

## TEMA 1.4: ECOLOGÍA Y BIODIVERSIDAD

- 1- LA BIODIVERSIDAD
- 2- LA ESTRUCTURA DE LOS ECOSISTEMAS
- 3- EL FLUJO DE LA ENERGÍA
- 4- LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS
- 5- LOS PARÁMETROS TRÓFICOS
- 6- LA AUTORREGULACIÓN DEL ECOSISTEMA
- 7- LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD



En la serranía de Ronda (Málaga) se encuentran bosques de pinsapos (*Abies pinsapo*), un endemismo del sur de España.

## 1- LA BIODIVERSIDAD

El término **biodiversidad** es un neologismo y se refiere al conjunto de la variedad de formas de vida de la Biosfera. Se puede contemplar a tres niveles: genética, específica y ecológica.

### 1.1- LA BIODIVERSIDAD GENÉTICA

La **diversidad genética** es el conjunto de genes de una población (su *acervo genético*). Se refiere a las diferencias entre los individuos de una misma especie.

Las distintas formas de un gen (los alelos) surgen por **mutación génica**, consistente en la modificación de la secuencia de bases de un gen. Estas modificaciones se pueden originar por duplicación, supresión, cambio o inversión de nucleótidos. Si las mutaciones afectan a la línea germinal (y, por tanto, a los gametos), el nuevo alelo pasa a las siguientes generaciones y se incorporará al acervo genético (conjunto de alelos) de la especie.

La reproducción sexual contribuye a la variabilidad genética de las poblaciones, dado que genera nuevas combinaciones de alelos. Cada gameto tiene una particular combinación de genes porque en su formación (durante la meiosis) se produce el sobrecruzamiento (profase I) y la separación al azar de cromosomas homólogos (metafase I). La fecundación además supone la unión de gametos de dos individuos distintos. Las distintas combinaciones de alelos que se originan son las que la selección natural escoge en el proceso evolutivo.

Cálculo de la diversidad genética:

- **Observación de la diversidad de fenotipos** (sus variedades), aunque no permite observar los alelos recesivos.
- **Índice de heterocigosis:** es el cociente entre el número de parejas de genes que son heterocigóticos con respecto al total. Cuanto más alto sea, mayor es la diversidad genética de la especie estudiada.

### 1.2- LA BIODIVERSIDAD TAXONÓMICA

La **diversidad específica** se refiere a la variedad de especies existentes en una región más o menos amplia. Como se puede generalizar a grupos más amplios de seres vivos (géneros, familias, clases, etc), se puede definir como **diversidad taxonómica**.

Conviene tener en cuenta que, para asignar un organismo a una especie concreta, más que utilizar el **concepto morfológico**, basado en la similitud en características morfológicas observables (aunque se siga utilizando en la actualidad para la determinación de organismos, tanto por guías de identificación como por claves dicotómicas), se aplica el **concepto biológico**, basado en el aislamiento reproductor. Por tanto, aquellos organismos que puedan diferir morfológicamente, pero se puedan cruzar real o potencialmente, pertenecerán a la misma especie. Por el contrario, aunque sean muy similares, si dos poblaciones están aisladas reproductivamente, sus organismos respectivos pertenecerán a distintas especies.

También hay que recordar que el concepto biológico de especie se aplica con dificultad en organismos con reproducción asexual (bacterias), con híbridos fértiles (plantas) o fósiles (sólo se puede aplicar el concepto morfológico, dada la imposibilidad de probar el cruzamiento de organismos similares).

NÚMERO APROXIMADO DE ESPECIES DESCRITAS	
MONERAS	4.000
PROTOCTISTAS	80.000
HONGOS	72.000
PLANTAS	270.000
ANIMALES	1.320.000
<b>TOTAL</b>	<b>1.750.000</b>

Actualmente se encuentran descritas e identificadas 1,8 millones de especies, aunque con alto número de controversias no resueltas. No obstante, este catálogo es muy **incompleto**, dado que hay muchas especies todavía por descubrir, y muy **sesgado**, puesto que hay grupos de organismos más estudiados (vertebrados, especialmente aves y mamíferos) que otros (gusanos, hongos y bacterias).

Las distintas estimaciones de la diversidad global de especies sitúan la cifra entre 4 y 30 millones de especies (algunos proponen incluso una cifra más alta).

La distribución de esta biodiversidad no es uniforme en toda la biosfera. En general en océanos y mares, a pesar de presentar mayor número de grupos de organismos, hay una menor biodiversidad específica con respecto a los ecosistemas terrestres. En estos últimos, se observa que es inversamente proporcional a la latitud y a la altitud y directamente proporcional a la heterogeneidad del territorio. Por otra parte, las **islas biogeográficas** (islas geográficas, cimas de montañas, lagos, orillas de grandes ríos, oasis de desiertos y nunataks), dado el aislamiento reproductivo que suponen, aumentan la biodiversidad, con aparición de **endemismos** (especies que sólo están presentes en una zona limitada y definible de la Tierra, por lo que su distribución es reducida).

### 1.3- LA BIODIVERSIDAD ECOLÓGICA

Se refiere al conjunto de ecosistemas de una zona como reflejo de la variedad de ambientes de la misma. Por otra parte, la diversidad de un ecosistema pretende medir su heterogeneidad, por lo que va a depender de estos dos componentes:

- El **número de especies** (la cantidad): un ecosistema será más diverso cuanto mayor sea su riqueza específica.
- La **abundancia relativa** de las especies (la proporción): no todas las especies que coexisten en el ecosistema tienen el mismo número de individuos, por lo que se definen especies dominantes, frecuentes, escasas o raras.

### 1.4- EL ORIGEN DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad es el resultado del proceso evolutivo desarrollado durante millones de años. Según la teoría sintética de la evolución (neodarwinismo) este proceso sigue las siguientes premisas:

1. La **variabilidad genética** entre los individuos de la población es el resultado de dos procesos:
  - Las **mutaciones** al azar, que pueden ser positivas, negativas o neutras. Generan nuevos alelos de un gen.
  - La **recombinación sexual** que se produce durante la meiosis (sobrecruzamiento y segregación al azar de cromosomas homólogos) y la fecundación. Generan nuevas combinaciones de alelos ya existentes.
2. Mediante la **selección natural**, el medio propicia que sólo los individuos con características favorables (aquellas combinaciones con una mayor proporción de alelos procedentes de mutaciones positivas) sobrevivan y se reproduzcan, por lo



que sus genes aumentan su proporción con el paso de las generaciones. Es importante destacar que, aunque no es un proceso dirigido, tampoco es azaroso, pues depende de las características del medio en un lugar y momento determinados. Una modalidad especial es la **selección sexual** en que los miembros de un sexo adquieren caracteres no muy adaptativos (cornamentas, colores vivos, etc) pero que les favorece en la reproducción (y la transmisión de los genes), dada la gran competencia existente entre ellos.

