

## 4. ECOLOGÍA (12 horas)

### Idea fundamental:

La supervivencia continuada de organismos vivos, entre ellos los seres humanos, depende de la existencia de comunidades sustentables

Presentación realizada a partir de la creada por Aureliano Fernández ( IES Martínez Montañas de Sevilla)  
<https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/>

*IES Santa Clara.  
1ºBACHILLER  
Dpto Biología y Geología.  
<https://biologiageologiaiessantaclarabelenruiz.wordpress.com/bachillerato-internacional/biologia-nivel-superior/>*

# CONTENIDOS

**4.1. ESPECIES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS.**

**4.2. FLUJOS DE ENERGÍA.**

**4.3. CICLO DEL CARBONO.**

**4.4. CAMBIO CLIMÁTICO.**



*IES Santa Clara.  
1ºBACHILLER*

*Dpto Biología y Geología.*

*<https://biologiageologiaiessantaclarabelenruiz.wordpress.com/bachillerato-internacional/biologia-nivel-superior/>*

## 4.2 Flujo de energía



### Naturaleza de las ciencias

- Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales: el concepto de flujo de energía explica la extensión limitada de las cadenas tróficas. (2.2)



### Comprensión

- Las pérdidas de energía entre los niveles tróficos restringen la extensión de las cadenas tróficas y la biomasa de niveles tróficos superiores.
- Los ecosistemas pierden energía en forma de calor.
- Los organismos vivos no pueden convertir el calor en otras formas de energía.
- La energía liberada de los compuestos de carbono por respiración es utilizada por los organismos vivos se transforma en calor.
- La energía química de los compuestos de carbono fluye a través de las cadenas tróficas por medio de la alimentación. La energía lumínica se transforma en energía química en los compuestos de carbono mediante fotosíntesis.
- La mayoría de los ecosistemas se basan en un suministro de energía procedente de la luz del sol.



### Habilidades experimentales

- Representaciones cuantitativas del flujo de energía mediante pirámides de energía.



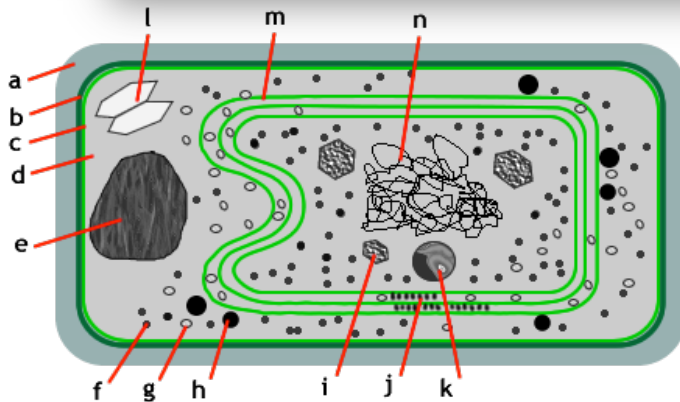
### Mentalidad internacional

- La energética de las cadenas tróficas es un factor en la eficiencia de la producción de alimentos para paliar el hambre en el mundo.

# 1. La luz del sol y los ecosistemas.

*La mayoría de los ecosistemas se basan en un suministro de energía procedente de la luz del sol.*

- En la mayoría de las comunidades biológicas la **fuerza inicial de energía es la luz del sol**. Dicha energía la pueden captar los productores: organismos autótrofos fotosintéticos como plantas, algas (unicelulares y pluricelulares) y cianobacterias.



*Estructura de una cianobacteria.  
m = tilacoide*

- Los consumidores, saprótrofos y detritívoros son heterótrofos que obtienen la energía de los compuestos orgánicos de los que se alimentan.
- Por tanto, en último lugar la energía en la mayoría de los ecosistemas procede del sol.
- La *cantidad de energía aportada por el sol a los ecosistemas varía según la latitud* ya que la intensidad de la luz depende del ángulo de incidencia; y también según los productores disponibles. Por ejemplo, el desierto del Sahara la intensidad de la luz es muy alta, pero muy pocos los productores.





<https://respuestas.tips/que-paises-abarca-el-desierto-del-sahara/>

El desierto del Sahara la intensidad de la luz es muy alta, pero muy pocos los productores.



<https://deandar.com/senderos/sendero-sequoia-giantforest>



[https://es.wikipedia.org/wiki/Parque\\_nacional\\_de\\_las\\_Secuoyas](https://es.wikipedia.org/wiki/Parque_nacional_de_las_Secuoyas)

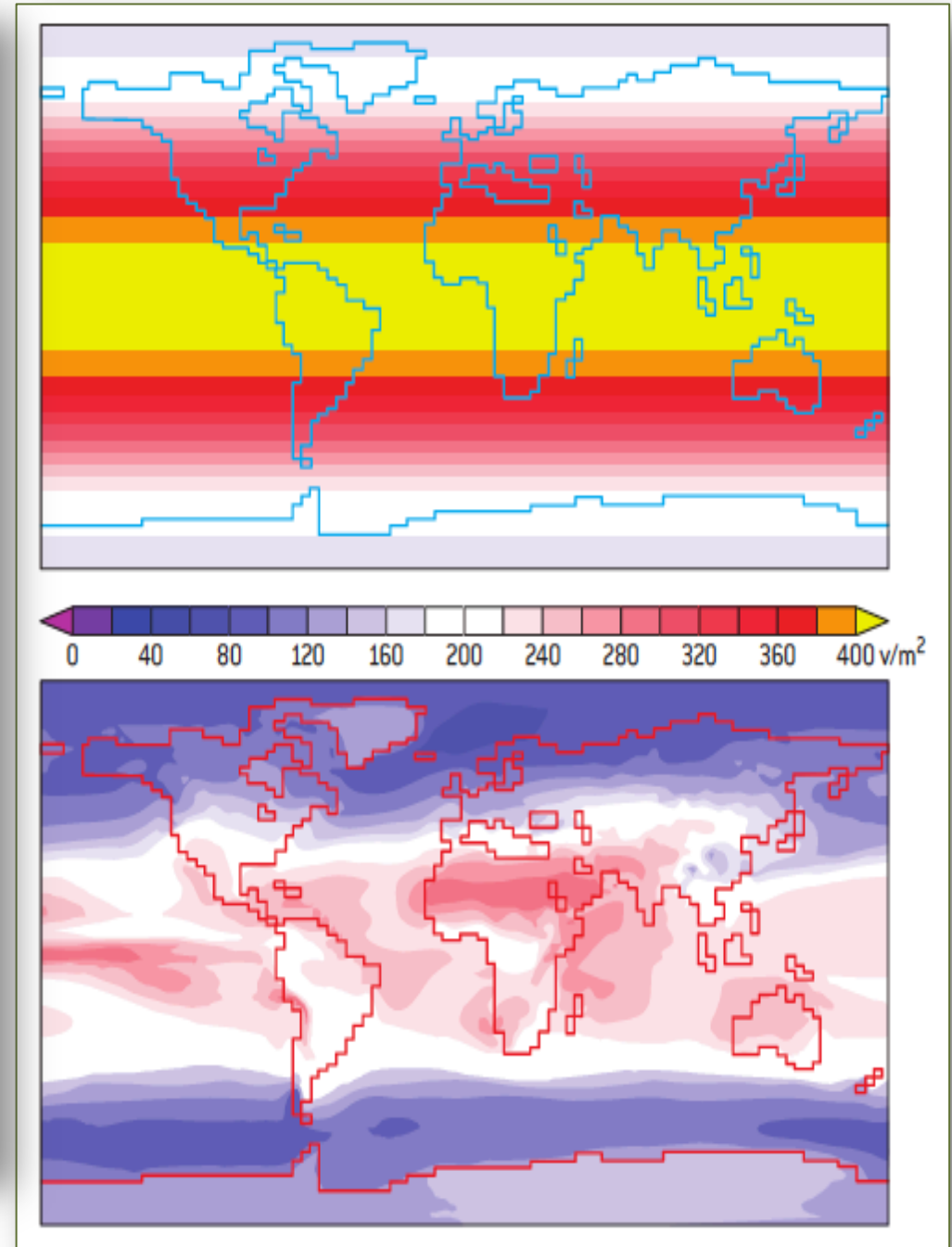
En los bosques de secuoyas en California la intensidad de la luz del sol es menor que en el Sahara, pero hay mucha más energía disponible para los organismos debido a la abundancia de productores.

### Preguntas basadas en datos: Insolación

La insolación es una medida de la radiación solar. Los dos mapas de la figura 2 muestran la insolación media anual en la parte superior de la atmósfera terrestre (mapa superior) y en la superficie de la Tierra (mapa inferior).

#### Preguntas

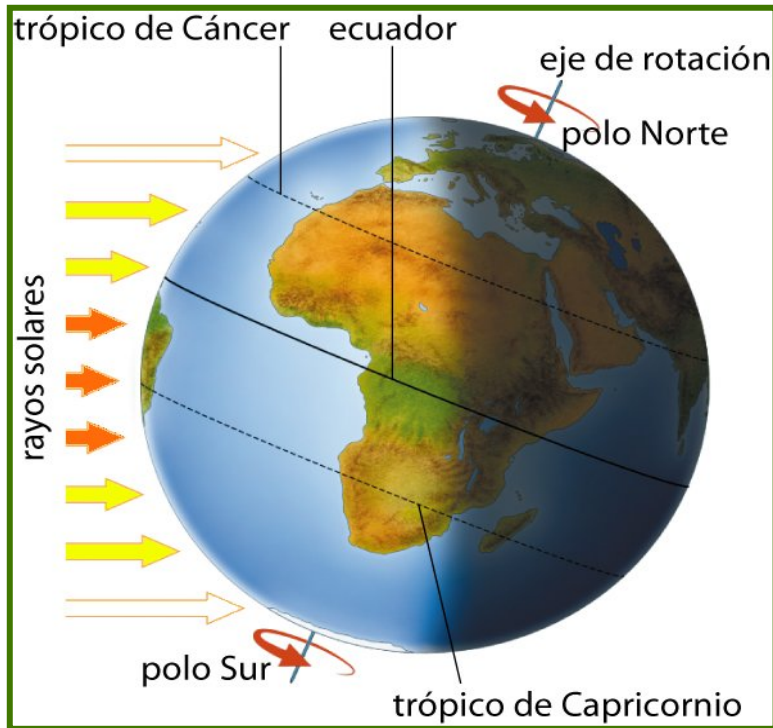
- 1 Indica la relación entre la distancia desde el ecuador y la insolación en la parte superior de la atmósfera. [1]
- 2 Indica la insolación media anual en vatios por metro cuadrado ( $\text{v/m}^2$ ) de la zona más septentrional de Australia:
  - a) En la parte superior de la atmósfera [1]
  - b) En la superficie de la Tierra [1]
- 3 Sugiere las razones de las diferencias de insolación en la superficie de la Tierra entre los lugares que se encuentran a la misma distancia del ecuador. [2]
- 4 Las pluvisilvas tropicales se encuentran en las regiones ecuatoriales de todos los continentes y tienen tasas muy altas de fotosíntesis. Evalúa la hipótesis de que ello se debe a una insolación muy alta. Incluye el nombre de partes concretas del mundo en tu respuesta. [5]





**RECUERDA**

## CIRULACIÓN ATMOSFÉRICA GLOBAL. DINÁMICA ATMOSFÉRICA HORIZONTAL . ORIGEN DE LOS VIENTOS



### Diferencia de insolación sobre la Tierra

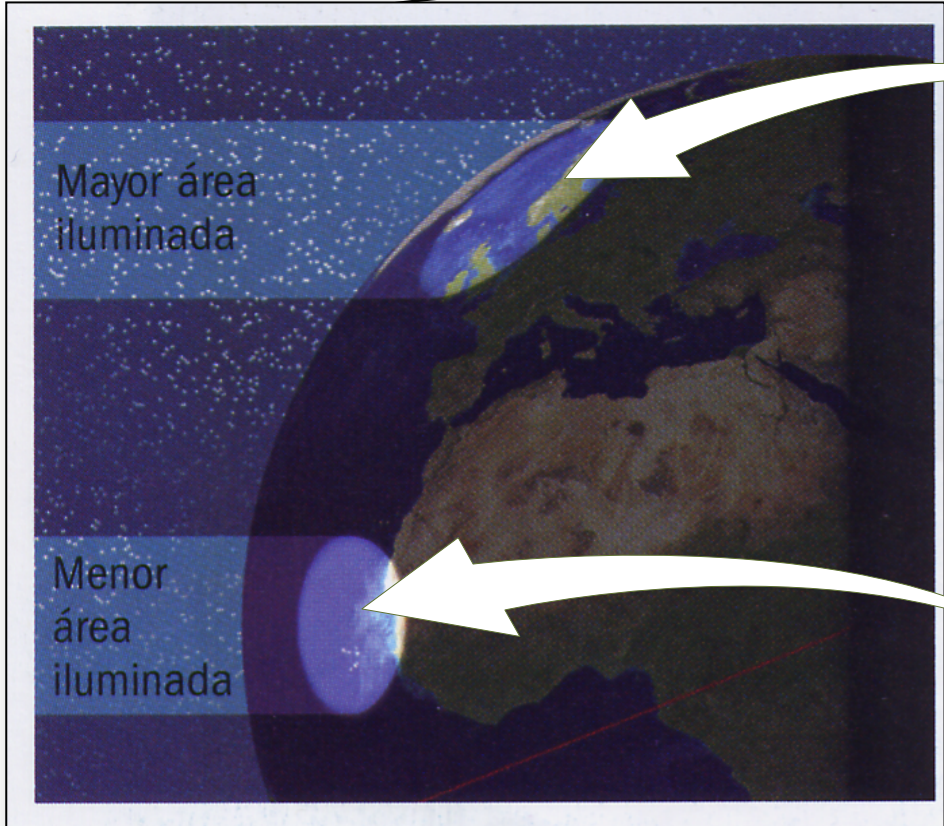
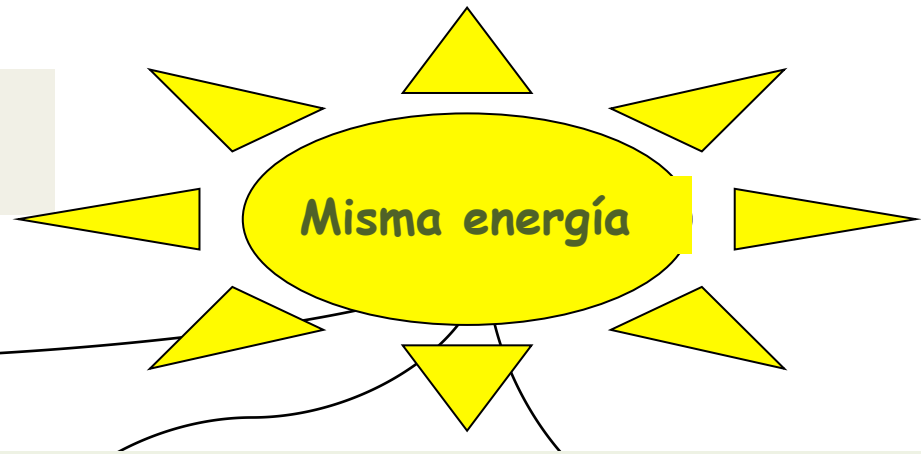
- La circulación atmosférica viene determinada por:
- La diferencia constante de temperatura que existe entre el ecuador y los polos
  - La rotación de la Tierra.
  - La presencia de masas continentales.

### DISTRIBUCIÓN LATITUDINAL DE LA ENERGÍA SOLAR:

- La Tierra es una esfera por lo que los rayos del Sol sólo dan perpendicularmente en un punto.
- El eje de la Tierra está inclinado con respecto al plano de giro alrededor del Sol, por lo que los rayos inciden de forma perpendicular en diferentes puntos según la época del año.

**RECUERDA**

La radiación solar incide con distintos ángulos en las distintas zonas



Si los rayos llegan con menor ángulo se recibe poca energía por unidad de superficie

Es lo que ocurre en las zonas próximas a los polos, durante el invierno o al amanecer y atardecer

Si los rayos llegan perpendiculares a la superficie se recibe mucha energía por unidad de superficie

Es lo que ocurre cerca del ecuador, durante el verano o a medio día

Mucha energía por unidad de superficie

Energía intermedia por unidad de superficie

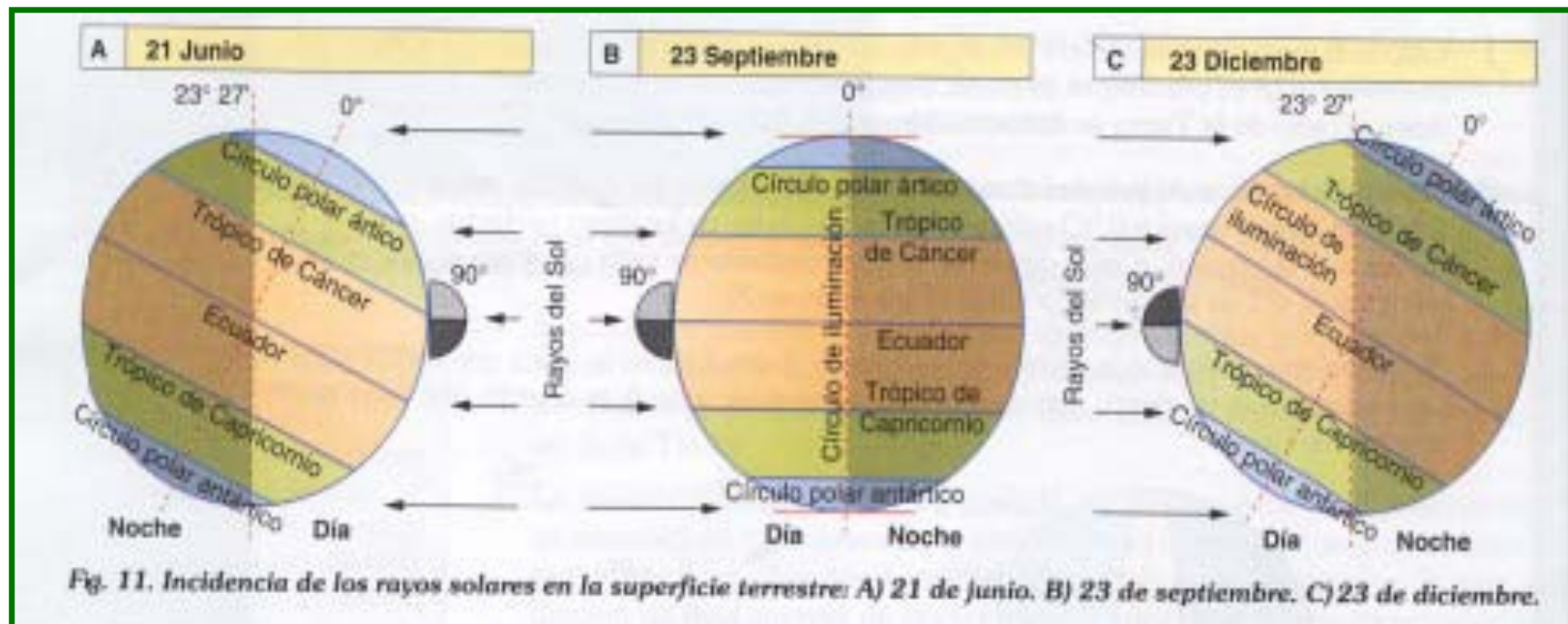
Poca energía por unidad de superficie

# RECUERDA

La cantidad de insolación recibida en un día y en un lugar de terminado dependerá de:

- Tiempo de Exposición: El nº de horas dependerá de la inclinación del eje .
- Ángulo de Incidencia: La intensidad es menor a medida que aumenta el ángulo de inclinación, ya que la radiación se reparte en una superficie más amplia. Además al estar inclinados los rayos recorren mayores distancias y hay más absorción.

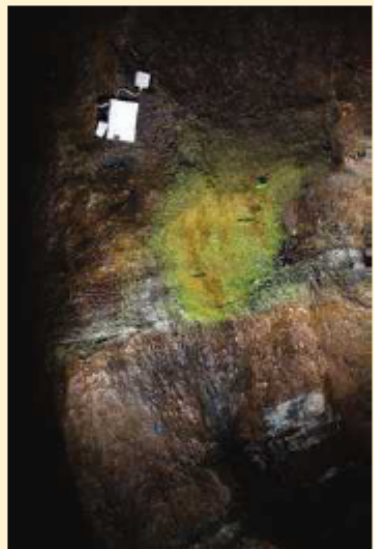
Debido a todo esto la zona tropical recibe mayor cantidad de energía solar por unidad de superficie. Mientras que en los polos hay grandes diferencias.



### Actividad

#### Las cianobacterias de las cuevas

Las cianobacterias son bacterias fotosintéticas que a menudo están presentes en grandes números en los ecosistemas marinos y de agua dulce. La figura 1 muestra un área de cianobacterias verdes en la superficie de la pared de una cueva iluminada con luz artificial. Las zonas circundantes están normalmente a oscuras. Si no hubiera luz artificial, ¿qué otras fuentes de energía podrían utilizar las bacterias en las cuevas?



