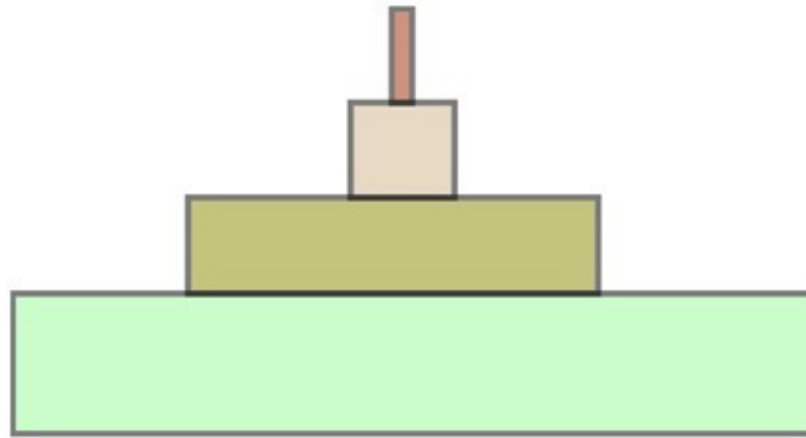


Tema 4. Ecología



Subtema 4.2 Flujo de energía

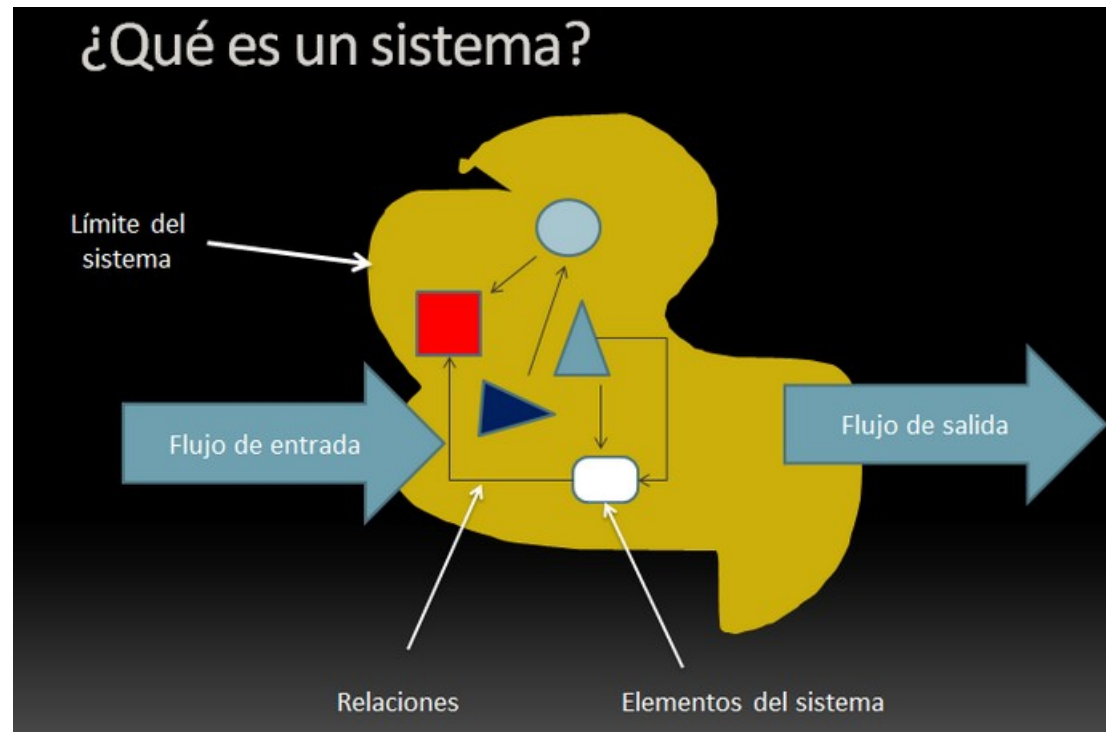
Idea fundamental:

Los ecosistemas requieren un suministro continuo de energía para alimentar los procesos vitales y restituir las pérdidas de energía producidas en forma de calor

1. LOS ECOSISTEMAS SON SISTEMAS ABIERTOS

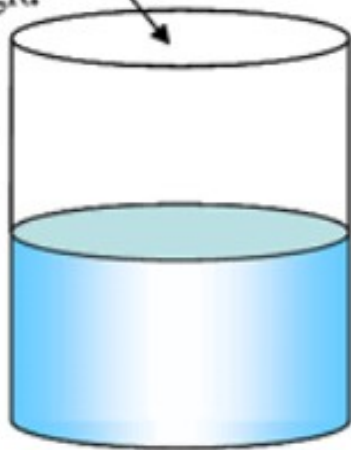
Un **sistema** (del griego sistema = conjunto o reunión) es un conjunto de elementos que se relacionan entre sí para generar un todo más complejo que la suma de sus partes y llevar a cabo una o varias funciones.

En los sistemas aparecen las propiedades emergentes.