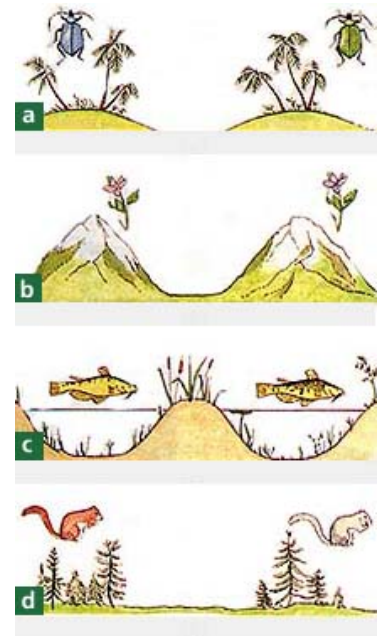
Este proceso de supervivencia del mejor diseño que deja un número creciente de descendientes con esas características, sobre los cuales aparecerán sucesivas variaciones que lo mejoren más aún, hace que al cabo de millones de años aparezcan organismos realmente eficaces y ajustados al medio.

La **adaptación** es el ajuste de los organismos al medio en que viven y que les permite superar los problemas que les plantea el entorno (físico y biológico). Las adaptaciones pueden ser de tres tipos:

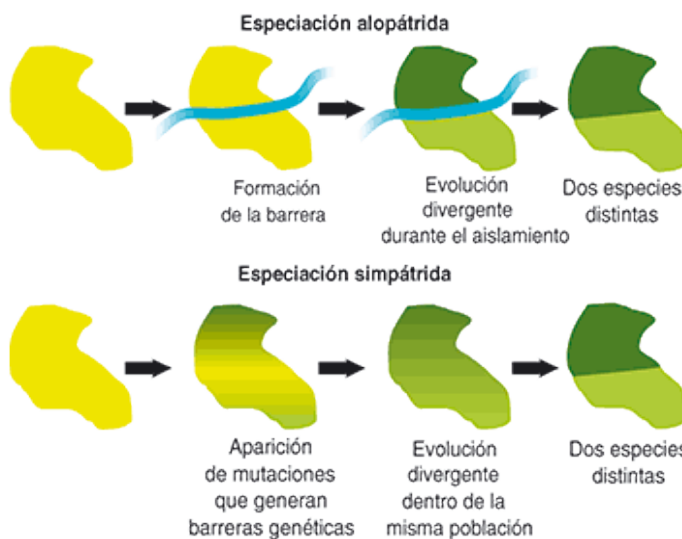
- **Morfológicas:** suponen el desarrollo de nuevos órganos (de protección, de alimentación, de reproducción o de coordinación).
- **Fisiológicas:** modifican la función de un órgano preexistente.
- **Conductual:** aparecen nuevos comportamientos (búsqueda de alimento, cooperación, cortejos, etc).

La **especiación** es el proceso de formación de una nueva especie a partir de otra preexistente debido a la diferenciación gradual de las poblaciones a lo largo de las generaciones. Se definen tres etapas:

1. **Aislamiento reproductivo:** interrupción del intercambio de genes entre poblaciones de la misma especie por mecanismos precigóticos (antes de la fecundación) como:
  - Barreras geográficas (*rios, mares, cordilleras, desiertos, glaciares*) en lo que se denomina **especiación alopátrica**.



Barreras geográficas



- Barreras ecológicas, temporales, conductuales, anatómicas o gaméticas (**especiación simpátrica**).

2. **Evolución independiente** de ambas poblaciones (por mutación y selección natural) durante un periodo más o menos largo. Las poblaciones iniciales acaban siendo dos especies diferentes.
3. Las nuevas especies, al ponerse en contacto, no pueden reproducirse debido a **mecanismos postcigóticos** de aislamiento (como la inviabilidad de la fecundación o la aparición de híbridos poco longevos o estériles).

## 2- LA ESTRUCTURA DE LOS ECOSISTEMAS

Un **ecosistema** es el conjunto formado por una comunidad (o **biocenosis**) de organismos que interactúa con el medio físico (el **biotopo**). Es por tanto un sistema que incluye unos elementos (los seres vivos y los factores abióticos del medio) y las relaciones que se establecen entre ellos.

### 2.1 LAS POBLACIONES

Las **poblaciones** son conjuntos de individuos de la misma especie que viven en un mismo espacio y al mismo tiempo, por lo que pueden reproducirse entre sí. Esto genera para los organismos, una serie de beneficios como la defensa, el incremento de posibilidades de encuentros reproductivos o la división del trabajo, pero también perjuicios como la competencia interespecífica por los recursos o el contagio de enfermedades infecciosas, sobre todo en situaciones de sobrepoblación. Se definen los siguientes tipos de población:

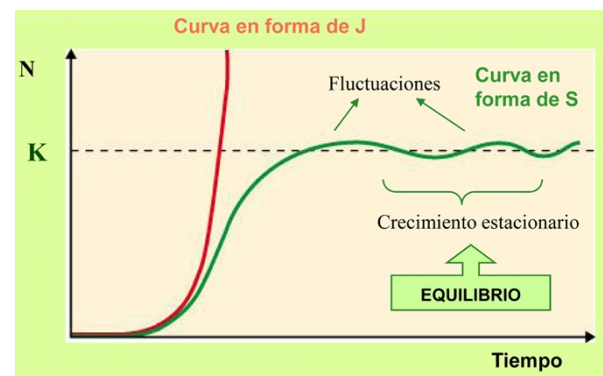
1. **Familiares:** formado por individuos de distinto sexo, que producen descendencia. Por tanto, sus integrantes están emparentados. Pueden ser parentales, patriarcales, matriarcales y filiales. También monógamas o polígamas.
2. **Gregarias:** agrupaciones de origen no reproductivo y carácter transitorio para la defensa, migración o búsqueda de alimento. *Bandadas (aves) y manadas.*
3. **Sociales:** constituidos por individuos de origen reproductor común, que forman una sociedad jerarquizada que se reparte el trabajo. Los organismos se diferencian morfológica o conductualmente en castas. *Hormigas, abejas y termitas.*
4. **Coloniales:** los individuos provienen de la reproducción asexual del mismo progenitor y permanecen unidos físicamente entre sí. *Corales.*