Anteriormente conocidas como algas verdeazules o verdeazuladas, las cianobacterias son una subclase de bacterias que es parte integrante del reino Monera. Se han catalogado cerca de 150 géneros de cianobacterias y aproximadamente 1.500 especies diferentes.

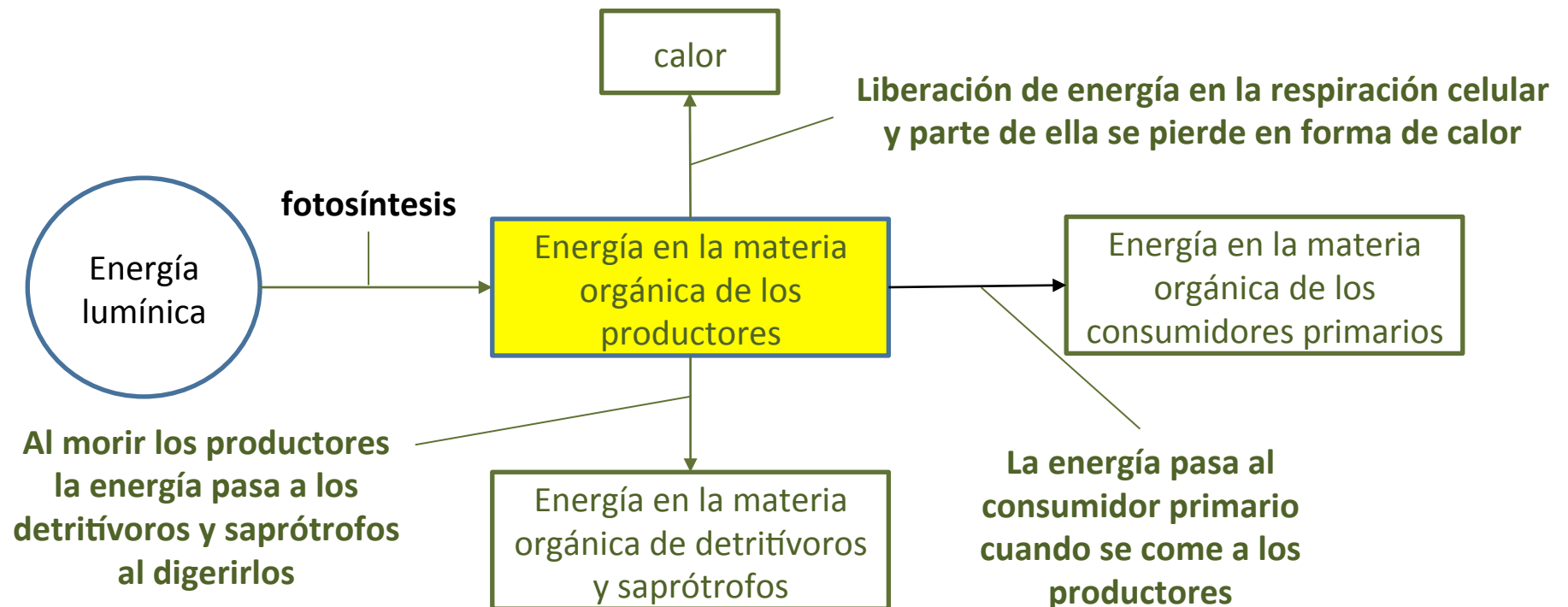
Fuente original: Escuelapedia.com

## 2. Conversión de la energía.

*La energía lumínica se transforma en energía química en los compuestos de carbono mediante fotosíntesis.*

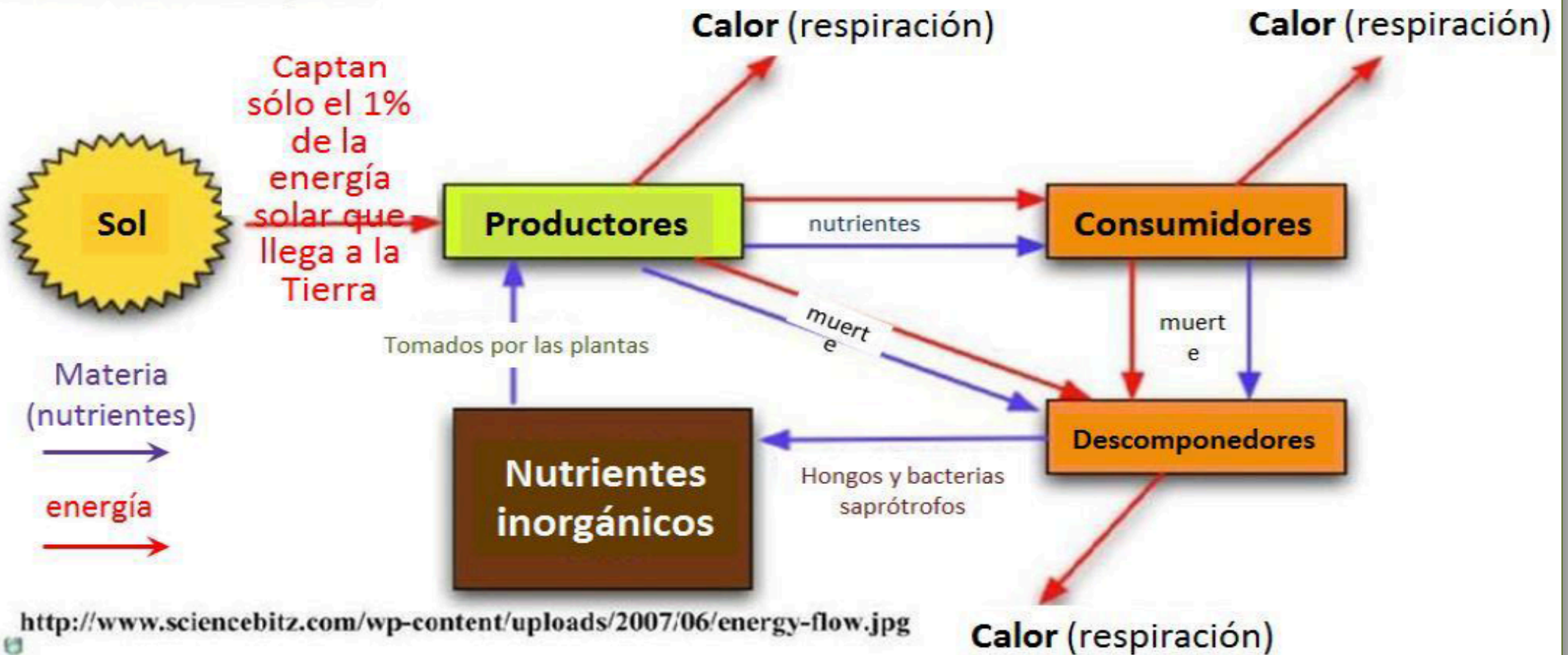
Los productores absorben la energía lumínica del sol y mediante la fotosíntesis sintetizan compuestos orgánicos carbonados, con energía química en sus enlaces.

- Una parte de estos compuestos orgánicos son utilizados en la respiración, **liberándose una parte de la energía en forma de calor.**
- Pero otra parte de los compuestos orgánicos con sus enlaces químicos energéticos permanecen en las células y tejidos de los productores, disponibles para los organismos heterótrofos.



# Flujo de energía a través de las cadenas tróficas

La **luz del sol** es la fuente de **energía inicial** para la mayor parte de las comunidades\*. La **energía fluye** a través de las cadenas tróficas, perdiéndose una parte en cada etapa en forma de **calor** debido a la respiración. Los nutrientes (la materia) son reciclados.



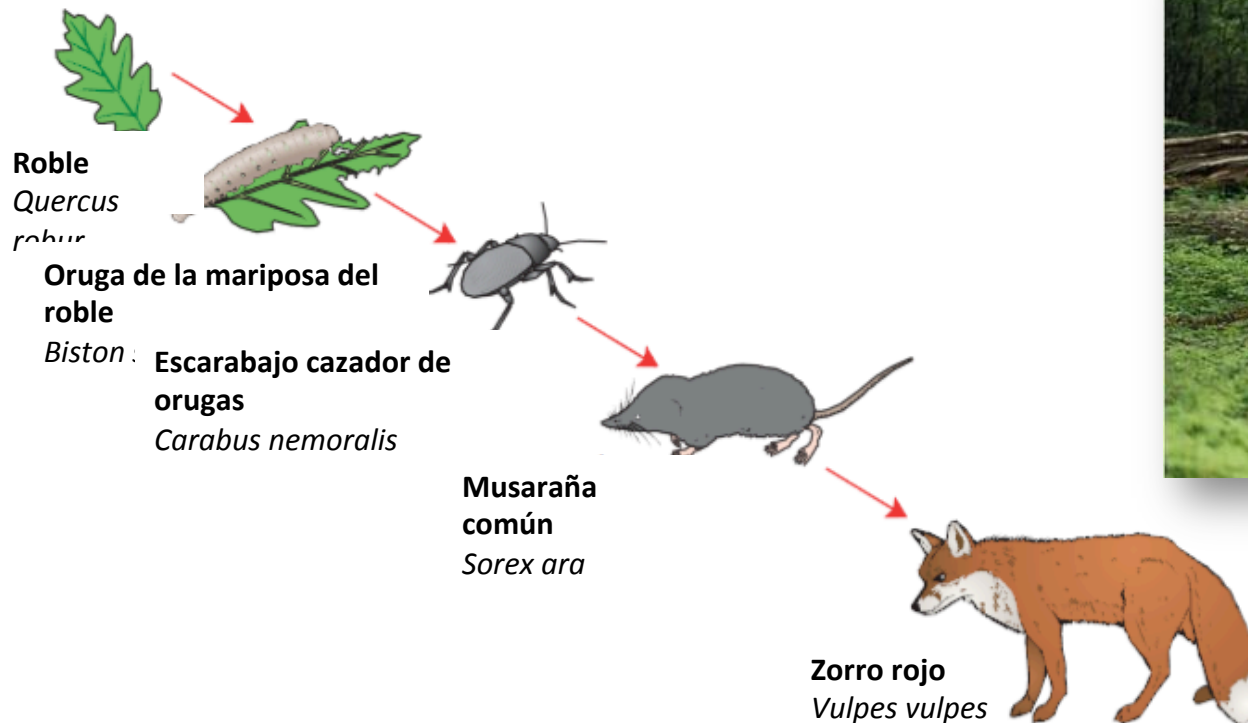
\*¿En qué medida las comunidades de aguas profundas quimioautótrofas dependen de la luz del sol?

# 3. Energía en las cadenas tróficas.

## Término clave

La energía química de los compuestos de carbono fluye a través de las cadenas tróficas por medio de la alimentación.

Una **cadena trófica o alimenticia** es una secuencia de organismos en la que cada uno se alimenta del anterior. Normalmente una cadena trófica contiene entre tres y cinco eslabones. Los productores son siempre los primeros en la cadena. Después vienen los consumidores primarios, secundarios, terciarios y así sucesivamente. Las **flechas** indican la **dirección del flujo de energía**.



Cadena trófica en un bosque de robles del norte de España

## Cadena trófica del Desierto de Kalahari



grass



grasshopper



meerkat



eagle

## Cadena trófica en un lago de agua dulce



alga



mayfly nymph



dragonfly nymph



stickleback

## Cadena trófica en el Océano Atlántico



phytoplankton



krill



chinstrap penguin

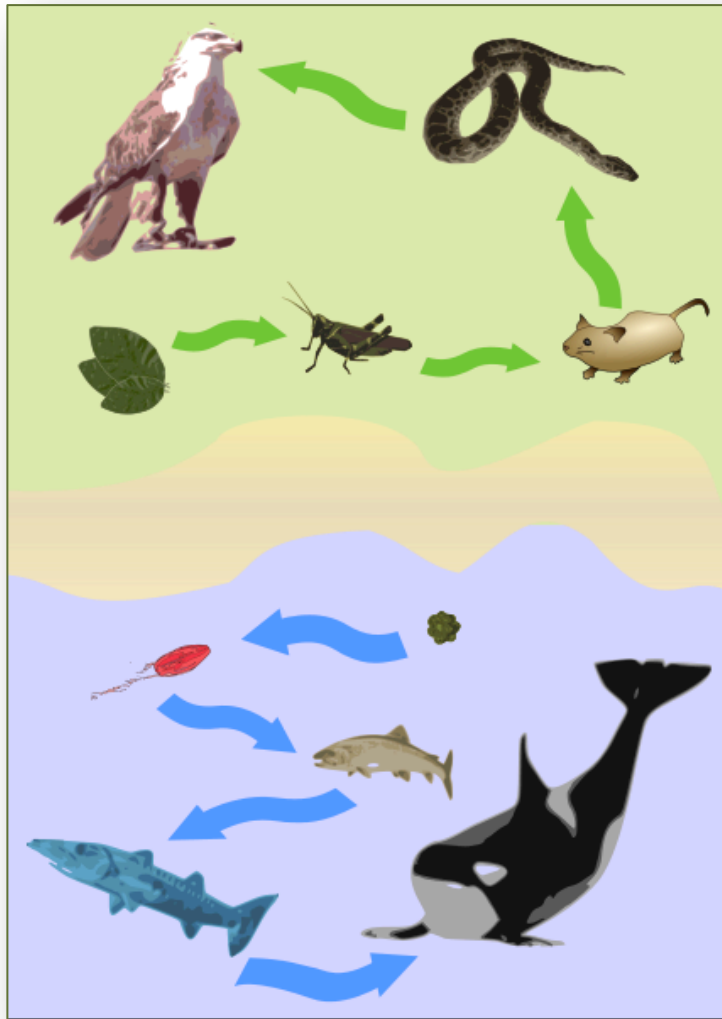


leopard seal



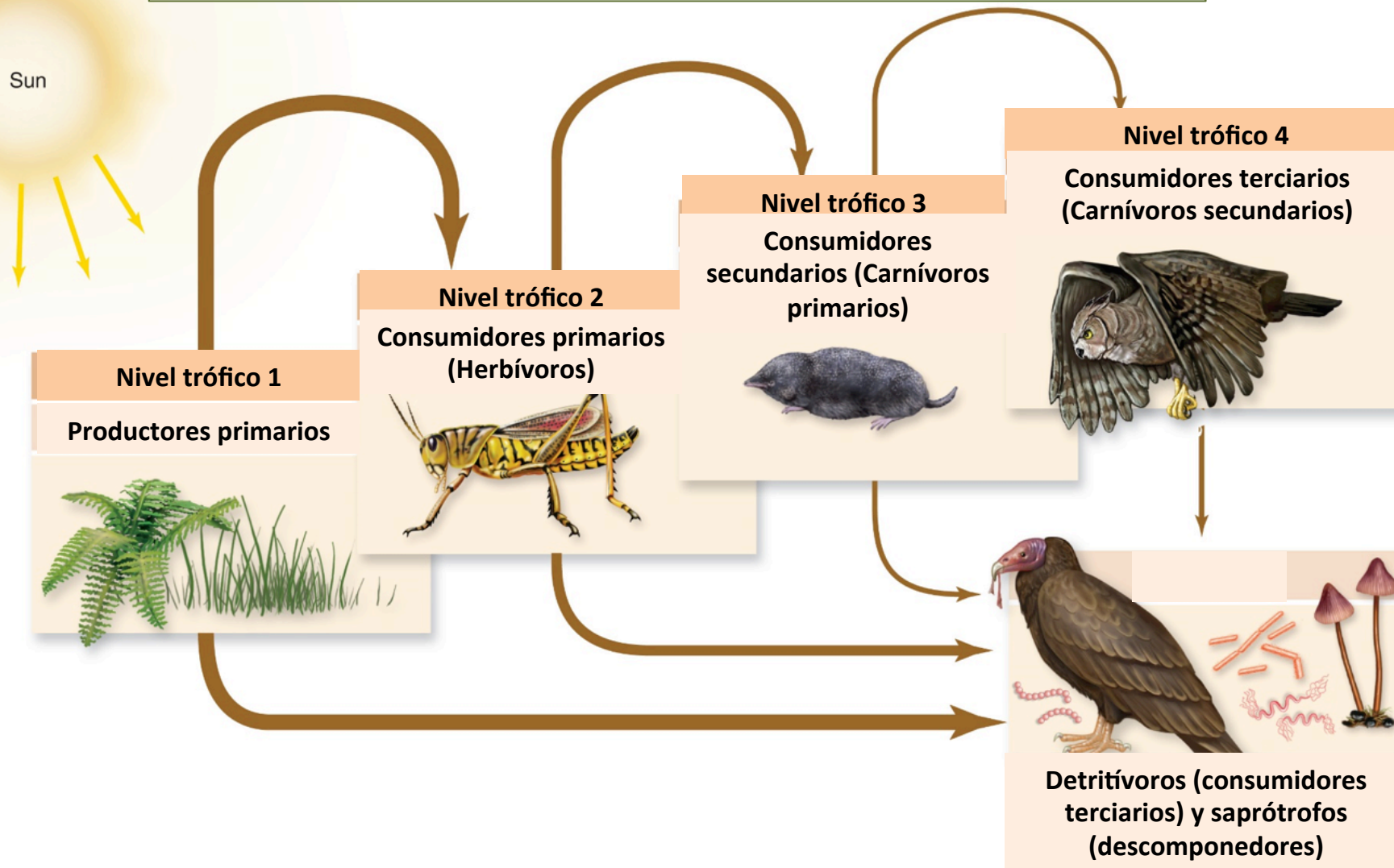
# Cadenas tróficas

Secuencia de organismos que se alimentan unos de otros en un ecosistema.

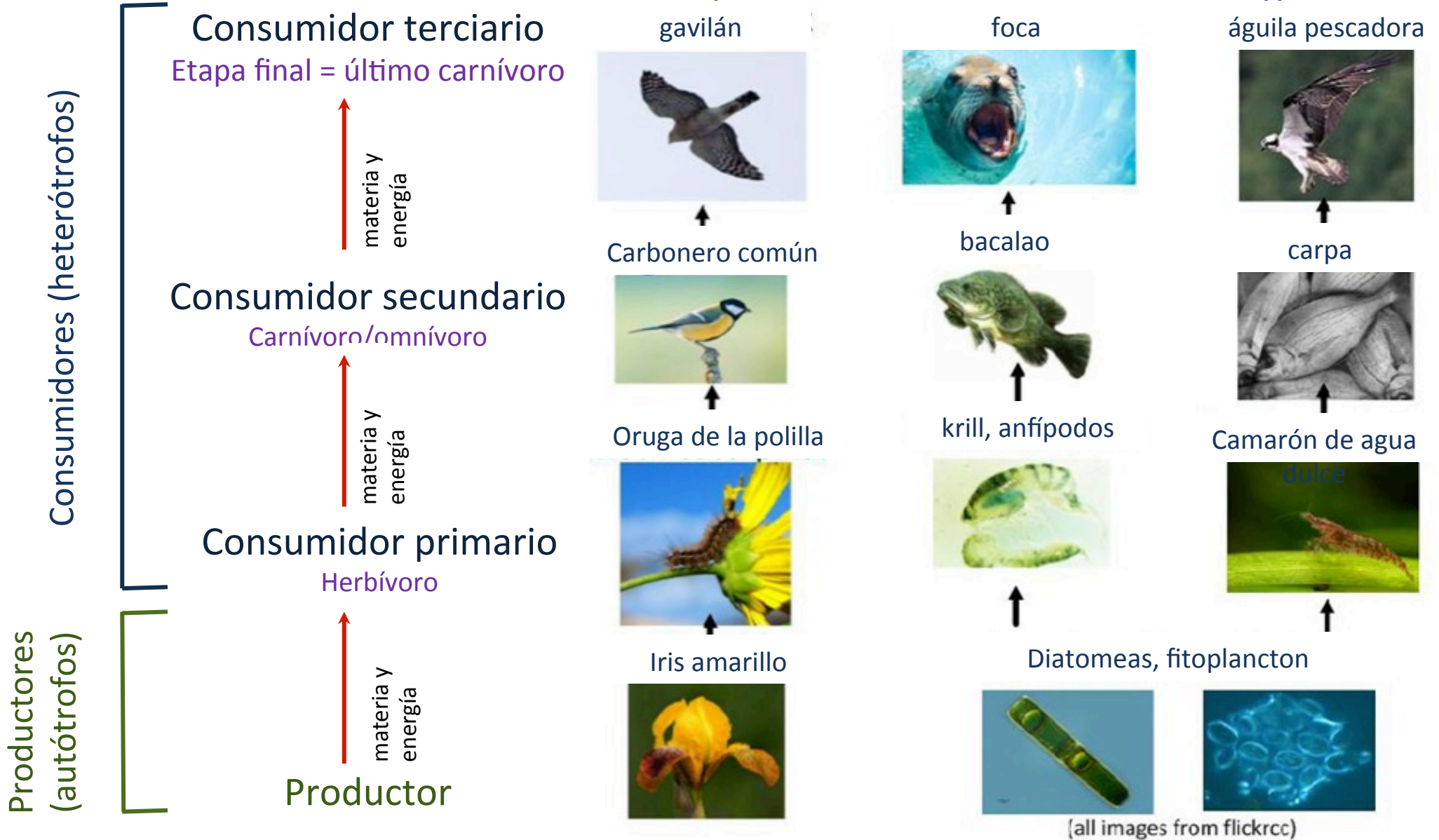


- Una cadena tiene al menos tres niveles y un máximo de cinco.
- $A \rightarrow B$  representa que A es “comido” por B (es decir, la flecha indica la dirección del flujo de materia y energía).
- Sólo deben emplearse ejemplos reales tomados de ecosistemas naturales.
- Cada cadena trófica debe incluir un productor y consumidores, aunque no se citen descomponedores.
- Los organismos se deben nombrar al nivel de la especie o el género. Se pueden emplear los nombres comunes de la especie en lugar del nombre científico.
- No deben usarse denominaciones generales tales como “árbol” o “pez”.
- No se suelen representar los saprótrofos (hongos y bacterias)

**Nivel trófico:** *posición que ocupa un organismo en una cadena trófica.* Todos los organismos de un mismo nivel trófico obtienen la materia y la energía del mismo modo.