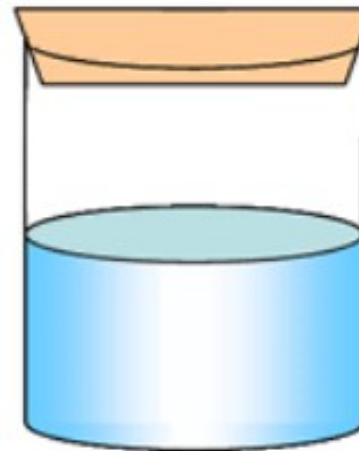
TIPOS DE SISTEMAS

Sistema abierto
Intercambio de:
masa y energía



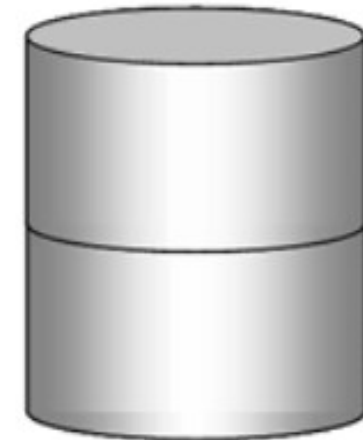
Vaso abierto

Sistema cerrado
Intercambio solo
energía



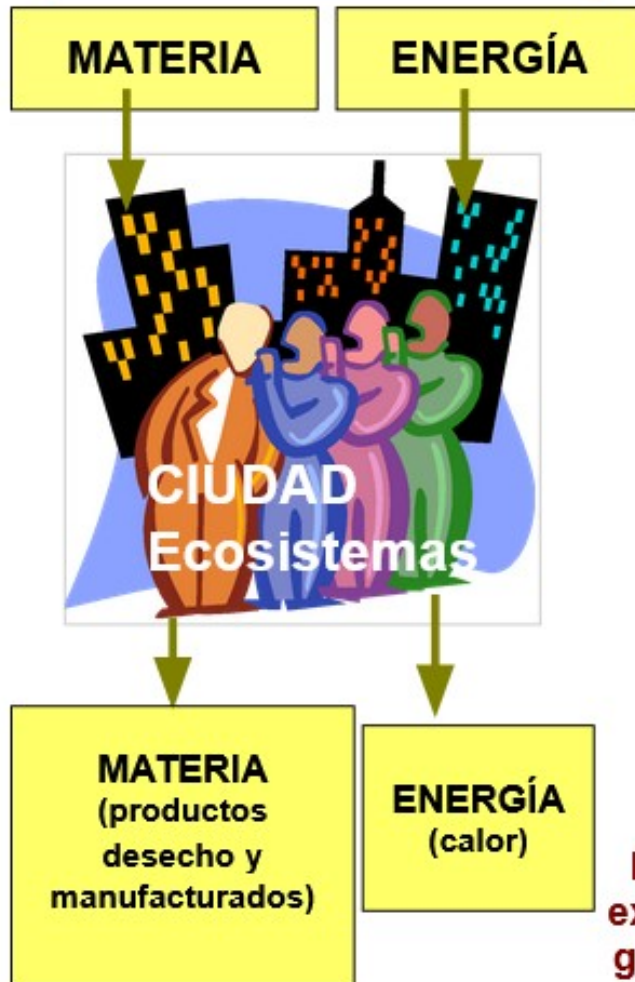
Vaso tapado

Sistema aislado
No existe intercambio

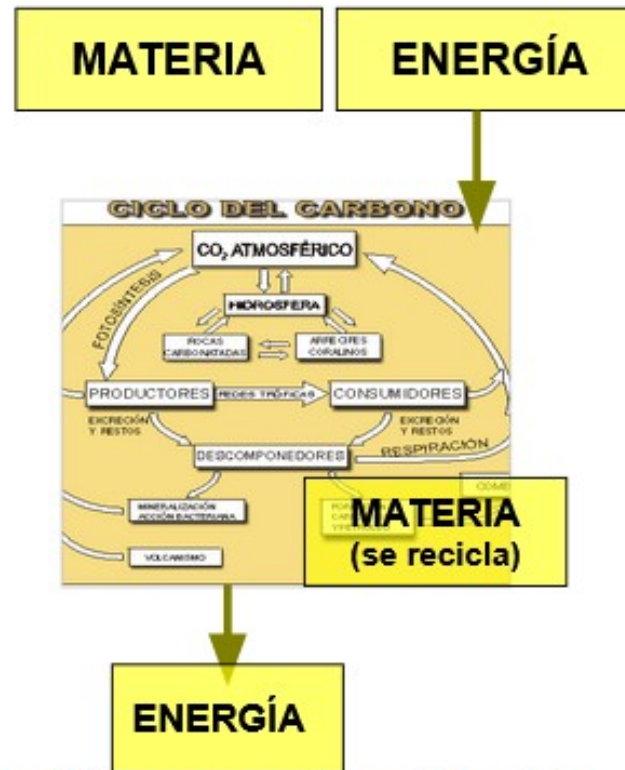


Termo

ABIERTOS

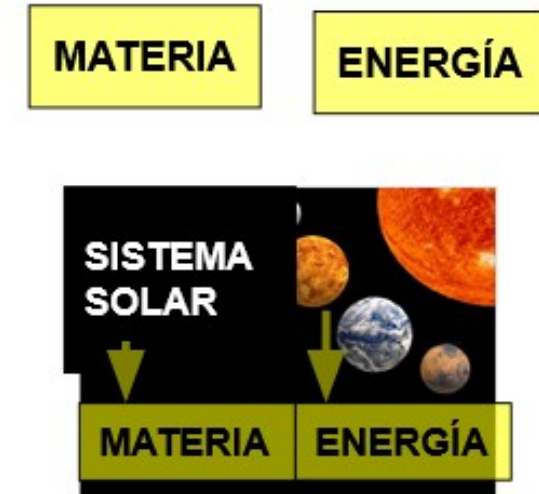


CERRADOS



Los sistemas cerrados sólo existen experimentalmente, aunque los ciclos geoquímicos se asemejan a sistemas cerrados.

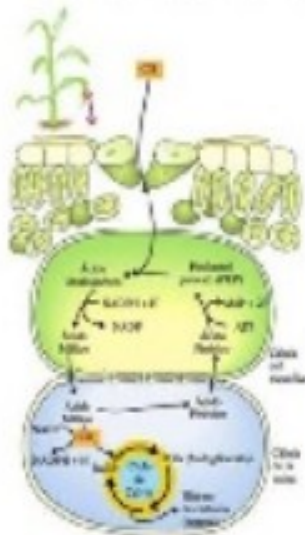
AISLADOS



Un sistema aislado es un concepto hipotético en el que no se intercambia ni materia ni energía a través de sus límites. Se usan para simplificar cuando se estudian sistemas de gran tamaño

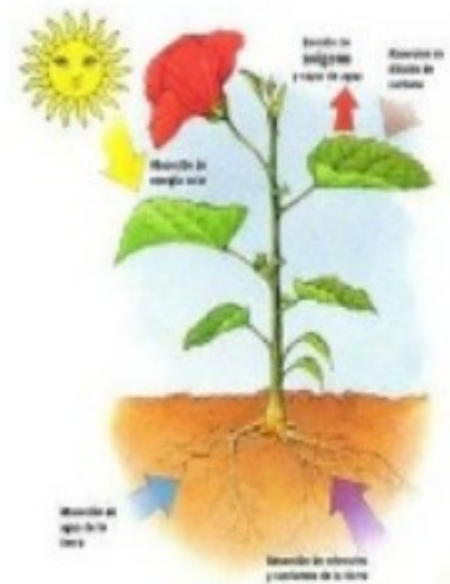
SISTEMAS ABIERTOS

- ❖ **Una planta** es un sistema abierto que toma materia por medio de sus raíces y energía lumínica del Sol para hacer la fotosíntesis, de la planta sale materia en forma de gases durante la respiración y la fotosíntesis y energía calorífica durante la respiración.