#### Parámetros medibles en la población:

- **Tamaño de la población (N):** número total de individuos. Está condicionada por la disponibilidad de recursos del medio y por la presencia del resto de las poblaciones de la comunidad.
- **Densidad:** número de individuos por unidad de superficie o de volumen.
- **Natalidad (b):** es el número de individuos nacidos en un tiempo y referido al tamaño total de la población, es decir,  $b = \text{nacimientos}/N$
- **Mortalidad (m):** esta vez, con los individuos muertos.
- Tasa intrínseca de crecimiento o **potencial biótico (r):**  $r = b - m$
- **Capacidad de carga del ecosistema (K):** tamaño máximo en que una población se mantiene en equilibrio con el medio.

Se definen dos tipos de crecimiento en una población:

1. **Exponencial** o en J: comprende dos fases: una exponencial de crecimiento rápido (elevada r) y otra de disminución brusca (alta mortalidad). Corresponde a las especies estrategas de la r (como los insectos y los peces).
2. **Sigmoidea** o logística (en S): constan de una fase exponencial, otra de desaceleración y una última de equilibrio dinámico con fluctuaciones en torno a la capacidad de carga (K). Corresponde a las especies estrategas de la K (como los mamíferos, aves y los árboles).



Tipos de organismos por su estrategia de reproducción:

Estrategas de la r	Estrategas de la K
Desarrollo rápido	Desarrollo lento
Vida corta	Vida larga
Reproducción temprana	Reproducción tardía.
Pequeño tamaño corporal	Tamaño corporal grande.
Reproducción única o pocas veces	Reproducción reiterada.
Muchos descendientes	Pocos descendientes
Generalistas	Especialistas
Alta adaptación a cambios del medio (eurioicas)	Baja adaptación a cambios del medio (estenoicas)

## 2.2 LAS COMUNIDADES

La comunidad es el conjunto de poblaciones presentes en un ecosistema. En él se establecen relaciones interespecíficas, no siempre tróficas, que contribuyen a la regulación del sistema. En estas relaciones hay especies beneficiadas (+), perjudicadas (-) o indiferentes (0).

En la **competencia interespecífica** (-,-), dos poblaciones de distintas especies compiten por un recurso común (nutrientes, luz, agua, espacio). Los modelos matemáticos (y las experiencias) indican que, en muchos casos, la competencia lleva a la desaparición de una de las especies según el **principio de exclusión competitiva**: *dos especies con el mismo nicho ecológico no pueden coexistir*. La competencia va a regular entonces el tamaño de las poblaciones que compiten. También es una fuente de biodiversidad pues la selección natural va a favorecer a los individuos mejores competidores y además potencia la búsqueda de nuevos nichos para evitar la exclusión competitiva.

La **depredación** (+, -) es aquella relación en la que un organismo (**depredador**) se alimenta de otro al que mata (**presa**). Incluye tanto la alimentación de los carnívoros (**depredación** en sentido estricto) como la de los herbívoros (**ramoneo**), pues éstos consumen parte de los vegetales, teniendo un efecto nocivo, aunque no letal. Como consecuencia de esta relación, se produce un control y equilibrio de las dos poblaciones implicadas. Esto lleva a la subsistencia mutua, reflejada en oscilaciones algo desplazadas de las poblaciones de depredadores y presas (retroalimentación negativa). Por otro lado, se produce una **coevolución** o evolución paralela de depredador y presa, dado que, en ambos casos, desaparecen los individuos débiles o no aptos.

En el **parasitismo** (+, -), el **parásito** (+) es más pequeño y numeroso que el **hospedador** (-) y vive a expensas de él. Los parásitos atacan a pocos individuos y no suelen causar su muerte, dada su dependencia de éstos. Las consecuencias del parasitismo son similares a la depredación, es decir, un control de las poblaciones. Se definen dos tipos: **ectoparásitos** (viven sobre la superficie del hospedador) y **endoparásitos** (viven dentro del hospedador).

El **mutualismo** (+,+) consiste en una asociación de dos especies con un beneficio mutuo. La dependencia puede ser permanente o facultativa (temporal). La **simbiosis** se refiere a un mutualismo con un contacto permanente e imprescindible. La **endosimbiosis**

es la que se establece dentro de otro organismo. En muchos casos existe también una coevolución entre las especies que se relacionan.

El **comensalismo** (+,0) es un contacto temporal y de carácter trófico en el que una especie (**comensal**) se alimenta de los restos de otra, que queda indiferente. En este grupo estarían los carroñeros, coprófagos y saprofitos.

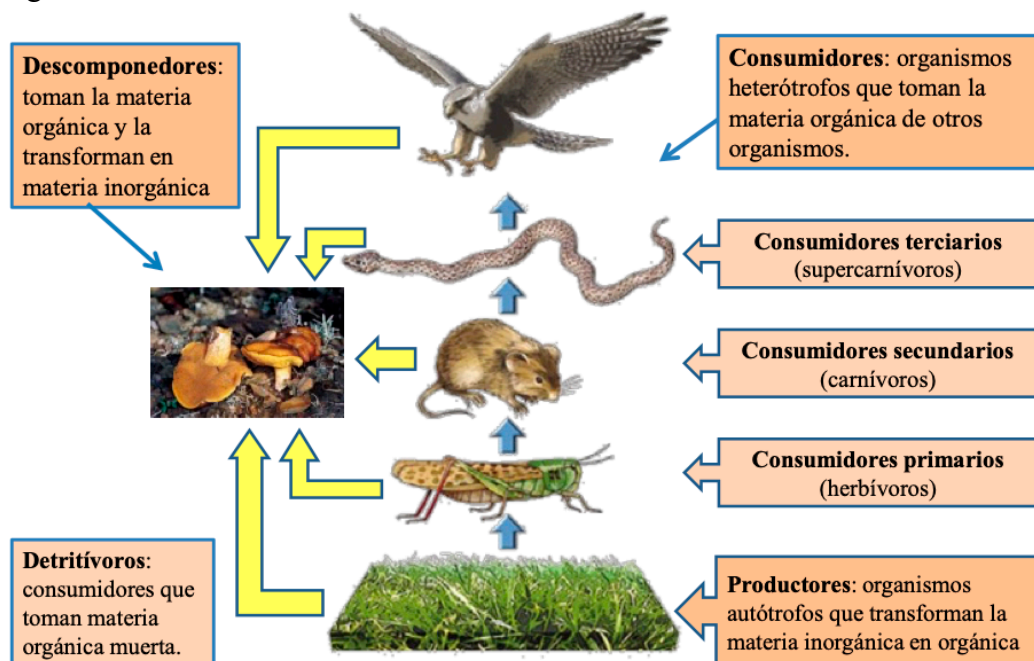
Si la relación no es trófica, la relación (+,0) se denomina **inquilinismo** y va a estar ligada a la ocupación de un espacio (para el cobijo y la protección) por parte de la especie beneficiada (**inquilino**). Dos casos especiales serían la **tanatocresis** (una especie aprovecha los restos de otra para su protección) y la **foresia** (una especie transporta pasivamente otra).

