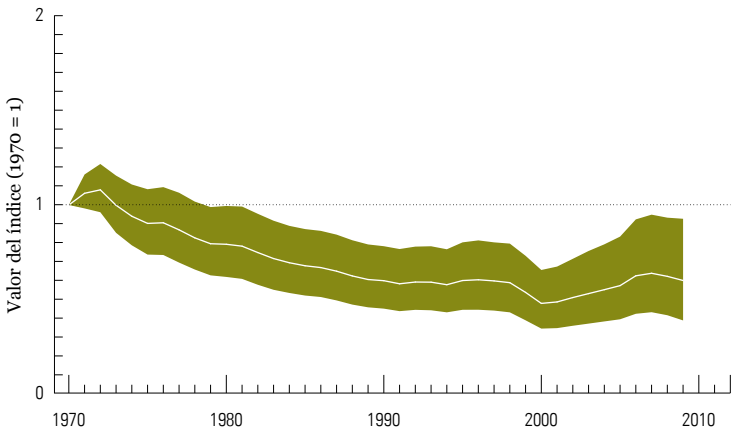


Una mirada más atenta a los bosques tropicales

En lo que respecta a la diversidad de especies, los bosques tropicales están entre los ecosistemas más ricos del mundo. También ellos han sufrido una gran pérdida de territorio (Hansen *et al.*, 2013). Para el año 2000, 48.5% del hábitat del bosque latifoliado seco tropical/subtropical se había transformado para atender las necesidades humanas (Hoekstra *et al.*, 2005). Es probable que una transformación de tales dimensiones haya afectado a las especies que vivían en el bosque y dependían del hábitat. El IPV lo corrobora, mostrando que, entre 1970 y 2009, las especies del bosque tropical disminuyeron en 41% (Gráfica 9). Esto equivale a un declive anual de 1.3 en promedio. El índice se basa en 369 poblaciones de 220 especies. No se ha determinado la causa específica del incremento temporal del año 2000, visible en la tendencia de los mamíferos y las aves. El índice tiene más información sobre estos dos grupos que sobre los demás.

Gráfica 9. El IPV de las especies de bosques tropicales muestra un declive del 41% (rango de -7 hasta -62%) entre 1970 y 2009.
Tendencia de la abundancia poblacional en 369 poblaciones de 220 especies de bosques tropicales (84 mamíferos, 110 aves, 10 anfibios y 16 reptiles) monitoreadas en todo el mundo entre 1970 y 2009. No se contó con suficiente información para calcular de modo confiable la tendencia después de 2009 (WWF/ZSL, 2016).



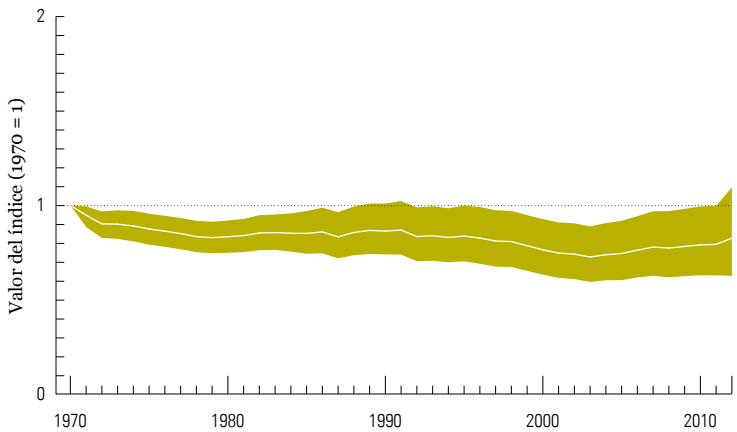


Una mirada más atenta a los pastizales

Los pastizales son ecosistemas terrestres en los que prevalecen la vegetación herbácea y los arbustos. Se mantienen gracias a los incendios, el pastoreo y las temperaturas heladas o ardientes (White *et al.*, 2000). Los seres humanos están ejerciendo una enorme presión sobre los pastizales debido a que son ecosistemas aptos para la agricultura. Desde el año 2000 hasta hoy, se ha transformado 45.8% del área templada de los pastizales, en la que hoy predominan las actividades humanas (Hoekstra *et al.*, 2005). Asimismo, más del 40% del Cerrado brasileño se convirtió en territorio agrícola (Sano *et al.*, 2010).

EN NUMEROSAS ESPECIES SE PUEDE APRECIAR EL EFECTO DE LA TRANSFORMACIÓN DE LOS PASTIZALES

En numerosas especies del planeta se puede apreciar el efecto de la transformación de los pastizales. Las especies de aves de los pastizales de Norteamérica disminuyeron a un ritmo constante entre 1966 y 2011 (Sauer *et al.*, 2013), debido a la expansión de la agricultura (Reif, 2013). En el curso de los últimos años, se ha registrado un declive acelerado de pequeñas poblaciones de mamíferos en la sabana de Australia (Woinarski *et al.*, 2010). El IPV de los pastizales expone con claridad los efectos de la conversión (Gráfica 10). El índice se basa en 372 poblaciones de 126 especies que solo existen en los pastizales (clasificadas por la Lista Roja de la UICN en los hábitats de pastizales, sabanas y arbustos). Esto da cuenta de un descenso general del 18%, con un declive anual del 0.5%, en promedio. La tendencia comienza a estabilizarse después del año 2000 y se eleva ligeramente a partir de 2004. Las iniciativas conservacionistas han ayudado a frenar la disminución de algunas especies de mamíferos en África. Son estas las que marcan la tendencia desde 2004, aunque la disminución de las poblaciones de aves continuó hasta 2012.



Gráfica 10. El IPV de las especies de los pastizales muestra un declive del 18% (rango de +1 hasta -38%) entre 1970 y 2012.
Tendencia de la abundancia poblacional de 372 poblaciones de 126 especies de los pastizales (55 mamíferos, 58 aves y 13 reptiles) monitoreadas en el mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Convenciones

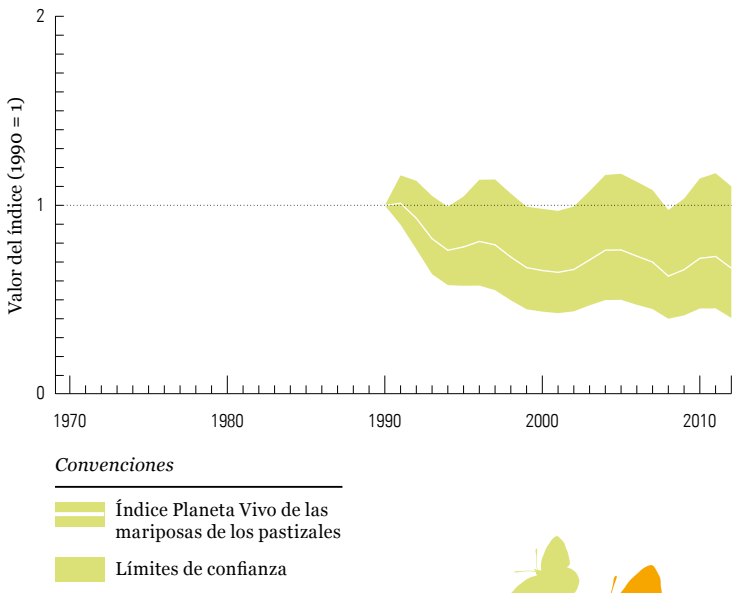
- Índice Planeta Vivo de los pastizales
- Límites de confianza

Las mariposas de los pastizales

La base de datos del IPV aún no tiene información sobre las especies de los invertebrados. Sin embargo, los datos provenientes de otros trabajos de monitoreo pueden ayudar a llenar el vacío. Desde 2015, se han recogido y unificado datos del seguimiento a varias especies de mariposas europeas en el Indicador de Mariposas de Pastizales de la Agencia Europea del Medio Ambiente (Van Swaay y Van Strien, 2005; Van Swaay *et al.*, 2015).

Al aplicar la metodología del IPV a los datos de 17 especies de mariposas de los pastizales monitoreadas en 12 países, los resultados muestran un descenso general del 33% a lo largo de 22 años (Gráfica 11). Los intervalos de confianza revelan una gran variación en las tendencias, puesto que algunas especies aumentan, en tanto que otras disminuyen. Sin embargo, se ha presentado una disminución global, lo que sugiere que la modificación humana del hábitat tiene un gran impacto en las especies de los pastizales. Además, antes de 1990, el número de mariposas decreció precipitadamente en muchos países de Europa (Van Swaay *et al.*, 2015). Por lo tanto, la abundancia era históricamente baja desde el comienzo.

Gráfica 11. El IPV de las mariposas de los pastizales muestra un descenso del 33% (rango de +10 hasta -59%) entre 1990 y 2012.
Tendencia de la abundancia poblacional de 203 poblaciones de 17 especies de mariposas de los pastizales monitoreadas en 12 países de la Unión Europea entre 1990 y 2012 (WWF/ZSL, 2016). El índice no coincide con el Indicador Europeo de las Mariposas de los Pastizales (Van Swaay et al., 2015) –que establece un declive del 30% entre 1990 y 2013, con intervalos de confianza más apretados– debido a algunas diferencias en el modo como se determinan los dos índices y sus respectivos intervalos de confianza.



EL REGRESO DE LOS GRANDES CARNÍVOROS A EUROPA

Durante los siglos XIX y XX, el número y la distribución de las poblaciones de los grandes carnívoros europeos disminuyeron de forma drástica, debido, sobre todo, a las acciones humanas, como la caza y la destrucción del hábitat. Sin embargo, en las últimas décadas, se invirtió esta tendencia como resultado de las Directivas de la Unión Europea de las Aves y los Hábitats, que son la columna vertebral de la conservación de la naturaleza en Europa. Las Directivas de la Naturaleza protegen una gama de especies y hábitats en los 28 estados miembros. Entre esas especies, se encuentran los osos, los linces, los glotones y los lobos.

Gracias al fortalecimiento de la protección jurídica, los grandes carnívoros regresaron a muchas regiones europeas, de las que desaparecieron durante décadas, y consolidaron su presencia en donde ya existían. Actualmente, muchas poblaciones de grandes carnívoros aumentan o, por lo menos, se mantienen estables. Por ejemplo, la población del lince euroasiático experimentó una contracción durante el siglo XIX y la primera mitad del XX, debido a la deforestación y la presión de la cacería. Las poblaciones analizadas han aumentado más de cuatro veces durante los últimos 50 años, como resultado de la protección jurídica, las reintroducciones, las translocaciones y la recolonización natural. Recientemente, se estimó que la población europea de linces euroasiáticos (sin contar a Rusia, Bielorrusia y Ucrania) está entre 9.000 y 10.000 individuos, que equivalen al 18% de la población mundial (Deinet *et al*., 2013). El retorno de los grandes carnívoros demuestra que es posible recuperar la naturaleza si se cuenta con la voluntad política, el respaldo de un marco jurídico progresista y el apoyo de múltiples sectores de la sociedad interesados y comprometidos.

En los lugares en que los grandes carnívoros, como el lince, habían desaparecido con antelación, el desconocimiento puede plantear desafíos, especialmente, para algunos grupos de usuarios de la tierra como cazadores y granjeros. Sin embargo, en Europa, existen múltiples ejemplos de coexistencia armoniosa de los seres humanos y los grandes carnívoros. Si se adaptan los ejemplos positivos y sus métodos de gestión a los contextos específicos de cada región, se les allanará el camino a estos carismáticos animales. Además, la cooperación de toda Europa será vital, pues los grandes carnívoros no respetan las fronteras nacionales.

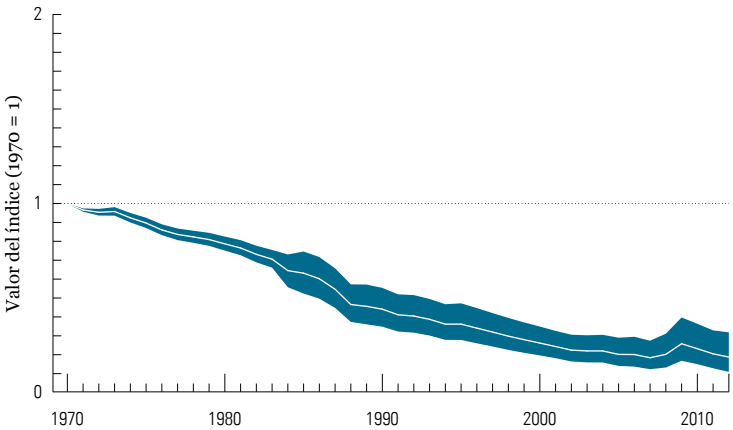
© Staffan Widstrand

Índice Planeta Vivo del agua dulce

Los hábitats de agua dulce –como los lagos, ríos y humedales– tienen una gran importancia para la vida en la Tierra. El agua dulce constituye apenas 0.01% del agua del mundo y cubre aproximadamente 0.8% de la superficie terrestre (Dudgeon *et al.*, 2006), pero le proporciona el hábitat a casi 10% de las especies conocidas del planeta (Balian *et al.*, 2008). Puesto que los seres humanos y casi todas las criaturas vivas necesitan agua, estos hábitats rigen los grandes valores económicos, culturales, estéticos, recreativos y educativos.

Es difícil conservar los hábitats de agua dulce debido a que la modificación de las cuencas de los ríos los afecta en alto grado y, además, padecen los impactos directos de las represas, la contaminación, las especies acuáticas invasoras y las extracciones insostenibles de agua. Aún más, suelen atravesar las fronteras administrativas y políticas, de modo que se requieren esfuerzos adicionales para concertar formas cooperativas de protección. Varias investigaciones han descubierto que las especies que viven en los hábitats de agua dulce están en peores condiciones que las terrestres (Collen *et al.*, 2014; Cumberlidge *et al.*, 2009). El IPV de agua dulce confirma este hallazgo mostrando que, entre 1970 y 2012, la abundancia de las poblaciones monitoreadas en el sistema de agua dulce menguó, en promedio, 81% (Gráfica 12), a un ritmo de declive anual del 3.9%, en promedio. Estas cifras se basan en datos procedentes del monitoreo de 3.324 poblaciones de 881 especies de agua dulce.

ES DIFÍCIL CONSERVAR LOS HÁBITATS DE AGUA DULCE DEBIDO A QUE LA MODIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS LOS AFECTA EN ALTO GRADO Y, ADEMÁS, PADECEN LOS IMPACTOS DIRECTOS DE LAS REPRESAS, LA CONTAMINACIÓN, LAS ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS Y LAS EXTRACCIONES INSOSTENIBLES DE AGUA



Gráfica 12. El IPV del agua dulce muestra un declive del 81% (rango de -68 a -89%) entre 1970 y 2012.
Tendencia en la abundancia poblacional de 3.324 poblaciones de 881 especies monitoreadas de agua dulce en el planeta, entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Convenciones

- Índice Planeta Vivo del agua dulce
- Límites de confianza

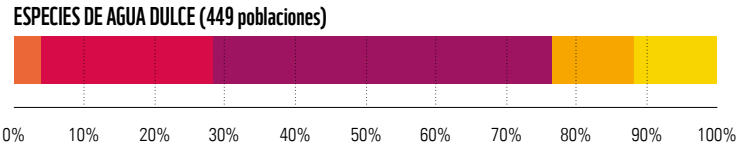
LA AMENAZA MÁS COMÚN PARA LAS POBLACIONES MENGUANTES DE AGUA DULCE ES LA PÉRDIDA Y DEGRADACIÓN DEL HÁBITAT

Gráfica 13. A partir de la frecuencia del tipo de amenaza contra 449 poblaciones decrecientes de agua dulce, la base de datos del IPV da cuenta de 781 amenazas registradas. *Se han registrado hasta tres amenazas contra cada población, de modo que la cifra total de amenazas registradas es mayor que la cifra de las poblaciones (WWF/ZSL, 2016).*

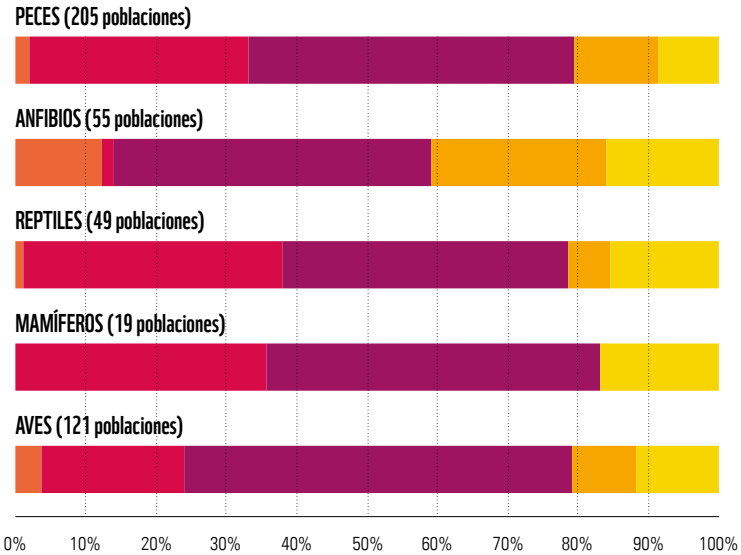
Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación

La base de datos del IPV contiene información sobre las amenazas, que afectan al 31% de sus poblaciones decrecientes de agua dulce (n=449). Según esta información, la amenaza más común contra las poblaciones menguantes es la pérdida y degradación del hábitat. Esto se menciona en el 48% de los casos de especies amenazadas (Gráfica 13). La desaparición de los hábitats de agua dulce puede ser producto de intervenciones directas de los seres humanos, como la excavación de la arena fluvial o la interrupción de la corriente de un río. Pero la pérdida y la degradación del hábitat también pueden ser efectos indirectos de la acción humana. Por ejemplo, la deforestación puede incrementar la carga de sedimentos de los ríos y erosionar más las riberas (Dudgeon *et al.*, 2006), lo que, a su vez, transforma la calidad del agua y del caudal. La sobreexplotación directa –a través de la pesca insostenible y la captura para la subsistencia o el comercio– es la segunda amenaza más frecuente para las poblaciones de agua dulce (24%), seguida por las especies invasoras y las enfermedades (12%), la contaminación (12%) y el cambio climático (4%).



La frecuencia con que se mencionan las diferentes amenazas en la base de datos varía según el grupo taxonómico (Gráfica 14). Después de la pérdida del hábitat, las mayores amenazas contra los anfibios son las especies invasoras y las enfermedades. Ambas se mencionan como amenazas en el 25% de los casos. Posiblemente, reflejan el impacto de *Batrachochytrium dendrobatidis*, una especie de hongo causante de quitridiomicosis, una enfermedad de los anfibios. Este patógeno está implicado en la abrupta disminución o en la extinción de más de veinte especies de anfibios (Wake y Vredenburg, 2008) y amenaza a muchos otros (Rödder *et al.*, 2009). Además, la rápida propagación de la enfermedad en el mundo se ha asociado al cambio climático (Pounds *et al.*, 2006). Es probable que el comercio de anfibios haya contribuido a la difusión original del patógeno (Weldon *et al.*, 2004) y aún facilite su introducción en nuevas regiones (Schloegel *et al.*, 2009).



Gráfica 14. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas contra 449 poblaciones en declive de agua dulce, en la base de datos del IPV *(WWF/ ZSL, 2016).*

Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación

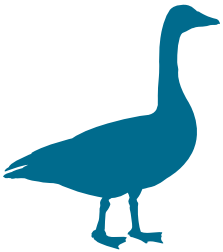
La amenaza más común para las poblaciones de reptiles, peces, mamíferos y aves de agua dulce es la pérdida del hábitat, seguida por la sobreexplotación. Entre los mamíferos, los delfines de río están disminuyendo rápidamente por causa de la sobreexplotación involuntaria. Una de las razones más frecuentes de la muerte de los defines de Irrawaddy es la sujeción a las redes de enmalle (Minton *et al.*, 2013; Hines *et al.*, 2015). Por su parte, la probable extinción del delfín del río Yangtsé se debe, entre otras causas, a los niveles insostenibles de captura incidental de las pesquerías (Turvey *et al.*, 2007). La sobreexplotación es una de las causas del descenso de la población de varios reptiles (Whitfield Gibbons *et al.*, 2000), sobre todo, de las tortugas de agua dulce, capturadas para la alimentación o el mercado de mascotas.

Una mirada más atenta a los humedales

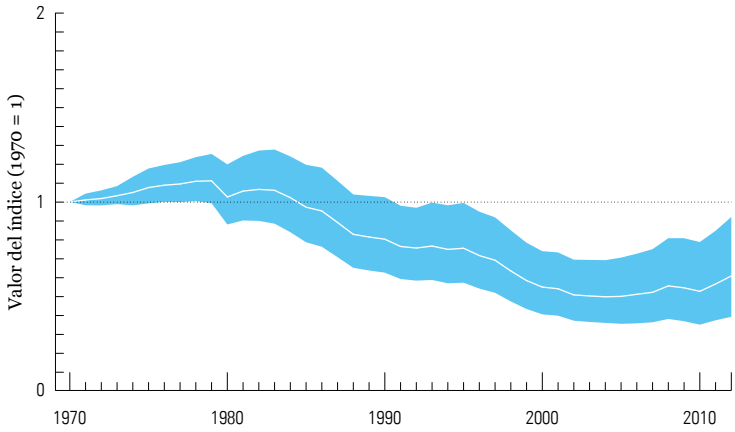
Los humedales están distribuidos por todo el planeta, desde los trópicos ecuatoriales hasta las llanuras heladas de Siberia. Tanto los humedales interiores como los costeros están disminuyendo. Un análisis global reciente concluyó que es posible que, en los últimos 300 años, haya desaparecido 87% del área de los humedales (Davidson, 2014). La pérdida de los humedales continúa, sobre todo, por la demanda de tierra para la agricultura (Junk *et al.*, 2013), aunque ahora desaparecen a una velocidad mucho mayor que en el pasado. El índice natural WET, un indicador de las transformaciones del área de todos los humedales naturales (Dixon *et al.*, 2016), revela que, tan solo en los últimos 40 años, decayeron 30%. Este porcentaje engloba una disminución del 27% en el área de los humedales interiores y del 38% en la extensión de los humedales costeros.

ES POSIBLE QUE, EN LOS ÚLTIMOS 300 AÑOS, HAYA DESAPARECIDO 87% DEL ÁREA DE LOS HUMEDALES

La reducción del área de los humedales afecta directamente a las especies que dependen de ellos, puesto que deberán afrontar la disminución del hábitat y el incremento de la competencia por los alimentos y otros recursos. En el IPV, entre los años 1970 y 2012, la abundancia de las especies dependientes de los humedales –como son definidas por las categorías de hábitats de la Lista Roja de la UICN– sufrió una disminución general del 39% (Gráfica 15), con un declive anual del 1.2%, en promedio. El índice se basa en 706 poblaciones de 308 especies de agua dulce exclusivas de los humedales interiores.



Desde 2005 en adelante, el índice asciende ligeramente. En ese momento, las tendencias de varias especies de aves aumentan. Algunas especies de aves acuáticas –especialmente, los gansos– cuentan con mayores fuentes de alimento gracias a que las prácticas agrícolas se han modificado en las áreas de parada e invernada de sus rutas migratorias en Norteamérica y Europa (Fox *et al.*, 2005; Van Eerden *et al.*, 2005). Puesto que la información sobre las poblaciones de aves de esas regiones representa un gran porcentaje del conjunto de datos del IPV, es probable que repercuta en las tendencias de los años en que haya poca información, como ha ocurrido casi siempre en los periodos más recientes.



Gráfica 15. El IPV de las especies que dependen de los humedales da cuenta de un descenso del 39% (rango de -8 a -60%) entre 1970 y 2012. *Tendencia de la abundancia poblacional de 706 poblaciones de humedales interiores de 308 especies de agua dulce (4 mamíferos, 48 aves, 224 peces y 28 reptiles) monitoreadas en todo el mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).*

Convenciones

Índice Planeta Vivo de los humedales

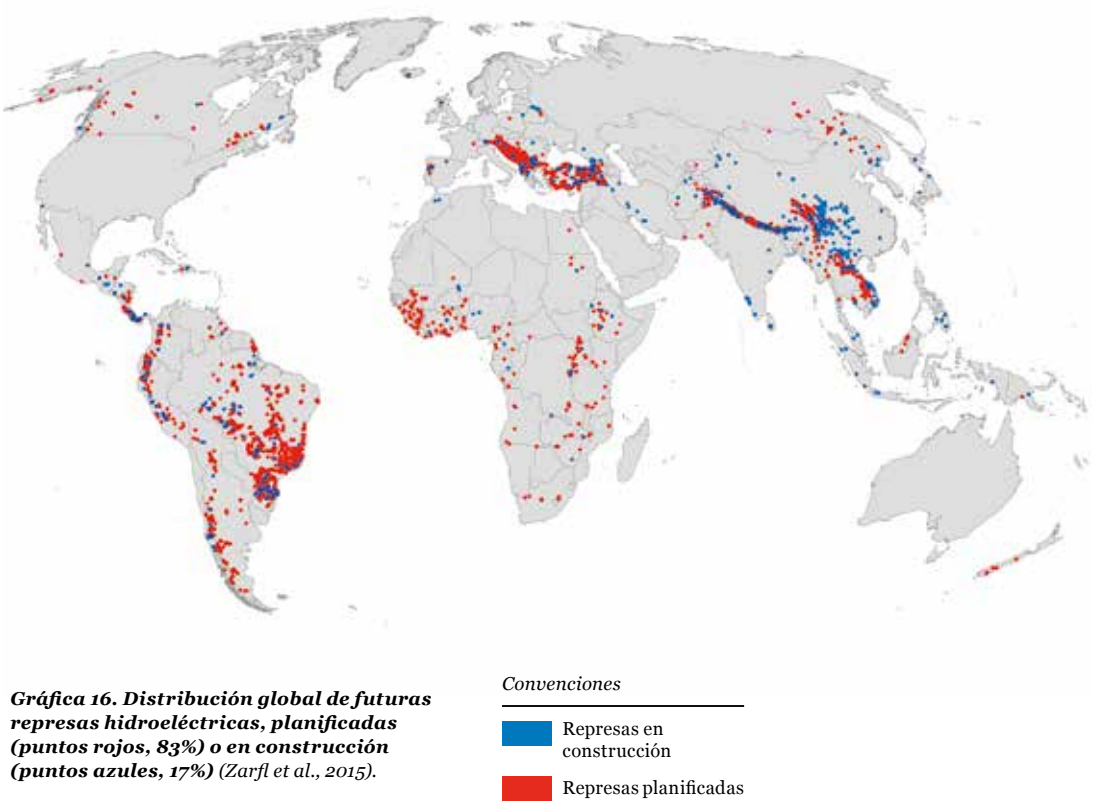
Límites de confianza

LA REDUCCIÓN DEL ÁREA DE LOS HUMEDALES AFECTA DIRECTAMENTE A LAS ESPECIES QUE DEPENDEN DE ELLOS, PUESTO QUE DEBERÁN AFRONTAR LA DISMINUCIÓN DEL HÁBITAT Y EL INCREMENTO DE LA COMPETENCIA POR LOS ALIMENTOS Y OTROS RECURSOS

Una mirada más atenta a los ríos

En tanto que el cambio de tamaño es un indicador adecuado para monitorear la salud de los humedales, el volumen, el calendario de los caudales y la conectividad son criterios más apropiados para determinar el estado y el funcionamiento de los ríos. A lo largo de la historia, estos han sufrido grandes transformaciones para favorecer el desarrollo urbano y el transporte, prevenir inundaciones, producir alimentos y generar energía. Se planificaron o se están construyendo, como mínimo, 3.700 grandes represas para el riego y la producción de hidroelectricidad, sobre todo, en países con economías emergentes (Zarlf *et al.*, 2015) (Gráfica 16). Casi la mitad del volumen global de los ríos (48%) ha sido alterada debido a la regulación de los caudales, la fragmentación o las dos cosas. La terminación de todas las represas planificadas o en construcción significa que 93% del total del volumen de los ríos podría perder el caudal hidrológico natural (Grill *et al.*, 2015).

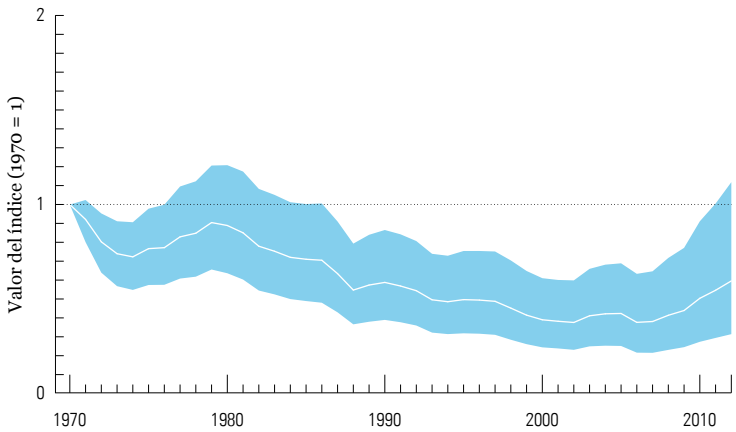
CASI LA MITAD DEL VOLUMEN GLOBAL DE LOS RÍOS HA SIDO ALTERADA DEBIDO A LA REGULACIÓN DE LOS CAUDALES, LA FRAGMENTACIÓN O LAS DOS COSAS



Gráfica 16. Distribución global de futuras represas hidroeléctricas, planificadas (puntos rojos, 83%) o en construcción (puntos azules, 17%) *(Zarfl et al., 2015).*

Las represas alteran la corriente, la temperatura y el transporte de sedimentos (Reidy Liermann *et al.*, 2012). Además, dificultan la migración y afectan el desplazamiento y la distribución normales de las especies (Hall *et al.*, 2011). El análisis integral de las tendencias de las poblaciones de peces revela que, entre 1970 y 2012, la abundancia de las especies de peces que migraban en los hábitats de agua dulce (especies potádromas) o entre hábitats marinos y de agua dulce (especies anádromas, catádromas y anfídromas) ha sufrido, en promedio, una disminución general del 41% (Gráfica 17), con un declive anual del 1.2%, en promedio. El índice se basa en 162 especies y 735 poblaciones.

Aunque no se disponía de información sobre las amenazas que afectaban a muchas poblaciones, de las 226 poblaciones sobre las que sí se tienen datos, alrededor del 70% está amenazado por la alteración de sus hábitats. Es probable que esta circunstancia explique el declive general. A partir de 2006, se aprecia un aumento en varias especies. Ello podría ser indicativo de los beneficios observados en algunas regiones –por ejemplo, en Europa– generados por la mejora en la calidad del agua (AEMA, 2015) y la abertura de pasajes en los ríos para facilitar la circulación de los peces y la migración, allí en donde los seres humanos han interpuesto obstáculos.



Gráfica 17. El IPV de los peces migratorios muestra un descenso del 41% (rango de +12 a -69%) entre 1970 y 2012. *Tendencia de la abundancia poblacional de 735 poblaciones de 162 especies de peces migratorios, monitoreadas en el mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ ZSL, 2016). Las especies que comprenden este índice han sido catalogadas por el Registro Mundial de Especies Migratorias (GROMS, por su sigla en inglés) como catádromas, anádromas, potádromas o anfídromas.*

Convenciones

Índice Planeta Vivo de peces migratorios

Límites de confianza

LA DEMOLICIÓN DE LAS REPRESAS PARA RESTAURAR LOS RÍOS: EL RÍO ELWHA

Los ríos libres equivalen en el agua dulce a las áreas silvestres. Las fluctuaciones naturales de los caudales de estos ríos moldean y crean diversos hábitats fluviales, en el mismo río o en sus inmediaciones. En muchos sitios, los ríos de flujo libre y con conectividad son fundamentales para transportar sedimentos aguas abajo, proporcionar nutrientes a los suelos de las llanuras inundables, conservar las llanuras aluviales y los deltas que amortiguan los efectos de los acontecimientos climáticos extremos, servir como lugares de esparcimiento y propiciar plenitud espiritual. Casi en todos los lugares en que perviven, los ríos libres son el hogar de la biodiversidad vulnerable de agua dulce. Las represas y otras obras de infraestructura amenazan el caudal libre de estos ríos, en la medida en que interponen obstáculos y fragmentan y alteran el régimen de las corrientes. Además, las represas obstruyen las rutas de los peces migratorios que recorren largas distancias y les dificultan o impiden completar sus ciclos vitales.

El río Elwha, en el Pacífico noroccidental de los Estados Unidos, es un ejemplo impactante. Dos represas hidroeléctricas –la Elwha, construida en 1914, y la Glines Canyon, terminada en 1927– bloquearon la circulación del salmón migratorio. Después de la construcción de la represa Elwha, los habitantes de la región reportaron una enorme disminución del número de salmones adultos que regresaban al río. Esto afectó considerablemente a la tribu Klallam del bajo Elwha. Por razones culturales, espirituales y físicas, la tribu dependía del salmón y de especies asociadas a él en la cuenca del río. El salmón es una especie clave porque lleva nutrientes de la costa al interior y sustenta a especies acuáticas y terrestres que se benefician de este suministro de alimentos.

A mediados de los ochenta del siglo XX, la tribu Klallam del Elwha y algunos grupos conservacionistas comenzaron a ejercer presión para que se demolieran las represas Elwha y Glines Canyon. Finalmente, entró en vigor la Ley de 1992 para la restauración de los ecosistemas y la pesca del río Elwha, que ordenó “el restablecimiento pleno de las pesquerías y los ecosistemas”. En 2011, después de una planificación de 20 años, comenzó la remoción de la represa Elwha, la mayor demolición de una represa en la historia de los Estados Unidos. En agosto de 2014 culminó la destrucción de la represa Glines Canyon. Se espera que las poblaciones de peces regresen al río. Algunos salmones chinook ya lo hicieron. Fue en 2012, justo después del derrumbe de la represa Elwha.

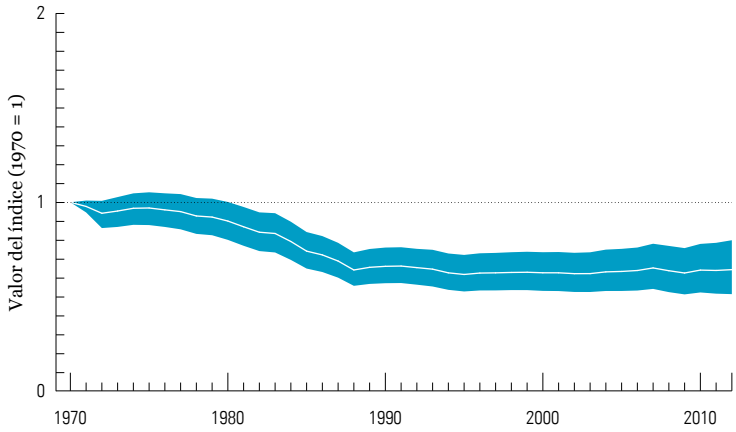
© Joel W. Rogers

Índice Planeta Vivo marino

Los océanos y los mares cubren más del 70% de la superficie de la Tierra. Desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima del planeta y nos brindan numerosos beneficios, que incluyen alimentos, medios de subsistencia y servicios culturales. La conservación de la salud de los ambientes marinos, incluyendo la biodiversidad, es crucial para la supervivencia de la humanidad.

El IPV marino da cuenta de una disminución general del 36%, acaecida entre 1970 y 2012 (Gráfica 18), con un declive del 1% anual, en promedio. Este índice se basa en el monitoreo de 6.170 poblaciones de 1.353 especies marinas (aves, mamíferos, reptiles y peces). La mayoría de esas especies son peces. Ellos marcan la tendencia. El mayor descenso del IPV marino tuvo lugar entre 1970 y el final de la década del ochenta, tras lo que se estabilizó la tendencia. Esto refleja la captura mundial de peces que, después de 1988, se asentó en niveles mucho más bajos de población (FAO, 2016a). Sucedió en la época en que se estableció el concepto de rendimiento máximo sostenible para controlar el número de peces capturados.

Aunque el índice marino general se estabilizó desde 1988 y algunas pesquerías se están recuperando gracias a la adopción de medidas más estrictas de manejo, casi todas las poblaciones que más se pescan en el mundo, o bien se agotaron o son objeto de sobrepesca (FAO, 2016a).



Gráfica 18. El IPV marino muestra un declive del 36% (rango: de -20 a -48%) entre 1970 y 2012. *Tendencia de la abundancia poblacional de 6.170 poblaciones de 1.353 especies monitoreadas alrededor del mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).*

Convenciones

Índice Planeta Vivo marino

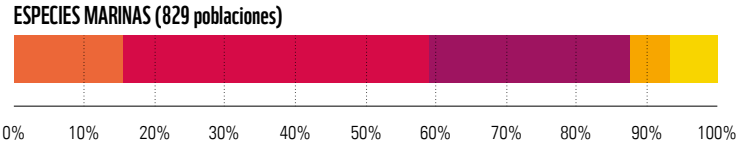
Límites de confianza

Se cuenta con información sobre las amenazas que afectan el 29% de las poblaciones decrecientes (n=829). Los datos revelan que la amenaza más común contra las especies marinas es la sobreexplotación, seguida por la pérdida y la degradación de los hábitats marinos (Gráfica 19).

Gráfica 19. A partir de la frecuencia del tipo de amenaza contra 829 poblaciones marinas decrecientes, la base de datos del IPV da cuenta de 1.155 amenazas registradas. *Se registraron hasta tres amenazas contra cada población, por lo que el número total de amenazas registradas excede el número de poblaciones (WWF/ZSL, 2016).*

Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación

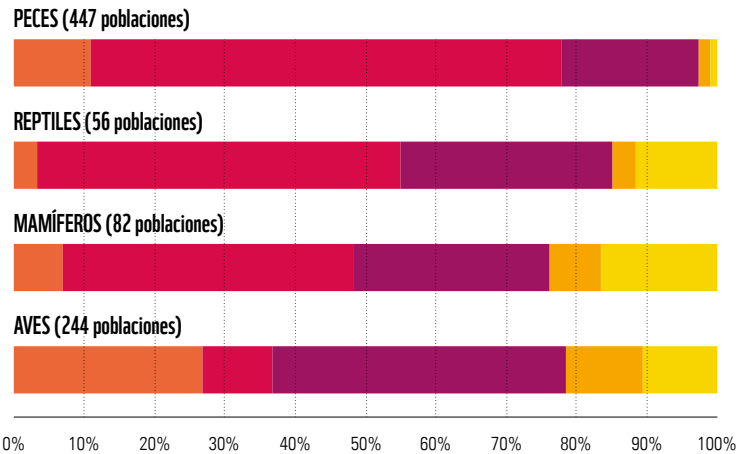


Se considera que la amenaza más común contra las poblaciones decrecientes de peces es la sobreexplotación efectuada mediante la sobrepesca (Gráfica 20). Las estadísticas recientes indican que 31% de las reservas mundiales de peces está sometida a sobreexplotación (FAO, 2016a). Sin una gestión efectiva, los niveles insostenibles de pesca podrían provocar la extinción comercial. Actualmente, el atún aleta azul del Pacífico (Collette *et al.*, 2011) está en peligro por esta causa. Además, se estima que un tercio de los tiburones, las rayas y los peces guitarra podrían extinguirse debido, sobre todo, a la sobrepesca (Dulvy *et al.*, 2014).

Gráfica 20. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas contra 829 poblaciones marinas decrecientes, en la base de datos del IPV *(WWF/ZSL, 2016).*

Convenciones

- Cambio climático
- Sobreexplotación
- Pérdida o degradación del hábitat
- Especies invasoras y enfermedades
- Contaminación



En cuanto a las aves, los mamíferos marinos y los reptiles, la sobreexplotación alude, sobre todo, a la muerte accidental, la captura incidental y el comercio selectivo. Se considera que los individuos son víctimas de captura incidental cuando su pérdida de libertad o su muerte es involuntaria. La captura incidental también alude a muertes accidentales provocadas por colisiones con barcos.

Los cambios en el hábitat son la segunda amenaza más común asociada a las poblaciones marinas menguantes (Kovacs *et al.*, 2012). El deterioro de los ecosistemas costeros afecta la alimentación, la reproducción y las zonas de cría de tortugas y aves marinas, y de muchos mamíferos, como focas, leones marinos y morsas. En lo que atañe a las focas y los leones marinos, la degradación del hábitat incluye la disminución de las presas, en la medida en que los seres humanos los aventajan en la competencia por los peces y otros recursos alimenticios (Kovacs *et al.*, 2012). La amenaza contra las aves notificada con más frecuencia es la alteración de los hábitats, en tanto el desarrollo afecta los hábitats de anidación. La contaminación y la captura incidental son otras amenazas contra las aves marinas (Croxall *et al.*, 2012).

Cómo evoluciona la base de datos del IPV

La ampliación de la cobertura de la base de datos que alimenta el IPV es un trabajo permanente, mediante el cual se llenan muchas lagunas de información en todo el mundo (Gráfica 3), sobre todo, del IPV marino (ver cuadro). Este índice presenta un análisis de las tendencias sustentado en la información disponible. Uno de los objetivos de ZSL y WWF es mantener actualizada la base de datos y buscar información sobre las especies cuando se tienen pocos o ningún dato sobre ellas. Puesto que no existe un archivo central para registrar esta información, ni para coordinar su publicación, las búsquedas se encaminan a encontrar y añadir información proveniente de investigaciones e informes relevantes, conforme se vuelven de dominio público.

El Índice Planeta Vivo toma la información sobre el tamaño de las poblaciones de diferentes especies en el momento en que se publica y rastrea sus cambios a través del tiempo. Cada especie tiene una o más poblaciones y la información sobre esas poblaciones proviene de muchas fuentes (consulte el suplemento del Informe Planeta Vivo para obtener más información sobre el cálculo del IPV). Es importante tener en cuenta que los índices generales pueden cambiar si se añade información sobre nuevas especies –lo que le adiciona una o más poblaciones nuevas a la base de datos– y nuevas poblaciones de especies ya existentes en el IPV.

Por ejemplo, desde la publicación en 2015 del *Informe Planeta Azul Vivo*, al conjunto de datos marinos se le añadió información sobre poblaciones de nuevas especies para el IPV y sobre nuevas poblaciones de especies ya existentes en el IPV. En este caso, esa nueva información explica la diferencia entre los Índices Planeta Vivo marinos de 2015 y 2016.

Para examinar el impacto de la incorporación de nuevos datos al IPV marino, un cálculo adicional muestra lo que sucede cuando este usa el mismo conjunto de especies utilizado en 2015, pero añade nuevas poblaciones de estas especies (tomado del conjunto de datos de 2016). El resultado es un declive del 44% entre 1970 y 2012, una disminución de ocho puntos porcentuales con respecto al IPV marino de 2016. En consecuencia, las poblaciones recién añadidas de las especies ya incluidas en el índice representan la diferencia restante de cinco puntos porcentuales entre los resultados de 2015 (-49%) y 2016 (-44%).

EL ÍNDICE PLANETA VIVO TOMA LA INFORMACIÓN SOBRE EL TAMAÑO DE LAS POBLACIONES DE DIFERENTES ESPECIES EN EL MOMENTO EN QUE SE PUBLICA Y RASTREA SUS CAMBIOS A TRAVÉS DEL TIEMPO.

