



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.

Citar así este documento:

WWF. 2016. *Informe Planeta Vivo 2016. Riesgo y resiliencia en el Antropoceno.*

WWF International, Gland, Suiza.

Diseñado por: peer&dedigitalesupermarkt

Fotografía de la portada: © Bjorn Holland. *Sunlight eclipsing planet earth.*

Traductor: Carlos Alberto Fernández Benítez

El Informe Planeta Vivo ®

y *el Índice Planeta Vivo* ®

son marcas registradas

de WWF Internacional

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. Respaldada 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.

CONTENIDO

PRÓLOGO Y RESUMEN EJECUTIVO	4
Una Tierra resiliente para las futuras generaciones, por Johan R�ockstrom	4
Vivir al límite, por Marco Lambertini	6
Riesgo y resiliencia en una nueva era	10
Resumen ejecutivo	12
De un vistazo	15

CAPÍTULO 1: EL ESTADO DEL PLANETA	18
Seguimiento de la biodiversidad global	18
El �ndice Planeta Vivo en perspectiva	44
Servicios de los ecosistemas: el vínculo entre la naturaleza y la gente	50

CAPÍTULO 2: EL IMPACTO HUMANO EN EL PLANETA	58
Una perspectiva del sistema Tierra	58
Medición de las presiones humanas	74

CAPÍTULO 3: ANÁLISIS DE LAS CAUSAS	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 ABREVIATURAS	124
--------------------------------	-----

BIBLIOGRAFÍA	128
---------------------	-----

Natasja Oerlemans.

Holly Strand, Annemarie Winkelhagen, Mike Barrett, Monique Grooten.
Lucy Young, May Guerraoui, Natascha Zwaal, Danielle Klinge.

Deon Nel , Andrea Kohl , Glyn Davies , Lin Li , Mary Lou Higgins , Monique Grooten , Sejal Worah .

Principales colaboradores:

Louise McRae, Robin Freeman, Valentina Marconi.

Sarah Cornell, Johan Rockström,

Patricia Villarrubia-Gómez, Owen Gaffney.

Alessandro Galli, David Lin, Derek Eaton, Martin Halle.

Chris West, Simon Croft.

Eva Gladek, Matthew Fraser, Erin Kennedy, Gerard Roemers, Óscar Sabag Muñoz.

Las siguientes personas también colaboraron con esta publicación:

Farpon **Agradecimientos especiales por su revisión y apoyo a las siguientes personas:**

Aimee Leslie Aimee T. Gonzales Andy Cornish Angelika Pullen Anna Richert Annukka Valkeapää
Arco van Strien Barney Jeffries, Bertram Zagema, Bob Zuur Carlos Drews Celsa Peiteado Chris
Johnson Chris van Swaay Christiane Zarfl Collin Waters Dominic White,Duncan Williamson
Edegar de Oliveira Rosa Elaine Geyer-Allely Erik Gerritsen Esther Blom Eva Hernández Herrero
Florián Rauser Gemma Cranston Georgina Mace Geraldo Ceballos Heather Sohl Inger Näslund
Irina Montenegro Paredes Jan Willem Erisman Jan Zalasiewicz Jean Timmers John Tanzer
Jörg-Andreas Krüger Joseph Okori Julian Blanc Jussi Nikulah Kanchan Thapa Karen Mo,Karin
Krchnak Lamine Sebogo Lennart Gladh,Lifeng Li Luis Germán Naranjo Malika Virah-Sawmy
Mathis Wackernagel Matthew Lee Michele Thieme Nanie Ratsfandrihamanana Nikhil Advani
Owen Gibbons Paul Chatterton Paul Gamblin Pavel Boev Peter Roberntz P.J Stephenson Regine
Günther Richard Lee Richard Perkins Robin Naidoo Ronna Kelly Rod Downie Sally Nicholson
Samantha Petersen Sandra Mulder Sarah Doornbos Sebastian Winkler Stefane Mauris Stephen
Cornelius Stuart Butchart Wendy Elliott,Winnie De'ath Yan Ropert-Coudert Zahra Medouar
Amaya Asiain, Miguel Valladares y Enrique Segoviay 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

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, 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 al 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 enfoque 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 ya 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 contaminación provocada por los automóviles, deteriora el techo planetario y arriesga nuestro futuro. Hasta 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 Tierra está sometido a una amenaza creciente: el clima, la



© SRC

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 y seguimos haciéndolo. Se han erradicado muchas enfermedades. La salud infantil y 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, con puntos de partida en los sistemas alimentario y energético. Estoy seguro de que esto contribuiría a pasar de la palabra a la acción para asegurar una Tierra resiliente para las futuras generaciones.

Johan Rockström

Director ejecutivo del
Centro de Resiliencia de Estocolmo

VIVIR AL LÍMITE

La evidencia nunca ha sido más sólida, ni nuestro entendimiento más lúcido. No solo somos capaces de medir 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 vida misma. Somos parte de la misma ecuación. Se pierde biodiversidad y el mundo natural y los sistemas que sostienen la vida, tal como la conocemos hoy, colapsarán. Dependemos 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, ya no se puede ocultar, en esto la ciencia es determinante. Segundo, estamos sintiendo el impacto de un planeta enfermo, desde la estabilidad social, económica y climática hasta la seguridad energética, hídrica y alimentaria, y 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. Al mismo tiempo que prosigue la degradación ambiental hay señales sin precedentes de que estamos empezando a vivir una “Gran Transición” hacia un futuro ecológico sostenible. A



pesar de que 2016 es otro de los años más calurosos de la historia, las emisiones globales de CO₂ se estabilizaron en los últimos dos años y algunos incluso sostienen que, posiblemente, han llegado 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 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 Objetivos del Desarrollo Sostenible mundial. Debemos traducir esta conciencia y este compromiso en acciones y cambio.

Estamos entrando en 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 y 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 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 ambiental y nuestra sociedad en 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 en armonía con el planeta.

Marco Lambertini
Director General
WWF Internacional

HISTORIA DE LA SOJA

1. El Cerrado es una de las formaciones de sabana 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 Sudamérica. Es una de las formaciones de sabana más ricas del mundo en seres vivos: alberga el 5% de las especies de la Tierra y una de cada diez 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. 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 soja y la ganadería, así como la quema de vegetación para producir carbón, siguen amenazando la biodiversidad del Cerrado.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)



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 a las personas alimentos, agua fresca, aire limpio, energía, medicina y ocio. Sin embargo, desde 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 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” (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 agradable 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 producirse. Lo que hace tan asombroso al Antropoceno es que esos cambios están ocurriendo en periodos de tiempo, muy 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 ha impuesto a las especies que lo habitan.

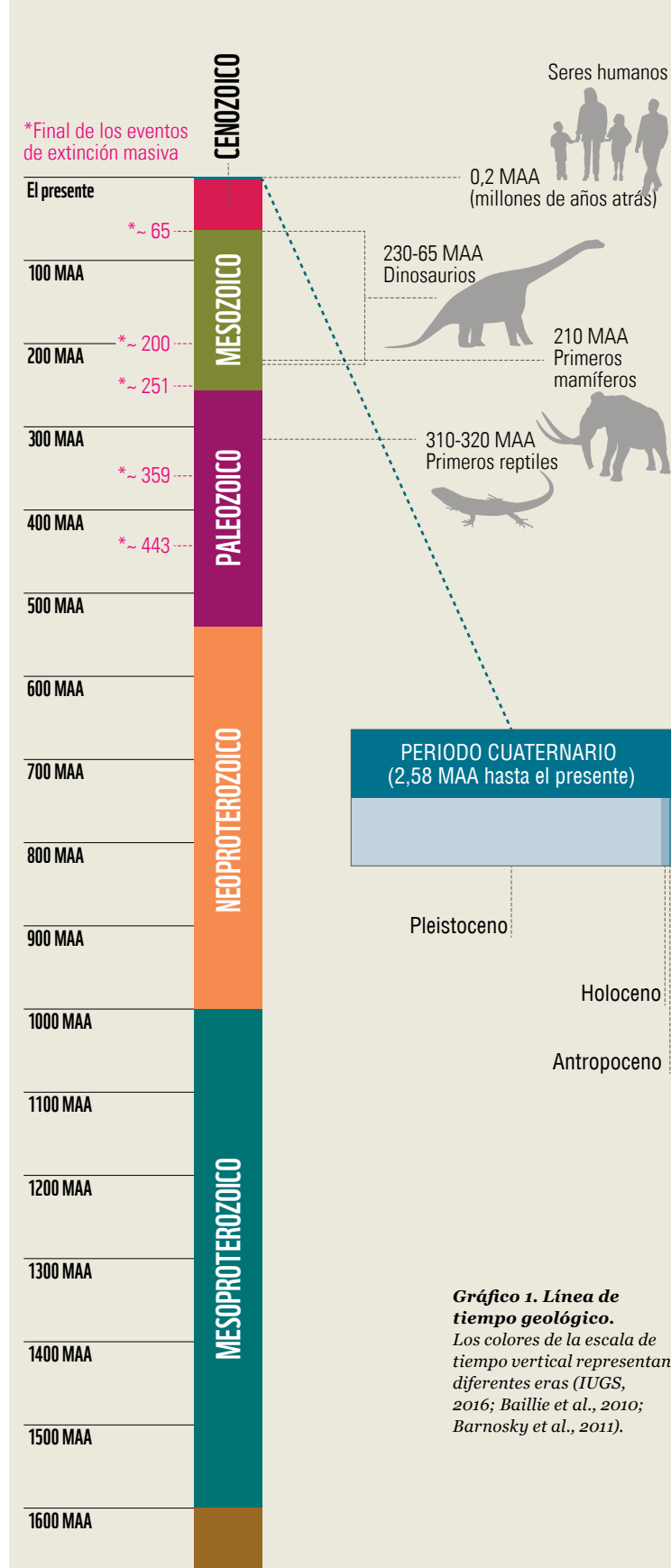


Gráfico 1. Línea de tiempo geológico. Los colores de la escala de tiempo vertical representan diferentes eras (IUGS, 2016; Baillie *et al.*, 2010; Barnosky *et al.*, 2011).

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 (Gráfico 1). El concepto de una época nueva atrae la atención de un número creciente de científicos con un amplio rango de intereses y conocimiento.

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 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 en 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 (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 los registros rocosos (Ceballos *et al.*, 2015): ya estamos perdiendo especies a un ritmo equiparable a una sexta extinción masiva. La evidencia actual de ese tipo de cambios indica que quizás el Antropoceno comenzó a mediados 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 a partir del seguimiento a 14.152 poblaciones de 3.706 especies de vertebrados, revela una tendencia decreciente constante. En promedio, la abundancia de las especies estudiadas decayó un 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 analizadas. 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.

Los únicos afectados no son los animales silvestres y las plantas: cada vez más, las personas también son víctimas del deterioro de la naturaleza. Los 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.

La manera en la que nos apropiamos de los recursos naturales ha tenido un impacto tremendo en los sistemas ambientales 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 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 hemos forzado, por lo menos, cuatro de estos procesos globales hasta sobrepasar el umbral de seguridad. 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 biosfera, los flujos biogeoquímicos y cambio en el uso del suelo (Steffen *et al.*, 2015a).

LA ABUNDANCIA DE LAS POBLACIONES DE ESPECIES DE VERTEBRADOS DISMINUYÓ DE MEDIA UN 58% ENTRE 1970 Y 2012

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

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

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

LA HUMANIDAD TIENE EL DESAFÍO INELUDIBLE DE CORREGIR EL RUMBO, TRABAJAR DENTRO DE LOS LÍMITES AMBIENTALES DE NUESTRO PLANETA Y MANTENER Y RESTAURAR LA RESILIENCIA DE LOS ECOSISTEMAS

Otra forma de analizar las relaciones entre nuestra conducta y la capacidad del planeta es calcular la Huella Ecológica. Esta representa la exigencia que los seres humanos provocan sobre la capacidad de la Tierra para suministrar recursos renovables y servicios ecológicos. Hoy, la humanidad necesita la capacidad regenerativa de 1,6 planetas 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. El crecimiento de la Huella Ecológica, la transgresión de los límites planetarios y la presión cada vez mayor sobre la biodiversidad están arraigadas en fallos sistémicos 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 en el que 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 (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 del beneficio a corto plazo en vez de la continuidad a largo plazo, y la externalización de los costes ecológicos y sociales en el sistema económico actual. A menudo, esas decisiones repercuten fuera de los territorios nacionales y regionales donde 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 emplea como hilo conductor la historia de la soja 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.

Dada la trayectoria actual, que nos aboca a las condiciones inaceptables vaticinadas para el Antropoceno, la humanidad tiene el desafío ineludible de corregir el rumbo y de aprender a trabajar dentro de los límites ambientales de nuestro planeta y mantener y restaurar la resiliencia de los ecosistemas. Nuestro papel protagonista 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 necesarios para identificar las soluciones para restaurar los ecosistemas de los que dependemos y crear lugares resilientes y acogedores para la vida silvestre y las personas. Si este conocimiento guía nuestras acciones, conseguiremos encontrar nuestro rumbo en el Antropoceno. Este informe destaca varios ejemplos inspiradores de transiciones realizadas con éxito.

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, terminar con la pobreza y mejorar la salud.

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

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, 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 beneficiosas entre diferentes sistemas agrícolas.

La velocidad con que la 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.

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

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

DE UN VISTAZO

¿Qué está pasando?

CAPÍTULO 1

ESTADO DEL PLANETA

- El Índice Planeta Vivo muestra un descenso del 58% entre 1970 y 2012, con grandes pérdidas en ecosistemas de agua dulce.
- Si persiste la tendencia actual, en 2020 las poblaciones de vertebrados habrán descendido, en promedio, un 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

IMPACTO HUMANO 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 poniendo en riesgo varios sistemas ambientales esenciales.
- Estos sistemas interactúan, así que debemos conservarlos para mantener el bienestar.
- Los impactos globales y los riesgos que suponen para los seres humanos ya son evidentes en el cambio climático, la integridad de la biosfera, los flujos bioquímicos y el cambio del uso de la tierra.
- En 2012, era necesario el equivalente a 1,6 planetas 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 plantea a la humanidad el doble desafío de conservar la naturaleza y sus diversas formas y funciones, y construir un mundo equitativo para las personas en un planeta finito.
- La perspectiva *Un Planeta* de WWF describe las mejores elecciones para gobernar, utilizar y compartir los recursos naturales dentro de los límites ecológicos del planeta.
- 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

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

- Un prerrequisito para reducir las presiones humanas y sus causas es comprender el carácter de la toma de decisiones que producen 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 planificación 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.

HISTORIA DE LA SOJA

2. Se ha perdido cerca de la mitad del Cerrado

Desde finales de la década de los 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 crín 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)



CAPÍTULO 1: ESTADO DEL PLANETA

SEGUIMIENTO 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 seguimiento de todos estos aspectos es necesario porque revela las tendencias de la salud de la biodiversidad y los ecosistemas, y permite tomar decisiones fundadas sobre el uso de los recursos y su 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 muchas 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 medir 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 análisis de 14.152 poblaciones de 3.706 especies de vertebrados de todo el mundo, entre las que hay mamíferos, aves, peces, anfibios y reptiles.

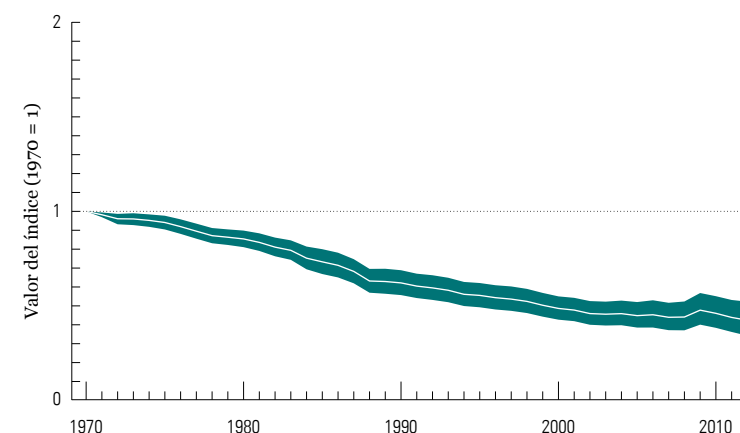
El IPV muestra que, entre 1970 y 2012, la abundancia poblacional de vertebrados sufrió una disminución global del 58% (Gráfico 2). En promedio, estas poblaciones han decrecido más de la mitad en algo más de cuarenta años. Los datos dan cuenta de un descenso anual de 2%, en promedio, y aún no hay señales 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 DE POBLACIONES DE VERTEBRADOS SUFRIÓ UNA DISMINUCIÓN GLOBAL DEL 58%

Gráfico 2. El Índice Planeta Vivo global revela una disminución del 58% (rango de -48 a -66%) entre 1970 y 2012. Tendencia de la abundancia de 14.152 poblaciones de 3.706 especies analizadas 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).

Leyenda

- Índice Planeta Vivo global
- Límites de confianza



Seguimiento 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 a la población en cuestión se le haya hecho un seguimiento 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 del análisis de artículos de revistas científicas.

Los censos de las poblaciones de las especies, agrupados en un conjunto de datos, constituyen una herramienta importante para medir el estado de la naturaleza. Sin embargo, esta información representa los lugares de manera desigual: no hace una cobertura ideal de todos los grupos de especies y de las regiones (Gráfico 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 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 conjunto más reciente 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.

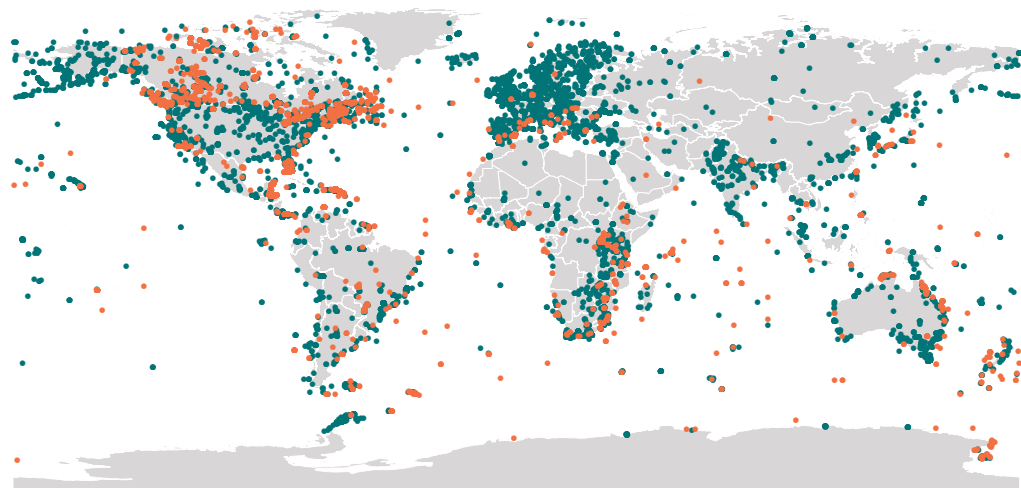


Gráfico 3. Distribución de los sitios que suministran información al Índice Planeta Vivo.

