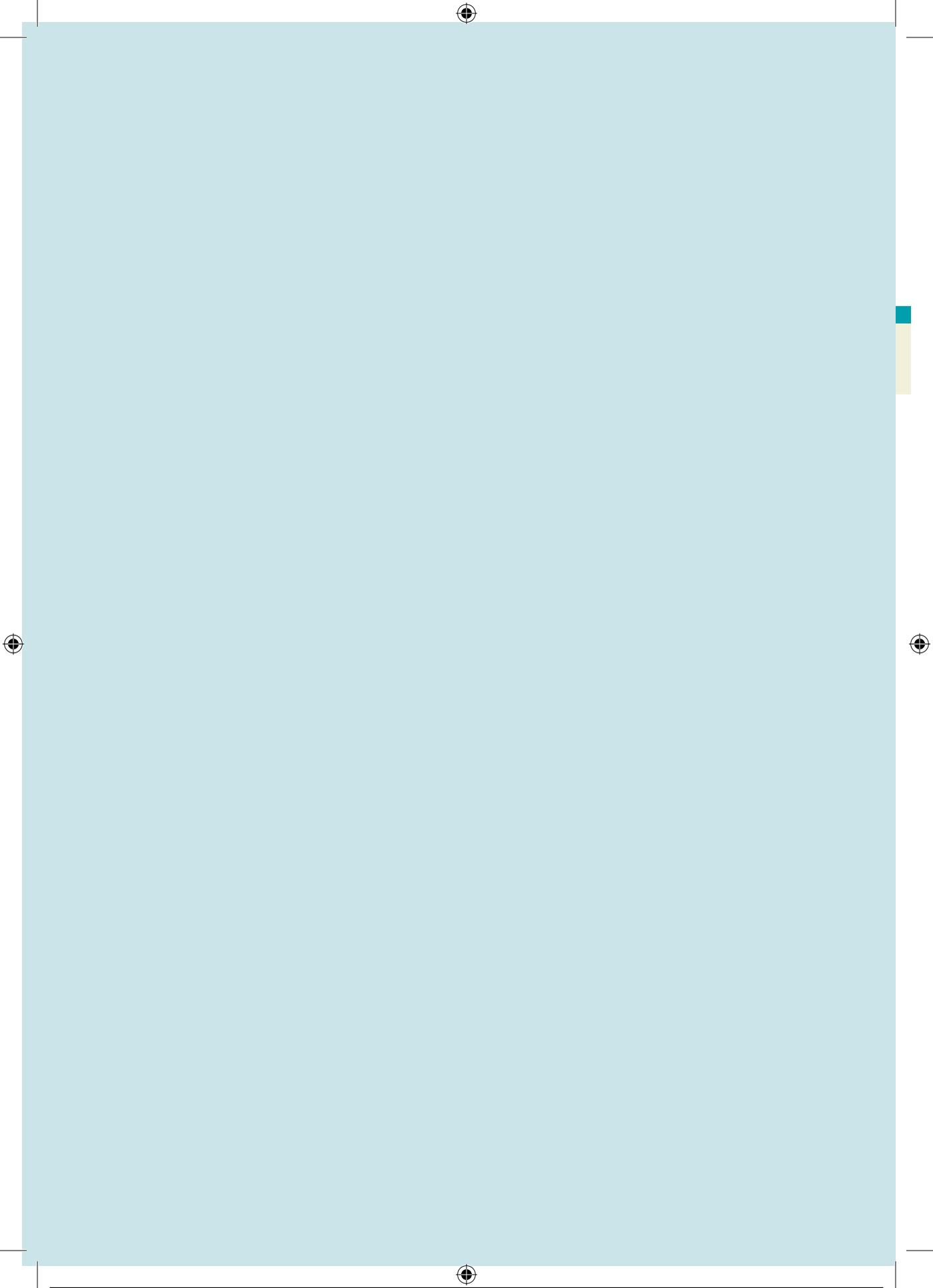


Luis Herrera Mesa

# ECOLOGÍA, CAMBIO CLIMÁTICO Y SEXTA EXTINCIÓN



Mc  
Graw  
Hill



# CONTENIDO

PRÓLOGO .....	IX
PRESENTACIÓN .....	XI
AGRADECIMIENTOS .....	XIII
ABREVIATURAS.....	XV
<b>1. EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEXTA EXTINCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LA BIODIVERSIDAD .....</b>	<b>7</b>
2.1. Causas de la pérdida de biodiversidad .....	8
2.1.1. El cambio climático .....	8
2.1.1.1. La atmósfera .....	12
2.1.1.2. Los océanos .....	29
2.1.1.3. La criosfera.....	39
2.1.1.4. El ciclo del agua .....	44
2.1.1.5. Las cumbres sobre el cambio climático.....	47
2.1.1.6. Efectos del cambio climático sobre la biodiversidad.....	56
2.1.2. La contaminación ambiental .....	63
2.1.2.1. Contaminación del aire .....	63
2.1.2.2. Contaminación del agua.....	64
2.1.2.3. Contaminación de las aguas continentales en la Unión Europea.....	64
2.1.2.4. Contaminación de las aguas costeras en la Unión Europea ...	70
2.1.2.5. Contaminación de los océanos.....	71
2.1.2.6. Contaminación del suelo.....	76
2.1.3. Los cambios de uso del suelo.....	82