Por último, podemos mencionar la **antibiosis** o amensalismo (0, -), en la que una especie, en su desarrollo normal, resulta nociva para otra.

### 2.3 LA ESTRUCTURA TRÓFICA

La estructura trófica o alimentaria agrupa a los seres vivos en **niveles tróficos**, diferenciados por sus métodos de obtención de materia y energía. De este modo existen los siguientes:

1. **Productores:** son organismos autótrofos, es decir, toman la materia inorgánica ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  y sales minerales) y lo transforman en materia orgánica, utilizando la energía solar (**fotosíntesis**) o la energía química extraída de reacciones de oxidación (**quimiosíntesis**). La mayoría son organismos fotosintéticos, es decir, cianobacterias, bacterias fotosintéticas, algas y vegetales. Las bacterias quimiosintéticas tienen un escasísimo aporte energético en la superficie terrestre (menos del 1 %), pero resultan cruciales en las biocenosis afóticas como las ligadas a las fuentes termales del fondo de los océanos.



2. **Consumidores:** son organismos heterótrofos, que toman la materia orgánica presente en otros organismos para transformarla en su propia materia orgánica. Se establecen tres niveles de consumidores: primarios (**herbívoros** o fitófagos), que se alimentan de productores; secundarios (**carnívoros**), que se alimentan de

herbívoros y terciarios (**supercarnívoros**), que se alimentan de carnívoros. También se incluyen aquí dos grupos más:

- **Omnívoros:** pueden alimentarse de productores o de consumidores.
- **Detritívoros:** consumidores de materia orgánica muerta (cadáveres, residuos, excrementos) que la transforman en materia orgánica más sencilla. Dentro de este grupo diferenciamos los necrófagos o **carroñeros** (se alimentan de cadáveres recientes o poco descompuestos), los **saprófagos** (se alimentan de restos de plantas o cadáveres algo alterados) y los **coprófagos** (se alimentan de excrementos).

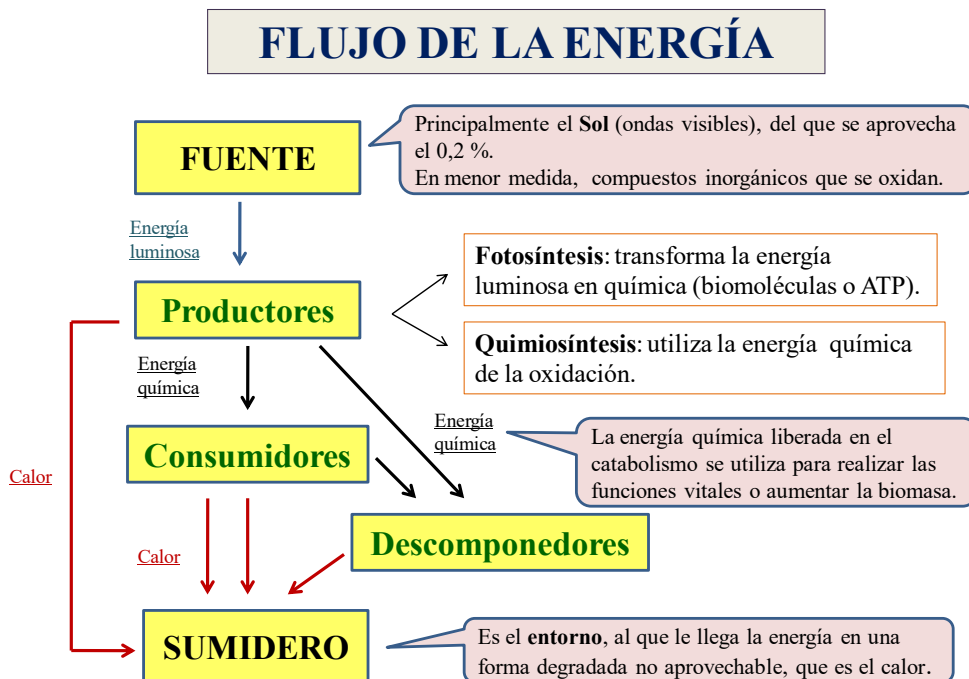
3. **Descomponedores:** detritívoros que transforman la materia orgánica en materia inorgánica. Suelen ser bacterias y hongos, y también se pueden llamar **transformadores**.

Esta estructura se puede representar gráficamente como **cadena trófica**, en las que se establece una relación lineal de niveles tróficos, aunque sólo tiene lugar si los consumidores son especialistas. En realidad, al existir organismos generalistas y omnívoros, aumenta el número de conexiones entre cadenas, por lo que es más correcto hablar de una **red trófica**, con elevado número de nudos de entrada (generalistas) o de salida (organismos que sirven de alimento a varios).

### 3- EL FLUJO DE LA ENERGÍA

Se trata de un recorrido abierto, puesto que la energía va en una sola dirección de un **manantial** (energía solar) a un **sumidero** (el entorno). En ese camino, la energía va pasando por los distintos niveles tróficos y sufriendo transformaciones.

La **energía luminosa** del Sol es captada en un 0,2% por los organismos fotosintéticos (productores), que lo transforman en la **energía química** presente en los enlaces químicos de las biomoléculas. Esta energía se almacena en forma de biomasa a disposición del siguiente nivel trófico (herbívoros).