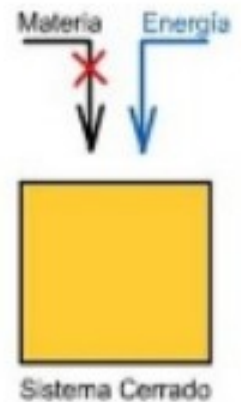
- ❖ Una planta está constituida por **células** que pueden ser consideradas como un sistema abierto, cuyas propiedades emergentes consisten en cumplir las funciones vitales de nutrición, relación y reproducción.

- ❖ Otros ejemplos de sistemas abiertos son: **un bosque**, una **pecera**, un **río**, una **ciudad**, etc. Así en una ciudad entra energía y materia prima y, sale energía en forma de calor y materiales en como desechos y productos manufacturados.



SISTEMAS CERRADOS

Son los que **sólo intercambian energía con el exterior**, no intercambian materia, sino que la reciclan.



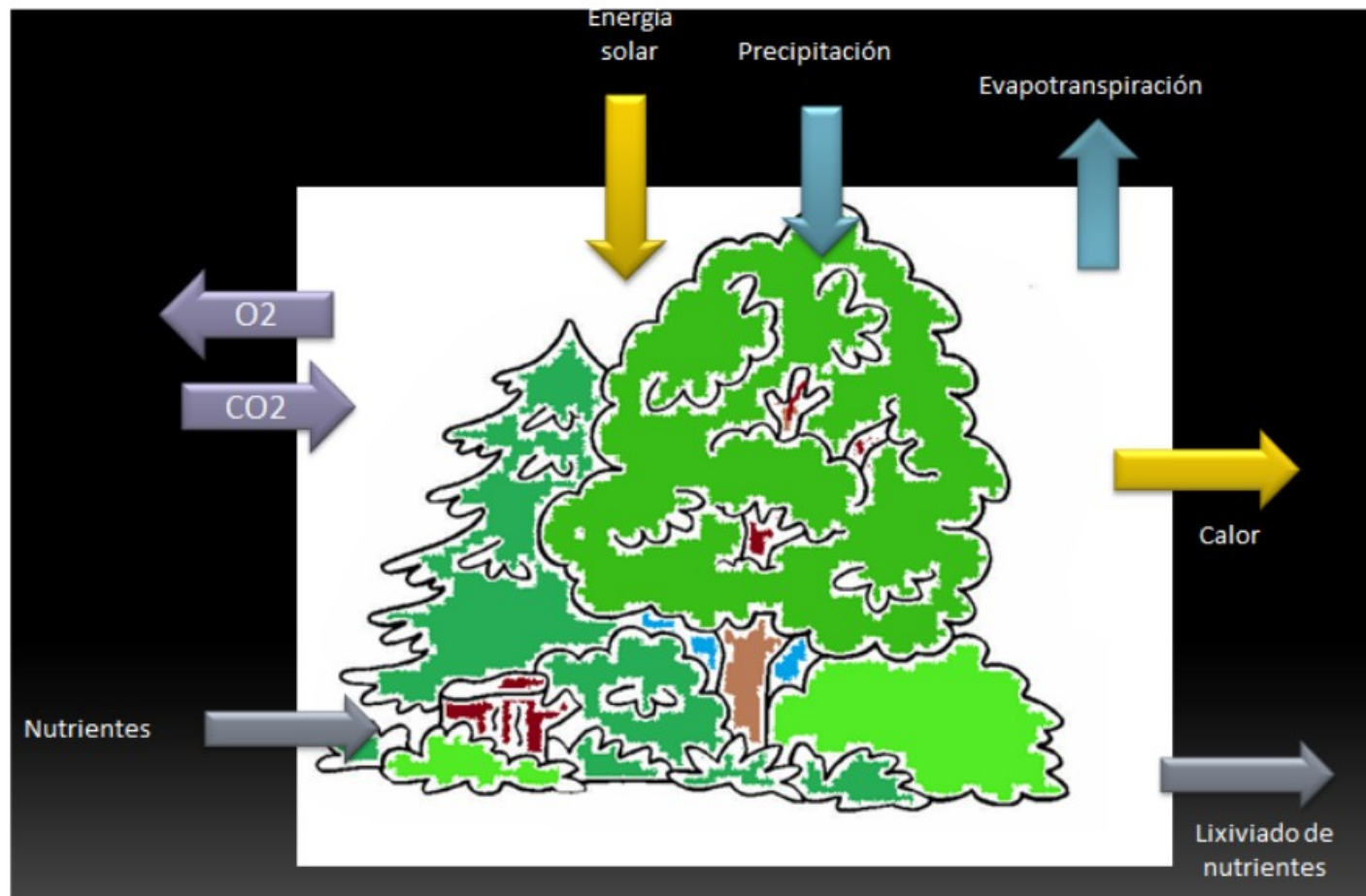
- ❖ Es el caso de **un ordenador** que recibe energía eléctrica y emite energía calorífica y lumínica, pero la materia que lo compone es constante.

- ❖ El **Sistema Planeta Tierra** es considerado como un sistema que recibe continuamente energía procedente del Sol, energía electromagnética (luz, etc.) y que emite al espacio energía en forma de calor (energía infrarroja), pero **apenas intercambia materia con el exterior**, si despreciamos la entrada de materiales procedentes de los meteoritos dada su poca masa relativa. (Si tenemos en cuenta esta masa (meteoritos, cometas, polvo cósmico...) que nos llega del espacio será un sistema **ABIERTO**).