2.1.4. La fragmentación de los ecosistemas .....	88
2.1.5. Las catástrofes naturales como causa de extinción de especies .....	94
2.1.6. La extinción de especies inducida por la actividad humana .....	98
2.1.6.1. La <i>sexta extinción</i> .....	98
2.1.6.2. La caza y la caza furtiva .....	104
2.1.6.3. Los venenos .....	108
2.1.6.4. La sobrepesca y la sobreexplotación .....	109
2.1.6.5. Las especies exóticas invasoras (EEI).....	112
<b>3. LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.....</b>	<b>187</b>
3.1. Conservación de los hábitats y las especies en Europa.....	188
3.2. Propuestas para mitigar la extinción de especies .....	190
3.2.1. Declaración de áreas y espacios protegidos .....	190
3.2.2. Restauración de corredores ecológicos.....	198
3.2.3. Bancos de conservación de la naturaleza .....	202
3.2.4. Bancos de semillas y jardines botánicos .....	206
3.2.4.1. Lista Roja Europea de plantas vasculares .....	206
3.2.4.2. Conservación <i>in situ</i> versus conservación <i>ex situ</i> .....	219
3.2.4.3. Bancos de semillas y bancos de germoplasma .....	219
3.2.4.4. Los jardines botánicos.....	221
3.2.5. Protección de especies animales en peligro de extinción .....	223
3.2.5.1. Lista Roja Europea de animales .....	223
3.2.5.2. Programa LIFE.....	241
<b>4. EPÍLOGO.....</b>	<b>243</b>
REFERENCIAS .....	249
CRÉDITOS DE LAS ILUSTRACIONES .....	279
Créditos de las fotografías .....	279
Créditos de las figuras.....	281
Créditos de los mapas .....	283
ÍNDICE ONOMÁSTICO .....	285
ÍNDICE ANALÍTICO .....	289

# PRÓLOGO

Hace ya varias décadas que el impacto mediático de la aparición de un gran agujero en la capa de ozono, a nivel de la Antártida, fue un punto de inflexión por el cual se tuvo conciencia de lo que la actividad humana estaba produciendo a nivel planetario, y se tomaron medidas prohibiendo los clorofluorocarbonos (CFC) responsables de esa degradación, lo que ha tenido un efecto muy positivo en la capa protectora de ozono que rodea la Tierra. Pero los datos científicos vienen dando señales de que nuestro planeta está experimentando importantes cambios que se manifiestan, entre otros, por un incremento muy rápido de las temperaturas, con los efectos colaterales que ello implica. Diariamente nos encontramos en las noticias grandes desastres producidos por eventos de inundaciones, sequías, incendios, etc., que cada vez parecen aumentar su frecuencia y severidad. Se están provocando cambios importantes en los ecosistemas que se traducen en una desaparición de especies, en cambios en su distribución y, como consecuencia, en la aparición de especies invasoras que compiten con las locales. En muchos casos, son transmisoras de enfermedades en lugares y países que hasta ahora se consideraban a salvo. El impacto ya está siendo particularmente grave en lo que se ha llamado *el sur global* y las grandes y prolongadas sequías están produciendo hambrunas y guerras, que implican éxodos masivos hacia los países del *gran norte*, con lo que supone de pérdida de vidas y, en general, de grandes consecuencias sociales y económicas. Todo ello hace que nos enfrentemos a un futuro lleno de incertidumbres.

La situación de pandemia por el coronavirus SARS-CoV-2 (COVID-19) ha puesto de manifiesto la fragilidad de los seres humanos y nos ha hecho ver que todos estamos dentro del mismo barco, un pequeño planeta que nos cobija y al que estamos maltratando. Son muchas las voces de científicos que apuntan a que la destrucción de ecosistemas y la pérdida de biodiversidad son la principal causa de que agentes infecciosos (como el COVID-19) acaben saltando de especies salvajes al hombre.

Se requieren urgentemente acciones concretas y no declaraciones políticas (que, aunque llenas de buenas palabras, en su mayoría adolecen de acciones concretas y efectivas). Y para ello no vale la improvisación, se necesitan medidas que se basen en estudios serios. Por tanto, hoy más que nunca se ha de apoyar la investigación y la innovación. Estas serán necesarias para salvar los medios de vida y la prosperidad de las generaciones futuras, y también para preservar el bienestar de la población mundial.