La diferencia de ocho puntos porcentuales entre 2015 y 2016 se explica por la inclusión de poblaciones de nuevas especies. Estas nuevas especies comprenden tres aves, un mamífero y 115 peces. Los datos de las nuevas especies de peces cubren todos los ámbitos marinos, excepto el Ártico. Aunque la incorporación de nuevos datos modifica la tendencia, esta se mantiene dentro de los límites de confianza de los resultados previos y la tendencia general todavía muestra poblaciones sustancialmente inferiores a las documentadas cuando se inició el uso del IPV, en 1970.

Desafíos del monitoreo mundial de las especies marinas

Una de las principales dificultades para dimensionar el impacto de los seres humanos en las poblaciones de especies marinas es que las estadísticas oficiales parecen *subestimar* significativamente la cantidad de peces capturados. Una investigación reciente reveló que, entre 1950 y 2010, la captura real de peces silvestres probablemente superó en 50% aquella reportada por las Naciones Unidas (Pauly y Zeller, 2016).

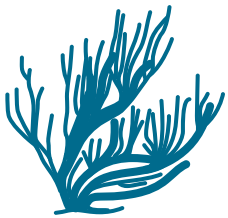
Los datos que alimentan el IPV marino están compuestos, sobre todo, por poblaciones de peces. Un gran porcentaje de ellos son poblaciones de peces comerciales de áreas en las que predomina un manejo más efectivo de las pesquerías, que incluye el monitoreo de la pesca. Actualmente, el IPV marino tiene información escasa sobre la pesca artesanal, recreativa y para la subsistencia, así como sobre la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (INDNR) y la captura incidental. Ello se debe a las dificultades para monitorear el impacto de estas prácticas, aunque, en algunos casos, la información sí se recoge, pero no se divulga. La INDNR es un grave problema en alta mar, fuera de las zonas de jurisdicción nacional, pero también puede presentarse en muchas áreas costeras (FAO, 2016).

Es bien sabido que las capturas de las pesquerías artesanales y de subsistencia constituyen una gran parte de la pesca mundial y son fundamentales para la seguridad alimentaria de los países en desarrollo. Por lo tanto, para evitar la sobreexplotación, es indispensable comprender cómo están reaccionado esas poblaciones a la presión que genera la pesca.

El hecho de que aún no se estén monitoreando muchas especies y regiones clave, o de que el seguimiento sea inadecuado, representa un serio problema para medir el impacto de los seres humanos en las poblaciones de especies marinas y desarrollar políticas capaces de contrarrestar los efectos negativos. La recopilación de más información sobre las poblaciones de peces de otras especies marinas en diversos hábitats es prioritaria para determinar las tendencias generales de las poblaciones marinas. Puesto que el IPV marino depende en buena medida de las estadísticas oficiales, aún no es posible captar plenamente los componentes de las pesquerías de subsistencia no comerciales. Por lo tanto, es probable que las poblaciones de peces estén decreciendo a niveles mucho mayores que los que el IPV puede mostrar en este momento.

Una mirada más atenta a los arrecifes de coral

Los arrecifes de coral son hábitats con una gran biodiversidad y están localizados en zonas poco profundas del océano. Miles de especies se benefician de los alimentos, la protección y las zonas de crianza que proveen los arrecifes (Burke *et al.*, 2011). Aunque ocupan menos del 0.1% del área de los océanos, sustentan más del 25% de las especies marinas (Spalding *et al.*, 2001).



TRES CUARTAS PARTES DE LOS ARRECIFES DE CORAL DEL MUNDO ESTÁN AMENAZADOS Y LAS ESPECIES QUE MANTIENEN SUFREN UNA GRAN PRESIÓN QUE VA EN AUMENTO

Actualmente, tres cuartas partes de los arrecifes de coral del mundo están amenazados (Burke *et al.*, 2011) y las especies que mantienen sufren una gran presión que va en aumento.

Los científicos advierten que se requieren acciones contundentes para reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, incluyendo el CO_2. De lo contrario, los arrecifes de coral podrían padecer una extinción masiva para mediados de este siglo, debido a la expansión y frecuencia del blanqueamiento y la acidificación (Hoegh-Guldberg, 2015) (ver cuadro). Los arrecifes de coral afrontan otras amenazas graves que incluyen la sobrepesca y la pesca destructiva –como la que se efectúa con explosivos y cianuro–, la contaminación provocada por sedimentos, nutrientes y pesticidas, y el desarrollo costero.

El calentamiento de las aguas provoca el blanqueamiento y la muerte de los corales en todo el mundo

El blanqueamiento sobreviene cuando a los corales los agobia una condición inusual, como la elevada temperatura del agua. Si el agua se calienta demasiado, los corales expulsan las algas diminutas que viven en sus tejidos y se vuelven completamente blancos. La tensión generada por el calor puede matar los corales directa o indirectamente, por hambre o enfermedad (Hoegh-Guldberg, 1999). En casos graves de blanqueamiento, mueren extensas franjas de corales constructores de arrecifes.

El blanqueamiento masivo mundial de corales de 2015-2016 –el tercero jamás registrado– podría ser el más extendido e intenso de la historia. Impactó a los corales desde Hawái hasta la Gran Barrera de Coral. También, a los de África y el sudeste asiático (NOAA, 2016). Los científicos piensan que el cambio climático provocará estos episodios de blanqueamiento más a menudo y prevén que se debilitará la capacidad de los corales para recuperarse entre uno y otro evento (Hoegh-Guldberg, 1999; Donner *et al.*, 2005; Frieler *et al.*, 2013).

© Global Warming Images - WWF

El arrecife de coral de Dahab en el mar Rojo, en Egipto, tiene síntomas de blanqueamiento. Como les sucede a muchas áreas coralíferas del mundo, sobre los arrecifes del mar Rojo pesa una amenaza creciente debido al blanqueamiento provocado por el calentamiento global. Dicho blanqueamiento sobreviene cuando la temperatura del agua alcanza un grado que las zooxantelas –algas simbióticas que viven en los corales– son incapaces de soportar. Se pueden recuperar si la temperatura del agua baja, pero, a la larga, el calor prolongado matará los corales.

EL ÍNDICE PLANETA VIVO EN PERSPECTIVA

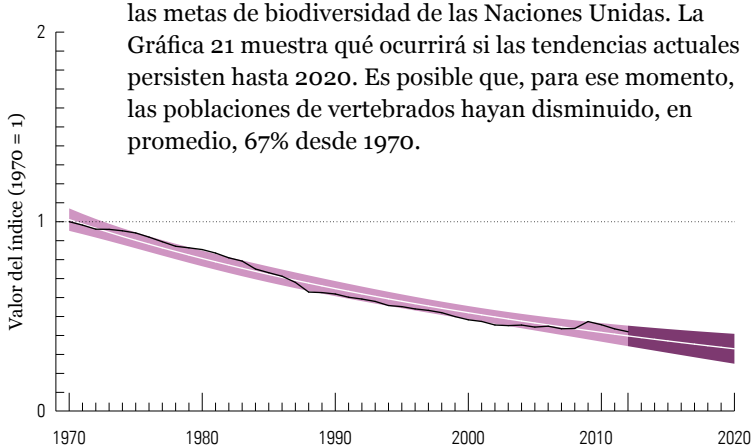
En 2010, los 169 países firmantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) establecieron 20 ambiciosas metas sobre biodiversidad que deben cumplirse en 2020. Con el fin de cumplirlas, las naciones deben realizar acciones efectivas y urgentes para detener la desaparición de la biodiversidad y garantizar que los ecosistemas sean resilientes y continúen prestando servicios esenciales. El logro de estos objetivos salvaguardará la riqueza de la vida en el planeta y contribuirá al bienestar humano y a la erradicación de la pobreza (CDB, 2014a). El IPV es uno de los indicadores globales empleados para monitorear si se están cumpliendo las metas (Tittensor *et al.*, 2014).

Una multiplicidad de indicadores arroja luz sobre aspectos particulares de la biodiversidad y permite comprender la magnitud y el funcionamiento de las amenazas y las presiones. El IPV monitorea las tendencias de la abundancia rastreando los cambios en el tamaño de las poblaciones de vida silvestre. El Índice de la Lista Roja (RLI, por su sigla en inglés) se diferencia del IPV en cuanto monitorea cómo evoluciona el riesgo de extinción de las especies en el mundo. Otro tipo de medida establece cuántas especies hay en un área local determinada (riqueza local).

ES POSIBLE QUE, PARA 2020, LAS POBLACIONES DE VERTEBRADOS HAYAN DISMINUIDO, EN PROMEDIO, 67% DESDE 1970

La proyección del Índice Planeta Vivo

La Perspectiva Mundial sobre la Biodiversidad Biológica 4 (CDB, 2014a) compara el estado actual de los indicadores y sus proyecciones hasta 2020, con las metas de biodiversidad de las Naciones Unidas. La Gráfica 21 muestra qué ocurrirá si las tendencias actuales persisten hasta 2020. Es posible que, para ese momento, las poblaciones de vertebrados hayan disminuido, en promedio, 67% desde 1970.



Gráfica 21. El Índice Planeta Vivo extrapolado a 2020, bajo el supuesto de que la situación actual no cambia. *El Índice Planeta Vivo (la línea negra continua) con la extrapolación y el modelo ajustado a 2020 (línea blanca, área sombreada), bajo el supuesto de que la situación sigue igual. Las franjas sombreadas exponen límites de confianza del 95% para el modelo ajustado. Se empleó el método de Tittensor et al., 2014.*

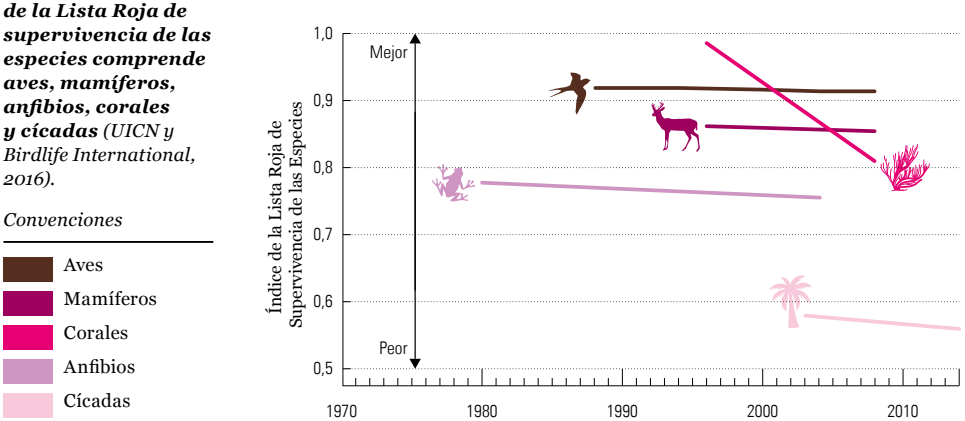
Convenciones

- Índice Planeta Vivo mundial
- Límites de confianza
- Índice Planeta Vivo mundial extrapolado
- Límites de confianza

El Índice de la Lista Roja

Mediante el seguimiento al número de especies amenazadas, el Índice de la Lista Roja cuantifica el riesgo general de extinción y su evolución con el paso del tiempo. Este índice se basa en las evaluaciones de la Lista Roja de la UICN, que clasifica a las especies en alguna de estas siete categorías: Extinta, En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable, Casi Amenazada, Preocupación Menor y Datos Insuficientes.
Esta clasificación depende de múltiples criterios, que incluyen las amenazas, el rango del tamaño y la magnitud de la población. Puesto que es posible reevaluar las especies cada cierto tiempo, el número de ellas que esté en peligro de extinción y la gravedad de las amenazas pueden cambiar. El declive en el Índice de la Lista Roja puede significar que más especies están en peligro de desaparecer o que algunas afrontan un peligro creciente de extinción. En este momento, el índice cuantifica el estado de cinco grupos: aves, mamíferos, anfibios, corales y cícadas (un tipo de plantas con semillas que se encuentran en los trópicos) (Gráfica 22).

Gráfica 22. El Índice de la Lista Roja de supervivencia de las especies comprende aves, mamíferos, anfibios, corales y cícadas *(UICN y Birdlife International, 2016).*



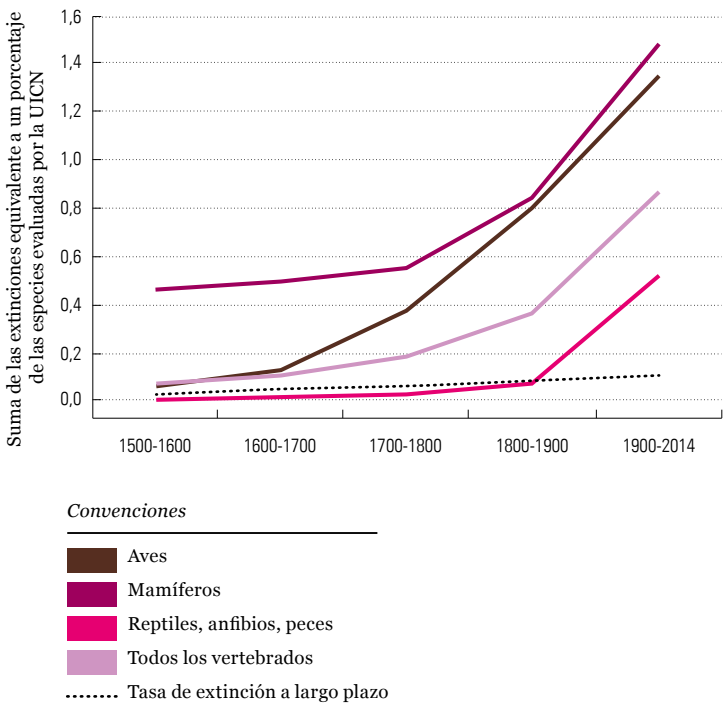
La localización de cada línea muestra cómo el grado de riesgo de extinción varía según los grupos de especies. En este gráfico, las cícadas tienen el valor mínimo del índice en los años 2003 y 2014, lo que significa que esas especies están en mayor peligro de extinción que las aves, los mamíferos, los corales y los anfibios. La pendiente de cada línea corresponde a la velocidad a la que varía el riesgo de extinción de un grupo: una pendiente más pronunciada equivale a un cambio mayor por unidad de tiempo. Los corales exhiben un cambio más rápido que los otros grupos. Entre 1996 y 2008, su estado de supervivencia descendió considerablemente. El análisis de las variaciones de los patrones de riesgo de extinción y de los cambios que han experimentado hasta hoy nos ayuda a visualizar el potencial de futuras extinciones y a saber si estamos o no experimentando niveles inusuales de extinción (ver cuadro).

¿Estamos a las puertas de la sexta extinción masiva?

Los paleontólogos definen las extinciones masivas como crisis biológicas o bióticas caracterizadas por la desaparición de un vasto número de especies en un periodo de tiempo geológico relativamente breve. En los últimos 540 millones de años aproximadamente, solo se han producido cinco extinciones masivas (Barnosky *et al.*, 2011; Jablonski, 1994; Raup y Sepkoski, 1982).

Las extinciones masivas son reacciones a cambios en los sistemas ambientales esenciales; sobrevienen, por ejemplo, como respuesta a modificaciones del clima o de la composición atmosférica, a cambios en la disponibilidad de tierra en diferentes latitudes o de mar a diferentes profundidades, o a una combinación de estas causas (Barnosky *et al.*, 2011; Erwin, 1994). Pero en un lapso de pocos siglos, la Tierra ha venido experimentando una pérdida creciente de especies a un ritmo excepcionalmente alto (por ejemplo, Ceballos *et al.*, 2015; Réegnier *et al.*, 2015).

Las investigaciones recientes indican que es probable que la tasa de extinción actual sea de entre 100 y 1.000 extinciones por cada 10.000 especies, en un periodo de 100 años, lo que excede con creces la tasa de extinción a largo plazo (excluyendo los episodios de crisis en la historia de la Tierra) –la tasa de extinción de fondo– (Ceballos *et al.*, 2015; Steffen *et al.*, 2015a). Esto sugiere que estamos al borde de la sexta extinción masiva.



Gráfica 23. Suma de las extinciones de vertebrados, equivalente a un porcentaje de las especies evaluadas (UICN, 2014). *El cuadro muestra el porcentaje del número de especies evaluadas, que incluye mamíferos (5.513: 100% de los mencionados), aves (10.425: 100%), reptiles (4.414: 44%), anfibios (6.414: 88%), peces (12.457: 38%) y todos los vertebrados juntos (39.223: 59%). La línea curva negra y discontinua representa la cifra de extinciones previstas bajo una tasa de extinción de fondo estándar constante de 2 E/MSY (Ceballos et al., 2015).*

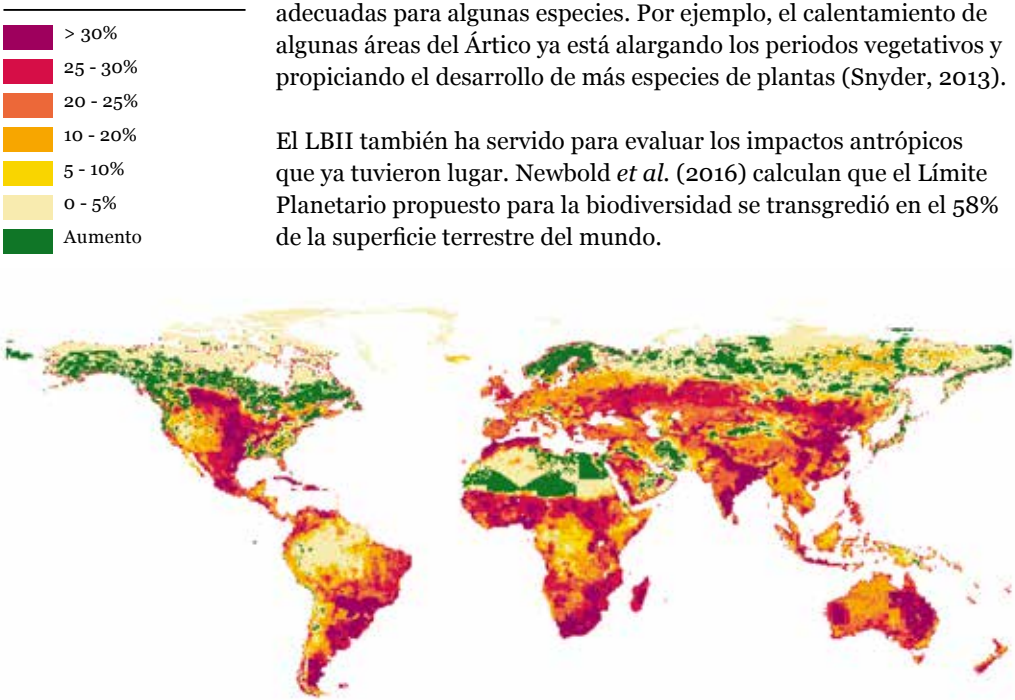
Proyección de las tendencias de la biodiversidad: el Índice de Integridad de la Biodiversidad Local

El Índice de Integridad de la Biodiversidad Local (LBII, por su nombre en inglés) predice cómo se transformará la riqueza de las especies en el futuro, debido a los impactos de los cambios en el uso de la tierra, de la contaminación y de las especies invasoras (Newbold *et al.*, 2015). Además de dar cuenta del estado actual de la biodiversidad global, los indicadores se pueden proyectar para pronosticar cuán cerca está el mundo de cumplir las metas previstas para el año 2020 (Tittensor *et al.*, 2014).

La Gráfica 24 muestra la riqueza proyectada por el LBII para 2090. El mapa evidencia que, si la actividad humana sigue desarrollándose a este ritmo (un escenario sin modificaciones), es factible que presenciemos cambios sustanciales en la riqueza de las especies en todo el mundo. Las áreas en rojo muestran las regiones que, según las previsiones, perderán más de 30% de su riqueza original de especies. Se prevé que en las áreas marcadas con el verde más oscuro aumentará la riqueza de especies. Ello sucederá sobre todo en las regiones septentrionales y en las tierras áridas, donde el cambio climático puede crear condiciones ambientales más adecuadas para algunas especies. Por ejemplo, el calentamiento de algunas áreas del Ártico ya está alargando los periodos vegetativos y propiciando el desarrollo de más especies de plantas (Snyder, 2013).

El LBII también ha servido para evaluar los impactos antrópicos que ya tuvieron lugar. Newbold *et al.* (2016) calculan que el Límite Planetario propuesto para la biodiversidad se transgredió en el 58% de la superficie terrestre del mundo.

Gráfica 24. Predicción de la disminución neta de la riqueza de las especies locales para 2090, basada en el marco de PREDICTS. *Se presenta la pérdida neta que tendría lugar en un escenario sin cambios, tomando como referencia una línea base anterior a la existencia de los seres humanos (datos tomados de Newbold et al., 2015).*



RESTAURACIÓN COMUNITARIA DEL MANGLAR EN MADAGASCAR

El manglar protege y estabiliza las costas, una función de gran importancia, dado que el cambio climático produce más tormentas extremas y aumenta el oleaje. También actúa como sumideros porque captura entre 3 y 5% más de carbono por unidad de área que cualquier otro sistema de bosques. Pero los manglares están desapareciendo: se eliminan para favorecer la urbanización o las obras turísticas; o se talan para producir combustibles y materiales de construcción. El aprovechamiento racional de los manglares, para crear, por ejemplo, reservas costeras y ayudar a las comunidades locales a desarrollar modos de subsistencia cimentados en la integridad de estos bosques, es decisivo para la naturaleza y los seres humanos.

La zona de manglares más extensa, de casi un millón de hectáreas a orillas del océano Índico occidental, se encuentra en los deltas de los ríos de Kenya, Madagascar, Mozambique y Tanzania. En su calidad de ecozona situada entre la tierra y el mar, los manglares son el hogar de una enorme variedad de criaturas, desde aves y mamíferos terrestres hasta dugongs, pasando por cinco especies de tortugas marinas y muchos tipos de peces. Buena parte de la captura de langostas que se realiza a lo largo de esta costa –y que constituye una actividad de gran importancia económica– depende de los manglares, puesto que estos bosques ofrecen zonas seguras para el desove y la crianza.

Los habitantes de la región de Melaky, en la costa occidental de Madagascar, están tomando medidas para detener la desaparición de los manglares, que son cruciales para su subsistencia. Desde septiembre de 2015, los hombres, mujeres y niños del pueblo de Manombo se convirtieron en protagonistas de la conservación y restauración de los manglares. El restablecimiento de los manglares beneficia a las comunidades locales mejorando su acceso a pescado y cangrejos, dos productos que les proporcionan un ingreso estable. También las beneficia forjando resiliencia contra el cambio climático. La comunidad participó en una campaña de reforestación sembrando alrededor de 9.000 plántulas de mangle para restaurar los bosques degradados de los alrededores del pueblo. Cerca de Manombo, otras comunidades sembraron en conjunto 49.000 plántulas. Esto representa un gran triunfo para las comunidades locales y el futuro de sus bosques.

(Fuente: WWF-Madagascar; WWF, 2016a)

© WWF - Madagascar

SERVICIOS ECOSISTÉMICOS: EL VÍNCULO ENTRE LA NATURALEZA Y LA GENTE

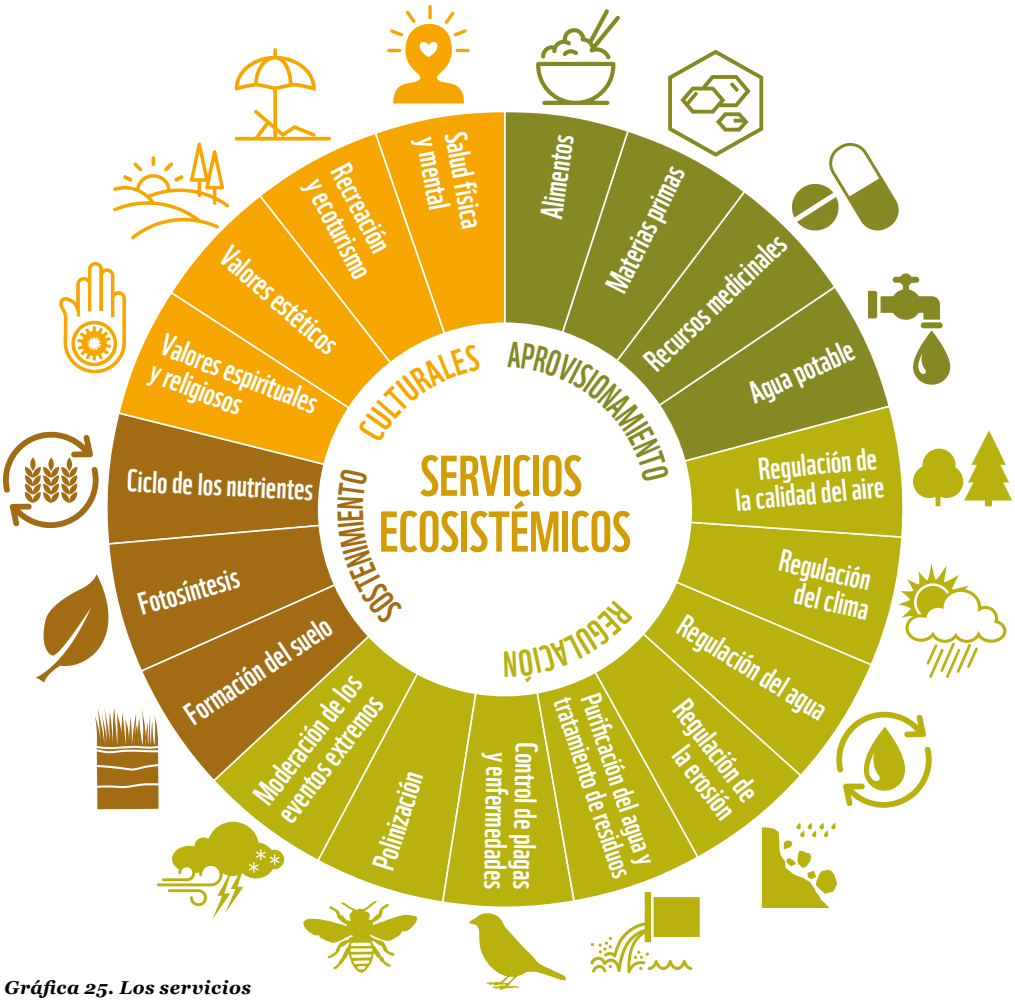
Necesitamos diversos ecosistemas para recibir todos los servicios de los que dependemos. Muchos de nuestros alimentos y materiales fundamentales provienen de una variedad de animales y plantas. Una gran cantidad de especies son decisivas para el funcionamiento de los procesos de los ecosistemas, como la regulación y purificación del agua, el mantenimiento de las condiciones climáticas, la polinización y dispersión de semillas, y el control de plagas y enfermedades. Al influir en la fertilidad del suelo y en los sistemas de los ciclos de los nutrientes y el agua, algunas especies fortalecen indirectamente la provisión de alimentos, fibra, agua dulce y medicinas (EM, 2005).

LOS ECOSISTEMAS SALUDABLES SON DECISIVOS PARA NUESTRA SUPERVIVENCIA, BIENESTAR Y PROSPERIDAD

El declive de las poblaciones de especies tiene una relación inextricable con el estado de los ecosistemas y los hábitats que sostienen las especies de nuestro planeta. La destrucción de los hábitats es una amenaza peligrosa, no solo contra las plantas y la vida silvestre, sino también contra los seres humanos. Estos hábitats son decisivos para nuestra supervivencia, bienestar y prosperidad. Las reservas de recursos naturales renovables y no renovables, como las plantas, los animales, el aire, el agua, los suelos y los minerales, pueden describirse como “capital natural”. Este les reporta un flujo de beneficios a las personas, tanto a nivel local como global, que suelen denominarse “servicios ecosistémicos” (Gráfica 25).

LA PRESIÓN HUMANA CRECIENTE ESTÁ MERMANDO EL CAPITAL NATURAL A MAYOR VELOCIDAD DE LO QUE PUEDE REGENERARSE

Los activos del capital natural provenientes de los ecosistemas evolucionaron hasta volverse autosostenibles. Pero la presión creciente a la que los seres humanos someten los ecosistemas y las especies –como la conversión de los hábitats naturales en terrenos agrícolas, la sobreexplotación realizada por las pesquerías, la contaminación del agua dulce efectuada por las industrias, la urbanización y las prácticas agrícolas y de pesca insostenibles– está mermando el capital natural a mayor velocidad de lo que puede regenerarse (AEMA, 2013). Ya estamos pagando los costos del agotamiento del capital natural. Se prevé que esos costos aumentarán con el tiempo y que el alza incrementará la inseguridad hídrica y alimentaria, elevará los precios de muchos productos y agudizará la competencia por la tierra y el agua. Conforme pase el tiempo, el agotamiento del capital natural exacerbará los conflictos y la migración, el cambio climático y la vulnerabilidad a los desastres naturales, como las inundaciones y las sequías. Además, tendrá un impacto negativo en la salud física y mental, y en el bienestar (EM, 2005).



Gráfica 25. Los servicios ecosistémicos. *Los servicios de aprovisionamiento corresponden a los productos que suministran los ecosistemas; los servicios de regulación corresponden a los beneficios derivados de la regulación de los procesos de los ecosistemas; los servicios culturales son aquellas utilidades no materiales que los seres humanos reciben de los ecosistemas, y los servicios de sostenimiento corresponden a aquellos que se requieren para producir todos los demás servicios ecosistémicos. Adaptado de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005.*

A pesar de la importancia decisiva de las reservas de nuestro capital natural, aún enfrentamos el desafío de diseñar una forma efectiva de monitorear los cambios y determinar cómo están afectando el bienestar de los seres humanos. Existen varios métodos para rastrear los cambios de algunos aspectos específicos del capital natural y comprender sus repercusiones en los seres humanos. En las siguientes páginas, se expondrán algunos ejemplos de las medidas existentes, con el fin de ilustrar la relación entre las reservas del capital natural, los servicios ecosistémicos y el bienestar de las personas.

Superficie forestal

Los bosques son fundamentales para el funcionamiento de la Tierra. Retienen vastas cantidades de carbono y liberan oxígeno. Influyen en las lluvias, filtran el agua dulce, evitan las inundaciones y previenen la erosión del suelo. Producen alimentos naturales, leña y medicinas que benefician a las personas que moran en ellos o en sus alrededores. Son depósitos de una gama de cultivos potenciales y de materiales genéticos con propiedades curativas inexploradas. La madera y otras fibras que crecen en los bosques pueden usarse como combustibles renovables o materia prima para fabricar papel, embalajes, muebles y viviendas.

LOS BOSQUES SON FUNDAMENTALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA TIERRA

En tanto que las presiones sobre los bosques varían entre una región y otra, la causa principal de la deforestación es la expansión de la agricultura, que incluye la ganadería comercial y los grandes cultivos, como el aceite de palma y la soya (Gibbs *et al.*, 2010; Hosonuma *et al.*, 2012; Kissinger *et al.*, 2012). Los pequeños agricultores también tienen una cuota de responsabilidad, debido, sobre todo, a la pobreza y a la inseguridad de la tenencia de la tierra. La minería, la hidroelectricidad y otros proyectos de infraestructura también constituyen grandes amenazas. Las nuevas carreteras pueden tener impactos indirectos considerables, como la apertura de los bosques a los colonos y la agricultura.

Junto a la deforestación, la degradación amenaza la biodiversidad de los bosques. Los mayores causantes de la degradación de los bosques tropicales son la tala insostenible, la recolección de leña y los incendios descontrolados (Kissinger *et al.*, 2012). La degradación agota las capacidades reproductivas y de prestación de servicios ecosistémicos de los bosques que están en pie. Es una fuente directa de gases de efecto invernadero y puede ser un catalizador de posibles deforestaciones.

EN TÉRMINOS BRUTOS, DESDE 1990, HAN DESAPARECIDO 239 MILLONES DE HECTÁREAS DE BOSQUES NATURALES

La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales informó que, en los últimos 25 años, la tasa de deforestación neta global ha disminuido considerablemente (FAO Forestal, 2015). Sus datos más recientes muestran que, en términos netos, desde 1990 han desaparecido 129 millones de hectáreas de bosque –un área más grande que Sudáfrica–. Sin embargo, en esta cifra neta, los bosques plantados ocultan las transformaciones de los bosques naturales. En términos brutos, en el mismo periodo, desaparecieron 239 millones de hectáreas de bosques naturales y la proporción mundial de bosques plantados aumentó entre 4 y 7%. Aunque los bosques plantados son fuentes importantes de madera y otros recursos y contribuyen al desarrollo económico, los bosques naturales suelen ser fuentes más valiosas de servicios ecosistémicos y no se debe subestimar su pérdida. Con frecuencia, proporcionan mejores hábitats con más diversidad de especies y tienen más capacidad regenerativa y de almacenamiento de carbono (Gamfeldt *et al.*, 2013). A nivel global, es importante que monitoreemos no solo la cantidad, sino la calidad de los bosques.

La calidad del suelo

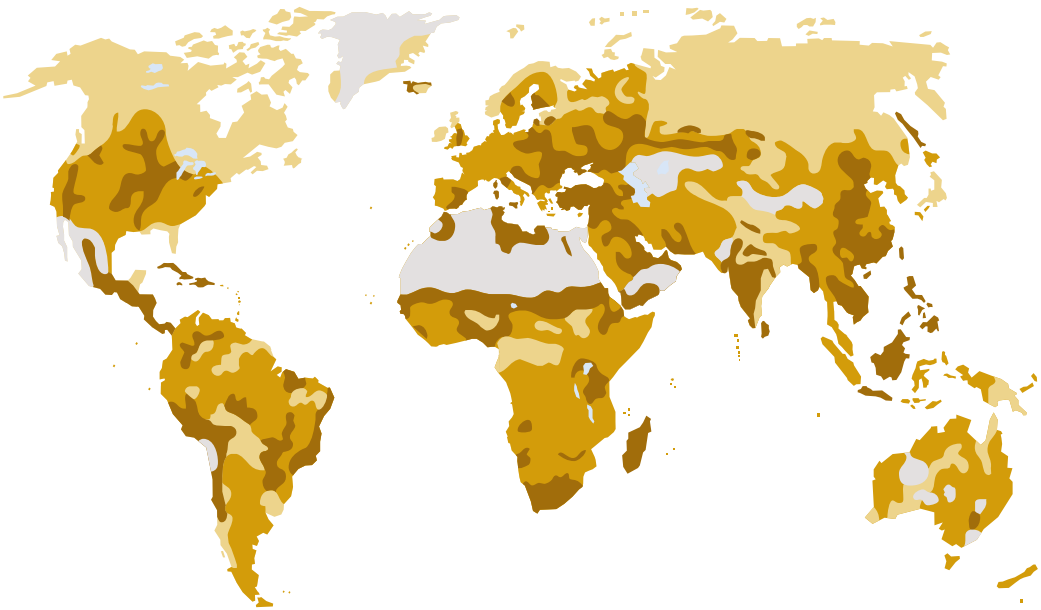
La provisión de alimentos y agua del mundo depende, en gran medida, de la buena calidad del suelo. Sin embargo, alrededor del 30% de la superficie terrestre mundial ha sufrido una degradación considerable, que consiste en la disminución de la capacidad de la tierra para prestar servicios ecosistémicos y garantizar el desempeño de sus funciones durante un lapso de tiempo determinado. Durante las últimas tres décadas, se ha degradado un tercio de los pastizales, un cuarto de las tierras agrícolas y casi una cuarta parte de los bosques. Se estima que el costo anual de la degradación de la tierra es de trescientos mil millones de dólares. Esta cifra comprende pérdidas de la producción agrícola y de otros servicios ecosistémicos (Nkonya *et al.*, 2016).

La degradación de la tierra se debe al cambio en su uso y a la aplicación de prácticas deficientes de gestión agrícola. Estas últimas reducen la calidad y la fertilidad de los suelos y ello disminuye aún más la productividad agrícola y los réditos derivados de ella. Según la FAO, la situación es más grave en África, donde se han degradado dos tercios de las tierras agrícolas y la producción de alimentos per cápita está decayendo debido a la pérdida de la calidad del suelo (FAO, 2011a). La degradación de la tierra también reduce la fijación de carbono, puesto que las biomasas aérea y subterránea están en peligro. En el periodo comprendido entre 1981 y 2003, esta situación provocó una pérdida de casi mil millones de toneladas de carbono (Bai *et al.*, 2008).

Gráfica 26. El estado global de la degradación del suelo *(PNUMA, 1997).*

Convenciones

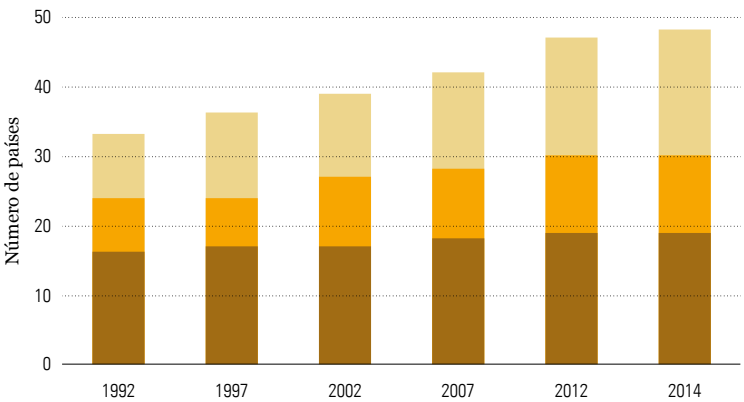
- Suelo muy degradado
- Suelo degradado
- Suelo estable
- Sin vegetación



Disponibilidad del agua

El acceso confiable al agua dulce es vital para la vida doméstica, la agricultura y la industria. La competencia por el agua entre esta multiplicidad de usos incrementa el riesgo de conflictos locales y nacionales (UNESCO, 2015).

Desde 1992, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) mide el total de recursos hídricos renovables disponibles per cápita (FAO, 2016b). Los datos revelan que el crecimiento de la población humana, combinado con la transformación de los patrones de consumo, genera una presión cada vez mayor sobre los recursos hídricos. En 2014, casi 50 países sufrieron estrés hídrico o escasez de agua, una cantidad superior a los poco más de 30 en 1992 (Gráfica 27). África tiene el mayor porcentaje de países con estrés hídrico (41%), pero Asia tiene el mayor porcentaje de países con escasez absoluta de agua (25%).



EN 2014, CASI 50 PAÍSES SUFRIERON ESTRÉS HÍDRICO O ESCASEZ DE AGUA

Gráfica 27. Número de países que han sufrido diferentes tipos de estrés hídrico. *Cifra de los países que han padecido diferentes clases de estrés hídrico, de un total de 174 países (FAO, 2016b). El estrés hídrico se define como la cantidad anual de recursos hídricos renovables inferior a 1.700 m³ por habitante. La escasez de agua se presenta cuando esos recursos son inferiores a 1.000 m³ por habitante y la escasez absoluta de agua, cuando esos recursos son inferiores a 500 m³ por habitante (UN-Water, 2011). Los recursos hídricos renovables anuales equivalen a la cantidad de agua disponible por persona al año. Los datos de la gráfica fueron recopilados por PNUMA-WCMC.*

Convenciones

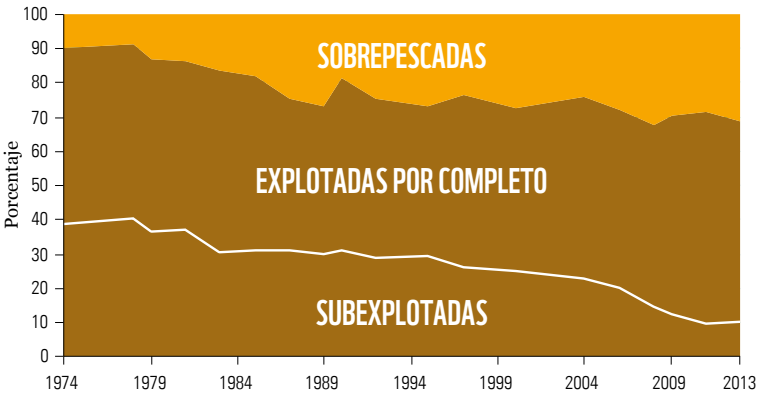
- Estrés hídrico
- Escasez de agua
- Escasez absoluta de agua

Poblaciones de peces

Más de 3.000 millones de personas reciben del pescado hasta 20% de sus proteínas de origen animal y la mayoría de los peces del planeta provienen del océano (WWF, 2015a; FAO, 2016a). El consumo per cápita de peces sigue en alza (FAO, 2016a), de modo que satisfacer la demanda de pescado para la alimentación representa un enorme desafío a escala mundial.

De acuerdo con el análisis de la FAO sobre las poblaciones comerciales evaluadas (FAO, 2016a), el porcentaje de peces que está en los niveles biológicamente sostenibles disminuyó desde 90%, en 1974, hasta 68.6%, en 2013. Se estima que el restante de las poblaciones de peces (31.4%) está en un nivel biológicamente insostenible y, por lo tanto, es víctima de sobrepesca. Las existencias explotadas por completo representaron 58.1% del número total de reservas evaluadas en 2013, en tanto que las subexplotadas –aquellas que podrían sostener de forma sostenible el aumento de la captura– representaron 10.5% (Gráfica 28).