De la biomasa ingerida, a la que hay que descontar lo no asimilado (que es a su vez tomado por los descomponedores), se obtiene energía por respiración celular para:

- **Trabajos** como el movimiento, el mantenimiento del organismo y la reproducción.
- El **aumento de biomasa** en forma de crecimiento (en tamaño individual o de la población), lo que constituye energía disponible para el siguiente nivel trófico.

En todos estos trasiegos, se pierde energía en forma de **calor**. Ésta es una energía no aprovechable por el sistema (degradada) y se pierde en el entorno, que actúa como sumidero.

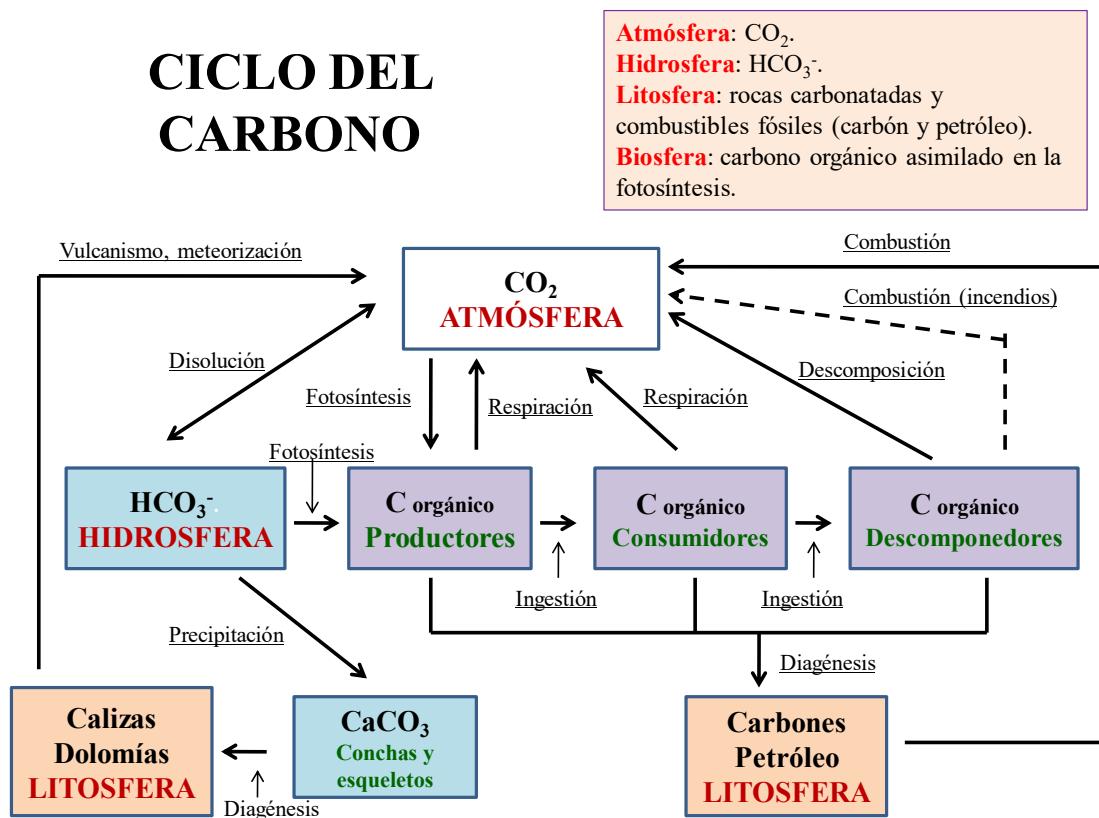
#### 4- LOS CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

La materia circula por la cadena trófica a través de sucesivas transformaciones que se articulan en un ciclo cerrado, por lo que se recicla (vuelve al punto de origen). De esta manera, la materia pasa del medio a los organismos vivos y de ahí, tras pasar por los distintos niveles tróficos, regresa de nuevo al medio.

Se puede establecer un ciclo para cada elemento químico, que pasa por cuatro compartimentos: atmósfera, hidrosfera, litosfera y biosfera. A los recorridos de cada uno de estos elementos por el biotopo y la biocenosis de los ecosistemas se les denominan **ciclos biogeoquímicos**. Existen dos tipos de ciclos:

1. **Gaseosos**: la atmósfera constituye el reservorio principal. O, C, N.
2. **Sedimentarios**: la litosfera es el reservorio principal. P, S.