En este libro, el Prof. Luis Herrera, como académico, fiel al espíritu científico y docente que le caracteriza, y consciente de la obligación moral que tenemos los científicos de divulgar el conocimiento, nos presenta una obra magistral en la que poder adentrarnos para comprender las causas y los efectos de los cambios ambientales que tenemos encima. Haciendo una revisión de lo que ocurrió en épocas geológicas anteriores, nos presenta la situación actual, los causantes de la misma y sus efectos, así como las propuestas, acciones y convenios surgidos a nivel nacional y mundial tratando de solucionar el problema. Todo ello con una extensa revisión de lo que significan las áreas protegidas, listas con numerosos ejemplos de animales y vegetales que han desaparecido o se encuentran en peligro de extinción, así como de especies invasoras. A lo largo de los diferentes capítulos, se explican de forma sencilla los conceptos y definiciones relacionados con el cambio global y con la conservación. Y se dan propuestas concretas de actuaciones para mitigar esta *sexta extinción*.

Por todo ello, considero un gran honor, y agradezco al autor que me permita introducir esta obra que considero atractiva, interesante y útil tanto para los que desde la ciencia estamos involucrados en estos temas como para el público en general, en la seguridad de que a ninguno dejará indiferente.

Prof. Dr. Javier Alba-Tercedor  
*Universidad de Granada*

# PRESENTACIÓN

Es hora de despertarse.

Imaginen un lugar donde existe una de las playas más hermosas del mundo, de arenas limpias y aguas cristalinas donde nadan miles de especies de peces. Hay gente de todos los lugares del mundo que acude a verla, y los habitantes del lugar se sienten orgullosos de tener ese tesoro.

Alguien piensa que las riquezas hay que aprovecharlas. Y un día se edifican cuatro hoteles frente a la playa, que se llenan de visitantes. El éxito es absoluto. Pasan los meses y las aguas residuales comienzan a invadir la zona; y la basura, que la gente va dejando sin querer. Los accesos han destrozado parte del paisaje, y los negocios que han crecido al calor de los turistas. Y al cabo de unos pocos años, de aquella belleza natural de la playa ya no queda nada. Y la gente deja de venir. El tesoro se ha perdido.

Hace ya algunos años que hemos comprendido que el desarrollo sostenible es la única forma de crecimiento que podemos aceptar. Porque, básicamente, supone utilizar el sentido común. No se puede edificar sin cimientos. Y no se puede crecer a costa de destruir aquello que constituye nuestro medio natural.

Nuestro planeta es como esa hermosa playa llena de flora y fauna: está en grave peligro por el desarrollo desordenado y voraz del ser humano. Las advertencias sobre la degradación ambiental del mundo y las amenazas a la biodiversidad son ignoradas por los hechos. En la actualidad existen miles de especies que se encuentran en camino de extinción: algunas de ellas al borde mismo de su desaparición. Es una devastación que el planeta no ha conocido en más de diez millones de años.

*Ecología, cambio climático y sexta extinción* es un libro excepcional de Luis Herrera, catedrático emérito del Departamento de Biología ambiental de la Universidad de Navarra. Un grito que reclama nuestra atención mostrándonos una fotografía descarnada de la peor realidad que pudiéramos pensar. Una que no tenemos que imaginar, porque ya está aquí.

Hablar de cambio climático no es hablar de futuro, sino de presente. Es hablar de cosas que ya nos están afectando con inexplicables modificaciones del clima, incluidos los cambios de temperatura del mar, que afecta a la vida de las especies marinas, o la frecuencia e intensidad de las fuertes tormentas que afectan a Canarias como consecuencia de los cambios atmosféricos que han desplazado la ruta de los huracanes en el Atlántico.

El dictamen de los científicos es terminante: desde 1950, muchos de los cambios observados no han tenido precedentes. La atmósfera y los océanos se han calentado, los volúmenes de nieve y hielo han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado. Cambiar el lugar en el que vivimos, en este pequeño planeta que habitamos, tiene consecuencias. Un desarrollo insostenible promovido por una avaricia insensata puede acabar con nuestras fuentes de riqueza.

Es la hora de despertarse. Y es algo que debemos hacer todos, cada uno de los hombres y mujeres de este planeta. Es el tiempo de defender con uñas y dientes nuestro futuro y el de nuestros hijos. No se puede prosperar a cualquier precio. Debemos legar a nuestros hijos un planeta mejor que el que nos dejaron a nosotros. Debemos luchar por nuestra flora y nuestra fauna, por nuestro medio ambiente terrestre y marino. Porque si no lo hacemos, la última especie que conseguiremos extinguir será la nuestra.