El mapa muestra la localización en el IPV de las especies estudiadas. Las poblaciones nuevas que se añadieron después del último informe están señaladas en naranja (WWF/ZSL, 2016).

Una mirada en detalle a las amenazas

Las poblaciones corren peligro o no según 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 afectan a cerca de un tercio de las poblaciones (3.776). Más de la mitad (1.981) está disminuyendo. La amenaza más común contra las poblaciones menguantes es la pérdida y degradación del hábitat. Otros estudios confirman que esta es la principal amenaza contra las especies de vertebrados (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).

Gráfico 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.

AMENAZAS

Pérdida y degradación del hábitat



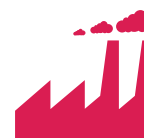
Se refiere a la modificación del ambiente en el que vive la especie, debido a su completa eliminación, su fragmentación o la disminución de la calidad o de las características esenciales del hábitat. Las causas habituales de este deterioro son la agricultura insostenible, la tala, el transporte, el desarrollo residencial o comercial, la producción de energía y la minería. Las amenazas más comunes de 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 de sobreexplotación directas o indirectas. 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 son objetos de explotación, tal como sucede en la captura incidental efectuada por las pesquerías.

Contaminación



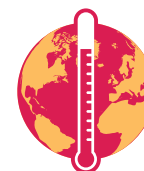
La contaminación puede afectar directamente a las especies cuando convierte el ambiente en un medio insostenible para su supervivencia, debido a un derrame de petróleo, por ejemplo. También afecta de forma indirecta a las especies cuando altera la disponibilidad de alimentos y la reproducción, lo que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

Cambio climático

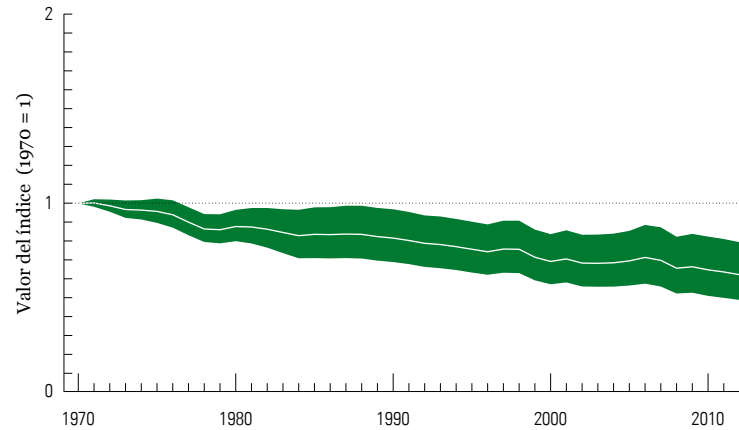


Algunas especies deberán adaptarse y modificar sus rangos para encontrar los climas apropiados. Los efectos del cambio climático en las especies suelen ser indirectos: los cambios en las temperaturas pueden crear confusión respecto a las señales que inauguran los fenómenos estacionales, como la migración y la reproducción, y desencadenarlos cuando no corresponde (por ejemplo, en un hábitat determinado podrían desfasarse la reproducción y el periodo de mayor disponibilidad de alimentos).

Índice Planeta Vivo terrestre

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

El sistema terrestre ha sido 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 un 38% desde 1970 (Gráfico 5), a un ritmo anual de 1,1%, en promedio.



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

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

- Leyenda**
- 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 un 15,4% de la superficie terrestre del planeta, incluyendo las aguas interiores (Juffe-Bignoli *et al.*, 2014). Es probable que la designación 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.

Gráfico 6. A partir de la frecuencia del tipo de amenaza de 703 poblaciones terrestres decrecientes, la base de datos del IPV muestra 1.281 amenazas registradas.

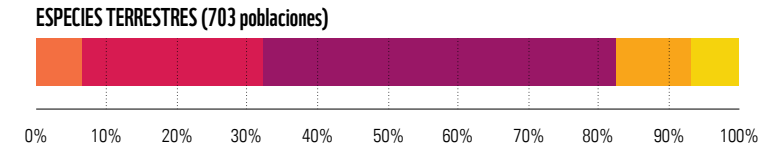
Se han registrado hasta tres amenazas para cada población, de modo que el número total de amenazas registradas supera el número de poblaciones (WWF/ZSL, 2016).

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

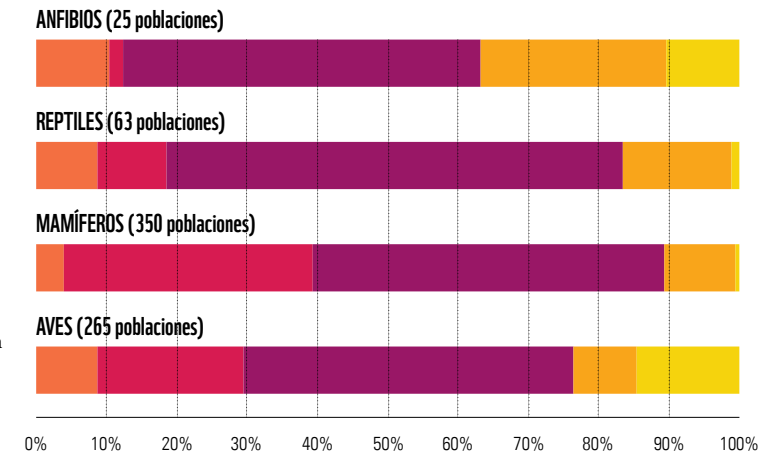
Gráfico 7. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas de 703 poblaciones terrestres decrecientes en la base de datos del IPV (WWF/ZSL, 2016).

- Leyenda**
- Cambio climático
 - Sobreexplotación
 - Pérdida y 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 decrecientes (n=703). En el IPV, las amenazas más comunes de las poblaciones terrestres son la pérdida y degradación del hábitat, seguidas por la sobreexplotación (Gráfico 6). La gravedad de otras amenazas varía según el grupo taxonómico (Gráfico 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. Estos impactos 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).



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 principal de esta reducción (Wittemyer, 2014).

La Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) estableció un sistema para evaluar los niveles relativos de la caza furtiva. La proporción de elefantes abatidos de forma ilegal (PIKE, por sus siglas en inglés) equivale al número de elefantes asesinados ilegalmente dividido entre el total de cadáveres de elefantes. El gráfico 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 el gráfico).

Una región que genera especial inquietud es Seolus-Mikumi, en Tanzania, donde se calcula que PIKE todavía es superior a 0,7. La población de elefantes pasó de unos 44.806 individuos en 2009 a 15.217 en 2014, una disminución del 66% en cinco años (Instituto de Investigación de la Fauna de Tanzania [TAWIRI], 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 en la Lista de Patrimonio Mundial en Peligro debido a la propagación de la caza furtiva (UNESCO, 2014). Se 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.

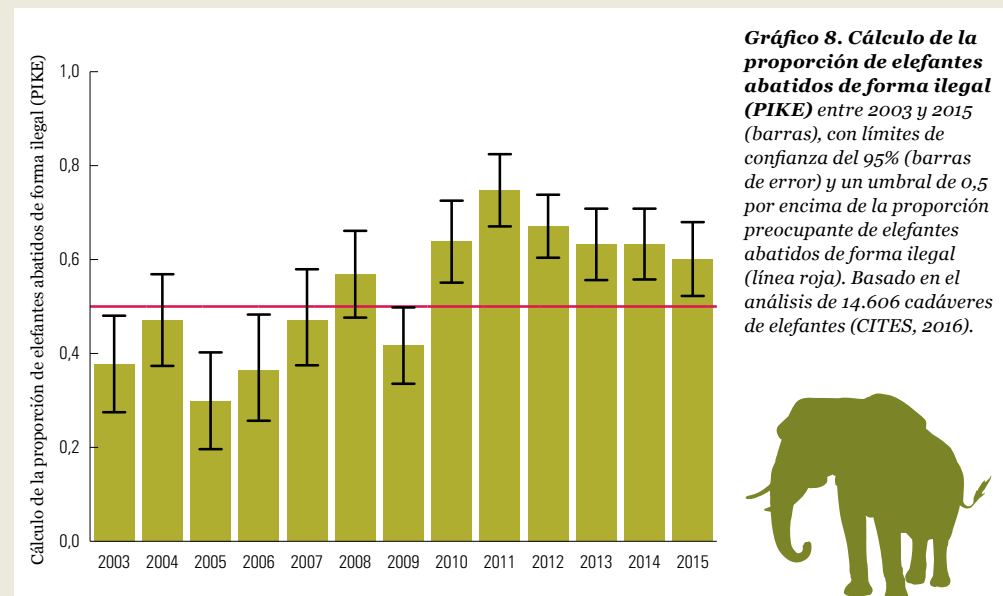
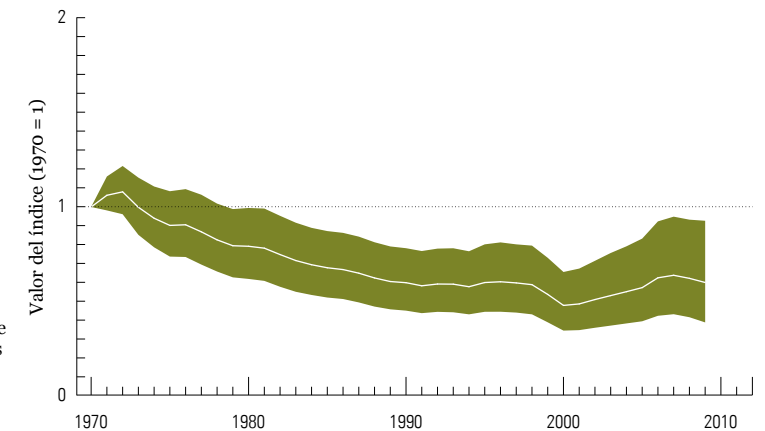


Gráfico 9. El IPV de las especies de bosques tropicales muestra un declive del 41% (rango de -7 hasta -62%) entre 1970 y 2009. Tendencia de la abundancia poblacional en 369 poblaciones de 220 especies de bosques tropicales (84 mamíferos, 110 aves, 10 anfibios y 16 reptiles) analizadas en todo el mundo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

Leyenda:
 Índice Planeta Vivo de los bosques tropicales
 Límites de confianza



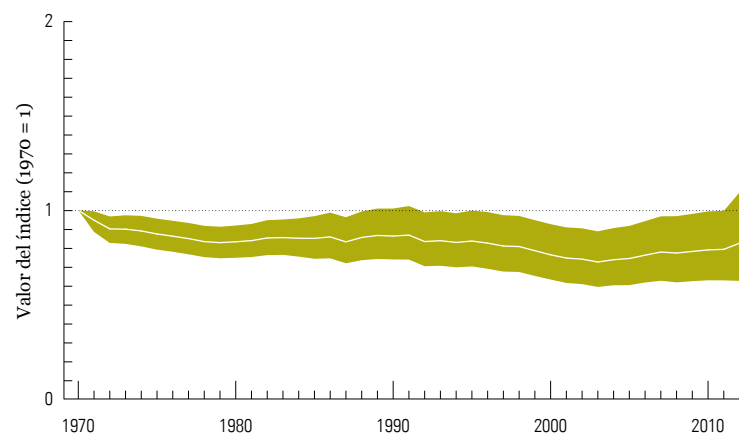
Una mirada en detalle a los bosques tropicales

En cuanto a la diversidad de especies, los bosques tropicales están entre los ecosistemas más ricos del mundo. También ellos han sufrido una gran pérdida de hábitat (Hansen *et al.*, 2013). Para el año 2000, el 48,5% del hábitat del bosque latifoliado seco tropical/subtropical había sido transformado para atender las necesidades humanas (Hoekstra *et al.*, 2005). Es probable que una alteración 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 un 41% (Gráfico 9). Esto equivale a un declive anual de 1,3 de media. 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.

Una mirada en detalle 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, las sequías y las temperaturas heladas o muy cálidas (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 el 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 ha convertido en territorio agrícola (Sano *et al.*, 2010).

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 (Gráfico 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.



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

Gráfico 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 de 372 poblaciones de 126 especies de los pastizales (55 mamíferos, 58 aves y 13 reptiles) analizadas en el mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Leyenda
 Índice Planeta Vivo de los pastizales
 Límites de confianza

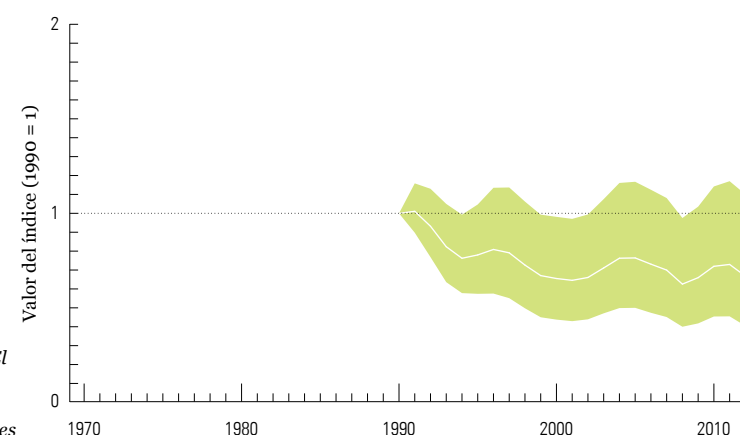
Las mariposas de los pastizales

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 seguimiento pueden ayudar a llenar el vacío. Desde 2015, se han recogido y unificado datos del seguimiento de 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).

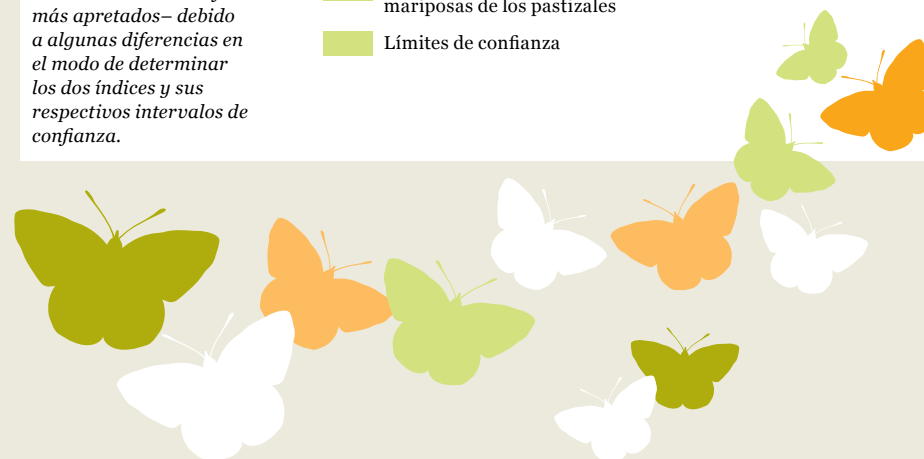
Al aplicar la metodología del IPV a los datos de 17 especies de mariposas de los pastizales analizadas en 12 países, los resultados muestran un descenso general del 33% a lo largo de 22 años (Gráfico 11). Los intervalos de confianza revelan una gran variación en las tendencias, puesto que algunas especies aumentan, mientras 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.

Gráfico 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 analizadas 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 de determinar los dos índices y sus respectivos intervalos de confianza.



Leyenda
 Índice Planeta Vivo de las mariposas de los pastizales
 Límites 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 Aves y Hábitats, que son la columna vertebral de la conservación de la naturaleza en Europa. Las Directivas de Naturaleza protegen una gran variedad de especies y hábitats en los 28 Estados miembros. Entre esas especies se encuentran los osos, los lince, 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 lince euroasiáticos (sin contar 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, el desconocimiento puede plantear desafíos, especialmente para algunos usuarios como cazadores y ganaderos. 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 allanará el camino a estos carismáticos animales. Además, la cooperación de toda Europa será vital, pues los grandes carnívoros no respetan las fronteras nacionales.



Índice Planeta Vivo de 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 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 regulan los grandes valores económicos, culturales, estéticos, recreativos y educativos.

Es difícil conservar los hábitats de agua dulce debido a que les afecta mucho la modificación de las cuencas de los ríos y, además, padecen los impactos directos de las presas, la contaminación, las especies acuáticas invasoras y las extracciones insostenibles de agua. Estos hábitats suelen atravesar las fronteras administrativas y políticas, de modo que se requieren esfuerzos adicionales para acordar fórmulas 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 analizadas en el sistema de agua dulce disminuyó, en promedio, 81% (Gráfico 12), a un ritmo medio de declive anual del 3,9%. Estas cifras se basan en datos procedentes del estudio de 3.324 poblaciones de 881 especies de agua dulce.

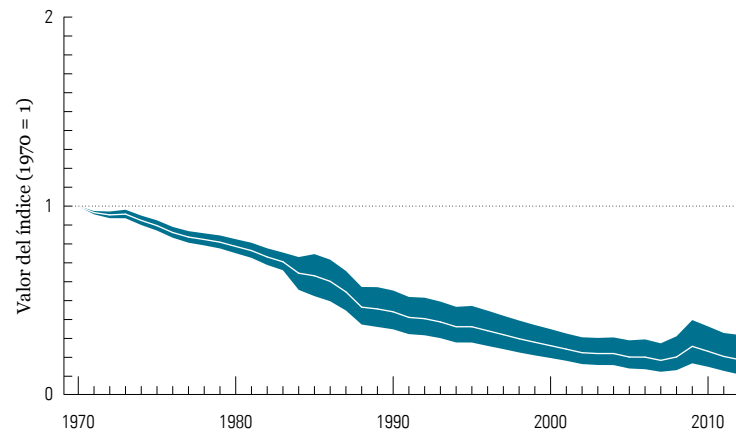


Gráfico 12. El IPV del agua dulce muestra un declive del 81% (rango de -68 a -89%) entre 1970 y 2012. Tendencia en la abundancia de 3.324 poblaciones de agua dulce en el planeta, entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Leyenda

- Índice Planeta Vivo del agua dulce
- Límites de confianza

ES DIFÍCIL CONSERVAR LOS HÁBITATS DE AGUA DULCE DEBIDO A LA MODIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE LOS RÍOS Y A LOS IMPACTOS DIRECTOS DE LAS PRESAS, LA CONTAMINACIÓN, LAS ESPECIES ACUÁTICAS INVASORAS Y LAS EXTRACCIONES INSOSTENIBLES DE AGUA

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

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

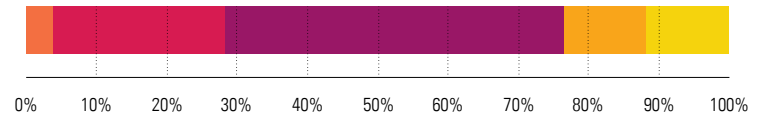
Leyenda

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



La base de datos del IPV contiene información sobre las amenazas que afectan al 31% de las poblaciones de agua dulce en declive (n=449). Según esta información, su amenaza más común es la pérdida y degradación del hábitat. Esto se menciona en el 48% de los casos de especies amenazadas (Gráfico 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%).

