

## UN PERSONAJE



### James E. Lovelock

Este científico, meteorólogo y escritor ambientalista británico, nacido en Letchworth Garden City (Inglaterra) en 1919, es famoso por la elaboración de la **Hipótesis de Gaia**, nombre que le puso en honor a la diosa griega Gaia o Gea, que personaliza a la Tierra. Según esta hipótesis, se considera a nuestro planeta como un sistema autorregulado, capaz de mantenerse en equilibrio. Así, a diferencia de Marte y Venus, la Tierra sería capaz de regular su temperatura media a través de la biosfera (el conjunto de todos los seres vivos), que, mediante la fotosíntesis, es capaz de rebajar los niveles atmosféricos de dióxido de carbono y oponerse a la tendencia natural al calentamiento originado por una emisión de calor solar cada vez mayor.

## UNA RECOMENDACIÓN



### *Una verdad incómoda*

Documental de noviembre de 2006 basado en una exposición de Al Gore, ex vicepresidente de Estados Unidos, sobre el cambio climático, cuyos datos ha ido recopilando a lo largo de los años. En él se describen las consecuencias globales para los años próximos del calentamiento del planeta derivado de las ingentes emisiones de dióxido de carbono a la atmósfera llevadas a cabo por la humanidad.

Con guión, dirección y fotografía de Davis Guggenheim y música de Michael Brook, obtuvo dos Oscar, al mejor documental y a la mejor canción.

Por su labor en defensa del medio ambiente, Al Gore recibió, junto con el IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático), en 2007 el Premio Nobel de la Paz.

## DOS WEBS



<http://www.mma.es/portal/secciones/>

### Ministerio de Medio Ambiente

Página institucional española con información abundante y de actualidad sobre problemas ambientales.

[http://www.panda.org/news\\_facts/publications/living\\_planet\\_report/index.cfm](http://www.panda.org/news_facts/publications/living_planet_report/index.cfm)

### Living Planet Report

Página sobre la huella ecológica, del Fondo Mundial para la Conservación de la Naturaleza (WWF).



# AUTORREGULACIÓN DEL ECOSISTEMA

Los individuos que integran la comunidad de un ecosistema se hallan adaptados a las condiciones ambientales reinantes en el lugar en el que se asientan. Además, las poblaciones que la constituyen se relacionan unas con otras mediante un complejo entramado de relaciones tróficas, que mantienen en equilibrio al conjunto. Si se produce una perturbación que provoque una regresión en el ecosistema, tarde o temprano se recuperará el equilibrio, salvo que por la acción humana la alteración sea tan grave que pueda llegar a impedirlo.

- Señala alguna adaptación de los peces a la vida acuática.
- ¿Contra qué factores ambientales se tienen que proteger los animales y plantas de un desierto?
- Si un bosque es talado, convertido en pradera y, posteriormente, abandonado, ¿se quedará en este estado para siempre?
- ¿Qué consecuencias tendría para la humanidad la pérdida de especies animales y vegetales?
- ¿Qué se entiende por cambio climático?

1. Componentes bióticos de los ecosistemas
  - A. Autorregulación de una población
  - B. Autorregulación del ecosistema
2. Relaciones entre los seres vivos y el medio
  - A. Adaptaciones de los seres vivos al medio
3. Sucesiones ecológicas y formación del suelo
  - A. Regresiones y sucesiones secundarias
  - B. Regresiones provocadas por las actividades humanas: incendios forestales y destrucción del suelo
4. Influencia humana en los ecosistemas
  - A. Historia de las relaciones entre la humanidad y la naturaleza
  - B. El cambio climático
  - C. Pérdida de la biodiversidad
  - D. La huella ecológica
  - E. El desarrollo sostenible

## COMPONENTES BIÓTICOS DE LOS ECOSISTEMAS

Vamos a comenzar con unas definiciones básicas:

- Una **población** está constituida por un conjunto de individuos de la misma especie que conviven en determinado territorio.
- La **comunidad** o **biocenosis** es el conjunto de poblaciones (de animales, vegetales, hongos y microorganismos) que habitan en un ecosistema concreto y que tienen la posibilidad de relacionarse entre todas ellas.

### A

#### Aa Vocabulario

**Especie** es un conjunto de individuos similares que se pueden reproducir y originar una descendencia fértil.

**Hábitat** es el espacio físico ocupado por una población o por una comunidad. Por ejemplo, el hábitat de las jirafas es la sabana.

### AUTORREGULACIÓN DE UNA POBLACIÓN

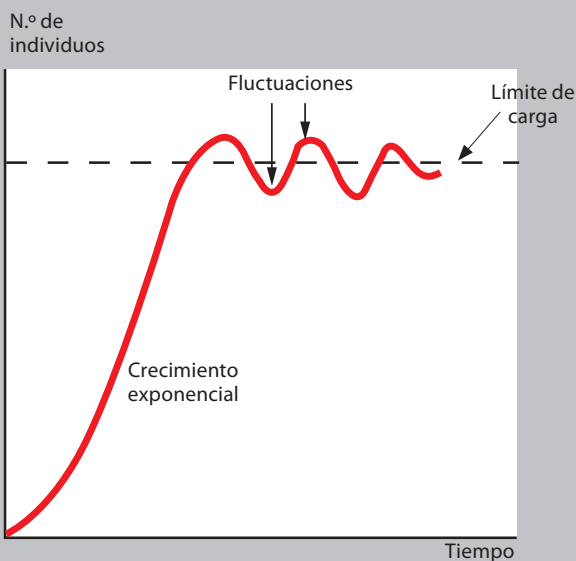
Una forma de cuantificar una población es valorar su **densidad**, que es el número de individuos presentes en un determinado lugar por unidad de superficie o de volumen:

$$\text{Densidad} = \frac{\text{N.º individuos de la población}}{\text{Unidad de superficie o de volumen}}$$

Así, por ejemplo, será densidad el número de encinas por hectárea, o la cantidad de amebas por metro cúbico de agua de charca. La densidad de población depende de cuatro factores:

- **Tasa de natalidad:** número de individuos que nacen por unidad de tiempo.
- **Tasa de mortalidad:** número de individuos que mueren por unidad de tiempo.
- **Tasa de inmigración:** número de individuos que se incorporan a la población por unidad de tiempo.
- **Tasa de emigración:** número de individuos que abandonan la población por unidad de tiempo.

Vamos a ver cómo varía la densidad de una población a lo largo del tiempo en función del espacio o de los recursos disponibles y cómo se representa gráficamente, mediante curvas de **crecimiento poblacional**. Como ves en la Figura 5.1, cuando una población determinada coloniza un territorio sin explotar, ocurre lo siguiente:



- Al principio se produce un aumento vertiginoso de la población, llamado **crecimiento exponencial**, como consecuencia de la gran cantidad de recursos disponibles, que hacen que la tasa de natalidad sea elevada y la de mortalidad reducida.
- Al incrementarse el número de individuos, los alimentos y el espacio disponible empiezan a escasear, por lo que disminuye la tasa de natalidad y aumenta la de mortalidad. Este hecho impide que continúe su crecimiento exponencial, y la gráfica se estabiliza en torno a un *límite de carga* determinado.

**Límite de carga** es el máximo número de individuos que una población puede mantener en unas determinadas condiciones ambientales.

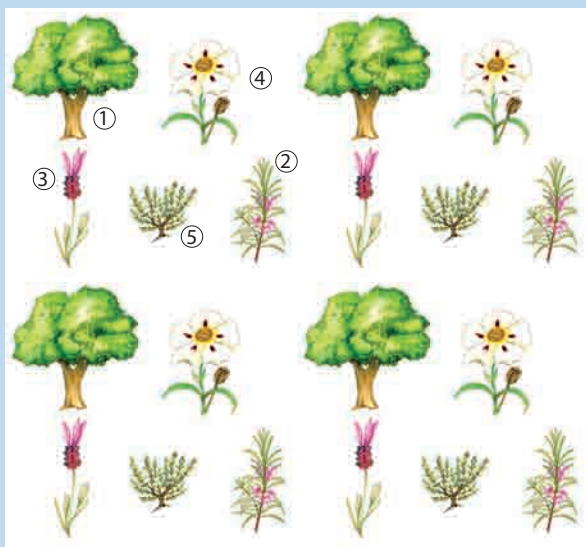
El número de individuos de una población no es constante, sino que varía, alcanzando alternativamente valores por encima y por debajo del límite de carga. Estas variaciones se conocen con el nombre de **fluctuaciones**.

Fig. 5.1 Gráfica de crecimiento poblacional.

## Actividades

**1** Observa la Figura 5.2, que representa un área de 100 m<sup>2</sup>, y contesta razonadamente a las siguientes cuestiones:

- ¿Cuántas poblaciones observas? ¿Cuántos individuos pertenecen a cada una de ellas?
- Calcula la densidad de todas las poblaciones.
- ¿Qué organismos constituyen la comunidad?

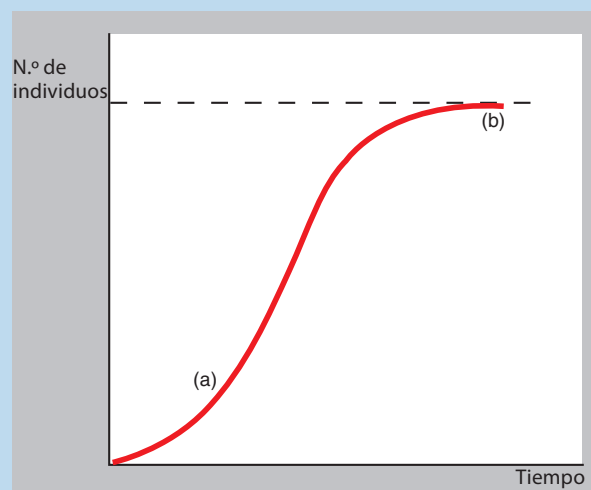


**Fig. 5.2** 1, encina; 2, romero; 3, cantueso; 4, jara; 5, tomillo.

**2** Razona si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- «Uno de los aspectos más llamativos de la selva es su exuberante población de árboles.»
- «Las tasas de natalidad e inmigración tienden a aumentar la densidad de población, mientras que las de mortalidad y emigración actúan en sentido inverso.»
- «Los japoneses y los españoles pertenecemos a la misma población.»
- «La comunidad asociada a las praderas está constituida por todas las especies de plantas herbáceas que crecen en ellas.»