Casimiro Curbelo  
*Presidente del Cabildo Insular de La Gomera*

# AGRADECIMIENTOS

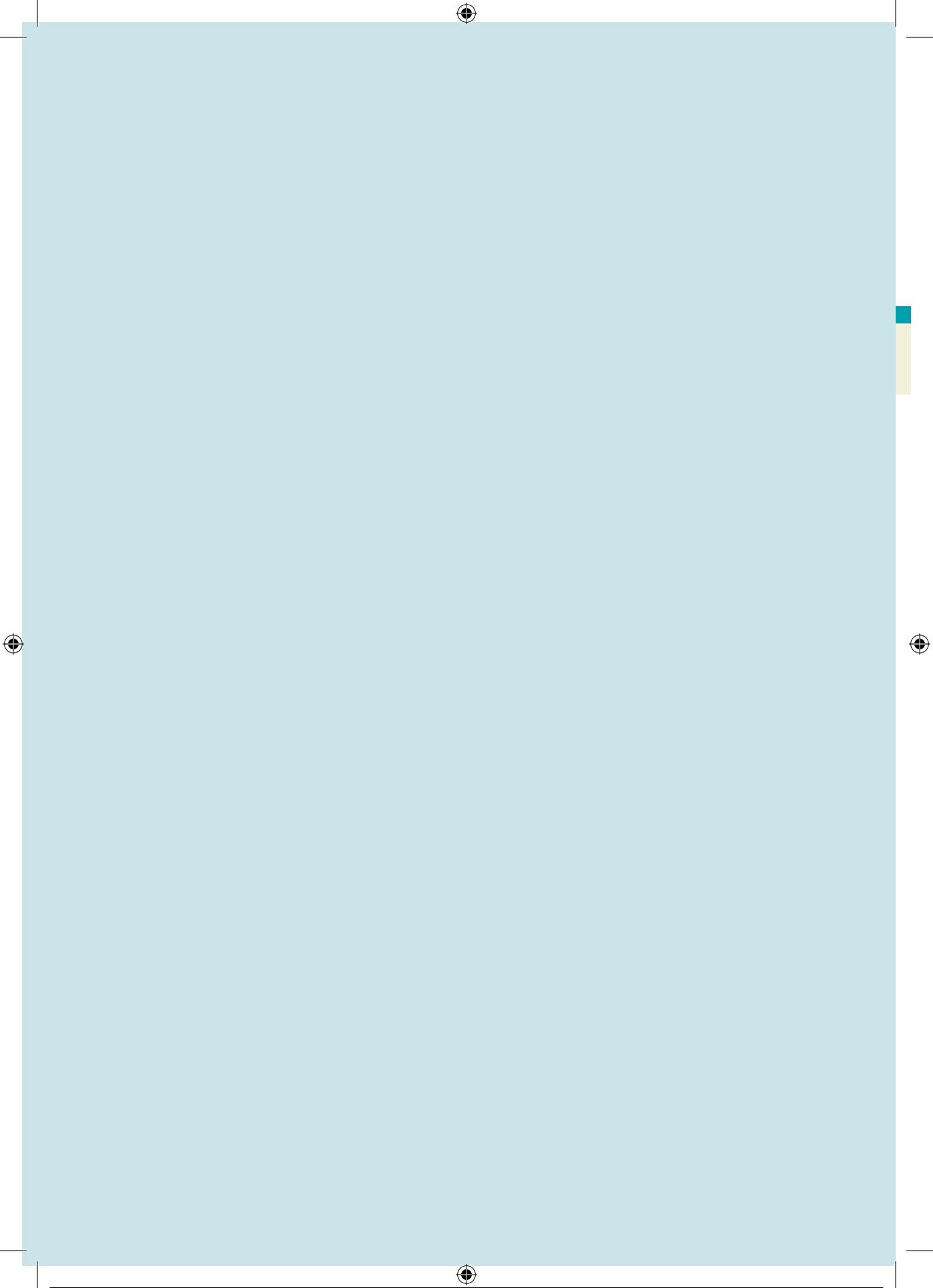
Es difícil expresar con palabras mi gratitud a todas las personas que de un modo u otro me han permitido escribir este libro.

Doy las gracias a todo el personal del Departamento de Biología Ambiental de la Universidad de Navarra, con los que a lo largo de más de 40 años he llevado a cabo tareas de docencia, investigación y administrativas: Guillermo Alonso del Real, Luis Gállego, Ana Alemany, Rafael Jordana, Carmen Escala, M.<sup>a</sup> Lourdes Moraza, M.<sup>a</sup> Ángeles Hernández, Juan J. Iribarren, Antonio R. Arbeloa, Mariano Larraz, Juana Cruchaga y Socorro Tellechea; y a todas las personas más recientemente incorporadas al Departamento: Rafael Miranda, Jordi Puig, Ana Amézcuca, Ángel Chaves, Eva Montilla y Carmen Vales, entre otras. Agradezco de modo particular a Arturo H. Ariño, Enrique Baquero, David Galicia y Javier Ozcoz la cortesía para usar algunas fotografías e ilustraciones; a los alumnos de grado, máster y doctorado que de un modo u otro han participado en las labores del Departamento.

He querido dedicar este libro al Prof. D. Francisco Ponz que orientó con el Dr. Jordana mi formación doctoral en fisiología de insectos; después tuve la oportunidad de trabajar con el Dr. Ponz en el Rectorado de la Universidad de Navarra y aprender de él sus acendradas virtudes de prudencia, fortaleza y generosidad para el buen gobierno. Agradezco también a instituciones como la Fundación alemana Alexander von Humboldt, y en particular al Cabildo Insular de La Gomera, en la persona del presidente D. Casimiro Curbelo, y a Dña. Rosa Elena García, consejera de Educación y Cultura, por la atención prestada para coeditar este libro con la prestigiosa editorial McGraw-Hill, que avala la publicación de esta obra.