ESPECIES DE AGUA DULCE (449 poblaciones)



La frecuencia con la que se mencionan las diferentes amenazas en la base de datos varía según el grupo taxonómico (Gráfico 14). Después de la pérdida del hábitat, las mayores amenazas contra los anfibios son las especies invasoras y las enfermedades. Ambas se mencionan en el 25% de los casos. Posiblemente, reflejan el impacto de *Batrachochytrium dendrobatidis*, una especie de hongo causante de quitridiomycosis, 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).

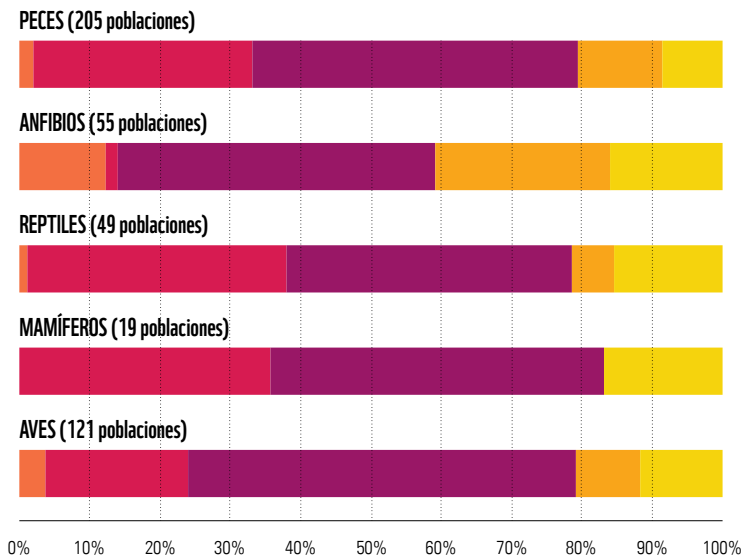


Gráfico 14. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas de 449 poblaciones en declive de agua dulce, en la base de datos del IPV (WWF/ZSL, 2016).

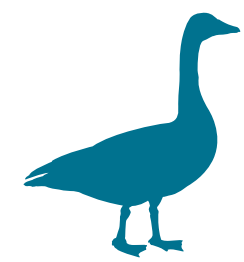
- Leyenda**
- Cambio climático
 - Sobreexplotación
 - Pérdida y degradación del hábitat
 - Especies invasoras y enfermedades
 - Contaminación

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 delfines de Irrawaddy son las redes de enmalle, donde quedan atrapados (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 accidental 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 en detalle 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 el 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, descendieron un 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 EL 87% DE LA SUPERFICIE DE HUMEDALES

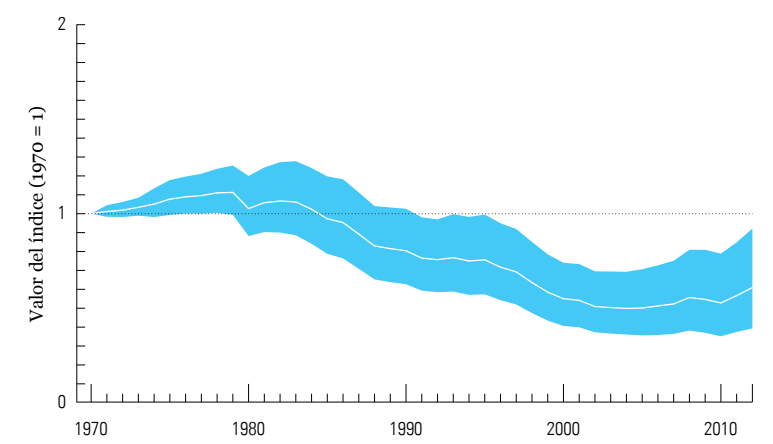


La reducción de la superficie de humedales afecta directamente a las especies que dependen de ellos, puesto que deberán afrontar la disminución del hábitat y el incremento de la competencia por los alimentos y otros recursos. En el IPV, entre los años 1970 y 2012, la abundancia de las especies dependientes de los humedales – como son definidas por las categorías de hábitats de la Lista Roja de la UICN– sufrió una disminución general del 39% (Gráfico 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 internada 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.

Gráfico 15. El IPV de las especies que dependen de los humedales muestra un descenso del 39% (rango de -8 a -60%) entre 1970 y 2012. Tendencia de la abundancia 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).

- Leyenda**
- Índice Planeta Vivo de los humedales
 - Límites de confianza



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

Una mirada en detalle a los ríos

Mientras el cambio de tamaño es un indicador adecuado para medir la salud de los humedales, el volumen, el régimen 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. De hecho 3.700 grandes presas para el riego y la producción de hidroelectricidad están planificadas o en construcción, sobre todo en países con economías emergentes (Zarfl *et al.*, 2015) (Gráfico 16). Casi la mitad del volumen global de los ríos (48%) ha sido alterado debido a la regulación de los caudales, la fragmentación o las dos cosas. Si se constuyen todas las presas planificadas, un 93% del total del volumen de los ríos podría perder su caudal hidrológico natural (Grill *et al.*, 2015).

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

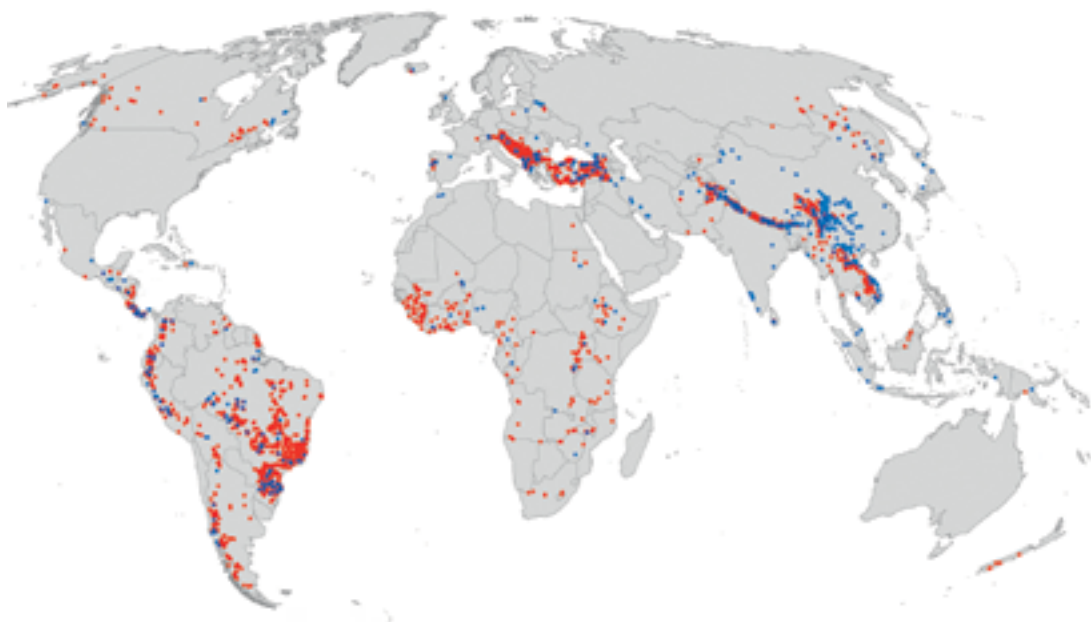


Gráfico 16. Distribución global de futuras presas hidroeléctricas, planificadas (puntos rojos, 83%) o en construcción (puntos azules, 17%) (Zarfl *et al.*, 2015).

Leyenda

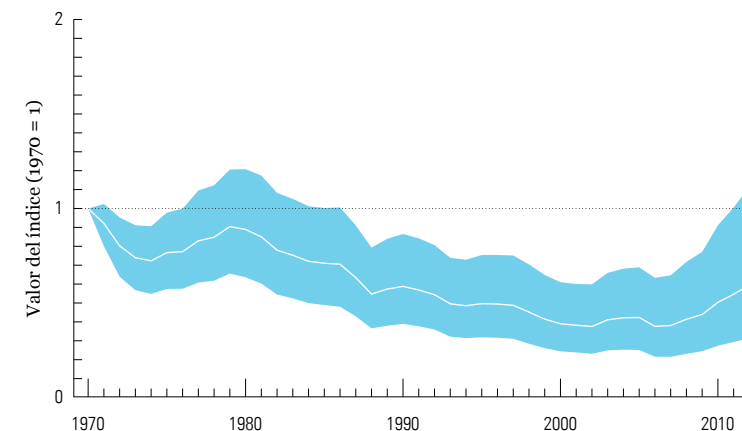
- Presas en construcción
- Presas planificadas



Las presas 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 potádomas) o entre hábitats marinos y de agua dulce (especies anádromas, catádromas y anfídromas) ha sufrido, en promedio, una disminución general del 41% (Gráfico 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. 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 creación de pasos para peces que facilitan su circulación y migración allí donde los seres humanos habían levantado obstáculos.

Gráfico 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 de 735 poblaciones de 162 especies de peces migratorios, analizadas 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 sus siglas en inglés) como catádromas, anádromas, potámodromas o anfídromas.



Leyenda

- Índice Planeta Vivo de peces migratorios
- Límites de confianza

LA DEMOLICIÓN DE LAS PRESAS 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, proporcionan nutrientes a los suelos de las llanuras inundables, conservan las llanuras aluviales y los deltas que amortiguan los efectos de los acontecimientos climáticos extremos, sirven como lugares de esparcimiento y tranquilidad. En casi todos los lugares en los que perviven, los ríos libres son el hogar de la biodiversidad vulnerable de agua dulce. Las presas y otras obras de infraestructura amenazan el caudal libre de estos ríos porque interponen obstáculos y fragmentan y alteran el régimen de las corrientes. Además, las presas 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 presas hidroeléctricas —Elwha, construida en 1914 y Glines Canyon, terminada en 1927— bloquearon la migración del salmón. Después de la construcción de la presa Elwha, los habitantes de la región constataron 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 ambas presas. 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 mayor demolición de una presa en la historia de los Estados Unidos. En agosto de 2014 culminó la destrucción de la presa Glines Canyon. Se espera que las poblaciones de peces regresen al río. Algunos salmones ya lo han hecho: fue en 2012, justo después del derrumbe de la presa Elwha.



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 su biodiversidad, es crucial para la supervivencia de la humanidad.

El IPV marino muestra una disminución general del 36%, registrada entre 1970 y 2012 (Gráfico 18), con un declive de media del 1% anual. Este índice se basa en el análisis 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, cuando se estabilizó la tendencia. Esto refleja la captura mundial de peces que, después de 1988, se estabilizó en los niveles de población más bajos (FAO, 2016a). Fue entonces cuando 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 gestión, la mayoría de las poblaciones que más se pescan en el mundo están plenamente explotadas o sobreexplotadas (FAO, 2016a).

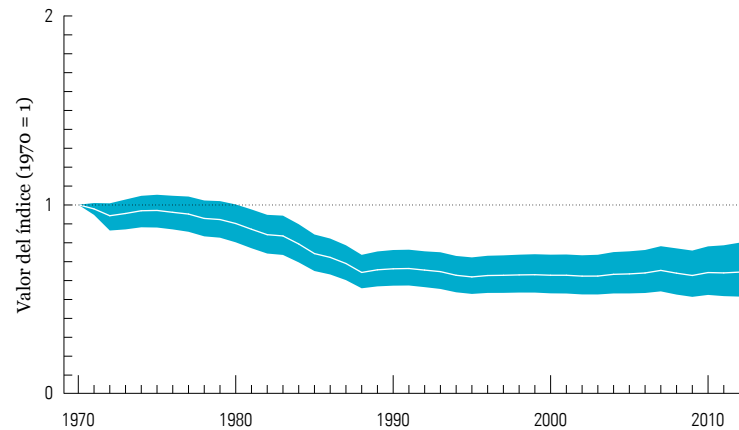


Gráfico 18. El IPV marino muestra un declive del 36% (rango: de -20 a -48%) entre 1970 y 2012. Tendencia de la abundancia de 6.170 poblaciones de 1.353 especies monitoreadas alrededor del mundo entre 1970 y 2012 (WWF/ZSL, 2016).

Leyenda

- Índice Planeta Vivo marino
- Límites de confianza

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

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

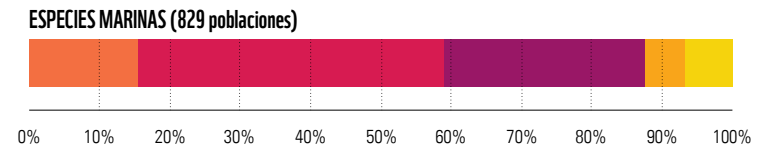
Leyenda

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

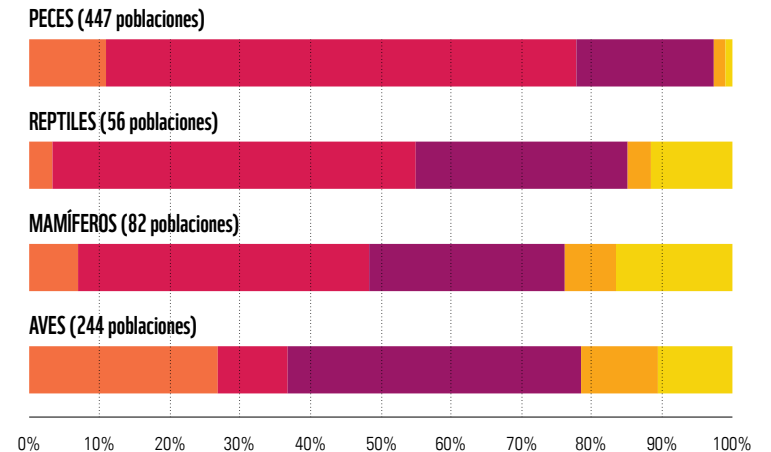
Gráfico 20. Diferencias taxonómicas en la frecuencia de las amenazas de 829 poblaciones marinas en declive, según los datos del IPV (WWF/ZSL, 2016).

Leyenda

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



La amenaza más común de las poblaciones en declive de peces es la sobreexplotación por sobrepesca (Gráfico 20). Las estadísticas recientes indican que el 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 rojo 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 están amenazados de extinción debido, sobre todo, a la sobrepesca (Dulvy *et al.*, 2014).



En cuanto a las aves, los mamíferos marinos y los reptiles, la sobreexplotación alude, sobre todo, a la muerte accidental, la captura no deseada y el comercio selectivo. Se considera que los individuos son víctimas de captura cuando su pérdida de libertad o su muerte es no intencionada.

Los cambios en el hábitat son la segunda amenaza más común asociada a las poblaciones marinas en declive (Kovacs *et al.*, 2012). El deterioro de los ecosistemas costeros afecta a 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). Los cambios en los hábitats costeros, sobre todo los que afectan a las zonas de anidación, son una amenaza frecuente para las aves. La contaminación y la captura accidental son otras amenazas de 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 (Gráfico 3), sobre todo, del IPV marino (ver cuadro). Este índice presenta un análisis de las tendencias apoyado 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 que provenga de investigaciones e informes relevantes, una vez se han hecho públicos.

El Índice Planeta Vivo se basa 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. Es importante tener en cuenta que los índices generales pueden cambiar si se añade información sobre nuevas especies, lo que añade una o más poblaciones nuevas a la base de datos, y otras poblaciones de especies ya existentes en el IPV.

Por ejemplo, desde la publicación en 2015 del *Informe Planeta Vivo Azul*, al conjunto de datos marinos se 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 se usa el mismo conjunto de especies utilizado en 2015, pero se añaden nuevas poblaciones de estas especies (tomado de los 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. Las poblaciones recién añadidas de las especies ya incluidas en el índice representan una diferencia de cinco puntos porcentuales entre los resultados de 2015 (-49%) y 2016 (-44%).

EL ÍNDICE PLANETA VIVO SE BASA EN 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 seguimiento 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 superó en un 50% la 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 una gestión más efectiva de las pesquerías, que incluye el control de la pesca. Actualmente, el IPV marino tiene información escasa sobre la pesca artesanal, recreativa y de subsistencia, así como sobre la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada (IUU) y el bycatch. Ello se debe a las dificultades para medir el impacto de estas prácticas, aunque, en algunos casos, la información sí se recoge, pero no se divulga. La IUU 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 reaccionando esas poblaciones a la presión que genera la pesca.

El hecho de que aún no se esté haciendo seguimiento de muchas especies y en regiones clave, o que 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 reflejar los datos 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 la actualidad.

Una mirada en detalle 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 cría que proveen los arrecifes (Burke *et al.*, 2011). Aunque ocupan menos del 0,1% de la superficie de los océanos, sustentan más del 25% de las especies marinas (Spalding *et al.*, 2001).

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 CO₂. 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 sufren 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.



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

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 les estresa 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 de arrecife.

El blanqueamiento masivo a nivel de corales de 2015-2016, el tercero jamás registrado, podría ser el más extendido e intenso de la historia. Impactó a los corales desde Hawaii 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.

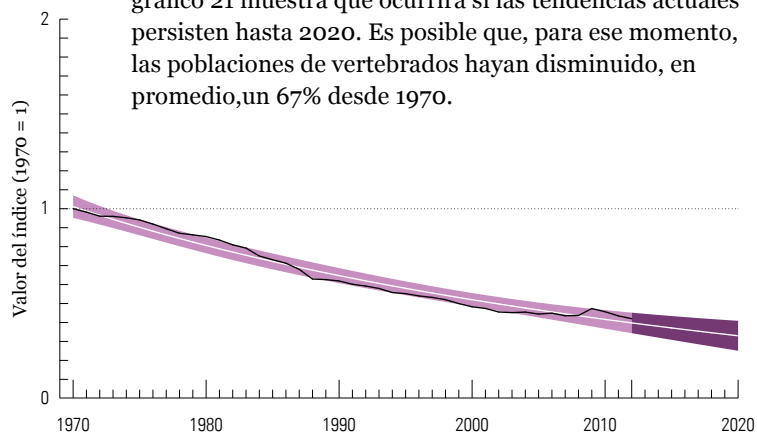
EL ÍNDICE PLANETA VIVO EN PERSPECTIVA

En 2010, los 169 países firmantes del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) establecieron 20 metas ambiciosas sobre biodiversidad que deben cumplirse en 2020. Para cumplirlas, las naciones deben tomar medidas efectivas y urgentes para detener la pérdida de biodiversidad y garantizar que los ecosistemas sean resilientes y continúen prestando los 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 medir 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 analiza 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 sus siglas en inglés) se diferencia del IPV en que analiza 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).

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. El gráfico 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, un 67% desde 1970.



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

Gráfico 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.