**3** Observa la gráfica de la Figura 5.3 y contesta a las siguientes preguntas:



**Fig. 5.3**

- Interpreta las variaciones experimentadas por el número de individuos a lo largo del tiempo en el tramo a y en el tramo b. ¿A qué pueden deberse? ¿Cómo son las tasas de natalidad y mortalidad en cada uno de los tramos?
- En el tramo b se alcanza el llamado «crecimiento cero». ¿Cómo serán las tasas de natalidad y mortalidad en ese caso? ¿Qué consecuencias tiene para la gráfica?
- Copia la gráfica en tu cuaderno y continúa la curva en los siguientes casos:
  - Que aumentasen los recursos alimenticios disponibles. ¿Qué ocurriría con el límite de carga? ¿Y con las tasas de natalidad y mortalidad?
  - Que, tras un periodo de sequía prolongado, escaseara el alimento. ¿Qué ocurriría con el límite de carga? ¿Y con las tasas de natalidad y mortalidad?

**4** En la Tabla 5.1 se muestra la evolución de una población de ratones que encuentra por primera vez un campo de trigo de 1 000 m<sup>2</sup> de superficie.

N.º de ratones	18	48	108	216	402	570	600	604	598
Semanas	0	25	50	75	100	125	150	175	200

**Tabla 5.1**

- Representa gráficamente estos datos, poniendo en abscisas el tiempo, y en ordenadas, el número de ratones. ¿Qué tasas estarán implicadas en la evolución de esta población?
- ¿Cuál es la densidad de población al inicio de la colonización? ¿Y en la semana 100?
- ¿Por qué a partir de la semana 150 no aumenta significativamente la población de ratones? ¿Cómo se llaman las pequeñas variaciones que experimenta el número de ratones a partir de la semana 30?

## AUTORREGULACIÓN DEL ECOSISTEMA

La comunidad que vive en un determinado ecosistema es capaz de regularse a sí misma, manteniéndose en equilibrio debido al complejo entramado de relaciones establecidas entre todas las poblaciones que la constituyen.

### B1 Relaciones entre los seres vivos

Vamos a estudiar dos tipos de relaciones entre los seres vivos de los ecosistemas:

- **Intraespecíficas:** se establecen entre individuos de la misma especie que conviven en un lugar concreto (**población**) (Tabla 5.2).
- **Interespecíficas:** tienen lugar entre individuos de distintas especies que conviven en el ecosistema, es decir, se producen entre individuos de diferentes poblaciones de la **comunidad** (Tabla 5.3).






NOMBRE DE LA RELACIÓN	FINALIDAD	EJEMPLOS
<b>COMPETENCIA INTRAESPECÍFICA</b>	Los individuos de la misma población compiten entre sí cuando los recursos, el territorio o las hembras escasean. Sobreviven los más aptos, por lo que este tipo de relación es la base de la selección natural.	Los buitres compiten por la carroña; los machos de ciervo, por las hembras, y los frailecillos, por los mejores lugares para establecer sus nidos. 
<b>FAMILIA</b>	Su objetivo es la reproducción y el cuidado de la prole. Puede ser: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Parental:</b> constituida por los padres y las crías.</li> <li>• <b>Matriarcal:</b> formada por la madre y las crías.</li> <li>• <b>Filial:</b> constituida exclusivamente por las crías.</li> </ul>	<b>Familias parentales:</b> águilas, gansos, pingüinos, ciervos, etcétera. <b>Familias matriarcales:</b> elefantes, musarañas, gatos, etcétera. <b>Familias filiales:</b> peces o renacuajos que salen de los huevos de una puesta. 
<b>ASOCIACIÓN GREGARIA</b>	Formada por la agrupación de muchos individuos, no necesariamente emparentados, unidos con el fin de protegerse, cazar, orientarse, emigrar...	Los lobos forman <b>manadas</b> para cazar; las cebras, para protegerse. Las grullas se reúnen en <b>bandadas</b> para migrar. Los peces se agrupan en <b>bancos</b> . 
<b>ASOCIACIÓN ESTATAL</b>	Formada por individuos anatómicamente distintos ( <b>castas</b> ), especializados en tareas concretas (defensa, reproducción, cuidado de las larvas, etcétera).	Se da exclusivamente en los insectos sociales, como las abejas, las hormigas y las termitas. 
<b>COLONIA</b>	Constituida por individuos originados a partir de un progenitor común, mediante reproducción asexual (gemación); por esa razón se mantienen siempre unidos entre sí.	Los corales forman colonias, constituidas por pequeños animales (pólipos) conectados unos a otros; las carabelas portuguesas ( <i>Physalia physalia</i> ), constituyen colonias en las que hay división del trabajo: unos individuos la defienden; otros la mantienen a flote; otros atrapan el alimento, etcétera. 

Tabla 5.2 Relaciones intraespecíficas.




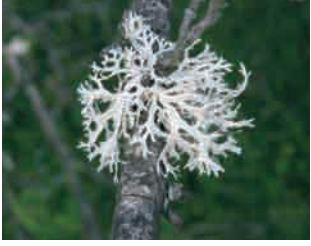



NOMBRE DE LA RELACIÓN	FINALIDAD	EJEMPLOS
<b>COMPETENCIA INTERESPECÍFICA</b>	Ocurre entre individuos de distintas poblaciones que utilizan el mismo recurso (espacio o alimento) cuando éste escasea.	Las liebres y los conejos entran en competencia cuando escasea el alimento. Los buitres compiten con las hienas por los cadáveres. 
<b>DEPREDACIÓN</b>	Los individuos de una población, los <b>depredadores</b> , persiguen, capturan y matan a los de otra, las <b>presas</b> , con el fin de alimentarse de ellos. A la larga, esta relación permite la regulación mutua de ambas poblaciones.	Se establece depredación entre arañas y moscas, búhos y ratones, guepardos y gacelas, leones y cebras, mariquitas y pulgones, atunes y sardinas, etcétera. 
<b>PARASITISMO</b>	Se establece entre dos poblaciones: una de ellas, el <b>parásito</b> , vive a expensas del otro, el <b>hospedante</b> , que resulta perjudicado pero no muerto, al menos inmediatamente. Los parásitos pueden ser : • <b>Endoparásitos</b> : viven dentro del hospedante. • <b>Ectoparásitos</b> : viven sobre la superficie del hospedante.	<b>Ectoparásitos</b> : pulgas, garrapatas y piojos, que se alimentan de la sangre de algunos mamíferos. <b>Endoparásitos</b> : gusanos, como la duela hepática del hígado o la triquina, que vive en los músculos del cerdo. <b>Plantas parásitas</b> : el muérdago, que se aprovecha de la savia de los pinos. 
<b>SIMBIOSIS</b>	Las dos poblaciones implicadas en esta relación <b>están íntimamente unidas</b> , de forma que no pueden desarrollarse la una sin la otra, y se producen beneficios mutuos.	El líquen, organismo formado por simbiosis entre un hongo y un alga. El hongo proporciona agua y sales minerales del suelo y el alga provee de alimento, resultante de la fotosíntesis. Bacterias intestinales que se alimentan de la fibra que no podemos digerir y que nos proporcionan vitaminas. 
<b>MUTUALISMO</b>	Es una relación de beneficio mutuo que se establece entre dos poblaciones que <b>no están unidas físicamente</b> y que <b>pueden vivir por separado</b> .	Las garcillas bueyeras se alimentan de los parásitos de la piel del rinoceronte y otros grandes herbívoros, como el búfalo. 
<b>COMENSALISMO</b>	Los individuos de una población se alimentan de los restos dejados por otra sin que ésta resulte beneficiada ni perjudicada.	Los buitres son comensales de los leones y otros depredadores (como estos perros salvajes) porque se alimentan de la carroña dejada por ellos. Las cucarachas son comensales nuestros, al alimentarse de los restos orgánicos que tiramos a la basura. 
<b>INQUILINISMO</b>	Una población da cobijo a otra ( <b>inquilino</b> ), de manera que ésta obtiene un beneficio y la primera resulta indiferente.	Muchas aves hacen sus nidos en las ramas de los árboles sin causarles ningún daño. 

Tabla 5.3 Relaciones interespecíficas.

## B2 Las plagas y la lucha biológica

Como acabamos de ver, las poblaciones que conviven en el ecosistema interactúan las unas con las otras, de forma que ninguna de ellas puede crecer en exceso, al ser controlada por las demás; así se consigue un **equilibrio biológico** que mantiene estable la comunidad.

En determinadas circunstancias, se rompe el equilibrio biológico y una de las poblaciones puede llegar a crecer desmesuradamente, originando una *plaga*.

Una **plaga** es una situación en la que se produce un crecimiento desmesurado de una población de animales, hongos o plantas, que ocasiona daños económicos a los intereses humanos (agricultura, ganadería, bienes materiales, etcétera).

Son muchas las especies que pueden desencadenar plagas; entre ellas están el cornizuelo del centeno (hongo parásito de este cultivo), los pulgones, la langosta (Fig. 5.4), el escarabajo de la patata, los caracoles, las ratas, las hormigas, los conejos, etcétera.

Para el control de plagas suelen utilizarse los **plaguicidas**, sustancias químicas naturales u obtenidas en el laboratorio. Los inconvenientes de los plaguicidas son:

- Algunos son tóxicos y se acumulan en los seres vivos.
- Pueden atacar también a especies beneficiosas.
- Los organismos responsables de la plaga pueden hacerse resistentes a ellos.

Para evitar el uso de plaguicidas se han desarrollado otras alternativas, como, por ejemplo, **disminuir la natalidad**, esterilizando un buen número de machos o introduciendo machos de especies similares que originen híbridos estériles, o la *lucha biológica*.