Estoy muy agradecido al Prof. Dr. Javier Alba Tercedor, catedrático de Zoología de la Universidad de Granada, por su disponibilidad para corregir el manuscrito y escribir el Prólogo, y a D. Isidoro Sánchez García, ingeniero de Montes, primer director del Parque Nacional de Garajonay, por su explayado Epílogo.

El matrimonio no exige que la esposa acepte las cargas del autor. Sin embargo, Alicia, mi esposa, ha sobrellevado con paciencia este servicio y le estoy muy agradecido. Como dice el Dr. Stanley Robbins, exdirector del Departamento de Patología de la Universidad de Boston, «también sirven quienes están al lado y alientan». Agradezco también a mis seis hijos y cónyuges, y veintitrés nietos, que me han ayudado a reflexionar con algunas de sus preguntas sobre aspectos y cuestiones de la naturaleza.



# ABREVIATURAS

## Abreviaturas y acrónimos que aparecen a lo largo de la obra

AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AMETSE	Asociación Meteorológica del Sureste
AMP	Áreas Marinas Protegidas
ASPEA	Associação Portuguesa de Educação Ambiental
BGVMA	Banco de Germoplasma Vegetal del Real Jardín Botánico de Madrid
BOC	Boletín Oficial de Canarias
CDB	Convenio sobre Diversidad Biológica
CDC	Centers for Disease Control and Prevention/Centros para el Control y Prevención de Enfermedades de EE. UU.
CE	Comisión Europea
CEBAS	Centro de Edafología y Biología Aplicada del Sureste del CSIC
CITES	Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres
CETS	Carta Europea de Turismo Sostenible en ENP
CIESM	Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CNEA	Catálogo Nacional de Especies Amenazadas
CNUMAD	Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y el Desarrollo
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas
CSSE	Center for Systems Science and Engineering
COP	Conferencia de las Partes
COVID-19	COronaVirus Disease-2019
CTP	Communauté de Travail des Pyrénées
DAISIE	Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe
DANA	Depresión Aislada en Niveles altos de la Atmósfera
ECDC	European Centre for Disease Prevention and Control
EEl	Especie Exótica Invasora
ENP	Espacios Naturales Protegidos
FAO	Food and Agriculture Organization
FOLU	Forestry and Other Land Use
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GISS	Goddard Institute for Space Studies
ICONA	Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza
IIEP	Institute for European Environmental Policy
IEO	Instituto Español de Oceanografía
INIA	Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
IPBES	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services

IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
LIC	Lugar de Importancia Comunitaria
MaB	Programa El Hombre y la Biosfera de las Naciones Unidas
MAGRAMA	Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
MAPAMA	Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
MARPOL	Marine Pollution
MSFD	Marine Strategy Framework Directive/Directiva marco sobre la estrategia marina de la UE
MUNA	Museo de la Naturaleza y la Arqueología de Tenerife
NAPAP	National Acid Precipitation Assessment Program
NBS	Nature Based Solution
OMI	Organización Marítima Internacional
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OSPAR	Convenio sobre la protección del medio ambiente marino del Atlántico Nordeste (OSlo-PARis)
PNACC	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático
PNUMA	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
PRUG	Plan Rector de Uso y Gestión de Garajonay
SARS-CoV-2	Severe Acute Respiratory Syndrome-CoronaVirus-2, COVID-19
SEO	Sociedad Española de Ornitología
SIBIC	Sociedad Ibérica de Ictiología
TIMBRE	Tailored Improvement of Brownfield Regeneration in Europe
UA	Universidad de Alicante
UE	Unión Europea
UFZ	Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
UMU	Universidad de Murcia
UNAV	Universidad de Navarra
UNEP	United Nations Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UPCT	Universidad Politécnica de Cartagena
VIH	Virus de la Inmunodeficiencia Humana
WAZA	World Association of Zoos and Aquariums/Asociación Mundial de Zoos y Acuarios
WCMC	World Conservation Monitoring Center
WRI	World Resources Institute/Instituto de Recursos Mundiales
WWF	World Wildlife Fund/Fondo Mundial para la Vida Silvestre
WWF/ADENA	Asociación para la DEFensa de la NATuraleza
WWF/España	antes WWF/ADENA
ZEC	Zona de Especial Conservación
ZEPA	Zona de Especial Protección para las Aves
ZEPIM	Zonas Especialmente Protegidas de Importancia para el Mediterráneo

## Abreviaturas de compuestos químicos mencionados en la obra

CFC	clorofluorocarbonados
DDD	dicloro difenil dicloro etano
DDE	dicloro difenil dicloro etileno
DDT	dicloro difenil tricloro etano
HCB	hexacloro benceno
$\alpha$ HCH, $\beta$ HCH $\gamma$ HCH	hexacloro ciclohexanos
PAN	nitrate de peroxiacilo
PCB	policloro bifenilos
PCN	policloro naftalenos
PeCB	pentacloro benceno



1

# EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA SEXTA EXTINCIÓN

Las cinco grandes extinciones en masa se han producido en diferentes periodos geológicos con desaparición de innumerables especies de la fauna y flora, objeto de estudio de una ciencia apasionante como la *paleontología*. Entre las causas naturales de estas extinciones están el vulcanismo a gran escala, la tectónica de placas, las glaciaciones, las emanaciones en los fondos oceánicos de grandes cantidades de metano y gases de efecto invernadero, los cambios rápidos de temperatura seguidos de episodios de falta de oxígeno en los mares y océanos, y descensos del nivel del mar; o fenómenos extraterrestres, como el impacto de grandes meteoritos, la proximidad de una supernova, erupciones solares violentas, etc.