Gráfica 28. Tendencias globales del estado de las existencias de peces marinos del mundo, desde 1974. *Se estimó que 31.4% de las existencias de peces evaluadas están sometidas a una intensidad de pesca insostenible en términos biológicos y, por tanto, padecen sobrepesca. Las existencias de peces explotadas en su totalidad representan 58.1% y las subexplotadas, 10.5% (FAO, 2016a).*



Convenciones

- En niveles biológicamente insostenibles
- Dentro de los niveles biológicamente sostenibles

MÁS DEL 30% DE LAS EXISTENCIAS DE PECES PADECEN SOBREPESCA

LA HISTORIA DE LA SOYA

3. La demanda mundial amenaza el Cerrado

Rica en energía y proteínas, la soya es un elemento fundamental de la oferta mundial de alimentos. Se usa, sobre todo, para la alimentación animal. Debido a la demanda mundial en alza de productos cárnicos, la soya se ha convertido en uno de los cultivos más grandes del globo. Pero su crecimiento ha tenido un costo. En las últimas décadas, conforme se ha expandido la producción de soya, se han talado y desmontado vastas áreas de bosques, sabanas y pastizales. En total, la superficie terrestre de Suramérica dedicada al cultivo de soya creció desde 17 millones de hectáreas en 1990, hasta 46 millones de hectáreas en 2010, sobre todo en hábitats naturales que se transformaron en zonas agrícolas. Y en tanto que la producción y la demanda crecen, los bosques y otros ecosistemas naturales padecen una presión cada vez más fuerte. Se prevé que la producción de soya aumentará rápidamente, conforme el progreso económico eleve el consumo de proteínas de origen animal, especialmente en los países emergentes y en desarrollo. Actualmente, el importador principal de soya –y el que crece más rápido– es China, que demanda este producto para la alimentación animal y la producción de aceite de cocina. El consumo de carne de China aumenta a gran velocidad y las proyecciones anticipan un incremento pronunciado, sostenido y duradero de las importaciones de soya, lo que probablemente intensificará la presión sobre el Cerrado, la Amazonía, el Chaco y otros ecosistemas amenazados.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)

© Alfoto

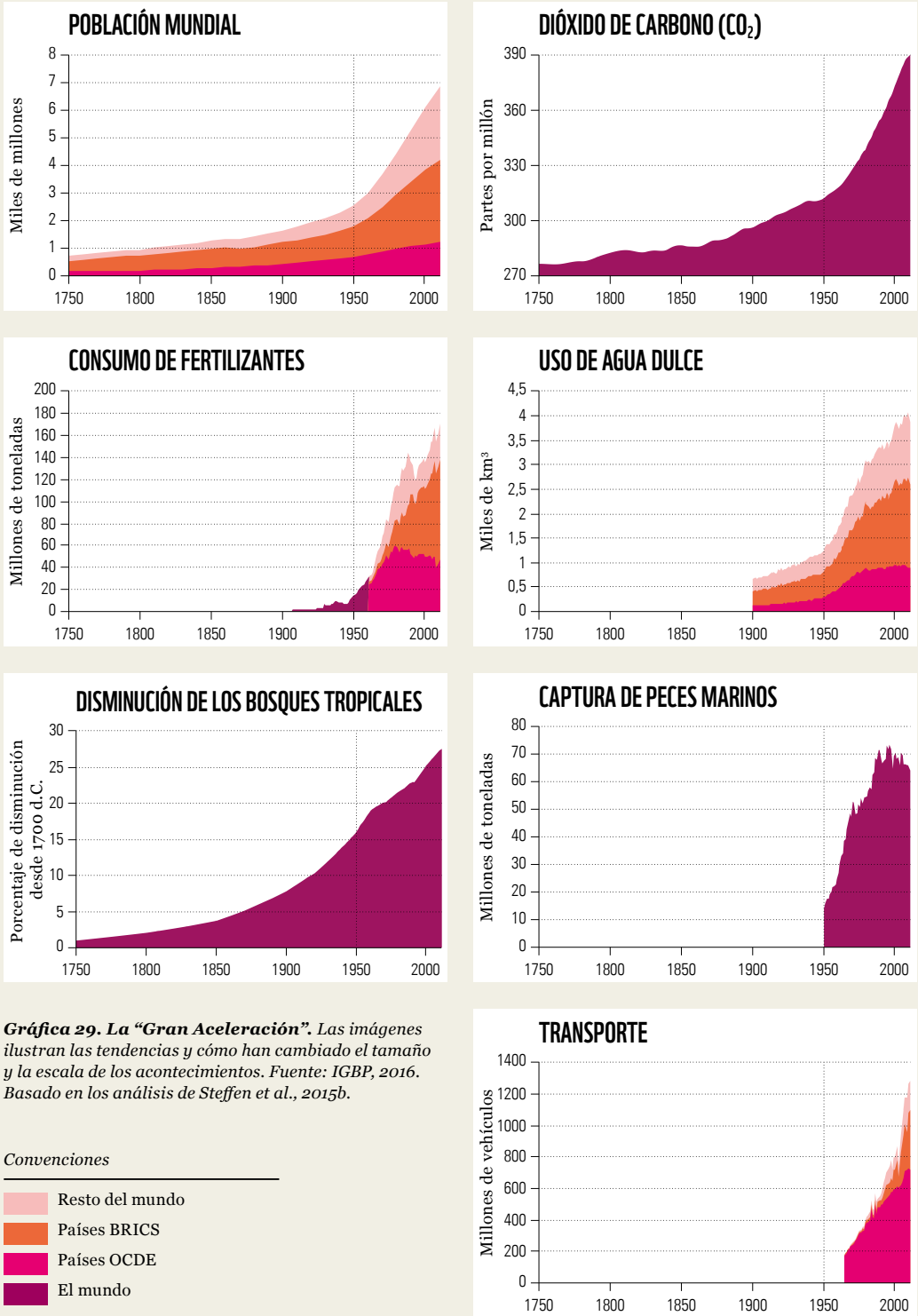
CAPÍTULO 2: IMPACTOS HUMANOS EN EL PLANETA

UNA PERSPECTIVA DEL SISTEMA DE LA TIERRA

En el curso de la historia, la capacidad de la Tierra para absorber el impacto del desarrollo humano ha tenido un límite. Sin embargo, diferentes sociedades –y grupos de sociedades– han tenido percepciones diversas de esos límites y han respondido a ellos de múltiples formas (Costanza *et al.*, 2006; Sörlin y Warde, 2009). En ocasiones, los seres humanos parecen haber tenido una inconsciencia más acusada de los límites naturales y de los riesgos de sobrepasarlos. Por ejemplo, las primeras sociedades industriales tuvieron la costumbre de verter los desechos y las emisiones de los procesos de la industria directamente en la tierra, los cursos de agua y el aire. El consiguiente deterioro de la salud de los seres humanos y de los ecosistemas se acumuló a tal punto que amenazó con socavar los progresos económicos y sociales promovidos por la industrialización. Con el correr del tiempo, las sociedades empezaron a regular las emisiones de sustancias contaminantes, a controlar la extracción de recursos y a limitar el grado en que el medio ambiente natural podía transformarse como consecuencia directa de la acción humana (Bishop, 1978). Este enfoque regulador de los impactos del hombre en el ambiente se basa en una idea que podemos caracterizar como "límites seguros" para las actividades humanas (Crowards, 1998).

LAS ACTIVIDADES HUMANAS Y SU EXPLOTACIÓN DE LOS RECURSOS HAN CRECIDO DE FORMA TAN DRÁSTICA QUE LAS CONDICIONES AMBIENTALES QUE FOMENTARON NUESTRO DESARROLLO Y CRECIMIENTO ESTÁN EMPEZANDO A DETERIORARSE

La instauración de límites seguros a escala local y regional aún es necesaria, puesto que la contaminación todavía menoscaba los ambientes locales. Pero ahora también enfrentamos limitaciones a escala planetaria. La población mundial aumentó de casi 1.6 mil millones de personas, en 1900, a los 7.3 mil millones actuales (ONU, 2016). Durante el mismo periodo, las innovaciones tecnológicas y el uso de energía fósil contribuyeron a satisfacer las múltiples demandas de esta población que iba en aumento. Por ejemplo, a comienzos del siglo XX, se desarrolló un método industrial para fijar el nitrógeno del amoniaco. El fertilizante sintético que originó este método sostiene hoy a casi la mitad de la población mundial (Sutton *et al.*, 2013). Los combustibles fósiles, fácilmente disponibles, suministran energía para el uso doméstico y la producción industrial, lo que posibilita el comercio mundial. Pero su empleo también ha incrementado la concentración de CO_2 en la atmósfera y ha elevado el calentamiento global. Las actividades humanas y su respectiva explotación de los recursos han crecido de forma tan drástica –especialmente desde la mitad del siglo XX (Steffen *et al.*, 2007)– que las condiciones ambientales que fomentaron nuestro desarrollo y crecimiento están empezando a deteriorarse (Steffen *et al.*, 2004; IPCC, 2012; IPCC, 2013) (Gráfica 29).



Gráfica 29. La "Gran Aceleración". *Las imágenes ilustran las tendencias y cómo han cambiado el tamaño y la escala de los acontecimientos. Fuente: IGBP, 2016. Basado en los análisis de Steffen et al., 2015b.*

Convenciones

- Resto del mundo
- Países BRICS
- Países OCDE
- El mundo

No hay duda de que la superación de los riesgos a escala planetaria será muchísimo más difícil que cualquier cosa con la que hayamos lidiado antes los humanos. A veces, la complejidad de los sistemas mundiales, las políticas para determinar los límites y las consecuencias de ignorar las restricciones parecen constituir dificultades insuperables. Sin embargo, el decidido compromiso internacional manifestado en el Acuerdo de París de 2015 para combatir el cambio climático nos da alguna certeza de que los problemas que tenemos a la vista no son invencibles.

Hasta hace relativamente poco tiempo, no teníamos conciencia de los cambios planetarios. Los científicos aún están recopilando y analizando información para comprender los efectos de esos cambios en la naturaleza y los seres humanos. La perspectiva del sistema de la Tierra puede ayudarnos a percibir las relaciones complejas entre las actividades humanas y los impactos globales que inciden en el estado natural del planeta. Esa mirada nos permite apreciar cómo los cambios locales tienen repercusiones a otras escalas geográficas y reconocer que los impactos que influyen en un sistema también pueden afectar a otros sistemas.

EL CONCEPTO DE LÍMITES PLANETARIOS ILUSTRA LOS RIESGOS DE LA INTERFERENCIA HUMANA EN EL SISTEMA DE LA TIERRA

El concepto de Límites Planetarios (Röckstrom *et al.*, 2009a; 2009b) es un medio para hacernos con una perspectiva del sistema de la Tierra. Aunque aún se está desarrollando, es un marco integral útil para ilustrar los peligros de la interferencia humana en el sistema de la Tierra, interferencia que ejercemos a través de nuestros patrones de consumo y producción. El concepto traza límites seguros para procesos claves del sistema de la Tierra. Las sociedades humanas pueden desarrollarse y progresar si actúan dentro de este espacio operativo seguro, determinado por nuestra comprensión aún en desarrollo del funcionamiento y la resiliencia de los ecosistemas globales.

LOS ANÁLISIS INDICAN QUE LOS SERES HUMANOS YA HICIMOS QUE CUATRO DE ESOS SISTEMAS SOBREPASARAN EL ESPACIO OPERATIVO SEGURO

La base del marco de los Límites Planetarios está constituida por nueve alteraciones del funcionamiento del sistema de la Tierra producidas por los seres humanos (Rökstrom *et al.*, 2009b; Steffen *et al.*, 2015a) (Gráfica 30). Es evidente que, a partir de cierto punto, los cambios que generamos provocarán transformaciones inadmisibles e irreversibles en los recursos de los que dependemos (por ejemplo, CDB, 2014a; IPCC, 2014a; PNUMA, 2013).

Los subsistemas de los nueve Límites Planetarios son: 1) integridad de la biósfera (o destrucción de los ecosistemas y la biodiversidad); 2) cambio climático y su hermano gemelo, 3) la acidificación de los océanos; 4) cambio en el sistema de la tierra; 5) uso insostenible de agua dulce; 6) perturbación de los flujos biogeoquímicos (aportes de nitrógeno y fósforo a la biósfera); 7) alteración de los aerosoles atmosféricos; 8) contaminación generada por sustancias nuevas, lo que incluye: 9) agotamiento del ozono de la estratósfera (Steffen *et al.*, 2015).

Gráfica 30. Los Límites Planetarios. *El área verde corresponde al espacio operativo seguro (debajo del límite). El área amarilla representa la zona de incertidumbre, en la que existe el peligro creciente de alterar la estabilidad del sistema de la Tierra. El área roja representa la zona de alto riesgo, que conduce el sistema de la Tierra fuera del Holoceno. El Límite Planetario como tal está en el círculo interior central (Steffen et al., 2015).*

Los análisis actuales indican que los seres humanos ya hicimos que cuatro de esos sistemas sobrepasaran el límite del espacio operativo seguro. Existe algún grado de incertidumbre científica sobre los efectos biofísicos y sociales de sobrepasar los Límites Planetarios. Sin embargo, ya es evidente que los impactos globales provocados por los seres humanos, así como los riesgos que acarrean, han incidido en el cambio climático, la integridad de la biósfera, los flujos biogeoquímicos y el cambio del sistema de la tierra (Steffen *et al.*, 2015a;). Otras evaluaciones indican que el uso del agua dulce también rebasó el umbral seguro (Mekonnen y Hoekstra, 2016; Vörösmarty *et al.*, 2010).

La integridad de la biósfera y el cambio climático

La biósfera y el clima han coevolucionado durante casi cuatro mil millones de años (Lenton y Watson, 2011). Los organismos aprovechan y transforman su entorno y, a la inversa: el entorno impone restricciones y selecciona por medios naturales los organismos que pueden vivir en él. Las grandes transformaciones, como aquellas a que dieron lugar las colisiones de placas tectónicas o los impactos de meteoritos, han determinado el paso de la Tierra a través de diferentes etapas que los geólogos definen como eras, épocas o edades. La magnitud actual de la actividad humana nos ha convertido en una fuerza geológica considerable, que ha producido grandes cambios en el clima y la integridad de la biósfera (Gráfica 31). Al desencadenar directa e indirectamente estos cambios, transformamos los Límites Planetarios de los otros siete subsistemas, lo que ha alterado sus interacciones con los sistemas del clima y la biósfera (Arneth *et al.*, 2010).

LA MAGNITUD ACTUAL DE LA ACTIVIDAD HUMANA NOS HA CONVERTIDO EN UNA FUERZA GEOLÓGICA CONSIDERABLE QUE HA PRODUCIDO GRANDES CAMBIOS EN EL CLIMA Y LA INTEGRIDAD DE LA BIÓSFERA

Debido a los complejos vínculos que existen entre los nueve Límites Planetarios a múltiples escalas, las modificaciones humanas de una categoría de límites pueden poner en grave riesgo o mejorar ostensiblemente a otras categorías. Del mismo modo, los efectos de la actividad humana en una región geográfica específica no se restringen a esa área. Las repercusiones pueden tener un alcance desproporcionado con respecto a la alteración original. Por ejemplo, la desaparición de los bosques de la Amazonía afecta el ciclo del agua y reduce las lluvias en la zona meridional de Suramérica (Nobre, 2014). La deforestación tropical (un cambio regional del sistema de la tierra) afecta el ciclo del carbón y contribuye al cambio climático (Lawrence y Vandecar, 2015; Sheil y Murdiyarso, 2009; Ciais *et al.*, 2013). El aumento de CO_2 en la atmósfera –una de las principales causas del cambio climático– está acidificando el océano en el mundo entero. Esto afecta los estados de saturación de minerales de carbonato de calcio, que desempeñan un papel biológico importante y limita la capacidad de algunos organismos para formar y preservar sus caparazones. Las repercusiones en la integridad de la biósfera se manifiestan a escala regional, puesto que los arrecifes tropicales de coral padecen sus efectos adversos (Kwiatkowski *et al.*, 2015). Del mismo modo, la desaparición de los bosques tropicales en la Amazonía tiene ramificaciones que cruzan los biomas, hemisferios y sistemas de los Límites Planetarios.

La integridad de la biósfera

La integridad de la biósfera es decisiva para determinar el estado del sistema de la Tierra, puesto que regula sus flujos de materia y energía y sus respuestas a los cambios abruptos y graduales (Mace *et al.*, 2014). Lenton y Williams (2013) describen la biósfera como el conjunto de todos los ecosistemas de la Tierra –terrestres, de agua dulce y marinos– y sus organismos vivos. La biósfera no solo interactúa con otras categorías de Límites Planetarios, sino que mantiene la resiliencia global del sistema de la Tierra.

Los impactos humanos en el planeta generados por el uso insostenible de los recursos

Gráfica 31. Las interrelaciones de los Límites Planetarios. *Todos los procesos de los Límites Planetarios están interconectados, ya que repercuten en las relaciones y la retroalimentación entre la integridad de la biósfera y el clima. Algunos de esos efectos son más fuertes y directos que otros. A su vez, los daños a la integridad de la biósfera y el cambio climático reducen el espacio operativo seguro para desarrollar otros procesos (Steffen et al., 2015a).*

La diversidad de las especies es un aspecto muy importante de la integridad de la biósfera porque contribuye a mantener la resiliencia de los ecosistemas terrestre, marino y de agua dulce (Biggs *et al.*, 2012; Cumming *et al.*, 2013). La protección de las especies es un medio para salvaguardar el código genético incorporado en la biota, el cual es la causa última del papel funcional de la biota y de su capacidad para renovarse y perdurar (Mace *et al.*, 2014). Tanto la diversidad genética como la diversidad de las funciones que desempeñan los ecosistemas son medidas relevantes de la integridad de la biósfera (Steffen *et al.*, 2015a). Aún se están desarrollando indicadores sólidos de la diversidad funcional. La tasa de la extinción de las especies es apenas un indicador provisional de la desaparición de la diversidad genética, mientras se evalúan indicadores y datos más adecuados (Steffen *et al.*, 2015a).

LA DIVERSIDAD DE LAS ESPECIES ES UN ASPECTO MUY IMPORTANTE DE LA INTEGRIDAD DE LA BIÓSFERA PORQUE CONTRIBUYE A MANTENER LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS

El cambio climático

La emisión antrópica de gases de efecto invernadero aumentó a partir de la época preindustrial debido, sobre todo, al crecimiento de la economía y la población, y hoy es más alta que nunca. Ello ha generado concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso que no tienen precedentes en, por lo menos, los últimos 800.000 años. Sus efectos, junto con los de otros factores de origen humano, se han detectado en todo el sistema climático y es muy posible que hayan sido la causa principal del calentamiento que hemos presenciado desde la mitad del siglo XX (IPCC, 2014a).

Cada vez es más amplia la evidencia de que la Tierra ya excedió el Límite Planetario del cambio climático y se aproxima a varios umbrales del ambiente global de la tierra y el océano. Es casi seguro que, en unas cuantas décadas, el hielo marino del Ártico desaparecerá en el verano, a menos que se tomen cuanto antes medidas contundentes para revertir el efecto (Stocker *et al.*, 2013). La desaparición de una capa de hielo del Norte por año es un ejemplo de un umbral del sistema de la Tierra bien definido (Miller *et al.*, 2013; Stranne *et al.*, 2014). La violación de este umbral podría alterar muchos mecanismos físicos de retroalimentación que desempeñan un papel vital en la regulación del clima global. La nieve y el hielo de la región ártica reflejan la energía solar, aíslan el océano y evitan que absorba calor (IPCC, 2013). Otras reacciones importantes son el aumento del nivel del mar, el deshielo del permafrost y los cambios en la vegetación del Ártico (Schuur *et al.*, 2015; Callaghan *et al.*, 2011). Algunos de los puntos de inflexión potenciales son el deterioro de los sumideros de carbono, como los bosques y los suelos, que almacenan grandes cantidades de este elemento. Por ejemplo, la destrucción actual de las selvas del mundo está desencadenando respuestas del clima al ciclo de carbono que aceleran el calentamiento de la Tierra y agudizan los impactos climáticos (Raupach *et al.*, 2014). Este tipo de cambios abruptos en la capa de hielo y en la biósfera podrían conducir la Tierra a un nuevo estado (Drijfhout *et al.*, 2015).

CADA VEZ ES MÁS AMPLIA LA EVIDENCIA DE QUE LA TIERRA YA EXCEDIÓ EL LÍMITE PLANETARIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SE APROXIMA A VARIOS UMBRALES DEL AMBIENTE GLOBAL DE LA TIERRA Y EL OCÉANO

Cómo responden las especies al cambio climático

Los cambios en el clima y los fenómenos meteorológicos extremos están afectando la biodiversidad en todo el mundo. Es probable que las reacciones de los ecosistemas al cambio climático sean divergentes, según la magnitud de su degradación actual (IPCC, 2014b). Las especies que habitan espacios determinados, como las de las altitudes y latitudes elevadas, son especialmente vulnerables (IPCC, 2014b). Ya existen pruebas de que la estructura y las dinámicas de los ecosistemas se rediseñan a medida que las especies se adaptan, dispersan o extinguen a escala local (Walther *et al.*, 2002).

Los principales impactos observados hasta ahora en las especies son:

Cambios de distribución por desplazamientos hacia los polos y las alturas. Por ejemplo, las mariposas son muy sensibles al clima y pertenecen a los grupos de especies cuyas áreas de distribución se modificarán como respuesta al cambio climático (Parmesan *et al.*, 2006).

Los periodos y el volumen de las precipitaciones y del agua disponible son más inciertos. Por ejemplo, los elefantes africanos necesitan hasta 300 litros de agua diarios, solo para beber. En la medida en que los patrones de las lluvias cambian, los seres humanos y la naturaleza compiten por las menguantes fuentes de agua (Mariki *et al.*, 2015).

Respuestas complejas de las especies migratorias. Como consecuencia del calentamiento de sus áreas de cría en el Ártico, el tamaño de los playeros rojizos está disminuyendo y sus picos son más pequeños. Sus tasas de supervivencia están decayendo en África debido a que cada vez les resulta más difícil alcanzar los moluscos enterrados a gran profundidad. Los moluscos son su principal alimento en los territorios de invernada (Van Gils *et al.*, 2016).

Cambios en la fenología (la secuencia temporal de los acontecimientos cíclicos en el ciclo de vida). Por ejemplo, cientos de especies de plantas y animales están empezando a reaccionar a una primavera más temprana (Primack *et al.*, 2009).

Transformaciones en la composición de la comunidad y en la abundancia. Por ejemplo, las predicciones sobre los cambios en la producción de peces indican que aumentará en las latitudes altas y descenderá en las medias y bajas, con variaciones regionales significativas (Allison *et al.*, 2009).

Es probable que el cambio climático exacerbe amenazas como la destrucción del hábitat y la sobreexplotación. Por ejemplo, algunas plantas y animales –que probablemente serían resilientes a un cambio climático en otras circunstancias– pueden afrontar una explotación creciente en el futuro. Ante las penurias cada vez mayores causadas por los cambios en el clima y fenómenos meteorológicos extremos, las personas podrían echar mano de recursos naturales alternativos para sostenerse. Así que es probable que se intensifiquen los impactos en la biodiversidad. Esta es una amenaza potencial grave, pero poco investigada: la mayoría de las evaluaciones de la vulnerabilidad de las especies al cambio climático se han centrado en los impactos directos y han prestado una mínima atención a los impactos indirectos, como las reacciones de los seres humanos (Pacifici *et al.*, 2015).

Una mirada más atenta a los límites de los subsistemas

Es probable que la transgresión de los umbrales de subsistemas como los flujos biogeoquímicos o el cambio del sistema de la tierra afecte el bienestar de muchas personas, pero no equivale por sí mismo a una transición hacia un nuevo estado del sistema de la Tierra. Sin embargo, la superación del límite de un subsistema fomenta un cambio fundamental en todo este sistema, representado por los límites, bien sea de la integridad de la biósfera o del cambio climático (Steffen *et al.*, 2015a).

Flujos biogeoquímicos

La categoría de este subsistema hace hincapié en dos elementos –nitrógeno y fósforo–, puesto que sus ciclos han cambiado de forma radical en respuesta a las prácticas de la agricultura e industria modernas (Erisman *et al.*, 2013; Carpenter y Bennett, 2011). El exceso de nitrógeno contamina las aguas dulces y las zonas costeras y se acumula en la biósfera terrestre (Erisman *et al.*, 2013). De igual forma, una buena parte del fósforo que movilizan los seres humanos termina en los sistemas acuáticos (Carpenter y Bennett, 2011). Los ríos, lagos y otros cuerpos de agua pueden convertirse en medios sin oxígeno, en la medida en que las bacterias consuman el exceso de algas descompuestas que hayan florecido como reacción al elevado aporte de nutrientes (por ejemplo, Rabotyagov *et al.*, 2014). Este es un ejemplo de cambios biogeoquímicos que afectan directamente la integridad de la biósfera.

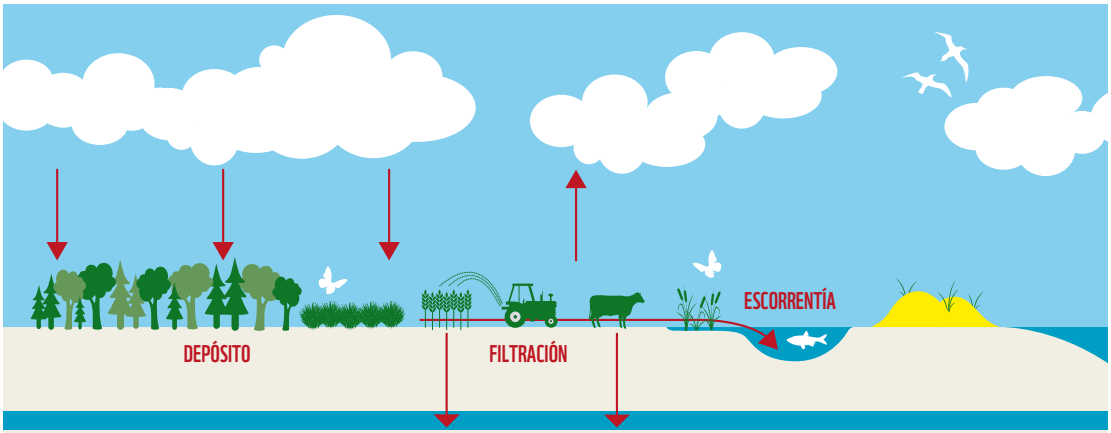
Una cantidad considerable de nitrógeno y fósforo aplicados al suelo desemboca en el océano, donde se elevan las condiciones de riesgo de los sistemas marinos. Por ejemplo, el declive de la vida marina en la "zona muerta" del golfo de México es producto de la escorrentía de grandes cantidades de nutrientes en el río Mississippi y otras cuencas del golfo. La "zona muerta" varía de año en año y, en ocasiones, ha abarcado hasta 20.000 km² (Rabotyagov *et al.*, 2014).

YA SE TRANSGREDIERON LOS LÍMITES PLANETARIOS DEL NITRÓGENO Y EL FÓSFORO DEBIDO A LA ACTIVIDAD HUMANA

Según Steffen *et al.* (2015a), ya se transgredieron los Límites Planetarios del nitrógeno y el fósforo, como consecuencia de la actividad humana (ver cuadro).

El cambio en el sistema de la tierra

En todo el planeta, los bosques, pastizales, humedales y otros hábitats se convirtieron y siguen convirtiéndose en paisajes agrícolas y urbanos. La consiguiente desaparición de los hábitats es una grave causa de la reducción de la biodiversidad. La conversión de la tierra también repercute en los cursos de agua y en el ciclo biogeoquímico del carbono, el nitrógeno, el fósforo y otros elementos importantes (por ejemplo, Erisman *et al.*, 2013). En tanto que, a escala local, se producen casos individuales de cambios en la cobertura del suelo. Todos ellos en conjunto inciden en el proceso del sistema de la Tierra a escala global.



Nitrógeno: exceso de un recurso fundamental

Todos los organismos vivos necesitamos el elemento químico nitrógeno (N) porque es indispensable para nuestro crecimiento estructural y metabolismo. Es un componente esencial de los aminoácidos y las proteínas, de las vitaminas y del mismo ADN. Además, el 78% de la atmósfera de la Tierra está compuesta por la molécula dinitrógeno (N_2). El nitrógeno atmosférico es inofensivo porque existe bajo una forma química estable. Todo en la Tierra ha evolucionado sobre el telón de fondo del nitrógeno gaseoso estable en la atmósfera. Esa es la condición "normal" de la Tierra.

Una cantidad relativamente pequeña del nitrógeno de la Tierra existe bajo una forma reactiva que pueden usar los organismos vivos. Cuando su proporción es inadecuada en comparación con las de otros elementos esenciales, los organismos no pueden desarrollarse. De hecho, la composición de una buena parte de la biodiversidad terrestre del mundo es producto de una presencia limitada de nitrógeno reactivo. En los sistemas naturales con altos niveles de nitrógeno, proveniente sobre todo de fugas de la producción agrícola, resultan favorecidas las especies tolerantes a los ácidos y las especies que crecen a mayor velocidad y son capaces de asimilar rápidamente el nitrógeno (Erisman *et al.*, 2013). Esto significa que los ecosistemas cambian, en la medida en que algunas especies se desarrollan más que otras bajo diferentes condiciones nutricionales. Lo vemos en los lagos: las algas florecen al tiempo que las grandes plantas acuáticas mueren.

La producción y aplicación de los fertilizantes modernos convierte más nitrógeno atmosférico en nitrógeno reactivo que todos los procesos terrestres del planeta juntos. Una buena porción de este nitrógeno reactivo se libera inadvertidamente a la atmósfera, en lugar de incorporarse a los cultivos. Así que, al convertir (o "fijar") grandes cantidades de nitrógeno atmosférico, al margen de la producción de nitrógeno reactivo que circula por los ecosistemas del planeta, interferimos con el funcionamiento normal de la Tierra (por ejemplo, Sutton *et al.*, 2013).

Las repercusiones negativas de los flujos de nitrógeno generados por los seres humanos son cada vez más visibles a escala global. Debido a la contaminación excesiva provocada por el nitrógeno reactivo, se sobrepasaron varios umbrales de la salud de los ecosistemas y de los seres humanos, a menudo interconectados. Entre ellos, están los umbrales de la calidad del agua potable (debido a los nitratos) y de la calidad del aire (esmog, material particulado, ozono al nivel del suelo). La eutrofización de los ecosistemas costeros y de agua dulce (zonas muertas), el cambio climático y la disminución del ozono estratosférico son consecuencias adicionales de la alteración humana del ciclo del nitrógeno reactivo. Cada uno de estos efectos ambientales puede aumentar como consecuencia de una cascada de nitrógeno, mediante la cual una molécula de nitrógeno reactivo desencadena una serie de impactos ambientales negativos en el tiempo y el espacio (Erisman *et al.*, 2015).

El límite para las transformaciones humanas de los sistemas terrestres debe reflejar no solo la cantidad absoluta de terreno, sino su función, calidad y distribución espacial (Steffen *et al.*, 2015a). Los bosques desempeñan un papel protagónico en el control de las dinámicas interconectadas del uso de la tierra y el clima, así que son el eje del límite de cambio del sistema terrestre (Steffen *et al.*, 2015a; Snyder *et al.*, 2004) que, según afirman Steffen *et al.* (2015), ya fue sobrepasado.

YA SE SOBREPASÓ EL LÍMITE PLANETARIO DEL CAMBIO DEL SISTEMA DE LA TIERRA

El uso del agua dulce

Mediante el consumo creciente y el represamiento del agua, los seres humanos hemos trastornado de forma sustancial los sistemas hidrológicos (Vörörsmarty y Sahagian, 2000). En consecuencia, se han secado arroyos, humedales y lagos (Vörörsmarty *et al.*, 2010; Davidson, 2014; Jiménez Cisneros *et al.* 2014); los flujos de vapor atmosférico regionales han cambiado (Nobre, 2014) y los niveles de los ríos se han modificado debido el creciente almacenamiento de reservas de agua (Reager *et al.*, 2016; Gornitz, 2000). La transformación del ciclo del agua afecta al clima tanto como a la biósfera. Por lo tanto, algunos científicos han propuesto un Límite Planetario basado en el consumo total del agua dulce (Steffen *et al.*, 2015a).

Sin embargo, en la práctica, este límite global propuesto para el uso del agua dulce plantea muchos problemas. Los recursos hídricos están distribuidos de forma desigual en la Tierra. El mismo volumen de consumo del agua puede afectar de manera muy diferente los ecosistemas de las cuencas áridas y húmedas. El calendario de los caudales de los ríos y del uso del agua también es fundamental para la salud de los ecosistemas de agua dulce: el impacto de una extracción de agua de un determinado volumen puede ser, de lejos, mayor en una temporada de bajo caudal que en una de gran caudal (Weiskel *et al.*, 2014). Es difícil considerar estos factores espaciales y temporales en un límite a escala planetaria. Sin embargo, es evidente que debemos reflexionar concienzudamente sobre el manejo del agua a todas las escalas, puesto que hoy los recursos hídricos y los hábitats de agua dulce padecen una explotación que sobrepasa los límites sostenibles.

LA TRANSFORMACIÓN DEL CICLO DEL AGUA AFECTA TANTO AL CLIMA COMO A LA BIÓSFERA

La acidificación del océano

Como ocurre con el cambio climático, la causa de la acidificación del océano es el incremento del CO_2 atmosférico. Casi un cuarto del CO_2 que los seres humanos emitimos a la atmósfera acaba disolviéndose en los océanos (Heinze *et al.*, 2015), lo cual retarda el calentamiento del planeta. Sin embargo, su disolución forma ácido carbónico en el océano, lo que altera la química marina y reduce el pH (acidez) del agua superficial. Desde la época preindustrial hasta hoy, la acidez de la superficie del océano se ha incrementado 30% (Royal Society, 2005). Al sobrepasar un determinado umbral de concentración, este aumento de la acidez dificulta el crecimiento y la supervivencia de organismos como los corales y algunas especies de mariscos y plancton (por ejemplo, Wittmann y Pörtner, 2013).

EL AUMENTO DE LA ACIDEZ DEL OCÉANO DIFICULTA EL CRECIMIENTO Y LA SUPERVIVENCIA DE ORGANISMOS COMO LOS CORALES Y ALGUNAS ESPECIES DE MARISCOS Y PLANCTON

La disminución de esas especies podría alterar la estructura y las dinámicas de los ecosistemas del océano y provocar reducciones considerables de poblaciones de peces (CDB, 2014b; Gattuso y Hansson, 2011). Además, los cambios en la acidez del océano pueden, a su vez, afectar el clima de dos maneras: alterando el modo como la vida marina hace circular el carbono y contribuye a enterrarlo en los sedimentos oceánicos profundos, y modificando la emisión de gases biogénicos climáticamente activos (Reid *et al.*, 2009; Yool *et al.*, 2013; Six *et al.*, 2013; Kroeker *et al.*, 2013; Gattuso *et al.*, 2015). El Límite Planetario de la acidificación del océano se define tomando como referencia este umbral químico, aunque está estrechamente ligado a los límites del cambio climático y de la integridad de la biósfera. Ya existe evidencia de patrones de acidificación a gran escala espacial (Steffen *et al.*, 2015a), pero aún es necesario monitorear mejor el océano para rastrear los cambios químicos y las respuestas de los ecosistemas (Hyde *et al.*, 2013).

El agotamiento del ozono estratosférico

La capa de ozono de la estratósfera es decisiva porque filtra la radiación ultravioleta (UV) del Sol. Si esta capa se reduce, la superficie de la Tierra recibirá cantidades cada vez mayores de radiación UV. Esto, sin duda, aumentará el cáncer de piel, las cataratas y los trastornos del sistema inmunológico de los seres humanos y también puede perjudicar los sistemas biológicos terrestres y marinos (por ejemplo, OMS/ PNUMA, 1994). El agujero de la capa de ozono de la Antártida apareció cuando una concentración elevada de sustancias químicas de origen antrópico que agotan el ozono, combinada con las nubes estratosféricas polares, sobrepasó cierto umbral y empujó la estratósfera de la Antártida a un nuevo régimen (British Antartic Survey, 2016). El Protocolo de Montreal, que entró en vigor en 1989, inició una campaña mundial para evitar entrar a una zona de mayor riesgo.

Nuevas entidades

Las emisiones de sustancias tóxicas y sintéticas de larga vida, como los contaminantes orgánicos, los compuestos de metales pesados y los materiales radiactivos, arriesgan de forma considerable el sistema de la Tierra. Estos compuestos tienen efectos potenciales irreversibles en los organismos vivos y en el medio ambiente físico. Según esta situación, la absorción y bioacumulación de la contaminación química pueden ser o no letales. Pero otros efectos –entre ellos, la reducción de la fertilidad y un posible daño genético permanente– pueden deteriorar ecosistemas alejados de la fuente contaminante. Por ejemplo, los componentes orgánicos persistentes han reducido drásticamente las poblaciones de aves y han afectado la reproducción y el desarrollo de los mamíferos marinos. Existen muchos ejemplos de efectos aditivos y sinérgicos de estos componentes, pero los científicos aún tienen un conocimiento escaso sobre ellos (ver cuadro).

Actualmente, los científicos no pueden cuantificar un simple límite de contaminación química, pero el carácter de los riesgos es tan bien conocido que las entidades nuevas se incluyeron como una categoría de los Límites Planetarios. Por sí solo, esto demuestra la necesidad de tomar medidas preventivas e impulsar aún más la investigación (Persson *et al.*, 2013).

La contaminación química por residuos plásticos

El destino ambiental del plástico se está convirtiendo en una grave perturbación antrópica del sistema de la Tierra. El plástico se fabricó por primera vez en grandes cantidades a mitad del siglo XX y pronto se volvió indispensable para la sociedad moderna. En la década de los setenta del siglo XX, crecía la preocupación sobre la cantidad de desechos plásticos, especialmente sobre los residuos de microplástico que llegaban al océano. Esta preocupación ha crecido considerablemente en los últimos años, a medida que aumenta la evidencia de que la basura plástica se ha convertido en un problema ecosistémico de proporciones globales. Un grupo de expertos evaluó el estado actual del conocimiento sobre las fuentes, el destino y los efectos de los microplásticos en el medio ambiente marino (Gesamp, 2015).

El conocimiento sobre los efectos ecológicos de los residuos plásticos todavía es insuficiente, aunque ya es claro que los efectos directos e indirectos son perjudiciales. Los organismos que consumen residuos plásticos o quedan atrapados en ellos se lastiman y, a menudo, mueren. En la superficie del plástico pueden concentrarse sustancias químicas, sobre todo en las micropartículas que tienen una elevada relación superficie-volumen. Las micropartículas también pueden actuar como catalizadores físicos de nuevas reacciones químicas.

Aunque la evidencia sobre la ruta ambiental exacta aún está fragmentada, la capacidad del plástico para concentrar sustancias químicas hace temer que las sustancias nocivas puedan acumularse en niveles tróficos superiores (Rochman *et al.*, 2013). Este es un problema global, puesto que se han encontrado altas concentraciones de residuos plásticos en casi todo el mundo. Por último, los efectos son, en esencia, irreversibles. Por lo tanto, existe suficiente evidencia de que los desechos plásticos marinos cumplen con los requisitos necesarios para convertirse en una categoría de Límite Planetario de la contaminación química (como argumentaron Person *et al.*, 2013).

La carga de aerosoles atmosféricos

Los aerosoles son partículas microscópicas o gotitas suspendidas en la atmósfera. Los seres humanos alteran la concentración de aerosoles mediante la contaminación atmosférica, en la medida en que muchos gases contaminantes se condensan en gotitas y partículas. Además, el cambio del sistema de la tierra eleva la liberación de polvo y humo al aire (Brasseur *et al.*, 2003).

AUMENTA LA EVIDENCIA DE QUE LA BASURA PLÁSTICA SE HA CONVERTIDO EN UN PROBLEMA ECOSISTÉMICO DE PROPORCIONES GLOBALES

Los aerosoles afectan el clima modificando la cantidad de radiación solar que refleja o absorbe la atmósfera (Boucher *et al.*, 2013). Además, desempeñan un papel de importancia crucial en el ciclo

del agua porque interactúan con el vapor de agua. Proveen una superficie para varias reacciones químicas que, de otra manera, no se producirían (Andreae y Crutzen, 1997; Boucher *et al.*, 2013). Debido a estas propiedades, los aerosoles afectan la formación de las nubes y los patrones climáticos regionales, como los sistemas monzónicos en las regiones tropicales (por ejemplo, Ramanathan *et al.*, 2005). Los esfuerzos destinados a definir un Límite Planetario para la carga de aerosoles atmosféricos se ha centrado en los cambios físicos del clima regional (Steffen *et al.*, 2015a), pero las interacciones complejas con la biósfera sugieren que no hay un único límite cuantitativo.

Las consecuencias prácticas de los Límites Planetarios

NO PODEMOS OCUPARNOS DE UN LÍMITE SIN CONSIDERAR LOS OTROS. LOS CAMBIOS EN LOS LÍMITES PLANETARIOS NO SON INDEPENDIENTES LOS UNOS DE LOS OTROS, SINO QUE, DE HECHO, SE REFUERZAN ENTRE SÍ

Solo hasta hace poco tiempo reconocimos los procesos planetarios que afectan la resiliencia y la capacidad adaptativa de la Tierra. Los científicos todavía están reuniendo y debatiendo la evidencia sobre las dinámicas y los procesos de retroalimentación del sistema de la Tierra, y el alcance y el carácter de la actividad humana sostenible. Pero aún sin un conocimiento científico pleno de estos umbrales, el concepto de Límites Planetarios es útil para enmarcar nuestra comprensión actual de los posibles puntos de inflexión y recalcar la importancia de aplicar el principio de precaución en el manejo de los sistemas naturales. Muchos investigadores ya señalan que la definición y el respeto de los Límites Planetarios podría reducir considerablemente el riesgo de que el Antropoceno se convierta en una época inhóspita para la vida tal como la conocemos (Brandi, 2015; Griggs *et al.*, 2013; MacLeod *et al.*, 2014; Steffen y Stafford Smith, 2013).

El siguiente reto es complementar la reflexión sobre los Límites Planetarios con datos fidedignos del estado de estos límites y sus factores humanos. Incluso, mientras seguimos cuantificando esos límites, una cosa es clara: no podemos ocuparnos de un límite sin considerar los otros. Los cambios en los Límites Planetarios no son independientes los unos de los otros, sino que, de hecho, se refuerzan entre sí. Si intentamos solucionar el cambio climático eliminando CO_2 de la atmósfera mediante el uso de nuevas tecnologías, pero no tenemos en cuenta el papel del cambio del sistema de la tierra, los flujos biogeoquímicos y los otros subsistemas en la integridad de la biósfera, no podremos trazar un rumbo sostenible en el Antropoceno. Además, cada vez será más importante encontrar mejores maneras de convertir los conceptos y la información global en herramientas prácticas para las personas que toman las decisiones.

EL LIDERAZGO CLIMÁTICO DE SEÚL

Hasta hoy, 328 ciudades de 26 países de cinco continentes han probado su liderazgo climático en el Desafío de las Ciudades de la Hora del Planeta de WWF, divulgando sus compromisos y acciones con miras a un futuro sostenible basado 100% en energía renovable. En 2015, Seúl fue elegida como la ciudad ganadora de este desafío mundial. La capital surcoreana adoptó un enfoque integral para afrontar el cambio climático. Consiste en abandonar los combustibles fósiles y la energía nuclear haciendo grandes inversiones en energía renovable y eficiencia energética, y comprometiendo al público para que participe en esta transición.

La primera fase del programa de la ciudad Una Planta de Energía Nuclear Menos estableció y cumplió la meta de reducir el consumo de energía de fuentes externas en dos millones de toneladas equivalentes de petróleo, que corresponden aproximadamente a la producción de energía de una planta nuclear de entre dos y tres reactores. Lo consiguió en menos de tres años, gracias a inversiones de gran envergadura en eficiencia energética y energías locales renovables. Las acciones comprendieron inversiones en pilas de hidrógeno, calor residual, energía geotérmica, cubiertas energéticas para los nuevos edificios, programas de readaptación de edificios, reemplazo de ocho millones de focos por bombillos LED de gran eficiencia, transporte amigable con el medio ambiente y energía solar fotovoltaica –que incluye el proyecto Ciudad Luz Solar, gracias al cual se instalaron paneles solares en las azoteas de casi 10.000 edificios, sumando 320 MW–. En espacios como instalaciones de alcantarillado y parqueaderos, la ciudad construyó estaciones de energía solar con una capacidad conjunta de 30 MW.

Estas iniciativas reemplazaron importaciones de petróleo de un valor de 1.5 mil millones de dólares y generaron 34.000 empleos verdes. El programa también es pionero en la participación activa de los ciudadanos en el ahorro de energía, lo que representó 40% de la disminución total del consumo. La mayor proporción de este ahorro es resultado del programa Eco-Kilometraje, que recompensa a los ahorradores de energía con puntos que les permiten adquirir productos respetuosos con el medio ambiente o recibir apoyo financiero para readaptar edificios. Desde 2009, la cifra de participantes en el programa se ha triplicado, hasta alcanzar más de 1.7 millones –casi la mitad de las familias de la ciudad–. Muchos de los logros de Seúl pueden atribuirse al liderazgo visionario del alcalde Park Won-Soon, un exabogado de derechos humanos, activista cívico y diseñador social, que ha hecho de la gobernanza colaborativa y la innovación, los dos pilares de la administración de la ciudad.