La **lucha biológica** consiste en imitar a la naturaleza, introduciendo en el ecosistema a los depredadores, parásitos o microorganismos patógenos específicos de la población considerada plaga, con el fin de controlar su número, sin exterminarla.



**Fig. 5.4** Las plagas destruyen anualmente un tercio de los cultivos mundiales. En la foto, langosta muerta en la plaga de Lanzarote (Canarias), otoño de 2004.

### Actividades

**5** Copia en tu cuaderno y rellena la Tabla 5.4 indicando si las poblaciones implicadas en las relaciones resultan beneficiadas (+), perjudicadas (-) o indiferentes (0).

RELACIÓN	POBLACIÓN A	POBLACIÓN B
Competencia		
Depredación		
Parasitismo		
Simbiosis		
Mutualismo		
Comensalismo		
Inquilinismo		

**Tabla 5.4**

- ¿Qué tipo de relaciones están representadas en la Tabla?
- Indica las semejanzas y diferencias que existen entre:
  - a) Simbiosis y mutualismo.
  - b) Depredación y parasitismo.
  - c) Comensalismo e inquilinismo.

**6** La mosca blanca (*Bemisia tabaci*) es una especie de pulgón alado que transmite un virus a los cultivos de tomate murciano. Su población era controlada naturalmente por una especie que la parasitaba, la avispa del río Mundo (*Eretmocerus mundus*).

Con el uso de los insecticidas, desapareció la avispa, razón por la que la mosca blanca experimentó un crecimiento descontrolado y se convirtió en plaga.

Actualmente, se está restableciendo el equilibrio biológico mediante la introducción de este insecto parásito en las plantaciones, lo cual está reduciendo drásticamente el número de moscas blancas.

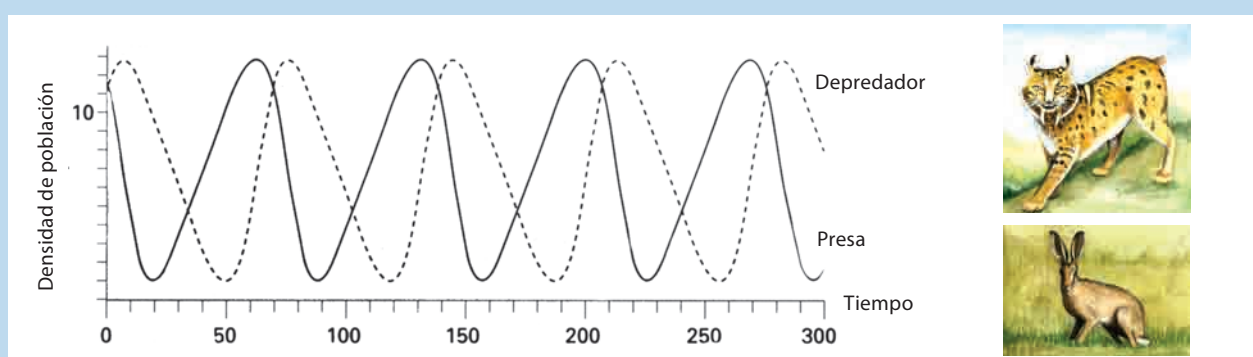
- a) ¿Qué tipo de relación se establece entre la mosca blanca y el tomate? ¿Y entre la mosca blanca y la avispa del río Mundo?
- b) ¿Qué es una plaga? ¿Cómo se convirtió en plaga la mosca blanca? ¿Qué consecuencias tuvo?
- c) ¿Cómo se ha conseguido controlar la plaga?

## Actividades

**7** La siguiente gráfica (Fig. 5.5) representa las variaciones experimentadas por dos poblaciones, lince canadiense y liebre de las nieves, a lo largo de 300 años. Los datos fueron extraídos a partir de viejos documentos de una compañía peletera del norte de Canadá.

- ¿Qué tipo de relación se establece entre estas dos poblaciones? ¿Cuál es su finalidad?
- ¿Cómo explicamos el hecho de que ambas poblaciones experimenten variaciones similares con el tiempo?

- Recuerda la regla del 10 % y explica la razón por la que hay menos linces que liebres.
- ¿Por qué se encuentran desfasadas las curvas correspondientes a las dos poblaciones?
- ¿Qué pasaría si desapareciera una de las dos poblaciones?
- Explica la siguiente frase: «A largo plazo, la depredación es una relación beneficiosa para ambas poblaciones, ya que, gracias a ella, se controlan mutuamente, manteniendo el equilibrio del ecosistema».



**Fig. 5.5** Gráfica depredador/presa.

**8** Comenta el tipo de relación que existe entre los siguientes organismos:

- Las grullas de una bandada.
- Un macho de avestruz y sus hembras.
- Las termitas de un termitero.
- Los leones de una manada.
- Dos ciervos machos adultos.
- Los pólipos de un coral.
- Una hembra de ratón y sus crías.
- Las pulgas y los ratones.
- Los ratones y los gatos.
- Los gatos y los perros.
- Los perros y las personas.
- Las personas y las lentejas.
- Las plantas leguminosas y las bacterias *Rhizobium*.
- Las hormigas que protegen y cuidan a los pulgones, a la vez que se aprovechan de los productos azucarados que éstos segregan.
- Los peces que pululan en torno a los tiburones y que se alimentan de los restos de comida de éstos.

**9** Lee el siguiente texto y contesta las preguntas:

«Investigadores del CSIC llevan tiempo trabajando en un método de lucha biológica contra las plagas de insectos, basado en el uso de feromonas. Las feromonas son sustancias químicas producidas por estos animales que les sirven para comunicarse entre sí. Controlan muchos comportamientos, como el apareamiento, la búsqueda de alimento, la dispersión por alarma, o la localización de lugares de puesta de huevos. Utilizando adecua-

damente estas feromonas se puede confundir a los insectos y evitar su apareamiento y reproducción. Este método de lucha biológica tiene, entre otras ventajas, que no contamina y que los insectos no desarrollan resistencias. Se ha experimentado con éxito en el control de la procesionaria del pino. A veces, junto con las feromonas se aplican tratamientos que impiden la formación de cutículas en el paso de larva a pupa, lo cual impide que concluya la metamorfosis. Actualmente se investiga este método para el control de dos plagas: a) la «culebra del corcho», una larva de la escarabajo *Coraebus undatus*, que perfora galerías en el tronco del alcornoque y las llena de excrementos, impidiendo el uso del corcho; además, debilita al árbol y lo hace más vulnerable al ataque de otros insectos y de hongos, y b) la *Paysandisia archon*, una oruga que perfora las palmeras y que carece de depredadores naturales.»

- ¿Por qué la procesionaria del pino, la culebra del corcho y la oruga perforadora se consideran plagas?
- ¿Qué son las feromonas? ¿Por qué el uso de feromonas puede considerarse un método de lucha biológica?
- ¿Qué ventajas tiene este método en comparación con los tradicionales plaguicidas?
- La oruga perforadora de las palmeras procede de Argentina y Uruguay; por eso aquí carece de depredadores naturales. A partir de este ejemplo, deduce alguna consecuencia de la introducción de especies «extranjeras» en los ecosistemas.



## RELACIONES ENTRE LOS SERES VIVOS Y EL MEDIO

Los seres vivos se relacionan con su entorno de dos maneras: por un lado, se adaptan a él, y, por otro, lo modifican, siendo responsables de importantes cambios ambientales: modificaron la atmósfera, como vimos en la Unidad 3; influyen sobre el clima: los bosques aumentan la pluviosidad y amortiguan las temperaturas, crean suelo, etcétera.

## A

### ADAPTACIONES DE LOS SERES VIVOS AL MEDIO

El medio plantea una serie de problemas a los organismos que viven en él. Éstos, a su vez, han desarrollado *adaptaciones* específicas que les permiten sobrevivir en esas condiciones.

Se llama **adaptaciones** a las características anatómicas o funcionales, desarrolladas por los seres vivos a lo largo de su evolución, que les permiten superar las limitaciones que el medio les impone.

#### A1 Adaptaciones al medio acuático



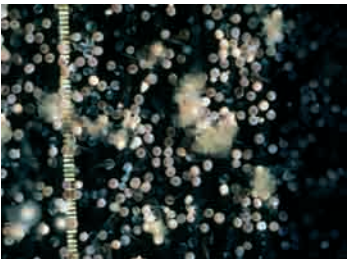
PROBLEMAS PLANTEADOS	ALGUNAS ADAPTACIONES ANIMALES	ALGUNAS ADAPTACIONES VEGETALES	EJEMPLO
<p><b>Respiración</b></p> <p>En el agua el oxígeno se encuentra en menor proporción que en el aire.</p>	<p>Los animales han desarrollado <b>branquias</b> para respirar en el agua. Éstas son expansiones en forma de láminas o filamentos que contienen muchos vasos sanguíneos, y están rodeadas por una envuelta tan fina que permite el paso del oxígeno que contiene el agua al interior de la sangre.</p>	<p>Las algas realizan el intercambio gaseoso con el agua a través de toda su superficie.</p>	
<p><b>Sustentación y desplazamiento</b></p> <p>El agua es más densa que el aire, facilitando la sustentación de los organismos acuáticos.</p>	<p>Algunos animales viven <b>fijos</b> a las rocas, a las cuales se sujetan gracias a mecanismos similares a ventosas (anémonas). Otros <b>flotan</b> en la superficie mediante expansiones de su cuerpo (medusas). Los peces nadadores tienen <b>forma hidrodinámica</b> y están dotados de aletas con las que se impulsan, cambian de dirección y se equilibran en el agua.</p>	<p>Las algas se localizan en las zonas provistas de luz. Algunas se sujetan a los fondos, mientras que otras flotan en la superficie. El agua les proporciona el soporte que necesitan para mantenerse erguidas.</p>	
<p><b>Reproducción</b></p>	<p>Los animales acuáticos poseen <b>fecundación externa</b>, es decir, expulsan los óvulos y los espermatozoides al agua, donde se fecundan. Generalmente, la cantidad de gametos que producen es muy alta, ya que, en esas condiciones, la probabilidad de encontrarse y sobrevivir es menor.</p>	<p>Las algas también tienen fecundación externa.</p>	

Tabla 5.5 Adaptaciones de animales y vegetales al medio acuático.