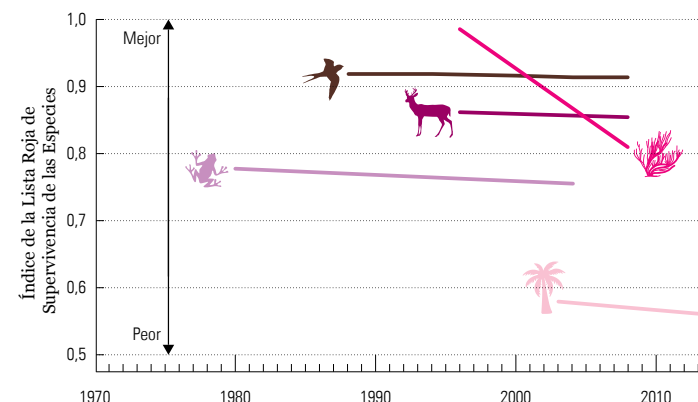
- Leyenda**
- Índice Planeta Vivo mundial
 - Límites de confianza
 - Índice Planeta Vivo mundial extrapolado
 - Límites de confianza

El Índice de la Lista Roja

Mediante el seguimiento del 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 área de distribución y el tamaño poblacional. 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) (Gráfico 22).

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

- Leyenda**
- Aves
 - Mamíferos
 - Corales
 - Anfibios
 - Cícadas



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 entre 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 estatus 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 los últimos siglos, la Tierra ha venido experimentando una pérdida creciente de especies a un ritmo excepcionalmente alto (por ejemplo, Ceballos *et al.*, 2015; Régnier *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.

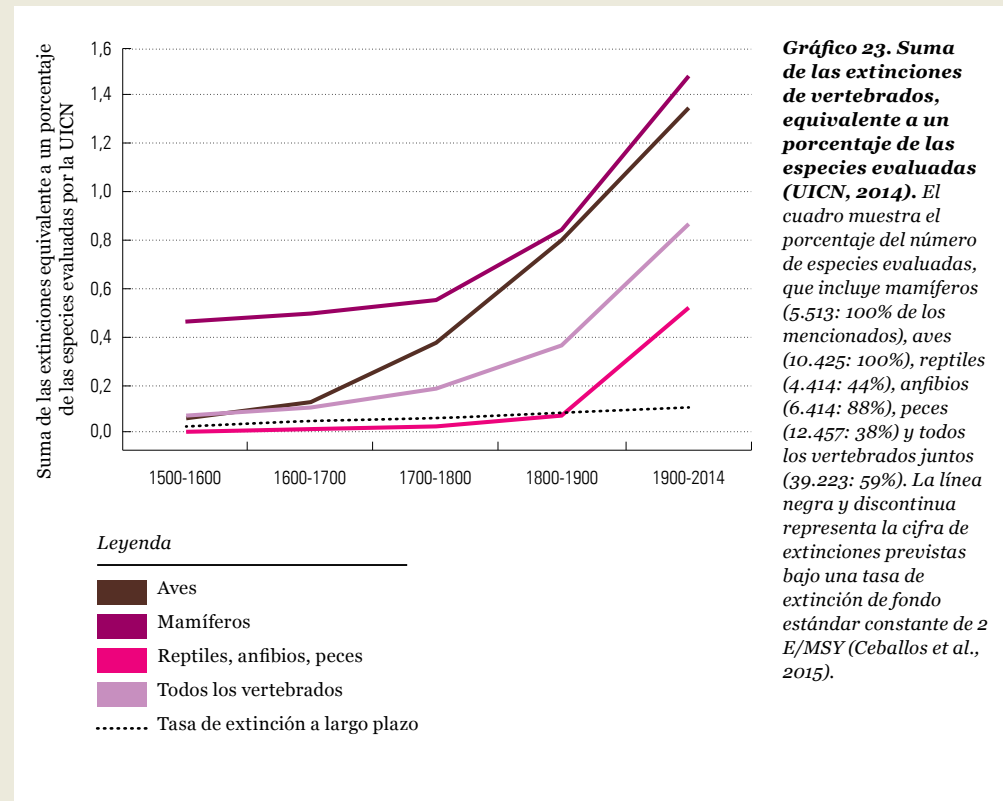
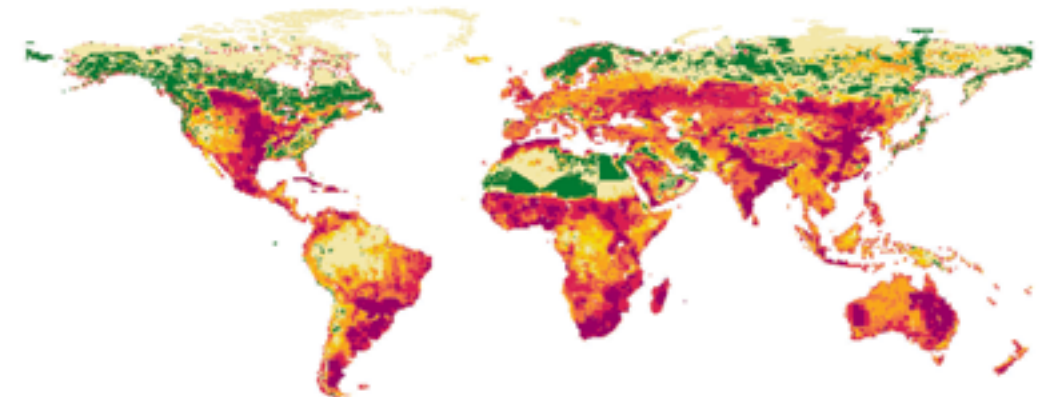


Gráfico 24. Predicción de la disminución neta de la riqueza de las especies locales para 2090, basada en el marco de PREDICTS. Se presenta la pérdida neta que tendría lugar en un escenario sin cambios, tomando como referencia una línea base anterior a la existencia de los seres humanos (datos tomados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

Legenda

- > 30%
- 25 - 30%
- 20 - 25%
- 10 - 20%
- 5 - 10%
- 0 - 5%
- Aumento



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).

El gráfico 24 muestra la riqueza proyectada por el LBII para 2090. El mapa muestra 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.

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 sumidero porque captura entre el 3 y el 5 por ciento más de carbono por unidad de área que cualquier otro tipo de bosque. 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 basados 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 Kenia, Madagascar, Mozambique y Tanzania. Como lugar de contacto entre la tierra y el mar, los manglares son el hogar de una enorme variedad de criaturas, desde aves y mamíferos terrestres hasta los manatíes, pasando por cinco especies de tortugas marinas y muchos tipos de peces. Buena parte de la captura de langostinos 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 cría.

Los habitantes de la región de Melaky, en la costa occidental de Madagascar, están tomando medidas para detener la desaparición de los manglares, cruciales para su subsistencia. Desde septiembre de 2015, hombres, mujeres y niños del pueblo de Manombo se han convertido en protagonistas de la conservación y restauración de los manglares. Su restablecimiento beneficia a las comunidades locales y mejora su acceso a pescados y cangrejos, dos productos que les proporcionan un ingreso estable. También las beneficia porque potencia su resiliencia frente al 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)



SERVICIOS DE LOS ECOSISTEMAS: EL VÍNCULO ENTRE LA NATURALEZA Y LAS PERSONAS

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 (MEA, 2005).

El declive de las poblaciones de especies tiene una relación indisoluble con el estado de los ecosistemas y los hábitats que las sostienen. La destrucción de los hábitats es una amenaza peligrosa, no solo para las plantas y la vida silvestre, sino también para 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 genera un flujo de beneficios a las personas, tanto a nivel local como global, que suelen denominarse “servicios de los ecosistemas” (Gráfico 25).

Los activos del capital natural de los ecosistemas evolucionaron hasta volverse autosostenibles, pero la presión creciente de los seres humanos sobre los ecosistemas y especies - conversión de los hábitats en terrenos agrícolas, sobreexplotación de las pesquerías, contaminación del agua dulce por las industrias, urbanización y prácticas agrícolas y de pesca insostenibles- está mermando el capital natural a mayor velocidad de lo que puede regenerarse (EEA, 2013). Estamos pagando los costes del agotamiento del capital natural y se prevé que aumentarán y su alza incrementará la inseguridad hídrica y alimentaria, elevará los precios de muchos productos y agudizará la competencia por la tierra y el agua. Con el paso del 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).

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

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



Gráfico 25. Los servicios de los ecosistemas. Los servicios de abastecimiento 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 soporte corresponden a aquellos que se requieren para producir todos los demás servicios ecosistémicos. (Adaptación de contenido de Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

A pesar de la importancia decisiva de las reservas de nuestro capital natural, aún tenemos el desafío de diseñar una forma efectiva de medir los cambios y determinar cómo están afectando al 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 de los ecosistemas 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 variedad 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.

Aunque 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 soja (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 propiedad de la tierra. La minería, las centrales eléctricas y otros proyectos de infraestructuras 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 de los ecosistemas de los bosques que están en pie. Es una fuente directa de gases de efecto invernadero y puede ser un catalizador de posibles deforestaciones.

La Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales informó de 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 un 4 y un 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 midamos no solo la cantidad, sino la calidad de los bosques.

LOS BOSQUES SON FUNDAMENTALES PARA EL FUNCIONAMIENTO DE LA TIERRA



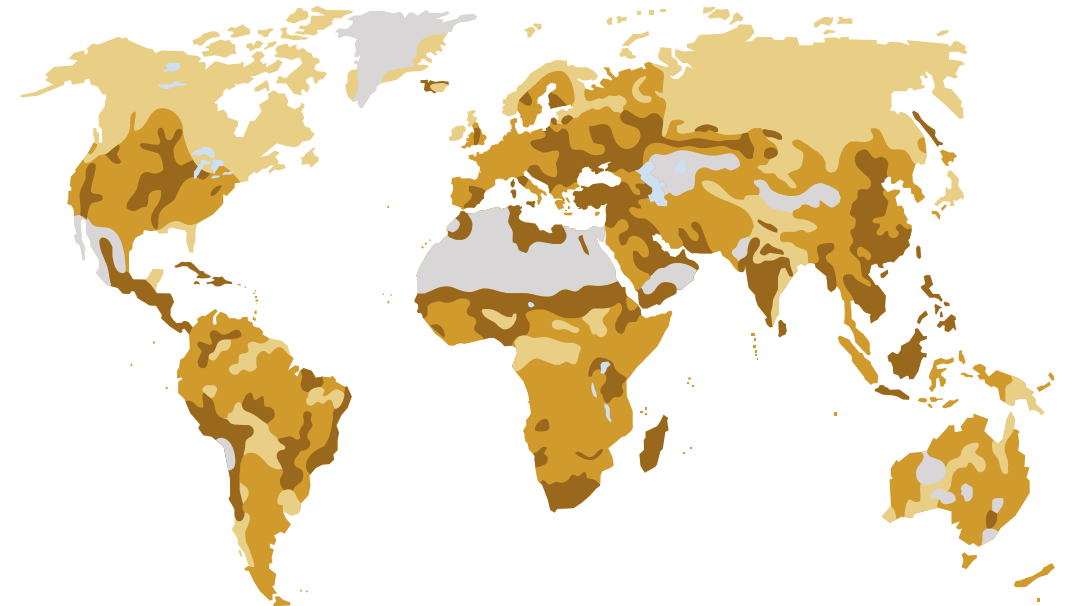
EN TÉRMINOS BRUTOS, DESDE 1990 HAN DESAPARECIDO 239 MILLONES DE HECTÁREAS DE BOSQUES NATURALES



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

Leyenda

	Suelo muy degradado
	Suelo degradado
	Suelo estable
	Sin vegetación



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, una disminución de la capacidad de la tierra para prestar servicios de los ecosistemas y garantizar el desempeño de sus funciones durante un periodo 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 coste 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 de los ecosistemas (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. Se reducen la calidad y la fertilidad de los suelos y 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 la biomasa 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).

Disponibilidad del agua

El acceso seguro y de calidad 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 (Gráfico 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%).

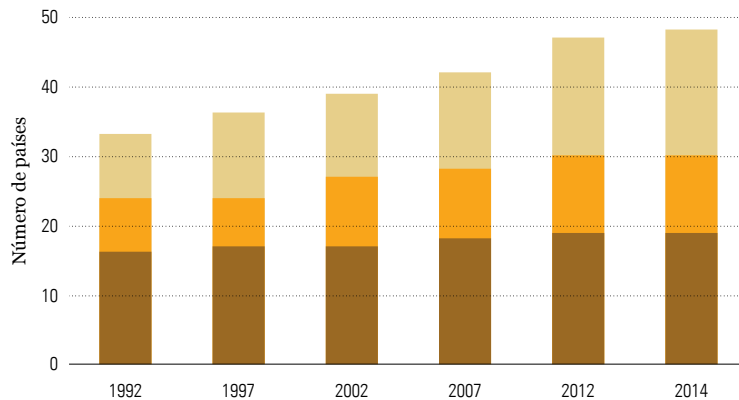


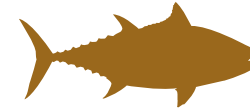
Gráfico 27. Número de países que han sufrido diferentes tipos de estrés hídrico. Número de países que han padecido diferentes clases de estrés hídrico, de un total de 174 países (FAO, 2016b). El estrés hídrico se define como la cantidad anual de recursos hídricos renovables inferior a 1.700 m³ por habitante. 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 Gráfico fueron recopilados por PNUMA-WCMC.

Leyenda

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

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

Pesquerías



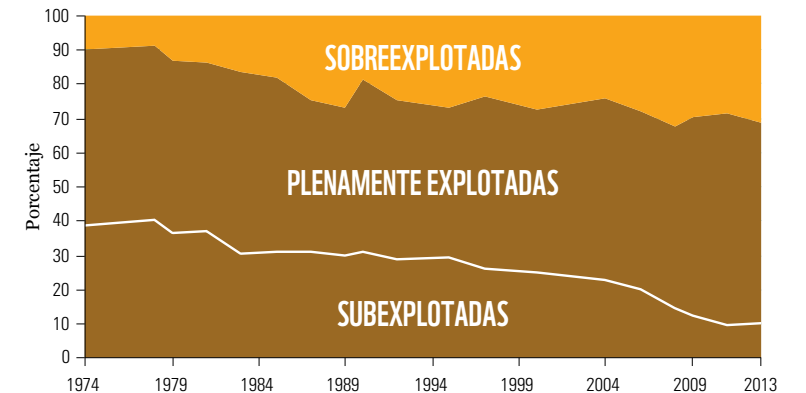
Más de 3.000 millones de personas obtienen del pescado hasta el 20% de sus proteínas de origen animal y la mayoría de los peces del planeta provienen del océano (WWF, 2015a; FAO, 2016a). El consumo per cápita de peces sigue en alza (FAO, 2016a), de modo que satisfacer la demanda de pescado para la alimentación 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 un 90% en 1974 hasta un 68,6%, en 2013. Se estima que el resto de las pesquerías (31,4%) está en un nivel biológicamente insostenible y, por lo tanto, son víctimas de sobrepesca. Las pesquerías plenamente representaron el 58,1% del número total de reservas evaluadas en 2013, mientras que las subexplotadas, aquellas que podrían sostener de forma sostenible el aumento de la captura, representaron el 10,5% (Gráfico 28).

Gráfico 28. Tendencias globales del estado de las existencias de peces marinos del mundo, desde 1974. Se estimó que el 31,4% de las pesquerías evaluadas están sometidas a una intensidad de pesca insostenible en términos biológicos y, por tanto, padecen sobrepesca. Las pesquerías explotadas en su totalidad representan el 58,1% y las subexplotadas el 10,5% (FAO, 2016a).

Leyenda

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



MÁS DEL 30% DE LAS PESQUERÍAS PADECEN SOBREPESCA

HISTORIA DE LA SOJA

3. La demanda mundial amenaza el Cerrado

Rica en energía y proteínas, la soja es un elemento fundamental de la oferta mundial de alimentos. Se usa, sobre todo, para la alimentación animal. Debido al alza en la demanda mundial de productos cárnicos, la soja se ha convertido en uno de los cultivos más grandes del mundo. Pero su crecimiento ha tenido un coste. En las últimas décadas, según se ha expandido la producción de soja, se han talado y desmontado vastas áreas de bosques, sabanas y pastizales. En total, la superficie terrestre de Sudamérica dedicada al cultivo de soja 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 a medida 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 soja aumentará rápidamente, a medida que el progreso económico eleve el consumo de proteínas de origen animal, especialmente en los países emergentes y en desarrollo. Actualmente, el importador principal de soja, y el que crece más rápido, es China, que demanda este producto para la alimentación animal y la producción de aceite para cocina. El consumo de carne en China aumenta a gran velocidad y las proyecciones anticipan un incremento pronunciado, sostenido y duradero de las importaciones de soja, lo que probablemente intensificará la presión sobre el Cerrado, la Amazonía, el Chaco y otros ecosistemas amenazados.

(Fuente: WWF-Brasil; WWF, 2014)



CAPÍTULO 2: EL IMPACTO HUMANO EN EL PLANETA

UNA PERSPECTIVA DEL SISTEMA 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 hasta tal punto que amenazó con socavar los progresos económicos y sociales promovidos por la industrialización. Con el paso del tiempo, las sociedades empezaron a regular las emisiones de sustancias contaminantes, a controlar la extracción de recursos y a limitar la degradación que podía sufrir el medio ambiente como consecuencia directa de la acción humana (Bishop, 1978). El enfoque regulador de los impactos del ser humano en el ambiente se basa en una idea que podemos definir como “límites de seguridad” para las actividades humanas (Crowards, 1998).

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 nos enfrentamos a restricciones a escala planetaria. La población mundial aumentó de casi 1.600 millones de personas en 1900 a los 7.300 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 en el amoníaco. Así se creó el fertilizante sintético que mantiene hoy a casi la mitad de la población mundial (Sutton *et al.*, 2013). Los combustibles fósiles, de fácil acceso, suministran energía para el uso doméstico y la producción industrial, lo que hace posible el comercio mundial. Pero su empleo también ha incrementado la concentración de CO₂ en la atmósfera y ha elevado el calentamiento global. Las actividades humanas y su explotación de los recursos naturales 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) (Gráfico 29).