# Niveles tróficos



## **DIFERENCIAS ENTRE LAS CADENAS ALIMENTARIAS TERRESTRES Y ACUATICAS**

### **TIERRA**

**Las cadenas alimentarias son más cortas**  
(pasto, cebra, león)

**Los productores son muy grandes**  
(hierbas, arbustos, árboles)

**Los productores son comidos parcialmente**  
(hojas, ramas, frutos)

**Los carnívoros pueden ser menor que la presa**  
(leopardo y buey)

**Los carnívoros se cuadrizan a la presa**

**Los humanos comen herbívoros**  
(vaca, oveja, cabra)

### **AGUA**

**Las cadenas alimentarias son más largas**  
(fitoplancton, zooplancton, pulga de agua, arenque,  
merluza, humanos)

**Los productores son microscópicos**  
(fitoplancton)

**Los productores son comidos totalmente**

**Los carnívoros son más grandes que la presa**  
(pez grande come al pez más chico)

**Los carnívoros tragan totalmente a la presa**

**Los humanos comen carnívoros**  
(merluza, salmón, atún)



[http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia\\_ecosistemas/contenidos4.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/contenidos4.htm)

## Elabora cadenas tróficas

Volver

### Actividad 12: Elabora tus cadenas

A continuación te ofrecemos una serie de seres vivos con los que debes elaborar al menos tres cadenas tróficas:

auillos    cabra montesa    conejo    escarabajos    gato montés    bellota    hierba    ardilla    lobo    sapos    tubérculos y raíces

Cadena 1:  ,  ,  ,

Cadena 2:  ,  ,

Cadena 3:  ,  ,  ,

*(Hay varias posibilidades de modo que si dudas pregunta a tu profesora/a)*

¡Comprueballo!

[http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia\\_ecosistemas/actividad12.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/actividad12.htm)

# Elabora cadenas tróficas



Tu puntuación es: 100%.

## Actividad 12: Elabora tus cadenas

A continuación te ofrecemos una serie de seres vivos con los que debes elaborar al menos tres cadenas tróficas:

aitillos   cabra montesa   conejo   escarabajos   gato montés   bellota   hierba   ardilla   lobo   sapos   tubérculos y raíces

Cadena 1: hierba , conejo , gato montés , lobo

Cadena 2: hierba , cabra montesa , lobo

Cadena 3: tubérculos y raíces , escarabajos , sapos , autillos

*(Hay varias posibilidades de modo que si dudas pregunta a tu profesor/a)*

¡Comprueballo!

[http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia\\_ecosistemas/actividad12.htm](http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/actividad12.htm)

# Redes tróficas

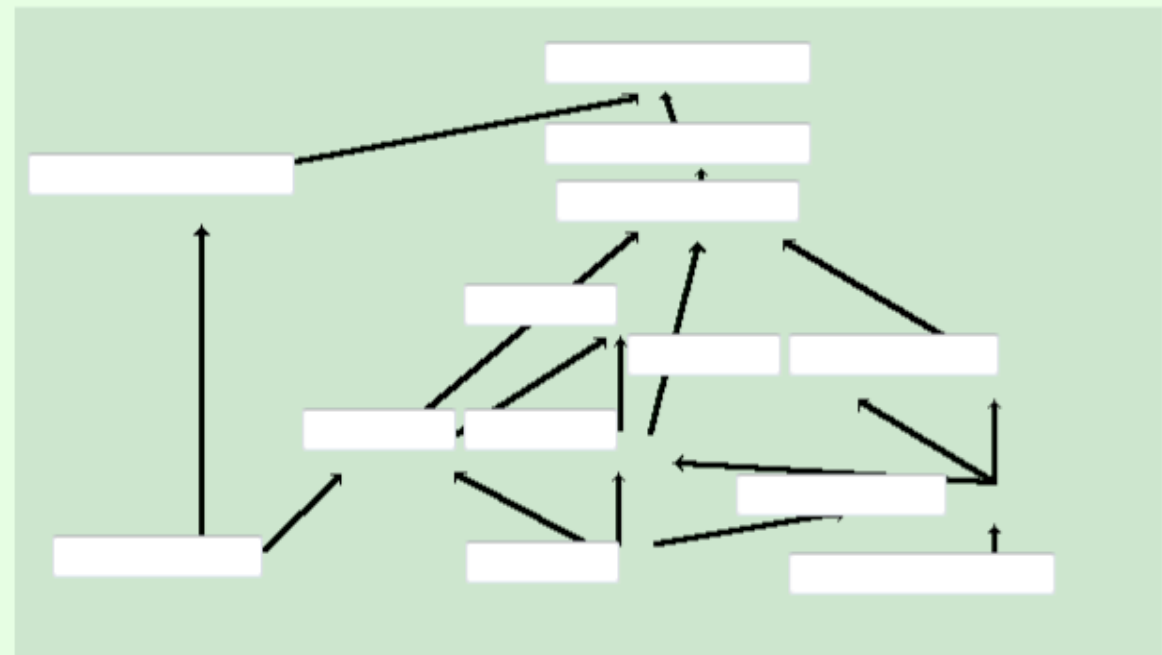
- En la cadena trófica los individuos están ordenados linealmente y en ellas cada individuo se come al que le precede. Sin embargo, las relaciones tróficas en un ecosistema no son tan sencillas.
- Por lo general, **un animal herbívoro se alimenta de más de una especie y además es fuente de alimentación de más de un consumidor secundario.**
- Se forma así la **red trófica** que es el conjunto de **cadena s tróficas interconectadas que pueden establecerse en un ecosistema.**

## Actividad 15: Diseña tu red

Volver

¿Recuerdas los seres vivos de la actividad 12? ¿Recuerdas las cadenas tróficas que elaboraste entre esos seres vivos? Pues ahora te proponemos colocar todos esos seres vivos y establecer una red trófica:

Lobo	Autillo	Ardilla	tubérculos y raíces
sapo	bellotas	Garduña	Gato montés
praderas	Conejos	musarañas	Cabra montesa
escarabajos			



Solución

# Redes tróficas

- En la cadena trófica los individuos están ordenados linealmente y en ellas cada individuo se come al que le precede. Sin embargo, las relaciones tróficas en un ecosistema no son tan sencillas.
- Por lo general, un animal herbívoro se alimenta de más de una especie y además es fuente de alimentación de más de un consumidor secundario.
- Se forma así la **red trófica** que es el conjunto de cadenas tróficas interconectadas que pueden establecerse en un ecosistema.

## Actividad 15: Diseña tu red

Volver

¿Recuerdas los seres vivos de la actividad 12? ¿Recuerdas las cadenas tróficas que elaboraste entre esos seres vivos? Pues ahora te proponemos colocar todos esos seres vivos y establecer una red trófica:

Lobo	Autillo	Ardilla	tubérculos y raíces
sapo	bellotas	Garduña	Gato montés
praderas	Conejos	musarañas	Cabra montesa
escarabajos			



Solución



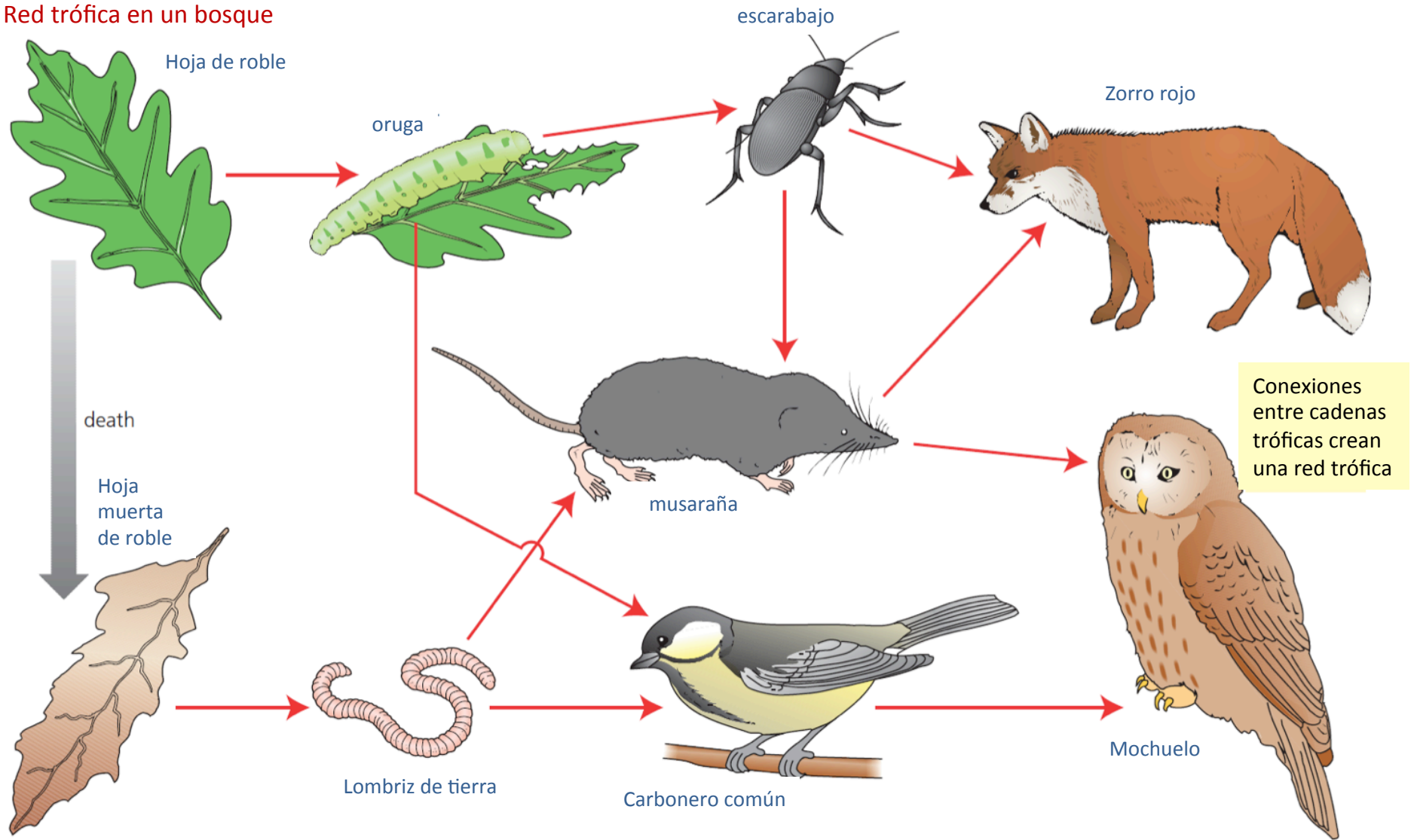
A partir de los datos de la tabla construya una red trófica o alimenticia.



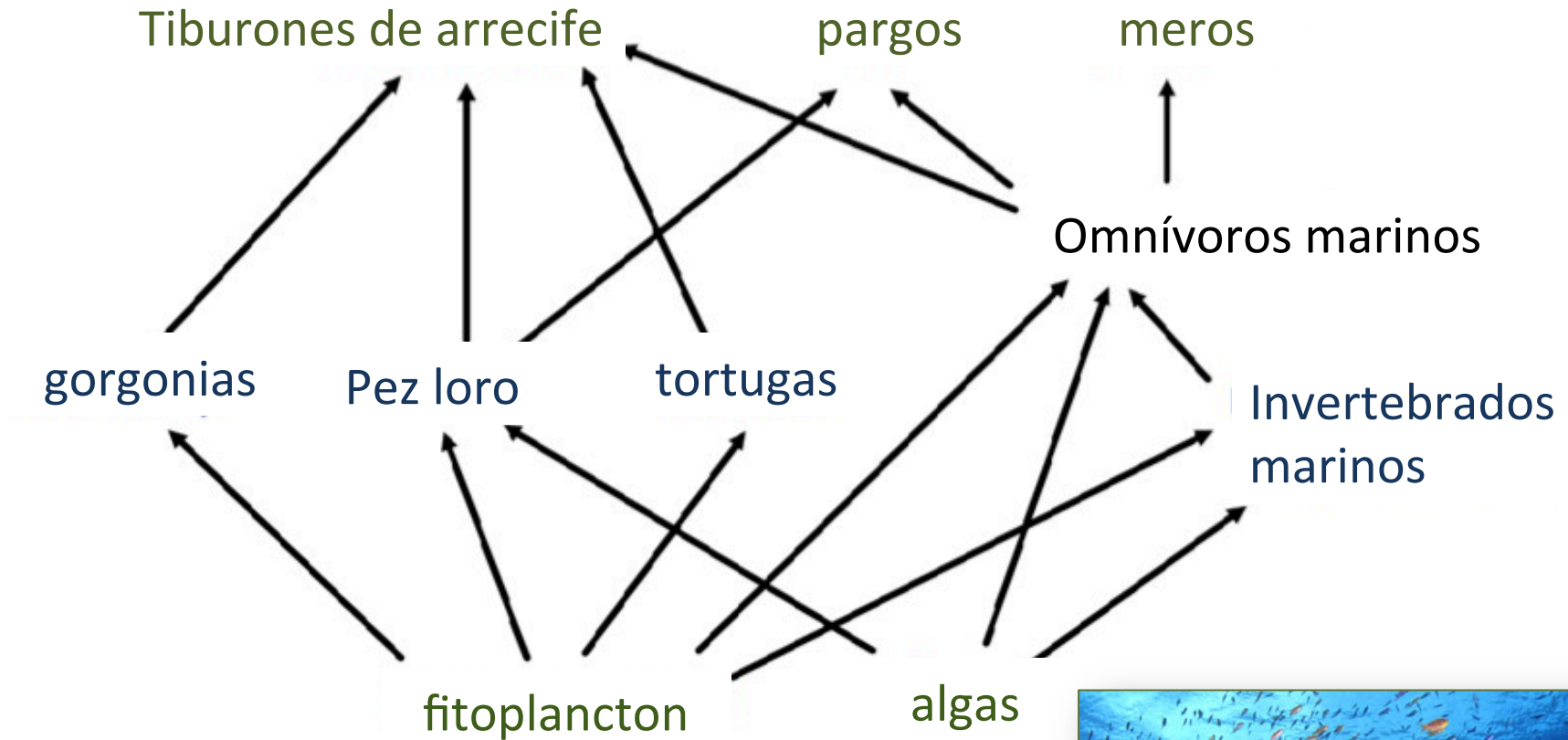
	Especies	Se alimenta de
1	Reno	4
2	Marmota	4
3	Págalo marino	1, 4, 8
4	Pastos y juncos	-
5	Oso pardo	4, 2
6	Gaviota	8
7	Mochuelo	2, 8
8	Topillo y lemmings	4
9	Comadreja	2, 8
10	Lobo	1, 2, 8

A partir de esta red trófica, construya una cadena trófica con al menos tres relaciones (cuatro organismos). Identifique cada organismo con su nombre común e indique cuál es su nivel trófico

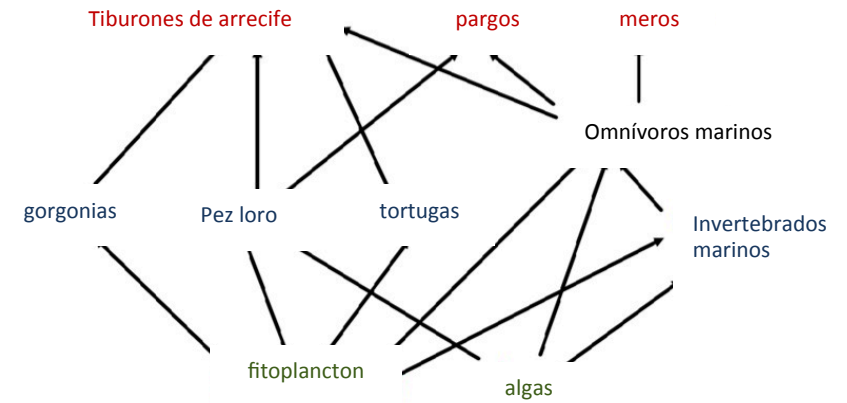
Red trófica en un bosque



# Las redes tróficas muestran todas las relaciones tróficas en un hábitat



## Las redes tróficas contienen muchas cadenas tróficas.



¿Podría identificar:

1. Una cadena trófica con tres niveles?

2. Una cadena con cuatro niveles?

Algunos organismos pueden pertenecer a más de un nivel trófico. Citar dos ejemplos en esta red trófica.

# Las redes tróficas contienen muchas cadenas tróficas.

¿Podría identificar:

1. Una cadena trófica con tres niveles?

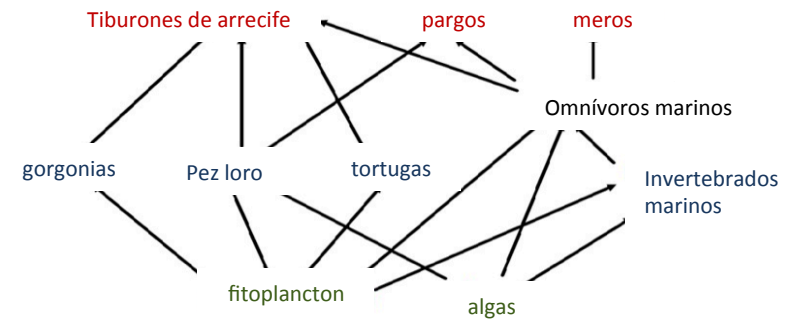
Fitoplancton → gorgonias → tiburones de arrecife

2. Una cadena con cuatro niveles?

Algas → Invertebrados marinos → omnívoros marinos → meros

Algunos organismos pueden pertenecer a más de un nivel trófico. Citar dos ejemplos en esta red trófica.

Los pargos y los tiburones de arrecife pueden ser consumidores secundarios o terciarios, dependiendo de su fuente de alimentación

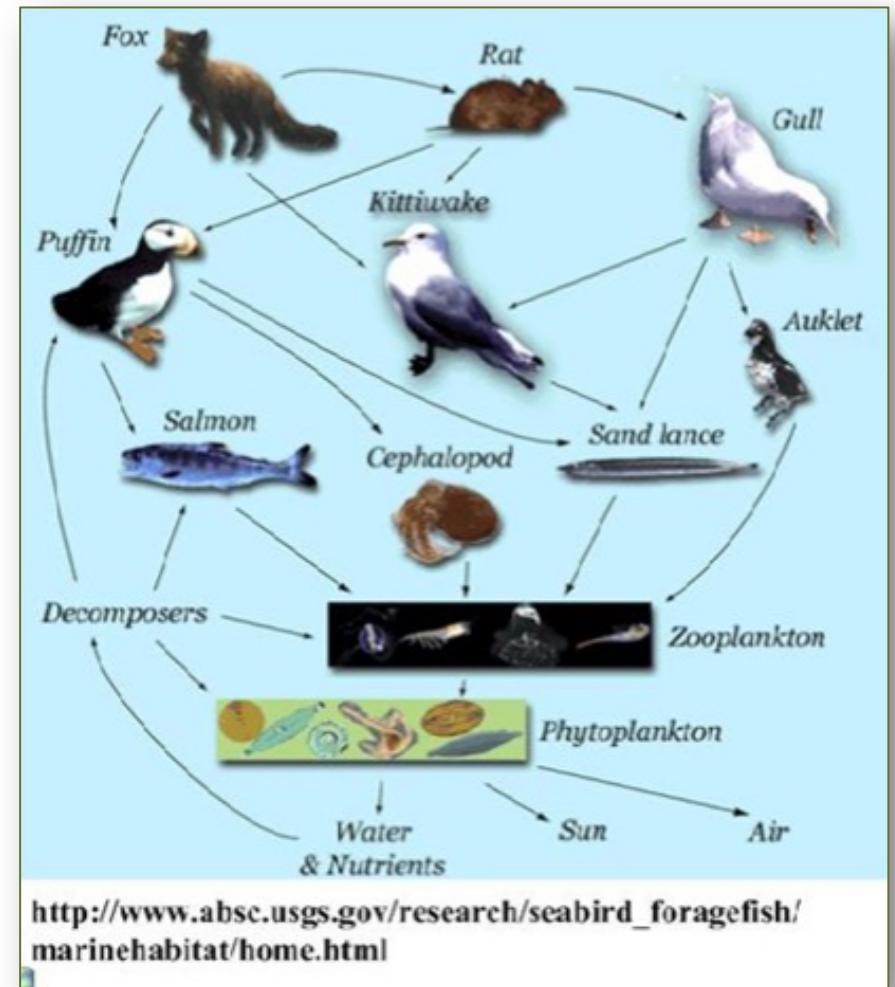


## La vida secreta del plancton



[http://youtu.be/xFQ\\_f02D7f0](http://youtu.be/xFQ_f02D7f0)

¿Qué está mal en esta red trófica?