## A2 Adaptaciones al medio terrestre


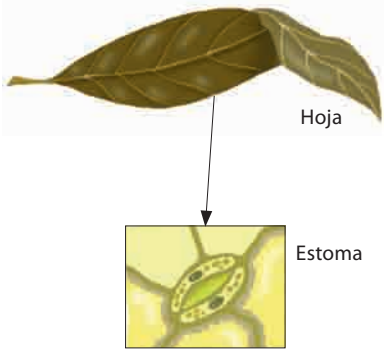

PROBLEMAS PLANTEADOS	ALGUNAS ADAPTACIONES ANIMALES	ALGUNAS ADAPTACIONES VEGETALES	EJEMPLO
<p><b>Desecación</b> provocada por la exposición al aire.</p>	<p><b>Impermeabilización</b> del cuerpo: los artrópodos han desarrollado un exoesqueleto de <b>quitina</b>; los vertebrados poseen envueltas protectoras con diversas estructuras epidérmicas: <b>escamas</b> (reptiles y aves), <b>plumas</b> engrasadas (aves) y <b>pelos</b> engrasados (mamíferos).</p>	<p>Las plantas terrestres han desarrollado envueltas protectoras: la <b>epidermis</b> en las hojas, yemas y tallos jóvenes, y el <b>corcho</b> en las raíces y tallos leñosos. La epidermis es una envuelta encerada, muy fina y transparente. El corcho es una envoltura gruesa formada por células muertas.</p>	
<p><b>Respiración</b>, tomando el oxígeno del aire.</p>	<p>Los artrópodos terrestres respiran mediante <b>tráqueas</b>, pequeños tubos ramificados por todo el cuerpo, que llevan el aire directamente a las células. Están conectados con el exterior por orificios. Los vertebrados terrestres han desarrollado <b>pulmones</b>, recubiertos interiormente por finas membranas húmedas, recubiertas de numerosos capilares sanguíneos. A través de ellos se produce el intercambio gaseoso: el O<sub>2</sub> pasa a la sangre y el CO<sub>2</sub> sale de ella.</p>	<p>El oxígeno penetra por los <b>estomas</b>, pequeños orificios epidérmicos, parecidos a ajeles, que pueden abrirse y cerrarse. En los troncos y raíces, el oxígeno pasa a través de unos desgarrones del corcho llamados <b>lenticelas</b>.</p>	
<p><b>Sustentación y desplazamiento</b> en un medio de menor densidad que la de ellos.</p>	<p>Los invertebrados terrestres se mantienen erguidos mediante la <b>cutícula externa</b>. El desplazamiento se realiza por medio de <b>patas articuladas</b> y/o de <b>alas</b>. Los vertebrados terrestres han desarrollado <b>cuatro extremidades</b> insertas en la columna vertebral.</p>	<p>Los vegetales terrestres se mantienen erguidos mediante <b>tejidos de sostén</b> rígidos. Además, han desarrollado <b>vasos conductores</b> para transportar los nutrientes (que también colaboran en la sujeción) y <b>raíces</b> firmes con las que se anclan al suelo y absorben sus nutrientes.</p>	
<p><b>Reproducción</b> en tierra firme, lo que supone un problema para los gametos y los embriones, que pueden desecarse y morir.</p>	<p>Los animales terrestres poseen <b>fecundación interna</b> para evitar la desecación de los gametos. El macho copula con la hembra y deposita sus espermatozoides en el útero de ésta. Los embriones quedan protegidos de la desecación desarrollándose dentro de una bolsa con líquido (el <b>amnios</b>). En los ovíparos el amnios (con el embrión en su interior) se localiza dentro del huevo, protegido por otras envolturas. En los vivíparos, el embrión, envuelto por el amnios, se desarrolla en el útero materno, al cual se une mediante la placenta. Éste órgano, mitad fetal, mitad materno, permite que la madre alimente al embrión y le provea de oxígeno.</p>	<p>Las plantas terrestres también poseen fecundación interna. Los gametos masculinos se encuentran en el interior de los granos de polen. Cuando éstos llegan al pistilo de la flor, emiten un tubo que llega hasta los gametos femeninos. Tras la fecundación, el embrión queda protegido en el interior de la semilla.</p>	

Tabla 5.6 Adaptaciones de animales y vegetales al medio terrestre.

## SUCESIONES ECOLÓGICAS Y FORMACIÓN DEL SUELO

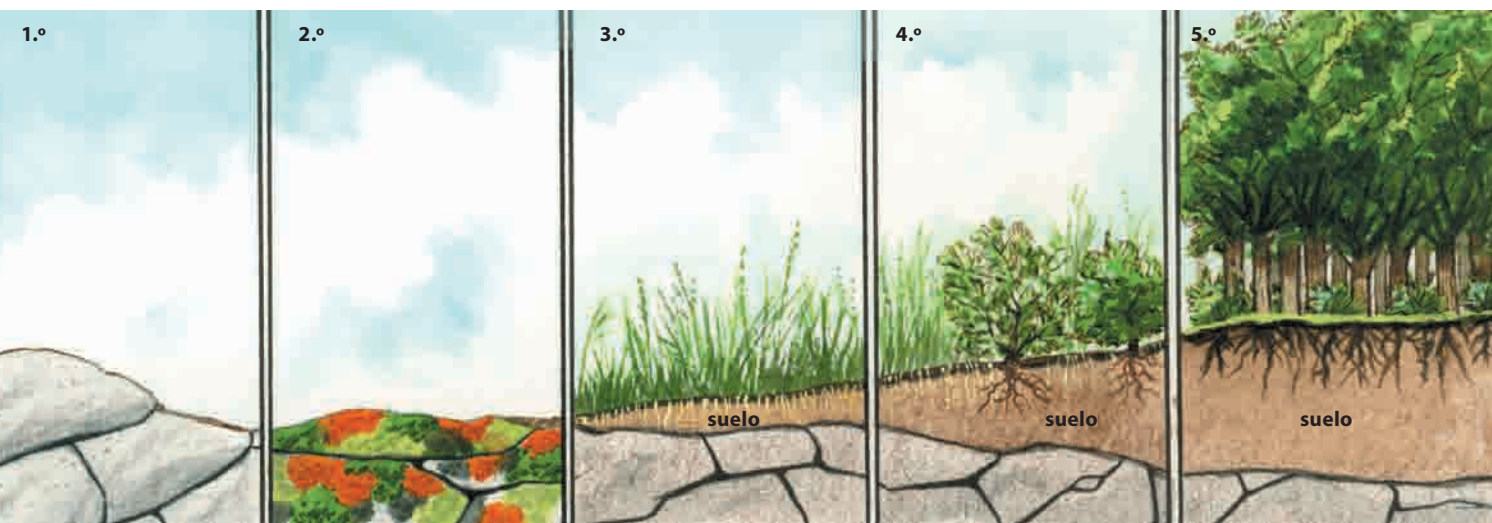
### Aa Vocabulario

El **suelo** es la capa más superficial de la corteza terrestre, y está constituido por fragmentos minerales, agua, gases atmosféricos y organismos vivos.

Los ecosistemas son dinámicos, es decir, no se mantienen siempre en el mismo estado, sino que cambian con el paso del tiempo.

Se llaman **sucesiones ecológicas** los cambios que experimentan los ecosistemas en el tiempo. Estos cambios afectan tanto al medio físico como a las comunidades que se van sucediendo progresivamente sobre un territorio determinado.

La sucesión ecológica es un proceso lento que puede tardar cientos de años en completarse; además, sigue una dirección concreta que puede secuenciarse como se indica en la Figura 5.6. En ella se observa una **sucesión primaria**, ya que parte de un terreno virgen. A lo largo de la misma se va formando el suelo y, a la vez, aumenta la diversidad de especies biológicas.



**Fig. 5.6** Sucesión ecológica primaria.

Éstos son los cinco pasos de la sucesión ecológica primaria (ver Fig. 5.6):

- 1.º La **roca firme** es un terreno hostil para la mayoría de las plantas, que no pueden enraizar en ella; por eso no es directamente colonizada por la vegetación.
- 2.º Los **primeros colonizadores** son líquenes que se incrustan en la roca y participan en su disgregación. Al morir, aportan materia orgánica, que se mezcla con los fragmentos de roca formando un **suelo primitivo**, donde pueden habitar bacterias, hongos y musgos, junto con los animales que se alimentan de ellos.
- 3.º Cuando el suelo está más desarrollado, germinan las semillas de las hierbas, que transforman el terreno en una **pradera**. También llegan los animales que se alimentan de las hierbas y sus correspondientes depredadores.
- 4.º Al madurar el suelo germinan plantas leñosas de mayor porte, como **matorrales y arbustos**, que conviven con las hierbas. A la fauna existente se añaden los animales sustentados por la nueva vegetación.
- 5.º En este estado ya pueden crecer los árboles que formarán parte del **bosque**. La comunidad del bosque está formada por árboles, arbustos, matorrales, hierbas, animales, hongos y microorganismos. Es muy estable y corresponde al máximo grado de madurez del ecosistema. Este estado se conoce como **comunidad clímax**.