(Fuente: WWF, 2015b)

© ICLEI e.V. 2015

LA MEDICIÓN DE LAS PRESIONES HUMANAS

Las herramientas de medición conocidas como “indicadores de la Huella” son un medio para rastrear la demanda humana de recursos renovables y servicios ecológicos. Mediante sistemas micro- y macroeconómicos, los indicadores de la Huella contribuyen a ilustrar las relaciones entre los seres humanos y el medio ambiente. La comprensión consiguiente de los factores sociales y económicos y de sus impactos ambientales puede orientar la toma de decisiones encaminadas a fortalecer la sostenibilidad. Se dispone de varias mediciones de la Huella y se están efectuando otras. Se han empleado para medir la apropiación de carbono, agua, tierra, materiales, nitrógeno, biodiversidad y otros recursos (Galli *et al.*, 2012; Galli, 2015a). Entre estos indicadores, la Huella Ecológica –empleada en este informe– es, probablemente, la que más se conoce y se usa.

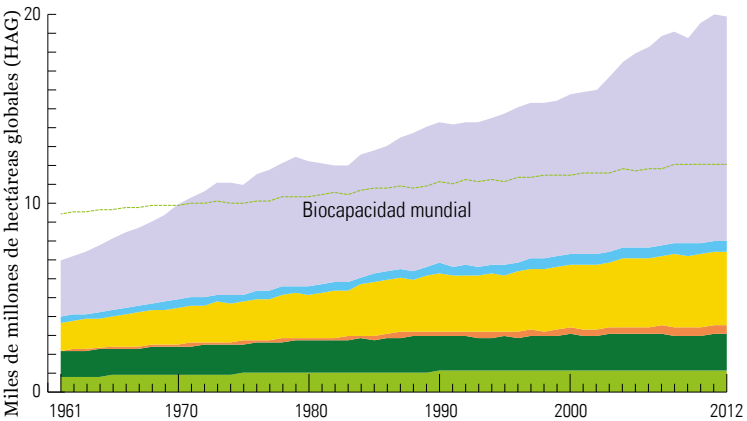
La Huella Ecológica del consumo

El propósito general de la Huella Ecológica es comparar el consumo humano real de recursos renovables y servicios ecológicos con la disponibilidad de la naturaleza de esos recursos y servicios (Wackernagel y Rees, 1996). La Huella hace esta medición estimando las superficies de tierra y agua productivas en términos biológicos que se requieren para suministrarnos los bienes y servicios que consumimos y luego los compara con el área existente –la biocapacidad de la Tierra–. El cálculo se hace usando las hectáreas globales como unidad de medida. La biocapacidad funciona como un parámetro ecológico que sirve para medir la demanda de las actividades humanas a los ecosistemas (Galli *et al.*, 2014; Wackernagel *et al.*, 2014; Lin *et al.*, 2015).

Como cualquier medida, la Huella Ecológica solo usa un lente –la biocapacidad– para monitorear la dependencia humana de los complejos e interrelacionados sistemas medioambientales. No atiende todas las presiones ambientales ni las repercusiones vinculadas al consumo humano, como la contaminación y la pérdida de los hábitats (consultar a Galli *et al.*, 2012). En su lugar, nos da luces sobre una condición mínima para la sostenibilidad, esto es, si las prácticas de consumo de los seres humanos se ajustan o no al umbral biológico establecido para la biocapacidad de la Tierra (Lin *et al.*, 2015).

DESDE PRINCIPIOS DE LA DÉCADA DEL SETENTA DEL SIGLO XX, LOS SERES HUMANOS DEMANDAMOS MÁS DE LO QUE EL PLANETA PUEDE REPONER

Desde principios de la década del setenta del siglo XX, los seres humanos demandamos más de lo que el planeta puede reponer (Gráfica 32). En 2012 se necesitaba la biocapacidad equivalente a 1.6 tierras para suministrar los recursos naturales y los servicios que la humanidad consumió ese año (Global Footprint Network, 2016). Solo a corto plazo es posible exceder la biocapacidad de la Tierra. Durante un breve periodo podremos talar árboles a mayor velocidad de lo que maduran, capturar más peces de los que el océano puede reabastecer o verter más carbono en la atmósfera del que los bosques y océanos pueden absorber. Las consecuencias del exceso ya saltan a la vista: el colapso de las pesquerías, la desaparición de hábitats y especies, y la acumulación de carbono en la atmósfera (Tittensor *et al.*, 2014; PNUMA, 2012).



Gráfica 32. Componentes de la Huella Ecológica Mundial versus biocapacidad de la Tierra, 1961-2012. *El carbono es el componente dominante de la Huella Ecológica de la humanidad (con un rango que va de 43%, en 1961, a 60%, en 2012). Es el mayor componente de la Huella a escala mundial y también, en 145 de los 233 países y regiones monitoreados en 2012. La causa principal es el consumo de combustibles fósiles –carbón, petróleo y gas natural–. La línea verde representa la capacidad de la Tierra para producir recursos y prestar servicios ecológicos (es decir, la biocapacidad). Ha tenido una ligera tendencia ascendente debido, sobre todo, al aumento de la productividad agrícola (Global Footprint Network, 2016). Los datos se expresan en hectáreas globales (HAG).*

Convenciones

- Carbono
- Zonas de pesca
- Campos de cultivo
- Tierra urbanizada
- Productos forestales
- Tierras de pastoreo

Aunque vemos y reconocemos cada vez más las consecuencias de la presión que la humanidad ejerce sobre el medio ambiente, aún hace falta diseñar una respuesta económica razonable para enfrentar este desafío. Según los datos de la Huella Ecológica, durante las últimas cuatro décadas, sus escasas reducciones notorias a nivel mundial no fueron resultado de las políticas diseñadas para restringir el impacto humano en la naturaleza, sino de repercusiones momentáneas de grandes crisis económicas, como la del petróleo de 1973, la profunda recesión que padecieron los Estados Unidos y muchos de los países miembros de la OCDE entre 1980 y 1982 y la depresión económica mundial de 2008 y 2009. Estas reducciones de la Huella Ecológica global fueron pasajeras; pronto recuperó su trayectoria ascendente (Galli *et al.*, 2015). Varias investigaciones de las emisiones de carbono mundiales dan cuenta de patrones similares (Peters *et al.*, 2011, 2012).

El examen de la Huella Ecológica del consumo

La Huella Ecológica equipara la demanda que hacen los seres humanos a la naturaleza con el tamaño del área biológicamente productiva necesaria para suministrar recursos y absorber desechos (actualmente, solo el dióxido de carbono generado por los combustibles fósiles, el cambio del uso de la tierra y el cemento). Considera seis categorías de demandas:

LA HUELLA DE LOS CAMPOS DE CULTIVO

se refiere a la demanda de tierra para producir alimentos y fibra destinados al consumo humano, alimentar el ganado, cultivos oleaginosos y producir caucho.

LA HUELLA DE LAS TIERRAS DE PASTOREO

alude a la demanda de pastizales para criar ganado con el fin de producir carne, alimentos lácteos, cuero y artículos de lana.

LA HUELLA DE LAS ZONAS DE PESCA

se refiere a la demanda a los ecosistemas de aguas marinas y continentales requeridos para generar la producción primaria (es decir, fitoplancton) necesaria para sustentar las capturas marinas y la acuicultura.

LA HUELLA DE PRODUCTOS FORESTALES

alude a la demanda a los bosques para el suministro de combustibles de madera, pulpa y productos de madera.

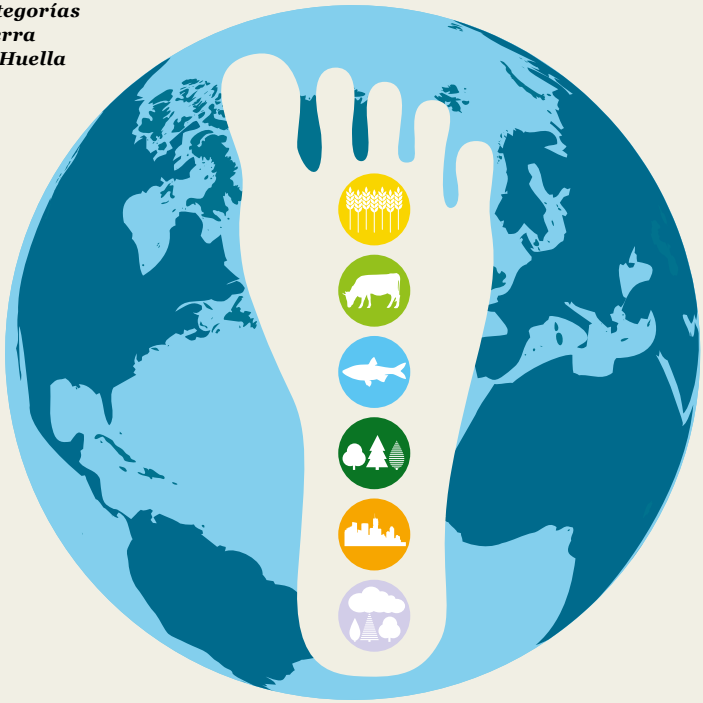
LA HUELLA DE LA TIERRA URBANIZADA

se refiere a la demanda de áreas biológicamente productivas para levantar infraestructura, que incluya vías, vivienda y estructuras industriales.

LA HUELLA DE CARBONO

se refiere a la demanda de bosques, considerados los principales sistemas disponibles para la retención a largo plazo del carbono que, de no ser por ellos, absorbería el océano. Las tasas de captura de carbono varían, dependiendo del nivel del manejo humano de los bosques y del tipo y la edad de dichos bosques. Estos factores incluyen las emisiones relacionadas con los incendios forestales, el suelo y la madera recolectada (consultar a Mancini *et al.*, 2016).

Gráfica 33. Categorías de uso de la tierra que incluye la Huella Ecológica

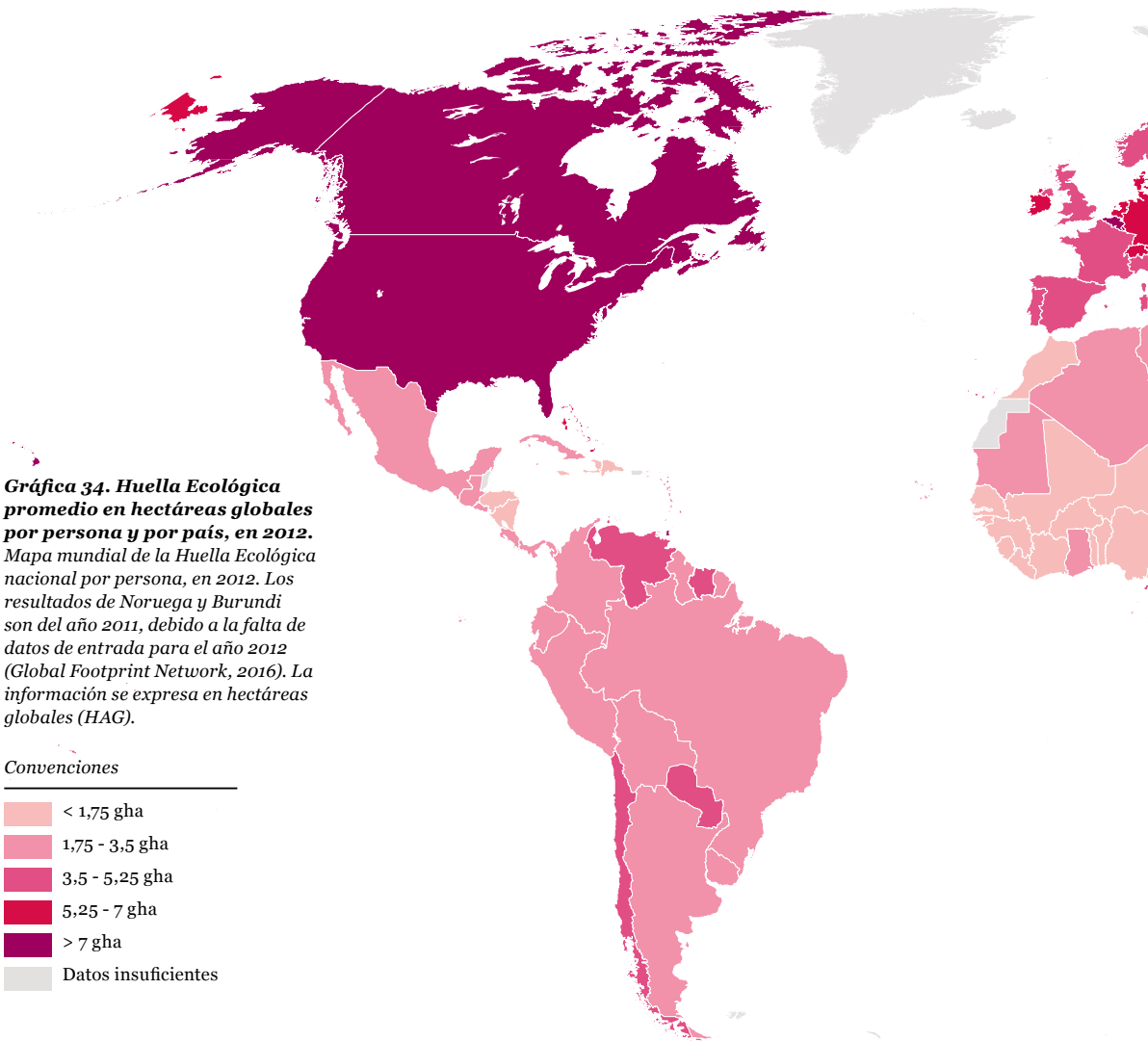


La biocapacidad es una medida del área biológicamente productiva existente, capaz de regenerar los recursos naturales bajo la forma de alimentos, fibra y madera, y de secuestrar dióxido de carbono. Esta medida se efectúa teniendo en cuenta cinco categorías: campos de cultivo, tierras de pastoreo, zonas de pesca, tierras de bosques y tierra urbanizada. Juntas, satisfacen la demanda humana contemplada en las categorías de la Huella. Esto se debe a que las tierras de bosques satisfacen dos categorías de demandas: productos forestales y retención de carbono (Wackernagel *et al.*, 2014; Mancini *et al.*, 2016). La biocapacidad puede cambiar cada año debido al clima, el manejo del ecosistema, variaciones en las condiciones del suelo e insumos agrícolas. El aumento de las prácticas agrícolas intensivas es responsable de casi todo el crecimiento de la biocapacidad que ha experimentado la Tierra en las últimas cinco décadas.

Tanto la Huella Ecológica como la biocapacidad se expresan en una unidad equivalente a una hectárea de productividad ajustada llamada **hectárea global** (HAG). Una HAG representa una hectárea biológicamente productiva mediante el promedio mundial de productividad (Galli, 2015). La conversión de las áreas de tierra reales en hectáreas globales se realiza por medio de factores de rendimiento y factores de equivalencia. Los factores de rendimiento son específicos para cada país y los de equivalencia representan un promedio mundial, pero ambos valores cambian según el año y el uso de la tierra (Broucke *et al.*, 2013). Al traducirlas a hectáreas globales, las áreas de mayor productividad, como las selvas tropicales, y las áreas de menor productividad, como los desiertos alpinos, se normalizan. Según estos cálculos, en 2012, la biocapacidad total de la Tierra era de 12.2 mil millones de HAG o de 1.7 HAG por persona, en tanto que la Huella Ecológica de la humanidad era de 20.1 mil millones de HAG o de 2.8 HAG por persona.

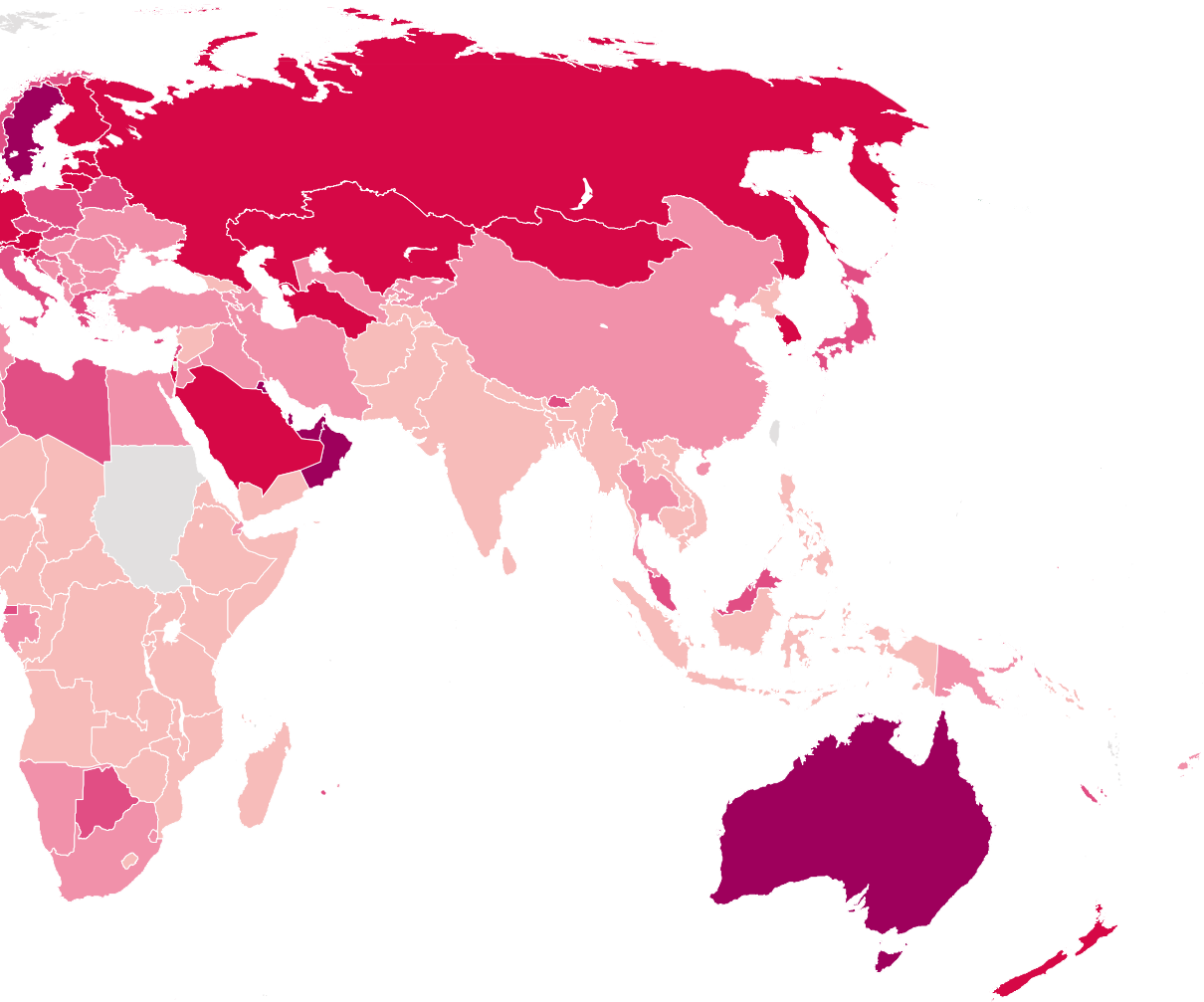
Mapa de la Huella Ecológica del consumo

Las Huellas Ecológicas promedio per cápita son distintas en cada país debido a la diversidad de niveles del consumo total y a las diferentes demandas relativas correspondientes a cada componente de la Huella. Las huellas comprenden la cantidad de bienes y servicios que consumen los habitantes, los recursos naturales que usan y el carbono que se genera para suministrar estos bienes y servicios. La Gráfica 34 muestra la Huella Ecológica promedio por persona en cada país, en 2012.



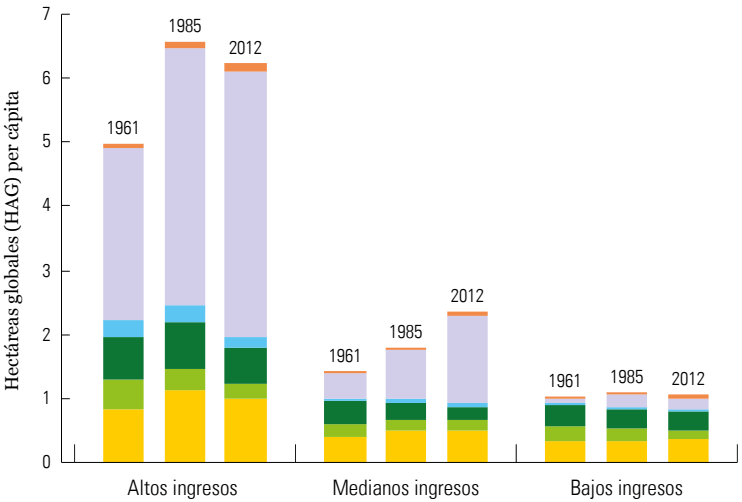
Gráfica 34. Huella Ecológica promedio en hectáreas globales por persona y por país, en 2012. *Mapa mundial de la Huella Ecológica nacional por persona, en 2012. Los resultados de Noruega y Burundi son del año 2011, debido a la falta de datos de entrada para el año 2012 (Global Footprint Network, 2016). La información se expresa en hectáreas globales (HAG).*

El componente de la huella de carbono es más elevado en los países con altas Huellas Ecológicas per cápita, debido al consumo de combustibles fósiles y al uso de bienes que requieren un gran gasto de energía. Las Huellas Ecológicas per cápita de varios países llegan a sextuplicar la cuota per cápita disponible de la biocapacidad global (1.7 HAG). Esto significa que los habitantes de estos países están ejerciendo una presión desproporcionada sobre la naturaleza, por cuanto se apropian de una porción de recursos de la Tierra mayor de la que, según una distribución equitativa, les corresponde. En el otro extremo de la escala, algunos de los países del mundo con menores ingresos tienen Huellas Ecológicas per cápita inferiores a la mitad de la biocapacidad per cápita disponible en el mundo, puesto que muchos habitantes de esos países hacen grandes esfuerzos para satisfacer sus necesidades básicas.



La Huella Ecológica según el nivel de ingresos

Agrupar las Huellas Ecológicas según los niveles de ingresos de los países revela la inequidad de la demanda nacional de recursos renovables y servicios ecológicos, y muestra la evolución de esa inequidad a través del tiempo (Gráfica 35). Entre 1961 y 2012, la Huella Ecológica per cápita promedio de los países con altos ingresos aumentó de 5 HAG a 6.2 HAG y alcanzó su punto máximo en 1985, con 6.6 HAG. En los países de ingresos medianos, pasó de 1.4 a 2.3 HAG per cápita. Y en los países con bajos ingresos permaneció casi estable, aproximadamente en 1 HAG per cápita. En 2012, la Huella Ecológica per cápita de los países con altos ingresos fue menor que en 1985. Aunque hay muchas diferencias entre estos grupos de países, el declive general parece ser efecto de la crisis económica que comenzó entre 2007 y 2008.



Gráfica 35. Huella Ecológica promedio per cápita de países con altos, medianos y bajos ingresos, según el tipo de la tierra, en 1961, 1985 y 2012.
Los países del mundo están reunidos en grupos de ingresos, de acuerdo con los valores relativos de PIB en 2016. Aquí se utiliza la clasificación del Banco Mundial, de acuerdo con la cual se caracteriza a los países como: 1) de altos ingresos (el ingreso nacional bruto per cápita es de $10.066 dólares estadounidenses al año o más alto), 2) de medianos ingresos (el ingreso nacional bruto per cápita está entre $826 y $10.065 dólares estadounidenses) y 3) de bajos ingresos (el ingreso nacional bruto per cápita es inferior a $825 dólares estadounidenses). Los datos están expresados en hectáreas globales (HAG).

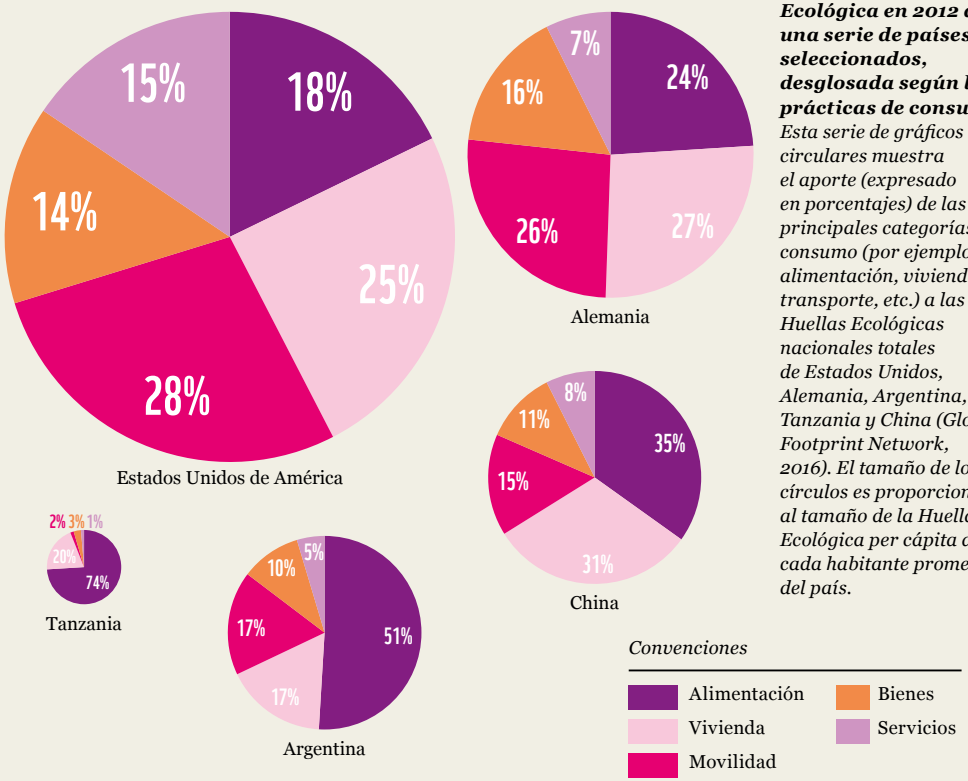
Convenciones

- Carbono
- Zonas de pesca
- Campos de cultivo
- Tierra urbanizada
- Productos forestales
- Tierras de pastoreo

Además, la Gráfica 35 parece mostrar que, con independencia del nivel de ingresos, los países están siguiendo –aunque a diferente ritmo– un patrón de desarrollo similar, caracterizado por la transición de las economías agrarias (sustentadas en la biomasa) a las industrializadas (basadas en los combustibles fósiles). En los países con altos ingresos, aumentó el porcentaje de carbono de la Huella Ecológica, mientras que decreció el porcentaje basado en la biomasa, es decir, la suma de las huellas de los campos de cultivo, las tierras de pastoreo, las tierras de bosques y las zonas de pesca. En los países con ingresos medianos se observan los mismos patrones. Pero en los países de bajos ingresos, los componentes basados en la biomasa todavía constituían el porcentaje principal de la Huella en 2012, pese a que los factores subyacentes cambiaron: el porcentaje de los campos de cultivo aumentó, en tanto que los porcentajes de las tierras de bosques y pastoreo decayeron. También aumentó el porcentaje de la huella de carbono.

Los patrones de consumo según el nivel de ingresos

No solo la demanda a la biocapacidad varía por país, sino también los patrones de consumo. En países con bajos ingresos, como Tanzania, 94% de la Huella Ecológica está determinado por las demandas de alimentos y vivienda. A medida que aumentan los ingresos, el consumo se expande más allá de las necesidades básicas. En la Huella Ecológica de la población aumenta la cuota de categorías como movilidad, bienes y servicios, como sucede en los Estados Unidos.



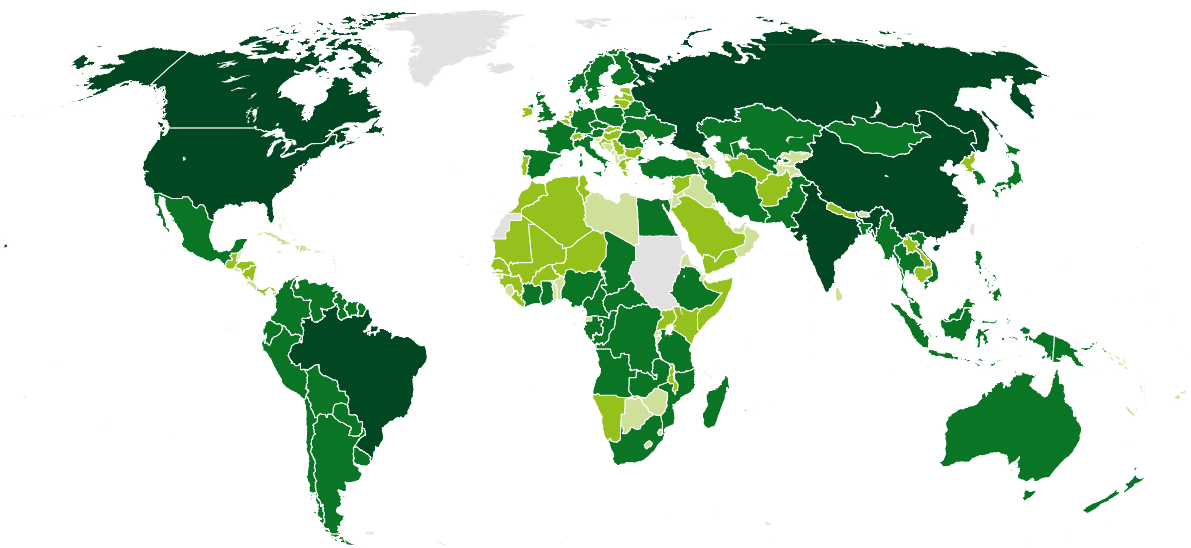
Gráfica 36. Huella Ecológica en 2012 de una serie de países seleccionados, desglosada según las prácticas de consumo. *Esta serie de gráficos circulares muestra el aporte (expresado en porcentajes) de las principales categorías de consumo (por ejemplo, alimentación, vivienda, transporte, etc.) a las Huellas Ecológicas nacionales totales de Estados Unidos, Alemania, Argentina, Tanzania y China (Global Footprint Network, 2016). El tamaño de los círculos es proporcional al tamaño de la Huella Ecológica per cápita de cada habitante promedio del país.*

Los patrones subyacentes de consumo pueden diferir incluso entre países cuyas poblaciones tienen Huellas Ecológicas parecidas. Por ejemplo, China y Argentina tienen Huellas Ecológicas per cápita de 3.4 HAG y 3.1 HAG, respectivamente. Los alimentos constituyen un poco más de la mitad de la Huella de Argentina, debido a los elevados niveles de consumo de carne del país, mientras que en China los alimentos solo representan un tercio de su Huella. Por otra parte, el consumo asociado a la vivienda representa un porcentaje mucho mayor en la Huella Ecológica de China que de Argentina. Es probable que sea así debido a la gran dependencia de China a los combustibles fósiles (por ejemplo, carbón) para el funcionamiento de la calefacción (Chen *et al.*, 2007; Hubacek *et al.*, 2007). Mientras que los dos países ejercen presiones más o menos iguales sobre el medio ambiente para satisfacer sus requerimientos, las prácticas de consumo y, por lo tanto, las causas de la demanda son muy distintas. Los perfiles de sus respectivas Huellas Ecológicas podrían orientar a los políticos que deseen emprender acciones para dirigir el consumo de recursos renovables y servicios hacia otras áreas –alimentación versus vivienda, por ejemplo–.

Mapa de la biocapacidad

Así como la demanda humana varía entre los países, la capacidad de la naturaleza para proveer bienes y servicios o la biocapacidad está distribuida de forma desigual (Gráfica 37). Brasil, China, los Estados Unidos, Rusia y la India abarcan casi la mitad de la biocapacidad del planeta. Estos pocos países funcionan como centros de la biocapacidad mundial, ya que se encuentran entre los principales exportadores de recursos a los demás países. Esto produce una gran presión sobre los ecosistemas de esos lugares y, sin duda, contribuye a la pérdida del hábitat. Este es un ejemplo de cómo la presión es consecuencia de las actividades de consumo de países distantes del que se ejerce presión (Galli *et al.*, 2014; Lazarus *et al.*, 2015). Para alcanzar la sostenibilidad mundial, en el sentido de vivir equitativamente en un solo planeta, será necesario reconocer las interrelaciones y la mutua dependencia ecológica de nuestras sociedades y ser más receptivos a los acuerdos y políticas globales e interregionales sobre el manejo de los recursos (Kissinger *et al.*, 2011; Rees, 2010).

Gráfica 37. Biocapacidad total de cada país en 2012. *Los resultados de Noruega y Burundí son de 2011 porque faltan datos de entrada del año 2012 (Global Footprint Network, 2016). Los datos se expresan en hectáreas globales (HAG).*

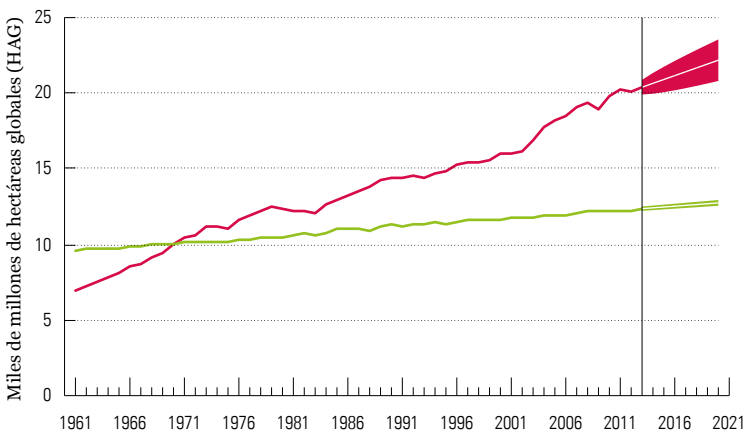


La proyección de la Huella Ecológica

La Gráfica 38 muestra las tendencias históricas de la Huella Ecológica de la humanidad y de la biocapacidad, expresadas en hectáreas globales de productividad requeridas y disponibles respectivamente. Abarca desde 1961 hasta 2012, el último año evaluado. Además, muestra la proyección de las tendencias hasta 2020. Desde que el mundo comenzó a excederse en sus requerimientos al planeta, en 1971, la demanda de la humanidad a la capacidad regenerativa de la Tierra ha aumentado constantemente.

De no cambiar la trayectoria actual de las causas subyacentes del consumo de recursos y asumiendo que las tendencias actuales de la población y los ingresos se mantendrán constantes, se prevé que la demanda que los seres humanos hacen a la capacidad regenerativa de la Tierra seguirá creciendo a un ritmo constante y, en 2020, sobrepasará esa capacidad en cerca del 75%. Para modificar esta trayectoria, se necesitan cambios considerables en la tecnología, infraestructura y comportamiento, con el objetivo de sostener una producción y unos estilos de vida cuyo consumo de recursos sea menos intensivo (consulte, por ejemplo, a Moore *et al.*, 2012).

Gráfica 38. Tendencias de la Huella Ecológica Mundial entre 1961 y 2012, y extrapolación estadística para el periodo comprendido entre 2013 y 2020. *La línea roja representa la Huella Ecológica de la humanidad y la verde, la biocapacidad de la Tierra. Las áreas sombreadas representan límites de confianza estadísticos del 95% para las extrapolaciones efectuadas. Basado en un ajuste del modelo de ARMA –consultar Petris et al., 2009. La extrapolación se realiza asumiendo que los procesos subyacentes permanecen constantes (Global Footprint Network, 2016). Los datos se expresan en hectáreas globales (HAG).*



DE NO CAMBIAR LA TRAYECTORIA ACTUAL, SE PREVÉ QUE LA DEMANDA QUE LOS SERES HUMANOS HACEN A LA CAPACIDAD REGENERATIVA DE LA TIERRA SEGUIRÁ CRECIENDO A UN RITMO CONSTANTE Y QUE EN 2020 SOBREPASARÁ ESA CAPACIDAD EN CERCA DEL 75%

La relación entre el consumo y la producción: el caso de la soya

Los indicadores de la huella –como la Huella Ecológica– dibujan un cuadro general del uso de los recursos. Para profundizar en el carácter de los impactos ambientales derivados de la producción, es necesario obtener información adicional sobre los lugares en que se produce, los procesos que se emplean, su dependencia de insumos externos, como el agua y los fertilizantes, y así sucesivamente (por ejemplo, Croft *et al.*, 2014; Van den Bergh y Grazi, 2014; 2015). Incluso los progresos modestos en el desglose de las relaciones entre consumo y producción tienen el potencial de arrojar luces sobre las relaciones de dependencia en la cadena de producción y los motores de los impactos.

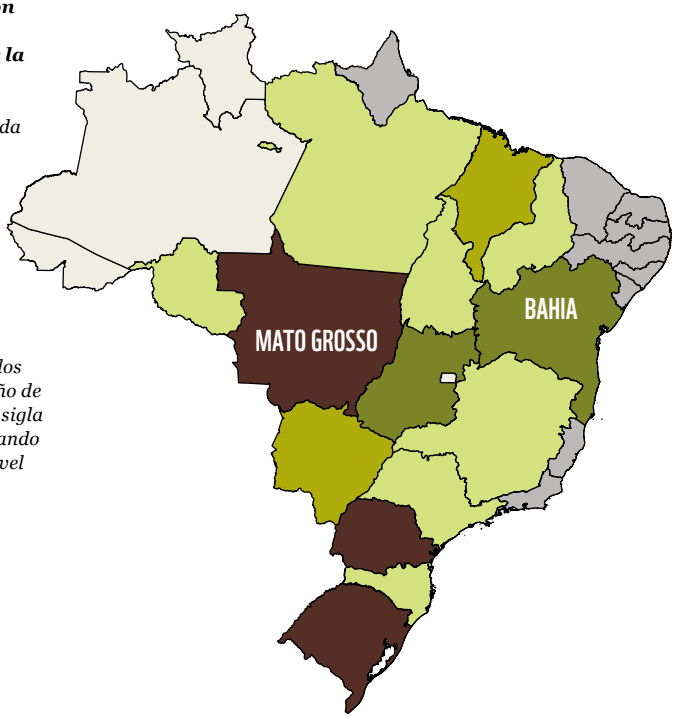
LA EXPANSIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SOYA SE HA ASOCIADO AL CAMBIO CONSIDERABLE EN EL USO DE LA TIERRA Y A LA DEFORESTACIÓN QUE HAN EXPERIMENTADO HÁBITATS DE GRAN VALOR BIOLÓGICO, COMO EL CERRADO BRASILEÑO

La producción mundial de soya creció rápidamente en los últimos cincuenta años y ascendió a 278 toneladas en 2013, según las estadísticas de la FAO (2015). Este incremento es resultado, en gran medida, de la creciente demanda de productos cárnicos, dado que uno de los principales usos de la soya es la alimentación del ganado. La expansión de la producción de soya se ha asociado al cambio considerable en el uso de la tierra y a la deforestación que han experimentado hábitats de gran valor biológico, como el Cerrado brasileño (Gibbs *et al.*, 2015).

La Gráfica 39 cuantifica la producción de soya de los estados brasileños para satisfacer la demanda de bienes y servicios de la Unión Europea (UE) y da cuenta de fuentes significativas de la demanda, como la alimentación de los animales. Existen diferencias regionales en los niveles e impulsores de la producción. Por ejemplo, el estado de Mato Grosso, situado en el centro occidental de Brasil, es el mayor productor de soya para la UE, pero el estado de Bahía –situado en el oriente del país y también un productor considerable– destina un porcentaje más alto de su producción total a satisfacer el consumo de la UE. Los dos estados albergan el valioso hábitat del Cerrado, que está en peligro debido a la expansión agrícola.

La incorporación permanente de datos detallados de la producción, como las estadísticas a nivel municipal (Godar *et al.*, 2015), mejora la resolución espacial de los enfoques basados en el consumo. Además, se están desarrollando técnicas para evaluar los impactos de la cadena de producción en la biodiversidad, en áreas clave que son motivo de preocupación ambiental (por ejemplo, Lenzen *et al.*, 2012; Moran *et al.*, 2016; Chaudhray y Kastner, 2016). En conjunto, estos progresos tienen el potencial de ahondar en el conocimiento de las relaciones de causa y efecto entre las prácticas de consumo y la desaparición de la biodiversidad. Junto a los indicadores agregados de la huella, podrían representar un gran avance en la tarea de informar a las personas con capacidad decisoria y apoyar sus intervenciones para contrarrestar los impactos negativos del consumo.

Gráfica 39. Producción de soya de los estados brasileños y su proporción respecto a la producción total de soya de los estados, generada por la demanda de la UE.
a) Producción de soya de los estados brasileños (toneladas) en 2011, impulsada por el consumo de bienes y servicios de los 28 países de la UE, que da cuenta de la compra directa de soya y sus derivados.
b) Proporción de la producción total de soya de los estados, generada por la demanda de la UE.
El promedio nacional es de 0.21.
Fuente: West et al., 2013 y Godar et al., 2015. Los datos sobre la producción de los estados provienen del Instituto Brasileño de Geografía y Estadísticas (IBGE, por su sigla en portugués, 2016). Se están desarrollando métodos para obtener información a nivel municipal de escala más reducida.



Producción de los estados generada por la demanda de la UE (toneladas).

Convenciones

- Sin producción
- 1 - 50,000
- 50,000 - 500,000
- 500,000 - 1,000,000
- 1,000,000 - 2,500,000
- 2,500,000 - 5,000,000

Proporción de la producción total de los estados generada por la demanda de la UE.

Convenciones

- Sin producción
- 0.03 - 0.10
- 0.10 - 0.20
- 0.20 - 0.30
- 0.30 - 0.40
- 0.40 - 0.53

LA HISTORIA DE LA SOYA

4. El ganado de Europa depende de la soya del Cerrado

El sector europeo de la ganadería intensiva depende de la soya –casi toda proveniente de Suramérica– para satisfacer la demanda de productos cárnicos y lácteos. De los 46 millones de hectáreas dedicadas a la producción de soya, la demanda de la UE requiere un área de 13 millones en Suramérica. Esto equivale al 90% de toda el área agrícola de Alemania. Los principales importadores europeos de soya son países con una gran producción de cerdo y pollo a escala industrial. De acuerdo con la política agrícola europea, los aranceles para la alimentación de animales son inferiores a los de muchos otros productos agrícolas, así que la importación de la harina de soya es relativamente barata. Las importaciones europeas de soya también aumentaron después de que, en 1995, se creó la Organización Mundial del Comercio. A partir de entonces, se eliminaron muchas restricciones para el comercio internacional. Las importaciones europeas procedentes de Suramérica pueden aumentar en el futuro. El apoyo creciente a la producción de biocombustibles también incide en las importaciones de soya hacia Europa puesto que significa el abandono de la producción local de proteínas y leguminosas por parte de los agricultores europeos.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)

© Tom van Limpt - Hollandse Hoogte - laif

CAPÍTULO 3
EXAMEN DE LAS CAUSAS FUNDAMENTALES

HACIA EL PENSAMIENTO SISTÉMICO

Es evidente que necesitamos orientar el desarrollo socioeconómico por un camino que no riña con el bienestar de las personas y de la biósfera. Pero el riesgo ascendente derivado de sobrepasar los Límites Planetarios, la tendencia creciente de las huellas del consumo y el descenso constante de los Índices Planeta Vivo muestran que los esfuerzos para lograr la sostenibilidad están lejos de cumplir su objetivo. Entonces, ¿cómo podemos empezar a influir en el desarrollo de tal forma que hagamos cambios fundamentales de una magnitud relevante?