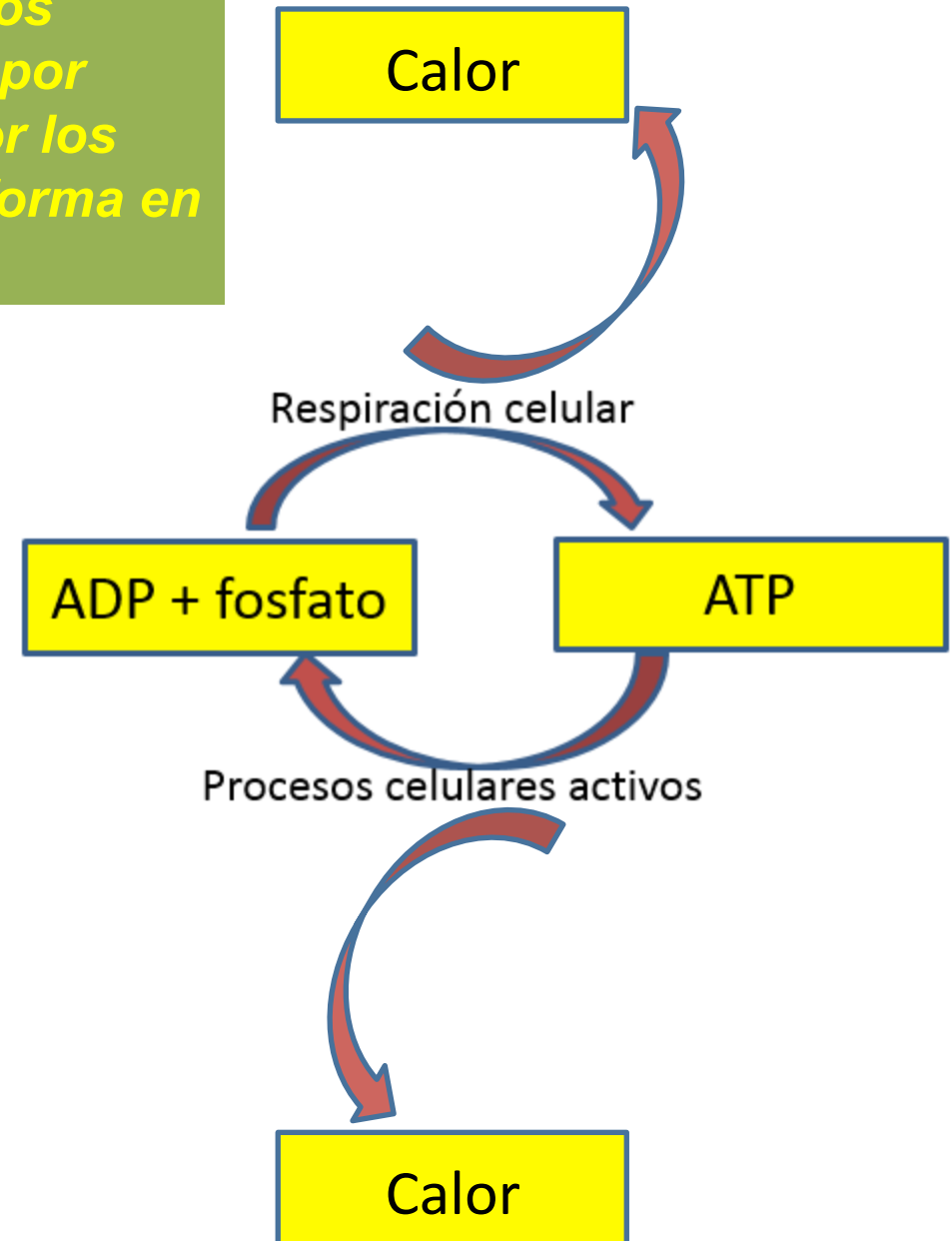
¿Los zorros son comidos por los frailecillos ?

# 4. Respiración y liberación de energía.

## Término clave

*La energía liberada de los compuestos de carbono por respiración es utilizada por los organismos vivos y se transforma en calor.*

- Todas las células producen ATP mediante la **respiración aeróbica o anaeróbica** a partir de compuestos orgánicos.
- No toda la energía contenida en los enlaces químicos de los compuestos orgánicos es aprovechada, una parte **se pierde en forma de calor**.
- Además, en la realización de los procesos celulares (movimiento, contracción, transporte, síntesis) **también se desprende calor**.



# 5. La energía térmica o calorífica en los ecosistemas.

## Término clave

*Los organismos vivos no pueden convertir el calor en otras formas de energía.*

Los seres vivos pueden transformar la energía de varios modos:

- Energía lumínica en energía química en la fotosíntesis.
- Energía química en energía cinéticas en la contracción muscular.
- Energía química en energía eléctrica en las células nerviosas.
- Energía química en energía calorífica al oxidar las grasas en el tejido adiposo.

**Pero no pueden convertir la energía calorífica o térmica en ningún otro tipo de energía.**



**RECUERDA**

La **energía térmica** (también **energía calórica** o **energía calorífica**) es la manifestación de la energía en forma de calor. En todos los materiales los átomos que forman sus moléculas están en continuo movimiento ya sea trasladándose o vibrando. El movimiento implica que los átomos tengan una determinada energía cinética a la que nosotros llamamos calor, energía térmica o energía calorífica.

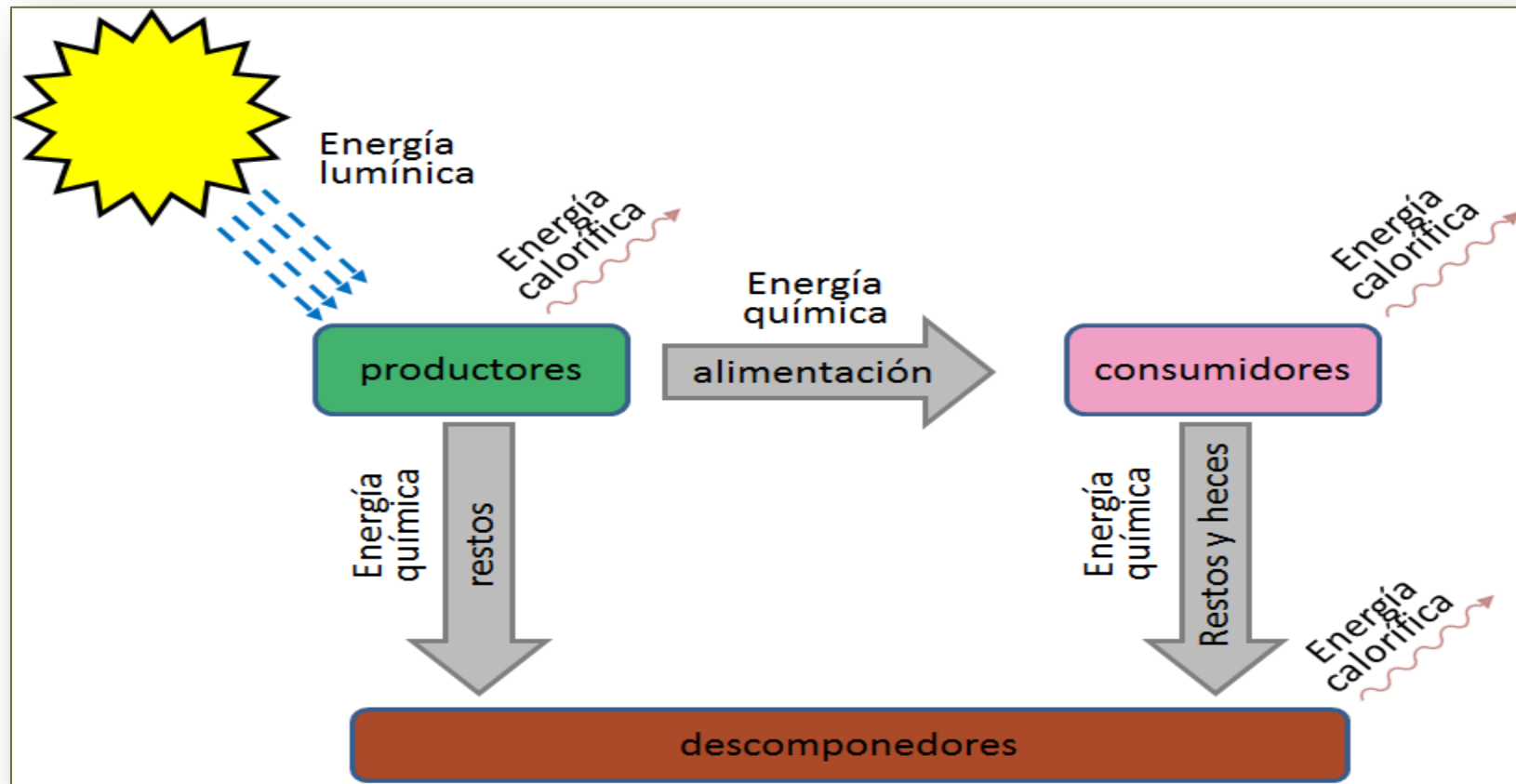




# 6. Pérdidas de calor en los ecosistemas.

**Término clave**

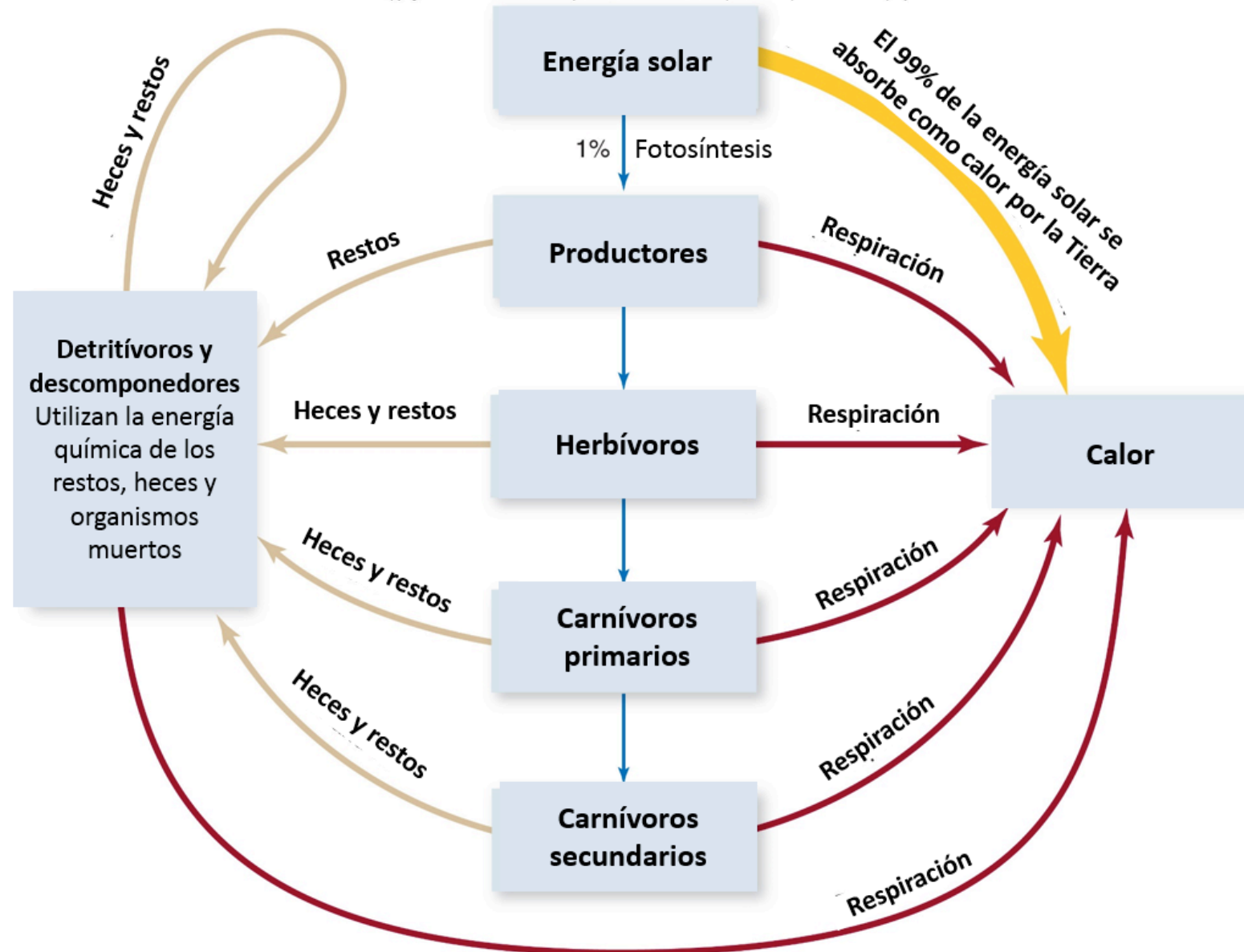
*Los ecosistemas pierden energía en forma de calor.*

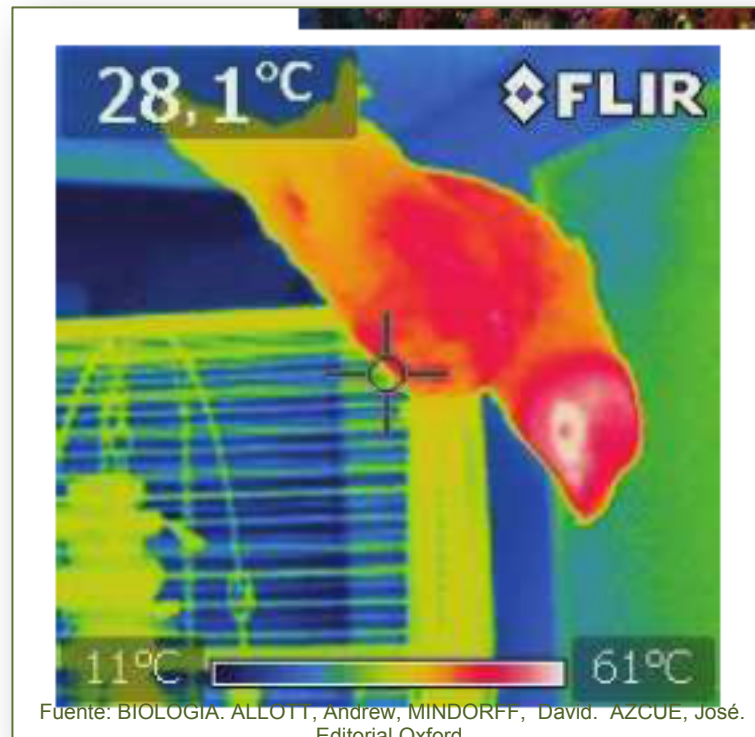


- La energía en los ecosistemas no se cicla sino que **fluye** a través de los distintos niveles tróficos.
- La fuente es la energía lumínica del Sol.
- Los seres vivos la transforman y la utilizan en forma de energía química.
- La respiración y la actividad, por último, la transforman en calor que se disipa en el medio.

# El flujo de energía a través de un ecosistema

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.





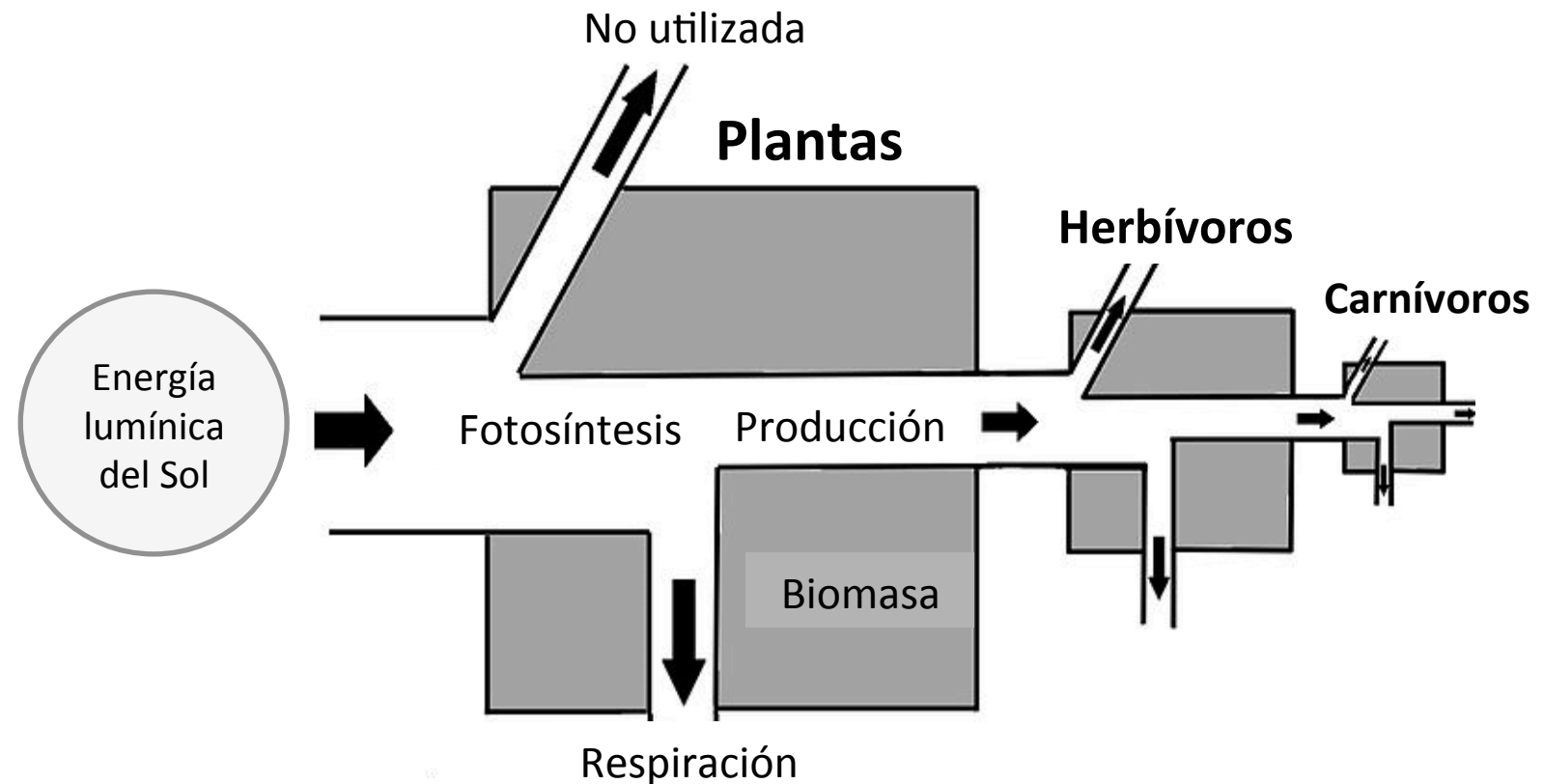
**Imagen de loro gris africano (*Psittacus erithacus*) donde se muestra el calor que liberan las diferentes partes de su cuerpo al medio ambiente.**

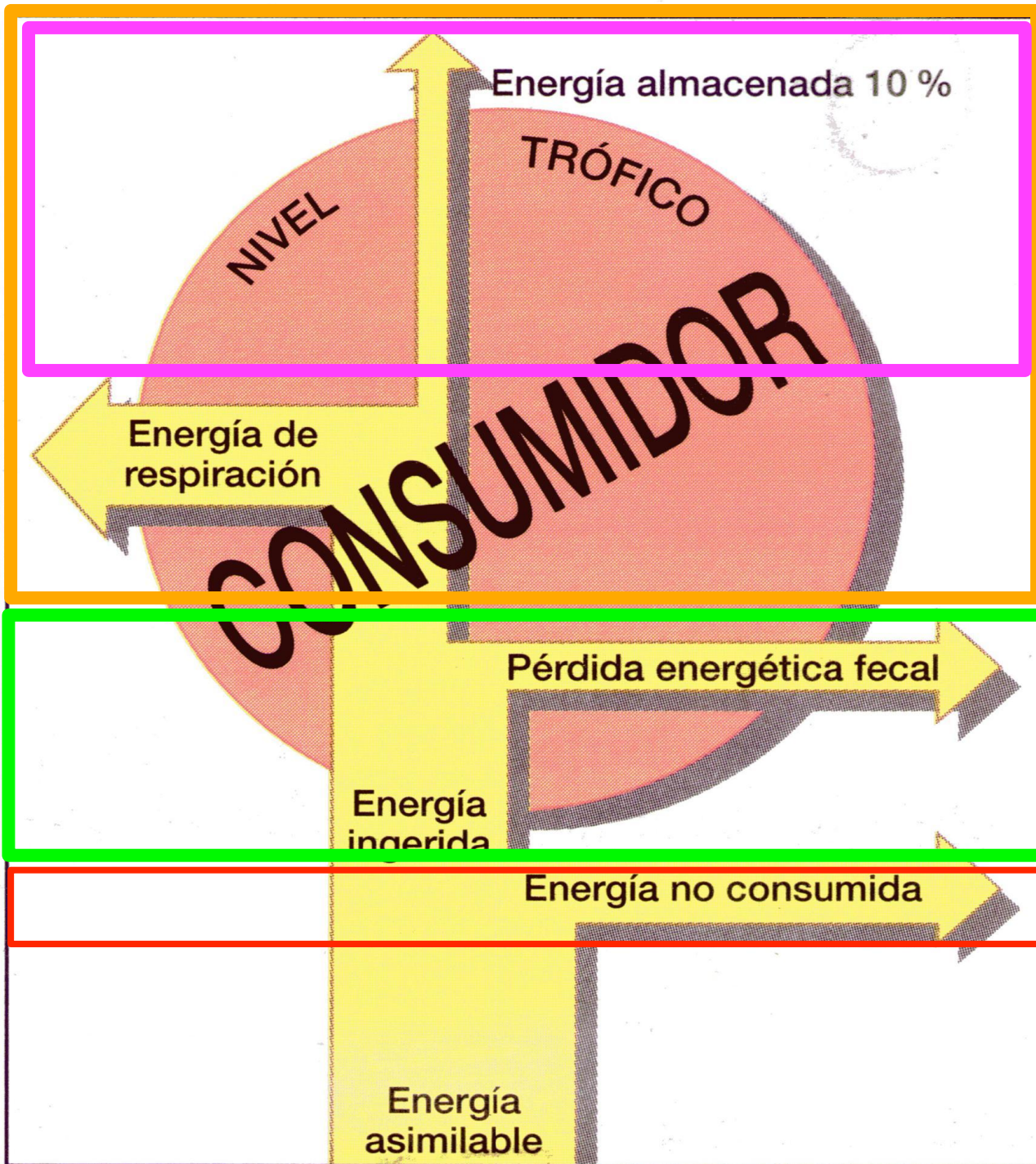
# 7. Pérdidas de energía en los ecosistemas.