## A

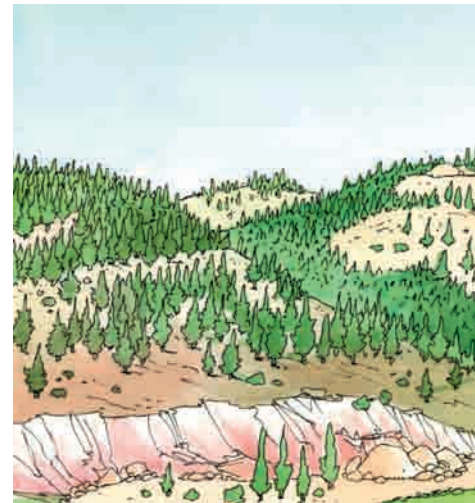
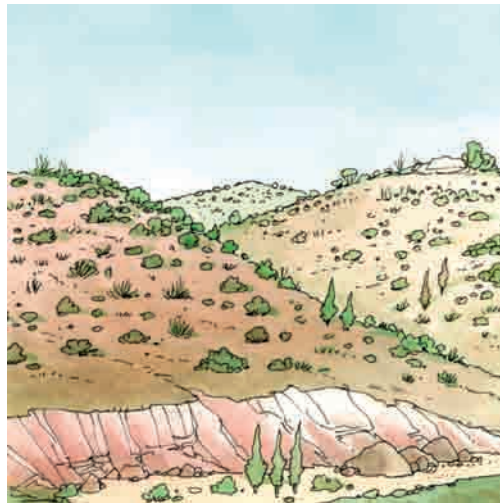
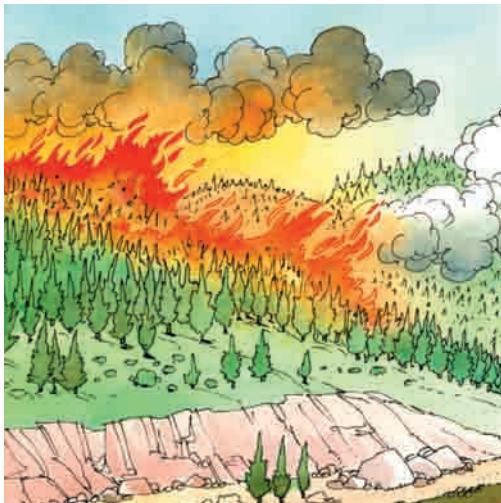
### REGRESIONES Y SUCESIONES SECUNDARIAS

La **regresión ecológica** es el proceso contrario a la sucesión, ya que cuando ocurre, el ecosistema retorna a una etapa más juvenil de la sucesión que en la que se encontraba. Por ejemplo, la tala de un bosque lo transforma en una pradera.

Las regresiones pueden tener dos **orígenes**:

- **Natural:** por ejemplo, por una erupción volcánica o un deslizamiento de tierra.
- **Inducido por las actividades humanas:** por deforestación con fines agrícolas o urbanísticos o debido a los incendios forestales.

Una vez que se ha producido una regresión en un ecosistema, si cesa la perturbación, la sucesión sigue su curso, pero partiendo de una etapa previa. En este caso se habla de **sucesión secundaria**. Por ejemplo, la pradera del ejemplo anterior volvería a pasar por el estado de matorrales y arbustos, hasta transformarse en un bosque (clímax) (Fig. 5.7).



**Fig. 5.7** Sucesión secundaria.

### Información adicional



Se llaman **sucesiones primarias** a las que parten de un terreno virgen, como, por ejemplo, una duna de arena o una colada de lava solidificada. Teniendo en cuenta esto, las **sucesiones secundarias** son más rápidas que las primarias, pues parten de un suelo más o menos formado y con cierto grado de colonización (mayor o menor según los casos).

## B

### REGRESIONES PROVOCADAS POR LAS ACTIVIDADES HUMANAS: INCENDIOS FORESTALES Y DESTRUCCIÓN DEL SUELO

Los incendios forestales son responsables de importantes regresiones en los ecosistemas de bosque.

Según su origen, existen dos **tipos de incendios forestales**:

- **Naturales:** producidos por descarga de rayos sobre la vegetación, sobre todo cuando ésta es muy combustible, porque está muy seca o porque produce resina o cualquier otra sustancia acelerante (pinos, jaras, etcétera).
- **Provocados:** pueden ser intencionados, para despejar terrenos con fines agrícolas (como la quema de rastrojos), ganaderos, industriales o urbanísticos; o no intencionados, provocados por descuidos, colillas encendidas o envases de vidrio que actúan como lupas.

El 10 % de los incendios son producidos por los rayos de las tormentas; el 25 % se deben a negligencias; el 25,3 % son intencionados, y el resto se debe a causas desconocidas u otros motivos.



Las jaras son plantas pioneras en los terrenos quemados, pues poseen unas semillas resistentes al fuego.

**Fig. 5.8**



Fig. 5.9 Incendio forestal.



### Información adicional

La capacidad erosiva del agua se incrementa al concentrarse las lluvias en determinados periodos de tiempo y cuando existen fuertes pendientes.

## B1 Impactos ambientales de los incendios forestales

- Destruyen la **vegetación**, así como las semillas y los microorganismos del suelo. Además, provocan cambios de unas especies vegetales por otras resistentes al fuego, como las jaras, que se hacen dominantes (lo cual aumenta el riesgo de incendio).
- Afectan a los **animales**, que mueren en el incendio o por falta de alimento o de refugio.
- **Contaminan la atmósfera** con partículas de polvo, CO<sub>2</sub> y otros gases desprendidos en la combustión.
- Alteran el **suelo**, porque lo impermeabilizan por compactación, originando la obstrucción de los poros, con lo que disminuye la infiltración.
- Aumentan la **erosión**, ya que, al desaparecer la cubierta vegetal, el suelo se queda sin protección.
- Al desaparecer la vegetación disminuye la infiltración, con lo que aumenta la escorrentía superficial y, como consecuencia, se **agravan las inundaciones**.
- Al aumentar la erosión se incrementa la cantidad de sedimentos transportados, lo que acelera la **colmatación de embalses** por relleno de sedimentos.
- Suponen un **riesgo** para las personas y los bienes materiales.

## B2 Medidas para prevenir los incendios

- Programas de **educación ambiental** con el fin de fomentar la toma de conciencia y evitar comportamientos de riesgo, como encender hogueras o tirar colillas.
- **Prohibir** la quema de rastrojos o residuos ganaderos, subvencionando métodos alternativos al fuego para su eliminación.
- Crear **cortafuegos** bien planificados, teniendo en cuenta la dirección del viento.
- Realizar la **limpieza de restos forestales** que representan un combustible adicional.
- Restaurar la **vegetación natural** tras un incendio y prohibir la recalificación del terreno quemado.
- Endurecer las **sanciones** para los responsables de provocar incendios forestales.

### Actividades

#### 10 Contesta las siguientes preguntas sobre las sucesiones ecológicas:

- ¿Qué diferencias existen entre las sucesiones primarias y secundarias? Pon un ejemplo.
- ¿Y entre las sucesiones y las regresiones? Pon un ejemplo.
- ¿En qué etapas de la sucesión ecológica se encuentran los siguientes ecosistemas: a) un pastizal; b) el monte bajo; c) un cultivo de trigo; d) las lápidas antiguas de los cementerios; e) la selva tropical.

#### 11 En 1971 entró en erupción el volcán Teneguía en la isla de La Palma; como consecuencia, todo quedó cubierto por una colada de lava. ¿En qué estado se encuentra actualmente? ¿Qué proceso ha comenzado a ocurrir en los suelos? ¿Qué ocurrirá en un futuro? Descríbelo.

#### 12 La pérdida de suelo por erosión es el daño ecológico más grave ocasionado por los incendios. No sólo existe erosión física, que afecta a la cantidad del suelo, sino también erosión química, provoca-

da por la pérdida de nutrientes, que disminuye su fertilidad. También origina contaminación del aire y del agua debido a los arrastres que alteran su calidad.

- Observa la Figura 5.6 y deduce la relación que existe entre la sucesión ecológica y la formación de suelos. ¿Es rápida o lenta la formación de un suelo maduro?
- ¿Qué significa que los incendios forestales son responsables de la regresión de los ecosistemas de bosque?
- ¿Por qué se erosiona el suelo como consecuencia de un incendio?
- ¿A qué nutrientes se refiere el enunciado de esta Actividad? ¿Qué ocurre con dichos nutrientes cuando se produce un incendio forestal?
- ¿Cuáles son las consecuencias de la pérdida de fertilidad de un suelo?
- ¿Qué otros impactos ambientales ocasionan los incendios forestales?
- ¿Qué medidas pueden adoptarse para prevenirlos? ¿Qué medidas puedes adoptar tú?

## INFLUENCIA HUMANA EN LOS ECOSISTEMAS

### HISTORIA DE LAS RELACIONES ENTRE LA HUMANIDAD Y LA NATURALEZA

Se puede dividir en tres etapas:

- 1.<sup>a</sup> *Sociedad cazadora-recolectora.*
- 2.<sup>a</sup> *Sociedad agrícola-ganadera.*
- 3.<sup>a</sup> *Sociedad industrial.*

#### A1 Sociedad cazadora-recolectora

Durante las primeras épocas de la humanidad (Fig. 5.10), los recursos energéticos que utilizaba eran todos ellos renovables:

- El alimento del que obtenían la energía que necesitaban para vivir: 2 500 kcal por persona al día aproximadamente.
- El fuego resultante de la quema de madera, que le servía para calentarse, cocinar y ahuyentar a las fieras.

Los impactos ambientales fueron muy escasos porque, cuando el alimento escaseaba en una zona, la población emigraba a otra, con lo que la primera se recuperaba.

#### A2 Sociedad agrícola-ganadera

La implantación de la agricultura hizo posible una mayor disponibilidad de alimentos, por lo que la población humana experimentó un crecimiento.

Además de los recursos energéticos de la época anterior, se empleaban otros nuevos (Fig. 5.11):

- La energía que produce el trabajo animal.
- La energía eólica, para mover los molinos y los barcos.
- La energía hidráulica para los sistemas de riego.

Los impactos ambientales fueron más importantes que en la etapa anterior:

- Se redujeron las zonas de bosque, pues se talaron para destinarlas a cultivo o pastos, o bien para extraer leña como combustible y madera con la que construir embarcaciones.
- Aumentó la erosión como consecuencia de la deforestación y de la excavación de minas para extraer minerales.
- Se levantaron ciudades y se construyeron numerosas vías de comunicación.

#### A3 Sociedad industrial

La Revolución industrial comenzó a finales del siglo XVIII en Inglaterra. En un principio, obtenían la energía necesaria quemando madera de los bosques, lo que los puso en peligro. Posteriormente, se recurrió al carbón mineral, fuente energética más eficaz que la primera, que facilitó el trabajo de las fábricas. En el siglo XX comenzó el uso del petróleo, lo que impulsó aún más la industria (Fig. 5.12).