Los ecosistemas son sistemas abiertos en los cuales puede entrar y salir materia y energía

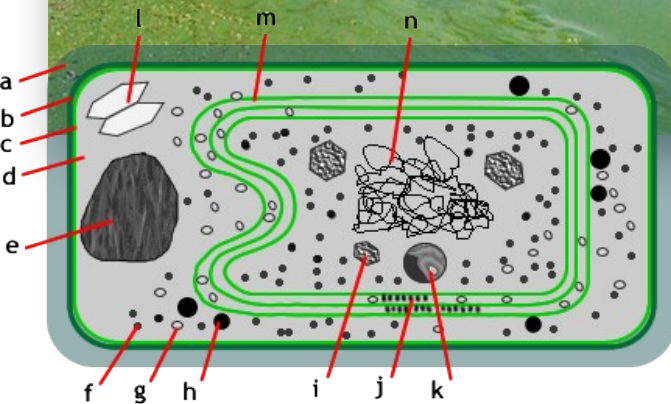
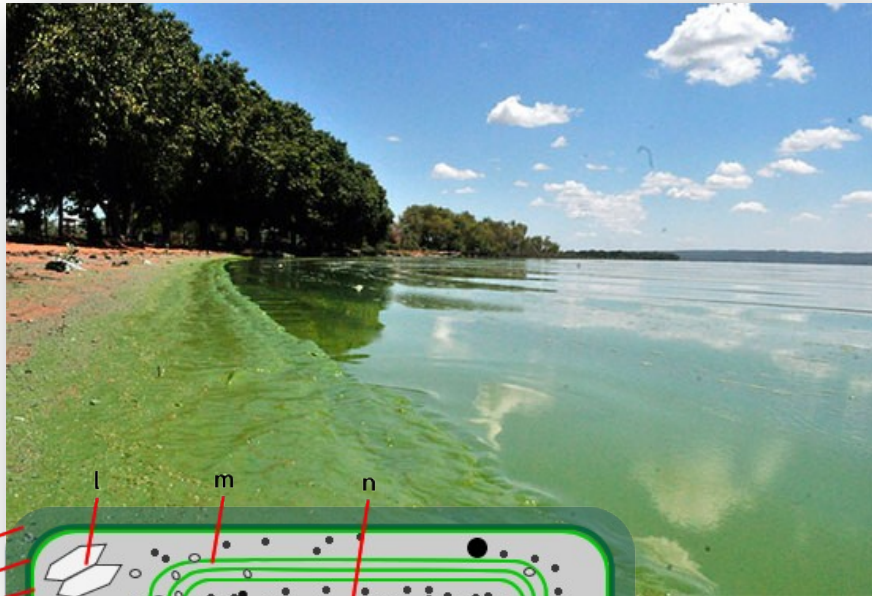
Ecosistema forestal



2. 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 fuente 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, saprófitos 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
 - según los productores disponibles.

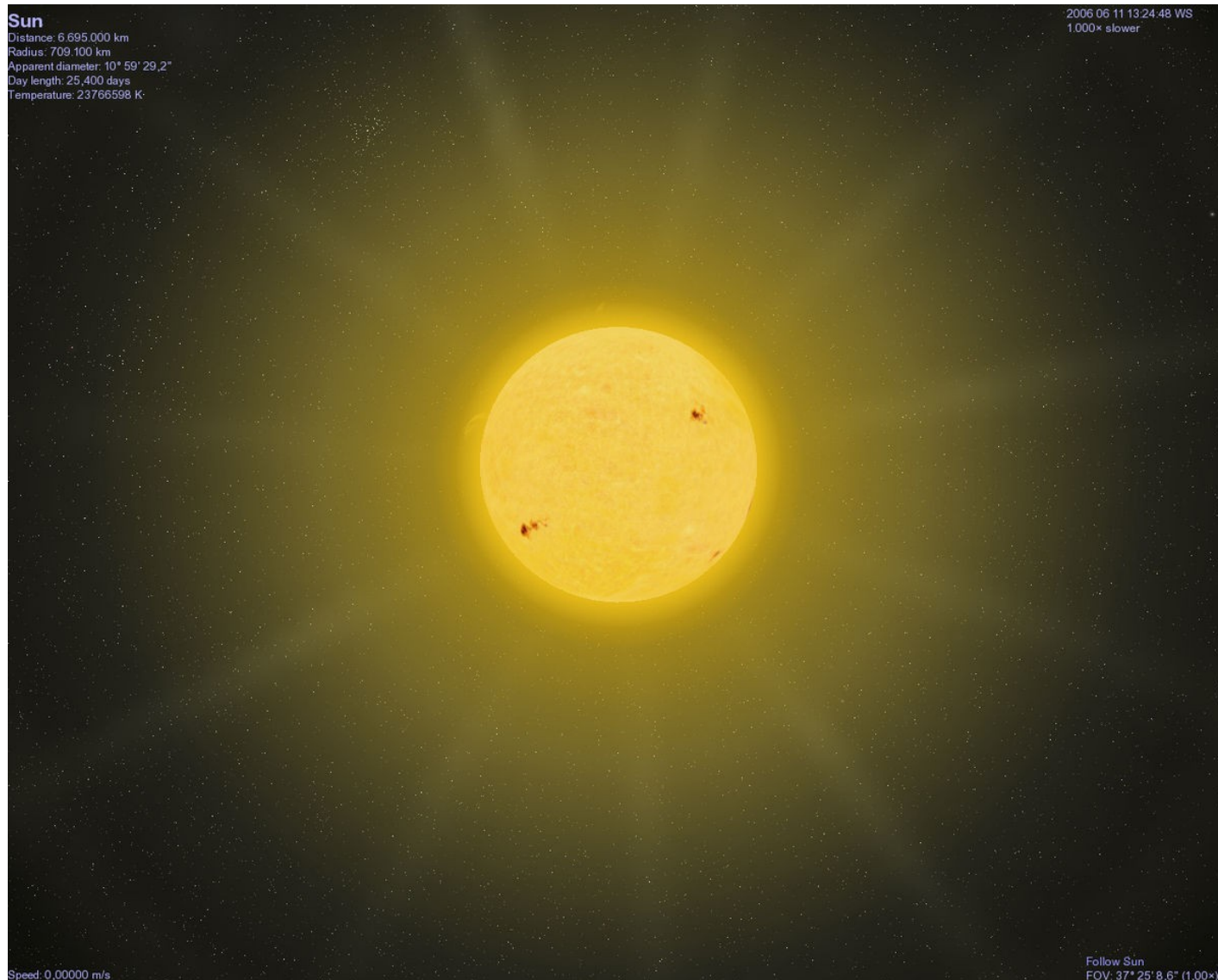
Por ejemplo, en el desierto del Sáhara la intensidad de la luz es muy alta, pero muy pocos los productores.