## Término clave

*Las pérdidas de energía entre los niveles tróficos restringen la extensión de las cadenas tróficas y la biomasa de niveles tróficos superiores.*

Cuando la energía fluye entre los distintos niveles tróficos de un ecosistema, el flujo va disminuyendo de volumen, es decir, la cantidad de energía que pasa al siguiente nivel es cada vez menor.





## Radiografía de la Productividad Secundaria

Alimento que queda sin comer por un herbívoro o un carnívoro

Alimento ingerido pero no asimilado = Pérdidas ( se elimina en las heces )

Alimento asimilado = PS Bruta

Alimento asimilado una vez descontado los gastos por Respiración = PS Neta

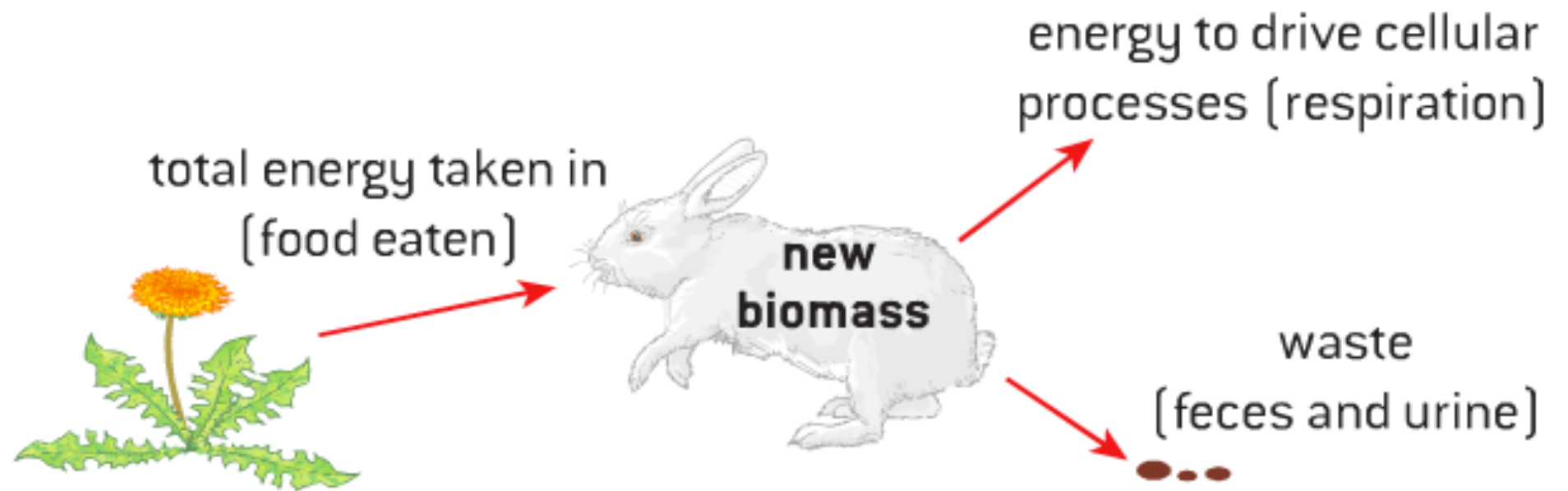
( representa lo que queda para el siguiente nivel trófico )

de media representa sólo el 10 % del alimento asimilado

Moraleja : Mucho no se consume , de lo consumido mucho no se aprovecha y de lo que se aprovecha , mucho se gasta en vivir.

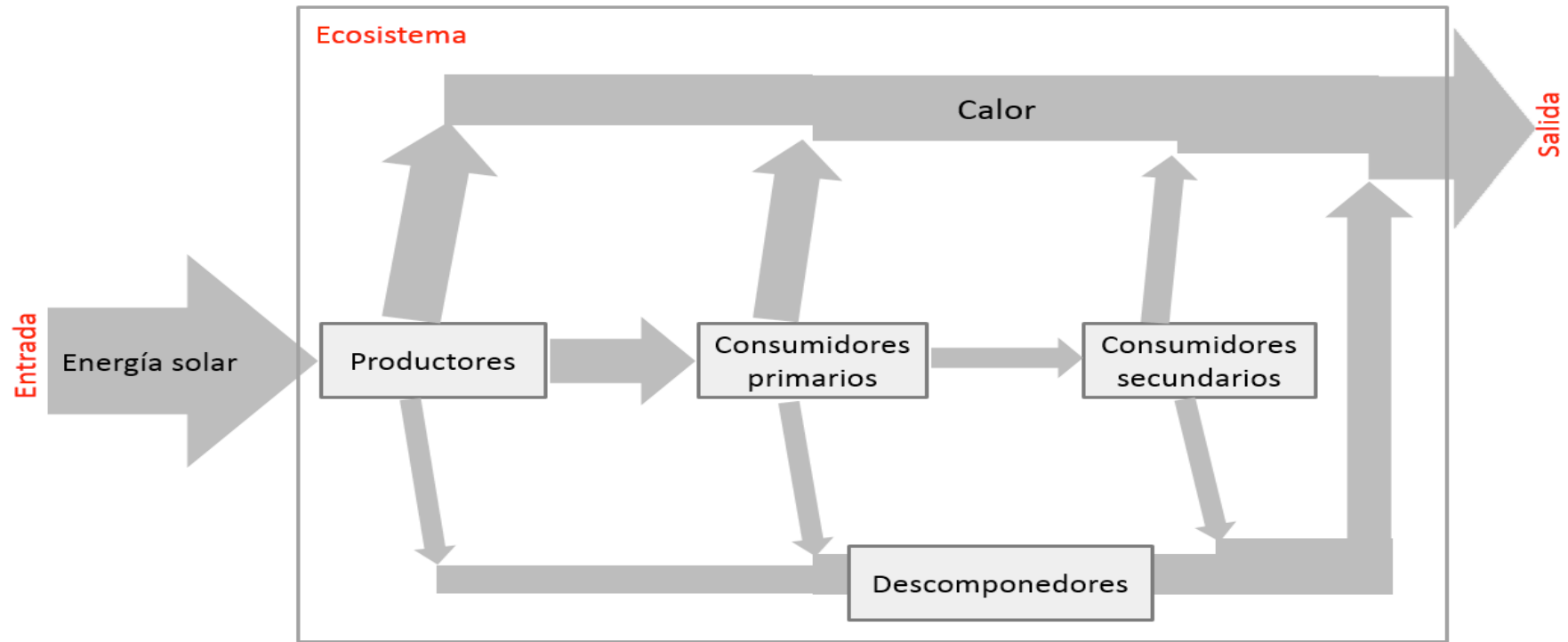
***No toda la energía que llega a los herbívoros está disponible para crear biomasa.***

- Los organismos de un nivel trófico generalmente **no son consumidos completamente** por los organismos del siguiente nivel trófico. (Las langostas se alimentan de partes de algunas plantas, los depredadores no comen ni los huesos ni el pelo). La energía que queda en las partes que no se consumen pasa a los saprotrofos o detritívoros.
- El **alimento no digerido junto a los nutrientes no absorbidos son eliminados** directamente a través de las heces (egestión). La energía presente en las heces no se transmite a la cadena trófica, pasa a los saprotrofos o detritívoros.
- Se absorbe la parte digerida del alimento (nutrientes):
  - Parte de los nutrientes asimilados **son utilizados en la respiración celular** para obtener energía para las actividades celulares y se **pierde en forma de calor**.
  - Parte es **eliminada como residuo nitrogenado en la orina** (en la mayoría de los animales).
  - El resto **es asimilado en forma de materia en los tejidos del cuerpo**.



<b>Carnívoros</b>	<b>Herbívoros</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Asimilan el 80% de lo ingerido.</li><li>▪ Su egestión representa menos del 20%.</li><li>▪ Ellos tienen que perseguir a los animales, por lo que durante la caza aumenta la tasa de respiración.</li><li>▪ La biomasa está en toda la presa (esqueleto, huesos, cuernos, plumas) pero solo una parte se digiere y se asimila de la parte digerible.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Asimilan el 40% de lo ingerido.</li><li>▪ Su egestión es un 60%</li><li>▪ Se alimentan de plantas estáticas.</li></ul>





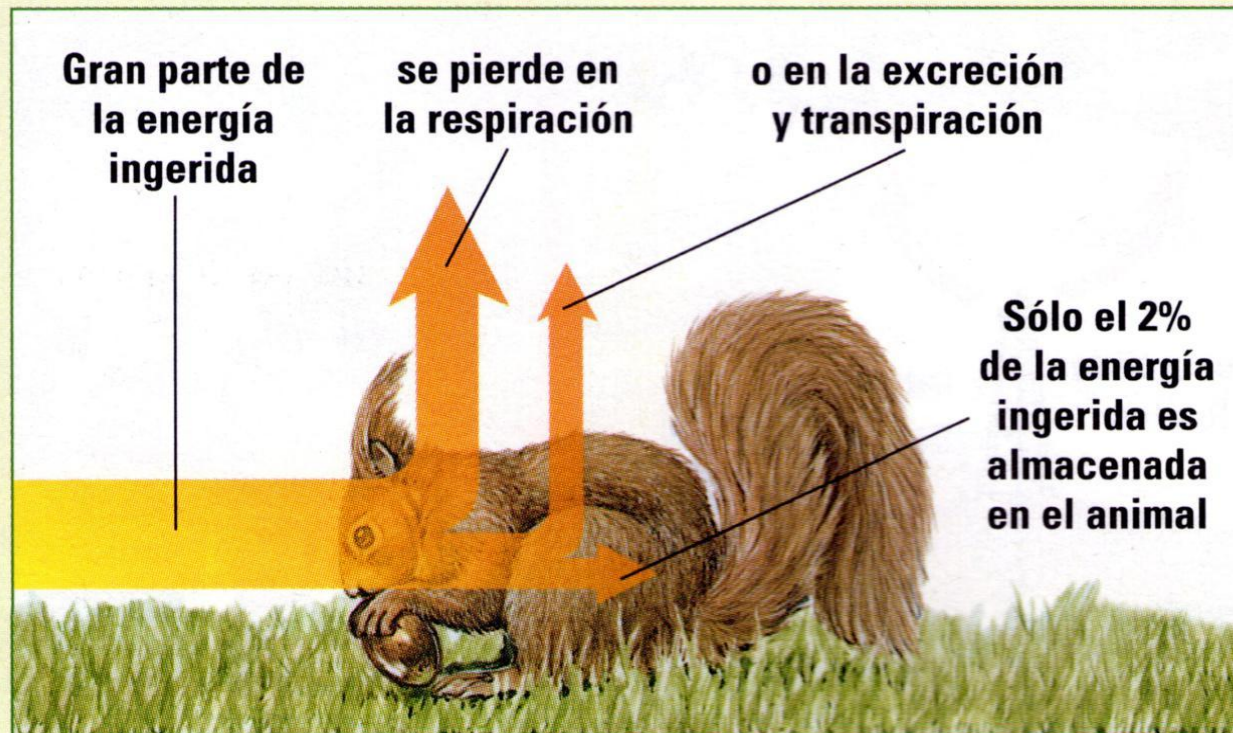
Por consiguiente, sólo una parte de la energía de un nivel pasa al siguiente. Se calcula que sólo pasa el 10% de la energía aproximadamente. Y, por tanto, las cadenas tróficas no pueden ser muy largas, ya que los últimos niveles disponen de poca energía.

## LA REGLA DEL 10%

En cada nivel trófico, los seres vivos utilizan la mayor parte de la energía que poseen en realizar sus funciones vitales, otra parte la pierden en forma de desechos.

Un herbívoro, por ejemplo, con las heces pierde un 50%; en la respiración celular, un 33%; sólo el 17% de su energía queda disponible para el siguiente nivel trófico.

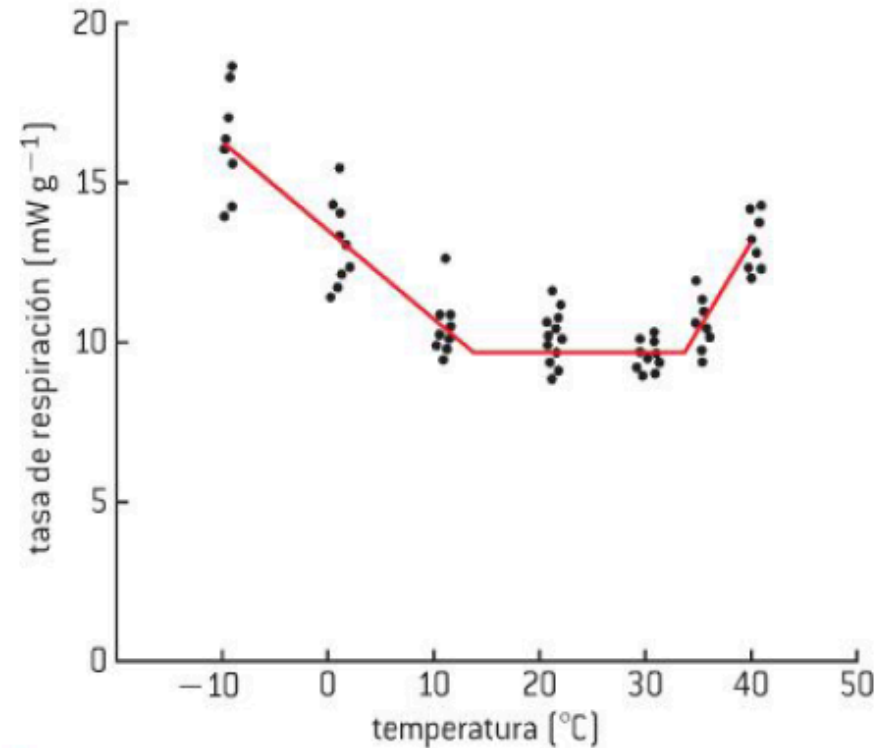
La cantidad que pasa de unos niveles a otros varía desde el 5% en el caso de los carnívoros hasta el 20% en el de los herbívoros. Como media se considera que el 10% de la materia o energía de un nivel queda disponible para el siguiente.



### Preguntas basadas en datos

La figura 5 muestra los resultados de un experimento en el cual se colocaron urracas de pico amarillo (*Pica nuttalli*) en una jaula en la que se podía controlar la temperatura. Se midió la tasa de respiración de las aves a siete temperaturas diferentes, desde  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ . Entre  $-10^{\circ}\text{C}$  y  $30^{\circ}\text{C}$  las urracas mantuvieron constante su temperatura corporal, pero por encima de  $30^{\circ}\text{C}$  la temperatura del cuerpo aumentó.

- Describe la relación entre la temperatura externa y la tasa de respiración en las urracas de pico amarillo. [3]
- Explica el cambio en la tasa de respiración cuando la temperatura desciende de  $+10^{\circ}\text{C}$  a  $-10^{\circ}\text{C}$ . [3]
- Sugiere una razón del cambio en la tasa de respiración cuando la temperatura aumenta de  $30^{\circ}\text{C}$  a  $40^{\circ}\text{C}$ . [2]

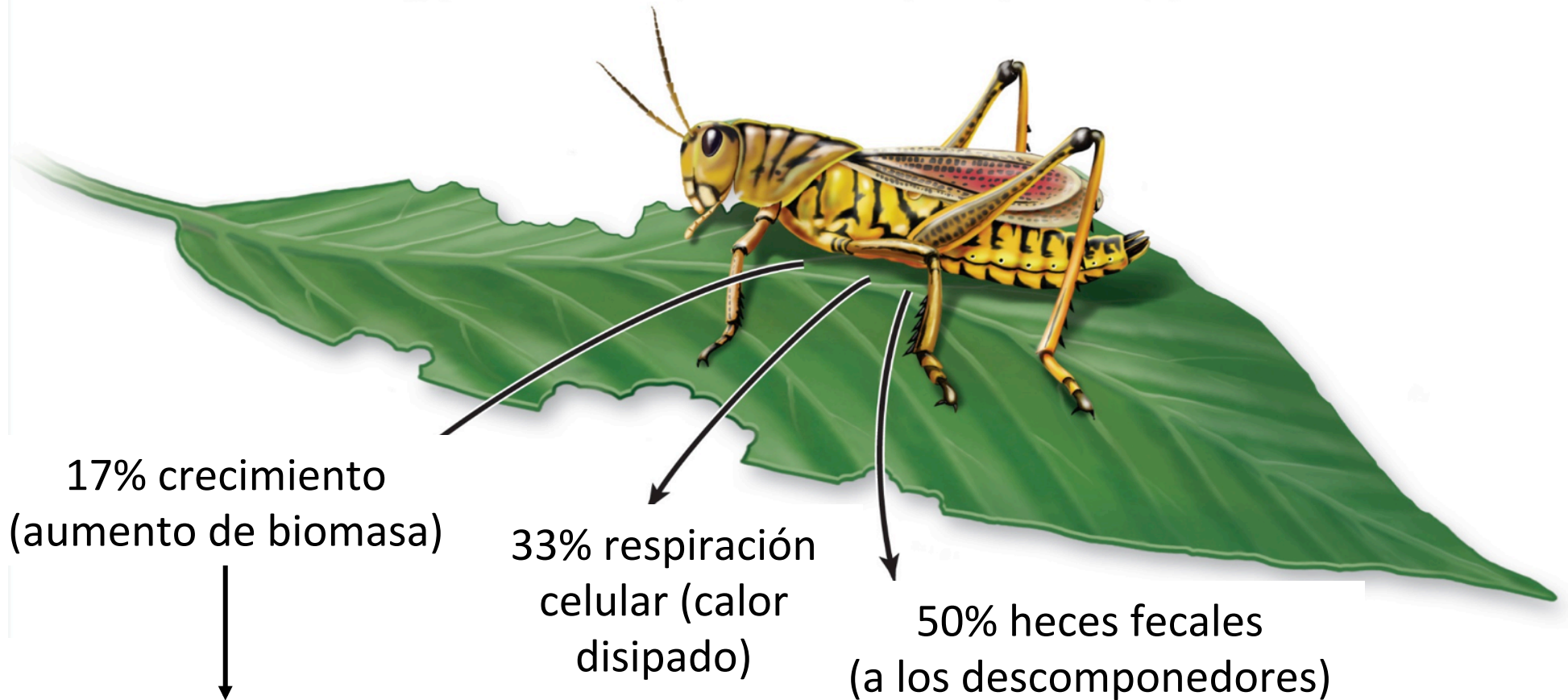


▲ Figura 5 Tasas de respiración celular a diferentes temperaturas en las urracas de pico amarillo

- Sugiere dos razones que explican la variación en la tasa de respiración de las aves a cada temperatura. [2]

La energía disminuye entre un nivel trófico y otro de la cadena. **Sólo el 10-20 % de la energía que los heterótrofos obtienen de los alimentos está disponible para el siguiente nivel trófico.**

Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.



**Disponible para el siguiente nivel trófico (10-20% de la energía del organismo)**

Para **medir los flujos de energía en un ecosistema**, se puede hacer **midiendo la biomasa de cada nivel trófico**.