La *sexta extinción masiva* transcurre en el periodo Cuaternario desde hace 2,6 millones de años, en la época del Pleistoceno hasta la época del Holoceno con la aparición de la civilización humana. De acuerdo con diferentes autores, la *sexta extinción* en masa se puede dividir en tres etapas principales: la primera comenzó hacia finales del Pleistoceno seguida de la aparición de los primeros humanos hace unos 100.000 años que se dispersaron por los distintos continentes; la segunda comenzó con el inicio de la agricultura y los primeros asentamientos humanos hace unos 12.000 años en el Neolítico, y la tercera, con el cambio climático actual debido a causas naturales y al desarrollo industrial de la sociedad de consumo en el periodo Antropoceno<sup>1</sup>.

La época más larga de este periodo ha sido el Pleistoceno, que se ha caracterizado por diferentes ciclos de glaciaciones e interglaciaciones alternativas en intervalos de entre 40.000 y 100.000 años, aproximadamente. En los periodos glaciares las masas de hielo avanzan sobre los continentes cubriendo hasta el 40 % de la superficie terrestre, mientras en los periodos interglaciares más cortos el clima se hace más suave y los glaciares retroceden. Con cada avance del hielo, grandes extensiones de los continentes se despoblaron y los animales desaparecieron o se retiraron hacia el sur empujados por el avance del frente glaciar. El estrés provocado por los cambios climáticos drásticos produjo la disminución del espacio habitable y la reducción de alimentos disponibles.

A finales del Pleistoceno tuvo lugar la extinción de grandes mamíferos en todos los continentes, como los *mamuts*, los *mastodontes* y el *oso de las cavernas*, entre otros, probablemente con la aparición del *Homo habilis*, del *Homo erectus* y del *Homo neanderthalensis*. A ello se suma la extinción de fondo ocasionada por la especie humana, *Homo sapiens*, en esta época del Holoceno, y más recientemente en el Antropoceno desde la Revolución Industrial del siglo XVIII hasta hoy, como veremos más tarde en el apartado *La extinción de especies inducida por la actividad humana*, pág. 98.

El género *Homo* apareció a comienzos del Pleistoceno hace unos 2,5 millones de años. La especie más antigua de este género es el *Homo habilis*, que vivió aproximadamente desde hace 2,5 hasta hace 1,44 millones de años. El tamaño del cerebro

era mayor y probablemente era capaz de *fabricar* los primitivos utensilios de piedra del Paleolítico<sup>2</sup>. El *Homo erectus* vivió desde hace 1,8 millones a 117.000 años antes de la época actual y probablemente conocía el uso del fuego. El hombre de Neandertal, *Homo neanderthalensis*, habitó en Europa y Asia occidental desde hace 250.000 hasta hace unos 40.000 años. Fue una especie bien adaptada al frío extremo y vivía en grupos organizados. El *Homo sapiens* apareció en África hace unos 250.000 años y en sucesivas migraciones, a través de los puentes terrestres como consecuencia del bajo nivel del mar, se extendió por todos los continentes.

El Holoceno ha sido un periodo interglaciar y no hay razón alguna para pensar que haya sido el último ciclo de las glaciaciones. Sin embargo, en el actual calentamiento global puede ocurrir que la Tierra se caliente más que en el anterior periodo interglaciar, Riss-Würm, que llegó al máximo hace aproximadamente 125.000 años con temperaturas más cálidas que en la actualidad. Se observa que en los cambios climáticos por causas naturales ha habido intervalos con temperaturas más cálidas que las actuales alternando con intervalos más fríos.

En mi opinión, es bastante probable que la pérdida de biodiversidad debida a esta *sexta extinción* se corresponda con una época natural de desglaciación en el Holoceno a la que seguirá una nueva época glacial, pero es patente que estamos en una fase de calentamiento global por causas naturales debidas a emanaciones de metano y dióxido de carbono por deshielo del permafrost y a emisiones de estos mismos gases de efecto invernadero de origen antrópico.

Los impactos de fenómenos extremos relacionados con el clima, como olas de calor, sequías, inundaciones, ciclones e incendios forestales, ponen de relieve una gran vulnerabilidad y exposición de los ecosistemas y de las ciudades a la actual variabilidad climática

Nos encontramos ante un cambio climático global como un conjunto de modificaciones del clima incluidos no solo los cambios de temperatura, sino también un aumento de la frecuencia e intensidad de las tormentas, alteración de los ciclos lluviosos, alteraciones en la circulación atmosférica y oceánica, y la fusión creciente de los hielos del planeta.