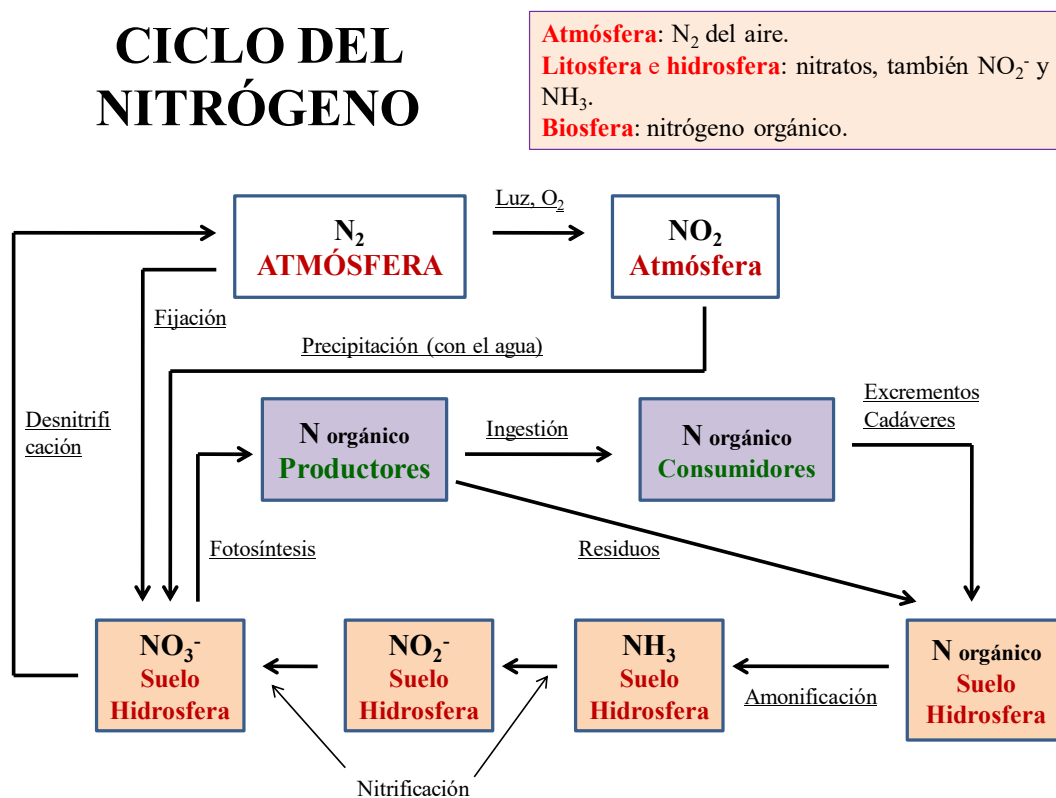
##### 4.1 EL CICLO DEL CARBONO



## 4.2 EL CICLO DEL NITRÓGENO

El gas más abundante de la atmósfera ( $N_2$ ) tiene la paradoja de no ser utilizable por los productores, dado que estos asimilan los nitratos del suelo o del agua. No obstante, en el ciclo biogeoquímico del nitrógeno, se definen cuatro procesos biológicos que permiten el reciclado del nitrato asimilable y también el uso del  $N_2$  atmosférico:

1. **Fijación:** transformación del  $N_2$  atmosférico en N asimilable, mediante procesos fisico-químicos (como los relámpagos, que oxidan el  $N_2$ ) o bióticos a través de organismos fijadores del  $N_2$  tanto no simbióticos (cianobacterias y bacterias) como simbióticos (*Rhizobium*, una bacteria huésped de leguminosas).
2. **Amonificación:** descomposición del N orgánico en  $NH_3$  (realizado por bacterias y hongos).
3. **Nitrificación:** paso del  $NH_3$  del suelo a  $NO_3^-$  (asimilable por los productores). Efectuado por bacterias nitrificantes.
4. **Desnitrificación:** transformación del  $NO_3^-$  a  $N_2$ , en condiciones anaerobias (suelos mal aireados con gran cantidad de materia orgánica). Realizado por algunas bacterias anaerobias.

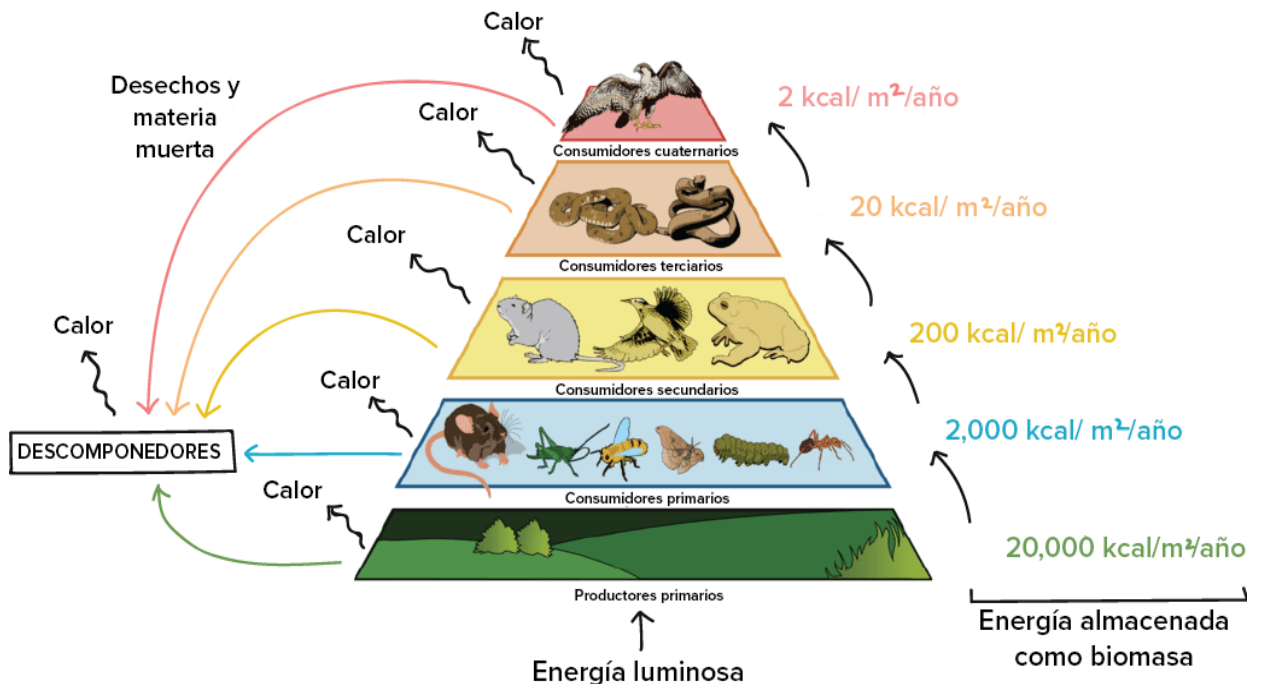


## 5- LOS PARÁMETROS TRÓFICOS

1. **Biomasa (B):** es la cantidad de materia orgánica presente en un individuo, una población, un nivel trófico o una comunidad. Se refiere a una unidad de superficie (ecosistemas terrestres) o de volumen (ecosistemas acuáticos) y también se puede expresar en términos de energía, siendo 1 g de biomasa unas 4 o 5 Kcal. La biomasa de una población o nivel trófico aumenta mediante el crecimiento de los organismos o mediante la reproducción.

2. La **producción (P)** es el aumento de la biomasa del ecosistema (o de un nivel trófico) en un tiempo determinado. Se suele expresar en Kg/año\*m<sup>2</sup> o también en el equivalente energético: Kcal/año\*m<sup>2</sup>. En virtud del nivel trófico que se estudia, se define una **producción primaria** (productores) o una **producción secundaria** (consumidores). Por otra parte, la producción puede ser de dos tipos:
  - **Bruta (P<sub>B</sub>)**: es la biomasa producida por los organismos de un determinado nivel trófico.
  - **Neta (P<sub>N</sub>)**: es la cantidad de biomasa almacenada en un nivel trófico y que es puesta a disposición del siguiente. Se calcula restando a producción bruta, la energía consumida por respiración celular. Es decir: **P<sub>N</sub> = P<sub>B</sub> - R**
3. El cociente entre la producción y la biomasa es la **productividad**. Constituye un indicador de cuánto puede producir una determinada biomasa. Puede ser de dos tipos:
  - **Bruta**: P<sub>B</sub>/B
  - **Neta o tasa de renovación**: P<sub>N</sub>/B. Mide la capacidad de renovación de la biomasa de un ecosistema o nivel trófico. Los organismos de reducido tamaño suelen tener una alta tasa de renovación, puesto que crecen y se reproducen con rapidez.
4. La **eficiencia biológica** es el porcentaje de energía que es transferida de un nivel trófico al siguiente. Se calcula como el cociente entre la producción neta de un nivel trófico y la producción neta del nivel anterior. Es decir: **P<sub>N2</sub>/ P<sub>N1</sub>**.