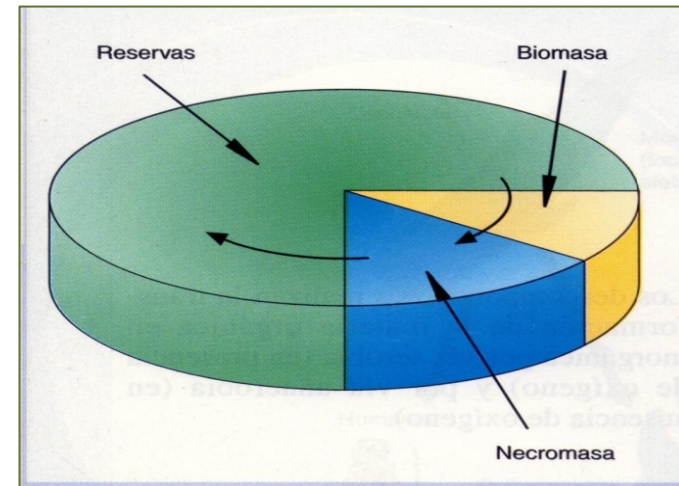
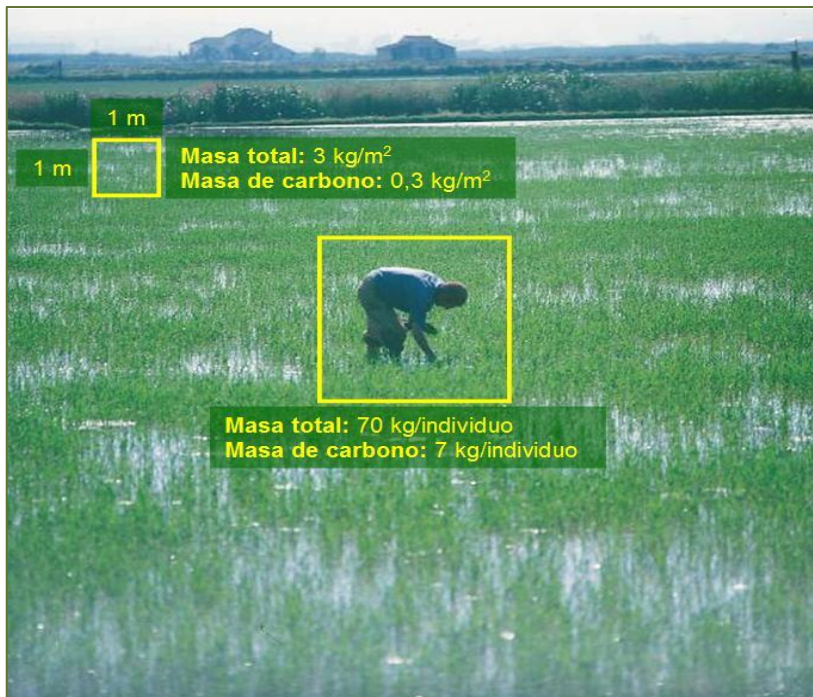
- La biomasa es la masa total de los organismos de un nivel trófico, sus tejidos y células, incluyendo los compuestos orgánicos carbonados con sus enlaces químicos energéticos. **La biomasa es por tanto proporcional a la energía.**
- Los ecólogos suelen medir la **producción bruta de cada nivel trófico**, es decir, la cantidad de biomasa o energía que cada grupo de organismos añade cada año, por unidad de superficie. Las unidades empleadas son:
  - $\text{g m}^{-2} \text{ año}^{-1}$
  - $\text{cal m}^{-2} \text{ año}^{-1}$
  - $\text{kJ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$

[unidades de masa o de energía por unidad de área y por unidad de tiempo].

- La **producción neta** de un nivel trófico es la biomasa o energía que se transfiere al siguiente nivel, descontando la que es utilizada para el automantenimiento del propio organismo, la respiración celular y los procesos vitales del organismo, la que se almacena en los tejidos, la que se elimina con los excrementos y la que se transfiere a los descomponedores.

**BIOMASA** Cantidad de *peso seco materia orgánica viva o muerta* (necromasa) de cualquier nivel trófico o ecosistema.

Es la forma que tienen los ecosistemas de almacenar la energía. Constituye la reserva momentánea de cada nivel trófico.



Poca materia orgánica en los tejidos vivos, la mayoría está en depósitos bajo tierra como el carbón o el petróleo )



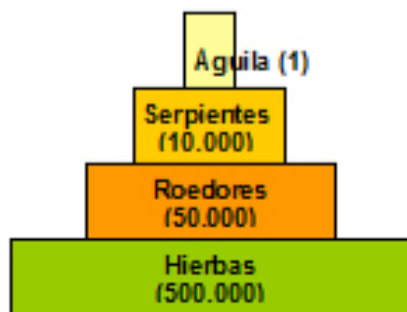
# 8. Explicación de la longitud de las cadenas tróficas.

## Término clave

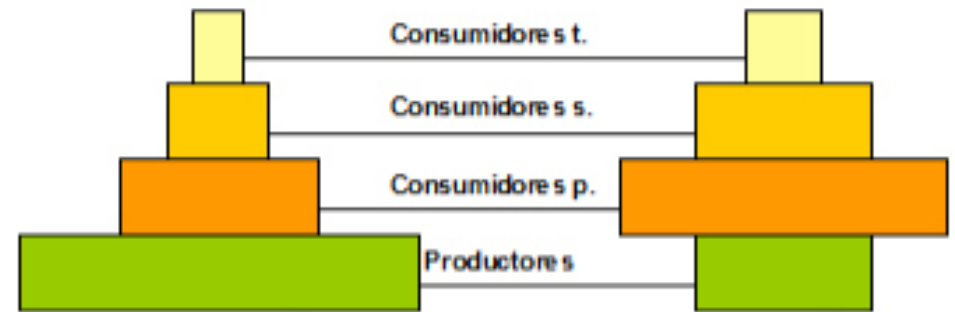
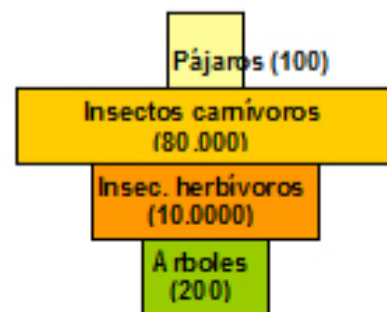
*Uso de teorías para explicar los fenómenos naturales: el concepto de flujo de energía explica la extensión limitada de las cadenas tróficas. (2.2)*

La teoría del flujo de energía en los ecosistemas explica el escaso número de escalones de las cadenas tróficas:

- Después de varios niveles tróficos, la energía remanente disponible no llega a ser suficiente para el siguiente nivel.
- La biomasa también disminuye a lo largo de la cadena ( $\text{CO}_2$  perdido en la respiración y sustancias excretadas) y es menor en los niveles tróficos superiores.
- Esto se puede representar en las denominadas pirámides ecológicas en las que cada escalón de la pirámide es proporcional a la biomasa o al número de individuos de ese nivel trófico.



Pirámides de números



Pirámides de biomasa

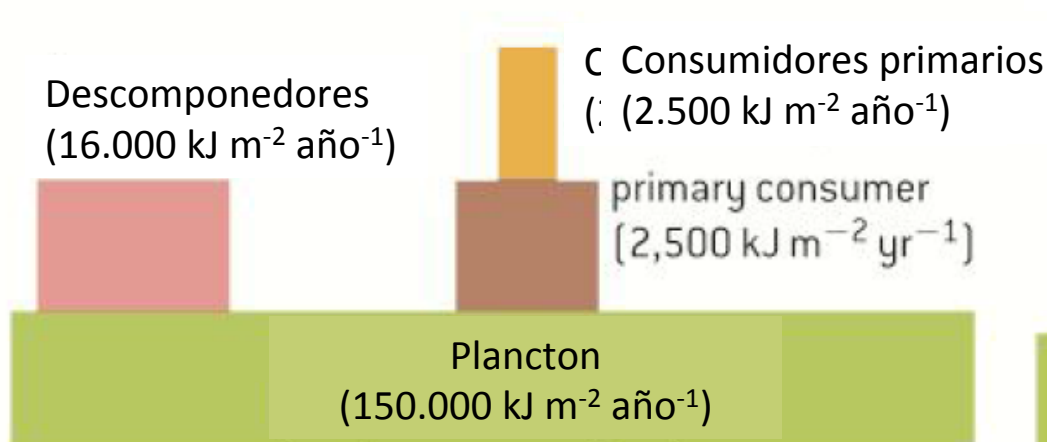


# 9. Pirámides de energía.

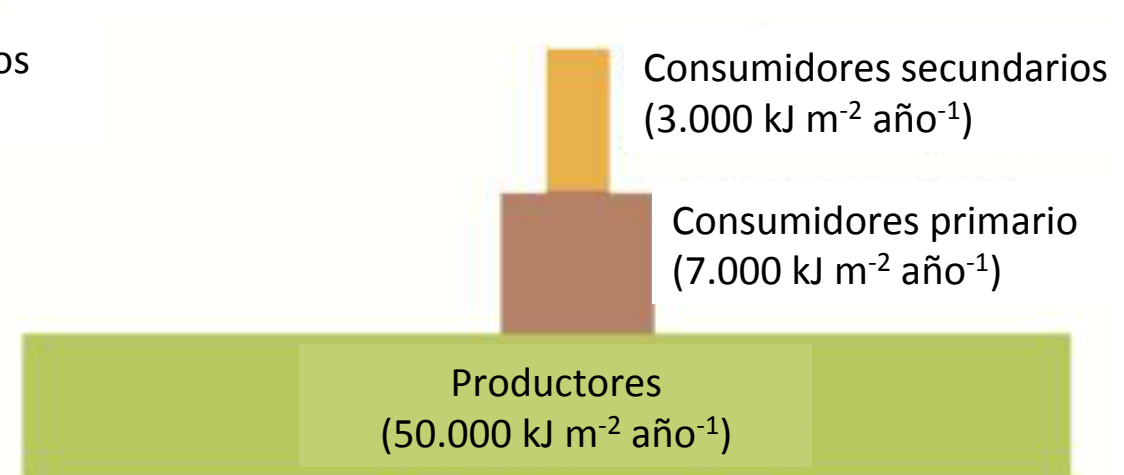
## Término clave

*Representaciones cuantitativas del flujo de energía mediante pirámides de energía*

La cantidad de energía convertida en nueva biomasa por cada nivel trófico en una comunidad puede representarse con una **pirámide de energía**. Es una pirámide escalonada en la que la base de cada escalón es proporcional a la producción bruta de cada nivel, medida en  $\text{kJ m}^{-2} \text{año}^{-1}$ .



Pirámide de energía de un ecosistema acuático (no a escala)

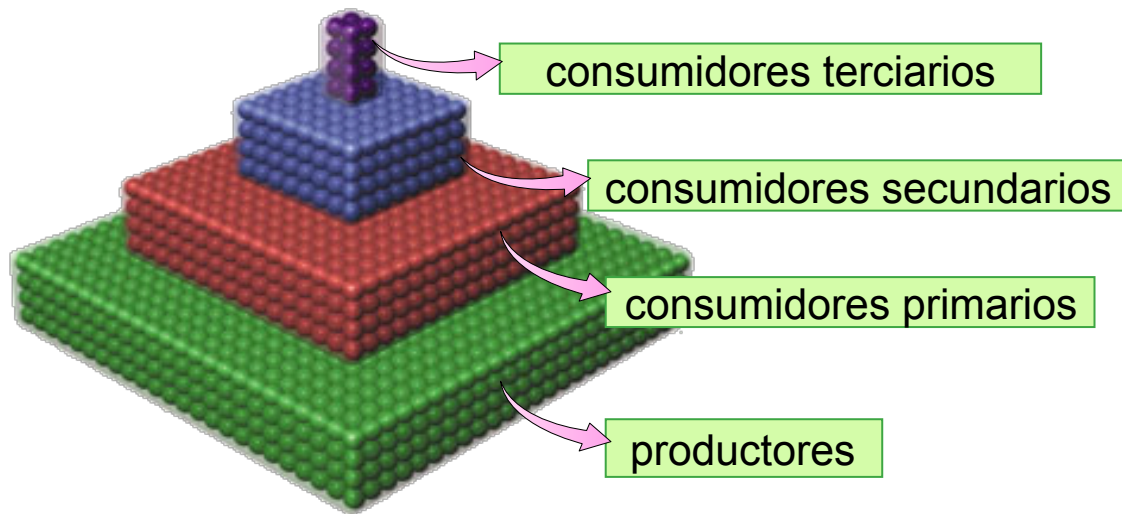


Pirámide de energía de una pradera (a escala)



# LAS PIRÁMIDES ECOLÓGICAS

Representan gráficamente como varía una característica entre los diferentes niveles tróficos



Cada nivel se representa por un piso de la pirámide

La base es el nivel de los productores y encima están por orden los demás niveles

La altura de los pisos es igual y la anchura es proporcional a la característica que se representa (energía acumulada, biomasa o nº de individuos)

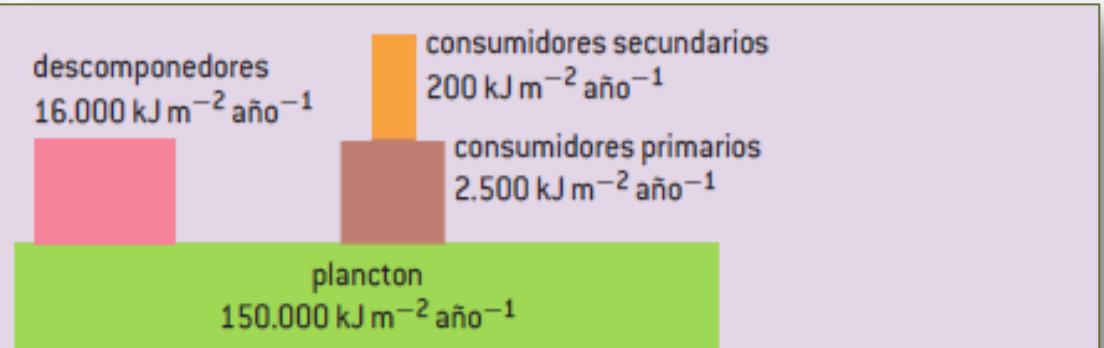


## Pirámides de energía

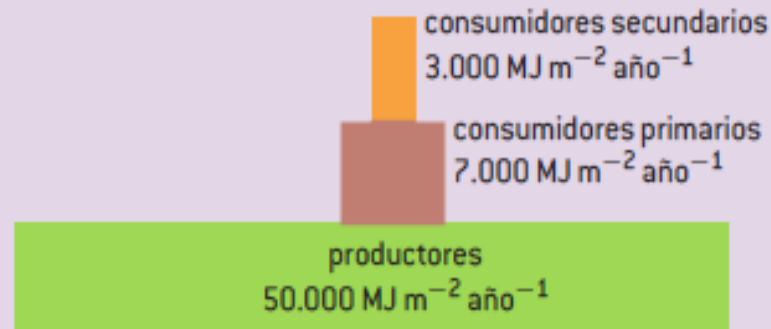
### Representaciones cuantitativas del flujo de energía mediante pirámides de energía

La cantidad de energía convertida en nueva biomasa por cada nivel trófico de una comunidad ecológica se puede representar mediante una pirámide de energía. Las pirámides de energía son un tipo de gráfico de barras con una barra horizontal para cada nivel trófico. La cantidad de energía debe expresarse por unidad de área por año. A menudo se utilizan los kilojulios por metro cuadrado por año ( $\text{kJ m}^{-2} \text{año}^{-1}$ ) como unidad de medida. La pirámide debe ser escalonada, no triangular, empezando con los productores en la barra más baja. Se deben rotular las barras como productores, consumidores primarios, consumidores secundarios y así sucesivamente. Si se elige una escala adecuada, la longitud de cada barra puede ser proporcional a la cantidad de energía que representa.

La figura 8 muestra un ejemplo de una pirámide de energía de un ecosistema acuático. Para ser más exactos, la anchura relativa de las barras debe coincidir con la cantidad relativa de energía de cada nivel trófico. La figura 9 muestra una pirámide de energía de pastizales con las barras dibujadas correctamente a escala.

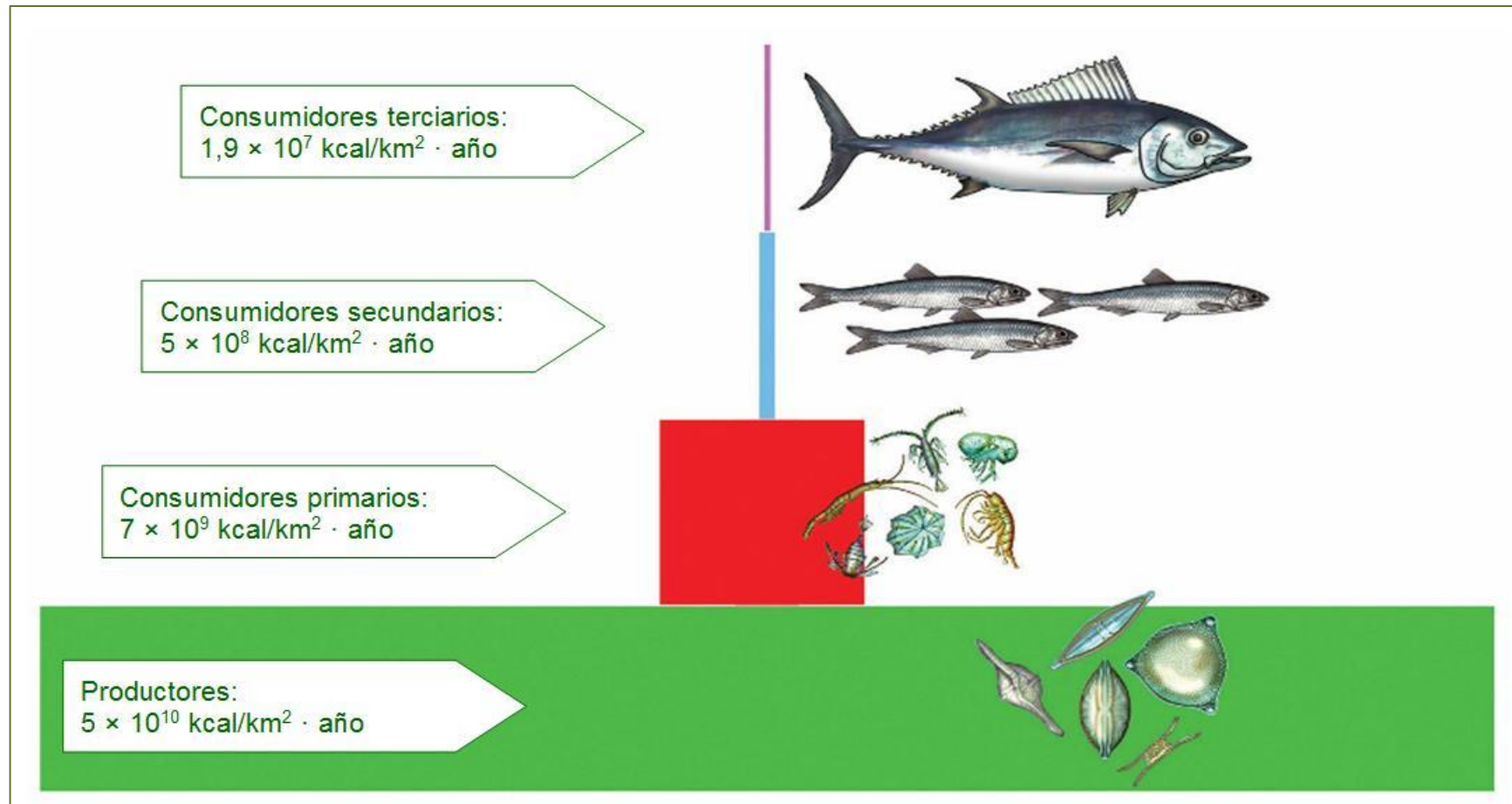


▲ Figura 8 Pirámide de energía de un ecosistema acuático (no está a escala)



▲ Figura 9 Pirámide de energía de pastizales

# Pirámides de Productividad ( Energía )



Representan el flujo de energía de unos niveles a otros . En cada eslabón se muestra la productividad neta de cada nivel trófico .

Nunca podrán estar invertidas , ya que la energía almacenada en un nivel siempre es superior a la que se almacena en el siguiente.

Cumplen el 2º principio de la termodinámica.