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

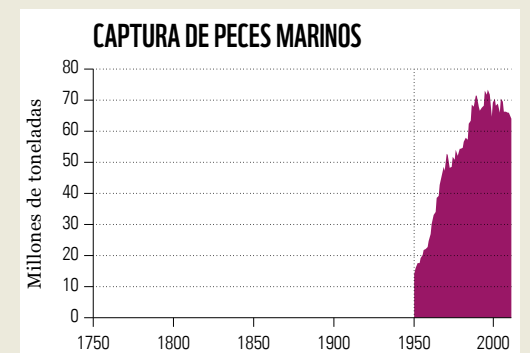
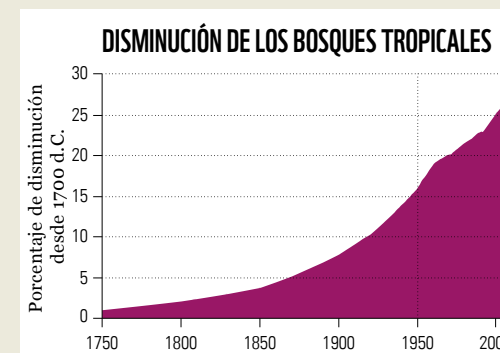
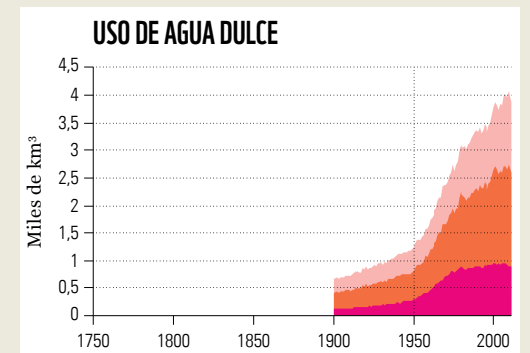
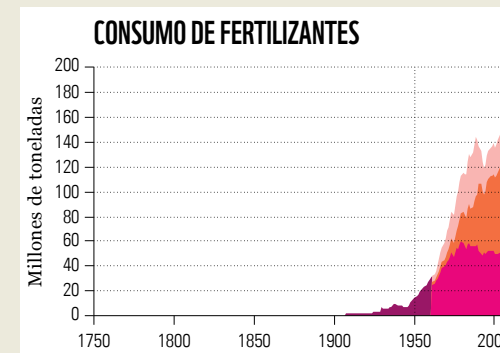
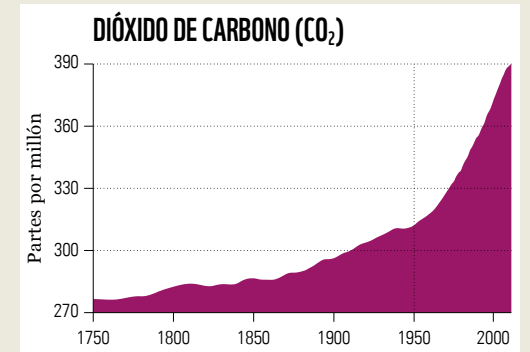
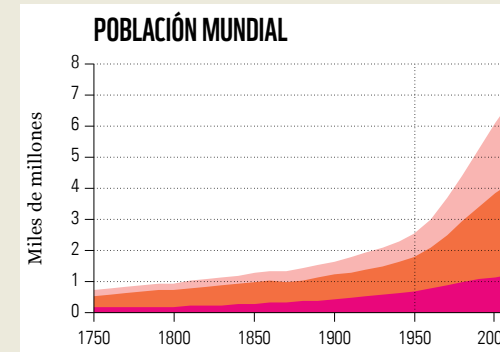
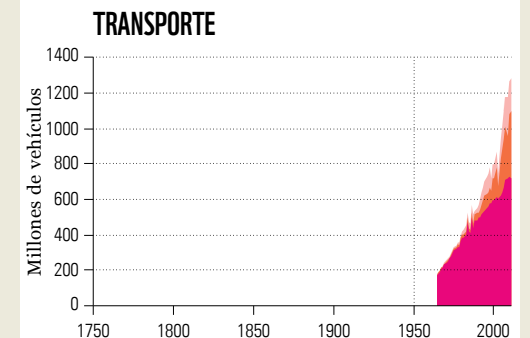


Gráfico 29. La “Gran Aceleración”. Las imágenes ilustran las tendencias y cómo han cambiado el tamaño y la escala de los acontecimientos. Fuente: IGBP, 2016. Basado en los análisis de Steffen *et al.*, 2015b.

Leyenda

- 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. 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 cierta garantía 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 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 (Röckstrom *et al.*, 2009a; 2009b) es un intento de proporcionar una perspectiva del sistema Tierra. Aunque aún se está desarrollando, es un marco integral útil para ilustrar los peligros de la interferencia humana en el sistema Tierra, interferencia que ejercemos a través de nuestros patrones de consumo y producción. El concepto traza límites seguros para procesos claves del sistema Tierra. Las sociedades 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.

El marco de los límites planetarios está constituido por nueve alteraciones del funcionamiento del sistema Tierra producidas por los seres humanos (Röckstrom *et al.*, 2009b; Steffen *et al.*, 2015a) (Gráfico 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 biosfera (o destrucción de los ecosistemas y la biodiversidad); 2-cambio climático; 3-acidificación del océano; 4-cambio del uso del suelo; 5-uso insostenible del agua dulce; 6-perturbación de los flujos biogeoquímicos (aportes de nitrógeno y fósforo a la biosfera); 7-carga atmosférica de aerosoles; 8-contaminación generada por nuevas sustancias (productos nuevos generados por el ser humano, como contaminantes químicos, organismos genéticamente modificados, nanomateriales, microplásticos y residuos nucleares) y 9-agotamiento del ozono de la estratósfera. (Steffen *et al.*, 2015).

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

LOS ANÁLISIS INDICAN QUE LOS SERES HUMANOS HEMOS FORZADO CUATRO SISTEMAS HASTA SOBREPASAR EL LÍMITE DE SEGURIDAD



Gráfico 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 Tierra. El área roja representa la zona de alto riesgo, que conduce el sistema Tierra fuera del estado estable del Holoceno. El límite planetario como tal está en el círculo interior central (Steffen *et al.*, 2015).

Leyenda

- Más allá de la zona de incertidumbre (alto riesgo)
- En la zona de incertidumbre (riesgo creciente)
- Debajo del límite (seguro)

Los análisis actuales indican que los seres humanos ya hemos empujado cuatro de esos sistemas hasta sobrepasar 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 acarrearán, han incidido en el cambio climático, la integridad de la biosfera, los flujos biogeoquímicos y el cambio del uso del suelo (Steffen *et al.*, 2015a;). Otras evaluaciones indican que el uso del agua dulce también ha rebasado el umbral de seguridad (Mekonnen y Hoekstra, 2016; Vörösmarty *et al.*, 2010).

La integridad de la biosfera y el cambio climático

La biosfera 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 las que provocaron 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 biosfera (Gráfico 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 biosfera (Arneth *et al.*, 2010).

Debido a los complejos vínculos que existen entre los nueve límites planetarios a diferentes escalas, las modificaciones humanas en un límite puede poner en grave riesgo o mejorar otras categorías. Del mismo modo, los efectos de la actividad humana en una región geográfica no se restringen a esa área. Las repercusiones pueden tener un alcance desproporcionado con respecto a la alteración. Por ejemplo, la desaparición de los bosques de la Amazonía afecta el ciclo del agua y reduce las lluvias en la zona meridional de Sudamérica (Nobre, 2014). La deforestación tropical (una alteración regional de cambio de uso de suelo) afecta el ciclo del carbono y contribuye al cambio climático (Lawrence y Vandecar, 2015; Sheil y Murdiyarsa, 2009; Ciais *et al.*, 2013). El aumento de CO₂ en la atmósfera, una de las principales causas del cambio climático, está acidificando el océano en el mundo entero. Esto afecta a 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 biosfera se manifiestan a escala regional, como 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 biosfera

La integridad de la biosfera es decisiva para determinar el estado del sistema 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 biosfera como el conjunto de todos los ecosistemas de la Tierra –terrestres, de agua dulce y marinos– y sus organismos vivos. La biosfera no solo interactúa con otras categorías de límites planetarios, sino que mantiene la resiliencia global del sistema Tierra.

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 BIOSFERA

Gráfico 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 biosfera y el clima. Algunos de esos efectos son más fuertes y directos que otros. A su vez, los daños a la integridad de la biosfera 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 biosfera 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 los seres vivo, responsable último del papel funcional de la biosfera 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 biosfera (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).

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, por lo menos, en los últimos 800.000 años. Sus efectos, junto con otros factores de origen humano, se han detectado en todo el sistema climático y es altamente probable que hayan sido la causa principal del calentamiento que hemos presenciado desde la mitad del siglo XX (IPCC, 2014a).

Cada vez es más clara la evidencia de que la Tierra ya ha excedido el límite planetario del cambio climático y se aproxima a varios umbrales relacionados con 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 antes medidas contundentes para revertir el efecto (Stocker *et al.*, 2013). La desaparición anual de la capa de hielo del Norte es un ejemplo de un umbral del sistema 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 biosfera podrían conducir a la Tierra a un nuevo estado (Drijfhout *et al.*, 2015).

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

CADA VEZ ES MÁS CLARA LA EVIDENCIA DE QUE LA TIERRA YA HA EXCEDIDO EL LÍMITE PLANETARIO DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y SE APROXIMA A VARIOS UMBRALES RELACIONADOS CON LA TIERRA Y EL OCEANO

Cómo responden las especies al cambio climático

Los cambios en el clima y los fenómenos meteorológicos extremos están afectando a 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 determinados espacios, 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 desplazamiento 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. Algunas plantas y animales que serían resilientes a un cambio climático en otras circunstancias, pueden afrontar una explotación creciente en el futuro. Ante las penurias cada vez mayores, las personas podrían echar mano de recursos naturales alternativos para mantenerse, por lo 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 (Pacifi *et al.*, 2015).

Una mirada en detalle a los límites de los subsistemas

Es probable que la transgresión de los umbrales de subsistemas como los flujos biogeoquímicos o el cambio del uso del suelo afecte el bienestar de muchas personas, pero no provoca por sí mismo una transición hacia un nuevo estado del sistema 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 biosfera o del cambio climático (Steffen *et al.*, 2015a).

Flujos biogeoquímicos

Este subsistema hace hincapié en dos elementos, nitrógeno y fósforo, ya que sus ciclos han cambiado de forma radical como resultado de 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 biosfera 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 cursos 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 biosfera.

Una cantidad considerable de nitrógeno y fósforo aplicados al suelo termina 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 Misisipi 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).

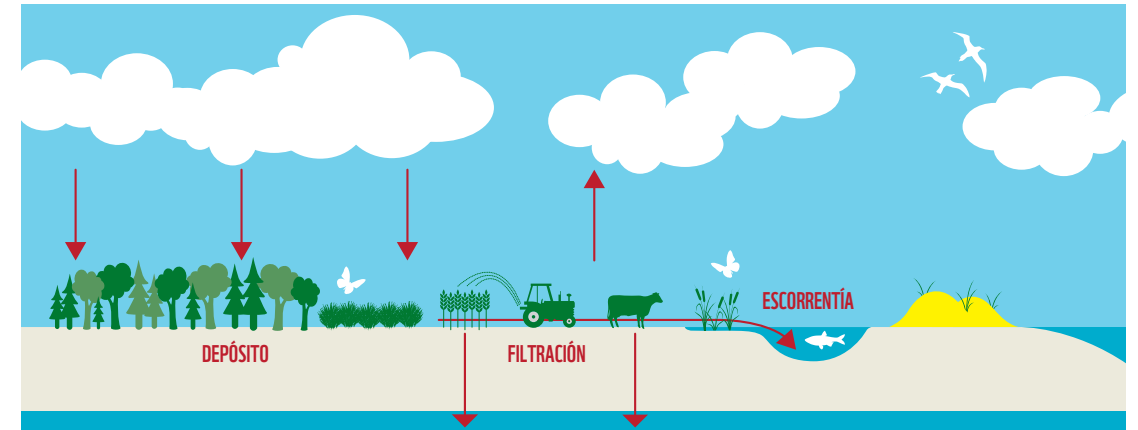
Según Steffen *et al.* (2015a), ya se han transgredido los límites planetarios del nitrógeno y el fósforo como consecuencia de la actividad humana (ver cuadro).

Cambio en el uso del suelo

En todo el planeta los bosques, pastizales, humedales y otros hábitats se han convertido y siguen convirtiéndose en paisajes agrícolas y urbanos. La consiguiente desaparición de los hábitats es una grave causa de la reducción de la biodiversidad. El cambio del uso del suelo 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). Mientras que, a escala local, se producen cambios en los usos del suelo y todos ellos, combinados, tienen efecto a escala global en el sistema Tierra.



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



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 (N₂). 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 mismo tiempo que las grandes plantas acuáticas mueren.

La producción y utilización 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 protagonista en el control de las dinámicas interconectadas del uso del suelo y el clima, así como 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.

Uso del agua dulce

Mediante el consumo creciente y el embalsamiento del agua, los seres humanos hemos trastornado de forma sustancial los sistemas hidrológicos (Vörösmarty y Sahagian, 2000). En consecuencia se han secado arroyos, humedales y lagos (Vörösmarty *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 al creciente almacenamiento de reservas de agua (Reager *et al.*, 2016; Gornitz, 2000). La transformación del ciclo del agua afecta al clima y a la biosfera. Por lo tanto, algunos científicos han propuesto un límite planetario basado en el consumo total de 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 régimen 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 mayor en una época de bajo caudal que en una de alto 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 la gestión del agua a todas las escalas, puesto que hoy los recursos hídricos y los hábitats de agua dulce sufren una explotación que sobrepasa los límites sostenibles.

Acidificación del océano

Como ocurre con el cambio climático, la causa de la acidificación del océano es el incremento del CO₂ atmosférico. Casi la cuarta parte del CO₂ que los seres humanos emitimos a la atmósfera acaba disolviéndose en los océanos (Heinze *et al.*, 2015), lo cual retrasa 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 (Wittmann y Pörtner, 2013).

YA SE HA SOBREPASADO EL LÍMITE PLANETARIO DEL CAMBIO DE USO DEL SUELO



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



EL AUMENTO DE LA ACIDEZ DEL OCEANO 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 biosfera. Ya existe evidencia de patrones de acidificación a gran escala espacial (Steffen *et al.*, 2015a), pero aún es necesario analizar mejor el océano para rastrear los cambios químicos y las respuestas de los ecosistemas (Hyde *et al.*, 2013).

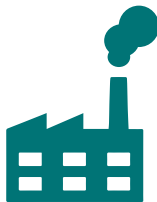
Agotamiento del ozono estratosférico

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 (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 Antarctic Survey, 2016). El Protocolo de Montreal, que entró en vigor en 1989, inició una campaña mundial para evitar la entrada a una zona de mayor riesgo.

Nuevos productos

La emisión de sustancias tóxicas y sintéticas de larga vida, como los contaminantes orgánicos, los compuestos de metales pesados y los materiales radiactivos, pone en riesgo de forma considerable el sistema Tierra. Estos compuestos tienen efectos potenciales irreversibles en los organismos vivos y en el 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 los nuevos productos 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).



Contaminación química por residuos plásticos

El destino ambiental del plástico se está convirtiendo en una grave perturbación antrópica del sistema Tierra. El plástico se fabricó por primera vez en grandes cantidades hacia la mitad del siglo XX y pronto se volvió indispensable para la sociedad moderna. En la década de los setenta, 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 está 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 (Person *et al.*, 2013).

Alteración 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 en el uso del suelo incrementa los niveles de polvo y humo en el aire (Brasseur *et al.*, 2003).

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

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

del agua porque interactúan con el vapor de agua. Proporcionan 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 a la formación de las nubes y los patrones climáticos regionales, como los sistemas monzónicos en las regiones tropicales (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 biosfera 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 recientemente hemos reconocido los procesos planetarios que afectan la resiliencia y la capacidad adaptativa de la Tierra. Los científicos todavía están recopilando y debatiendo evidencias sobre las dinámicas y los procesos de retroalimentación del sistema 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 la gestión 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 el concepto de límites planetarios con datos fidedignos del estado de estos límites y sus factores humanos. Incluso, mientras seguimos cuantificando esos límites, una cosa está clara: no podemos tratar 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 CO₂ de la atmósfera mediante el uso de nuevas tecnologías, pero no tenemos en cuenta el cambio del uso del suelo, los flujos biogeoquímicos y los otros subsistemas en la integridad de la biosfera, no podremos trazar un rumbo sostenible en el Antropoceno. Además, cada vez será más importante encontrar formas 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 a sus ciudadanos para que participe en esta transición.

La primera fase del programa “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 bombillas LED de gran eficiencia, transporte respetuoso 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 aparcamientos, 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 un 40% de la disminución total del consumo. La mayor proporción de este ahorro es el 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 cívil 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)



MEDICIÓN DE LAS PRESIONES HUMANAS

Las herramientas de medición conocidas como “indicadores de huella” son un medio para rastrear la demanda humana de recursos renovables y servicios ecológicos. Mediante sistemas micro y macroeconómicos, los indicadores de huella contribuyen a ilustrar las relaciones entre los seres humanos y el medio ambiente. La comprensión 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 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 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). 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 que existe, la biocapacidad de la Tierra. El cálculo se hace usando las hectáreas globales como unidad de medida. La biocapacidad funciona como un punto de referencia sobre el que se estima 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 indicador—la biocapacidad— para medir la dependencia humana de los complejos e interrelacionados sistemas ambientales. No atiende todas las presiones ambientales ni los impactos vinculados al consumo humano, como la contaminación y la pérdida de los hábitats (Galli *et al.*, 2012). En su lugar, nos alumbró sobre una condición básica para la sostenibilidad, esto es, si las prácticas de consumo de los seres humanos se ajustan o no al umbral biológico establecido por la biocapacidad de la Tierra (Lin *et al.*, 2015).



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

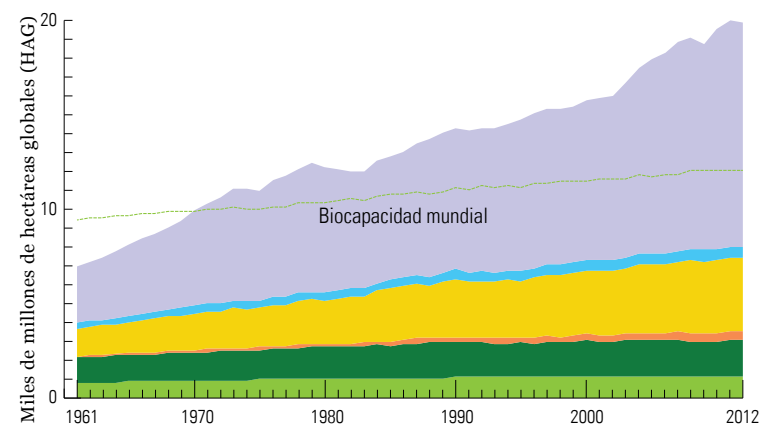
Desde principios de la década de los setenta del siglo XX, los seres humanos demandamos más de lo que el planeta puede reponer (Gráfico 32). En 2012 se necesitaba la biocapacidad equivalente a 1,6 planetas para suministrar los recursos naturales y los servicios que la humanidad consumió ese año (Global Footprint Network, 2016). Solo a corto plazo es posible aún exceder la biocapacidad de la Tierra. Solo por 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).

Gráfico 32. Componentes de la Huella Ecológica Global 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 analizadas 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).

Leyenda

- Carbono
- Zonas de pesca
- Tierras de cultivo
- Suelo urbanizado
- 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 hacer frente a este desafío. Según los datos de la Huella Ecológica, durante las últimas cuatro décadas sus escasas reducciones 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 sobre las emisiones de carbono mundiales dan cuenta de patrones similares (Peters *et al.*, 2011, 2012).