Hoy día, el gasto energético se ha multiplicado por cien, pasando de las 2 500 kcal por persona al día de la primera época a las actuales 250 000 kcal diarias por persona.



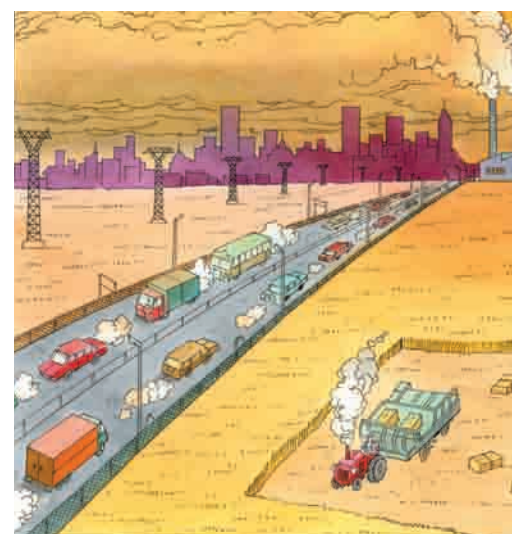
Sociedad cazadora-recolectora.

Fig. 5.10



Sociedad agrícola-ganadera.

Fig. 5.11



Sociedad industrial.

Fig. 5.12

Puedes consultar el censo mundial actualizado al minuto en la web que encontrarás en el CD.

Las mejores condiciones de vida provocaron un incremento de población humana, que actualmente sobrepasa ya los 6 600 millones de personas, el 70% de las cuales habita en grandes ciudades.

Paralelamente al crecimiento poblacional, se han intensificado los impactos ambientales:

- Consumo de grandes cantidades de recursos no renovables: minerales y combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural).
- Desaparición de los bosques.
- Erosión y desertización generalizadas, debido a la deforestación, a la urbanización y a la contaminación.
- Escasez o agotamiento de la cantidad de agua destinada al consumo humano por sobreexplotación.
- Deterioro por contaminación de la calidad del agua, el aire y el suelo.
- Cambio climático debido al incremento de la temperatura media planetaria.
- Pérdida de biodiversidad animal y vegetal.

## B

## EL CAMBIO CLIMÁTICO

Se llama **cambio climático** al calentamiento global del clima a consecuencia de las actividades humanas.

## B1 Causas del calentamiento global

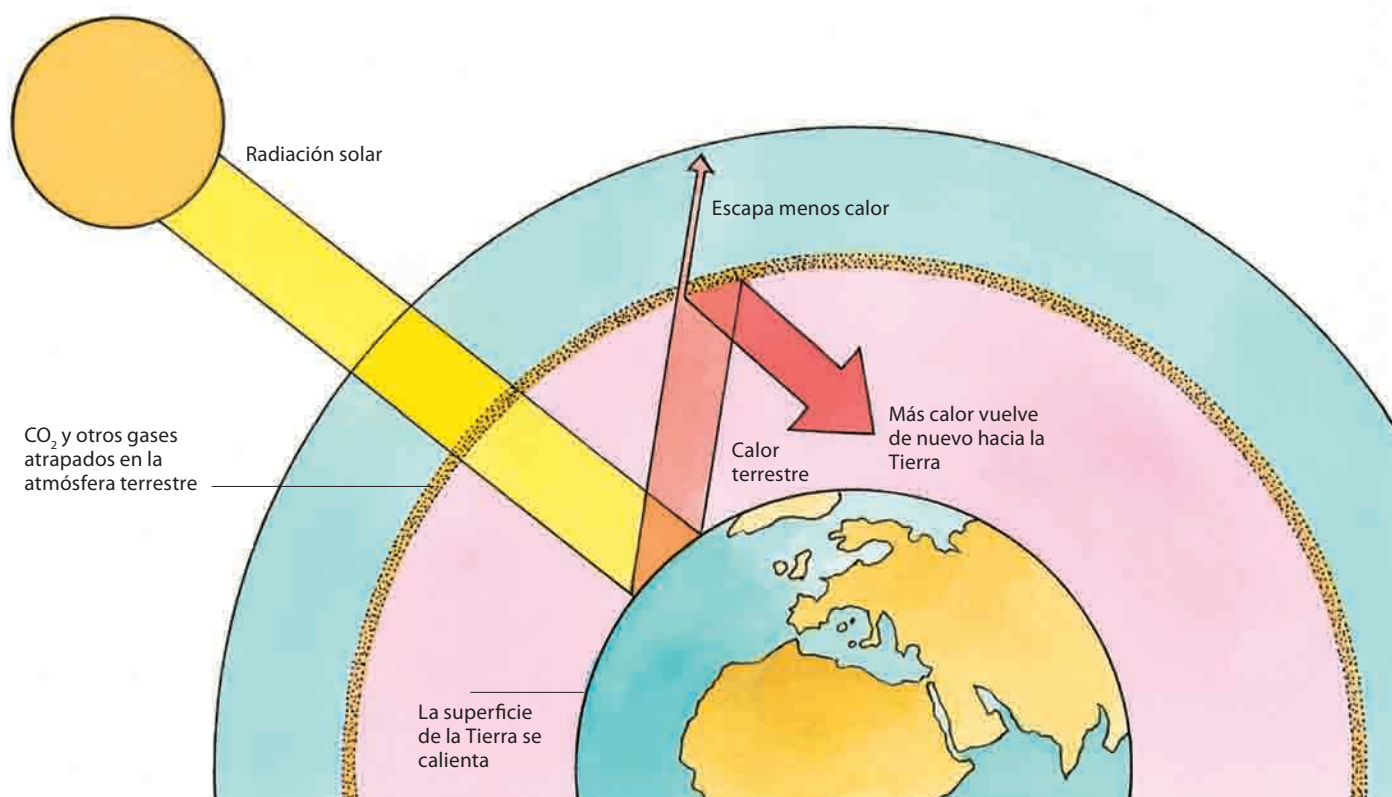


Fig. 5.13 Efecto invernadero natural.

Para entender el origen del calentamiento global hay que comprender el mecanismo natural denominado **efecto invernadero**.

Se llama efecto invernadero porque la baja atmósfera funciona como el vidrio de los invernaderos: deja entrar la luz del Sol, pero no deja apenas salir el calor emitido por la superficie terrestre, generado como respuesta ante la entrada de la radiación solar, lo que se traduce en un incremento de la temperatura. Los responsables de este comportamiento son los llamados **gases invernadero**, entre los que se encuentran el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y el vapor de agua.

El efecto **invernadero natural** (Fig. 5.13) es un fenómeno que ha mantenido la Tierra a unos  $15^\circ\text{C}$  de temperatura media, lo que hace posible la existencia de agua líquida y ha permitido el desarrollo de la vida.

El problema surge cuando aumentan los gases invernadero en la atmósfera, como consecuencia de las actividades humanas. Entonces se produce un **incremento del efecto invernadero**, el cual provoca una elevación de la temperatura media, denominado **calentamiento global** o **cambio climático**.

Éstas son algunas de las causas del incremento del efecto invernadero:

- El aumento de las emisiones de  $\text{CO}_2$  como consecuencia de los incendios forestales (Figs. 5.7 y 5.9) y, sobre todo, de la quema de combustibles fósiles para el transporte, la calefacción, la industria, etc. (Fig. 5.14.a).
- La tala de árboles y destrucción de la cubierta vegetal, que impide la fijación de  $\text{CO}_2$  en la fotosíntesis, por lo que éste se acumula en la atmósfera.
- La emisión de metano debida a la ganadería intensiva y a los cultivos de encharcamiento, como el arroz.

## B2 Efectos del calentamiento global

Según los últimos informes de los expertos, éstos serán los efectos producidos por el cambio climático:

- Elevación de temperaturas entre  $1,8$  y  $4^\circ\text{C}$  hasta el año 2100.
- Subida del nivel del mar entre 18 y 59 cm a finales del siglo XXI.
- Reducción de los hielos e incremento de los aludes.
- Aumento de las precipitaciones en latitudes altas, con inundaciones frecuentes, y disminución en zonas subtropicales, lo que repercutirá en la producción agrícola y la propagación de enfermedades como la malaria, el cólera o el dengue.
- Intensificación de huracanes y otros fenómenos meteorológicos.

## B3 Medidas para paliar el calentamiento global

Las medidas pasan por una reducción de los niveles de gases invernadero, con actuaciones como éstas:

- Fomento del transporte público y del ahorro energético.
- Investigación y desarrollo de tecnologías limpias, como, por ejemplo, las energías alternativas (solar, eólica, etcétera).
- Reforestación y mantenimiento de la cubierta vegetal.
- Educación ambiental, para favorecer las actuaciones individuales (Fig. 5.14.b).

Para solucionar este problema global es necesario un acuerdo internacional. En la Conferencia de Río de 1992 se celebró el primer Convenio sobre Cambio Climático, al que han seguido muchos otros, entre ellos el celebrado en Japón en 1997, de donde salió el conocido *Protocolo de Kioto*.

El **Protocolo de Kioto** es un pacto al que llegaron los gobiernos para reducir la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos por los países desarrollados en un 5,2 % respecto a los niveles registrados en 1990, y durante el periodo comprendido entre 2008 y 2012. Un total de 141 naciones han ratificado este pacto.



Emisiones industriales.

Fig. 5.14.a



La concienciación ciudadana desempeña un importante papel en la lucha contra el cambio climático.

Fig. 5.14.b

Portada de la web de la campaña oficial «Climabus: No cambies el clima, cambia tú». <http://www.nocambieselclimacambiatu.com/climabus/>



## PÉRDIDA DE LA BIODIVERSIDAD

Se llama **biodiversidad** o diversidad biológica a la **variedad de especies y de ecosistemas** de la Tierra, así como a la **diversidad genética** que poseen los individuos, que les permite evolucionar, enriquecerse por cruzamiento y adaptarse a las diferentes condiciones ambientales (Fig. 5.15)



**Fig. 5.15.a** La selva es el ecosistema terrestre que presenta mayor biodiversidad.



**Fig. 5.15.b** Los arrecifes de coral son los ecosistemas acuáticos con mayor biodiversidad.

A lo largo de la historia de la Tierra se ha producido un incremento progresivo de la biodiversidad, con etapas de extinción masivas, que acabaron con algunas especies; por ejemplo, los dinosaurios.