Incidenca del Sol según la latitud:

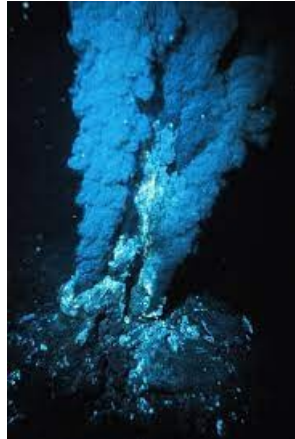
<https://www.youtube.com/watch?v=oxe5ZnS29Hs>

La luz es la **principal fuente de energía** que sostiene todos los ecosistemas.



Hay algunas **excepciones** a la afirmación de que la energía solar sostiene la mayoría de los ecosistemas:

- **Ecosistemas de cuevas:** la luz solar no puede penetrar y la energía solar no es la fuente principal de energía. En estos casos, los ecosistemas dependen de fuentes alternativas de energía, como la descomposición de materia orgánica o la quimiosíntesis, donde los organismos obtienen energía a partir de reacciones químicas.
- **Ecosistemas hidrotermales:** en las profundidades marinas donde emergen fuentes hidrotermales, la energía proviene del calor y los minerales liberados por la actividad volcánica en lugar de la luz solar. Organismos extremófilos que habitan en estos entornos obtienen energía a través de la quimiosíntesis.
- **Ecosistemas a gran profundidad:** en los océanos profundos, la cantidad de luz solar que llega es mínima. Los organismos que habitan en estas profundidades dependen de la materia orgánica que se hunde desde la superficie, en un proceso llamado lluvia de detritos. Esta materia orgánica es una fuente de energía en estos ecosistemas.



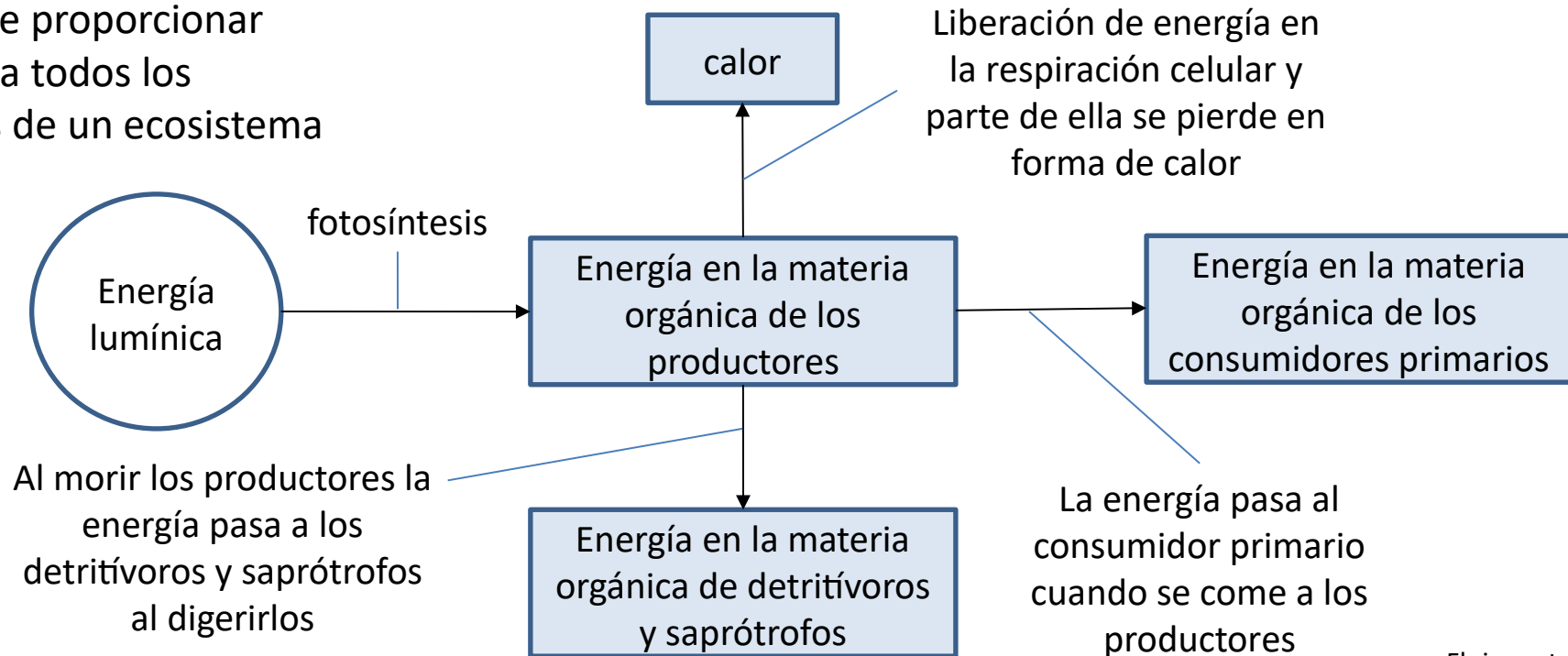
3. CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA.

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.