Análisis de la Huella Ecológica del consumo

La Huella Ecológica equipara la demanda de la humanidad sobre la naturaleza con la extensión del área biológicamente productiva necesaria para suministrar recursos y absorber residuos (por el momento, solo el dióxido de carbono generado por los combustibles fósiles, el cambio en el uso del suelo y el cemento). Considera seis categorías de demandas:



HUELLA DE LAS TIERRAS DE CULTIVO

Tierra necesaria para producir alimentos y fibra destinados al consumo humano, alimentar el ganado, cultivos oleaginosos y producir caucho.



HUELLA DE LAS TIERRAS DE PASTOREO

Pastizales para criar ganado con el fin de producir carne, alimentos lácteos, cuero y artículos de lana.



HUELLA DE LAS ZONAS DE PESCA

Ecosistemas de aguas marinas y continentales requeridos para generar la producción primaria anual (es decir, fitoplancton) necesaria para sostener las capturas de peces y la acuicultura.



HUELLA FORESTAL

Demanda de bosques para el suministro de combustibles, pulpa y productos de madera.



HUELLA DEL SUELO URBANIZADO

Áreas biológicamente productivas utilizadas para levantar infraestructuras de transporte, vivienda y estructuras industriales.



HUELLA DE CARBONO

Demanda de bosque necesarios para el secuestro de carbono, excluyendo la cantidad que absorbería el océano. Las tasas de captura de carbono varían dependiendo de la gestión y del tipo y edad de los bosques e incluyen las emisiones relacionadas con los incendios forestales, el suelo y la madera recolectada. Los bosques son considerados los principales ecosistemas disponibles para el secuestro de carbono a largo plazo. (consultar a Mancini *et al.*, 2016).

Gráfico 33. Categorías de uso del suelo que incluye la Huella Ecológica

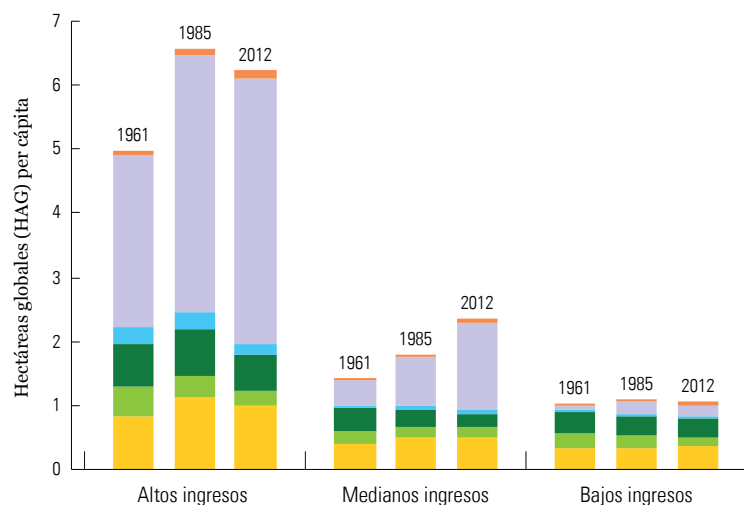


La biocapacidad es una medida del área biológicamente productiva existente, capaz de regenerar los recursos naturales bajo la forma de alimentos, fibra y madera, y de secuestrar dióxido de carbono. Esta medida se efectúa teniendo en cuenta cinco categorías: campos de cultivo, tierras de pastoreo, zonas 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, la gestión 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 de productividad media mundial (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 12.200 millones de hag o de 1,7 hag por persona, en tanto que la Huella Ecológica de la humanidad era de 20.100 millones de hag o de 2,8 hag por persona.

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 (Gráfico 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 medios, 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.



Además, el gráfico 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 (basadas 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 las tierras de cultivo, las tierras de pastoreo, las zonas de bosques y las de pesca. En los países con ingresos medios 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 las tierras de cultivo aumentó, mientras que los porcentajes de las tierras de bosques y pastoreo decayeron. También aumentó el porcentaje de la huella de carbono.

Gráfico 35. Huella Ecológica promedio per cápita de países con ingresos altos, medianos y bajos 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, según 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 ingresos medios (el ingreso nacional bruto per cápita está entre \$826 y \$10.065 dólares estadounidenses) y 3) de ingresos bajos (el ingreso nacional bruto per cápita es inferior a \$825 dólares estadounidenses). Los datos están expresados en hectáreas globales (hag).

Leyenda



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, el 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.

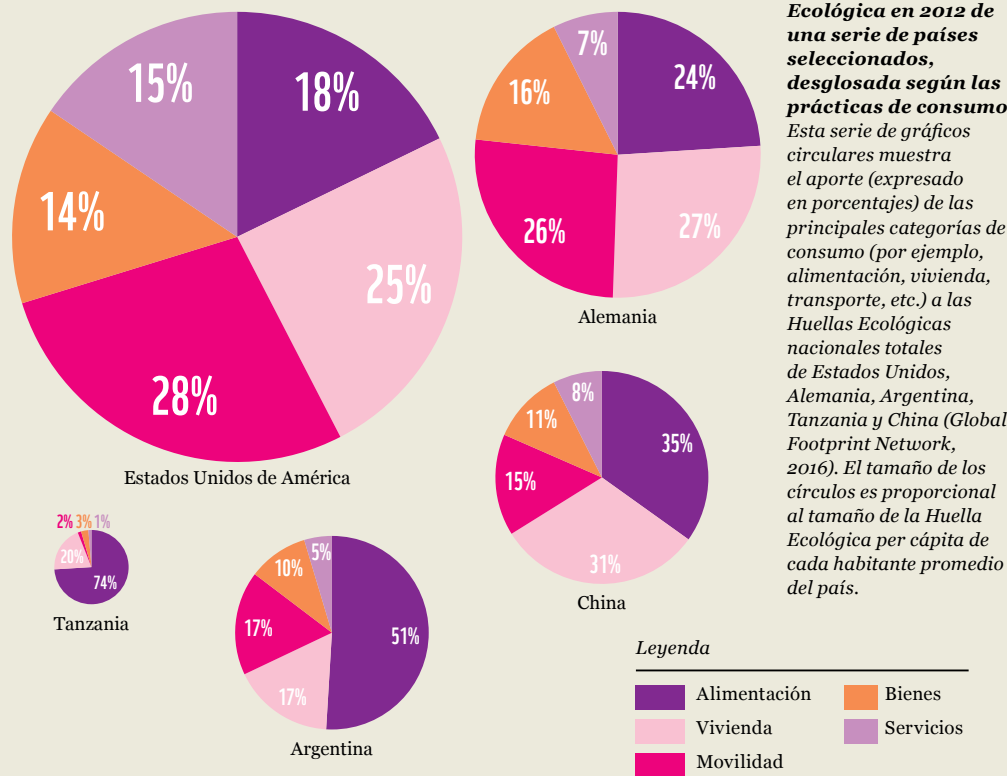
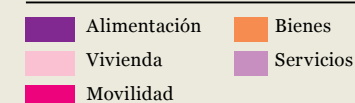


Gráfico 36. Huella Ecológica en 2012 de una serie de países seleccionados, desglosada según las prácticas de consumo.

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.

Leyenda



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 en la de Argentina. Es probable que sea así debido a la gran dependencia de China a los combustibles fósiles (como el 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

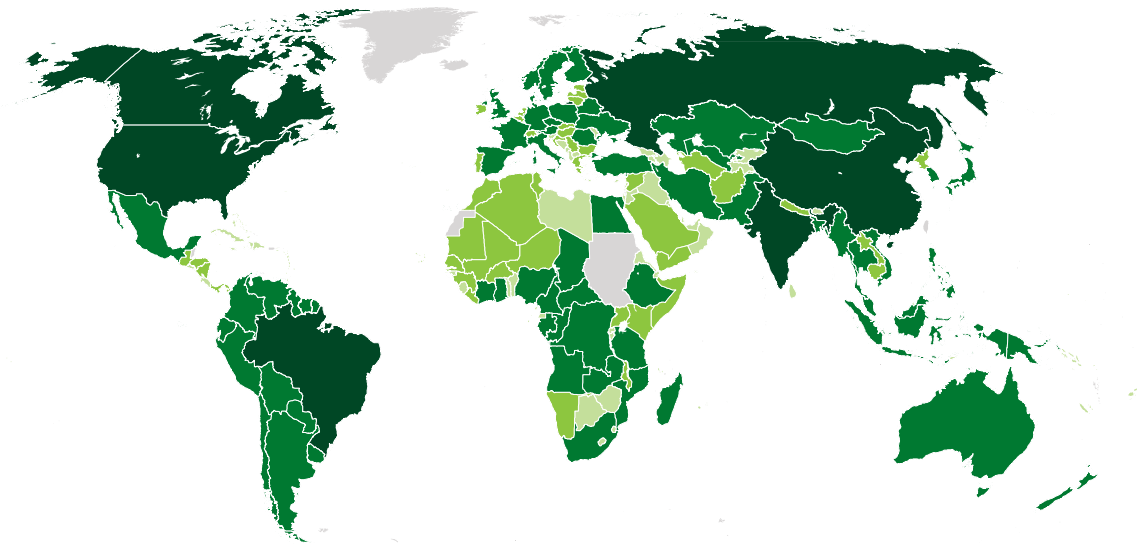
Así como la demanda humana varía entre los países, la capacidad de la naturaleza para proveer bienes y servicios o la biocapacidad está distribuida de forma desigual (Gráfico 37). Brasil, China, Estados Unidos, Rusia y la India abarcan casi la mitad de la biocapacidad del planeta. Estos pocos países 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. Es un ejemplo de cómo la presión es consecuencia de las actividades de consumo de otros países alejados de donde se ejerce la 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 la gestión de los recursos (Kissinger *et al.*, 2011; Rees, 2010).

Gráfico 37. Biocapacidad total de cada país en 2012.

Los resultados de Noruega y Burundi son de 2011 porque faltan datos de entrada del año 2012 (Global Footprint Network, 2016). Los datos se expresan en hectáreas globales (hag).

Leyenda

- < 10 millones de hag
- 10 - 25 millones de hag
- 25 - 500 millones de hag
- > 500 millones de hag
- Datos insuficientes



La proyección de la Huella Ecológica

El gráfico 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.

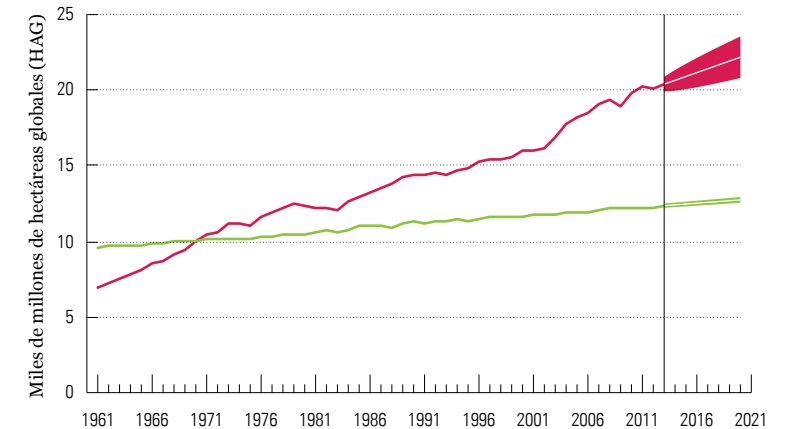
Si no cambia la trayectoria actual de las causas que subyacen en el consumo de recursos y asumiendo que las tendencias actuales de la población y los ingresos se mantendrán constantes, se prevé que la demanda que los seres humanos hacen a la capacidad regenerativa de la Tierra seguirá creciendo a un 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 apoyar una producción y unos estilos de vida con un consumo de recursos menos intensivo (Moore *et al.*, 2012).

Gráfico 38. Tendencias de la Huella Ecológica Mundial entre 1961 y 2012, y extrapolación estadística para el período 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 (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).

Leyenda

- Huella Ecológica
- Límites de confianza
- Biocapacidad
- Límites de confianza



SI NO CAMBIA LA TRAYECTORIA ACTUAL, 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%

Relación entre el consumo y la producción: el caso de la soja

Los indicadores de huella, como la Huella Ecológica, dibujan un cuadro general del uso de los recursos. Para profundizar en 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, etcétera (Croft *et al.*, 2014; Van den Bergh y Grazi, 2014; 2015). Incluso los modestos progresos para desglosar la relación 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 producción mundial de soja creció rápidamente en los últimos cincuenta años y ascendió a 278 millones 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 soja es la alimentación del ganado. La expansión de la producción de soja se ha asociado al cambio considerable en el uso del suelo y a la deforestación que han experimentado hábitats de gran valor biológico, como el Cerrado brasileño (Gibbs *et al.*, 2015).

El gráfico 39 cuantifica la producción de soja de los estados brasileños para satisfacer la demanda de bienes y servicios de la Unión Europea (UE) y muestra fuentes significativas de la demanda, como la alimentación de los animales. Existen diferencias regionales en niveles y motores de la producción. Por ejemplo, el estado de Mato Grosso, situado en el centro occidental de Brasil, es el mayor productor de soja 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 (Lenzen *et al.*, 2012; Moran *et al.*, 2016; Chaudhry 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 que toman las decisiones y apoyar sus intervenciones para contrarrestar los impactos negativos del consumo.

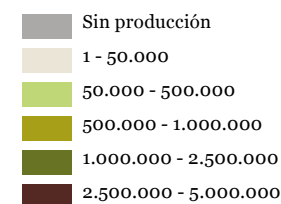
LA EXPANSIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE SOJA SE HA ASOCIADO AL CAMBIO CONSIDERABLE EN EL USO DEL SUELO Y A LA DEFORESTACIÓN QUE HAN EXPERIMENTADO HÁBITATS DE GRAN VALOR BIOLÓGICO, COMO EL CERRADO BRASILEÑO

Gráfico 39. Producción de soja de los estados brasileños y proporción de su producción total generada por la demanda de la UE.

a) Producción de soja 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 soja y sus derivados.
b) Proporción de la producción total de soja de los estados, generada por la demanda de la UE.
El promedio nacional es de 0,21. (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 sus siglas en portugués, 2016). Se están desarrollando métodos para obtener información a escala más reducida a nivel municipal.

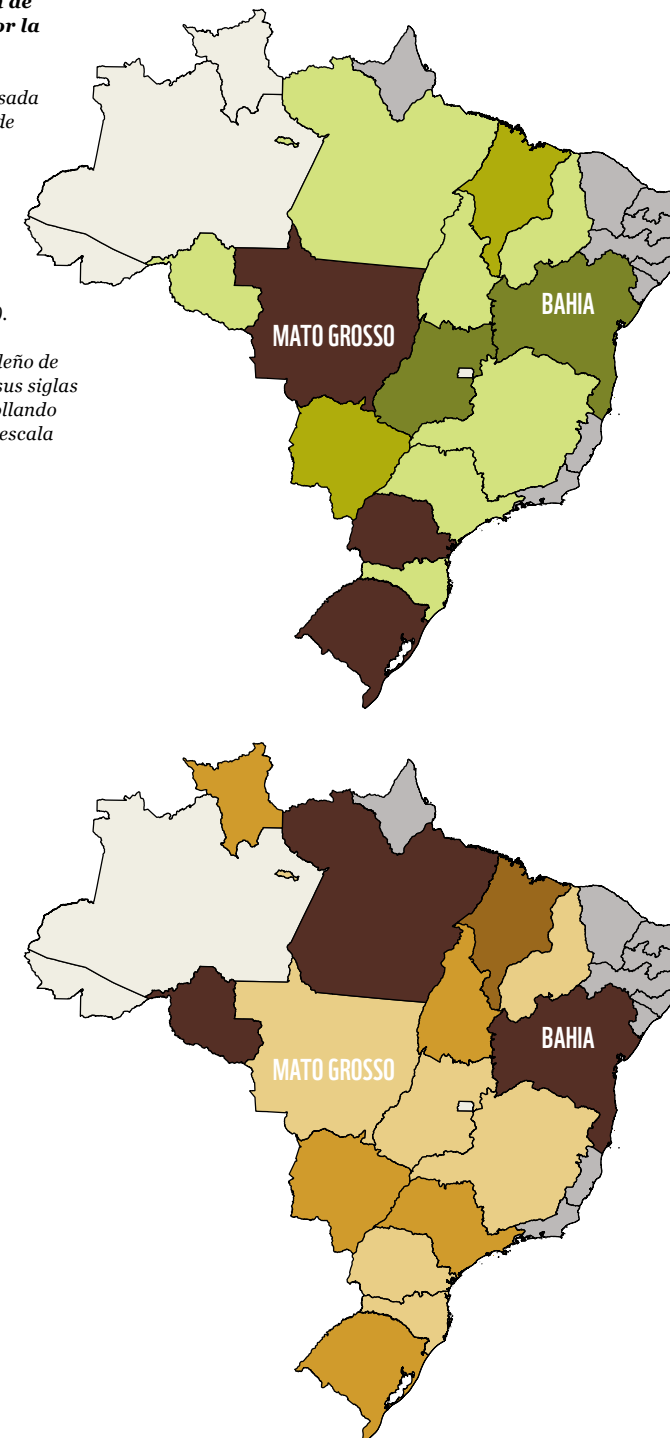
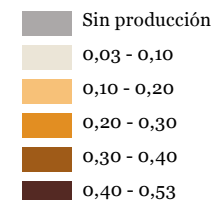
Producción de los estados generada por la demanda de la UE (toneladas).