Como promedio, la eficiencia biológica vale un 10%, de ahí que surja la **ley o regla del 10%**, en que, de media, sólo ese porcentaje de la energía acumulada en forma de biomasa de un determinado nivel trófico es utilizado por el nivel trófico siguiente para producir biomasa, mediante el crecimiento o la reproducción. Esto limita el número de niveles tróficos de una cadena a un número generalmente inferior a 4 ó 5.



## 6- LA AUTORREGULACIÓN DEL ECOSISTEMA

Los ecosistemas tienden a alcanzar un **equilibrio dinámico** cuando se estabilizan los factores, tanto bióticos como abióticos, los tamaños de las poblaciones y además no existen factores externos que alteren el ecosistema (perturbaciones).

No obstante, los ecosistemas pueden sufrir cambios o transformaciones (a escala local, regional o global) de tipo natural o antrópico que pueden ser graduales (durante mucho tiempo) o catastróficos (en un periodo muy corto de tiempo)

### 6.1 LOS CAMBIOS CÍCLICOS

Los **ritmos** son ciclos relativamente cortos, dado que la vida individual es mayor que la duración del cambio. Son además previsibles, pues su una alta regularidad se debe a que su periodo está definido por parámetros astronómicos. Los ritmos se expresan en cambios a nivel individual, como las adaptaciones. Entre ellos están:

1. La **sucesión de días y noches** (periodo 24 horas), que genera cambios en factores como luz, temperatura y humedad. *Animales diurnos y nocturnos; migraciones verticales del fitoplancton.*
2. Las **oscilaciones mareales** (periodo 12h 30' aproximadamente), que afectan a zonas costeras.
3. Los **ritmos estacionales** (periodo 365 días), que generan cambios en el fotoperiodo y en el clima. Esto genera supresión de la actividad en épocas desfavorables, reproducción estacional o migración.

En las **fluctuaciones** la vida individual es menor que la duración del cambio, por lo que se expresan en cambios demográficos (aumento o disminución del tamaño de la población). Son más imprevisibles y sus causas son muy variadas, aunque se pueden dividir en dos grupos:

1. **Ambientales:** de tipo climático, ausencia de nutrientes, contaminación, etc. *Inviernos fríos, sequías.*
2. **Bióticos,** a través de las relaciones intra e interespecíficas. *Sistemas depredador - presa, plagas.*

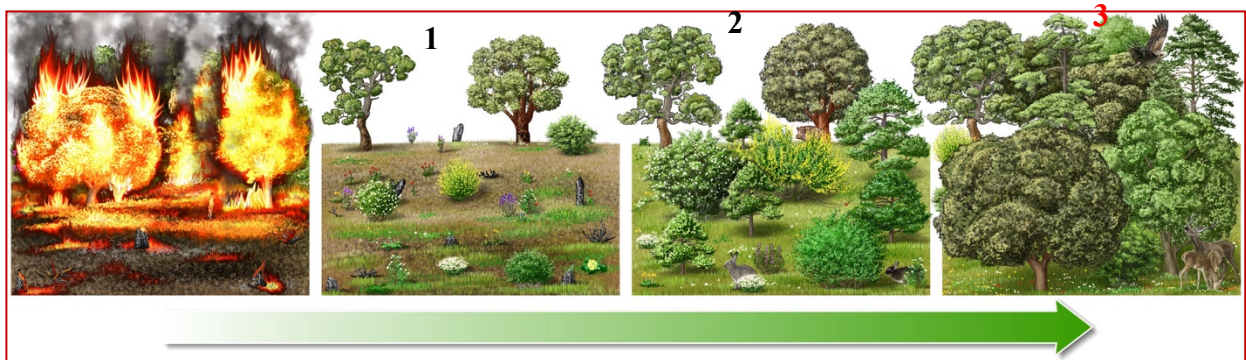
### 6.2 LA SUCESIÓN ECOLÓGICA

Se trata de una serie de cambios de carácter unidireccional, irreversible y continuo, que se producen en un ecosistema durante un periodo largo de tiempo. Consiste en un proceso de sustitución de unas comunidades por otras, proporcionando cada una de ellas condiciones favorables para la que sigue. El proceso de maduración termina en una etapa final o clímax, que es una comunidad en equilibrio con el medio (que a su vez es también modificado) y, por tanto, estable. Las etapas de la sucesión ecológica son las siguientes:

1. **Pionera:** comunidad formada por especies colonizadoras o pioneras (r estrategas). Estos organismos meteorizan la roca madre para ir formando un suelo incipiente.
2. **Intermedias:** son las comunidades que se van sucediendo conforme se va desarrollando paralelamente el suelo. Al llegar llegan nuevas especies, actúa la exclusión competitiva, lo que propicia la sustitución de unas especies por otras (mejores competidoras).



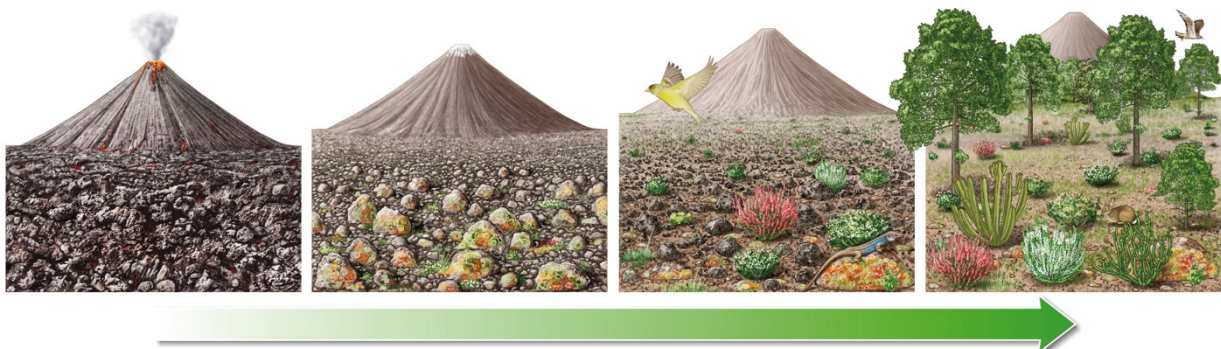
3. **Clímax:** biocenosis final muy estable y en equilibrio con el biotopo, que tiende a autopertuarse. Las especies climácicas son especialistas (con un nicho ecológico muy restringido) y estrategas de la K.