Un requisito para promover un cambio significativo en los sistemas humanos es entender la naturaleza de la toma de decisiones que conduce a la degradación ambiental, social y ecológica. Las industrias, las organizaciones y las personas que emplean directamente los recursos naturales, los destinatarios de la producción y las múltiples entidades que están entre ambos hacen elecciones basándose en un conjunto complejo de señales. Al tomar decisiones, responden a los precios del mercado y a otra información, constreñidos por los límites de sus entornos físicos, socioeconómicos y legales. Estos entornos están moldeados por fenómenos menos visibles, que incluyen patrones de consumo insostenible, prácticas de producción destructivas, estructuras de gobernanza disfuncionales y sistemas financieros que priorizan los beneficios a corto plazo (Macfadyen *et al.*, 2015; Konefal *et al.*, 2005; Dallas, 2012; Schor, 2005). Todos estos elementos forman un marco de múltiples niveles que modela el comportamiento de los individuos y viceversa. Dentro de este marco sistémico, todos los días se toman trillones de decisiones y se efectúan otras tantas acciones que dan lugar a impactos visibles e invisibles en la sociedad y en el sistema de la Tierra.

UN REQUISITO PARA PROMOVER UN CAMBIO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS HUMANOS ES ENTENDER LA NATURALEZA DE LA TOMA DE DECISIONES QUE CONDUCE A LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL, SOCIAL Y ECOLÓGICA

Solucionar los problemas en un mundo complejo

PESE A SU COMPLEJIDAD, SOLEMOS ACUDIR A SOLUCIONES SUPERFICIALES PARA RESOLVER PROBLEMAS DIFÍCILES

Pese a la complejidad de múltiples capas que caracterizan a la experiencia humana, solemos acudir a soluciones superficiales para resolver problemas difíciles (Hjorth y Bagheri, 2006). Imaginemos que estamos tratando de solucionar un problema determinado, por ejemplo, una congestión de tráfico. La respuesta inicial probablemente será construir más vías. La construcción de nuevas calles posiblemente destruirá hábitats o generará otros impactos durante las obras, pero las nuevas vías tendrán un efecto mucho menos obvio: facilitar la conducción hará que más personas quieran conducir, lo que elevará las emisiones de CO_2. Es probable que la existencia de más vías dé lugar a más pérdidas de vidas, puesto que más automóviles significan más accidentes. La situación final puede ser aún peor que el problema original, en tanto que el aumento del tráfico generado por el "efecto de rebote" puede significar que la congestión no se reducirá a largo plazo.

PARA ENCONTRAR SOLUCIONES, ES NECESARIO COMPRENDER MUCHO MÁS A FONDO LAS PRESIONES, LOS IMPULSORES, LAS CAUSAS FUNDAMENTALES Y LAS DINÁMICAS BÁSICAS DE LOS SISTEMAS

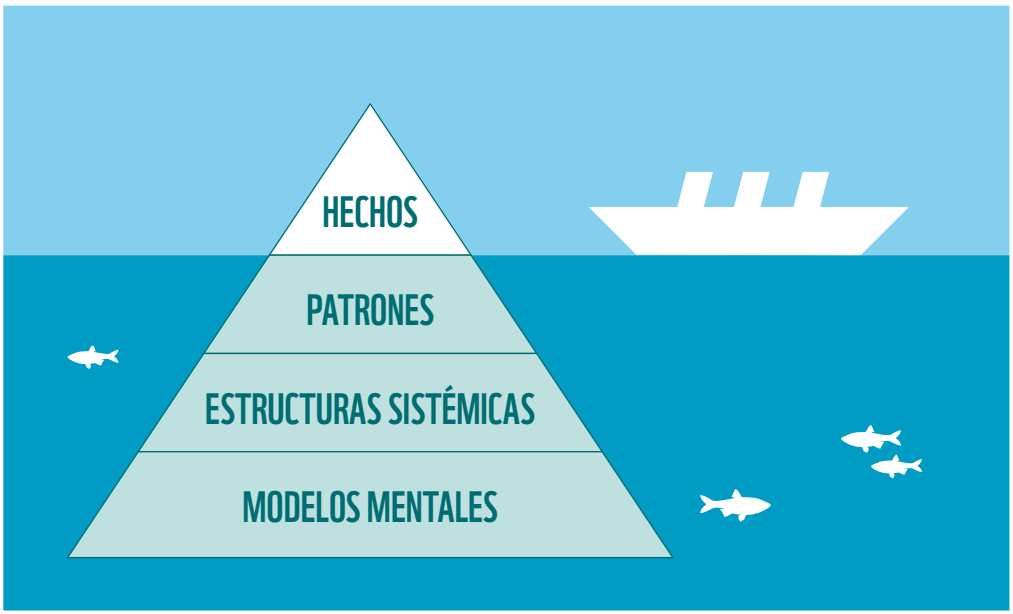
En cambio, la visualización de problemas complejos y la aplicación de soluciones requieren una comprensión mucho más profunda de las presiones, los impulsores, las causas fundamentales y las dinámicas básicas de los sistemas. Para abordar el problema que acabamos de plantear, quizás deberíamos preguntarnos por qué tanta gente quiere o necesita manejar. ¿Cómo podemos diseñar ciudades en las que sea menos necesario conducir? ¿Cuáles son las alternativas de transporte más atractivas y convenientes? ¿Cómo conseguir que la gente pruebe esas formas alternativas de transporte? El pensamiento sistémico puede ayudarnos a formular las preguntas adecuadas, mediante el examen capa por capa de los problemas complejos y el análisis subsiguiente de las relaciones entre esas capas.

El modelo de los cuatro niveles de pensamiento

El pensamiento sistémico proporciona un conjunto de métodos conceptuales y analíticos útiles para hacer modelos y tomar decisiones. Es un método riguroso aunque flexible para facilitar el pensamiento, la visualización, la puesta en común y la comunicación de los cambios en organizaciones complejas y procesos institucionales de toma de decisiones a través del tiempo (Wolstenholme, 1997, en Cavana y Maani, 2000).

Una herramienta común del pensamiento sistémico es el modelo de los "cuatro niveles de pensamiento", diseñado para descomponer un problema, de modo que podamos definir con mayor facilidad las causas fundamentales y las dinámicas básicas del sistema (Maani y Cavana, 2007). Específicamente, el modelo revela la relación jerárquica entre hechos o síntomas, patrones o comportamientos, estructuras sistémicas y modelos mentales.

En la Gráfica 40, los hechos representan solo la "punta del iceberg" de los fenómenos dentro de un sistema. Debido a que los hechos son tangibles, visibles e inmediatos, la mayoría de las acciones para resolver los problemas y la mayor parte de los debates sobre políticas se ocupan de este nivel. Pero cuando prestamos atención a los hechos, tratamos los síntomas, no la fuente del problema. Al aplicar los cuatro niveles de pensamiento, se esclarece por qué las soluciones para la "punta del iceberg" pueden no tener efectos duraderos. Si el problema tiene raíces profundas en el sistema socioeconómico, sencillamente volverá a manifestarse en distintas ocasiones y en diferentes lugares.



***Gráfica 40. Ilustración del modelo de los "cuatro niveles de pensamiento"**, que muestra que los hechos o síntomas son apenas la "punta del iceberg" del conjunto de dinámicas de un sistema. Entretanto, los factores subyacentes decisivos del comportamiento del sistema son menos visibles. Mientras más hondo penetremos bajo los hechos superficiales, más cerca estaremos de las "causas fundamentales". Adaptado de Maani y Cavana, 2007.*

El segundo nivel de pensamiento atañe a los *patrones* que surgen cuando un conjunto de hechos se repite para constituir comportamientos o efectos reconocibles. La magnitud de los hechos particulares puede variar, desde una decisión individual sobre qué comprar en el supermercado hasta la repetición periódica de un potente huracán. Solo cuando esos hechos se agrupan y se organizan en una línea de tiempo, podemos apreciar el patrón mayor que se forma a partir de las elecciones de muchas personas en el supermercado –o a partir de la frecuencia, envergadura y localización de los huracanes–. Por ejemplo, al reunir los huracanes en la línea de tiempo, observamos que aumentaron la frecuencia e intensidad de los grandes huracanes (hechos particulares) y han producido un cambio perceptible en los patrones del clima, debido, al menos en parte, al cambio climático (Holland y Bruyere, 2004). Una vez que detectamos un patrón o tendencia, podemos extrapolarlo para inferir qué hechos pueden ocurrir en el futuro.

El tercer nivel de pensamiento revela las *estructuras sistémicas*, que son las estructuras políticas, sociales, biofísicas o económicas que definen el modo como los diferentes elementos pueden comportarse e interactuar. En este nivel empezamos a entender las relaciones causales entre los hechos y los distintos actores del sistema. Una de esas estructuras sistémicas es el modelo económico predominante. Nuestra economía es el resultado de nuestro comportamiento colectivo, creencias y valores.

El crecimiento económico mundial generado por nuestro sistema económico ha reducido la pobreza y mejorado los niveles de vida significativamente (Banco Mundial, 2013). Sin embargo, este modelo económico, centrado en el crecimiento del PIB, ha propiciado una distribución desigual de la riqueza y ha enquistado en la cultura aspiraciones de consumo material. Estos factores impulsaron un crecimiento que rebasa nuestras necesidades básicas, así como aquello que la capacidad de carga de una sola Tierra puede soportar (Hoekstra y Wiedmann, 2014).

En el cuarto y más profundo nivel de pensamiento, están los modelos mentales de los individuos y las organizaciones, que reflejan las creencias, valores y supuestos que todos tenemos. Suelen estar ocultos bajo una superficie de razonamientos para actuar de una determinada manera (Maani y Cavana, 2007). En la toma de decisiones, rara vez se tienen en cuenta los modelos mentales, que puede variar entre las culturas (Nguyen y Bosch, 2013). Sin embargo, los sistemas de creencias –"tenemos que ser más ricos para ser más felices", "la gente es pobre porque no se esfuerza lo suficiente"– tienen un efecto considerable en todas las capas superiores. Asimismo, influyen en el diseño de las estructuras sistémicas, en las directrices y los estímulos que gobiernan los comportamientos y, en última instancia, en los hechos particulares que constituyen el flujo de la vida cotidiana.

Después de considerar y analizar los cuatro niveles, estamos en condiciones de identificar los puntos de influencia. Por ejemplo, los consumidores individuales pueden modificar sus comportamientos adquisitivos, o las personas con mayor influencia política o económica pueden formular estrategias para renovar las políticas. Aunque es más difícil, también es posible cambiar los modelos mentales en que se basan las estructuras, los patrones y los hechos. Cierto tipo de acciones tendrán mayor impacto e influencia que otras. Con el fin de saber en dónde está nuestro mayor potencial para promover una transición sistémica a favor del desarrollo sostenible, es importante reconocer en qué elementos de un sistema complejo debemos centrar nuestra atención. También es importante admitir que debemos ajustar nuestros modelos mentales para solucionar los problemas. Solo entonces podremos efectuar un cambio genuino y duradero.

RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA MESETA DE LOESS, EN CHINA

La meseta china de Loess, el lugar donde nació el grupo étnico más grande del planeta, fue alguna vez un sistema exuberante de bosques y pastizales. Una de las más importantes civilizaciones de la Tierra prosperó en la meseta, reduciendo a su paso la biodiversidad, la biomasa y la materia orgánica acumulada. Con el tiempo, el paisaje perdió su capacidad para absorber y retener la humedad y, en consecuencia, un área del tamaño de Francia se secó. Sin el reciclaje constante de nutrientes procedentes de la materia orgánica descompuesta, el suelo perdió su fertilidad y el viento y el agua lo erosionaron hasta convertirlo en un vasto paisaje estéril. Hace 1.000 años, los ricos y poderosos abandonaron el asiento de las magníficas dinastías tempranas de China. A mediados de la década de 1990, la meseta era famosa sobre todo por el ciclo recurrente de inundaciones, sequías y hambruna, siendo conocido como “la tristeza de China”.

Hoy, en la meseta de Loess existen grandes áreas restauradas. Las transformaciones se llevaron a cabo gracias a la diferenciación e instauración de tierras ecológicas y de desarrollo económico, la construcción de terrazas, trampas de sedimentos, diques de contención y otros mecanismos para infiltrar las lluvias. Al mismo tiempo, en las tierras ecológicas se plantaron grandes cantidades de árboles y en las tierras de desarrollo económico se aplicaron métodos agrícolas sostenibles de inteligencia climática, con el fin de aumentar la biomasa y la materia orgánica.

El paso decisivo para la restauración fue comprender que, a largo plazo, la protección de las funciones de los ecosistemas es mucho más valiosa que la producción y el consumo de bienes y servicios. Por lo tanto, se reconoció como ecológica toda la tierra que fue posible. Esto dio lugar a un hallazgo que desafía el sentido común: concentrar la inversión y la producción en áreas más pequeñas aumenta la productividad. Esta es una demostración clara de que los ecosistemas funcionales son más productivos que los disfuncionales.

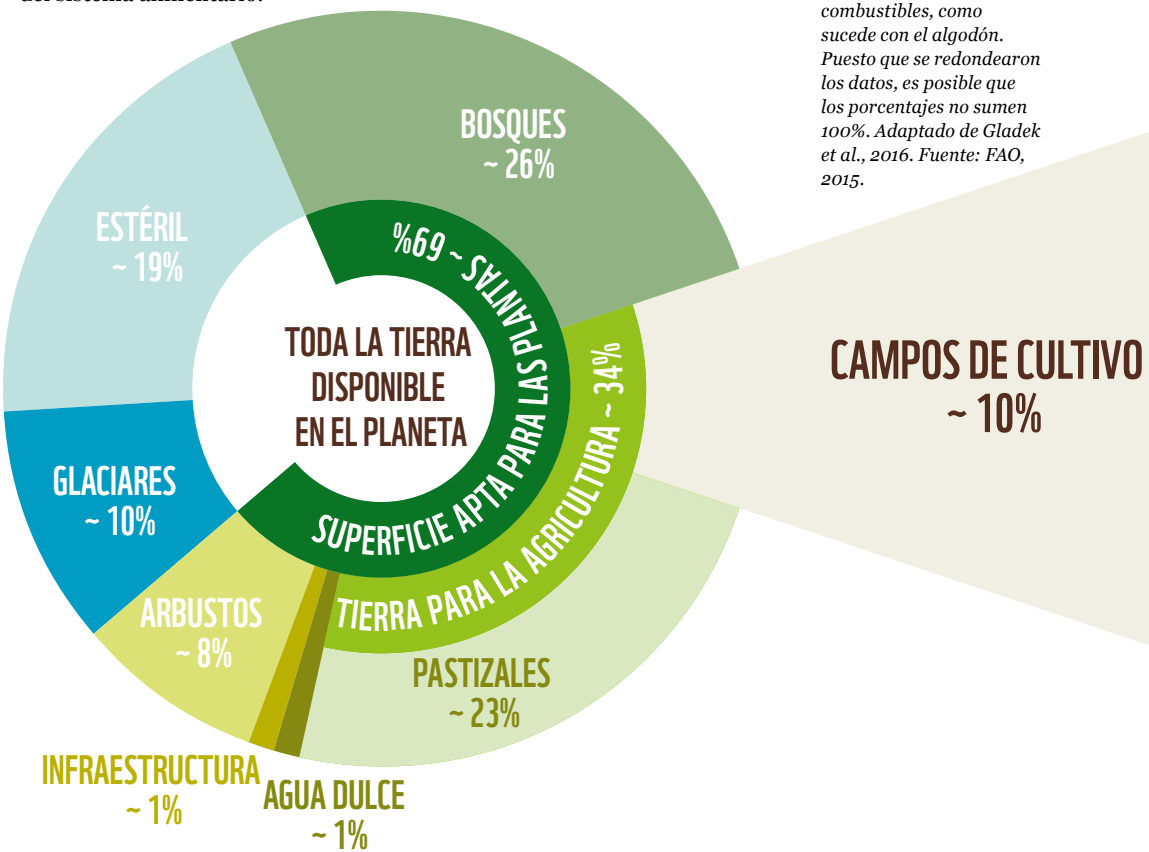
El trabajo en la meseta de Loess demuestra, además, que es posible restaurar ecosistemas degradados a gran escala. Este ejemplo nos ayuda a adaptarnos a los impactos del cambio climático, a volver más resiliente la tierra y a aumentar la productividad. La meseta demuestra algo más: al privilegiar las funciones del ecosistema sobre la producción y el consumo, la humanidad obtiene el marco lógico para preferir las inversiones a largo plazo y apreciar los resultados positivos del pensamiento transgeneracional.

(Fuente: Lui, 2012; Liu y Bradley, 2016)

© EEMPC

EL PENSAMIENTO SISTÉMICO APLICADO AL SISTEMA ALIMENTARIO

Para entender cómo aplicar los cuatro niveles de pensamiento a la solución de problemas complejos, vamos a observar más de cerca el sistema alimentario, uno de los sectores más complejos de la economía mundial. La producción de alimentos es una de las principales causas de la disminución de la biodiversidad, puesto que degrada el hábitat, contamina, sobreexplota a las especies –a través de la sobrepesca, por ejemplo– y es responsable de la pérdida de suelos (Rockström *et al.*, 2009b; Godfray *et al.*, 2010; Amundson *et al.*, 2015). Es también una de las fuerzas con mayor incidencia en la transgresión de los Límites Planetarios del nitrógeno, el fósforo, el cambio climático, la integridad de la biósfera, el cambio en el sistema de la tierra y el uso del agua dulce (Rockström *et al.*, 2009b). Aunque sus impactos medioambientales actuales son enormes, cabe esperar que el sistema alimentario se expanda rápidamente para seguir el ritmo del aumento previsto de la población, la riqueza y el consumo de proteínas animales. Es razonable preguntarse si esto es posible sin desencadenar un colapso agrícola y ambiental (Searchinger *et al.*, 2013). El análisis que sigue se centra en el sistema de producción agrícola, entendido como una parte del sistema alimentario.



Gráfica 41. Desglose de cómo la tierra mundial se divide en categorías funcionales básicas y cómo la tierra cultivable se clasifica en funciones específicas.
***En la gráfica, "cultivos** alimentarios para la industria" alude a cultivos de alimentos desarrollados y empleados para fines industriales, como sucede con el maíz, que se usa para la producción de biocombustibles, en tanto los cultivos no alimentarios comprenden las plantas sembradas directa y exclusivamente para obtener fibra, medicamentos o combustibles, como sucede con el algodón. Puesto que se redondearon los datos, es posible que los porcentajes no sumen 100%. Adaptado de Gladek et al., 2016. Fuente: FAO, 2015.*

Las tierras agrícolas se usan, sobre todo, para la producción ganadera

La agricultura ocupa alrededor del 34% del área de tierra del planeta y aproximadamente la mitad de la superficie que pueden habitar las plantas (Gráfica 41) (FAO, 2015). Se calcula que la producción agrícola es responsable del 69% de las extracciones de agua dulce (FAO, 2015b). Junto con el resto del sistema alimentario, la agricultura genera entre 25 y 30% de las emisiones de efecto invernadero (IPCC, 2013; Tubiello *et al.*, 2014).

Un tercio de los 1.5 miles de millones de hectáreas de los campos de cultivo del mundo se usa para producir alimentos para los animales (estos cálculos se basan en FAO, 2015). Una extensión adicional de 3.4 miles de millones de hectáreas de pastizales se usa como forraje para los animales. Por lo tanto, un gran porcentaje de la tierra agrícola –casi 80%– se destina directa o indirectamente al ganado para producir carne, alimentos lácteos y otras proteínas animales (cálculos basados en FAO, 2015). Sin embargo, estos productos animales derivados de la tierra suministran apenas alrededor del 17% de las calorías y 33% de las proteínas que consumen los seres humanos en el mundo (cálculos basados en FAO, 2015).

Aun así, se producen alimentos más que suficientes para la población actual del mundo (Gladek *et al.*, 2016). Sin embargo, más de 759 millones de personas aún padecen desnutrición. Y muchos millones más sufren deficiencias crónicas de proteínas y micronutrientes, aunque podrían consumir suficientes calorías. En el otro extremo del rango, la cifra de personas con sobrepeso ascendió a 1.9 mil millones en 2014, con más de 600 millones de obesos (OMS, 2015). Se estima que en el mundo se desperdicia un tercio de los alimentos debido tanto a pérdidas durante la captura, el almacenamiento y la distribución, como a que los consumidores desechan los productos vencidos –una pérdida enorme de capital financiero, humano y natural (FAO, 2013)–.

Los cuatro niveles de pensamiento y el sistema alimentario

En el sistema alimentario, la producción agrícola está asociada a problemas de fondo, por ejemplo, hambre generalizada y pobreza, concentración de poder y bloqueos comerciales e investigación y tecnología agrícolas que refuerzan la situación insostenible actual. Muchos de esos problemas son producto de interacciones complejas entre las personas, las políticas y el medio ambiente, y solo es posible enfrentarlos si se tienen en cuenta todos los niveles del sistema: hechos, patrones, estructuras sistémicas y modelos mentales. La aplicación de los cuatro niveles de pensamiento a la pobreza nos mostrará la profundidad del problema y el lugar donde pueden estar los puntos de influencia para producir cambios.

Nivel 1. Hechos: malas cosechas, hambruna, alza de los precios de los alimentos. Los hechos del sistema alimentario comprenden las malas cosechas, el alza de los precios de los alimentos, las crisis de la seguridad alimentaria y las hambrunas. Al mirar más de cerca estas últimas, vemos que suelen tener sus raíces en la pobreza. Las personas pobres no pueden darse el lujo de comprar alimentos nutritivos, ni para sí mismas, ni para sus familias. Esto las conduce a una situación de desventaja extrema, pues merma su capacidad para ganar el dinero que podría ayudarles a escapar de la pobreza y el hambre. Este no es apenas un problema diario o temporal: la desnutrición crónica de los niños puede afectar sus futuros ingresos y condenarlos a una vida de pobreza y hambre permanentes, y empujarlos a la llamada "trampa de la pobreza". Las acciones políticas contra el hambre que solo plantean soluciones para el nivel de los hechos consisten apenas en suministrar alimentos o brindar ayuda monetaria. Sin embargo, la alta incidencia del hambre tiene raíces mucho más profundas que, en el futuro, harán resurgir hechos relacionados con ella. La hambruna y la pobreza tienen una relación estrecha con el sistema alimentario mundial, por cuanto los países de ingresos más bajos son los más dependientes de la agricultura, al ser la fuente principal de subsistencia de una gran parte de sus poblaciones. Entre los pequeños y medianos agricultores, la incidencia de la pobreza es alta (Carter y Barrett, 2006); de hecho, la inmensa mayoría de las personas más pobres del mundo son agricultores (UNCTAD, 2013).

NUESTRAS DECISIONES SOBRE QUÉ ALIMENTOS CONSUMIR DETERMINAN MUCHAS DE LAS TENDENCIAS DEL SISTEMA ALIMENTARIO

Nivel 2. Patrones: degradación de la tierra, niveles de consumo de fertilizantes, tendencias del consumo de carne. Nuestras decisiones sobre qué alimentos consumir determinan muchos de los patrones y tendencias del sistema alimentario. A su vez, estos patrones modelan las prácticas agrícolas mundiales. Algunos ejemplos de patrones determinados por la demanda son los niveles crecientes de consumo de fertilizantes y la expansión de la soya para alimentar

el ganado, con el objeto de satisfacer el aumento de la demanda de carne y productos lácteos. Son igual de importantes los patrones de la oferta, que comprenden la disponibilidad de alimentos, los precios y la comercialización, al tener una poderosa influencia sobre lo que las personas deciden consumir.

Estas interacciones diarias del mercado entre productores y consumidores configuran el sistema alimentario actual.

Veamos el caso de la pobreza de los pequeños agricultores. En este nivel identificamos el siguiente patrón: existen muchos pequeños agricultores que no tienen acceso a recursos suficientes, como semillas, herramientas, agua o conocimiento. Por ello, no tienen posibilidad de mejorar sus técnicas de producción para sostener a sus familias (Tittonell y Giller, 2013). Y puesto que, sin los recursos adecuados, la fertilidad de la tierra disminuye progresivamente, al tiempo que aumenta la erosión, es más difícil rehabilitar el suelo. Llega un día en que su calidad es tan baja que, o bien es necesario producir en otro terreno, o bien aumenta la demanda de alimentos importados (Vanlauwe *et al.*, 2015). La pobreza es una de las principales causas de los bajos rendimientos y las prácticas agrícolas insostenibles que fomentan la degradación generalizada de la tierra, las malas cosechas y la pérdida de la biodiversidad.

EL SISTEMA ALIMENTARIO ACTUAL PRIVILEGIA A UNOS POCOS, EN TANTO QUE MARGINA A MUCHÍSIMOS OTROS E INFLIGE UN GRAVE DAÑO A LA NATURALEZA Y A LOS ECOSISTEMAS

Nivel 3. Estructuras sistémicas: subsidios agrícolas, acuerdos comerciales, mercado de productos básicos. Entre las estructuras influyentes del sistema alimentario se encuentran las políticas agrícolas (incluyendo los subsidios), los hábitos alimenticios culturales, el mercado de los productos básicos y los límites biofísicos. Estas estructuras y procesos subyacentes mantienen el sistema alimentario más o menos estable. En el caso del hambre y la pobreza, las estructuras gobernantes suelen reforzar la creciente dependencia de técnicas agrícolas industriales no sostenibles. Para atender las necesidades de sus empobrecidas poblaciones, muchos gobiernos estimulan la utilización de los recursos naturales o la explotación de tierras con el fin de establecer en ellas cultivos comerciales de exportación, a expensas de la seguridad alimentaria local (Matondi *et al.*, 2011). En varios países del mundo, la exportación de productos básicos se ha convertido en una fuente indispensable de ganancias, empleo e ingresos gubernamentales. Este sesgo de la agricultura hacia los mercados globales también genera riesgos, al exponer las economías a las crisis de los precios y a las "trampas de la pobreza" inducidas por los productos básicos (Panel Internacional de Expertos en Sistemas de Alimentación Sostenible, IPES-Food, 2016).

Mientras que los impulsores y las causas fundamentales son específicas en cada región, estos factores juntos pueden configurar categorías amplias y recurrentes. El resultado es un modelo dominante de

producción y suministro de alimentos que privilegia a unos pocos, en tanto que margina a un vasto número de actores e inflige un grave daño a la naturaleza y a los ecosistemas. Por ejemplo, las estructuras que fomentan la ya citada "trampa de la pobreza" comprenden los sistemas educativos, las políticas comerciales y las estructuras de los precios. El diseño de soluciones a este nivel podría producir mejores resultados que los que se obtendrían si nos centráramos en las tendencias de las técnicas productivas o tan solo brindáramos asistencia alimentaria.

Nivel 4. Modelos mentales: un mayor estatus económico eleva los niveles de consumo. Existen ciertos sistemas de creencias o paradigmas que estimulan patrones insostenibles de consumo y producción y generan un sinnúmero de problemas sociales y ambientales. Por ejemplo, en muchos lugares del mundo, los consumidores asocian un alto consumo de carne a riqueza. Por lo tanto, a medida que aumenta la riqueza, crece el consumo de carne, junto con la demanda de los recursos necesarios para producirla –con frecuencia, a costa de los alimentos que los seres humanos pueden consumir directamente–. Otro paradigma es que la reserva de recursos naturales es ilimitada y que los beneficios que proporcionan los ecosistemas, como el agua potable o el aire, no figuran en la contabilidad de costos y beneficios. Esta forma de pensar subyace al agotamiento o la degradación de muchos recursos naturales.

Gráfica 42. Las causas fundamentales que mantienen vigente el sistema alimentario insostenible. *Adaptado de Gladek et al., 2016.*

¿Qué mantiene vigente el sistema alimentario insostenible?

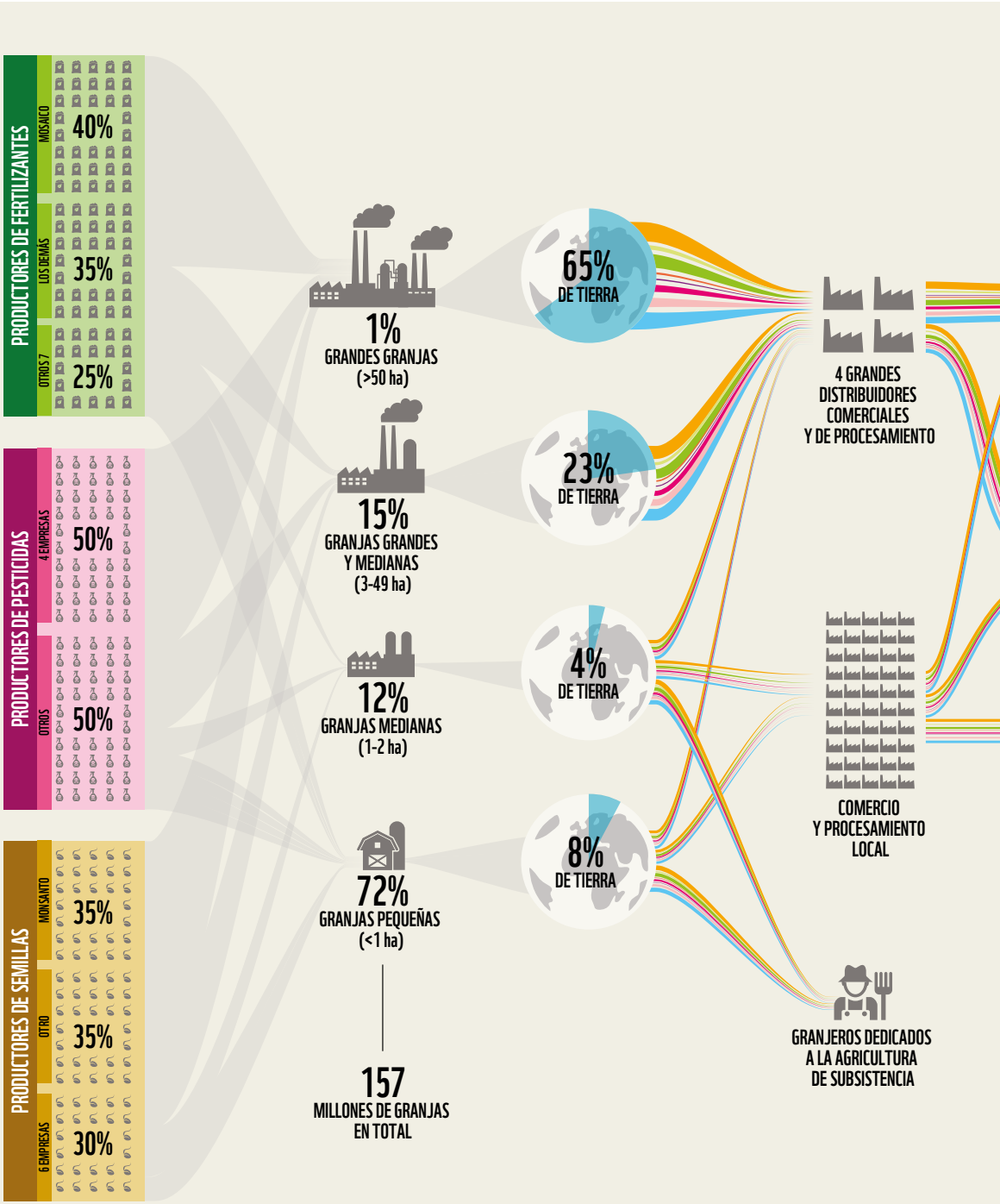
Muchos de los patrones, estructuras sistémicas y modelos mentales que configuran el actual sistema alimentario evitarán que disfrutemos de uno viable en el porvenir. Este sistema ha contribuido a conducir la Tierra al Antropoceno. De seguir sin grandes cambios, fomentará nuevas e insostenibles transgresiones de los Límites Planetarios y mermará los recursos mismos que sostienen el sistema alimentario. Se requieren nuevos modelos de producción y consumo para crear un sistema sostenible y resiliente, capaz de absorber los impactos y recuperarse pronto, al tiempo que suministre sin interrupción alimentos a muchas más personas (Macfadyen *et al.*, 2015). Sin embargo, para que surja, es preciso que se debiliten los circuitos de retroalimentación o bloqueos que refuerzan el sistema actual. La trampa de la pobreza, en la que caen muchos pequeños agricultores, es un ejemplo de ello. A continuación, describiremos otros bloqueos cruciales.

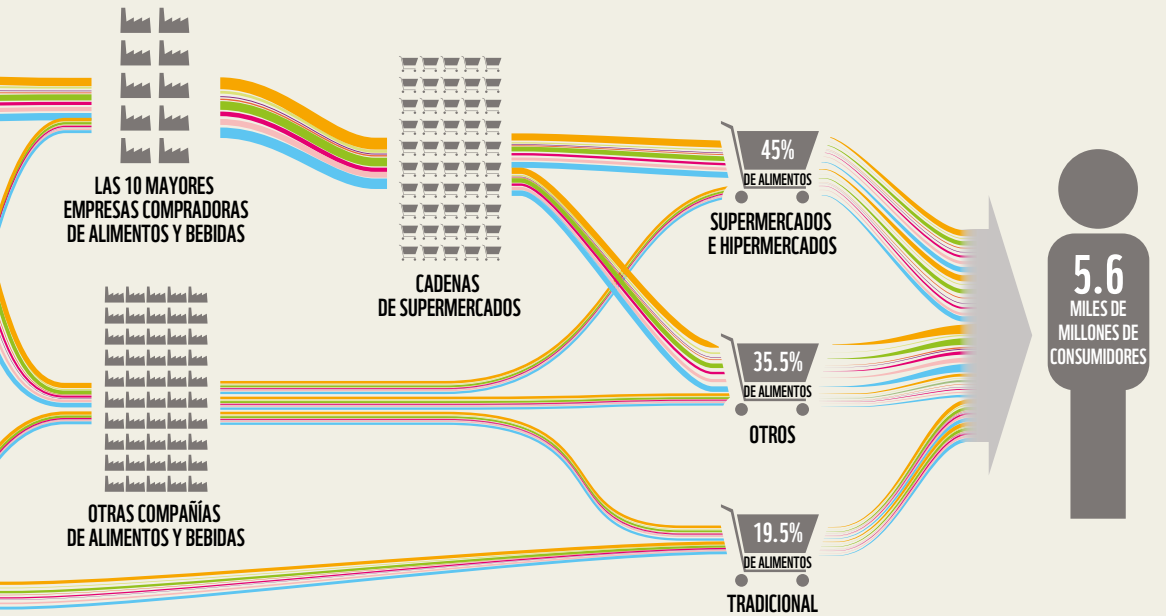
La concentración de poder

Las políticas económicas, así como la eliminación de las barreras para el comercio agrícola y la desregulación de las empresas, facilitaron la reestructuración del poder y la riqueza en el sistema alimentario mundial (Food & Water Watch, 2013). La liberalización del comercio suele limitar la diversificación de cultivos y subordina a los países a patrones de desarrollo insostenible. Estas condiciones aumentan la vulnerabilidad de los países en desarrollo, debilitando la posición de los productores agrícolas locales e incrementando la dependencia al comercio internacional. La liberalización comercial también tiende a reestructurar las cadenas de producción a favor de las compañías trasnacionales. El poder de las empresas se fortalece, al tiempo que disminuye el poder del Estado para regularlas. Las consecuencias no son solo económicas: el comercio internacional de productos agrícolas ha tenido un efecto adverso y profundo en el medio ambiente y la alimentación sana (De Schutter, 2009).

75% DE LOS ALIMENTOS MUNDIALES PROVIENE TAN SOLO DE 12 PLANTAS Y 5 ESPECIES DE ANIMALES

Las megaempresas afectan la biodiversidad de distintas maneras. En primer lugar, la enorme magnitud de sus operaciones se traduce en la intensificación del uso masivo del suelo y la conversión de la tierra, lo que conduce a la pérdida del hábitat (German *et al.*, 2011). En segundo lugar, la agrobiodiversidad local casi siempre se reduce a un puñado de cultivos y, en consecuencia, la diversidad genética disminuye considerablemente (Gladek *et al.*, 2016; FAO, 2011b). 75% de los alimentos actuales del mundo proviene tan solo de doce plantas y cinco especies de animales (FAO, 2004). Por último, las operaciones a gran escala de los monocultivos dependen de grandes volúmenes de insumos químicos que afectan a las especies silvestres y al hábitat, directa o indirectamente, a través de la contaminación de la tierra o el agua (Matson *et al.*, 1997).


PRODUCTORES DE FERTILIZANTES
MOSAICO
40%
LOS DEMÁS
35%
OTROS 7
25%
PRODUCTORES DE PESTICIDAS
4 EMPRESAS
50%
OTROS
50%
PRODUCTORES DE SEMILLAS
MONSANTO
35%
OTRO
35%
6 EMPRESAS
30%
1%
GRANDES GRANJAS
(>50 ha)
15%
GRANJAS GRANDES
Y MEDIANAS
(3-49 ha)
12%
GRANJAS MEDIANAS
(1-2 ha)
72%
GRANJAS PEQUEÑAS
(<1 ha)
157
MILLONES DE GRANJAS
EN TOTAL
65%
DE TIERRA
23%
DE TIERRA
4%
DE TIERRA
8%
DE TIERRA
4 GRANDES
DISTRIBUIDORES
COMERCIALES
Y DE PROCESAMIENTO
COMERCIO
Y PROCESAMIENTO
LOCAL
GRANJEROS DEDICADOS
A LA AGRICULTURA
DE SUBSISTENCIA



Gráfica 43. Una visión panorámica de la consolidación de la cadena alimentaria paso a paso, desde los insumos hasta la venta al por menor, pasando por la producción *(Gladek et al., 2016, basado en FAO, 2014a; FAO, 2010; Comité de Competencia de la OCDE, 2013; Nielsen, 2015). Elaborada por Metabolic.*

Convenciones

- Cereales (25%)
- Cultivos azucareros (23%)
- Frutas y vegetales (19%)
- Carnes, leche, huevos y grasa animales (13%)
- Raíces feculentas (10%)
- Cultivos oleaginosos (6%)
- Pescados y mariscos (3%)
- Legumbres (2%)

Además de consolidar las desigualdades, las dinámicas de poder contribuyen a acentuar una fragilidad sistémica fundamental. Si solo un par de empresas de la cadena de producción de alimentos agrícolas llegara a fallar, el sistema alimentario podría sufrir desajustes severos. Estas cadenas de producción concentradas también fomentan bloqueos, en términos de tecnología, prácticas de producción, investigación y educación y, debido a su gran influencia, crean un desequilibrio en el cabildeo político.

CONCENTRACIÓN DE PODER

Por su parte, la desregulación significa que unas pocas compañías trasnacionales, como las grandes comercializadoras de alimentos, productores y minoristas, tienen cada vez mayor control sobre qué alimentos se producen en el mundo y cómo se producen. La Gráfica 43 muestra esta robusta cadena alimentaria. En el sector agrícola, el 1% de las plantaciones controla el 65% de la tierra agrícola (FAO, 2014). Estas grandes plantaciones dominan los métodos de producción del mercado (FAO, 2014). Los grandes agricultores y los terratenientes suelen ocupar posiciones políticas y económicas influyentes, y consiguen conservar sus puestos de poder y privilegio, lo que sitúa a los pequeños agricultores en una posición desventajosa (Piketty, 2014). Asimismo, poderosos grupos dedicados al mejoramiento de cultivos, fabricantes de pesticidas y fertilizantes, comerciantes de cereales y minoristas de los supermercados fomentan un sistema alimentario en el que se pueda producir y comercializar a gran escala productos agrícolas homogéneos (IPES-Food, 2016).

A pesar de todos los inconvenientes, las grandes operaciones consolidadas generan algunos beneficios. Estos incluyen, a menudo, el uso más eficiente de los recursos y la capacidad de las grandes organizaciones para promover cambios. El poder concentrado en pocas manos, cuando se ejerce con responsabilidad, puede dar lugar a transformaciones benéficas (Stephan *et al.*, 2016): las compañías que dominan grandes porciones del mercado pueden, por sí solas, crear nuevos estándares y presionar a sus cadenas de producción para que innoven con el fin, por ejemplo, de reducir las emisiones.

Bloqueos comerciales institucionales

BLOQUEOS INSTITUCIONALES

Los países desarrollados y las economías emergentes emplean varias herramientas para proteger sus mercados, como los aranceles a las exportaciones, las barreras fiscales, las cuotas comerciales, los subsidios para la exportación y los instrumentos de política monetaria, entre otros (Serpukhov, 2013). Los subsidios representan el 22% de los ingresos agrícolas de los países de la OCDE (2010). Estos ingresos les permiten a los agricultores comprar combustibles fósiles, agua y fertilizantes a costos más bajos, lo que distorsiona aún más el mercado y consolida las técnicas de producción que deterioran el medio ambiente (Anderson *et al.*, 2013). Debido a que esas técnicas dependen en gran medida de la automatización (y del uso de combustibles asociado a ella), así como de los químicos derivados de los combustibles fósiles (fertilizantes, pesticidas), el sistema agrícola hoy está más atado que nunca a la volatilidad del mercado de combustibles fósiles. Esto conduce a un circuito de retroalimentación o a un efecto de bloqueo que socava la resiliencia estructural del sistema alimentario (Pfeiffer, 2006).

Bloqueos de la investigación agrícola

La "revolución verde" desempeñó un papel protagónico en la instauración de métodos de producción agrícola intensiva en todo el mundo y contribuyó a evitar la escasez de alimentos a gran escala que se veía venir tras la Segunda Guerra Mundial. Sin embargo, algunos de estos métodos fueron blanco de críticas debido a que degradaban el medio ambiente a través, por ejemplo, de la erosión del suelo, la contaminación del agua y el aire provocada por los fertilizantes y los pesticidas, y el creciente uso de recursos no renovables, como los combustibles fósiles (Pfeiffer, 2006). No obstante, 70% del aumento total de la producción de los cultivos en los países en vías de desarrollo, en el periodo comprendido entre 1960 y 2000, puede atribuirse a la intensificación de la agricultura (FAO, 2003).