En la actualidad nos enfrentamos a un grave problema ambiental de **pérdida de biodiversidad**, generado como consecuencia de las actividades humanas.

### C1 Causas de la pérdida de biodiversidad

Entre las actividades causantes de la desaparición de especies están las siguientes:

- La **sobreexplotación** de bosques, bancos pesqueros, zonas costeras y pastizales ganaderos, así como el coleccionismo, la caza abusiva y el comercio ilegal de especies protegidas.
- Los **cambios de uso del suelo**, para agricultura, industria, construcción de obras públicas (carreteras, aeropuertos, etc.) y urbanización.

Entre estos cambios se incluyen también:

- Las extracciones abusivas de agua.
- La contaminación de los ríos por vertidos industriales.
- La destrucción de bosques y lagos a consecuencia de la lluvia ácida (provocada por la contaminación del aire).
- Los incendios forestales.
- La contaminación del aire.
- El calentamiento global.
- La **introducción de especies foráneas** (de otros ecosistemas distintos) o la utilización de especies obtenidas mediante selección artificial en la agricultura y la ganadería.

## C2 Soluciones para paliar la pérdida de biodiversidad

Entre las posibles soluciones están las siguientes:

- La protección de espacios naturales, como los parques naturales o nacionales y las reservas de la biosfera.
- Decretar y respetar leyes específicas destinadas a preservar las especies o los ecosistemas y a proteger su diversidad.
- Por nuestra parte, debemos respetar a los seres vivos como parte esencial del medio natural, adoptando aquellas medidas de protección que estén a nuestro alcance.

## D

### LA HUELLA ECOLÓGICA

Tendemos a pensar que los problemas ambientales los originan otros; sin embargo, todos nuestros comportamientos diarios (vivir, comer, desplazarnos, divertirnos, comprar, etc.) afectan de algún modo a nuestro planeta.

¿Has pensado alguna vez en la gran cantidad de recursos que empleas en esos comportamientos?

¿Cuántos planetas como el nuestro podríamos necesitar si todos los habitantes de la Tierra vivieran como tú? Pues bien, ya se han hecho cálculos que lo cuantifican. Uno de los más conocidos es la *huella ecológica*.

La **huella ecológica** es un cálculo que mide el impacto de la actividad y del consumo humano sobre el medio ambiente.

Se calcula en hectáreas de tierra (una **hectárea** equivale aproximadamente a la superficie de un campo de fútbol) necesarias para producir toda la energía, los alimentos, el agua y los recursos naturales que consume una persona.

La huella ecológica también incluye los residuos y emisiones de gases (CO<sub>2</sub>) generados por dicha persona y que la Tierra ha de asimilar.

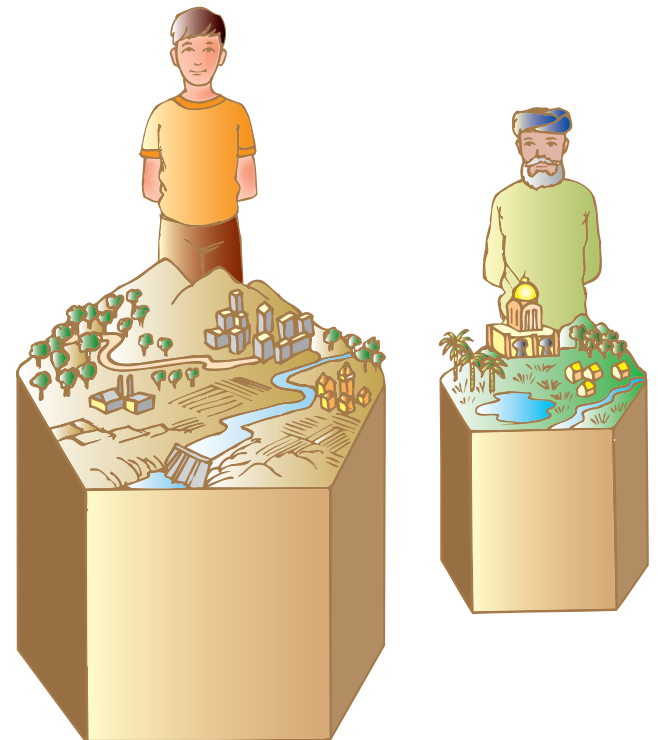
Se ha calculado que nuestro planeta tiene los recursos suficientes para permitir una huella ecológica de 1,8 ha por persona. Sin embargo, hoy su valor alcanza la cifra de 2,2 ha de tierra, lo que significa que hemos excedido la capacidad ecológica de la Tierra en 0,4 ha.

Según cálculos científicos, el día 9 de octubre de 2006 la huella ecológica de los habitantes de la Tierra excedió su capacidad de carga, lo que quiere decir que nos hemos empezado a «comer nuestro planeta» y ya necesitaríamos otro igual para satisfacer nuestras ansias de consumo.

Esta huella ecológica es muy variable entre los diferentes países, como puede apreciarse en la Figura 5.16 y en la Tabla 5.7.

País	EEUU	España	India	Brasil	Media
Huella ecológica en ha/persona	9,6	4,8	0,8	2,1	2,2

Tabla 5.7



La huella ecológica de una persona de nuestro país en comparación con otra de un país en vías de desarrollo, como la India.

Fig. 5.16

## EL DESARROLLO SOSTENIBLE

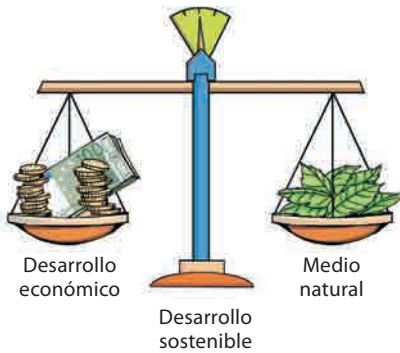
Como hemos visto en Apartados anteriores, la explotación de los recursos naturales por parte de la humanidad se ha convertido en uno de los principales problemas ambientales. Para solucionarlo es imprescindible que sigamos una política ambiental basada en el *desarrollo sostenible*.

El **desarrollo sostenible**, o **sostenibilidad**, se define como la actividad económica que satisface las necesidades de la generación presente sin afectar la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Ello significa que debemos desarrollarnos sin agotar los recursos, para que las futuras generaciones puedan disponer también de ellos (Fig. 5.18).

Para conseguir el desarrollo sostenible debemos cumplir los siguientes principios:

- Para los **recursos renovables** (aquellos que no se consumen, como la energía procedente del Sol, o los que, aunque se gasten, son repuestos por la naturaleza en un periodo de tiempo corto, inferior a 100 años, como los bosques, el agua o los peces), «*la tasa de consumo no debe ser superior a su tiempo de renovación*».
- Para los **recursos no renovables** (aquellos que necesitan cientos, miles o, incluso, millones de años para su formación porque dependen de los ciclos geológicos, como son los minerales o los combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas natural), «*se propone su uso moderado, poniendo en práctica medidas de ahorro; además, parte de los beneficios conseguidos mediante su uso deben ser destinados a investigar y desarrollar nuevas fuentes de energía, capaces de sustituirlos cuando ellos se agoten*». Por ejemplo, si empleamos un recurso energético no renovable, como el petróleo, debemos evitar su despilfarro y, además, podemos invertir una parte de los beneficios obtenidos con su uso en investigar sobre otras fuentes energéticas (solar, eólica, etc.) que sean limpias y renovables.
- Evitar en lo posible la contaminación del aire, del agua y del suelo.



**Fig. 5.17** El desarrollo sostenible trata de buscar el equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio natural.

### Actividades

#### 13 Responde estas preguntas:

- ¿Qué es una adaptación? Explícalo.
- Los seres humanos somos organismos terrestres? ¿Qué problemas nos plantea la vida en el medio terrestre? ¿Qué adaptaciones hemos desarrollado para superar esas limitaciones?
- Contesta las mismas preguntas en el caso de un árbol, como, por ejemplo, un chopo o un abedul.

#### 14 Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué significa que los seres vivos somos modificadores de ambientes?
- ¿Por qué la deforestación de una región puede cambiar su clima? ¿En qué sentido lo hace? Razónalo.

**15** ¿Cómo evoluciona el consumo energético desde la primera hasta la tercera fase de la historia de la humanidad? ¿Y los impactos ambientales? Argumenta tus respuestas.

**16** Las siguientes preguntas tienen que ver con el calentamiento global. ¿Qué diferencia hay entre el efecto invernadero y el incremento del efecto invernadero? ¿Cuáles son las causas de cada uno de ellos? ¿Y sus efectos? ¿Cuáles son los problemas ambientales derivados del cambio climático? ¿Qué acuerdos internacionales se han firmado para evitarlos?

**17** Supón que tienes una explotación forestal con 500 000 árboles de la misma especie y que cada árbol tarda 50 años en hacerse adulto. ¿Cuántos podrías talar cada año, si pretendes que tu explotación sea sostenible?

**18** Teniendo en cuenta que el agua que procede de los ríos tarda unos 11 días en renovarse, la de los embalses y lagos, unos 7 años, y las aguas subterráneas, unos 280 años, ¿podríamos afirmar con rotundidad que el agua que consumimos es un recurso renovable? ¿Por qué? ¿Qué reglas habría que seguir en cada caso para conseguir que su uso fuera sostenible?

# ACTIVIDADES DE REPASO

# 5

**1** El dibujo de la Figura 5.18 representa un ecosistema acuático de charca.

- Describe los componentes abióticos de esta charca.
- ¿Qué poblaciones forman parte de esta comunidad? (Recuerda que, aunque sólo se represente uno o dos ejemplares de cada una de ellas, en realidad, las interacciones ocurren entre poblaciones.)
- ¿Quiénes son los productores de este ecosistema? ¿Quiénes son los consumidores? ¿Qué organismos se incluyen en el nivel de los descomponedores?
- Elabora una cadena trófica y contesta las siguientes preguntas sobre ella:
  - ¿Cómo entra la materia? ¿Qué ocurre con dicha materia a lo largo de la cadena?
  - ¿En qué forma entra la energía? ¿Qué transformaciones experimenta? ¿Cómo sale la energía de esta cadena?
- Infórmate sobre la alimentación de los animales que están representados en el dibujo e intenta establecer la red

trófica de este ecosistema. ¿Qué diferencias existen entre una cadena y una red trófica?