El término clímax es muy relativo, puesto que, en numerosas ocasiones, los fenómenos de **perturbación** pueden retrasar la sucesión a etapas anteriores (**regresión ecológica**), antes de alcanzar el estadio final.

Tipos de sucesión:

1. **Primaria:** se produce a partir de la colonización de un terreno desnudo (sin suelo) no ocupado previamente por ninguna otra comunidad. *Isla volcánica recién emergida, glaciar en retroceso dunas jóvenes o aluviones fluviales recién depositados.*



2. **Secundaria:** se produce a partir de una comunidad que desaparece total o parcialmente a causa de una perturbación (natural o antropógena, *como talas, inundaciones, incendios, sequías, deslizamientos del terreno, etc*). Ésta puede eliminar la vegetación, pero deja un suelo bien conservado, con esporas y semillas. Generalmente, la sucesión vuelve a la serie primitiva, aunque a veces no, instalándose **comunidades de sustitución** (*garrigas* en el caso del bosque mediterráneo).



Cambios que se producen: en los parámetros a lo largo de la sucesión:

- **Aumento de la biomasa**, aunque éste se va decelerando conforme avanza la sucesión. Las especies climácicas suelen ser grandes y de crecimiento lento (como los árboles).
- **Aumento de la biodiversidad**, pues al pasar de especies generalistas a especialistas, aumenta el número de nichos ecológicos.
- **Aumento de la complejidad estructural** de las comunidades por el elevado número de relaciones interespecíficas, pues hay más especies. Aparece la estratificación.
- **Disminuye la productividad**.
- Se tiende a la **estabilidad metabólica**, es decir, se igualan la producción y la respiración, por lo que no hay incremento de masa.
- Se amortiguan las fluctuaciones, pues disminuye la variabilidad del biotopo (autorregulación). Este hecho aumenta la **resiliencia** (resistencia frente a las perturbaciones) del ecosistema.

## 7- LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

La biodiversidad forma parte del patrimonio natural y de la riqueza de una región determinada gracias a su valor en:

- El equilibrio ecológico, climático e hídrico de la zona.
- El conocimiento, a través de la investigación, del funcionamiento de los ecosistemas y del papel de los distintos seres vivos, incluyendo el humano.
- Ser una fuente de placer y calidad de vida para la población.

Por otra parte, se puede considerar la biodiversidad (el *banco genético*) como un recurso natural más, que puede ser el motor económico de una zona gracias a aplicaciones en:

1. Alimentación: permite encontrar nuevas especies para la agricultura o ganadería. Por otra parte, se pueden buscar variedades resistentes para combatir epidemias de especies básicas.
2. Farmacía: permite la obtención de nuevos principios activos para la terapia de ciertas enfermedades.
3. Industria: en este caso, se pueden obtener nuevas materias primas.
4. Bioteología: nuevas aplicaciones en ingeniería genética, tratamiento de residuos o restauración de paisajes.
5. Ecoturismo: ingresos ligados al recreo y el ocio (caza controlada).

El aumento de la población humana y el incremento paralelo del consumo de recursos naturales per cápita, ha provocado una alarmante disminución de la diversidad biológica. Las causas de esta pérdida de biodiversidad serían las siguientes:

1. **La degradación, fragmentación y destrucción de hábitats naturales**, inducida por usos agropecuarios y por la industrialización. Esto crea unas islas biológicas, en donde la endogamia y la deriva genética pueden acabar con las especies.

2. **La contaminación de aguas, suelos y la atmósfera**, que degrada los hábitats naturales. El uso de **biocidas** (plaguicidas, y venenos) no es selectivo y pueden matar a especies protegidas.
3. **La introducción de especies y variedades exóticas** en ecosistemas naturales hace que proliferen en exceso (ante la ausencia de depredadores y enfermedades), pudiendo desplazar a las especies autóctonas.
4. **La sobreexplotación de especies** (especialmente las protegidas), mediante la caza furtiva y el comercio ilegal.
5. **La lucha contra animales salvajes**, como depredadores (lobo) o animales considerados perjudiciales (oso, elefante) dado que invaden los cultivos o atacan el ganado doméstico. Esto afecta a la red trófica y puede suponer la desaparición de otras especies.
6. **El cambio climático** (sobre todo en regiones templadas y frías), que supone, además de la destrucción de hábitats, el desplazamiento latitudinal (y altitudinal) de especies o la alteración de ciclos biológicos.

Esta pérdida es de tal magnitud que se considera que la actual sería una **sexta extinción**, a añadir a las cinco anteriores extinciones detectadas a través del registro fósil. Esta sexta extinción tiene dos particularidades: es la primera causada por un ser vivo (el ser humano) y, en segundo lugar, se realiza a un mayor ritmo que las anteriores. Por ello, las medidas y acciones que han de tomarse para la conservación de la biodiversidad se podrían encuadrar en los siguientes grupos:

1. **La protección de especies**, mediante legislación y convenios internacionales. En España hay un catálogo de especies protegidas en cuatro categorías: *en peligro de extinción, sensibles a la alteración del hábitat, vulnerables y de interés especial*.
2. **La protección de ecosistemas**, mediante la creación espacios protegidos como Reservas de la Biosfera, Parques Nacionales y Parques Naturales, Paisajes protegidos, ZEPAs, LIC, etc.
3. **Una explotación sostenible de la vida silvestre** a través de actividades, como el ecoturismo o la caza controlada, cuyos beneficios reviertan en la población local.
4. **El almacenamiento de la reserva genética** en bancos de genes (biotecnología) o de semillas, jardines botánicos y zoológicos (cría en cautividad).