El énfasis continuo del sistema agrícola mundial en la intensificación y la consolidación puede deberse, en parte, a la estructura de la financiación mundial de la investigación y el desarrollo agrícolas. Ambas todavía refuerzan prácticas industriales insostenibles que destruyen el medio ambiente, aún aquellas asociadas a los mayores impactos ambientales adversos. Los patrocinadores de la investigación todavía insisten en producir ganancias mediante la aplicación de insumos sintéticos, como los fertilizantes químicos, y casi siempre se concentran en maximizar las ganancias a corto plazo, a expensas de la futura capacidad productiva de la Tierra (Tilman *et al.*, 2002; Deguines *et al.*, 2014). Los criterios habituales para medir la agricultura –por ejemplo, el rendimiento de cultivos específicos, la productividad por trabajador– tienden a favorecer los monocultivos industriales a gran escala (IPES-Food, 2016). En consecuencia, la investigación fomenta la optimización del rendimiento, aunque esos sistemas de producción rara vez generan el máximo beneficio a los agricultores (Vanloqueren y Barrett, 2008) y casi nunca forjan ambientes saludables y sostenibles.

Bloqueos tecnológicos

Pese a que existe una gran variedad de métodos de producción, los bloqueos tecnológicos explican el predominio actual del modelo de producción basado en el empleo intensivo de insumos. La agricultura industrial requiere una inversión inicial considerable, por lo que, a menudo, los agricultores tienen que aumentar su producción (IPES-Food, 2016). Además, los productores a gran escala suelen ser los beneficiarios de los avances tecnológicos debido a que, por su naturaleza, estas innovaciones requieren un gran capital e ingentes recursos. Una vez que realizan las inversiones y efectúan los cambios estructurales, a los agricultores les resulta más difícil modificar el rumbo. Por ejemplo, cuando invierten en equipamientos costosos, como maquinaria para la producción de monocultivos, no les resulta sencillo cambiar el sistema de producción mientras no terminen de pagar los equipos. Y las alternativas de producción pueden no rendir suficientes utilidades a corto plazo como para considerarlas viables (IPES-Food, 2016).

LA HISTORIA DE LA SOYA

5. Las dietas sostenibles y saludables reducen la presión sobre el medio ambiente

El consumo creciente de carne es la causa principal de la expansión acelerada de la soya. Cerca del 75% que se consume en el mundo se usa para alimentar los animales. En Europa, esa cantidad es del 93%. La mayoría de la gente consume mucha más soya de la que piensa: si bien, muchos imaginan que los vegetarianos son quienes más comen, el ciudadano europeo corriente consume 61 kg de soya al año, la mayoría de forma indirecta, cuando come productos de origen animal, como pollo, cerdo, carne de res, pescados cultivados, así como huevos, leche, queso y yogur. Si los países con altos ingresos adoptaran una dieta balanceada y saludable, que fomentara un consumo de proteínas animales acorde con las recomendaciones de los nutricionistas, la presión sobre los ecosistemas disminuiría, a la par que mejoraría la salud de las personas. Este cambio debe comenzar de inmediato, pero a corto plazo es vital que adoptemos una soya producida sin deforestación y sin conversión de tierras. Los consumidores de todos los alimentos hechos con soya tienen el futuro de los bosques, las sabanas y los pastizales en la punta de su tenedor.

(Fuente: WWF Brasil; WWF, 2014; WWF, 2016)

© Kelly Sillaste - Getty Images

CAPÍTULO 4: UN PLANETA RESILIENTE PARA LA NATURALEZA Y LAS PERSONAS

EL DOBLE DESAFÍO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

El siglo XXI le plantea a la humanidad un desafío doble: conservar las múltiples formas y funciones de la naturaleza y crear un hogar equitativo para las personas en un planeta finito. Este doble desafío está descrito en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sostenible. Las metas para el desarrollo sostenible compaginan las dimensiones económica, social y ecológica necesarias para sostener a la sociedad humana en el Antropoceno (Gráfica 44). Estas dimensiones están interconectadas y, por lo tanto, deben abordarse de manera integral. Debemos aminorar el cambio climático, al tiempo que aseguramos nuestro futuro abastecimiento de agua dulce. De igual forma, debemos proteger los bosques y los pastizales, tanto como los océanos y la atmósfera. Un cambio en cualquiera de estos aspectos de la biósfera puede afectar a los otros y alterarla en su conjunto. Por ejemplo, el uso de biocombustibles para reducir las emisiones de CO_2 puede tener efectos adversos en la disponibilidad de alimentos y en el medio ambiente, si los cultivos de biocombustibles compiten por la tierra, el agua y otros recursos. Un enfoque integral para manejar nuestra biósfera mejorará la estabilidad social y fomentará la prosperidad económica y el bienestar individual. En un ambiente natural debilitado o destruido, no podremos forjar un futuro justo y próspero, ni derrotar la pobreza y mejorar la salud.

LAS METAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE COMPAGINAN LAS DIMENSIONES ECONÓMICA, SOCIAL Y ECOLÓGICA NECESARIAS PARA SOSTENER A LA SOCIEDAD HUMANA EN EL ANTROPOCENO

Los análisis desarrollados en este informe plantean que, si las tendencias actuales persisten, cada vez será más difícil cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. De hecho, ya estamos rezagados con respecto a las metas de las Naciones Unidas para detener la pérdida de la biodiversidad en 2020. Por lo tanto, un hecho fundamental debe configurar las futuras estrategias de desarrollo, los modelos económicos y de negocios, y las elecciones de los estilos de vida: solo tenemos un planeta y su capital natural es limitado.

Gráfica 44. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible globales de las Naciones Unidas *(ONU, 2015).*

Gráfica 45. La perspectiva de un planeta de WWF. *Las mejores opciones descritas en la imagen fomentan la integridad de los ecosistemas, la conservación de la biodiversidad y la seguridad alimentaria, hídrica y energética.*

La perspectiva de un planeta de WWF

La perspectiva de un planeta de WWF describe mejores alternativas para usar, compartir y manejar los recursos naturales sin rebasar los límites ecológicos de la Tierra. Por lo tanto, ayudará a las naciones a cumplir sus compromisos con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (Gráfica 45). Esta perspectiva contribuye a alinear la iniciativa individual, la acción empresarial y la política gubernamental para construir una sociedad global sostenible. Cuando se aplica a los negocios, el "pensamiento de un planeta" motiva a las empresas a ajustar sus actividades para contribuir en forma activa a forjar un planeta saludable y resiliente para las futuras generaciones (Kerkhof *et al.*, 2015; Cranston *et al.*, 2015).

Los pequeños cambios para aumentar el uso efectivo de los recursos o reducir la contaminación, efectuados mediante la aplicación de soluciones finales, no producirán las transformaciones que requerimos con urgencia. En su lugar, debemos adoptar una perspectiva completamente diferente que oriente la toma de decisiones a todos los niveles. El objetivo de hacer mejores elecciones es forjar una situación en la que los alimentos, la energía y el agua estén al alcance de todos, se conserve la biodiversidad y se asegure la integridad y la resiliencia de los ecosistemas. Los ecosistemas resilientes son capaces de absorber los impactos y las perturbaciones y de recuperarse de ellas; de conservar sus funciones y de prestar sus servicios adaptándose a las disrupciones; y de transformarse si es necesario.

Hacia el desarrollo sostenible

¿Cómo definimos en qué consiste una mejor elección? Como se explicó en el capítulo anterior, el pensamiento sistémico puede ayudarnos a comprender las causas subyacentes del desarrollo insostenible. Una vez que se identifican y analizan los patrones, las estructuras sistémicas y los modelos mentales que configuran las facetas destructivas de los emprendimientos humanos, es más fácil percibir los puntos de influencia, los cuales son esos lugares de un sistema en los que un cambio de una determinada envergadura puede producir el mayor impacto posible. Los puntos de influencia más comunes son los proyectos de planeación gubernamentales y empresariales, la innovación tecnológica, las negociaciones para establecer acuerdos comerciales y la influencia de las grandes organizaciones sociales.

Los puntos de influencia y sus respectivas estrategias tienen por objeto desencadenar una transición. Por lo general, una relativamente suave y exitosa supone un proceso doble. Las estructuras, actitudes y comportamientos del viejo sistema mejoran gradualmente; al mismo tiempo, se introducen innovaciones radicales que, a la larga, transforman a fondo el sistema (Kemp y Rotmans, 2005; Kemp *et al.*, 2007). Las mejoras graduales dentro del marco del viejo sistema mantienen y perfeccionan la funcionalidad, mientras surten efecto las modificaciones del nuevo sistema (Kemp y Rotmans, 2005). Por ejemplo, el desarrollo dentro del actual sistema energético de técnicas para mejorar la eficiencia de los automóviles y otros aparatos puede contribuir a reducir de forma considerable las emisiones de carbono, sobre todo, a corto plazo. Pero si aumenta el uso de esos vehículos y aparatos, también aumentan las emisiones globales. Solo la transición hacia fuentes de energía 100% renovables y sostenibles generará una solución real y perdurable. Algunos ejemplos de tales soluciones podrían ser el desarrollo, producción y adopción a gran escala de automóviles eléctricos, o el diseño y la implementación generalizada de sistemas de transporte verde.

LA TRANSICIÓN DEL SISTEMA ECONÓMICO GLOBAL

"Lo que medimos determina lo que hacemos. Y, si estamos midiendo algo erróneo, haremos algo erróneo".

Joseph Stiglitz, economista ganador del premio Nobel. Con estas palabras, pronunciadas en la reunión del Foro Económico Mundial de Davos de 2016, señalaba las deficiencias del PIB como indicador de progreso.

Lo ideal es que la modificación del sistema económico mundial entrañe una transformación que disocie el desarrollo humano de la degradación ambiental y la exclusión social. Para que esto suceda, deben producirse varios cambios significativos –tanto graduales como radicales– en las áreas de protección del capital natural, gobernanza, flujos financieros, mercados y sistemas energético y alimentario.

PARA CONSERVAR EL CAPITAL NATURAL, ES NECESARIO USAR LOS RECURSOS DE MANERA SOSTENIBLE Y DEBE AMPLIARSE LA RED MUNDIAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

La protección del capital natural

Las especies y los hábitats de la Tierra tienen un valor intrínseco, pero también son la base de las sociedades y las economías humanas. Los esfuerzos deben centrarse, sobre todo, en proteger y restaurar los procesos ecológicos necesarios para mantener la seguridad alimentaria, hídrica y energética, y fortalecer la resiliencia y capacidad de adaptación al cambio climático. Para conservar de manera idónea el capital natural, es necesario usar los recursos de manera sostenible. Además, la red mundial de áreas protegidas debe ampliarse. Para que el manejo de las áreas sea efectivo, se requieren mecanismos de financiación apropiados.

Lograr la deforestación y degradación netas cero

Solo se desarrollará el valor pleno de los bosques si se detienen la deforestación y la degradación. La deforestación neta cero deja cierto margen para el cambio en la configuración del mosaico del uso de la tierra, siempre y cuando se mantengan la cantidad, calidad y densidad netas del carbono de los bosques. Evitar la degradación de los bosques también es importante para reducir las emisiones de carbono, preservar la biodiversidad y conservar los servicios fundamentales que reciben las personas, especialmente las comunidades locales y los pueblos indígenas. La deforestación y degradación netas cero (ZNDD, por su sigla en inglés) requerirá una diversidad de bosques protegidos y administrados de forma sostenible, que se integren a otros usos de la tierra, como fincas, asentamientos e infraestructura. Los gobiernos y la industria deben cambiar las estrategias y las políticas con el fin de cumplir con los siguientes objetivos: evitar la pérdida y degradación de los bosques mediante el manejo y control adecuados de las presiones externas que

provocan dicha degradación y desaparición; proteger y restaurar los bosques que tienen mayor valor ecológico; crear estímulos para una administración racional de los bosques productivos; incrementar el uso eficiente de la madera; reducir los residuos de productos agrícolas y forestales, y optimizar usos alternativos de la tierra que alivien la presión que obliga a despejar más tierras de bosques.

Fomentar el manejo estratégico de las cuencas fluviales

A través de la historia, las sociedades no han escatimado esfuerzos para explotar los recursos hídricos. Construyeron represas y desviaron el agua para irrigar las tierras agrícolas. Los ríos fueron su primera opción de alcantarillado. Sin duda, estas obras reportaron algunos beneficios sociales y económicos, pero también fragmentaron los ríos, interrumpieron los caudales estacionales del agua y provocaron una enorme polución. Desafortunadamente, los ríos casi siempre se han manejado de forma poco sistemática, sin considerar los impactos acumulativos del desarrollo lo suficiente. Si los gobiernos, las comunidades y las empresas aplican un enfoque estratégico a nivel de las cuencas, puede optimizarse el equilibrio entre el desarrollo de los recursos hídricos y el mantenimiento de las funciones esenciales de los ecosistemas. Este enfoque también puede evitar onerosos trabajos de restauración en el futuro.

La expansión de las áreas marinas protegidas

El capital natural marino debe incorporarse a las cuentas nacionales. Además, cuando se tomen decisiones cruciales que afecten el medio ambiente marino, debe contemplarse la importancia de los bienes naturales y los servicios que prestan los ecosistemas. Las áreas marinas protegidas son necesarias para conservar y reabastecer el capital natural de los océanos y para desarrollar la resiliencia de los ecosistemas marinos. Hasta la fecha, solo 3.9% del área total del océano recibe algún tipo de protección (Boonzaier y Pauly, 2016): se requiere una acción concertada para cumplir con el objetivo de las Naciones Unidas sobre la biodiversidad, fijado para 2020, cuyo fin es proteger al menos 10% de las áreas costeras y marinas. Los gobiernos, las empresas y las comunidades locales del mundo entero pueden establecer redes de áreas marinas protegidas que sean ecológicamente representativas, estén bien conectadas y cuyo manejo sea efectivo y equitativo.

Gestión equitativa de los recursos

Los marcos jurídicos y políticos deben promover el acceso equitativo a los alimentos, el agua y la energía, y estimular procesos participativos para administrar de forma sostenible el uso de la tierra y el océano. Para ello, se requiere una definición avanzada de bienestar y de éxito, que contemple la salud personal, social y del medio ambiente. También será necesario que, al tomar decisiones, se respete a las futuras generaciones y se tenga en cuenta el valor de la naturaleza.

Una definición integral del éxito económico

Para que llegue el día en que consideremos todos los impactos de las acciones humanas, deberá cambiar de forma radical la manera como valoramos el éxito económico y percibimos el bienestar y la prosperidad. La meta de la mayoría de los gobiernos es tener un PIB alto o elevarlo, pero este solo representa el valor monetario de todos los bienes y servicios terminados que se producen dentro de las fronteras de un país, en un período específico. El énfasis excesivo en el PIB debe reemplazarse por metas, junto con sus indicadores, que compaginen el desempeño económico con las aspiraciones ecológicas y sociales. Por ejemplo, el inventario del capital natural de un país y la capacidad regenerativa de dicho capital pueden constituir medidas válidas para evaluar el desarrollo económico a largo plazo y las perspectivas futuras.

DEBEMOS TRANSFORMAR DE FORMA RADICAL LA MANERA COMO VALORAMOS EL ÉXITO ECONÓMICO Y PERCIBIMOS EL BIENESTAR Y LA PROSPERIDAD

Toma de decisiones para las generaciones futuras

Los políticos y los legisladores deben tener en cuenta la sostenibilidad y la resiliencia a largo plazo. Muchos gobiernos todavía consideran horizontes temporales relativamente cortos cuando diseñan sus políticas. Al hacerlo, soslayan los riesgos a medio y largo plazo relacionados con la degradación del medio ambiente, como la erosión del suelo, la escasez de agua dulce, la polución y los desechos, así como el agotamiento de los recursos naturales. Los ciclos electorales periódicos agravan este problema porque incentivan a los políticos y a las campañas de los partidos a centrarse en políticas que produzcan beneficios en los breves lapsos de tiempos entre las elecciones. La creación de una ley que incorpore horizontes a largo plazo en la formulación de las políticas, más allá del mandato de cualquier Gobierno, puede contribuir a superar el predominio de las soluciones temporales y las políticas miopes.

Valorar la naturaleza al tomar decisiones económicas y políticas

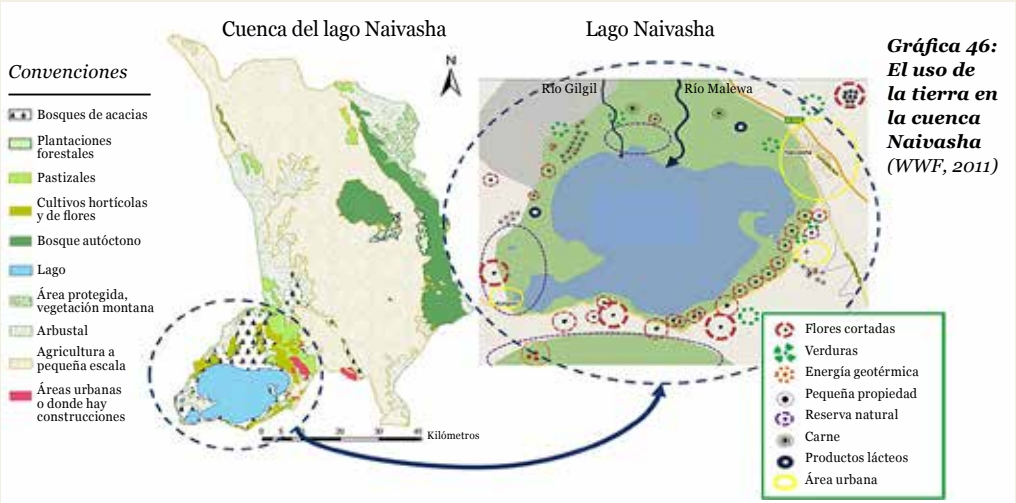
El valor de la naturaleza se puede tener en cuenta al tomar muchos tipos de decisiones, pero, sobre todo, aquellas relacionadas con las estrategias de desarrollo, la infraestructura y el empleo de la tierra, el agua y otros bienes naturales. Pese a los elevados costos ecológicos y sociales de la producción y el consumo insostenibles, todavía es raro que se los incluya en la contabilidad de costos y beneficios. Sin embargo, algunas personas con capacidad decisora están empezando a tener en cuenta el valor de la naturaleza y sus servicios, a sabiendas de que su omisión terminará por socavar el bienestar de la sociedad. Algunos países, como Botsuana, Colombia, Costa Rica, Indonesia, Madagascar y Filipinas ya están desarrollando cuentas del capital natural que miden el estado de sus bienes naturales a través del tiempo (Banco Mundial, 2015). Un mayor énfasis en la planificación del uso de la tierra les permitirá a los gobiernos entender y manejar mejor las competitivas y cada vez mayores demandas de los recursos de la tierra y el agua, tal como lo ilustra la historia reciente del área que circunda al lago Naivasha, el segundo cuerpo de agua dulce más grande de Kenya (ver cuadro).

Paisajes resilientes para la naturaleza y las personas: el caso del lago Naivasha

Un enfoque integral del paisaje puede contribuir a reconciliar los objetivos, a veces contrapuestos, del desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. Así lo ilustra la historia del lago Naivasha. Este es el segundo cuerpo de agua dulce más grande de Kenia y sostiene una gran industria hortícola que representa alrededor del 70% de las exportaciones de flores de Kenia y entre el 2% y 3% del PIB del país. El lago sostiene una industria pesquera, un floreciente sector turístico y de casas vacacionales, y algunas industrias lácteas y de carne de vacuno. La producción de energía geotérmica ha crecido rápidamente y aporta 280 MW a la red energética del país (Denier *et al.*, 2015). En su mayor parte, la cuenca del lago está dedicada a la pequeña agricultura que, en conjunto, abastece de grandes cantidades de productos frescos a los mercados locales de Kenia. La población humana de la cuenca ha crecido rápidamente. En 2009 era de 650.000 personas y se estima que su tasa de crecimiento durante la presente década es del 13% (Pegram, 2011). La cuenca es reconocida por su rica biodiversidad, como lo demuestra el hecho de ser un sitio Ramsar, un área internacional importante para las aves, un depósito primordial de agua y un parque nacional.

La diversidad de actores interesados, zonas ecológicas y actividades económicas, así como la interconectividad de las áreas inferior y superior de la zona de captación hacen que esta cuenca relativamente pequeña (3.400 km^2) sea propensa a conflictos por su calidad y acceso a los recursos naturales. En 2009, una severa sequía sirvió como llamado de atención para desarrollar un enfoque integral de gestión de los recursos naturales (Denier *et al.*, 2015). Los actores interesados, otrora antagónicos, se reunieron a fin de desarrollar una visión común para la cuenca del lago Naivasha y el proceso fue avalado por un compromiso político (Kissinger, 2014). Esta iniciativa condujo a la creación en 2011 de Imarisha, junta de manejo del lago Naivasha, una asociación público-privada.

De común acuerdo, los actores interesados pusieron en marcha una serie de medidas decisivas, en el marco del Plan de Acción Integral para los Recursos Hídricos, en el que participan múltiples socios (Denier *et al.*, 2015). Ensayaron un sistema de pagos por un esquema de servicios ambientales en el cual la parte interesada en la parte baja de la cuenca hidrográfica ofrece pequeños incentivos de pago a los minifundistas de las aguas superiores para que apliquen prácticas de buen uso de la tierra. En 2012, 785 agricultores participaron en este proyecto (Bymolt y Delnoyne, 2012). Los actores interesados también desarrollaron y acordaron un plan para distribuir el agua de la cuenca, que debe aplicarse en los periodos de mayor escasez hídrica (Denier *et al.*, 2015).



Gráfica 46: El uso de la tierra en la cuenca Naivasha *(WWF, 2011)*

Reorientar los flujos financieros

Los flujos financieros sostenibles que apoyan la conservación y el manejo sostenible de los ecosistemas son esenciales para preservar el capital natural y fomentar los mercados sostenibles y resilientes. Sin embargo, muchas entidades financieras siguen haciendo inversiones sustanciosas en actividades perjudiciales e insostenibles, como la minería de carbón, la agricultura nociva para el medio ambiente y la extracción de petróleo.

Perspectiva a largo plazo sobre los riesgos financieros

Reconocer la relación mutua de las demandas humanas de alimentos, agua, energía y medio ambiente, así como nuestra dependencia de los principales sistemas físicos y naturales de la Tierra, nos dota de una mirada holística penetrante para analizar problemas de negocios y políticos (Reynolds y Cranston, 2014). Hay dos razones por las que las empresas deberían interesarse en el nexo entre los alimentos, el agua, la energía y el medio ambiente. En primer lugar, la estabilidad financiera aumentará si se previenen los efectos económicos de la escasez de recursos y el deterioro ambiental, como inundaciones, tormentas y sequías. En segundo lugar, las empresas quieren evitar la carga económica que les imponen las regulaciones futuras de los mercados, que entran en vigor para responder al deterioro del medio ambiente y a la pérdida de reputación. Uno de los mecanismos con que cuenta la política pública y las regulaciones para conseguirlo es garantizar que las externalidades se incluyan en los balances contables (Reynolds y Cranston, 2014).

Actualmente, cuando los mercados financieros toman decisiones de inversión, privilegian los ingresos a corto plazo y la reducción del riesgo inmediato. El sector privado tiene muy pocos incentivos para tener en cuenta los riesgos a largo plazo derivados de la degradación ambiental y la disminución de las posibilidades de inversión. Al contrario, muchos insisten en invertir en actividades económicas que deterioran el medio ambiente. De manera un poco perversa, pueden registrar paulatinamente las acciones menos dañinas como progreso (Reynolds y Cranston, 2014). Algunos cambios en la regulación del sector financiero podrían modificar esta situación exigiéndoles a las entidades financieras que informen los impactos en la sostenibilidad. En ese caso, el sector privado podría verse obligado a examinar la sostenibilidad de sus operaciones empresariales, puesto que esta faceta de su actividad podría afectar sus posibilidades de acceder al capital. Un punto de influencia aún más efectivo podrían ser los modelos mentales de los inversores, es decir, de todas las personas que tienen algún tipo de activo financiero y de entidades como los fondos de pensiones, las compañías de seguros y los fondos soberanos de inversión. Si los inversionistas se preocuparan lo suficiente por el desempeño ambiental –y entendieran la importancia de su papel en la salvaguardia del capital natural–, podrían monitorear dicho desempeño y obligar a las entidades financieras a rendir cuentas.

EL SECTOR PRIVADO TODAVÍA TIENE MUY POCOS INCENTIVOS PARA TENER EN CUENTA LOS RIESGOS A LARGO PLAZO DERIVADOS DE LA DEGRADACIÓN AMBIENTAL Y LA DISMINUCIÓN DE LAS POSIBILIDADES DE INVERSIÓN

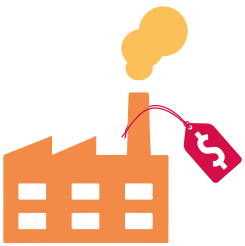
Mercados resilientes para la producción y el consumo

Producir mejor y consumir de forma más sensata son acciones claves para establecer mercados resilientes que funcionen dentro del espacio operativo seguro de nuestro planeta, protejan nuestra riqueza natural y contribuyan a nuestro bienestar económico y social. La gestión sostenible de los recursos y la incorporación de los costos reales de producción a la cadena de valor fomentará estas mejores opciones.

La gestión sostenible de los recursos

Una economía en la que los recursos se empleen tanto tiempo como sea posible y los productos y materiales se recuperen y regeneren al final de su vida útil es una forma de separar el desarrollo económico de la degradación ambiental. Asimismo, un cambio radical que implique pasar de la dependencia hacia recursos de origen fósil a recursos renovables producidos de manera sostenible es clave para satisfacer las necesidades humanas a través del tiempo.

Esta transición hacia la sostenibilidad requiere modelos empresariales completamente nuevos. Según estos modelos, los negocios no dependerían del número total de productos vendidos, sino de las ganancias generadas por la prestación de servicios de un producto o por la reutilización de un artículo. La entrada en vigor de una regulación más fuerte para promover el uso eficiente de los recursos y penalizar la polución, establecida, posiblemente, mediante cambios en el sistema legal o tributario, podría fomentar un modelo como ese y estimular la innovación empresarial que se requiere.



Incorporar los costos reales

Las empresas también pueden incorporar a sus decisiones el valor de la naturaleza. Una regulación gubernamental adecuada podría fomentar esta práctica. Por ejemplo, a las empresas podría exigírseles que paguen el costo real del deterioro ambiental o de la disminución del capital natural, o podrían estar obligadas a hacer informes de sostenibilidad. Una medida que también podría tener un impacto de largo alcance sería exigirles a los mercados financieros que, como resultado de la asignación de fondos, asuman la responsabilidad por los riesgos medioambientales (y los riesgos económicos que estos acarrean). Estas medidas podrían alterar el equilibrio de los incentivos a favor de la sostenibilidad.

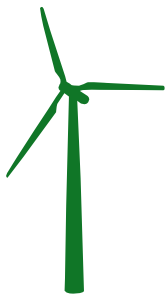
LA TRANSFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS ENERGÉTICO Y ALIMENTARIO

Corregir el rumbo para dirigirnos a la sostenibilidad requiere cambios de fondo en dos sistemas fundamentales: el energético y el alimentario. Las estructuras y conductas actuales propias de esos sistemas tienen un impacto enorme en la biodiversidad, la resiliencia de los ecosistemas y el bienestar de los seres humanos.

Hacia fuentes de energía renovables y sostenibles

El desarrollo de fuentes de energía alternativas
Puesto que el consumo de combustibles fósiles es el mayor impulsor humano del cambio climático, la inmensa mayoría de estos combustibles estaría mejor bajo tierra. Por fortuna, las alternativas de energía renovable son cada vez más y más competitivas. Se espera que el futuro desarrollo de innovaciones en energía renovable y su adopción rápida y generalizada reduzca los riesgos climáticos, al mismo tiempo que mejora la salud humana, se fortalecen nuestras economías y se crean empleos para sustituir los de las industrias cimentadas en los combustibles fósiles. Aunque la transición mundial hacia fuentes de energías renovables y sostenibles, como la eólica y la solar, sigue siendo una tarea pendiente de gran envergadura, muchos países ya se comprometieron a transformar sus sistemas tradicionales de suministro de energía.

Reorientar la demanda hacia la energía renovable
Los gobiernos pueden promover el abandono del uso intensivo del carbono estableciendo políticas que privilegien la energía renovable producida de forma sostenible sobre las fuentes fósiles. Por otra parte, algunas entidades financieras ya comenzaron a reducir los riesgos asociados el clima. Estos innovadores son líderes de la nueva economía baja en carbono. Podrían crearse incentivos y políticas para alentar a otras instituciones a retirar su dinero de los combustibles fósiles.



EL FUTURO DESARROLLO DE INNOVACIONES EN ENERGÍA RENOVABLE Y SU ADOPCIÓN RÁPIDA Y GENERALIZADA PUEDEN CONTRIBUIR A REDUCIR LOS RIESGOS CLIMÁTICOS, AL MISMO TIEMPO QUE MEJORAN LA SALUD HUMANA, FORTALECEN NUESTRAS ECONOMÍAS Y CREAN EMPLEOS PARA SUSTITUIR LOS DE LAS INDUSTRIAS CIMENTADAS EN LOS COMBUSTIBLES FÓSILES

Hacia los sistemas alimentarios resilientes

LAS DECISIONES DE CONSUMO, LOS ESTILOS DE VIDA, LOS RESIDUOS Y LA DISTRIBUCIÓN TIENEN UNA GRAN INFLUENCIA EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

La transición hacia un sistema alimentario adaptativo y resiliente que suministre comida nutritiva para todos, sin exceder los límites de un solo planeta –al mismo tiempo que abastece los medios de subsistencia y es fuente del bienestar–, es una meta abrumadora pero crucial. Como hemos visto, varias estructuras del actual sistema alimentario industrializado mundial consolidan el *statu quo*: por ejemplo, los subsidios agrícolas, los programas de investigación gubernamentales y una serie de parámetros que impiden incluir en los costos de producción los impactos ambientales, sociales, éticos y culturales. Esas mismas estructuras son puntos de influencia para promover los cambios.

Entre otros factores, las decisiones de consumo, los estilos de vida, los residuos y la distribución tienen una gran influencia en la producción agrícola. Entonces, al mismo tiempo que la reducción de los impactos ambientales de la agricultura y el descenso de los residuos en la cadena alimentaria sean fundamentales para satisfacer las necesidades futuras, la reducción de la huella del consumo de alimentos hará una contribución decisiva en este sentido.

Promover patrones de consumo saludables y sostenibles

Es posible disponer de más alimentos si transformamos nuestras preferencias alimenticias, especialmente en los países con altos ingresos, donde la alimentación tiene un gran componente de proteínas animales. La oferta de alimentos (en términos de calorías, proteínas y nutrientes primordiales) puede aumentar si la producción agrícola no se destina a la alimentación del ganado y abandona los cultivos bioenergéticos, la producción de alimentos con bajo poder nutritivo y otros usos no alimentaros. Si se motiva a los consumidores para que adopten dietas saludables con un porcentaje moderado de proteínas animales, podrían disminuir los impactos medioambientales de la agricultura y aumentar la disponibilidad de los alimentos. Es posible emprender otras iniciativas que apunten al mismo objetivo, como reducir los desechos asociados a la producción y el consumo de los alimentos que requieren más recursos, sobre todo, la carne y los lácteos.

Expandir las innovaciones de nicho existentes

Para enfrentar los desafíos enormes y conexos del sistema alimentario, no bastará con emprender iniciativas para mejorar o modificar aspectos específicos de las prácticas agrícolas dominantes (IPES-Food, 2016). Por suerte, parece que ya germinaron las semillas de una transición más rotunda hacia la sostenibilidad. Han brotado en distintos lugares del mundo, bajo la forma de innovaciones de nicho. Muchas tendencias promisorias comenzaron como proyectos a pequeña escala. Por ejemplo, la agricultura orgánica comenzó como un nicho del mercado (Smith, 2007), pero prevalece cada vez más en muchas regiones (Darnhofer *et al.*, 2010). Los agricultores de la meseta china de Loess aplican métodos como la construcción de terrazas para regenerar la calidad del suelo. Si estas prácticas se expanden a otros lugares del planeta, podremos tener un sistema alimentario mundial más sostenible.

Hacia la optimización del rendimiento

En los sistemas alimentarios actuales, el éxito suele reducirse a incrementar el rendimiento, los resultados netos y la disponibilidad de calorías netas (Tittonel *et al.*, 2016). Así como sucede con el PIB, si la meta de la agricultura se centra excesivamente en la cantidad por hectárea o en la maximización del rendimiento a corto plazo, en lugar de hacerlo en la optimización de la productividad dentro de los límites del ecosistema del que depende, sus perspectivas a largo plazo se verán afectadas. Es igual de importante salvaguardar la productividad a largo plazo, conservar para el futuro la base de los recursos naturales, garantizar la resiliencia de la producción frente a los impactos ambientales y la aparición de enfermedades, y tener en cuenta dónde y para quién se producen los alimentos. Todos estos aspectos deben reconocerse como objetivos públicos valiosos, con sus respectivos indicadores de cumplimiento (De Schutter y Gliesman, 2015; IPES-Food, 2016)

Los métodos de diseño y producción de los paisajes agrícolas deben sostener la biodiversidad funcional necesaria para la producción a largo plazo. Los sistemas agrícolas también deben proteger o mejorar los servicios ecosistémicos fundamentales para la agricultura y la seguridad alimentaria. Para ello, tendrán que aumentar la resiliencia de los sistemas de producción a los impactos climáticos, las fluctuaciones del agua disponible y otras perturbaciones. En general, los productores deben alcanzar un equilibrio óptimo entre productividad y diversidad en el sistema, con miras a satisfacer las necesidades humanas y mantener la integridad de los ecosistemas. La cantidad y el tipo de insumos (agroquímicos y agua) deberán ser sostenibles, puesto que la meta, más que maximizar la producción y las ganancias a corto plazo, es optimizar la productividad a largo plazo. Así estarán representadas las necesidades medioambientales, sociales y económicas de las actuales y las futuras generaciones.

Fomentar las prácticas agroecológicas

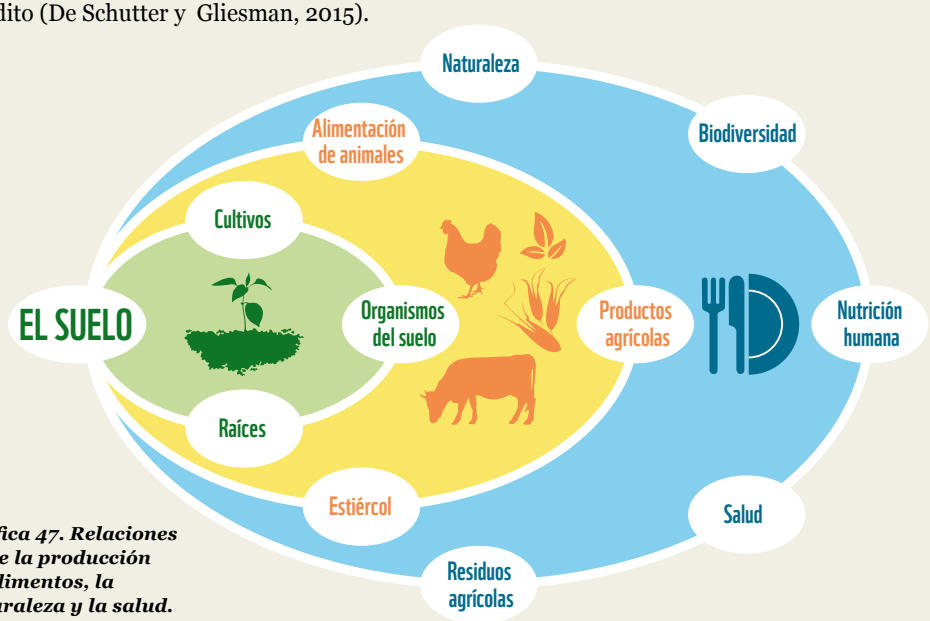
Las soluciones agrícolas sostenibles son muy diversas y dependen de una amplia gama de factores, como el clima, el tipo y la fertilidad del suelo, la existencia de agua, los patrones de las lluvias, la disponibilidad y las preferencias tecnológicas, los requisitos laborales y los factores culturales. Las evidencias recientes revelan que las prácticas sustentadas en la agroecología son capaces de sostener, estabilizar y mejorar el rendimiento, preservando el medio ambiente, creando empleos decentes, ofreciendo medios de subsistencia seguros y suministrando diversos alimentos ricos en nutrientes en los lugares en que más se necesitan (De Schutter y Gliesman, 2015) (ver cuadro). Una serie de proyectos agroecológicos desarrollados en veinte países africanos ya duplicaron el rendimiento de los cultivos en un periodo de entre tres y diez años (De Schutter, 2011). Además, una investigación en el territorio semiárido de Burkina Faso demuestra que, en un año, los arbustos perennes leñosos de la región podrían permitir la restauración de la capacidad productiva del suelo y mejorar el rendimiento en los campos de los agricultores (Tittonel *et al.*, 2016).

ES IGUAL DE IMPORTANTE SALVAGUARDAR LA PRODUCTIVIDAD A LARGO PLAZO, CONSERVAR PARA EL FUTURO LA BASE DE LOS RECURSOS NATURALES, GARANTIZAR LA RESILIENCIA DE LA PRODUCCIÓN FRENTE A LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y LA APARICIÓN DE ENFERMEDADES, Y TENER EN CUENTA DÓNDE Y PARA QUIÉN SE PRODUCEN LOS ALIMENTOS

Agroecología: agricultura con la naturaleza

La agroecología consigue la sustentabilidad reintegrando la agricultura moderna a los ecosistemas de los que depende. La agroecología reemplaza los insumos químicos externos por alternativas que imitan los procesos naturales y aumentan las interacciones biológicas provechosas y las sinergias en el entorno de las fincas. Por ejemplo, se puede volver a sembrar árboles para darles sombra a los cultivos, retener el carbono y crear hábitats para organismos benéficos. Además, la agroecología fomenta los sistemas integrales, como el maridaje del arroz y los peces. En cultivos que tengan las combinaciones adecuadas, pueden mejorar las condiciones de crecimiento de algunos (De Schutter y Gliesman, 2015).

Los métodos agroecológicos reportan beneficios considerables en términos de uso eficiente de los recursos y reducción de gases de efecto invernadero, al mismo tiempo que protegen los suelos y ecosistemas de la degradación a largo plazo provocada por los fertilizantes químicos y pesticidas (Gráfica 47). En tanto se desentiende de las medidas estrechas de la productividad, la agroecología es muy productiva. En especial, los países en desarrollo tienen el potencial para fomentar e, incluso, aumentar la producción si tienen en cuenta los múltiples resultados de los sistemas integrales (por ejemplo, arroz y peces). Malaui, un país que hace pocos años creó un programa de subsidio masivo para la adquisición de fertilizantes químicos, transitó a la agroecología. Por consiguiente, el rendimiento del maíz aumentó de 1 tonelada por hectárea a 2 y 3 toneladas por hectárea, lo que redundó en beneficio de más de 1.3 millones de personas de la población más pobre del país. Una serie de proyectos en Indonesia, Vietnam y Bangladesh han registrado reducciones de hasta 92% en el uso de insecticidas para el cultivo de arroz, lo que ha mejorado la salud y los ahorros de los agricultores pobres (De Schutter, 2011). La agroecología, por lo tanto, facilita la intensificación ecológica y garantiza que la producción siga reportando ganancias en el futuro. La confianza en los insumos locales y el reciclaje de desechos para convertirlos en insumos reducen de manera significativa los costos de producción y convierten la agroecología en un opción económica sostenible para los agricultores que tienen aversión al riesgo o poco acceso al crédito (De Schutter y Gliesman, 2015).



Gráfica 47. Relaciones entre la producción de alimentos, la naturaleza y la salud. *Adaptado del Instituto Louis Bolk, Países Bajos.*

Fincas y paisajes agrícolas diversificados

El paisaje es la escala a la que deben integrarse los múltiples componentes de un sistema agrícola resiliente. Los paisajes cuentan con la estructura ecológica y los servicios ecosistémicos necesarios para sostener la producción agrícola (Tittonel *et al.*, 2016). Además, ciertas prácticas agrícolas sostenibles funcionan mejor a nivel de los paisajes. Por ejemplo, no tendría sentido aplicar en áreas aisladas acciones diseñadas para cubrir toda la zona, como el control de plagas, la purificación y distribución del agua, y la prevención de la erosión del suelo (Macfadyen *et al.*, 2015).

La diversificación de las fincas y los paisajes agrícolas, el aumento de la biodiversidad y el fomento de las interacciones de múltiples especies pueden ser componentes de estrategias holísticas para forjar agroecosistemas saludables y medios seguros de subsistencia, proteger los sistemas naturales y conservar la biodiversidad. La agricultura diversificada es aplicable a todo tipo de cultivos, incluyendo los de la agricultura industrial muy especializada y los de la agricultura de subsistencia (IPES-Food, 2016) (Gráfica 48).

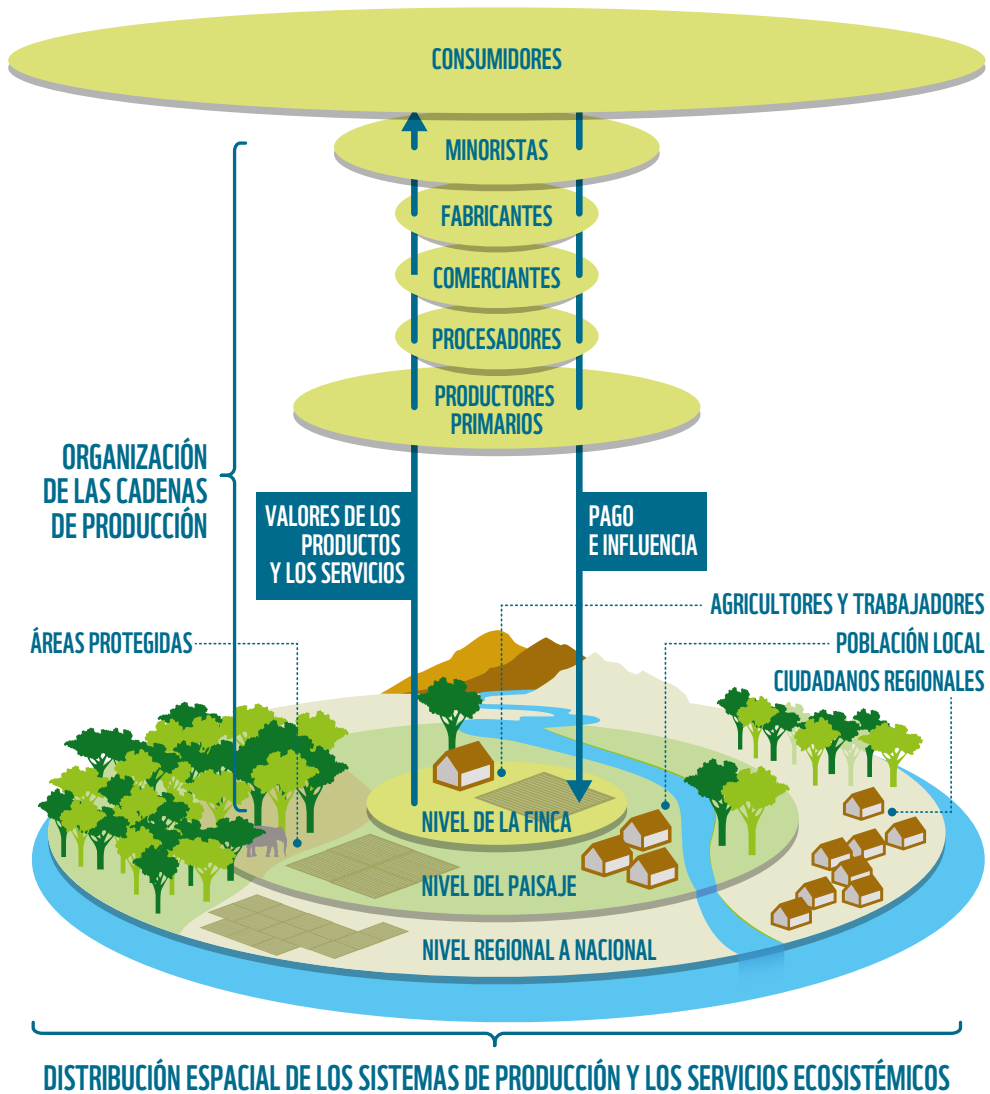
Gráfica 48. Transición hacia sistemas de agricultura sostenible y diversificada, desde diferentes puntos de partida. *Adaptado de IPES-Food, 2016.*

La promoción en la cadena de producción de los enfoques a escala del paisaje

Además de los agricultores, otros actores de la cadena de suministro de alimentos pueden contribuir a la aplicación y difusión de las prácticas agrícolas sostenibles ajustadas al nivel de los paisajes (Gráfica 49). Por ejemplo, los minoristas de alimentos actúan en la interfaz entre los productores y los consumidores. Ellos pueden fomentar la adopción de prácticas de producción a escala del paisaje (Jennings *et al.*, 2015) y, por medio de los precios, alertar a los consumidores sobre los costos medioambientales de la producción. Así pueden incrementar la demanda de productos sostenibles (Lazarini *et al.*, 2001).