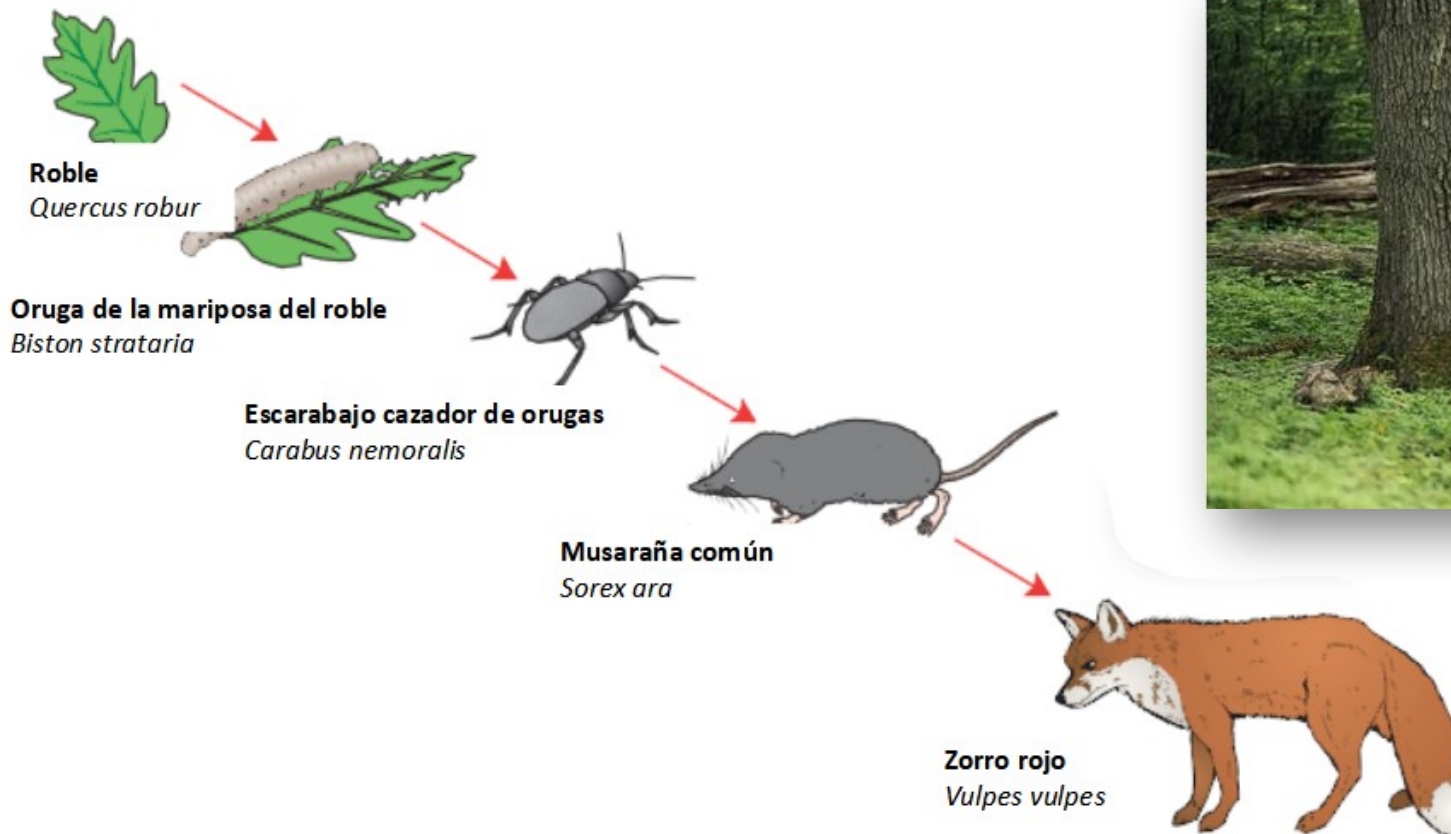
La luz puede proporcionar energía para todos los organismos de un ecosistema



4. ENERGÍA EN LAS CADENAS TRÓFICAS.

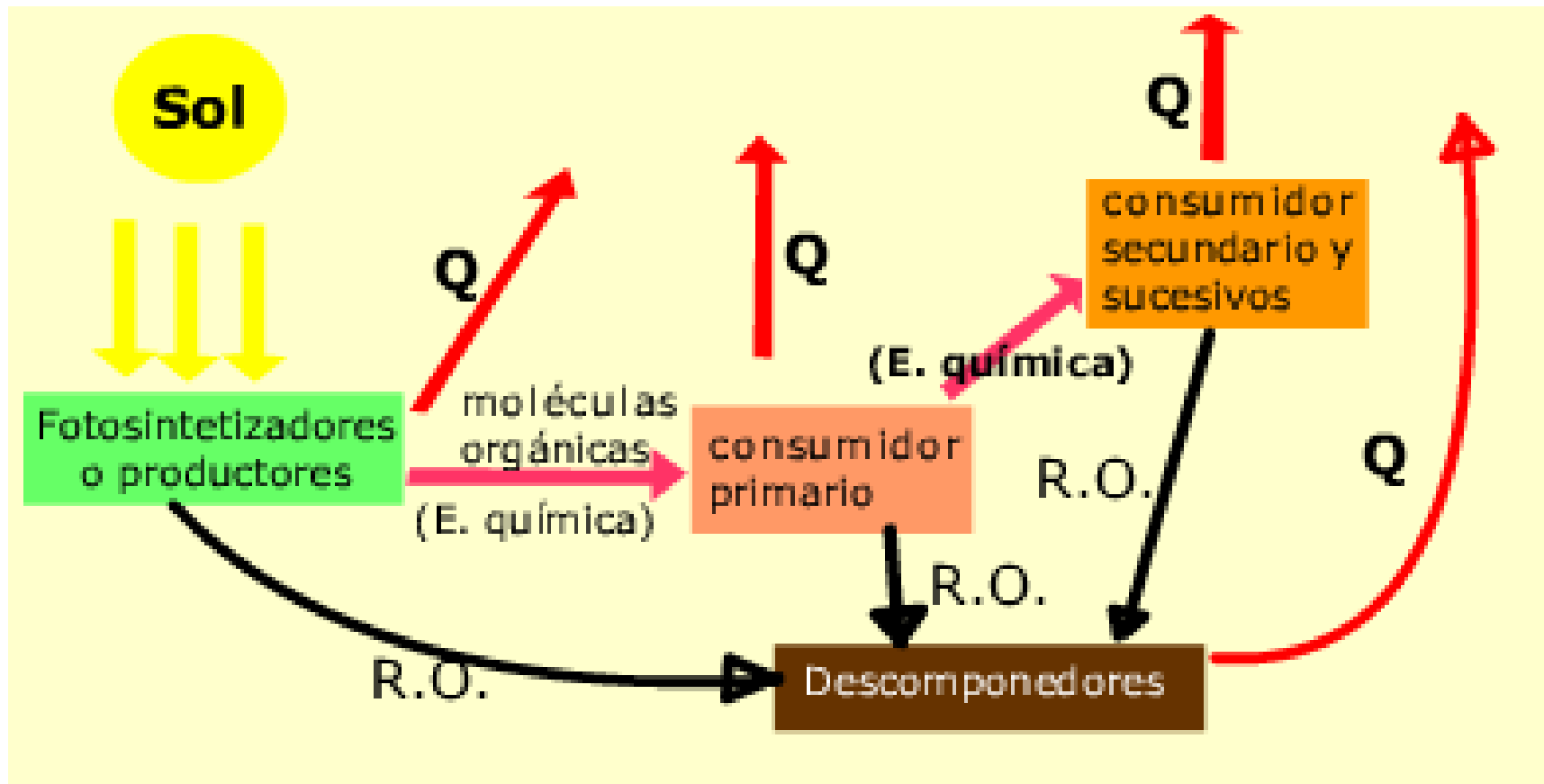
La energía química de los compuestos de carbono fluye a través de las cadenas tróficas por medio de la alimentación.