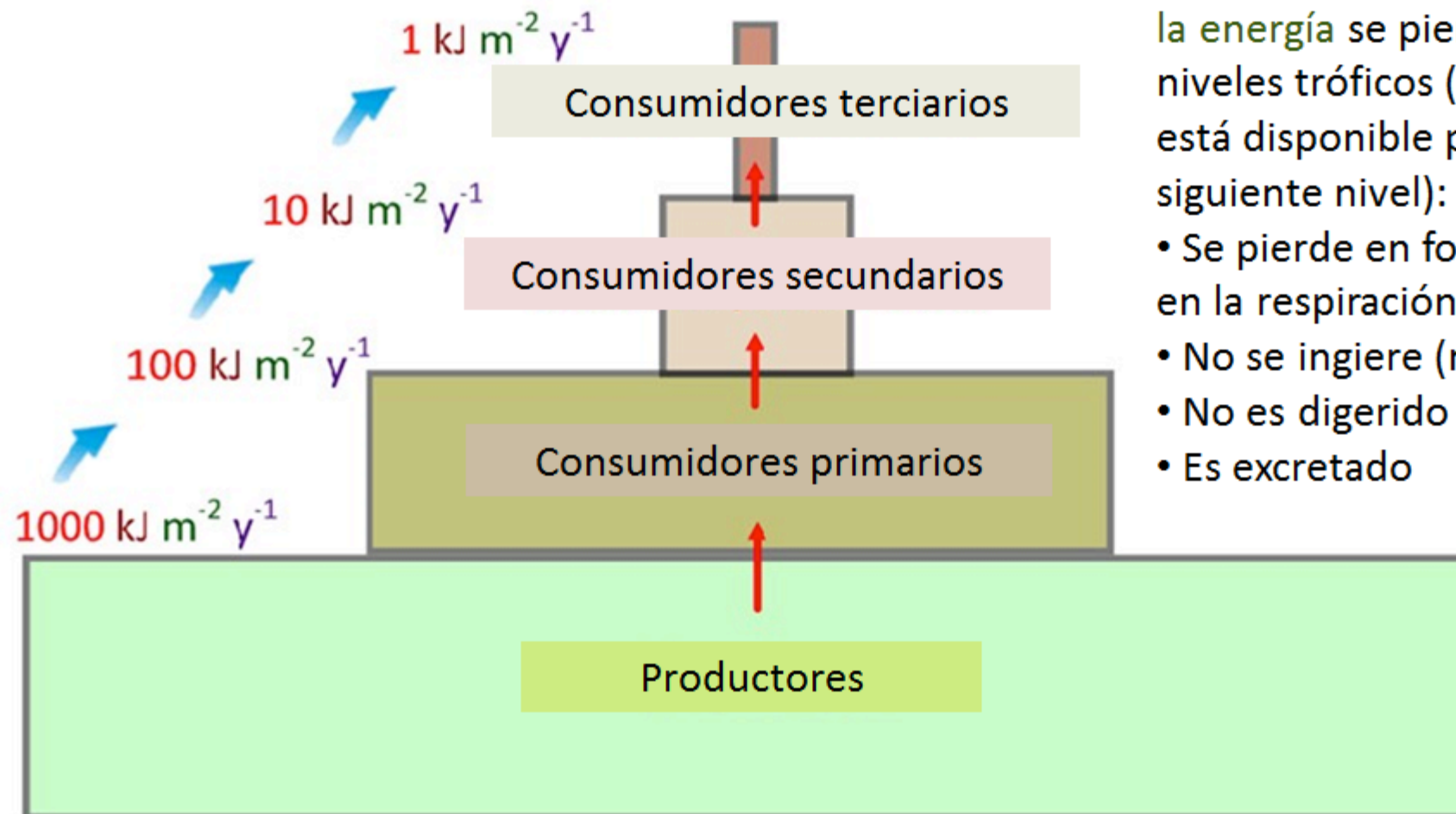
# Pirámides de energía

Muestran el **flujo de energía** entre niveles tróficos

Se mide en **unidades de energía** por **unidad de área** y por **unidad de tiempo**:

$$\text{kJ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$$

La transferencia de energía **nunca es 100% eficiente**.

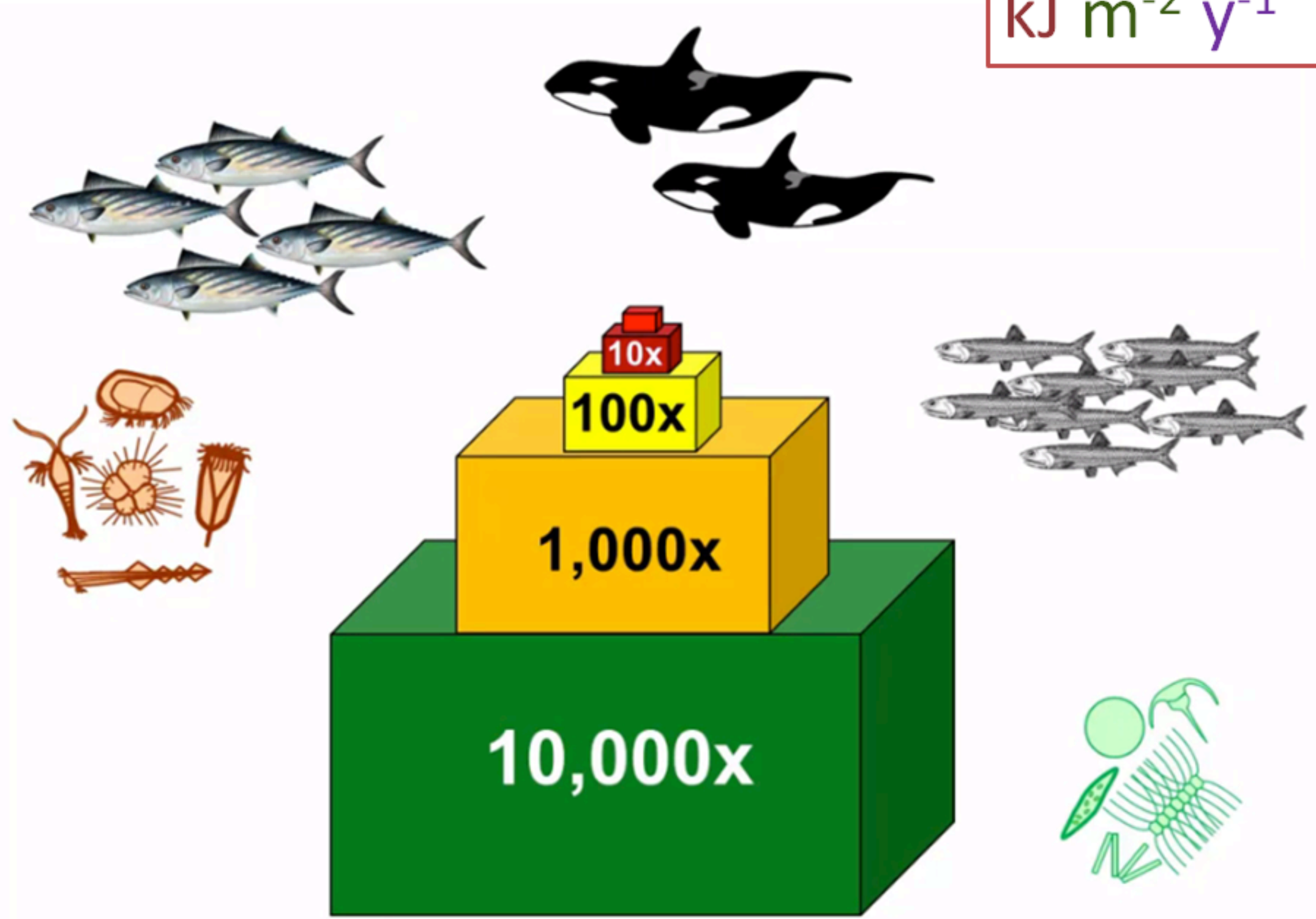


Aproximadamente el **90%** de la **energía** se pierde entre niveles tróficos (sólo el **10%** está disponible para el siguiente nivel):

- Se pierde en forma de calor en la respiración
- No se ingiere (no se come)
- No es digerido o asimilado
- Es excretado

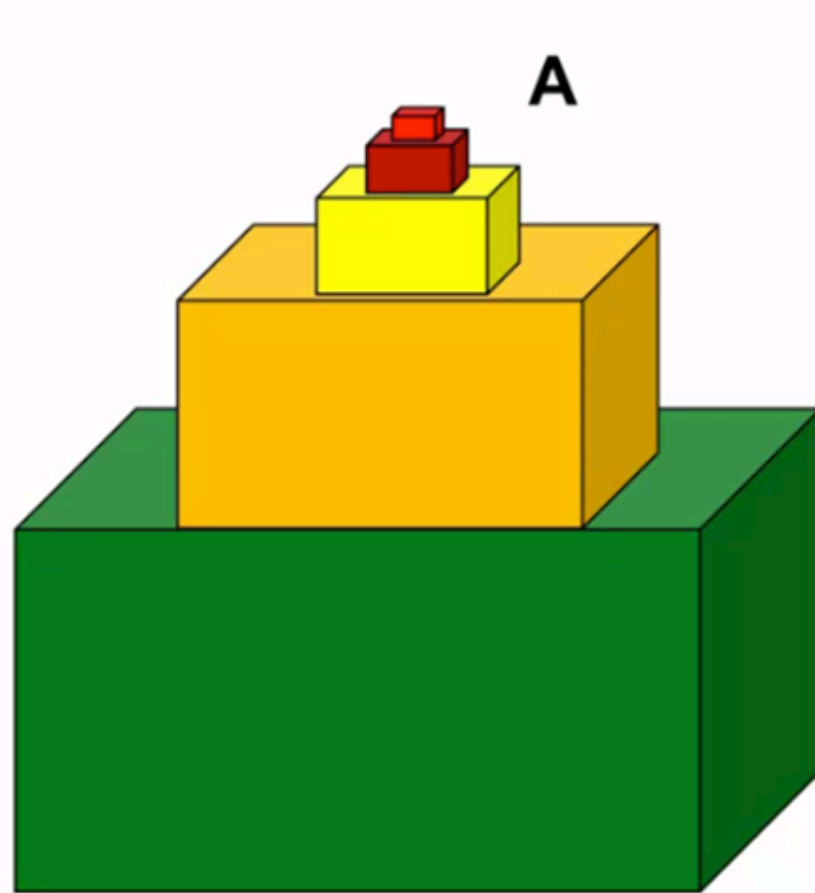
# Pirámide de energía

$\text{kJ m}^{-2} \text{y}^{-1}$

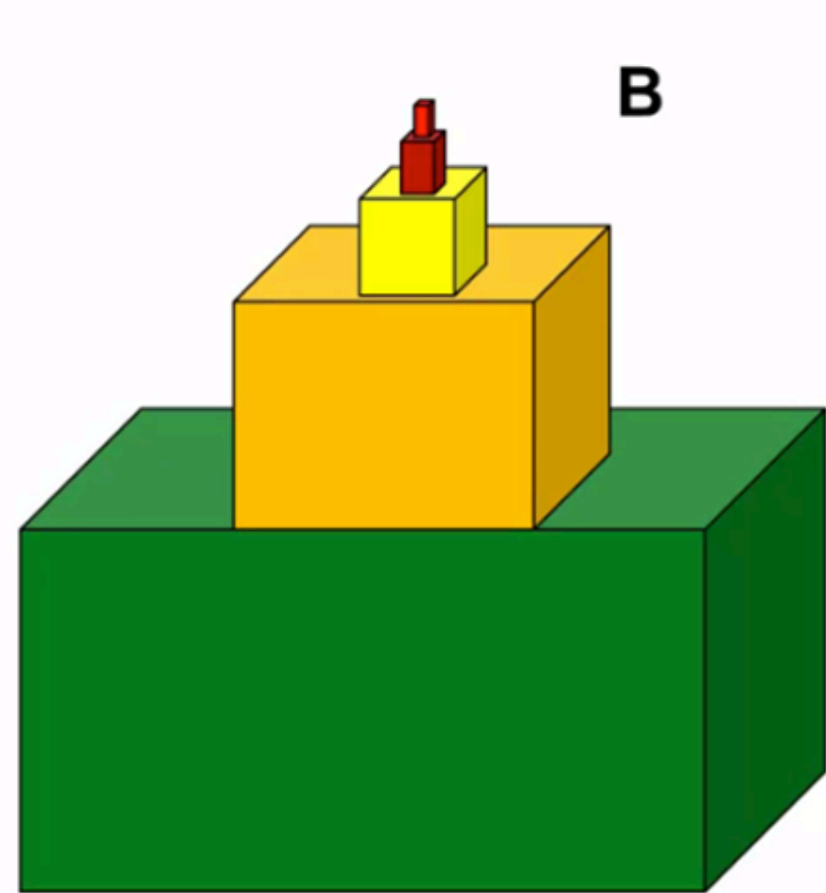


# Pirámide de energía

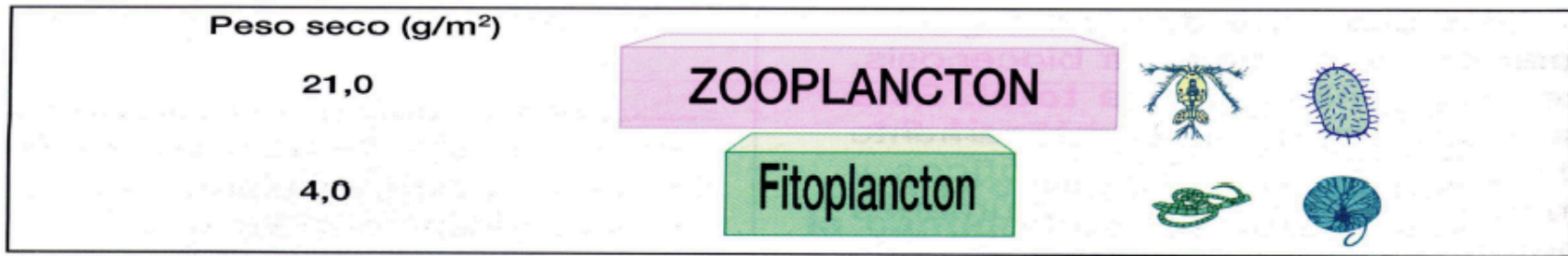
$$\text{kJ m}^{-2} \text{y}^{-1}$$



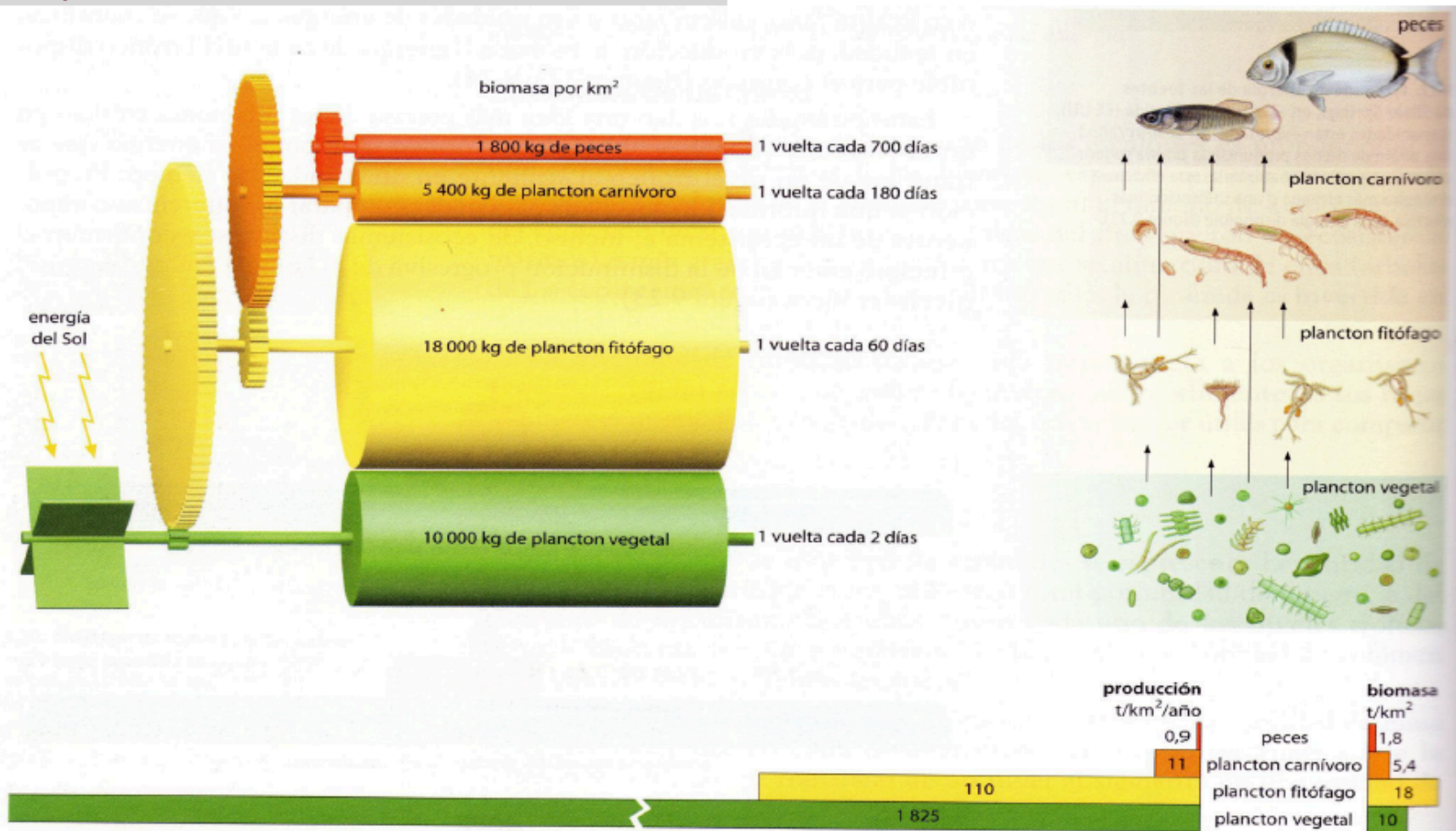
Más eficiente



Menos eficiente



¿Cómo es posible que unas cifras tan bajas de Biomasa de fitoplancton marino puedan mantener a una población tan grande de zooplacton ?

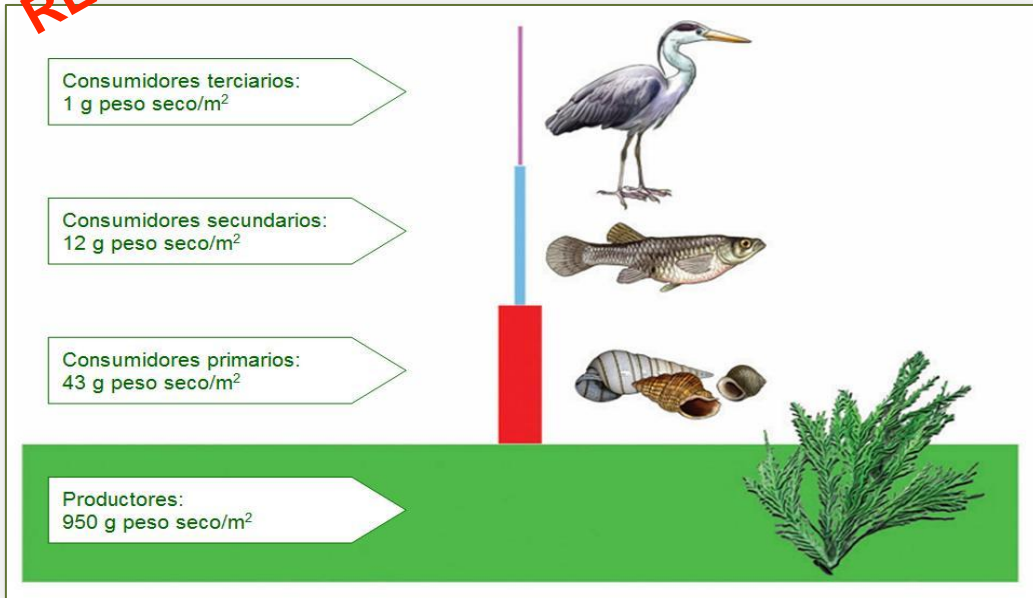


9.25. Modelo de ecosistema marino, basado en el plancton para diferenciar los conceptos de biomasa y producción.

La biomasa que puede mantener un determinado nivel trófico no depende de la Biomasa del nivel anterior, sino de su productividad

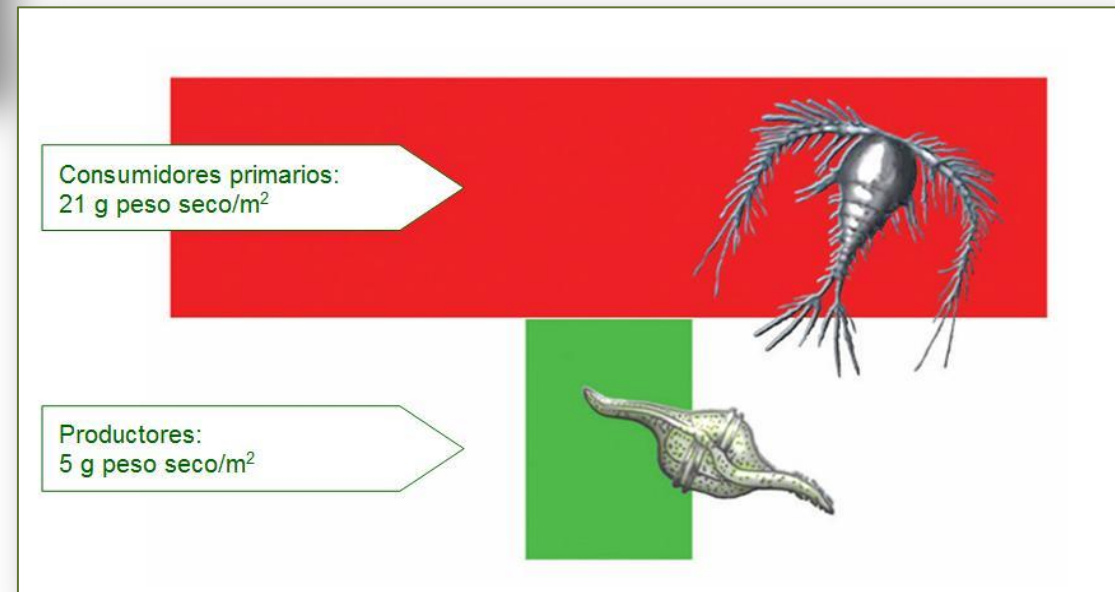
**RECUERDA**

# Pirámide de biomasa



Suelen tener formas muy estrechas con una base muy ancha, ya que generalmente la Biomasa de los productores es muy superior a la de los consumidores