Leyenda



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

Leyenda



HISTORIA DE LA SOJA

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

El sector europeo de la ganadería intensiva depende de la soja, casi toda proveniente de Sudamérica, para satisfacer la demanda de productos cárnicos y lácteos. De los 46 millones de hectáreas dedicadas a la producción de soja, la demanda de la UE requiere un área de 13 millones en Sudamérica. Esto equivale al 90% de toda el área agrícola de Alemania. Los principales importadores europeos de soja 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 soja es relativamente barata. Las importaciones europeas de soja también aumentaron desde 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 Sudamérica pueden aumentar en el futuro. El apoyo creciente a la producción de biocombustibles también incide en las importaciones de soja 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)



CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE LAS CAUSAS

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 biosfera. Pero el riesgo creciente derivado de sobrepasar los límites planetarios, la tendencia creciente de las huellas de 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 para realizar cambios 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 toman decisiones basándose en un conjunto complejo de señales. Al hacerlo 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 billones de decisiones y se efectúan otras tantas acciones que dan lugar a impactos visibles e invisibles en la sociedad y en el sistema 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

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

Solucionar problemas en un mundo complejo

Pese a la complejidad de múltiples capas que caracteriza 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 CO₂. 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 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 MOTORES, LAS CAUSAS FUNDAMENTALES Y LAS DINÁMICAS BÁSICAS DE LOS SISTEMAS

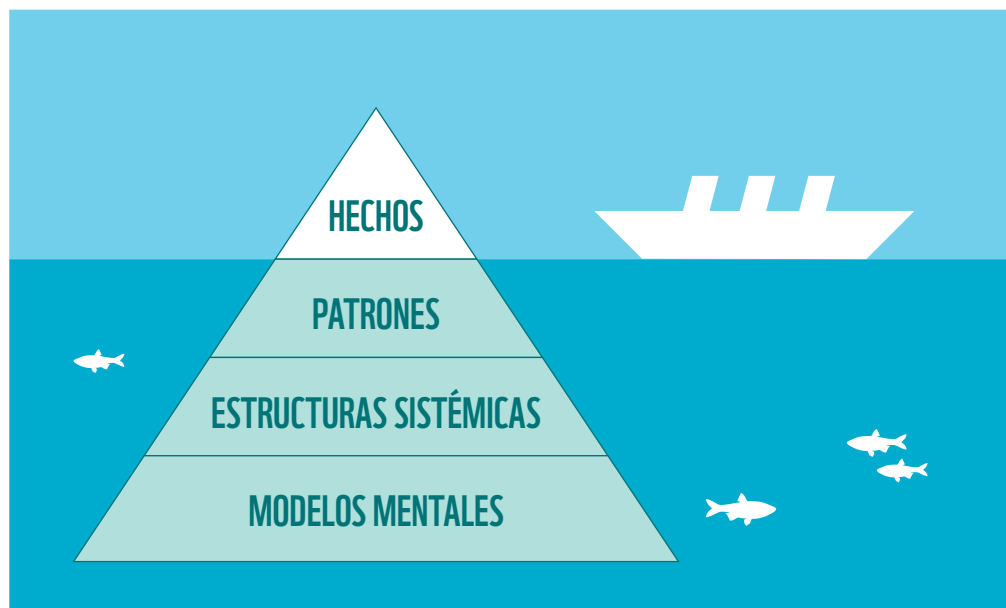
En cambio, la visualización de problemas complejos y la aplicación de soluciones requieren una comprensión mucho más profunda de las presiones, los motores, las causas fundamentales y las dinámicas básicas de los sistemas. Para abordar el problema que acabamos de plantear, quizás deberíamos preguntarnos por qué tanta gente quiere o necesita conducir. ¿Cómo podemos diseñar ciudades en las que sea menos necesario hacerlo? ¿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). El modelo revela la relación jerárquica entre hechos o síntomas, pautas o comportamientos, estructuras sistémicas y modelos mentales.

En el gráfico 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.



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 colocar 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.

Gráfico 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. Los factores que subyacen y que son decisivos del comportamiento del sistema son menos visibles. Cuanto más penetremos bajo los hechos superficiales, más cerca estaremos de las “causas fundamentales”. Adaptado de Maani y Cavana, 2007.

El tercer nivel de pensamiento revela las *estructuras sistémicas*, que son las estructuras políticas, sociales, biofísicas o económicas que definen cómo pueden comportarse e interactuar los diferentes elementos. 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, y lo que la capacidad de carga de un solo planeta 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 haber considerado y analizado los cuatro niveles, estamos en condiciones de identificar los puntos de inflexión. 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 los 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 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, al mismo tiempo que reducía 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 la cuna de las magníficas dinastías tempranas de China. A mediados de la década de los noventa del siglo XX la meseta se hizo famosa sobre todo por el ciclo recurrente de inundaciones, sequías y hambruna, 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 reservadas a la biodiversidad y tierras destinadas al desarrollo económico, a la construcción de terrazas y diques de contención y al desarrollo de otros mecanismos para filtrar las lluvias. Al mismo tiempo, en las tierras reservadas a la biodiversidad se plantaron grandes cantidades de árboles, mientras que en las destinadas al desarrollo económico se aplicaron métodos agrícolas sostenibles de inteligencia climática con el fin de aumentar la biomasa y la materia orgánica.

El paso decisivo 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 reservada a la biodiversidad toda la tierra que fue posible, lo que dio lugar a un hallazgo que desafía el sentido común: concentrar la inversión y la producción en áreas más pequeñas aumenta la productividad. Esto demuestra que los ecosistemas funcionales son más productivos que los disfuncionales.

El trabajo en la meseta de Loess demuestra 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. Se 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)

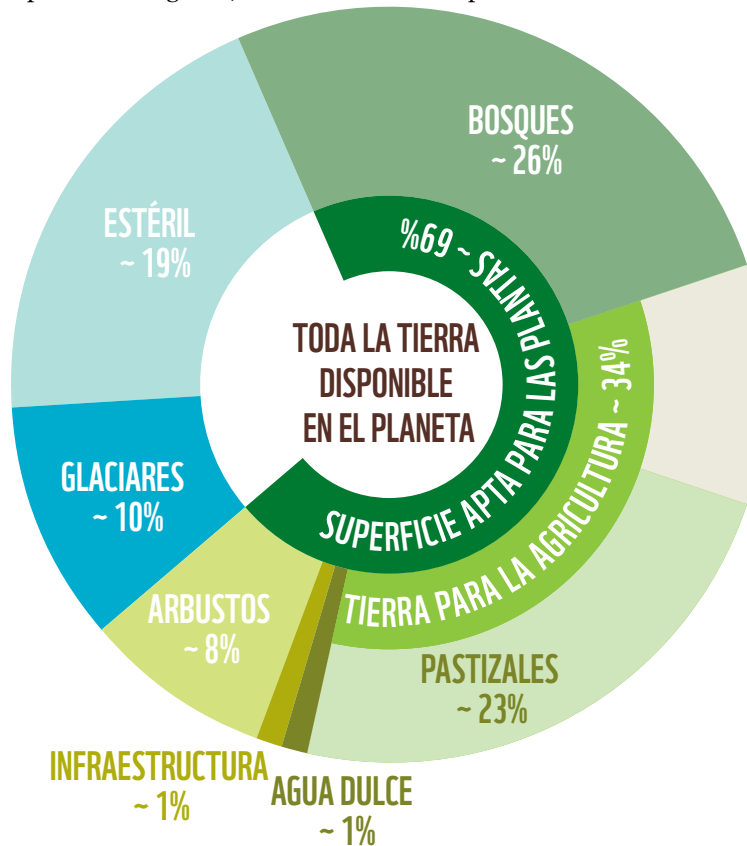


EL PENSAMIENTO SISTÉMICO APLICADO AL SISTEMA ALIMENTARIO

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 biosfera, el cambio en el uso del suelo y el uso del agua dulce (Rockström *et al.*, 2009b). Aunque sus impactos ambientales 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 agraria, entendido como una parte del sistema alimentario.

Gráfico 41. Desglose de cómo se divide el suelo en el mundo según categorías funcionales básicas y cómo la tierra cultivable se clasifica en funciones específicas.

En el gráfico, “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, mientras que 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%. (Gladek *et al.*, 2016. Fuente: FAO, 2015).



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

La agricultura y la ganadería ocupan alrededor del 34% de la superficie de suelo del planeta y aproximadamente la mitad de la que pueden habitar las plantas (Gráfico 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 y la ganadería generan entre el 25 y el 30% de las emisiones de efecto invernadero (IPCC, 2013; Tubiello *et al.*, 2014).

Un tercio de los 1.500 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 3.400 millones de hectáreas de pastizales se usa como forraje para los animales. Por lo tanto, un gran porcentaje de la tierra agrícola –casi el 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 un 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, la cifra de personas con sobrepeso ascendió a 1.900 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 caducados, 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 y ganadera están asociadas 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 hacerles frente 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 inflexión 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 solo 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 solo en suministrar alimentos o brindar ayuda económica. 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, en 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).

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 soja para alimentar



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



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, pues tienen una poderosa influencia sobre lo que las personas deciden consumir.

Estas interacciones diarias de 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.

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 culturales de alimentación, 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 empleo e ingresos gubernamentales. Este sesgo de la agricultura hacia los mercados globales también genera riesgos, porque expone 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 motores 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



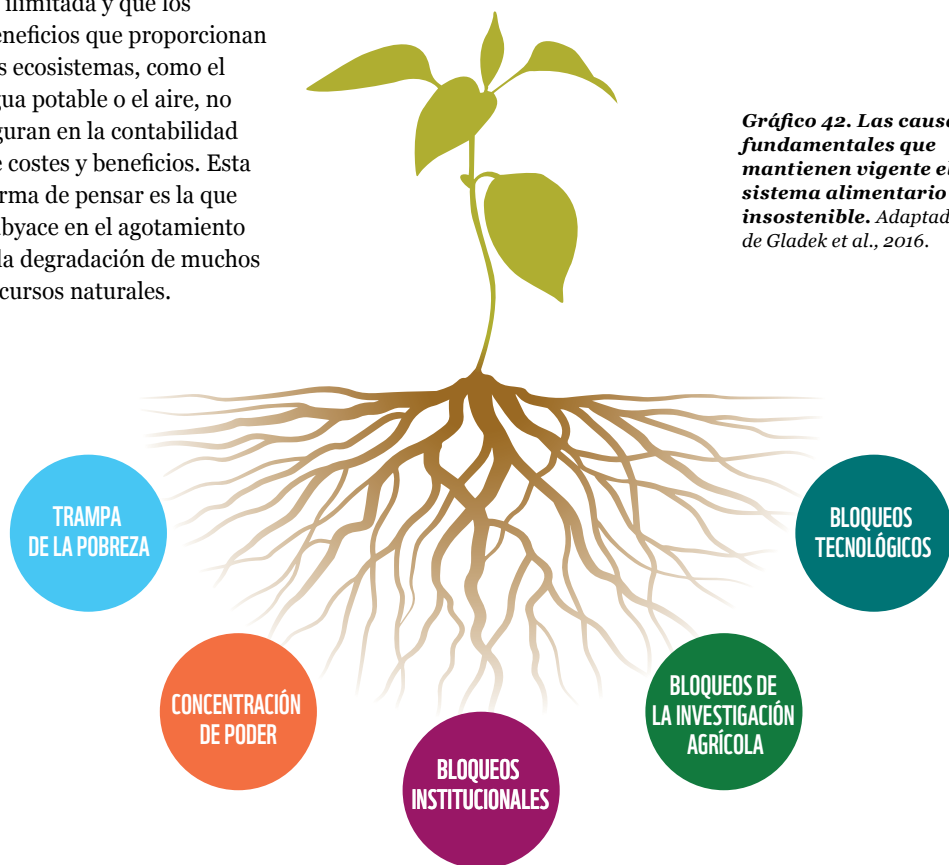
EL SISTEMA ALIMENTARIO ACTUAL PRIVILEGIA A UNOS POCOS, MARGINA A MUCHÍSIMOS OTROS E INFLIGE UN GRAVE DAÑO A LA NATURALEZA Y A LOS ECOSISTEMAS

y suministro de alimentos que privilegia a unos pocos, margina a un gran 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 de 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 gran número 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 costes y beneficios. Esta forma de pensar es la que subyace en el agotamiento o la degradación de muchos recursos naturales.



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



¿Qué mantiene vigente el sistema alimentario insostenible?

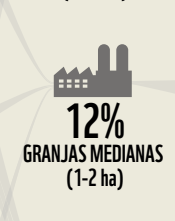
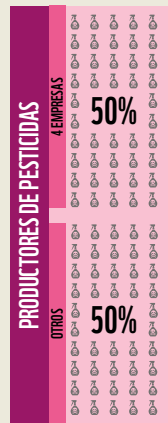
Muchos de los patrones, estructuras sistémicas y modelos mentales que configuran el actual sistema alimentario evitarán que disfrutemos de uno viable en el porvenir. Este sistema ha contribuido a conducir la Tierra al Antropoceno. Si no hay grandes cambios, fomentará nuevas e insostenibles transgresiones 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, describimos otros bloqueos cruciales.

La concentración de poder

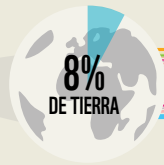
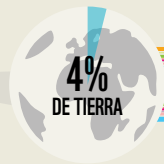
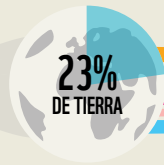
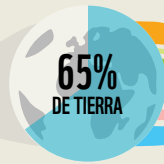
Las políticas económicas, así como la eliminación de las barreras para el comercio agrícola y la desregulación de las empresas, facilitaron la reestructuración del poder y la riqueza en el sistema alimentario mundial (Food & Water Watch, 2013). La liberalización del comercio suele limitar la diversificación 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 transnacionales. 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).

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

Las megaempresas impactan 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). El 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).



157 MILLONES DE GRANJAS EN TOTAL



4 GRANDES DISTRIBUIDORES COMERCIALES Y DE PROCESAMIENTO

LAS 10 MAYORES EMPRESAS COMPRADORAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

OTRAS COMPAÑÍAS DE ALIMENTOS Y BEBIDAS

COMERCIO Y PROCESAMIENTO LOCAL

CADENAS DE SUPERMERCADOS

45% DE ALIMENTOS SUPERMERCADOS E HIPERMERCADOS

35.5% DE ALIMENTOS OTROS

19.5% DE ALIMENTOS TRADICIONAL

5.6 MILLONES DE CONSUMIDORES

GRANJEROS DEDICADOS A LA AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA

Gráfico 43. Una visión 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.

Leyenda

- Cereales (25%)
- Cultivos azucareros (23%)
- Frutas y vegetales (19%)
- Carnes, leche, huevos y grasa animales (13%)
- Raíces amiláceas (féculas) (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 lobby político.

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. El gráfico 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 a la mejora de cultivos, fabricantes de pesticidas y fertilizantes, comerciantes de cereales y minoristas de los supermercados fomentan un sistema alimentario en el que se puede producir y comercializar a gran escala productos agrícolas homogéneos (IPES-Food, 2016).

A pesar de todos los inconvenientes, estas grandes operaciones consolidadas tienen algunos beneficios. 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 beneficiosas (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 para, por ejemplo, reducir las emisiones.

Bloqueos comerciales 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 permiten a los agricultores comprar combustibles fósiles, agua y fertilizantes a costes 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 protagonista 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, el 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 en la intensificación y la consolidación del sistema agrícola mundial 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, incluidas 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 crean entornos 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 lo suficiente a corto plazo como para considerarlas viables (IPES-Food, 2016).

HISTORIA DE LA SOJA

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

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



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

EL DOBLE DESAFÍO DEL DESARROLLO SOSTENIBLE

El siglo XXI 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 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible compaginan las dimensiones económica, social y ecológica necesarias para sostener a la sociedad humana en el Antropoceno (Gráfico 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 manera debemos proteger los bosques y los pastizales, tanto como los océanos y la atmósfera. Un cambio en cualquiera de estos aspectos de la biosfera puede afectar a los otros y alterarla en su conjunto. Por ejemplo, el uso de biocombustibles para reducir las emisiones de CO₂ 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 gestionar nuestra biosfera 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.

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.

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

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





Gráfico 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 “Un Planeta” de WWF

La perspectiva “Un Planeta” de WWF describe las mejores alternativas para usar, compartir y gestionar 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 (Gráfico 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 al ámbito empresarial, la perspectiva “Un Planeta” motiva a las empresas a ajustar sus actividades para contribuir de forma activa a forjar un planeta acogedor y resiliente para las futuras generaciones (Kerkhof *et al.*, 2015; Cranston *et al.*, 2015).

Pequeños cambios para aumentar la eficiencia en el uso de los recursos o reducir la contaminación, efectuados mediante la aplicación de soluciones finalistas 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 las actividades humanas, es más fácil percibir los puntos de inflexión, lugares de un sistema en los que un cambio de una determinada envergadura puede producir el mayor impacto posible. Los puntos de inflexión más comunes para la sostenibilidad son los esfuerzos de planificación 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 utilización 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, estamos haciendo 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.

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 la gestión de las áreas sea efectiva, se requieren mecanismos de financiación apropiados.

Lograr cero deforestación y degradación netas

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 de carbono neta de los bosques. Evitar su degradación 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. Cero deforestación y degradación netas (ZNDD, por sus siglas en inglés) requerirá una diversidad de bosques protegidos y gestionados de forma sostenible, que se integren a otros usos de la tierra, como cultivos, asentamientos e infraestructuras. 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 la gestión y control adecuados de las presiones externas que provocan dicha degradación y

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



desaparición; proteger y restaurar los bosques que tienen mayor valor ecológico; crear estímulos para una gestión 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.

Reforzar la gestión a escala de las cuencas fluviales

A través de la historia, las sociedades no han escatimado esfuerzos para explotar los recursos hídricos. Construyeron presas 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 contaminación. Desafortunadamente, los ríos casi siempre se han gestionado de forma poco sistemática, sin considerar los impactos acumulativos del desarrollo. 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.

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 el 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 biodiversidad, fijado para 2020, de proteger al menos un 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 cuya gestión sea efectiva y equitativa.

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 inclusiva de éxito económico

Para que llegue el día en que consideremos todos los impactos de las acciones humanas, deberá cambiar de forma radical la manera que tenemos de valorar 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.

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 contaminación y los desechos, así como el agotamiento de los recursos naturales. Los ciclos electorales periódicos agravan este problema porque incentivan a los políticos 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 a corto plazo

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, infraestructuras y el uso del suelo, el agua y otros bienes naturales. Pese a los elevados costes ecológicos y sociales de la producción y el consumo insostenibles, todavía es raro que se incluyan en la contabilidad de costes y beneficios. Sin embargo, algunas personas con capacidad de decisión están empezando a tener en cuenta el valor de la naturaleza y sus servicios, conscientes 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 del suelo permitirá a los gobiernos gestionar mejor la demanda cada vez mayor de los recursos del suelo y del agua, tal como lo ilustra la historia reciente del área que circunda al lago Naivasha, el segundo cuerpo de agua dulce más grande de Kenia (ver cuadro).

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

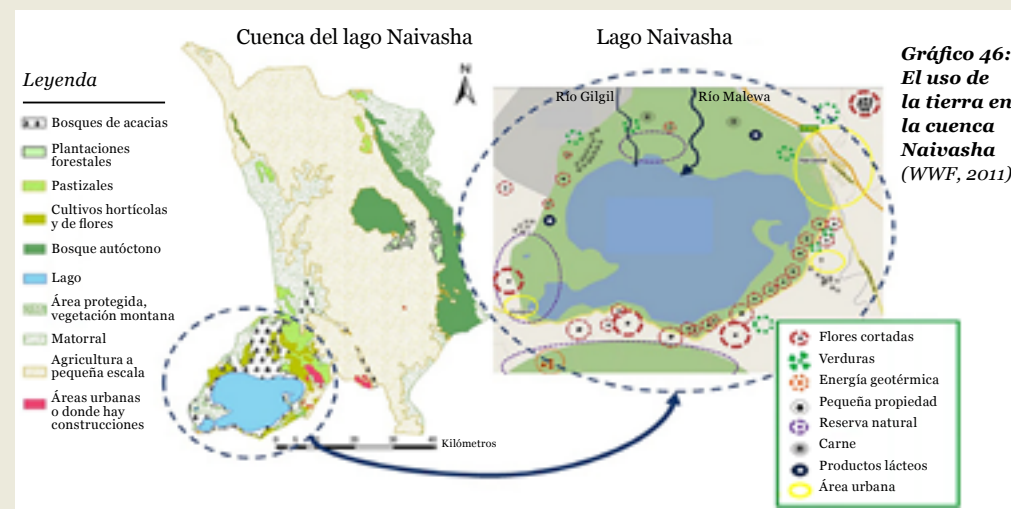


Paisajes resilientes para la naturaleza y las personas: el caso del lago Naivasha

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 la segunda masa de agua dulce más grande de Kenia y soporta una gran industria hortícola que representa alrededor del 70% de las exportaciones de flores de Kenia y entre el 2% y el 3% del PIB del país. El lago sostiene una industria pesquera, un floreciente sector turístico y vacacional, 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). La mayor parte del área de captación 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 en 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, es 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 conectividad entre las áreas inferior y superior de la zona de captación hacen que esta cuenca relativamente pequeña (3.400 km²) sea propensa a conflictos por su calidad y acceso a los recursos naturales. En 2009, una severa sequía sirvió de alerta para desarrollar un enfoque integral de gestión de los recursos naturales (Denier *et al.*, 2015). Los actores interesados, antes antagónicos, se reunieron para 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, la Junta de Gestión de lago Naivasha, una asociación público-privada.