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**.



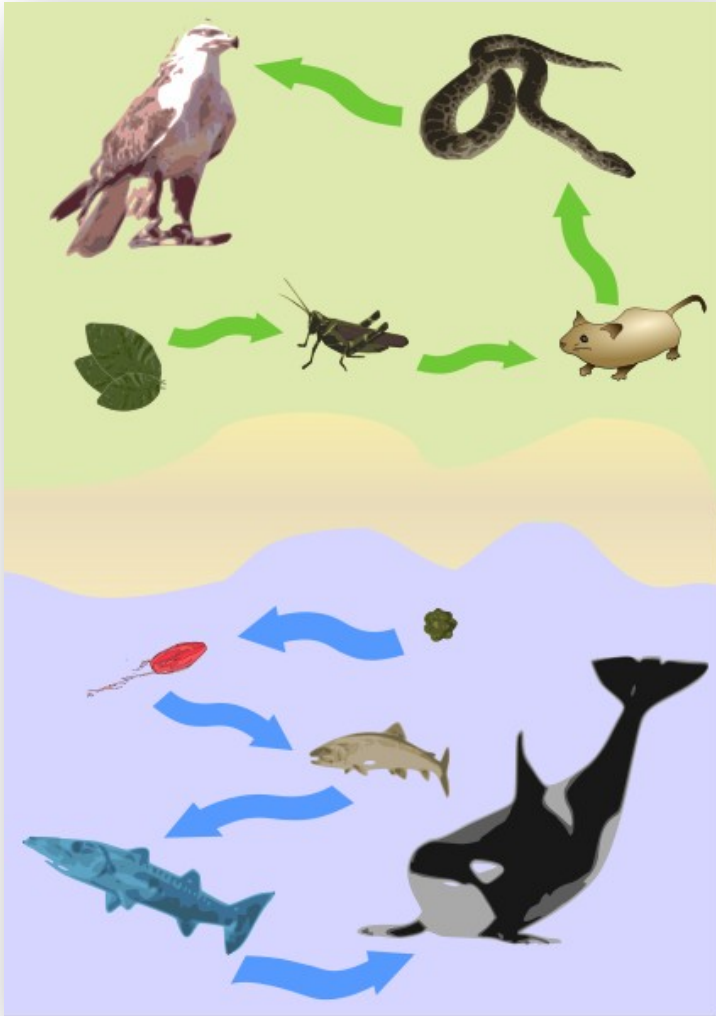
Cadena trófica en un bosque de robles del norte de España

La energía química llega a un consumidor al alimentarse este de un organismo que constituye la etapa anterior en una cadena trófica.



Cadenas tróficas

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



Ejemplos de cadenas tróficas terrestre y marina
http://es.wikipedia.org/wiki/Cadena_tr%C3%B3fica

- Una cadena tiene al menos tres niveles y un máximo de cinco.
- Sólo deben emplearse ejemplos reales tomados de ecosistemas naturales.
- $A \rightarrow B$ representa que A es “comido” por B (es decir, la flecha indica la dirección del flujo de materia y energía).
- 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)