Entre las causas de la extinción de especies y consiguiente pérdida de biodiversidad de los ecosistemas podemos indicar, además del cambio climático, la contaminación del aire, del agua y de los océanos, la contaminación y cambios de uso del suelo, la fragmentación de los ecosistemas, los desastres y catástrofes naturales, el uso de venenos, pesticidas y fertilizantes, la caza ilegal y la sobrepesca, las especies exóticas invasoras por sus efectos sanitarios (transmisión de patógenos, epidemias y pandemias) y efectos ecológicos (competencia por el espacio, disponibilidad de alimentos, depredación, etc.). Estas causas de extinción de especies las trataremos en diferentes capítulos de este libro.

España es el país europeo más rico en biodiversidad, pero al mismo tiempo es el más vulnerable a la pérdida de esta riqueza debido, entre otras causas, a la fragmentación de hábitats. Según datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), contamos con el mayor porcentaje de especies amenazadas de toda Europa: el 15 % de las especies de flora vascular, el 54 % de los peces continentales, el 34 % de los anfibios y reptiles, el 25 % de las aves reproductoras y el 20 % de los mamíferos (MAGRAMA, 2014).

En la segunda parte del libro indicamos algunas propuestas para mitigar la extinción de especies procurando unos ecosistemas resilientes que puedan absorber las perturbaciones, manteniendo su identidad, su estructura básica y funcionamiento, y recuperar las condiciones prístinas de estos ecosistemas en la medida de lo posible. Estas propuestas comprenden: la declaración de áreas y espacios protegidos, como el programa exitoso Red Natura 2000 de la Unión Europea, que se considera la iniciativa más importante para la conservación de la naturaleza a nivel mundial; la restauración de corredores ecológicos para evitar el aislamiento de las poblaciones debido a la fragmentación de los ecosistemas; los bancos de conservación de la naturaleza, bancos de germoplasma y bancos de semillas, como el Banco Mundial de Semillas de Svalbard (*Svalbard Global Seed Vault*), que es el proyecto de mayor envergadura a nivel internacional para salvaguardar la biodiversidad de especies y variedades vegetales que aseguran el alimento en caso de guerras o de una catástrofe mundial; los jardines botánicos que albergan aproximadamente la cuarta parte de la biodiversidad total de la flora actual; los modernos parques zoológicos de investigación en los que se llevan a cabo programas reproductivos de conservación *ex situ* de más de mil especies en peligro de extinción que, posteriormente, puedan ser reintroducidas en el medio natural, y los programas de protección de especies en peligro de extinción *in situ*, como el Programa LIFE de la Unión Europea<sup>3</sup>.



# 2

## LA BIODIVERSIDAD

### SUMARIO

- 2.1.** Causas de la pérdida de biodiversidad
  - 2.1.1.** El cambio climático
  - 2.1.2.** La contaminación ambiental
  - 2.1.3.** Los cambios de uso del suelo
  - 2.1.4.** La fragmentación de los ecosistemas
  - 2.1.5.** Las catástrofes naturales como causa de extinción de especies
  - 2.1.6.** La extinción de especies inducida por la actividad humana

Una primera cuestión que debemos plantearnos en relación con la biodiversidad es el número de especies que existen en el planeta en la actualidad. Esta cuestión plantea discrepancias significativas según las diferentes fuentes. Heywood (1995)<sup>4</sup> señala un número de 1.750.000 de especies descritas y ofrece estimaciones que superan los 111 millones. Sin embargo, el *Informe*<sup>1</sup> de la Plataforma intergubernamental de políticas y ciencia sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, IPBES) estima la existencia de ocho millones de especies de animales y plantas —de las cuales el 75 % son insectos—, y aproximadamente un millón de ellas estarían amenazadas<sup>5</sup>.

Los avances de la ciencia y la tecnología han permitido a la humanidad alcanzar metas insospechadas de progreso y bienestar. Sin embargo, todos estos avances han supuesto la modificación continua de la relación del hombre con la naturaleza. La dinámica de estos cambios es cada vez más vertiginosa y repercute directamente en la extinción de especies y pérdida de biodiversidad.

La *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica*, de la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, señala que la pérdida de biodiversidad se superpone con las causas de las enfermedades de los animales y de las plantas. Entre las causas principales de esta pérdida de biodiversidad se indican el cambio climático, la sobreexplotación de los recursos, la contaminación y las especies exóticas invasoras en los ecosistemas dulceacuícolas, marinos y terrestres<sup>6</sup>.

La biodiversidad ejerce funciones en la regulación de procesos determinantes de las actividades humanas, como el ciclo de nutrientes del suelo, el intercambio de oxígeno y dióxido de carbono, la captación de este, la regulación del clima, la polinización de las plantas, el control de los procesos de erosión, el balance de sedimentos, etc. (Herrera Mesa, 1994)<sup>7</sup>.