De común acuerdo, los actores interesados pusieron en marcha una serie de medidas 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 servicios ambientales en el cual la parte interesada en la parte baja de la cuenca hidrográfica ofrece pequeños incentivos económicos a los minifundistas de las aguas superiores para que desarrollen 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 se aplica en los periodos de mayor escasez hídrica (Denier *et al.*, 2015).



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.

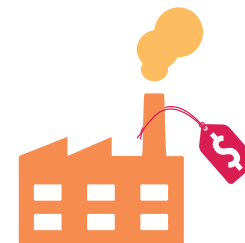
Perspectiva a largo plazo de los riesgos financieros

Reconocer la interdependencia de las demandas humanas de alimentos, agua, energía y medio ambiente, así como nuestra dependencia de los sistemas físicos y naturales de la Tierra, nos dota de una mirada holística poderosa para analizar problemas de negocios y políticos (Reynolds y Cranston, 2014). Hay dos razones por las que las empresas deberían interesarse en la relación 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 supondrán las futuras regulaciones de los mercados para responder al deterioro del medio ambiente y a la pérdida de reputación. Uno de los mecanismos con los 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, priorizar 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 sobre 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 a 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 medir 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 DE 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 costes reales de producción en la cadena de valor fomentará estas mejores opciones.

Gestión sostenible de los recursos

Una economía en la que los recursos se utilicen 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 de los recursos de origen fósil a recursos renovables producidos de manera sostenible es clave para satisfacer las necesidades humanas a lo largo 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 contaminación, estableciendo cambios en el sistema legal o tributario, podría fomentar un modelo como ese y estimular la innovación empresarial que se requiere.

Incorporar los costes reales

Las empresas también pueden incorporar en sus decisiones el valor de la naturaleza. Una regulación gubernamental adecuada podría fomentar esta práctica. Por ejemplo, a las empresas se les podría exigir que paguen el coste real del deterioro ambiental o de la disminución del capital natural, o podrían estar obligadas a rendir cuentas sobre sostenibilidad. Una medida que también podría tener un impacto de largo alcance sería exigir a los mercados financieros que tengan en cuenta los riesgos ambientales (y los riesgos económicos asociados) a la hora de decidir la asignación de capitales. Estas medidas podrían alterar el equilibrio de los incentivos en 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

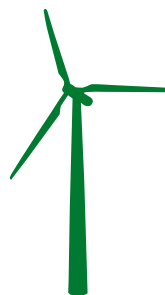
El desarrollo de fuentes de energía alternativas

Puesto que el consumo de combustibles fósiles es el mayor motor humano del cambio climático, la inmensa mayoría de estos combustibles estarían mejor bajo tierra. Por fortuna, las alternativas de energía renovable son cada vez 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 favorezcan la energía renovable producida de forma sostenible sobre las fuentes fósiles. Por otra parte, algunas entidades financieras ya comenzaron a reducir los riesgos asociados al 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 EN ENERGÍAS RENOVABLES Y SU RÁPIDA ADOPCIÓN PUEDEN CONTRIBUIR A REDUCIR LOS RIESGOS CLIMÁTICOS, MEJORAR LA SALUD HUMANA, FORTALECER NUESTRAS ECONOMÍAS Y CREAR EMPLEOS PARA SUSTITUIR LOS DE LAS INDUSTRIAS BASADAS EN LOS COMBUSTIBLES FÓSILES



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



Hacia los sistemas alimentarios resilientes

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 apoya los medios de vida 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 costes de producción los impactos ambientales, sociales, éticos y culturales. Esas mismas estructuras son los puntos de inflexión 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. All mismo tiempo que la reducción de los impactos ambientales de la agricultura y la reducción de los deshechos en la cadena alimentaria son clave para satisfacer las necesidades futuras, la reducción de la huella del consumo de alimentos tendrá una contribución decisiva.

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 energéticos, la producción de alimentos con bajo poder nutritivo y otros usos no alimentarios. Si se motiva a los consumidores para que adopten dietas saludables con un porcentaje moderado de proteínas animales, podrían disminuir los impactos ambientales de la agricultura y aumentar la disponibilidad de los alimentos. Es posible emprender otras iniciativas que apunten al mismo objetivo, como reducir los desechos en la producción y el consumo de los alimentos que requieren más recursos, sobre todo, la carne y los lácteos.

Expandir las innovaciones existentes

Para enfrentar los desafíos enormes 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 dirigida a la sostenibilidad. Han brotado en distintos lugares del mundo. Muchas tendencias actuales comenzaron como proyectos a pequeña escala. Por ejemplo, la agricultura ecológica comenzó como un nicho del mercado (Smith, 2007), pero ahora cada vez es más importante 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 de la producción

En los sistemas alimentarios actuales, el éxito suele reducirse a incrementar la producción, los resultados y la disponibilidad neta de calorías (Tittone *et al.*, 2016). Así como sucede con el PIB, si el objetivo de la agricultura se centra excesivamente en la cantidad por hectárea o en la maximización del rendimiento a corto plazo, en lugar de optimizar 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 de valor, con sus respectivos indicadores de cumplimiento (De Schutter y Gliesman, 2015; IPES-Food, 2016)

Los métodos de diseño y producción de los paisajes agrarios deben mantener la biodiversidad funcional necesaria para la producción a largo plazo. Los sistemas agrarios 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 ambientales, 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 basadas 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 (Tittone *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 sostenibilidad 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 otros (De Schutter y Gliesman, 2015).

Los métodos agroecológicos aportan beneficios considerables en términos de uso eficiente de los recursos y reducción de gases de efecto invernadero y protegen los suelos y ecosistemas de la degradación a largo plazo provocada por los fertilizantes químicos y pesticidas (Gráfico 47). 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). Malawi, un país que hace pocos años creó un programa de subsidios masivos para la adquisición de fertilizantes químicos, ahora está transitando hacia 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 1.300 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 costes de producción y convierten la agroecología en una opción económica sostenible para los agricultores que tienen aversión al riesgo o poco acceso al crédito (De Schutter y Gliesman, 2015).

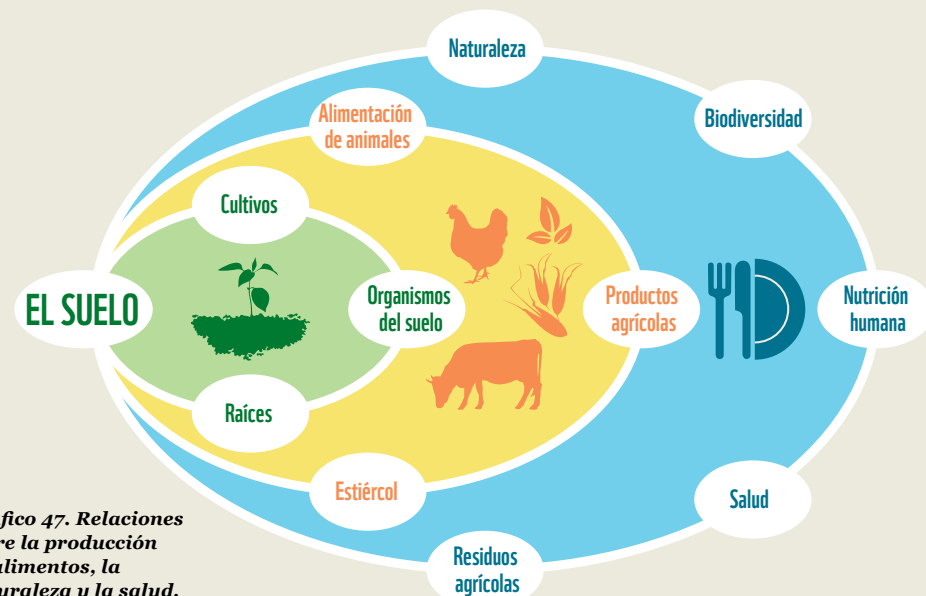


Gráfico 47. Relaciones entre la producción de alimentos, la naturaleza y la salud.
Adaptado del Instituto Louis Bolk, Países Bajos.

Cultivos y paisajes agrarios diversificados

El paisaje es la escala a la que deben integrarse los múltiples componentes de un sistema agrario resiliente. Los paisajes cuentan con la estructura ecológica y los servicios ecosistémicos necesarios para sostener la producción agraria (Tittone *et al.*, 2016). Además, ciertas prácticas agrícolas sostenibles funcionan mejor a nivel de paisaje. Por ejemplo, no tendría sentido aplicar acciones para el control de plagas, la purificación y distribución del agua, y la prevención de la erosión del suelo en áreas aisladas (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) (Gráfico 48).



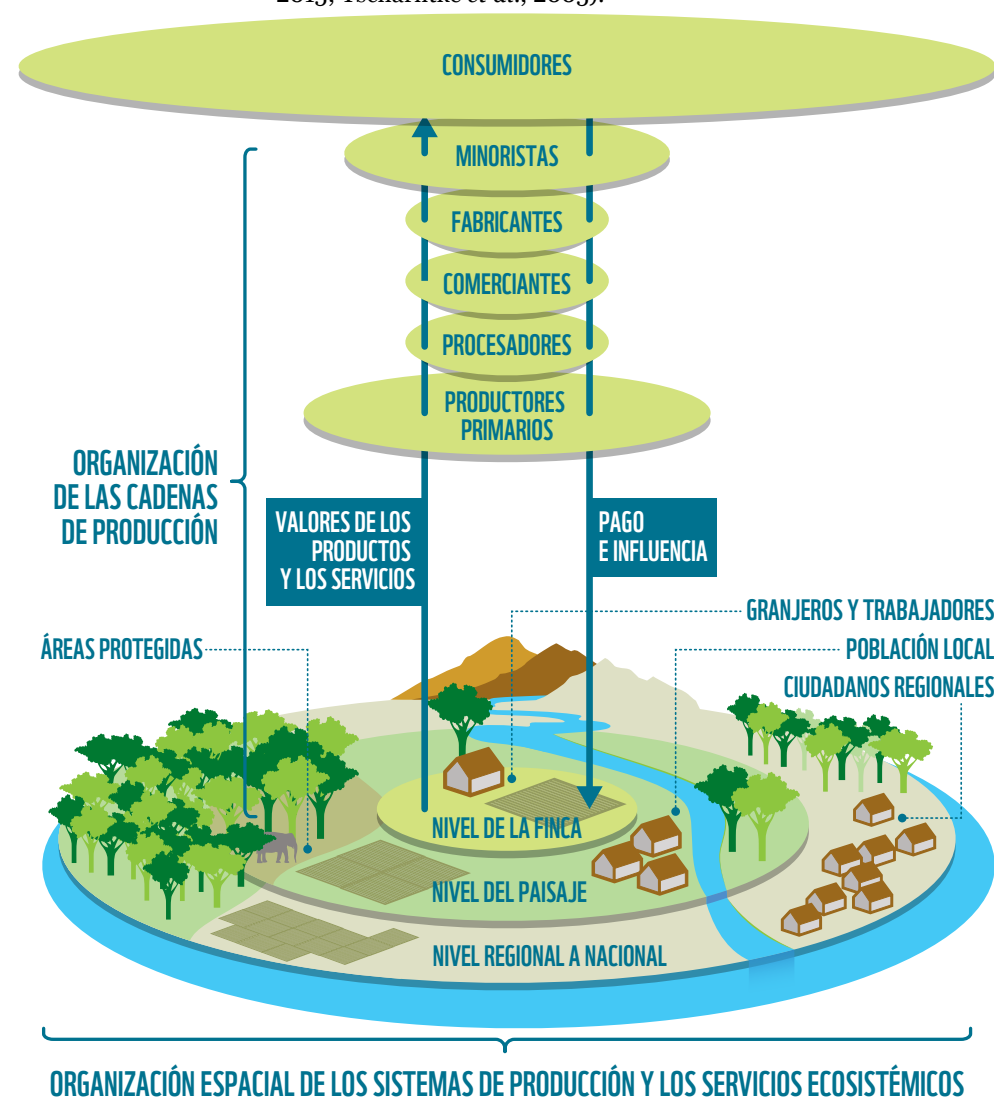
Gráfico 48. Transición hacia sistemas de agricultura sostenible y diversificada, desde diferentes puntos de partida. Adaptado de IPES-Food, 2016.

Promoción del enfoque paisaje en la cadena de suministro

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 a nivel de paisaje (Gráfico 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 costes ambientales de la producción. Así pueden incrementar la demanda de productos sostenibles (Lazarini *et al.*, 2001).

Las empresas que participan en la cadena de suministro pueden convertirse en promotores de la diversificación a escala 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; Tschardt *et al.*, 2005).

Gráfico 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 en el que interactúan los sistemas ambientales esenciales y la forma de poder gestionarlos.

En última instancia, para combatir 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 está cimentado y se identificaron los puntos de inflexión que permitirán llevar a cabo las transiciones que se requieren. Se hizo hincapié en el cambio de los patrones sociales y las estructuras sistémicas, realizando modificaciones graduales o fomentando el desarrollo de innovaciones. 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 centren solo en los beneficios a corto plazo sino que también estén dispuestas a rendir cuentas de los beneficios sociales y ambientales? ¿Cómo deberíamos redefinir e imaginar el desarrollo económico deseable? ¿Cómo podemos reducir el énfasis en la riqueza material, hacer frente al consumismo y a la cultura del “usar y tirar” y promover los valores de una dieta más sostenible? Solo parece posible si se transforman los valores sociales a largo plazo y a través de medios que aún no alcanzamos a imaginar.

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

**PARA COMBATIR 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 antes 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 permita a toda clase de vida prosperar en el Antropoceno.

**LA SOSTENIBILIDAD Y LA RESILIENCIA LLEGARÁN ANTES
SI LA MAYOR PARTE DE LOS HABITANTES DEL PLANETA
COMPRENDE EL VALOR Y LAS NECESIDADES DE NUESTRA
TIERRA, CADA VEZ MÁS FRÁGIL**

GLOSARIO

Biocapacidad	La biocapacidad es la cantidad de áreas de suelo y agua biológicamente productivas existentes en el territorio de un país determinado, y lo productivas que son. La medida de la biocapacidad se aplica a cada uno de los cinco principales tipos de uso del suelo: tierras de cultivo, tierras de pastoreo, zonas de pesca (aguas marinas y continentales), bosques y suelo urbanizado.
Huella Ecológica del consumo	Es el tipo de Huella Ecológica que se utiliza 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 biosfera o su capacidad regenerativa. Este exceso conduce al agotamiento del capital natural que sostiene la vida en la Tierra y a una acumulación de residuos. A nivel global, el déficit ecológico y el exceso son lo mismo, puesto que no existen importaciones netas de recursos en 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 permiten a los investigadores hacer informes 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 seguimiento de las tendencias de más de 14.000 poblaciones de especies de vertebrados. Así como el índice bursátil mide 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.

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 ambientales, como el suelo, la biodiversidad y el agua dulce que reporta 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 importante. Es habitual 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 impacto.
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, emplea una gran variedad de herramientas y enfoques para comprender, comunicar y analizar asuntos transdisciplinarios, entre ellos, la sostenibilidad, la ingeniería y la gestión.

ABREVIATURAS

- ARMA:** modelo autorregresivo de media móvil (en inglés, autoregressive-moving-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).
- CO₂:** 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-Biosfera (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).
- IUU:** Pesca ilegal, no declarada y no reportada.
- 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 abatidos 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 and 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.
- Arnth, 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., Lévêque, 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., Reyntar, 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, Amsterdam, 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. Gliessman. 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].
- Dequines, 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, Copenhagen, 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, Copenhagen, 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.
- Erismann, 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.
- Erismann, 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 CO₂ 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, Amsterdam, 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 CO₂ 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 Fries, 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.4.1b8ae20512db692f2a68001630.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. Available 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., Auriolos, 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.
- Kroecker 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/nature11445.

- 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., Tylanakis, J.M., Letourneau, D.K., Benton, T.G., Tittone, 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, Paris. 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., McNeese, 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 Quééré, C., Boden, T., Canadell, J.G. and M.R. Raupach. 2012. Rapid growth in CO₂ 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/nature0424
- Primack, 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., Gassman, 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 CO₂ 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.
- Rödger, D., Kielgast, J., Bielby, J., Schmidlein, 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. Murdiyaro. 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.o.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, Berlin, 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., Córdor 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*. Paris.
- 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., Aghababayan, 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	Italia
Armenia	Japón
Australia	Kenia
Austria	Laos
Azerbaiyán	Madagascar
Bélgica	Malasia
Belice	México
Bolivia	Mongolia
Brasil	Mozambique
Bulgaria	Myanmar
Bután	Namibia
Camboya	Nepal
Camerún	Noruega
Canadá	Nueva Zelanda
Colombia	Países Bajos
Corea	Pakistán
Croacia	Panamá
Chile	Papúa Nueva Guinea
China	Paraguay
Dinamarca	Perú
Ecuador	Polonia
Emiratos Árabes Unidos	Reino Unido
España	República Centroafricana
Estados Unidos de América	República Democrática del Congo
Filipinas	Rumania
Finlandia	Rusia
Fiyi	Singapur
Francia	Sudáfrica
Gabón	Suecia
Georgia	Suiza
Grecia	Surinam
Guatemala	Tailandia
Guayana Francesa	Tanzania
Guyana	Túnez
Honduras	Turquía
Hong Kong	Uganda
Hungría	Uganda
India	Vietnam
Indonesia	Zambia
Islas Salomón	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 Gráficos:
© 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 geoGráficos 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

RED MUNDIAL DE WWF

Oficinas de WWF*

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



Por qué estamos aquí

Para detener la degradación del ambiente natural del planeta y construir un futuro en el cual los humanos convivan en armonía con la naturaleza.

wwf.es/informeplanetavivo