Las empresas que participan en la cadena de producción pueden convertirse en promotores de la diversificación a escala del paisaje, puesto que la adopción de este enfoque reducirá las fluctuaciones en el suministro y mejorará la capacidad de recuperación de los impactos, dos condiciones que fortalecerán la resiliencia al riesgo de sus intereses comerciales (Macfadyen *et al.*, 2015). Ello se debe a que los paisajes que integran los cultivos y los sistemas ganaderos y forestales con las áreas naturales se benefician de un suministro mayor y más resiliente de servicios ecosistémicos, como la polinización de los cultivos y un control de plagas ejercido por enemigos naturales (Kremen y Miles, 2012; Liebman y Schulte, 2015; Tscharntke *et al.*, 2005).

Gráfica 49. La relación entre la cadena de producción y el enfoque del paisaje integral. *Adaptado de Van Oorschot et al., 2016; WWF MTI, 2016.*



EL CAMINO A SEGUIR

Los hechos y las cifras de este informe presentan un panorama complejo, pero aún queda un amplio margen para el optimismo. Si logramos llevar a cabo las transiciones que se requieren con urgencia, las recompensas serán enormes. Por fortuna, no estamos partiendo de cero. Varios países han elevado los niveles de vida de sus habitantes empleando muchos menos recursos que los países industrializados. Además, el mundo está llegando a un consenso sobre la dirección que debemos seguir. En 2015 se adoptaron los Objetivos de Desarrollo Sostenible para 2030 y en la Conferencia sobre el Cambio Climático de París (COP21), celebrada en diciembre de 2015, 195 países adoptaron un acuerdo global para combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las medidas e inversiones necesarias para forjar un futuro sostenible bajo en carbono. Más aún, nunca antes comprendimos como hoy la escala de nuestro impacto en el planeta, el modo como interactúan los sistemas medioambientales esenciales y la manera como podemos manejarlos.

SI LOGRAMOS LLEVAR A CABO LAS TRANSICIONES QUE SE REQUIEREN CON URGENCIA, LAS RECOMPENSAS SERÁN ENORMES

En última instancia, para enfrentar la desigualdad social y la degradación del medio ambiente, es necesario un cambio de paradigma global que apunte a una existencia que no transgreda los Límites Planetarios seguros. Debemos crear un nuevo sistema económico que amplíe y mantenga el capital natural en el que esté cimentado. En este capítulo se identificaron los puntos de influencia que permitirán llevar a cabo las transiciones que se requieren. Más que nada, se hizo hincapié en el cambio de los patrones sociales y las estructuras sistémicas, bien sea realizando modificaciones graduales o fomentando el desarrollo de las innovaciones de nicho. La transformación de los modelos mentales, las actitudes y los valores sociales que subyacen a las actuales estructuras y patrones de nuestra economía global es una tarea más compleja. ¿Cómo podemos replantear las empresas de tal forma que no se concentren solo en las ganancias a corto plazo sino que también estén dispuestas a rendir cuentas por los beneficios sociales y medioambientales? ¿Cómo deberíamos redefinir e imaginar el desarrollo económico deseable? ¿Cómo podemos reducir el énfasis en la riqueza material, enfrentar el consumismo y la cultura del “usar y botar”, y promover la conveniencia de dietas más sostenibles? Solo parece posible transformar los valores sociales a largo plazo y a través de medios que aún no alcanzamos a imaginar.

PARA ENFRENTAR LA DESIGUALDAD SOCIAL Y LA DEGRADACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE, ES NECESARIO UN CAMBIO DE PARADIGMA GLOBAL QUE APUNTE A UNA EXISTENCIA QUE NO TRANSGREDA LOS LÍMITES PLANETARIOS

Aun así, la velocidad a la que transitemos a una sociedad sostenible es clave para definir nuestro futuro. Es fundamental posibilitar y fomentar las innovaciones importantes y habilitarlas para que se adopten rápidamente en entornos más amplios. La sostenibilidad y la resiliencia llegarán mucho más pronto si la mayor parte de los habitantes del planeta comprende el valor y las necesidades de nuestra Tierra, cada vez más frágil. La comprensión generalizada de la relación entre la humanidad y la naturaleza podría inducir un cambio profundo que le permita a toda clase de vida prosperar en el Antropoceno.

GLOSARIO

Biocapacidad	La biocapacidad alude, por una parte, a la cantidad de áreas de tierra y agua biológicamente productivas, existentes en el territorio de un país determinado, y, por otra, a cuán productivas son. La medida de la biocapacidad se aplica a cada uno de los cinco principales tipos de uso de la tierra: campos de cultivo, tierras de pastoreo, zonas de pesca (aguas marinas y continentales), bosques y tierra urbanizada.
Huella Ecológica del consumo	Es el tipo de Huella Ecológica que se reporta más a menudo y se define como el área empleada para abastecer el consumo de una población específica. La huella del consumo (expresada en HAG) comprende el área necesaria para producir los materiales que se consumen y el área necesaria para absorber las emisiones de dióxido de carbono.
Exceso ecológico	El exceso ecológico mundial tiene lugar cuando la demanda de la humanidad a la naturaleza excede la provisión de la biósfera o su capacidad regenerativa. Este exceso conduce al agotamiento del capital natural que sostiene la vida en la Tierra y a una acumulación de basura. A nivel global, el déficit ecológico y el exceso son lo mismo, puesto que no existen importaciones netas de recursos para el planeta. El exceso local tiene lugar cuando se explota un ecosistema local a mayor velocidad de lo que puede regenerarse.
Hectárea global	Las hectáreas globales son las unidades contables de la Huella Ecológica y de la medida de la biocapacidad. Estas hectáreas biológicamente productivas y ponderadas según su productividad biológica les permiten a los investigadores hacer reportes sobre la biocapacidad de la Tierra o de una región, así como de la demanda a la biocapacidad (Huella Ecológica). Una hectárea global es una hectárea biológicamente productiva con una productividad biológica mundial promedio de un año determinado. Las hectáreas globales son necesarias porque la productividad de los distintos tipos de tierras es diferente. Una hectárea global de campos de cultivo, por ejemplo, puede ocupar un área física inferior a la de una hectárea de tierras de pastoreo, que son mucho menos productivas biológicamente, puesto que se necesita más cantidad de pasto para igualar la biocapacidad de una hectárea de campos de cultivo. Como la bioproductividad del mundo varía ligeramente cada año, el valor de una HAG puede cambiar un poco entre un año y el siguiente.
El Índice Planeta Vivo	El IPV refleja cambios en la salud de los ecosistemas del planeta, mediante el monitoreo de las tendencias de más de 14.000 poblaciones de especies de vertebrados. Así como el índice bursátil monitorea el valor de un conjunto de acciones a través del tiempo y la suma de sus fluctuaciones diarias, el IPV primero calcula la tasa de cambio anual de las poblaciones de cada una de las especies incluidas en la base de datos y luego determina el promedio del cambio anual de todas las poblaciones de las especies, desde 1970 –año en que la información comenzó a recopilarse– hasta 2012 –el año más reciente sobre el que se tienen datos– (consulte el anexo para obtener información más detallada).

Bloqueos	Los bloqueos son una cualidad emergente de los sistemas, producida por una combinación de factores que comprenden la dependencia del sistema de su propia trayectoria y una serie de mecanismos que lo autoconsolidan, regulan y evitan que cambie de estado.
Capital natural	El capital natural equivale a la existencia de bienes medioambientales, como el suelo, la biodiversidad y el agua dulce, que les reportan beneficios a los seres humanos.
La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN	La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN™ brinda información sobre la taxonomía, el estado de conservación y la distribución de plantas, hongos y animales que se evalúan en todo el mundo aplicando las categorías y criterios de la Lista Roja de la UICN. Este sistema se diseñó para determinar el peligro relativo de extinción. Su principal objetivo es catalogar y resaltar las plantas y animales que están en mayor peligro de extinción en el planeta.
El Índice de la Lista Roja	El Índice de la Lista Roja (RLI, por su sigla en inglés), basado en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN, es un indicador del estado cambiante de la biodiversidad global. Se basa en el desplazamiento del estado de las especies por las categorías de la Lista Roja de la UICN y mide las tendencias de los riesgos de extinción a través del tiempo.
Resiliencia	Es la capacidad de un sistema socioecológico para absorber los impactos y las perturbaciones, recuperarse de ellos y conservar la funcionalidad y prestación de servicios, adaptándose a factores estresantes crónicos y transformándose cuando es necesario.
Causas fundamentales	Una causa fundamental es un componente esencial –entre otros factores coadyuvantes–, cuya presencia es decisiva para producir un resultado problemático importante. Es habitual, aunque no forzoso, que se identifique este componente como la causa primera de una cadena de acontecimientos, de modo que es necesario contrarrestar la causa fundamental para evitar el resultado.
Pensamiento sistémico	El pensamiento sistémico es una perspectiva holística de la realidad que nace de la conciencia de la interconexión de todas las cosas y del reconocimiento de que las totalidades complejas con propiedades emergentes (es decir, sistemas) surgen de las interrelaciones de los elementos que las componen. En cuanto disciplina, aplica una rica gama de herramientas y enfoques para comprender, comunicar y analizar asuntos transdisciplinarios, entre ellos, la sostenibilidad, la ingeniería y la gestión.

LISTA DE SIGLAS

ARMA: modelo autorregresivo de media móvil (en inglés, autoregressive-moing-average model).

BRICS: asociación de las cinco economías nacionales emergentes más importantes: Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica.

CDB: Convenio sobre la Diversidad Biológica.

CITES: Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (en inglés, Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

CO_2: dióxido de carbono.

E/MSY: extinciones por millones de especies y por millones de años.

EBCC: Consejo Europeo para el Censo de Aves (en inglés, European Bird Census Council).

AEMA: Agencia Europea del Medio Ambiente.

HE: Huella Ecológica.

UE: Unión Europea.

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (en inglés, United Nations Food and Agricultural Organization).

FAOSTAT: División de Estadística de la FAO.

PIB: Producto Interno Bruto.

GESAMP: Grupo de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino.

GFN: Global Footprint Network.

HAG: hectárea global.

GROMS: Registro Mundial de Especies Migratorias (en inglés, Global Register of Migratory Species).

IGBP: Programa Internacional Geósfera-Biósfera (en inglés, International Geosphere-Biosphere Programme).

IPCC: Panel Intergubernamental de Cambio Climático (en inglés, Intergovernmental Panel on Climate Change).

IPES-Food: Panel Internacional de Expertos en Sistemas de Alimentación Sostenible (en inglés, International Panel of Experts on Sustainable Food Systems).

UICN: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.

IUGS: Unión Internacional de Ciencias Geológicas (en inglés, International Union of Geological Sciences).

INDNR: ilegal, no declarada y no reglamentada.

LBII: Índice de Integridad de la Biodiversidad Local (en inglés, Local Biodiversity Intactness Index).

LED: diodo emisor de luz (en inglés, Light-Emitting Diode).

IPV: Índice Planeta Vivo.

EM: Evaluación de los Ecosistemas del Milenio.

MW: megavatio.

MAA: millones de años atrás.

NASA: Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (en inglés, National Aeronautics and Space Agency).

NOAA: Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica (en inglés, National Oceanic and Atmospheric Administration).

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

LP: Límites Planetarios.

PIKE: proporción de elefantes ultimados de forma ilegal (en inglés, Proportion of Illegally Killed Elephants).

PREDICTS: proyección de las respuestas de la biodiversidad ecológica en sistemas terrestres cambiantes (en inglés, Projecting Responses of Ecological Diversity In Changing Terrestrial Systems).

PV: fotovoltaico.

RLI: Índice de la Lista Roja (en inglés, Red List Index).

RSPB: Real Sociedad para la Protección de las Aves (en inglés, Royal Society for the Protection of Birds).

SEI: Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo (en inglés, Stockholm Environment Institute).

SRC: Centro de Resiliencia de Estocolmo (en inglés, Stockholm Resilience Centre).

ONU: Organización de las Naciones Unidas.

UNCTAD: Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo (en inglés, United Nations Conference on Trade and Development).

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

UNEP-WCMC: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente – Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (en inglés, United Nations Environment Programme y World Conservation Monitoring Centre).

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (en inglés, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization).

WET index: índice de la tendencia de la extensión de los humedales.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

WWF: Fondo Mundial para la Naturaleza (en inglés, World Wide Fund for Nature, también conocido como, World Wildlife Fund).

WWF MTI: Fondo Mundial para la Naturaleza – Iniciativa de Transformación de Mercado (en inglés, Market Transformation Initiative).

ZNDD: deforestación y degradación neta cero (en inglés, Zero Net Deforestation and Degradation).

ZSL: Sociedad Zoológica de Londres (en inglés, Zoological Society of London).

BIBLIOGRAFÍA

Allison, E.H., Perry, A.L., Badjeck, M.C., Adger, W.N., Brown, K., Conway, D., Halls, A.S., Pilling, G.M., Reynolds, J.D., Andrew, N.L. and N.K. Dulvy. 2009. Vulnerability of national economies to the impacts of climate change on fisheries. *Fish & Fisheries* 10(2): 173-196. Doi: 10.1111/j.1467-2979.2008.00310.x.

Amundson, R., Berhe, A.A., Hopmans, J.W., Olson, C., Sztein, A.E. and D.L. Sparks. 2015. Soil and human security in the 21st century. *Science* 348, 6235. Doi: 10.1126/science.1261071.

Anderson, K., Rausser G. and J. Swinnen. 2013. Political economy of public policies: insights from distortions to agricultural and food markets. *Journal of Economic Literature,* 51(2): 423-477. Doi: 10.1257/jel.51.2.423.

Andreae, M.O. and Crutzen, P.J. 1997. Atmospheric aerosols: biogeochemical sources and role in atmospheric chemistry. *Science* 276: 1052-1058. Doi: 10.1126/science.276.5315.1052.

Arneth, A., Harrison, S.P., Zaehle, S., Tsigaridis, K, Menon, S., Bartlein, P.J., Feichter, J., Korhola, A., Kulmala, M., O'Donnell, D. *et al.* 2010. Terrestrial biogeochemical feedbacks in the climate system. *Nature Geoscience* 3: 525-532. Doi: 10.1038/ngeo905.

Baillie, J.E.M., Griffiths, J., Turvey, S.T., Loh, J. and B. Collen. 2010. *Evolution lost: status and trends of the world's vertebrates.* Zoological Society of London, Londres, Reino Unido.

Balian, E.V., Segers, H., Lévèque, C. and K. Martens. 2008. The freshwater animal diversity assessment: an overview of the results. *Hydrobiologia* 595(1):627-637. Doi: 10.1007/s10750-007-9246-3.

Barnes, R.F.W. 1999. Is there a future for elephants in West Africa? *Mammal Review* 29(3): 175-200. Doi: 10.1046/j.1365-2907.1999.00044.x.

Barnosky, A.D., Matzke, N., Tomiya, S., Wogan, G.O.U., Swartz, B., Quental, T.B., Marshall, C., McGuire, J.L., Lindsey, E.L., Maguire, K.C., Mersey, B. and E.A. Ferrer. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature* 471: 51-57. Doi: 10.1038/nature09678.

Biggs, R., Schlüter, M., Biggs, D., Bohensky, E.L., Burnsilver, S., Cundill, G., Dakos, V., Daw, T.M., Evans, L.S., Kotschy, K. *et al.* 2012. Toward principles for enhancing the resilience of ecosystem services. *Annual Review of Environment and Resources* 37: 421-448. Doi: 10.1146/annurev-environ-051211-123836.

Bishop, R.C. 1978. Endangered species and uncertainty: the economics of a safe minimum standard. *American Journal of Agricultural Economics* 60(1): 10-18. Doi: 10.2307/1240156.

Böhm, N., Collen, B., Baillie, J.E.M., Bowles, P., Chanson, J., Cox, N., Hammerson, G., Hoffmann, M., Livingstone, S.R., Ram, M. *et al.* 2013. The conservation status of the world's reptiles. *Biological Conservation* 157: 372-385. Doi: 10.1016/j.biocon.2012.07.015.

Boonzaier, L. and D. Pauly. 2016. Marine protection targets: an updated assessment of global progress. *Oryx* 50(1): 27-35.

Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Katsunori, I., Larson, J., Lazarus, E., Morales, J.C., Wackernagel, M. and A. Galli. 2013. Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: the National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological Indicators* 24: 518-533. Doi: 10.1016/j.ecolind.2012.08.005.

Boucher, O., Randall, D., Artaxo, P., Bretherton, C., Feingold, G., Forster, P., Kerminen, V.-M., Kondo, Y., Liao, H., Lohmann, U. *et al.* 2013: Clouds and Aerosols. In: IPCC 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU. Doi: 10.1017/CBO9781107415324.

Brandi, C. 2015. Safeguarding the earth system as a priority for sustainable development and global ethics: the need for an earth system SDG. *Journal of Global Ethics* 11(1): 32-36. Doi: 10.1080/17449626.2015.1006791.

Brasseur, G.P., Prinn, R.G. and A.P. Pszenny (Eds.). 2003. *Atmospheric chemistry in a changing world. An integration and synthesis of a decade of tropospheric chemistry research*. Springer-Verlag Berlín Heidelberg, Alemania. Doi: 10.1007/978-3-642-18984-5.

British Antarctic Survey. 2016. Meteorology and Ozone Monitoring Unit 2016. *Antarctic ozone*. Available at: www.antarctica.ac.uk/met/jds/ozone/index.html#data [Consultado en junio de 2016].

Burke, L., Reytar, K., Spalding, M. and A. Perry. 2011. *Reefs at risk revisited.* World Resources Institute, Washington D.C., EE. UU.

Bymolt, R. and R. Delnoye. 2012. *Green economic development in Lake Naivasha Basin, assessing potential economic opportunities for small-scale farmers.* Royal Tropical Institute, Ámsterdam, Holanda.

Callaghan, T.V., Johansson, M., Prowse, T.D. *et al.* 2011. Arctic cryosphere: changes and impacts. *Ambio* 40: 3-5. Doi: 10.1007/s13280-011-0210-0.

Carpenter, S.R. and E.M. Bennett. 2011. Reconsideration of the planetary boundary for phosphorus. *Environmental Research Letters* 6(1), 14009-14020. Doi: 10.1088/1748-9326/6/1/014009.Carter, M.R. and C.B. Barrett. 2006. The economics of poverty traps and persistent poverty. An asset-based approach. *The Journal of Development Studies* 42(2): 178-199.

Cavana, R.Y. and K.E. Maani. 2000. *A methodological framework for integrating systems thinking and system dynamics.* In: ICSTM2000, International Conference on Systems Thinking in Management, Geelong, Australia.

CBD. 2014a. *Global Biodiversity Outlook* 4. Montreal, Canadá.

CBD. 2014b. *An updated synthesis of the impacts of ocean acidification on marine biodiversity*. Montreal, Technical Series N.º 75, 99 pp.

Ceballos, G., Ehrlich, P.R., Barnosky, A.D., García, A., Pringle, R.M. and T. M. Palmer. 2015. Accelerated modern human-induced species losses: entering the sixth mass extinction. *Science Advances* 1(5): e1400253 1-5. Doi: 10.1126/sciadv.1400253.

Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M. *et al.* 2013. *Carbon and other biogeochemical cycles*. In: Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

CITES. 2016. *Trends in levels of illegal killing of elephants in Africa to 31 December 2015*. Available at: www.cites.org/sites/default/files/eng/prog/MIKE/reports/MIKE_trend_update_2015.pdf [Consultado en junio de 2016].

Collen, B., Loh, J., Whitmee, S., McRae, L., Amin, R. and J.E.M. Baillie. 2009. Monitoring change in vertebrate abundance: the Living Planet Index. *Conservation Biology* 23(2): 317–327. Doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.01117.x.

Collen, B., McRae, L., Deinet, S., de Palma, A., Carranza, T., Cooper, N., Loh, J. and J.E.M. Baillie. 2011. Predicting how populations decline to extinction. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 366(1577): 2577-2586. Doi: 10.1098/rstb.2011.0015.Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., Darwall, W.R.T., Pollock, C., Richman, N.I., Soulsby, A. and M. Böhm. 2014. Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography* 23: 40-51. Doi: 10.1111/geb.12096.

Collette, B.B., Carpenter, K.E., Polidoro, B.A., Juan-Jordá, M.J., Boustany, A., Die, D.J., Elfes, C., Fox, W., Graves, J., Harrison, L.R. *et al.* 2011. High value and long-lived: a double jeopardy for threatened tunas and billfishes. *Science* 333(6040): 291-292.

Costanza, R., Graumlich, L. and W. Steffen (Eds.). 2006. *Sustainability or collapse? An integrated history and future of people on Earth*. MIT Press, Cambridge, MA, EE.UU.

Cranston, G., Green, J. and H. Tranter. 2015. *Doing Business with nature: opportunities from natural Capital.* University of Cambridge. Available at: http://www.cisl.cam.ac.uk/publications/publication-pdfs/doing-business-with- nature.pdf [Consultado en junio de 2016].

Croft, S., Dawkins, E. and C. West. 2014. *Assessing physical trade flows of materials of biological origin to and from Scotland.* Joint Nature Conservation Committee Report No: 533. Joint Nature Conservation, Peterborough, Reino Unido.

Crowards, T.M. 1998. Safe minimum standards: costs and opportunities. *Ecological Economics* 25: 303-314. Doi: 10.1016/S0921-8009(97)00041-4.

Croxall, J.P., Butchart, S.H.M., Lascelles, B., Stattersfield, A.J., Sullivan, B., Symes, A. and P. Taylor. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International* 22(1): 1-34. Doi: 10.1017/S0959270912000020.

Crutzen, P.J. 2002. Geology of mankind. *Nature* 415(6867): 23. Doi: 10.1038/415023a.

Cumberlidge, N., Ng, P.K.L., Yeo, D.C.J., Magalhães, C., Campos, M.R., Álvarez, F., Naruse, T., Daniels, S.R., Esser, L.J., Attipoe, F.Y.K., Clotilde-Ba, F. *et al.* 2009. Freshwater crabs and the biodiversity crisis: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Conservation* 142: 1665-1673. Doi: 10.1016/j.biocon.2009.02.038.

Cumming, G.S., Olsson, P., Chapin III, F.S. and C.S. Holling. 2013. Resilience, experimentation and scale mismatches in social-ecological landscapes. *Landscape Ecology* 28(6): 1139-1150 Doi: 10.1007/s10980-012-9725-4.

Chaudhary, A. and Kastner, T. 2016. Land use biodiversity impacts embodied in international food trade. *Global Environmental Change* 38: 195-204. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2016.03.013.

Chen, B., Chen, G.Q., Yang, Z.F. and M.M. Jiang. 2007. Ecological Footprint accounting for energy and resource in China. *Energy Policy* 35: 1599-1609. Doi: 10.1016/j.enpol.2006.04.019.

Dallas, L.L. 2012. Short-Termism, the Financial Crisis, and Corporate Governance. *Journal of Corporation Law,* 37: 264-363. San Diego Legal Studies Paper N.º 12-078.

Darnhofer, I., Lindenthal, T., Bartel-Kratochvil, R. and W. Zollitsch. 2010. Conventionalisation of organic farming practices: from structural criteria towards an assessment based on organic principles. A review. *Agronomy for Sustainable Development* 30(1): 67-81. Doi: 10.1051/agro/2009011.Davidson, N.C. 2014. How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research* 65(10): 934-941. Doi: 10.1071/MF14173.

De Schutter, O. 2009. *International trade in agriculture and the right to food. Dialogue on globalization.* Occasional paper 46. Despacho de Friedich Ebert Stiftung, Ginebra.

De Schutter, O. 2011. *Agroecology and the right to food.* Informe presentado en la sesión número 16 del Consejo de Derechos Humanos de las Naciones Unidas [A/HRC/16/49].

De Schutter, O. and S. Gliesman. 2015. *Agroecology is working – But we need examples to inspire others.* Foodtank. Available at: www.foodtank.com/ news/2015/09/agroecology-is-working-but-we-need-examples-to-inspire-others [Consultado en junio de 2016].

Deguines, N., Jono, C., Baude, M., Henry, M., Julliard, R. and C. Fontaine. 2014. Large-scale trade-off between agricultural intensification and crop pollination services. *Frontiers in Ecology and the Environment* 12(4):212-217. Doi: 10.1890/130054.

Deinet, S., Ieronymidou, C., McRae, L., Burfield, I.J., Foppen, R.P., Collen, B. and M. Böhm. 2013. *Wildlife comeback in Europe: the recovery of selected mammal and bird species.* Final report to Rewilding Europe by ZSL, BirdLife International and the European Bird Census Council. Londres, Reino Unido: ZSL.

Denier, L., Scherr, S., Shames, S., Chatterton, P., Hovani, L. and N. Stam. 2015. *The little sustainable landscapes book.* Global Canopy Programme, Oxford, Reino Unido.

Dirzo, R., Young, H.S., Galetti, M., Ceballos, G., Isaac, N.J.B. and B. Collen. 2014. Defaunation in the Anthropocene. *Science* 345(6195): 401-406. Doi: 10.1126/science.1251817.

Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C., Beltrame, C., Freeman, R. and M. Walpole. 2016. Tracking global change in ecosystem area: the Wetland Extent Trends index. *Biological Conservation* 193: 27-35. Doi: 10.1016/j.biocon.2015.10.023.

Donner, S. D., Skirving, W. J., Little, C. M., Oppenheimer, M. and O. Hoegh-Guldberg. 2005. Global assessment of coral bleaching and required rates of adaptation under climate change. *Global Change Biology* 11(12): 2251-2265. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.01073.x.

Drijfhout, S., Bathiany. S., Beaulieu, C., Brovkin, V., Claussen, M., Huntingford, C., Scheffer, M., Sgubin, G. and D. Swingedouw. 2015. Catalogue of abrupt shifts in Intergovernmental Panel on Climate Change climate models. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(43): E5777–E5786. Doi: 10.1073/pnas.1511451112. Dudgeon, D., Arthington, A.H., Gessner, M.O., Kawabata, Z., Knowler, D.J., Lévêque, C., Naiman, R.J., Prieur-Richard, A., Soto, D., Stiassny, M.L.J. and C.A. Sullivan. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews* 81(2): 163-182. Doi: 10.1017/S1464793105006950.

Dulvy, N. K., Fowler, S.L., Musick, J.A., Cavanagh, R.D., Kyne, P.M., Harrison, L.R., Carlson, J.K., Davidson, L.N.K., Fordham, S.V., Francis, M.P. *et al.* 2014. Extinction risk and conservation of the world's sharks and rays. *eLife* (3): e00590. Doi: 10.7554/eLife.00590.

EBCC/ RSPB/ BirdLife/ Statistics Netherlands. 2016. *Pan-European Common Bird Monitoring Scheme.* European Bird Census Council. Available at: www.ebcc.info/index.php?ID=28 [Consultado en junio de 2016].

EEA. 2013. *Assessment of global megatrends, an update.* European Environment Agency, Copenhague, Dinamarca.

EEA. 2015. *The European environment – state and outlook 2015. A comprehensive assessment of the European environment's state, trends and prospects in a global context.* European Environment Agency, Copenhague, Dinamarca.

Ellis, E.C., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Lightman, D. and N. Ramankutty. 2010. Anthropogenic transformation of the biomes, 1700 to 2000. *Global Ecology and Biogeography* 19(5): 589-606. Doi: 10.1111/j.1466-8238.2010.00540.x.

Erisman, J.W., Galloway, J.N., Seitzinger, S., Bleeker, A., Dise, N.B., Roxana Petrescu, A.M., Leach, A.M. and W. de Vries. 2013. Consequences of human modification of the global nitrogen cycle. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 368: 20130116. Doi: 10.1098/rstb.2013.0116.

Erisman, J.W., J.N. Galloway; N.B. Dise; M.A. Sutton; A. Bleeker; B. Grizzetti; A.M. Leach and W. de Vries. 2015. *Nitrogen: too much of a vital resource.* Science Brief. WWF Netherlands, Zeist, Países Bajos.

Erwin, D. H. 1994. The Permo-Triassic extinction. *Nature* 367(6460): 231-236. Doi: 10.1038/367231a0.

FAO 2005-2016. *International plan of action to prevent, deter and eliminate illegal, unreported and unregulated fishing*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. Available at: http://www.fao.org/fishery/ iuu-fishing/en [Consultado en junio de 2016].FAO Forestry. 2015. *Global Forest Resources Assessment (FRA2015). Desk reference*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.

FAO. 2003. *World agriculture: towards 2015/2030.* Earthscan Publications Ltd.

FAO. 2004. *What is agrobiodiversity?* FAO factsheet. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

FAO. 2010. *Report of the FAO workshop on child labour in fisheries and aquaculture in cooperation with ILO.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.

FAO. 2011a. *The state of the world's land and water resources for food and agriculture (SOLAW) - Managing systems at risk.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia y Earthscan, Londres, Reino Unido.

FAO. 2011b. *Biodiversity for food and agriculture. Contributing to food security and sustainability in a changing world. Outcomes of an expert workshop held by FAO and the platform on agrobiodiversity research from 14-16 April 2010 in Rome, Italy.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

FAO. 2013. *Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Summary report.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

FAO. 2014. *The state of food and agriculture 2014 in brief.* FAO factsheet. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

FAO. 2015. *FAOSTAT Agricultural Production Data.* Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. Available at: www.faostat3.fao.org/download/Q/QC/E [Consultado en julio de 2016].

FAO. 2016a. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all.* Food and Agriculture Organization of the United Nations, Roma, Italia.

FAO. 2016b. *AQUASTAT.* Main Database, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available at: www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/index.html?lang=en [Consultado en junio de 2016].

Fox, A. D., Madsen, J., Boyd, H., Kuijken, E., Norriss, D.W., Tombre, I. M. and D.A. Stroud. 2005. Effects of agricultural change on abundance, fitness components and distribution of two arctic-nesting goose populations. *Global Change Biology* 11(6): 881-893. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00941.x.

Frieler, K., Meinshausen, M., Golly, A., Mengel, M., Lebek, K., Donner, S.D. and O. Hoegh-Guldberg. 2013. Limiting global warming to 2°C is unlikely to save most coral reefs. *Nature Climate Change* 3(2): 165-170. Doi: 10.1038/nclimate1674.

Galli, A. 2015a *Footprints*. Oxford bibliographies. Oxford University Press, Nueva York, EE.UU. Doi: 10.1093/OBO/9780199363445-0046.Galli, A. 2015b. On the rationale and policy usefulness of Ecological Footprint accounting: the case of Morocco. *Environmental Science & Policy* 48(21). Doi: 10.1016/j.envsci.2015.01.008.

Galli, A., Halle, M. and N. Grunewald. 2015. Physical limits to resource access and utilisation and their economic implications in Mediterranean economies. *Environmental Science & Policy* 51: 125-136. Doi: 10.1016/j.envsci.2015.04.002.

Galli, A., Wackernagel, M., Iha, K. and E. Lazarus. 2014. Ecological Footprint: implications for biodiversity. *Biological Conservation* 173: 121-132. Doi: 10.1016/j.biocon.2013.10.019.

Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. and S. Giljum. 2012. Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint into a "Footprint Family" of indicators: definition and role in tracking human pressure on the planet. *Ecological Indicators* 16: 100-112. Doi: 10.1016/j.ecolind.2011.06.017.

Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., Ruiz-Jean, M.C., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson *et al.* 2013. Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications* 4(1340): 1-8. Doi: 10.1038/ncomms2328.

Gattuso J.P., Magnan, A., Billé, R., Cheung, W.W.L., Howes, E.L., Joos, F., Allemand, D., Bopp, L., Cooley, S.R., Eakin, C.M. *et al.* 2015. Contrasting futures for ocean and society from different anthropogenic CO_2 emissions scenarios. *Science* 349(6243). Doi: 10.1126/science.aac4722.

Gattuso, J.P. and Hansson, L. (Eds). 2011. *Ocean acidification*. Oxford University Press. Oxford: Reino Unido.

German, L., Schoneveld, G. and E. Mwangi. 2011. Contemporary processes of large-scale land acquisition by investors: case studies from sub-Saharan Africa. *Occasional Paper 68.* CIFOR, Bogor, Indonesia.

GESAMP. 2015. *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment.* Report. Stud. GESAMP N.º 90. Doi: 10.13140/RG.2.1.3803.7925.

Gibbs, H.K., Rausch, L., Munger, J., Schelly, I., Morton, D.C., Noojipady, P., Soares-Filho, B., Barreto, P., Micol, L. and N.F. Walker. 2015. Brazil's Soy Moratorium. *Science* 347 (6220): 377-378. Doi: 10.1126/science.aaa0181.

Gibbs, H.K., Ruesch, A.S., Achard, F., Clayton, M.K., Holmgren, P., Ramankutty, N. and J.A. Foley. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and 1990s. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 107(38): 16732-16737. Doi: 10.1073/pnas.0910275107.

Gladek, E., Fraser, M., Roemers, G., Sabag Muñoz, O., Kennedy, E. and P. Hirsch. 2016. *The global food system: an analysis*. Metabolic, Ámsterdam, Países Bajos.

Global Footprint Network. 2016. *National Footprint Accounts, 2016 Edition*. Available at: www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/blog/national_footprint_accounts_2016_carbon_makes_up_60_of_worlds_footprint. [Consultado en junio de 2016].

Godar, J., Persson, U. M., Tizado, E. J. and P. Meyfroidt. 2015. Towards more accurate and policy relevant footprint analyses: Tracing fine-scale socio-environmental impacts of production to consumption. *Ecological Economics* 112: 25-35. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2015.02.003.

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M. and C. Toulmin. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science* 327(5967): 812-818. Doi: 10.1126/science.1185383.

Gornitz, V. 2000. Impoundment, groundwater mining, and other hydrologic transformations: Impacts on global sea level rise. In Douglas, B.C., Kearney, M.S. and S.P. Leatherman (Eds). *Sea level rise: history and consequences,* 97-119. Academic Press, Cambridge, EE.UU.

Griggs, D., Stafford-Smith, M., Gaffney, O., Rockström, J., Öhman, M.C., Shyamsundar, P., Steffen, W., Glaser, G., Kanie, N. and I. Noble. 2013. Policy: Sustainable development goals for people and planet. *Nature* 495: 305-307. Doi: 10.1038/495305a.

Grill, G., Lehner, B., Lumsdon, A.E., MacDonald, G.K., Zarfl, C. and C. Reidy Liermann. 2015. An index-based framework for assessing patterns and trends in river fragmentation and flow regulation by global dams at multiple scales. *Environmental Research Letters* 10 (1) 015001: 1-15. Doi: 10.1088/1748-9326/10/1/015001.

Guan, D., Hubacek, K., Weber, C.L., Peters, G.P. and D.M. Reiner. 2008. The drivers of Chinese CO_2 emissions from 1980 to 2030. *Global Environmental Change* 18(4): 626-634. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2008.08.001.

Hall, C.J., Jordaan, A. and M.G. Frisk. 2011. The historic influence of dams on diadromous fish habitat with a focus on river herring and hydrologic longitudinal connectivity. *Landscape Ecology* 26(1): 95-107. Doi: 10.1007/s10980-010-9539-1.

Hansen, M.C., Potapov, P.V., Moore, R., Hancher, M., Turubanova, S.A., Tyukavina, A., Thau, D., Stehman, S.V., Goetz, S.J., Loveland, T.R. *et al.* 2013. High-resolution global maps of 21st century forest cover change. *Science* 342(6160): 850-853. Doi: 10.1126/science.1244693.

Heinze, C., Meyer, S., Goris, N., Anderson, L., Steinfeldt, R., Chang, N., Le Quéré, C. and D.C.E. Bakker. 2015. The ocean carbon sink-impacts, vulnerabilities and challenges. *Earth System Dynamics* 6(1): 327-358. Doi: 10.5194/esd-6-327-2015.

Hines, E.M., Strindberg, S., Junchumpoo, C., Ponnampalam, L.S., Ilangakoon, A.D., Jackson-Ricketts, J. and S. Monanunsap. 2015. Line transect estimates of Irrawaddy dolphin abundance along the eastern Gulf Coast of Thailand. *Frontiers in Marine Science* 2(63): 1-10. Doi: 10.3389/fmars.2015.00063.

Hjorth, P. and Bagheri, A. 2006. Navigating towards sustainable development: a system dynamics approach. *Futures* 38(1): 74-92. Doi: 10.1016/j.futures.2005.04.005.

Hoegh-Guldberg, O. 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine & Freshwater Research* 50(8): 839-866. Doi: 10.1071/MF99078.

Hoegh-Guldberg, O. 2015. *Reviving the ocean economy: the case for action – 2015.* WWF International, Gland, Suiza.

Hoekstra, A.Y. and T.O. Wiedmann. 2014. Humanity's unsustainable environmental footprint. *Science* 344 (6188): 1114-1117. Doi: 10.1126/science.1248365.

Hoekstra, J.M., Boucher, T.M., Ricketts, T.H. and C. Roberts. 2005. Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection. *Ecology Letters* 8(1): 23-29. Doi: 10.1111/j.1461-0248.2004.00686.x.

Holland, G. and C.L. Bruyere. 2014. Recent intense hurricane response to global climate change. *Climate Dynamics* 42 (3): 617-627. Doi: 10.1007/s00382-013-1713-0.

Hosonuma, N., Herold, M., de Sy, V., de Fríes, R.S., Brockhaus, M., Verchot, L., Angelsen, A., and E. Romijn. 2012. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries. *Environmental Research Letters,* 7: 044009. Doi: 10.1088/1748-9326/7/4/044009.

Hubacek, K., Guan, D. and A. Barua. 2007. Changing lifestyles and consumption patterns in developing countries: A scenario analysis for China and India. *Futures* 39: 1084-1096. Doi: 10.1016/j.futures.2007.03.010.

Hyde, D.J., Mc Govern, E. and P. Walsham (Eds). 2013. *Chemical aspects of ocean acidification monitoring in the ICES marine area*. ICES Cooperative Research Report 319.

IBGE. *Brazilian Institute of Geography and Statistics*. 2016. Available at: www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?z=t&o=11&i=P&c=1612 [Consultado en junio de 2016].

IGBP. 2016. *Great acceleration*. Available at: www.igbp.net/globalchange/greatacceleration.4.1b8ae20512db692f2a680001630.html [Consultado en junio de 2016].

IPCC. 2012. *Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Special report of working groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU. Doi: 10.1017/CBO9781139177245.

IPCC. 2013. *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group i to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J. Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. and P.M. Midgley (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

IPCC. 2014a. *Climate change 2014: synthesis report. Contribution of working groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Pachauri, R. and L.A. Meyer (Eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza.

IPCC. 2014b. *Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. [Field, C.B., Barros, V.R., Dokken, D.J., Mach, K.J., Mastrandrea, M.D., T.E. Bilir, T.E., Chatterjee, M., Ebi, K.L., Estrada, Y.O., Genova, R.C., Girma, B., Kissel, E.S., Levy, A.N., MacCracken, S., Mastrandrea, P.R. and L.L. White. (Eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

IPES-Food. 2016. *From uniformity to diversity: a paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems*. International Panel of Experts on Sustainable Food Systems.

IUCN and Birdlife International. 2016. *Red List Index of species survival.*

IUCN. 2014. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2014.3. Avalaible at: http://www. iucnredlist.org [Consultado en marzo de 2015].

IUCN. 2015. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Versión 2015-4. Available at: www.iucnredlist.org [Consultado en junio de 2016].

IUGS. 2016. *International chronostratigraphic chart*. Available at: http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2016-04.pdf [Consultado en junio de 2016].

Jablonski, D. 1994. Extinctions in the fossil record. *Philosophical Transactions of the Royal Society B* 344: 11-17. Doi: 10.1098/rstb.1994.0045.

Jennings, S., Miller, S. and C. McCosker. 2015. *Landscape collaboration for sustainable land use*. National Centre for Universities and Business, Londres, Reino Unido.

Jiménez Cisneros, B.E., Oki, T., Arnell, N.W., Benito, G., Cogley, J.G., Döll, P., Jiang, T. and S.S. Mwakalila. 2014. *Freshwater resources*. In: Climate change 2014: impacts, adaptation and vulnerability. Part A: global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Juffe-Bignoli, D., Burgess, N.D., Bingham, H., Belle, E.M.S., de Lima, M.G., Deguignet, M., Bertzky, B., Milam, A.N., Martinez-Lopez, J. *et al.* 2014. *Protected planet report 2014*. UNEP-WCMC. Cambridge, Reino Unido.

Junk, W.J., An, S., Finlayson, C.M., Gopal, B., Květ, J., Mitchell, S.A., Mitsch, W.J. and R.D. Robarts. 2013. Current state of knowledge regarding the world's wetlands and their future under global climate change: a synthesis. *Aquatic Sciences* 75(1): 151-167. Doi: 10.1007/s00027-012-0278-z.

Kemp, R. and J. Rotmans. 2005. The management of the co-evolution of technical, environmental and social systems. In: Weber, M. and Hemmelskamp, J. *Towards Environmental Innovation Systems:* 33-55.

Kemp, R., Loorbach, D.A. and J. Rotmans. 2007. Transition management as a model for managing processes of co-evolution towards sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 14(1): 78-91. Doi: 10.1080/13504500709469709.

Kerkhof, A., de Boer, E., Meijer, G., Scheepmaker, J. and K. Blok. 2015. *Towards companies that perform within the earth's regenerative capacity.* Eneco-Ecofys paper. Available at: http://www.ecofys.com/files/files/eneco-ecofys-2015-paper-one-planet-thinking.pdf [Consultado en junio de 2016].