- ¿Qué tipo de relación establecen las garzas con los espinosos? A corto plazo, ¿a quién beneficia esta relación? ¿Y a largo plazo? Razónalo.
- Describe las adaptaciones que poseen las garzas para solucionar los siguientes problemas:
  - La desecación de la piel.
  - La desecación de los gametos.
  - La desecación de los embriones.
  - La respiración de oxígeno atmosférico.
  - La pesca.
  - El desplazamiento.
- Indica las adaptaciones que posee el espinoso para:
  - Captar el oxígeno del agua.
  - Desplazarse.
  - Reproducirse.
- Observa a las ranas del dibujo. ¿Son animales terrestres o acuáticos? ¿Por qué? ¿Cuál es la razón de que les llamemos anfibios? Indica las adaptaciones que poseen para vivir en tierra y las que les permiten vivir bajo el agua.

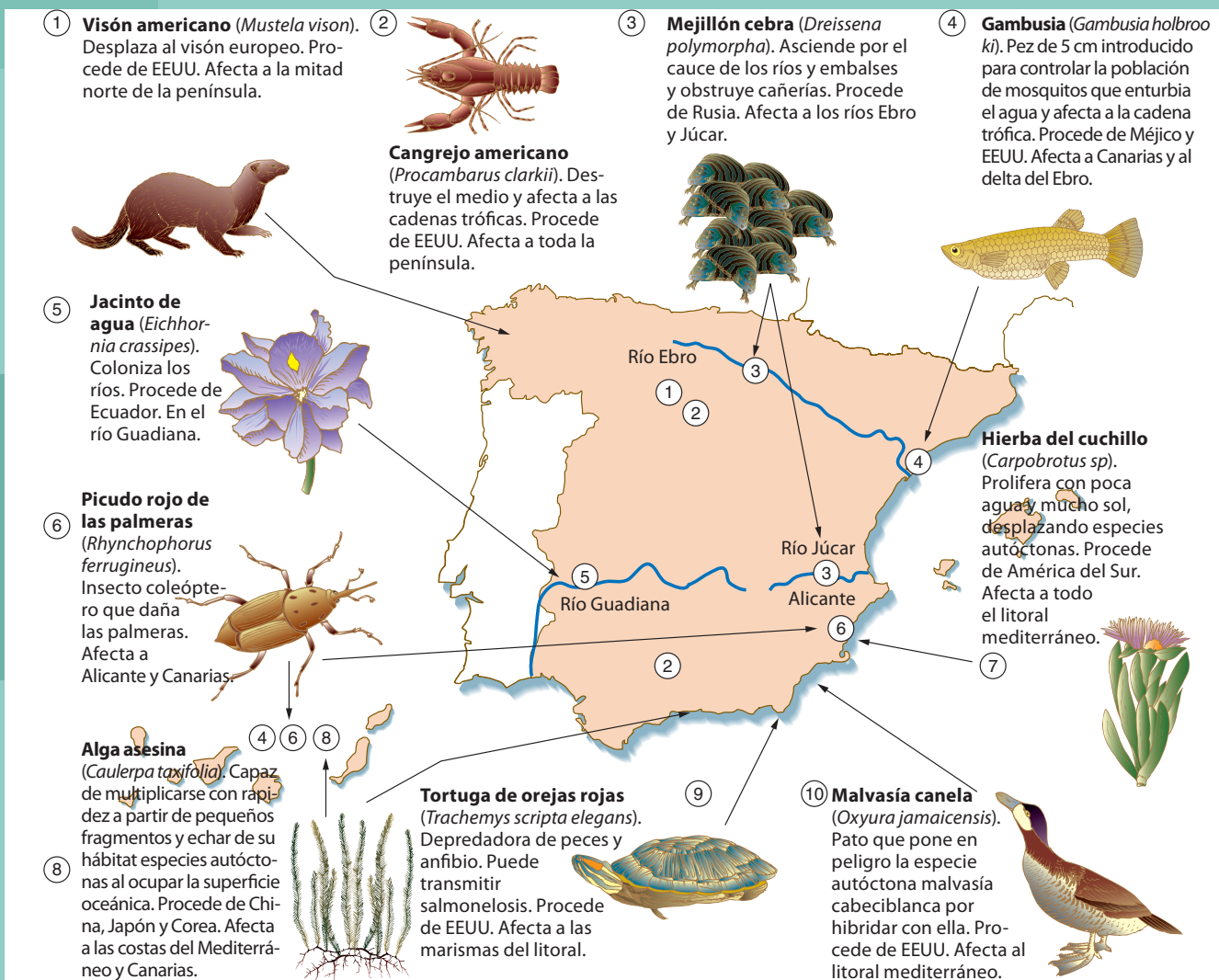


**Fig. 5.18** 1 Lentejas de agua. 2 Mosquito. 3 Ánade real. 4 Larvas de mosquito. 5 Ditiros o escarabajo buceador. 6 Sanguijuela. 7 Descomponedores. 8 Carpa. 9 Vallisneria. 10 Renacuajos. 11 Gusano acuático. 12 Nadador de espaldas. 13 Nenúfar. 14 Junco. 15 Musgo. 16 Aguilucho lagunero. 17 Garza. 18 Libélula. 19 Zapatero acuático. 20 Fitoplancton. 21 Zooplancton. 22 Espinoso. 23 Espadaña. 24 Elodea. 25 Hidras de agua dulce. 26 Caracol. 27 Rana. 28 Tejón. 29 Lechuza. 30 Musaraña acuática.

# 5 LECTURAS

## LAS 10 ESPECIES INVASORAS QUE AMENAZAN LA BIODIVERSIDAD ESPAÑOLA

Llegan desde territorios lejanos pegadas a los barcos, resguardadas en los materiales de embalaje, como mascotas o adornos florales, se propagan en nuestro territorio a una velocidad de vértigo, se hacen las amas de su entorno y cada vez son más. Los expertos han creado una lista de las veinte especies más dañinas, de las cuales señalamos diez (Fig. 5.19).



**Fig. 5.19** Modificada de los diarios *El Mundo*, 11 de noviembre de 2006, y *El País*, 11 de marzo de 2007.

### Ejercicios

- ¿Qué problema ambiental está reflejado en el texto?
- ¿De qué formas pueden introducirse especies en un territorio? ¿Por qué resultan tan dañinas cada una de las especies descritas arriba?
- Busca información en libros o en Internet sobre los efectos de algunas de las especies de la Figura 5.19 y redacta un informe.

## LINCES, ÁGUILAS IMPERIALES Y CONEJOS EN NUESTRO PAÍS

El lince ibérico (*Lynx pardina*) es un endemismo de la península Ibérica, es decir, sólo se encuentra aquí. Habita en montes y bosques mediterráneos del suroeste de España, con poblaciones muy pequeñas, y se halla en peligro de extinción. Es el más pequeño y antiguo de los linces actuales. Se caracteriza por los pinceles de pelos rígidos de sus orejas y patillas, su cola corta y su pelaje moteado (Fig. 5.20).

El águila imperial ibérica (*Aquila heliaca*) también es un endemismo de la península, comparte hábitat con los linces ibéricos y, al igual que éstos, está en peligro de extinción. Se distingue claramente por las manchas blancas de sus hombros (Fig. 5.22).

Los linces y las águilas imperiales comparten su alimentación, basada casi exclusivamente en conejos (Fig. 5.21).

Concretamente, el 90% de la dieta del lince está representado por el conejo. Se ha especializado hasta el extremo de desarrollar ciertas adaptaciones: su tamaño es el adecuado para la caza y el consumo del conejo; necesitan diariamente la cantidad exacta de un conejo mediano; son crepusculares o nocturnos, como los conejos; y la densidad de linces depende de la de conejos (cuando escasean los conejos, las hembras de lince no crían).



**Fig. 5.20** Lince ibérico.



**Fig. 5.21** Conejo común.



**Fig. 5.22** Águila imperial.

Los conejos son muy prolíficos y hasta hace unas décadas eran muy abundantes, aunque su población estaba controlada por muchos depredadores (unas 40 especies se alimentan de ellos). En países donde no existen estos depredadores, como en Australia, la introducción de conejos se convirtió en una plaga, que provoca auténticas catástrofes y arrasa la vegetación. Actualmente, se ha producido un drástico descenso de las poblaciones de conejos en nuestro país, debido a enfermedades como la mixomatosis o la enfermedad hemorrágica.

La disminución de la población de conejos ha tenido consecuencias sobre sus depredadores, que experimentaron descensos importantes. Los menos exigentes cambiaron de presa y pasaron a alimentarse de reptiles, carroña, basura, etc. Pero los más especializados y que más dependían del conejo, como los linces y las águilas imperiales, quedaron en peligro de extinción.

Modificado de la revista *Lubicán* (WWF)

### Ejercicios

- ¿Qué problema ambiental se refleja en el texto? ¿A qué ecosistema se hace referencia?
- ¿Qué relación se establece entre: a) el conejo y el lince; b) el conejo y el águila imperial; c) el lince y el águila imperial.
- Cuando no se producen interferencias en este ecosistema, ¿cómo se controla la población de conejos?
- Busca información sobre la mixomatosis y la enfermedad hemorrágica.
- ¿Por qué los conejos se transformaron en plaga en Australia? ¿Qué medidas se tomaron para controlarla? ¿Qué repercusiones tuvieron dichas medidas?
- En la actualidad, la población de conejos de la península es sólo un 10 % de lo que fue. ¿Por qué se ha producido ese descenso tan drástico? ¿Qué consecuencias ha tenido el descenso del número de conejos para las poblaciones de lince y de águila imperial? ¿Qué soluciones podrían adoptarse?