Muestran la cantidad de Biomasa en un momento determinado ( es decir la Reserva en un momento determinado ) pero no está representado el factor tiempo, no indican Producción ni Productividad



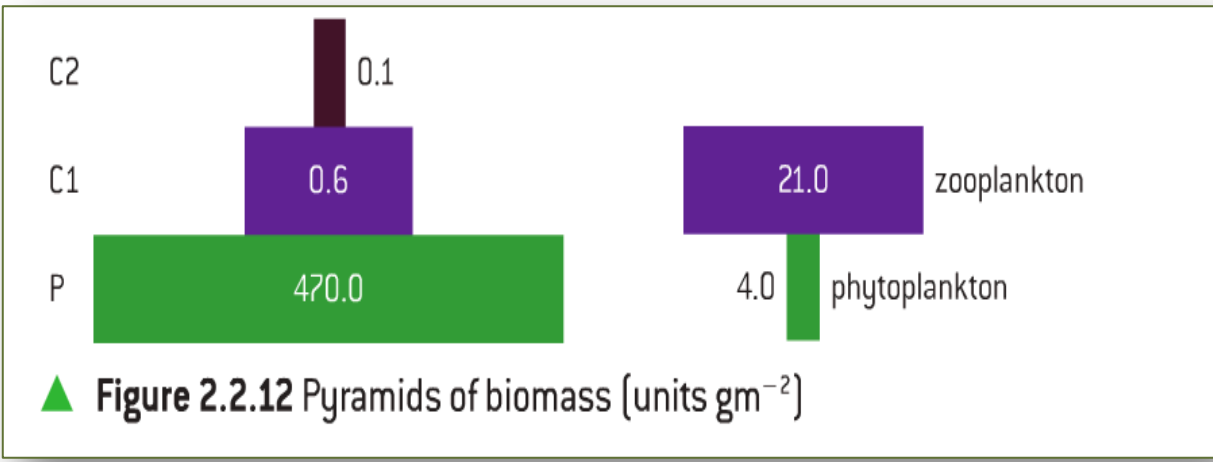
Algunos ecosistemas acuáticos presentan pirámides de **Biomasa invertidas**. Debido a la elevada tasa de reproducción del fitoplacton



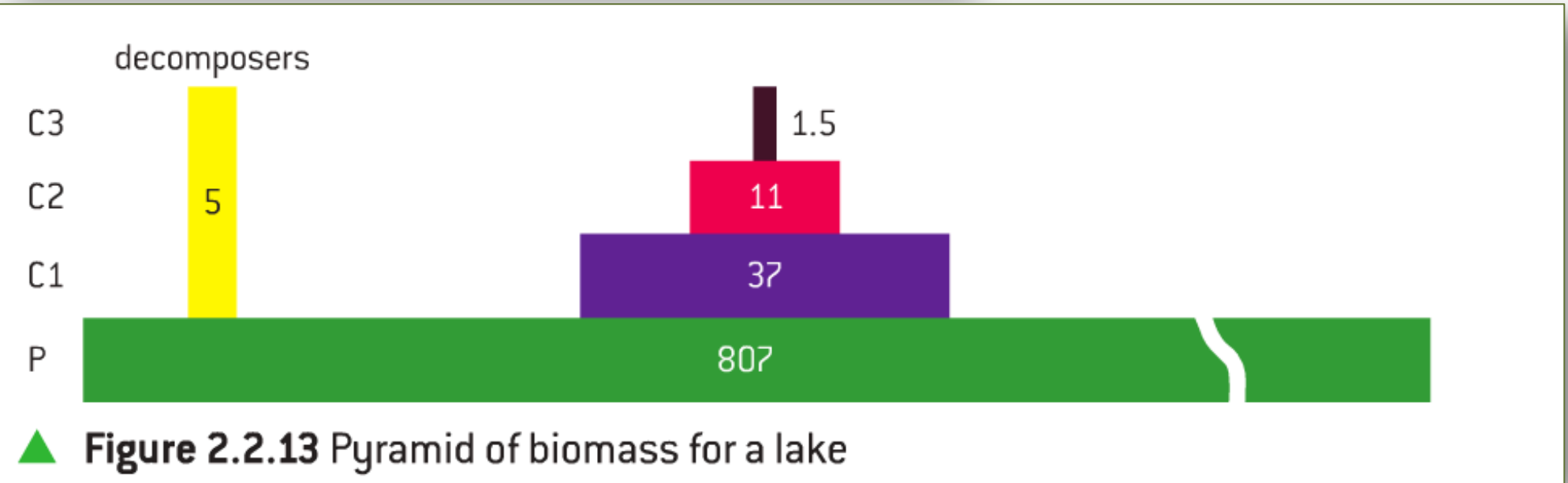
RECUERDA

Una **pirámide de biomasa** representa las existencias permanentes o reserva de cada nivel trófico, medida en unidades como gramos de biomasa por metro cuadrado año ( $g\ m^{-2}\ a^{-1}$ ) o kilojulios por metro cuadrado año ( $KJ\ m^{-2}\ a^{-1}$ ) (unidades de biomasa o energía).

Las **pirámides de biomasa** pueden presentar mayores cantidades a niveles tróficos más elevados debido a que representan la biomasa presente en un momento fijo, a **pesar de lo cual las variaciones estacionales pueden ser significativas**.



El fitoplancton se reproduce muy rápidamente pero su biomasa es pequeña. Como una pirámide representa la biomasa a la vez. Ejemplo en invierno la barra de fitoplancton puede ser mucho menos que la del zooplankton (consumidor primario)

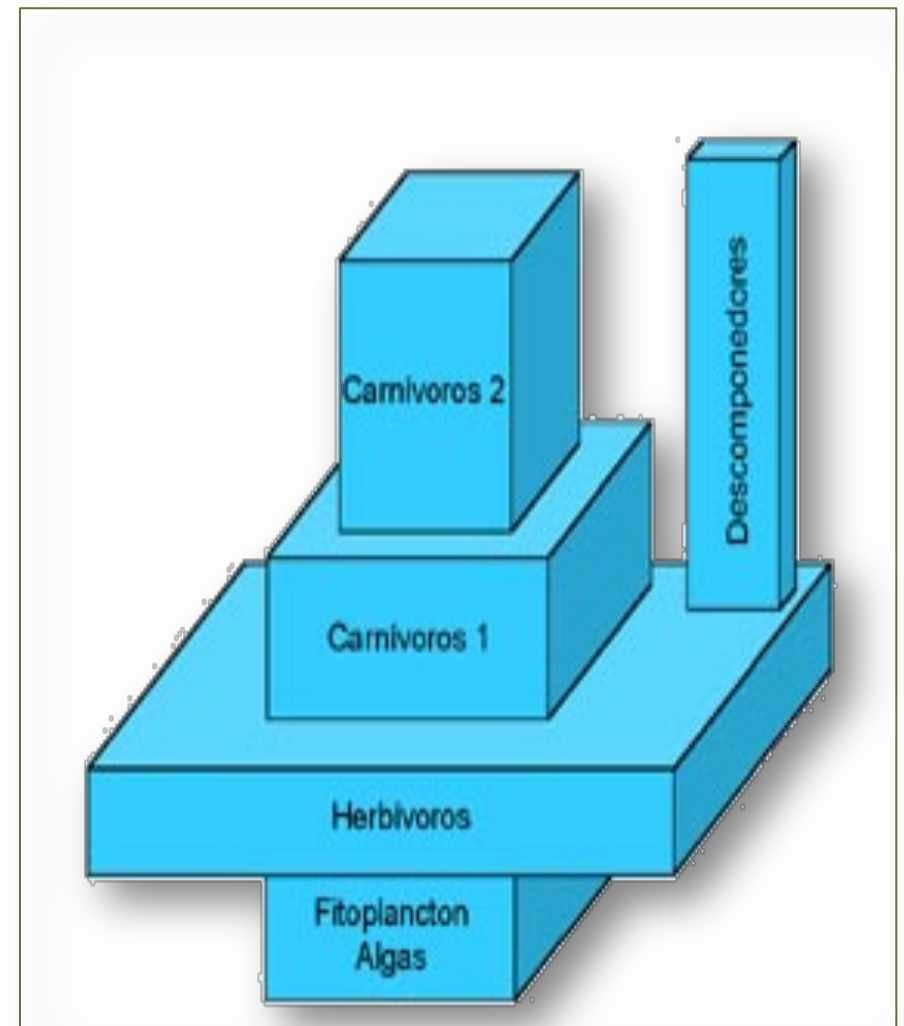


**RECUERDA**

DESVENTAJAS=>

- Sólo usa ejemplos desde poblaciones, así que es imposible medir la biomasa exactamente.
- Los organismos deben estar muertos para medir la biomasa.
- El **tiempo en el que se mide la biomasa afecta a los resultados**. En el caso de las algas la biomasa cambia a lo largo del año por consiguiente la forma de la pirámide también cambia con la época del año. Las secuoyas gigantes de California han acumulado su biomasa a lo largo de los años, en el mismo nivel trófico las algas de un lago han necesitado unos pocos días para acumular la misma cantidad de biomasa. Estas pirámides no muestran estas diferencias.
- Pirámides con la misma biomasa no significa que contengan la misma energía. Ejemplo, un lirón almacena gran cantidad de biomasa en forma de ácidos grasos, alrededor de  $37 \text{ kJ g}^{-1}$  de energía química potencial pero un carnívoro almacena carbohidratos y proteínas, alrededor de  $17 \text{ KJ g}^{-1}$  de energía química potencial. Algunos organismos contienen una alta proporción de partes no digeribles tales como el exoesqueleto de los crustáceos.

## PIRÁMIDE DE BIOMASA INVERTIDA

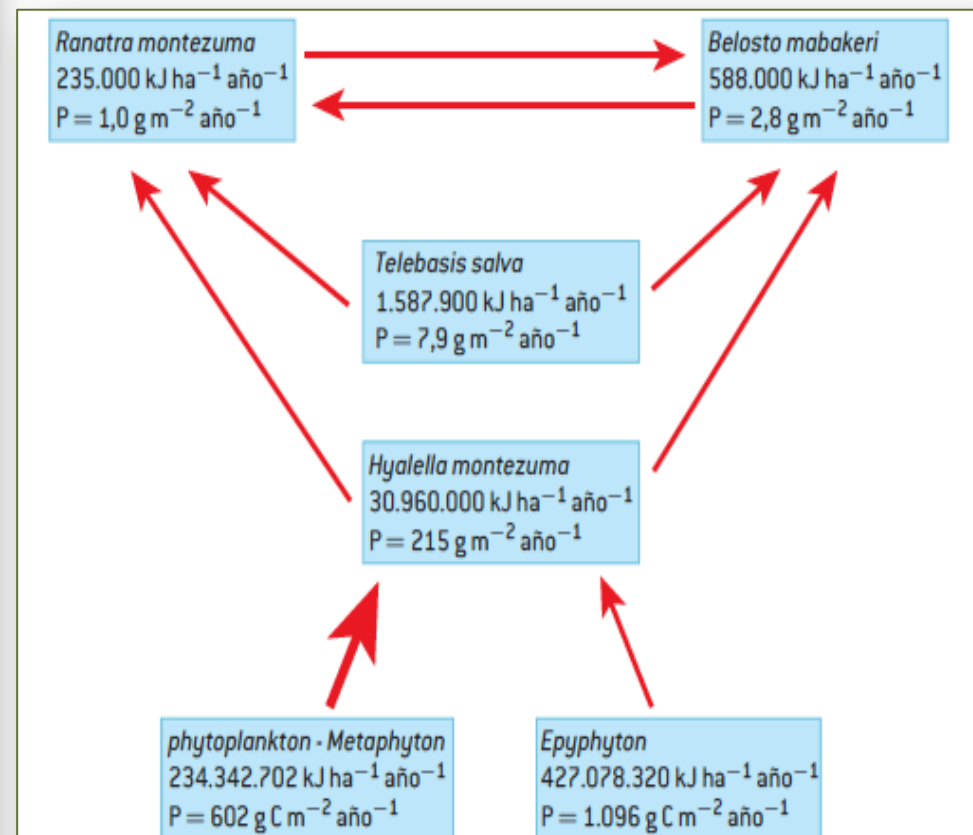


### Preguntas basadas en datos: Una red trófica sencilla

Un cenote es una estructura que se forma en la superficie cuando una caverna subterránea se derrumba. El Pozo de Montezuma, en el desierto de Sonora en Arizona (EE. UU.), es un cenote lleno de agua. En su ecosistema acuático no hay peces, en parte debido a la presencia de concentraciones extremadamente altas de  $\text{CO}_2$  disuelto. El depredador superior dominante es *Belostoma bakeri*, un insecto de agua gigante que puede alcanzar hasta 70 mm de longitud.

La figura 10 muestra una red trófica del Pozo de Montezuma.

- 1 Compara las funciones de *Belostoma bakeri* y *Ranatra montezuma* dentro de la cadena trófica. [2]
- 2 Deduce, aportando una razón, qué organismo ocupa más de un nivel trófico. [2]
- 3 Deduce, basándote en los valores de P:
  - a) Cuál sería la cadena trófica más común en esta red [2]
  - b) Cuál es la presa preferida de *B. bakeri* [1]
- 4 Elabora una pirámide de energía para el primer y el segundo nivel trófico. [3]
- 5 Calcula el porcentaje de energía perdida entre el primer y el segundo nivel trófico. [2]
- 6 Discute las dificultades de clasificar organismos en niveles tróficos. [2]
- 7 Resume la información adicional que sería necesaria para completar la pirámide de energía para el tercer y cuarto nivel trófico. [1]

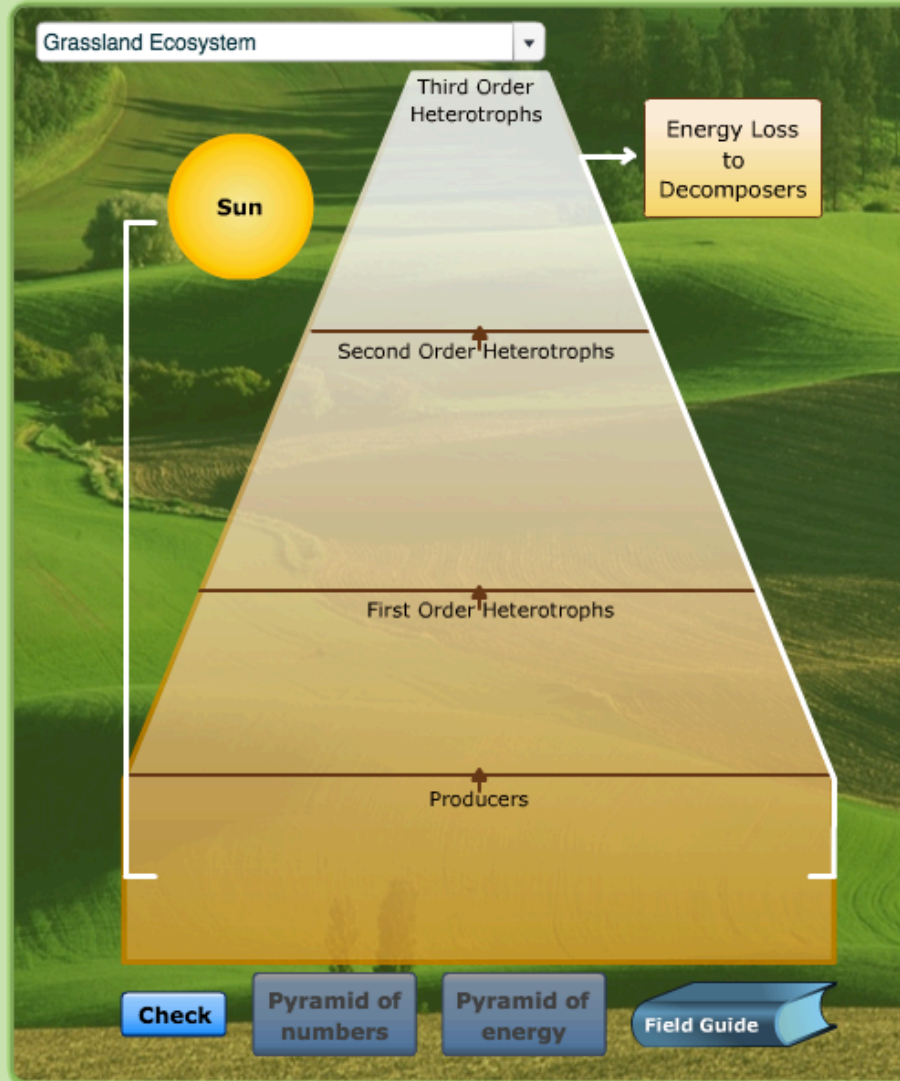


▲ Figura 10 Una red trófica del Pozo de Montezuma. Los valores P representan la biomasa almacenada en la población de cada organismo cada año. Los valores energéticos representan el equivalente de energía de la biomasa. Las flechas indican los vínculos tróficos y el grosor de la flecha indica la cantidad relativa de energía transferida entre niveles tróficos.

**Question**

**How does energy flow through an ecosystem?**

An ecosystem consists of a community of living organisms interacting with each other and the environment. The source of energy that fuels most ecosystems is the Sun. Plants use the Sun's energy to produce food in a process called photosynthesis. Organisms that use energy from the Sun or energy stored in chemical compounds to produce their own nutrients are called autotrophs. They are also called producers because most other organisms depend on autotrophs for nutrients and energy. Heterotrophic organisms that cannot make their own food may obtain nutrients by eating other organisms. A heterotroph that feeds only on plants is called an herbivore. Herbivores are also called first order heterotrophs. Carnivores that feed on herbivores are called second order heterotrophs. Carnivores that feed on other carnivores are called



**Field Notes**

**Grassland Ecosystem**

**Plants:**

- Grasses
- Milkweed
- Lupine

**Mammals:**

- Buffalo
- Coyotes
- Pronghorns

**Birds:**

- Goldfinches
- Gray partridges
- Hawks

**Reptiles:**

- Rattle snakes

**Arthropods:**

- Monarch Butterflies
- Grasshoppers

Reset



Cómo los ecosistemas responden a los cambios:



The screenshot shows the EarthSky website header with a logo featuring a mountain range and a crescent moon. The main navigation bar includes links for EARTH, SPACE, HUMAN WORLD, PHOTOS, VIDEOS, SCIENCE WIRE, TODAY'S IMAGE, and TONIGHT. Below the header, the article is attributed to Deborah Byrd and dated February 28, 2014. The title of the video is "Video: How wolves change rivers". To the left of the text is a close-up photograph of a wolf's face with striking blue eyes.

Store

**EarthSky**  
SCIENCE NEWS • GREAT PHOTOS • SKY ALERTS

EARTH SPACE HUMAN WORLD PHOTOS VIDEOS SCIENCE WIRE TODAY'S IMAGE TONIGHT

By Deborah Byrd in  
BLOGS | VIDEOS | EARTH on Feb 28, 2014

---

## Video: How wolves change rivers



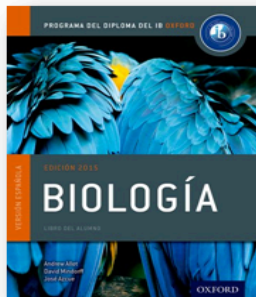
Do yourself a favor and watch this video on how wolves change rivers. It will make you happy.

<http://earthsky.org/earth/video-how-wolves-change-rivers>

# BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB

- **BIOLOGÍA.** ALLOTT, Andrew, MINDORFF, David. AZCUE, José. Editorial Oxford. ISBN 978-0-19-833873-4.
- **ECOLOGY.** GREENWOOD, Trancey. SHEPHERD, Lyn. ALLAN, Richard. BUTLER, Daniel. Editorial BIOZONE International Ltd.
- **ENVIRONMENTAL SYSTEMS AND SOCIETIES.** RUTHERFORD, Jill. WILLIAMS, Gillian. Editorial Oxford.
- <https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/>

## Bibliografía:



IB Biología: Libro del alumno.  
Versión en español. Oxford.  
Edición 2015.  
<https://goo.gl/YkkZ1q>



Biology Study Guide 2014 edition.  
En inglés.  
<http://goo.gl/yxz0kd>

## Agradecimiento:

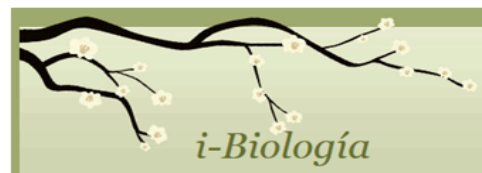


Parte de esta presentación ha sido confeccionada y traducida con permiso a partir de las presentaciones de Stephen Taylor disponibles en:

<http://i-biology.net/>



## Más recursos:



<https://sites.google.com/site/iesmmibiologia/home>