Kissinger, G. 2014. *Financing strategies for integrated landscape investment: integrated landscape initiative analysis.* Ecoagriculture partners, on behalf of the landscapes for people, food and nature initiative. p. 11, 15-16.

Kissinger, G., Herold, M. and V. de Sy. 2012. *Drivers of deforestation and forest degradation: a synthesis report for REDD+ Policymakers.* Lexeme Consulting, Vancouver, Canadá.

Kissinger, M., Rees, W.E. and V. Timmer. 2011. Interregional sustainability: governance and policy in an ecologically interdependent world. *Environmental Science & Policy* 14: 965-976. Doi: 10.1016/j.envsci.2011.05.007.

Konefal, J., Mascarenhas, M. and M. Hatanaka. 2005. Governance in the global agro-food system: backlighting the role of transnational supermarket chains. *Agriculture and Human Values* 22(3): 291-302. Doi: 10.1007/s10460-005-6046-0.

Kovacs, K.M., Aguilar, A., Aurioles, D., Burkanov, V., Campagna, C., Gales, N., Gelatt, T., Goldsworthy, S.D., Goodman, S.J., Hofmeyr, G.J.G *et al.* 2012. Global threats to pinnipeds. *Marine Mammal Science* 28(2): 414-436. Doi: 10.1111/j.1748-7692.2011.00479.x.

Kremen, C. and A. Miles. 2012. Ecosystem services in biologically diversified versus conventional farming systems: benefits, externalities and trade-offs. *Ecology and Society* 17(4): 40. Doi: 10.5751/ES-05035-170440.

Kroeker K.J., Kordas, R.L., Crim, R., Hendriks, I.E., Ramajo, L., Singh, G.S., Duarte, C.M., and J.P. Gattuso. 2013. Impacts of ocean acidification on marine organisms: quantifying sensitivities and interaction with warming. *Global Change Biology* 19, 1884-1896. Doi: 10.1111/gcb.12179.

Kwiatkowski, L., Cox, P., Halloran, P.R., Mumby, P.J. and A.J. Wiltshire. 2015. Coral bleaching under unconventional scenarios of climate warming and ocean acidification. *Nature Climate Change* 5: 777-781. Doi: 10.1038/NCLIMATE2655.

Lawrence, D. and Vandecar, K. 2015. Effects of tropical deforestation on climate and agriculture. *Nature Climate Change* 5: 27-36. Doi: 10.1038/nclimate2430.

Lazarus, E., Lin, D., Martindill, J., Hardiman, J., Pitney, L. and A. Galli. 2015. Biodiversity loss and the ecological footprint of trade. *Diversity* 7: 170-191. Doi: 10.3390/d7020170.

Lazzarini, S.G., Chaddad, F.R. and M.L. Cook. 2001. Integrating supply chain and network analyses: the study of netchains. *Journal on Chain and Network Science* 1(1): 7-22. Doi: 10.3920/JCNS2001.x002.

Lenton, T. and A. Watson. 2011. *Revolutions That Made the Earth*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Lenton, T.M. and H.T.P. Williams. 2013. On the origin of planetary-scale tipping points. *Trends in Ecology & Evolution* 28(7): 380-382. Doi: 10.1016/j.tree.2013.06.001.

Lenzen, M., Moran, D., Kanemoto, K., Foran, B., Lobefaro, L. and A. Geschke. 2012. International trade drives biodiversity threats in developing nations. *Nature* 486: 109-112. Doi: 10.1038/nature11145.

Liebman, M. and L.A.Schulte. 2015. Enhancing agroecosystem performance and resilience through increased diversification of landscapes and cropping systems. *Elementa. Science of the Anthropocene* 2. Doi: 10.12952/journal.elementa.000041.

Lin, D., Galli, A., Borucke, M., Lazarus, E., Grunewald, N., Martindill, J., Zimmerman, D., Mancini, S., Iha, K. and M. Wackernagel. 2015. Tracking supply and demand of biocapacity through ecological footprint accounting. In: Dewulf, J., de Meester, S. and R.A.F. Alvarenga (Eds.). *Sustainability assessment of renewables-based products: methods and case studies*, 179-200. Wiley, Hoboken, NJ, EE.UU.

Liu, J.D. 2012. *Finding sustainability in ecosystem restoration*. Available at: www.permaculturenews.org/2012/11/17/ finding-sustainability-in-ecosystem-restoration/ [Consultado en junio de 2016].

Liu, J.D. and H. Bradley. 2016. Chapter 4.8. A continuing inquiry into ecosystem restoration examples from China's Loess Plateau and locations worldwide and their emerging implications. *Land Restoration Reclaiming Landscapes for a Sustainable Future*, 361-379. Doi: 10.1016/B978-0-12-801231-4.00027-6.

Maani, K.E. and R.Y. Cavana. Junio 6 de 2007. *Systems thinking, system dynamics: managing change and complexity*. Second edition. Pearson Education Canada.
Mace, G.M., Reyers, B., Alkemade, R., Biggs, R., Chapin III, F.S., Cornell, S.E., Diaz, S., Jennings, S., Leadley, P., Mumby, P.J. *et al.* 2014. Approaches to defining a planetary boundary for biodiversity. *Global Environmental Change* 28: 289-297. Doi: 10.1016/j.gloenvcha.2014.07.009.

Macfadyen, S., Tylianakis, J.M., Letourneau, D.K., Benton, T.G., Tittonell, P., Perring, M.P., Gómez-Creutzberg, C., Báldi, A., Broadhurst, L., Okabe, K. *et al.* 2015. The role of food retailers in improving resilience in global food supply. *Global Food Security* 7: 1-8. Doi: 10.1016/j.gfs.2016.01.001.

MacLeod, M., Breitholtz, M., Cousins, I.T., de Wit, C.A., Persson, L.M., Rudén, C. and M.S. McLachlan. 2014. Identifying chemicals that are planetary boundary threats. *Environmental Science Technology* 48: 11057-11063. Doi: 10.1021/es501893m.

Mancini, M.S., Galli, A., Niccolucci, V., Lin, D., Bastianoni, S., Wackernagel, M. and N. Marchettini. 2016. Ecological Footprint: refining the carbon footprint calculation. *Ecological Indicators* 61: 390-403. Doi: 10.1016/j.ecolind.2015.09.040.

Mariki, S.B., Svarstad, H. and T.A. Benjaminsen. 2015. Elephants over the Cliff: explaining wildlife killings in Tanzania. *Land Use Policy* 44: 19-30. Doi: 10.1016/j.landusepol.2014.10.018.

Matondi, P.B., Havnevik, K. and A. Beyene. 2011. *Biofuels, land grabbing and food security in Africa*. Zed Books, Londres, Reino Unido.

Matson, P. A, Parton, W. J., Power, A.G. and M.J. Swift. 1997. Agricultural intensification and ecosystem properties. *Science* 277(5325): 504-509. Doi: 10.1126/science.277.5325.504.

MEA. 2005. *Ecosystems and human wellbeing: synthesis*. Island Press, Washington D.C., EE.UU.

Mekonnen, M.M. and A.Y. Hoekstra. 2016. Four billion people facing severe water scarcity. *Science Advances* 2(2): e1500323. Doi: 10.1126/sciadv.1500323.

Miller, G.H., Brigham-Grette, J., Alley, R.B., Anderson, L., Bauch, H.A., Douglas, M.S.V., Edwards, M.E., Elias, S.A., Finney, B.P., Fitzpatrick, J.J. *et al.* 2013. Paleoclimate history of the Arctic. In: *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, 113-125. Doi: 10.1016/B978-0-444-53643-3.00030-3.

Minton, G., Peter, C., Poh, A.N.Z., Ngeian, J., Braulik, G., Hammond, P.S. and A.A. Tuen. 2013. Population estimates and distribution patterns of Irrawaddy dolphins (Orcaella *brevirostris)* and Indo-Pacific finless porpoises (Neophocaena *phocaenoides)* in the Kuching Bay, Sarawak. *The Raffles Bulletin of Zoology* 61 (2): 877-888.

Moore, D., Cranston, G., Reed, A. and A. Galli. 2012. Projecting future human demand on the Earth's regenerative capacity. *Ecological Indicators* 16: 3-10. Doi: 10.1016/j.ecolind.2011.03.013.

Moran, D. D., Petersone, M. and F. Verones. 2016. On the suitability of input-output analysis for calculating product-specific biodiversity footprints. *Ecological Indicators* 60: 192-201.Doi: 10.1016/j.ecolind.2015.06.015.

Newbold, T., Hudson, L.N., Arnell, A.P., Contu, S., de Palma, A., Ferrier, S., Hill, S.L.L., Hoskins, A.J., Lysenko, I., Phillips, H.R.P. *et al.* 2016. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. *Science* 353 (6296): 288-291. Doi: 10.1126/science.aaf2201.

Newbold, T., Hudson, L.N., Hill, S.L.L., Contu, S., Lysenko, I., Senior, R.A., Börger, L., Bennett, D.J., Choimes, A., Collen, B. *et al.* 2015. Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature* 520 (7545): 45-50. Doi: 10.1038/nature14324.

Nguyen, N.C. and O.J.H. Bosch. 2013. A systems thinking approach to identify leverage points for sustainability: a case study in the Cat Ba Biosphere Reserve, Vietnam. *Systems Research and Behavioral Science,* 30(2), 104-115. Doi: 10.1002/sres.2145.

Nielsen Company. 2015. *The future of grocery: E-commerce, digital technology and changing shopping preferences around the world*. Nueva York, EE.UU. Available at: www.nielsen.com/eu/en/insights/reports/2015/the-future-of- grocery.html [Consultado en junio de 2016].

Nkonya, E., Mirzabaev, A., and J. von Braun (Eds). 2016. *Economics of land degradation and improvement – A global assessment for sustainable development*. Springer International Publishing AG, Suiza. Doi: 10.1007/978-3-319-19168-3.

NOAA. Febrero 23 de 2016. *El Niño prolongs longest global coral bleaching event*. Press release. Available at: www.noaa.gov/el-niño-prolongs-longest-global-coral-bleaching-event [Consultado en junio de 2016].

Nobre, A.D. 2014. *The future climate of Amazonia, scientific assessment report*. Sponsored by CCST-INPE, INPA and ARA. São José dos Campos, Brasil. Available at: www.ccst.inpe.br/wp-content/uploads/2014/11/ The_Future_Climate_of_ Amazonia_Report.pdf [Consultado en junio de 2016].

OECD Competition Committee. 2013. *Competition issues in the food chain industry*. Policy paper. Available at: www.oecd.org/daf/competition/ CompetitionIssuesintheFoodChainIndustry.pdf [Consultado en junio de 2016].

OECD. 2010. *Agricultural policies in OECD countries 2010: at a glance*. OECD Publishing, París. Doi: 10.1787/agr_oecd-2010-en.

Pacifici, M., Foden, W.B., Visconti, P., Watson, J.E.M., Butchart, S.H.M., Kovacs, K.M., Scheffers, B.R., Hole, D.G., Martin, T.G., Akçakaya, H.R. *et al.* 2015. Assessing species vulnerability to climate change. *Nature Climate Change* 5: 215-225. Doi: 10.1038/nclimate2448.Parmesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37: 637-669. Doi: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110100.

Pauly, D. and D. Zeller. (Eds.) 2015. *Catch reconstruction: concepts, methods and data sources*. Online publication. Sea Around Us (www.seaaroundus.org). University of British Columbia, Canadá.

Pauly, D. and D. Zeller. 2016. Catch reconstructions reveal that global marine fisheries catches are higher than reported and declining. *Nature Communications* 7(10244). Doi: 10.1038/ncomms10244.

Pearson, R.G., Stanton, J.C., Shoemaker, K.T., Aiello-Lammens, M.E., Ersts, P.J., Horning, N., Fordham, D.A., Raxworthy, C.J., Ryu, H.Y., McNees, J. and H.R. Akçakaya. 2014. Life history and spatial traits predict extinction risk due to climate change. *Nature Climate Change* 4(3): 217-221. Doi: 10.1038/NCLIMATE2113.

Pegram, G. 2011. *Shared risk and opportunity in water resources: seeking a sustainable future for Lake Naivasha*. WWF report. WWF International, Gland, Suiza.

Persson, L.M., Breitholtz, M., Cousins, I.T., de Wit, C.A., MacLeod, M. and M.S. McLachlan. 2013. Confronting unknown planetary boundary threats from chemical pollution. *Environmental Science & Technology* 47: 12619-12622. Doi: 10.1021/ es402501c.

Peters, G.P., Marland, G., Le Quéré, C., Boden, T., Canadell, J.G. and M.R. Raupach. 2012. Rapid growth in CO_2 emissions after the 2008-2009 global financial crisis. *Nature Climate Change* 2: 2-4. Doi: 10.1038/nclimate1332.

Peters, G.P., Minx, J.C., Weber, C.L. and O. Edenhofer. 2011. Growth in emission transfers via international trade from 1990 to 2008. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 108 (21): 8903–8908. Doi: 10.1073/pnas.1006388108.

Petris, G., Petrone, S. and P. Campagnoli. 2009. *Dynamic linear models with R*. Springer, Nueva York, NY, EE.UU. Doi: 10.1007/b135794.

Pfeiffer, D.A. 2006. *Eating fossil fuels: oil, food and the coming crisis in agriculture*. New Society Publishers. Isla Gabriola, Canadá.

Piketty, T. 2014. *Capital in the twenty-first century*. Harvard University Press, Boston, MA, EE.UU.

Pounds, J.A., Bustamante, M.R., Coloma, L.A., Consuegra, J.A., Fogden, M.P.L., Foster, P.N., La Marca, E., Masters, K.L., Merino-Viteri, A., Puschendorf, R., *et al.* 2006. Widespread amphibian extinctions from epidemic disease driven by global warming. *Nature* 439: 161-167. Doi: 10.1038/nature0424Primack, R.B., Ibáñez, I., Higuchi, H., Lee, S.D., Miller-Rushing, A.J., Wilson, A.M., Silander, J.A. 2009. Spatial and interspecific variability in phenological responses to warming temperatures. *Biological Conservation* 142: 2569-2577. Doi: 10.1016/j.biocon.2009.06.003.

Rabotyagov, S.S., Klingy, C.L., Gassmanz, P.W., Rabalais, N.N. and R.E. Turner. 2014. The economics of dead zones: causes, impacts, policy challenges and a model of the gulf of Mexico Hypoxic Zone. *Review of Environmental Economics and Policy* 8(1): 58-79. Doi: 10.1093/reep/ret024.

Ramanathan, V., Chung, C., Kim, D., Bettge, T., Buja, L., Kiehl, J.T., Washington, W.M., Fu, Q., Sikka, D.R. and M. Wild. 2005. Atmospheric brown clouds: impacts on South Asian climate and hydrological cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 102 (15): 5326-5333. Doi: 10.1073/pnas.0500656102.

Raup, D.M. and J.J. Sepkoski. 1982. Mass extinctions in the marine fossil record. *Science* 215(4539): 1501-1503.

Raupach, M.R., Gloor, M., Sarmiento, J.L., Canadell, J.G., Frölicher, T.L., Gasser, T., Houghton, R.A., Le Quéré, C. and C.M. Trudinger. 2014. The declining uptake rate of atmospheric CO_2 by land and ocean sinks. *Biogeosciences,* 11: 3453-3475. Doi: 10.5194/bg-11-3453-2014.

Reager, J.T., Gardner, A.S., Famiglietti, D.N., Wiese, D.N., Eicker, A. and M.H. Lo. 2016. A decade of sea level rise slowed by climate-driven hydrology. *Science* 351(6274): 699-703. Doi: 10.1126/science.aad8386.

Rees, W.E. 2010. Globalization and extended eco-footprints: neo-colonialism and (un) sustainability. In: Engel, J.R., Westra, L. and K. Bosselmann (Eds.). *Democracy, ecological integrity and international law*, 467-489. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle, Reino Unido. Doi: 10.5848/CSP.1786.00024. ISBN: 9781443817868.

Régnier, C., Achaz, G., Lambert, A., Cowie, R.H., Bouchet, P. and B. Fontaine. 2015. Mass extinction in poorly known taxa. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 112(25): 7761-7766. Doi: 10.1073/pnas.1502350112.

Reid, P.C., Fischer, A.C., Lewis-Brown, E., Meredith, M.P., Sparrow, M., Andersson, A.J., Antia, A., Bates, N.R., Bathmann, U., Beaugrand, G. *et al.* 2009. Chapter 1: impacts of the oceans on climate change. *Advances in Marine Biology* 56: 1-150. Doi: 10.1016/S0065-2881(09)56001-4.

Reidy Liermann, C., Nilsson, C., Robertson, J. and R.Y. Ng. 2012. Implications of dam obstruction for global freshwater fish diversity. *BioScience* 62(6): 539-548. Doi: 10.1525/bio.2012.62.6.5.

Reif, J. 2013. Long-term trends in bird populations: a review of patterns and potential drivers in North America and Europe. *Acta Ornithologica* 48(1): 1-16. Doi: 10.3161/000164513X669955.

Reynolds, J. and G. Cranston. 2014. *Nexus thinking: can it slow the Great Acceleration?* Cambridge Institute for Sustainable Leadership. Available at: http://www.cisl.cam.ac.uk/research/publications/latest-publications/nexus- thinking-can-it-slow-the-great-acceleration [Consultado en junio de 2016].

Richardson, K., Steffen, W. and D. Liverman. (Eds.). 2011. *Climate change: global risks, challenges and decisions*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J. *et al.* 2009a. Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecological Society* 14(2), 32.

Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, III, F.S., Lambin, E.F., Lenton, T.M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H.J. *et al.* 2009b. A safe operating space for humanity. *Nature* 461(7263): 472-475. Doi: 10.1038/461472a;pmid:19779433.

Rochman, C. M., Hoh, E., Kurobe, T and S.J. The. 2013. Ingested plastic transfers hazardous chemicals to fish and induces hepatic stress. *Scientific Reports* 3: 3263. Doi: 10.1038/srep03263.

Rödder, D., Kielgast, J., Bielby, J., Schmidtlein, S., Bosch, J., Garner, T.W.J., Veith, M., Walker, S., Fisher, M.C. and S. Lötters. 2009. Global amphibian extinction risk assessment for the panzootic chytrid fungus. *Diversity* 1: 52-66. Doi: 10.3390/d1010052.

Royal Society. 2005. *Ocean acidification due to increasing atmospheric carbon dioxide*. Policy document. The Royal Society, Londres, Reino Unido.

Salafsky, N., Salzer, D., Stattersfield, A.J., Hilton-Taylor, C., Neugarten, R., Butchart, S.H.M., Collen, B., Cox, N., Master, L.L., O'Connor, S. and D. Wilkie. 2008. A standard lexicon for biodiversity conservation: unified classifications of threats and actions. *Conservation Biology* 22(4): 897-911. Doi: 10.1111/j.1523-1739.2008.00937.x.

Sano, E.E., Rosa, R., Brito, J.L.S. and L.G. Ferreira. 2010. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. *Environmental Monitoring and Assessment* 166(1): 113-124. Doi: 10.1007/s10661-009-0988-4.

Sauer, J. R., Hines, J. E. Fallon, J.E., Pardieck, K.L., Ziolkowski Jr., D.J. and W.A. Link. 2014. *The North American breeding bird survey, results and analysis 1966- 2012*. Version 02.19.2014 USGS Patuxent Wildlife Research Center, Laurel, MD, EE.UU. Available at: www.mbr-pwrc.usgs.gov/bbs/bbs2012.html [Consultado en junio de 2016].

Sauer, J.R., Link, W.A., Fallon, J.E., Pardieck, K.L. and D.J. Ziolkowski Jr. 2013. The North American breeding bird survey, results and analysis 1966-2011: Summary Analysis and Species Accounts. *North American Fauna* 79: 1-32. Doi: 10.3996/nafa.79.0001.Schloegel, L.M., Picco, A.M., Kilpatrick, A.M., Davies, A.J., Hyatt, A.D. and P. Daszak. 2009. Magnitude of the US trade in amphibians and presence of Batrachochytrium dendrobatidis and ranavirus infection in imported North American bullfrogs (Rana catesbeiana). *Biological Conservation* 142(7): 1420-1426. Doi: 10.1016/j.biocon.2009.02.007.

Schor, J.B. 2005. Prices and quantities: unsustainable consumption and the global economy. *Ecological Economics* 55(3): 309-320. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2005.07.030.

Schuur E.A.G., McGuire A.D., Schädel C., Grosse, G., Harden, J.W., Hayes, D.W., Hugelius, G., Koven, C.D., Kuhry, P., Lawrence, D.M. *et al.* 2015. Climate change and the permafrost carbon feedback. *Nature* 520 (7546):171-179. Doi: 10.1038/nature14338.

Searchinger, T., Hanson, C., Ranganathan, J., Lipinski, B., Waite, R., Winterbottom, R., Dinshaw, A. and R. Heimlich. 2013. Creating a Sustainable Food Future. A menu of solutions to sustainably feed more than 9 billion people by 2050. Technical report. *World Resources Institute*. Doi: 10.1016/S0264-8377(03)00047-4.

Serpukhov, M. 2013. Hidden protectionism as an instrument of modern international trade policy. *Economics of Development* 2013, 68(4): 23-27.

Sheil, D. and D. Murdiyarso. 2009. How forests attract rain: an examination of a new hypothesis. *BioScience* 59 (4): 341-347. Doi: 10.1525/bio.2009.59.4.12.

Six K.D., Kloster S., Ilyina T., Archer S.D., Zhang K. and Maier-Reimer E. 2013. Global warming amplified by reduced sulphur fluxes as a result of ocean acidification. *Nature Climate Change* 3: 975-978. Doi: 10.1038/nclimate1981.

Smith, A. 2007. Translating sustainabilities between green niches and socio-technical regimes. *Technology Analysis & Strategic Management* 19(4):427-450. Doi: 10.1080/09537320701403334.

Snyder, P.K. 2013. Arctic greening: concerns over Arctic warming grow. *Nature Climate Change* 3(6): 539-540. Doi: 10.1038/nclimate1914.

Snyder, P.K., Delire, C. and J.A. Foley. 2004. Evaluating the influence of different vegetation biomes on the global climate. *Climate Dynamics* 23(3-4): 279-302. Doi: 10.1007/s00382-004-0430-0.

Sörlin, S. and Warde, P. 2009. Making the environment historical – An introduction. In: Sörlin, S. and Warde, P. (Eds.). *Nature's End: History and the Environment,* pp. 1-19. Palgrave MacMillan, Londres, Reino Unido. Doi: 10.1057/9780230245099.

Spalding, M.D., Ravilious, C. and E.P. Green. 2001. *World atlas of coral reefs*. Prepared at the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press, Berkeley, CA, EE.UU.Steffen, W. and M. Stafford Smith. 2013. Planetary boundaries, equity and global sustainability: why wealthy countries could benefit from more equity. *Current Opinion in Environmental. Sustainability* 5: 403-408. Doi: 10.1016/j.cosust.2013.04.007.

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. and C. Ludwig. 2015b. The trajectory of the Anthropocene: the Great Acceleration. *The Anthropocene Review*. 2(1): 81-98. Doi: 10.1177/2053019614564785.

Steffen, W., Crutzen, P.J. and J.R. McNeill. 2007. The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature? *Ambio* 36(8): 614-621. Doi: 10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2.

Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S.E., Fetzer, I., Bennet, E.M., Biggs, R., Carpenter, S.R., de Vries, W., de Wit, C.A. *et al.* 2015a. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 347 (6223): 1259855-1-1259855-10. Doi: 10.1126/science.1259855.

Steffen, W., Sanderson, A., Tyson, P.D., Jäger, J., Matson, P.A., Moore III, B., Oldfield, F., Richardson, K., Schellnhuber, H.J., Turner II, B.L. and R.J. Wasson. 2004. *Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure*. The IGBP Book Series, Springer-Verlag, Berlín, Heidelberg, Nueva York, EE.UU.

Steinberg, P.F. 2015. *Who rules the Earth? How social rules shape our planet and our lives*. Oxford University Press, Oxford, Reino Unido.

Stephan, U., Patterson, M., Kelly, C. and J. Mair. 2016. Organizations driving positive social change: a review and an integrative framework of change processes. *Journal of Management* 42(5): 1250-1281. Doi: 10.1177/0149206316633268.

Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Alexander, L.V., Allen, S.K., Bindoff, N.L., Bréon, F.-M., Church, J.A., Cubasch, U., Emori, S. *et al.* 2013. Technical Summary. In: Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (Eds.). *Climate change 2013: the physical science basis. Contribution of working group I to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, EE.UU.

Stranne C, Jakobsson M. and G. Björk. 2014. Arctic Ocean perennial sea ice breakdown during the early Holocene insolation maximum. *Quaternary Science Reviews* 92: 123-132.

Sutton, M.A., Bleeker, A., Howard, C.M., Bekunda, M., Grizzetti B., de Vries, W., van Grinsven, H.J.M., Abrol, Y.P., Adhya, T.K., Billen, G. *et al.* 2013. *Our nutrient world: the challenge to produce more food and energy with less pollution.* Global overview of nutrient management. Centre for Ecology and Hydrology, Edinburgh on behalf of the Global Partnership on Nutrient Management and the International Nitrogen Initiative.Tanzania Wildlife Research Institute. 2015. *Population status of elephant in Tanzania 2014*. TAWIRI Aerial Survey Report. Tanzania Wildlife Research Institute, Arusha, Tanzania.

Tilman, D., Cassman, K.G., Matson, P.A., Naylor, R. and S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418: 671-677. Doi: 10.1038/nature01014.

Tittensor, D.P., Walpole, M., Hill, S.L.L., Boyce, D.G., Britten, G.L., Burgess, N.D., Butchart, S.H.M., Leadley, P.W., Regan, E.C., Alkemade, R. *et al.* 2014. A mid-term analysis of progress toward international biodiversity targets. *Science* 346(6206): 241-244. Doi: 10.1126/science.1257484.

Tittonell, P. and Giller, K.E. 2013. When yield gaps are poverty traps: The paradigm of ecological intensification in African smallholder agriculture. *Field Crops Research,* 143, 76-90. Doi: 10.1016/j.fcr.2012.10.007.

Tittonell, P., Klerkx, L., Baudron, F., Félix, G.F., Ruggia, A., van Apeldoorn, D., Dogliotti, S., Mapfumo, P. and W.A.H. Rossing. 2016. Ecological intensification: local innovation to address global challenges. *Sustainable Agriculture Reviews* 19: 1-34. Doi: 10.1007/978-3-319-26777-7_1.

Tscharntke, T., Klein, A.M., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I. and C. Thies, 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. *Ecology Letters*. 8(8): 857-874. Doi: 10.1111/j.1461-0248.2005.00782.x.

Tubiello, F. N., Salvatore, M., Cóndor Golec, R. D., Ferrara, A., Rossi, S., Biancalani, R., Federici, S., Jacobs, H. and A. Flammini. 2014. *Agriculture, forestry and other land use emissions by sources and removals by sinks*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

Tubiello, F.N. and M. van der Velde. 2011. *Land water use options for climate change adaption and mitigation in agriculture*. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture (SOLAW) - Background Thematic Report - TR04A. FAO. GET-Carbon, Nueva York, EE.UU.

Turvey, S.T., Pitman, R.L., Taylor, B.L., Barlow, J., Akamatsu, T., Barrett, L.A., Zhao, X., Reeves, R.R., Stewart, B.S., Wang, K., Wei, Z., Zhang, X., Pusser, L.T., Richlen, M., Brandon, J.R. and D. Wang. 2007. First human-caused extinction of a cetacean species? *Biology Letters* 3: 537-540. Doi: 10.1098/rsbl.2007.0292.

UN Water. 2011. *Policy Brief: Water Quality*. UN Water.

UN. 2015. *The UN Global Goals for Sustainable Development*. Available at: https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300 [Consultado en junio de 2016].

UN. 2016. *World population projections*. Available at: http://www.un.org/en/development/desa/population/events/pdf/other/10/World_Population_Projections_Press_Release.pdf [Consultado en junio de 2016].

UNCTAD. 2013. *Staples production: efficient "subsistence" smallholders are key to poverty reduction, development, and trade*. Paper for Global Commodities Forum 2013. Recommitting to commodity sector development as an engine of economic growth and poverty reduction. Ginebra, Suiza.

UNEP. 1997. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC). *World Atlas of Desertification*. Philippe Rekacewicz, UNEP/GRID-Arendal.

UNEP. 2012. *Global Environmental Outlook-5: Environment for the future we want*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenia.

UNEP. 2013. *Global Chemicals Outlook - Towards sound management of chemicals*. United Nations Environment Programme, Nairobi, Kenia.

UNESCO. 2014. *Poaching puts Tanzania's selous game reserve on list of world heritage in danger*. Unesco World Heritage Center. Available at: whc.unesco.org/ en/news/1150/ [Consultado en junio de 2016].

UNESCO. 2015. *The United Nations world water development report 2015: water for a sustainable world*. París.

Van den Bergh, J.C.J.M. and F. Grazi. 2014. Ecological Footprint policy? Land use as an environmental indicator. *Journal of Industrial Ecology* 18(1): 10-19. Doi: 10.1111/jiec.12045.

Van den Bergh, J.C.J.M. and F. Grazi. 2015. Reply to the first systematic response by the global Footprint network to criticism: a real debate finally? *Ecological Indicators* 58: 458-463. Doi: 10.1016/j.ecolind.2015.05.007.

Van Eerden, M. R., Drent, R. H., Stahl, J. and J.P. Bakker. 2005. Connecting seas: western Palaearctic continental flyway for water birds in the perspective of changing land use and climate. *Global Change Biology* 11(6): 894-908. Doi: 10.1111/j.1365-2486.2005.00940.x.

Van Gils, J.A., Lisovski, S., Lok, T., Meissner, W., Ożarowska, A., de Fouw, J., Rakhimberdiev, E., Soloviev, M.Y., Piersma, T. and M. Klaassen. 2016. Body shrinkage due to Arctic warming reduces red knot fitness in tropical wintering range. *Science* 13, 352(6287): 819-821. Doi: 10.1126/science.aad6351.

Van Oorschot, M., Wentink, C., Kok, M., van Beukering, P., Kuik, O., van Drunen, M., van de Berg, J., Ingram, V., Judge, L., Arets, E and F. Veneklaas. 2016. *The*

contribution of sustainable trade to the conservation of natural capital: The effects of certifying tropical resource production on public and private benefits of ecosystem services. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency, La Haya, Países Bajos.Van Swaay, C.A.M. and A. van Strien, 2005. Using butterfly-monitoring data to develop a European grassland butterfly indicator, pp. 106-108. E. Kuehn *et al.* (Eds.). *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe. Vol. 1: general concepts and case studies*. 1983. p. 128.

Van Swaay, C.A.M., van Strien, A.J., Aghababyan, K., Åström, S., Botham, M., Brereton, T., Chambers, P., Collins, S., Domènech Ferrés, M. *et al.* 2015. *The European butterfly indicator for grassland species 1990-2013*. Report VS2015.009. De Vlinderstichting, Wageningen, Países Bajos.

Vanlauwe, B., Six, J., Sanginga, N. and A.A. Adesina. 2015. Soil fertility decline at the base of rural poverty in sub-Saharan Africa. *Nature Plants* 1: 15101. Doi: 10.1038/NPLANTS.2015.101.

Vanloqueren, G. and P.V. Baret. 2008. Why are ecological, low input, multi resistant wheat cultivars slow to develop commercially? A Belgian agricultural lock-in case study. *Ecological Economics* 66(2-3), 436-446. Doi: 10.1016/j.ecolecon.2007.10.007.

Vörösmarty, C.J. and D. Sahagian. 2000. Anthropogenic disturbance of the terrestrial water cycle. *BioScience* 50(9): 753-765. Doi: 10.1641/0006-3568(2000)050[0753:ADOTTW]2.0.CO;2.

Vörösmarty, C.J., McIntyre, P.B., Gessner, M.O., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S.E., Sullivan, C.A., Liermann, C.R and P.M. Davies. 2010. Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature* 467(7315): 555-561. Doi: 10.1038/nature09440.

Wackernagel, M. and W.E. Rees. 1996. *Our Ecological Footprint: reducing human impact on the Earth*. New Society Publishers, Isla Gabriola, Colombia Británica, Canadá.

Wackernagel, M., Cranston, G., Morales, J.C. and A. Galli. 2014. Ecological Footprint accounts. In: Atkinson, G., Dietz, S., Neumayer, E. and M. Agarwala (Eds.). *Handbook of sustainable development*. Second edition. 371-398. Edward Elgar Publishing, Cheltenham, Gloucestershire, Reino Unido.

Wake, D.B., Vredenburg, V.T. 2008. Are we in the midst of the sixth mass extinction? A view from the world of amphibians. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (suppl. 1): 11466-11473. Doi: 10.1073/pnas.0801921105.

Walther, G.R., Post, E., Convey, P., Menzel, A., Parmesan, C., Beebee, T.J.C., Fromentin, J.M., Hoegh-Guldberg O. and F. Bairlein. 2002. Ecological responses to recent climate change. *Nature* 416(6879): 389-395. Doi: 10.1038/416389a.

Waters, C.N., Zalasiewicz, J., Summerhayes, C., Barnosky, A.D., Poirier, C., Gatuszka, A., Cearreta, A., Edgeworth, M., Ellis, E.C., Ellis, M. *et al.* 2016. The Anthropocene is functionally and stratigraphically distinct from the Holocene. *Science* 351(6269): aad2622-1-aad2622-10. Doi: 10.1126/science.aad2622.

Weiskel, P.K., Wolock, D.M., Zarriello, P.J., Vogel, R.M., Levin, S.B. and R.M. Lent. 2014. Hydroclimatic regimes: a distributed water-balance framework for hydrologic assessment, classification and management. *Hydrology and Earth System Sciences* 18: 3855-3872. Doi: 10.5194/hess-18-3855-2014.

Weldon, C., du Preez, L.H., Hyatt, A.D., Muller, R. and R. Speare. 2004. Origin of the amphibian chytrid fungus. *Emerging Infectious Disease* 10(12). Doi: 10.3201/eid1012.030804.

West, C., Dawkins, E., Croft, S., Brugere, C., Sheate, W. and D. Raffaelli. 2013. *Measuring the impacts on global biodiversity of goods and services imported into the UK*. Final report. Department for Environment Food and Rural Affairs.

White, R., Murray, S. and M. Rohweder. 2000. *Pilot analysis of global ecosystems: grassland ecosystems*. World Resources Institute, Washington D.C., EE.UU.

Whitfield Gibbons, J., Scott, D.E., Ryan, T.J., Buhlmann, K.A., Tuberville, T.D., Metts, B.S., Greene, J.L., Mills, T., Leiden, Y., Poppy, S. and C.T. Winne. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *Bio Science* 50(8): 653-666.

WHO. 2015. *Obesity and overweight*. WHO factsheet N.º 311. Available at: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/en/index.html [Consultado en junio de 2016].

WHO/UNEP. 1994. International Programme on Chemical Safety. *Ultraviolet radiation: an authoritative scientific review of environmental and health effects of UV, with reference to global ozone layer depletion / published under the joint sponsorship of the United Nations Environment Programme, the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection and the World Health Organization.* Ginebra: World Health Organization. Second edition.

Wittemyer, G., Northrup, J.M., Blanc, J., Douglas-Hamilton, I., Omondi, P. and K.P. Burnham.2014. Illegal killing for ivory drives global decline in African elephants. *Proceedings of the National Academy of Sciences,* 111(36): 13117-13121. Doi: 10.1073/pnas.1403984111.

Wittmann, A.C. and H.O. Pörtner. 2013. Sensitivities of extant animal taxa to ocean acidification. *Nature Climate Change* 3: 995-1001. Doi: 10.1038/NCLIMATE1982.

Woinarski, J.C.Z., Armstrong, M., Brennan, K., Fisher, A., Griffiths, A.D., Hill, B., Milne, D.J., Palmer, C., Ward, S., Watson, M., Winderlich, S., and S. Young. 2010. Monitoring indicates rapid and severe decline of native small mammals in Kakadu National Park, Northern Australia. *Wildlife Research* 37: 116-126. Doi: 10.1071/WR09125.

World Bank. 2013. *Remarkable declines in global poverty but major challenges remain.* Available at: www.worldbank.org/en/news/press-release/2013/04/17/remarkable-declines-in-global-poverty-but-major-challenges-remain [Consultado en junio de 2016].World Bank. 2015. *Natural capital accounting*. Available at: www.worldbank.org/en/ topic/environment/brief/environmental-economics-natural-capital-accounting [Consultado en junio de 2016].

WWF. 2014. *The growth of soy. Impact and solutions*. WWF International. Gland, Suiza.

WWF. 2015a. *WWF Living Blue Planet Report 2015. Species, habitats and human well-being*. WWF International, Gland, Suiza.

WWF. 2015b. *Seoul succeeds in WWF Earth Hour City Challenge.* Available at: http://wwf.panda.org/wwf_news/?243831/Seoul-succeeds-in-WWFs-Earth-Hour-City-Challenge-2015 [Consultado en junio de 2016].

WWF. 2016a. *Soy score card*. Available at: http://soyscorecard.panda.org/ [Consultado en junio de 2016].

WWF. 2016b. *For a living Africa*. WWF International, Gland, Suiza.

WWF/ZSL. 2016. *The Living Planet Index database*. WWF and the Zoological Society of London. Available at: www.livingplanetindex.org [Consultado el 23 de mayo de 2016].

WWF-Brazil. 2016. *Cerrado factsheet*. Available at: www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/cerrado/cerrado_in_english/ [Consultado en junio de 2016].

Yool, A., Popova, E. E., Coward, A. C., Bernie, D. and T.R. Anderson. 2013. Climate change and ocean acidification impacts on lower trophic levels and the export of organic carbon to the deep ocean. *Biogeosciences,* 10: 5831-5854. Doi: 10.5194/bg-10-5831-2013.

Zalasiewicz, J., Waters, C.N., Ivar do Sul, J.A., Corcoran, P.L., Barnosky, A.D., Cearreta, A., Edgeworth, M., Galuszka, A., Jeandel, C., Leinfelder, R. *et al.* 2016. The geological cycle of plastics and their use as a stratigraphic indicator of the Anthropocene. *Anthropocene.* Doi: 10.1016/j.ancene.2016.01.002.

Zarfl, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L. and K. Tockner. 2015. A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences* 77: 161-170. Doi: 10.1007/s00027-014-0377-0

RED MUNDIAL DE WWF

Oficinas de WWF*

Alemania
Armenia
Australia
Austria
Azerbaiyán
Bélgica
Belice
Bolivia
Brasil
Bulgaria
Bután
Camboya
Camerún
Canadá
Colombia
Corea
Croacia
Chile
China
Dinamarca
Ecuador
Emiratos Árabes Unidos
España
Estados Unidos de América
Filipinas
Finlandia
Fiyi
Francia
Gabón
Georgia
Grecia
Guatemala
Guayana Francesa
Guyana
Honduras
Hong Kong
Hungría
India
Indonesia
Islas Salomón
Italia
Japón
Kenia
Laos
Madagascar
Malasia
México
Mongolia
Mozambique
Myanmar
Namibia
Nepal
Noruega
Nueva Zelanda
Países Bajos
Pakistán
Panamá
Papúa Nueva Guinea
Paraguay
Perú
Polonia
Reino Unido
República Centroafricana
República Democrática del Congo
Rumania
Rusia
Singapur
Sudáfrica
Suecia
Suiza
Surinam
Tailandia
Tanzania
Túnez
Turquía
Uganda
Vietnam
Zambia
Zimbabue

Socios de WWF*

Fundación Vida Silvestre (Argentina)
Pasaules Dabas Fonds (Letonia)
Fundación para la Conservación de Nigeria (Nigeria)

***Al mes de agosto de 2016**

Información sobre esta publicación

Publicada en octubre de 2016 por WWF – Fondo Mundial para la Naturaleza (antes, Fondo Mundial para la Vida Silvestre), Gland, Suiza (WWF).

Cualquier reproducción total o parcial de esta publicación debe hacerse según las disposiciones que se exponen a continuación, y debe indicar el título de la obra y acreditar al editor mencionado como el titular de los derechos de autor.

Traducción del inglés:
Carlos Alberto Fernández Benítez

Montaje en español:
El Bando Creativo

Aviso para los textos y las gráficas:
© 2016 WWF. Todos los derechos reservados.

Se autoriza reproducir esta publicación (excepto las fotografías) con fines educativos u otros propósitos no comerciales, con la condición de que se notifique por escrito y con antelación a WWF, y se haga el reconocimiento apropiado en los términos ya señalados. Se prohíbe la reproducción de esta publicación para la reventa u otros fines comerciales, sin la autorización previa y escrita de WWF. La reproducción de las fotografías con cualquier propósito está sujeta al permiso previo y escrito de WWF.

La mención en este informe de entidades geográficas y la presentación del material no suponen la expresión de opinión alguna por parte de WWF sobre la condición jurídica de cualquier país, territorio o área, ni sobre sus autoridades, fronteras o límites.

ISBN: 978-2-940529-48-3

WWF International
Avenue du Mont-Blanc
1196 Gland, Suiza
www.panda.org

Institute of Zoology
Zoological Society of London
Regent's Park, Londres NW1 4RY, Reino Unido
www.zsl.org/indicators
www.livingplanetindex.org

Stockholm Resilience Centre
Kräftriket,
104 05 Estocolmo, Suecia
www.stockholmresilience.org

Global Footprint Network
312 Clay Street, Suite 300
Oakland, California 94607, EE. UU.
www.footprintnetwork.org

Stockholm Environment Institute
Linnégatan 87D
115 23 Estocolmo, Suecia
www.sei-international.org

Metabolic
Meteorenweg 280
1035 RN Ámsterdam, Países Bajos
www.metabolic.nl

INFORME PLANETA VIVO 2016

100% RECICLADO

BIODIVERSIDAD

El *Índice Planeta Vivo*, que mide los niveles de abundancia de la biodiversidad con base en el monitoreo de 14.152 poblaciones de 3.706 especies de vertebrados, muestra una tendencia decreciente constante.

RIESGOS

Nuestro empleo de los recursos naturales ha aumentado de forma impresionante, especialmente desde la mitad del siglo XX, por lo que estamos poniendo en peligro los sistemas medioambientales claves de los que dependemos.

ANTROPOCENO

Los científicos plantean que, como resultado de la actividad humana, hemos transitado del Holoceno a una nueva época geológica: el "Antropoceno".

RESILIENCIA

El siglo XXI le plantea a la humanidad el doble desafío de conservar todas las formas y funciones de la naturaleza y de construir un hogar equitativo para las personas en un planeta finito.

WWF

¿Por qué estamos aquí?
Para detener la degradación de los ambientes naturales del planeta y construir un futuro en el que los seres humanos vivan en armonía con la naturaleza.

wwf.org.co

© 1986, Símbolo de Panda de WWF – Fondo Mundial para la Naturaleza (Antes, Fondo Mundial para la Vida Silvestre)
® WWF es una marca registrada de WWF. WWF, Avenue du Mont-Blanc, 1196 Gland, Suiza. Tel: +41 22 364 0332. Fax: +41 22 364 0332. Para detalles de contactos e información adicional, por favor, visite nuestro sitio web internacional en www.panda.org

© NASA