La biodiversidad genera una serie de servicios tangibles e intangibles, directos e indirectos, los cuales, aunque son complejos de definir desde el punto de vista de la valoración de mercado, pueden ser evaluados especialmente en el ámbito social y económico. En efecto, la pérdida de biodiversidad y el deterioro de los ecosistemas tienen implicaciones económicas graves que afectan directamente a la sociedad.

---

<sup>1</sup> Este *Informe de evaluación mundial sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas* ha sido realizado por unos 150 expertos seleccionados de todas las regiones del mundo, incluidos 16 becarios, con la asistencia de 350 autores colaboradores. Se analizaron más de 15.000 publicaciones científicas, así como un corpus sustancial de conocimientos locales. El resumen fue aprobado por los responsables de 130 países que son miembros del IPBES, en la séptima sesión plenaria organizada por la UNESCO en París, 29 de abril al 4 de mayo de 2019.



**Foto 1.** Los bosques ejercen, entre otras funciones, la captación de dióxido de carbono. Parque Nacional de Garajonay, La Gomera, Islas Canarias (L. Herrera, 24 de julio de 2014).

Steffen et al. (2015)<sup>8</sup> identifican hasta nueve retos a nivel planetario: la integridad de la biosfera; el cambio climático; las interferencias con los ciclos del nitrógeno y del fósforo; el agotamiento del ozono<sup>2</sup> estratosférico; la acidificación de los océanos; el uso de agua dulce a nivel mundial; los cambios en el uso del suelo; la contaminación química, y el efecto de los aerosoles en la atmósfera.

La dimensión humana, social y económica de los problemas medioambientales ha convertido ciertas cuestiones, como la extinción de especies y la pérdida de biodiversidad o el cambio climático, en prioridades indiscutibles a nivel mundial. Desde una consideración metodológica se impone la introducción de enfoques de gestión integral con implicación de sectores productivos estratégicos y modelos de predicción económica, con mecanismos de coordinación intersectorial y en definitiva de coo-

<sup>2</sup> **Ozono.** El ozono es una molécula constituida por tres átomos de oxígeno ( $O_3$ ). Es uno de los componentes gaseosos de la atmósfera. En la troposfera, se forma espontáneamente y también mediante reacciones fotoquímicas con gases resultantes de las actividades humanas (smog). El ozono troposférico actúa como un gas de efecto invernadero (GEI). En la estratosfera, se forma por efecto de la interacción entre la radiación ultravioleta del sol y las moléculas de oxígeno ( $O_2$ ). El ozono estratosférico desempeña una función preponderante en el equilibrio radiativo de la estratosfera. Su concentración alcanza un valor máximo en la llamada *capa de ozono*.

peración interterritorial e internacional. «En la actualidad, las amenazas que afectan de forma más alarmante a la diversidad biológica, como los cambios en el uso del suelo, el cambio climático y el cambio relativo del nivel del mar, la contaminación, la fragmentación de los ecosistemas, o la introducción en el medio de especies exóticas invasoras, están estrechamente ligadas a los procesos de cambio global y adquieren, en muchos casos, la dimensión de grandes problemas planetarios» (Madrid, 2011)<sup>9</sup>. Nuestro planeta se enfrenta a una acelerada modificación de sus ecosistemas y a la irreversible pérdida de su valiosa biodiversidad (Herrera Mesa, 2015d)<sup>10</sup>. La continua pérdida de biodiversidad se traduce en una disminución acelerada de la riqueza natural y una drástica reducción de las prestaciones de los ecosistemas<sup>11</sup>.

## 2.1. Causas de la pérdida de biodiversidad

A continuación señalamos las principales causas de la pérdida de biodiversidad, como el cambio climático y sus efectos en la atmósfera, los océanos y la criosfera; la contaminación del aire, del agua y del suelo; la fragmentación de los ecosistemas; y los desastres y catástrofes naturales. La caza furtiva y los venenos; la sobreexplotación de los recursos pesqueros. Y especialmente los efectos de las especies exóticas invasoras.

### 2.1.1. El cambio climático

Con la expresión *cambio climático global* se hace referencia al conjunto de modificaciones del clima, incluidos los cambios de temperatura y la frecuencia e intensidad de las fuertes tormentas, la alteración de los ciclos pluviales, las alteraciones en la circulación atmosférica y oceánica, y la fusión creciente de los hielos del planeta (Izco, 2004)<sup>12</sup>. La *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático* (CMNUCC) define el cambio climático como «el cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables». La CMNUCC diferencia, pues, entre el cambio climático atribuible a las actividades humanas que alteran la composición atmosférica y la variabilidad climática atribuible a causas naturales.

Consideramos que en el periodo geológico del *Holoceno*, última época del Cuaternario, la variación del clima es imputable a causas naturales y a causas antrópicas. Es un periodo interglaciar que comprende aproximadamente desde hace 12.000 años hasta el presente (definido como 1950 d. C.), en el que la temperatura se hizo más suave y distintos casquetes glaciares desaparecieron o perdieron volumen, lo que provocó un ascenso en el nivel del mar, que se comenta más adelante (véase *Cambio del nivel del mar*, pág. 35).