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

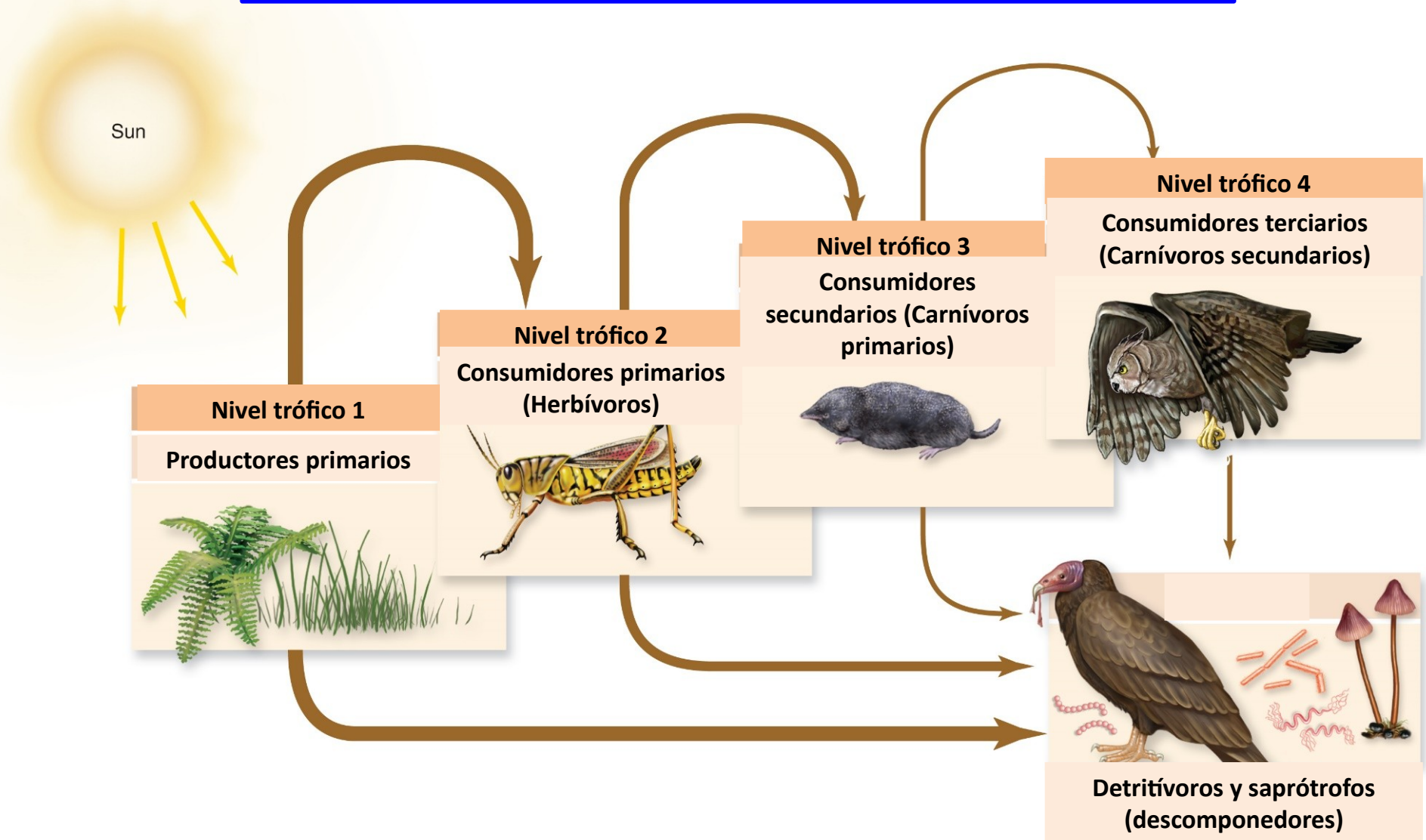


leopard seal



Meerkat: suricato
Mayfly: ninfa
Dragonfly: libélula
Stickeback: espinoso

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



Elabora cadenas tróficas



http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/contenidos4.htm

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: , , ,

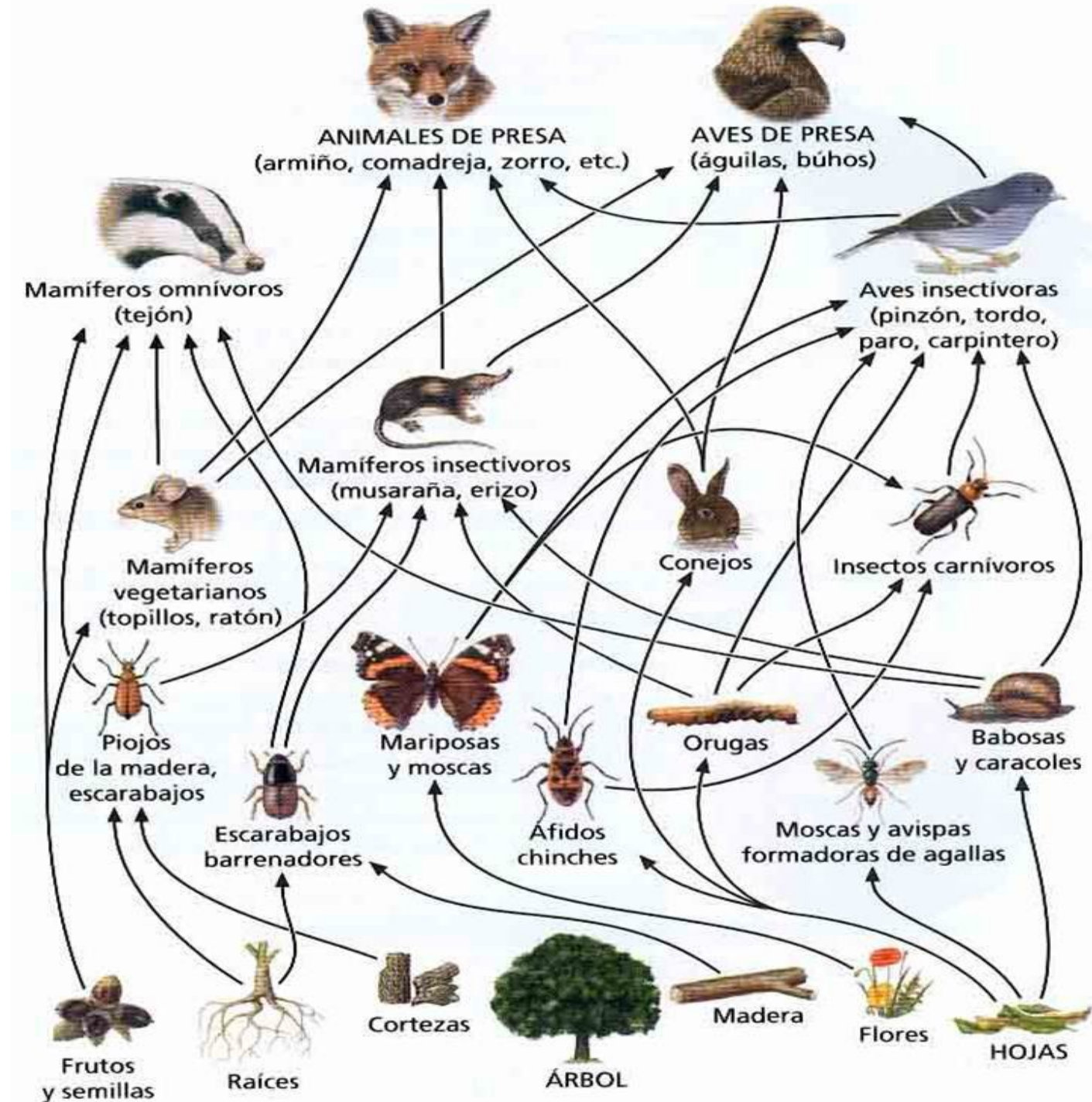
(Hay varias posibilidades de modo que si dudas pregunta a tu profesora/a)

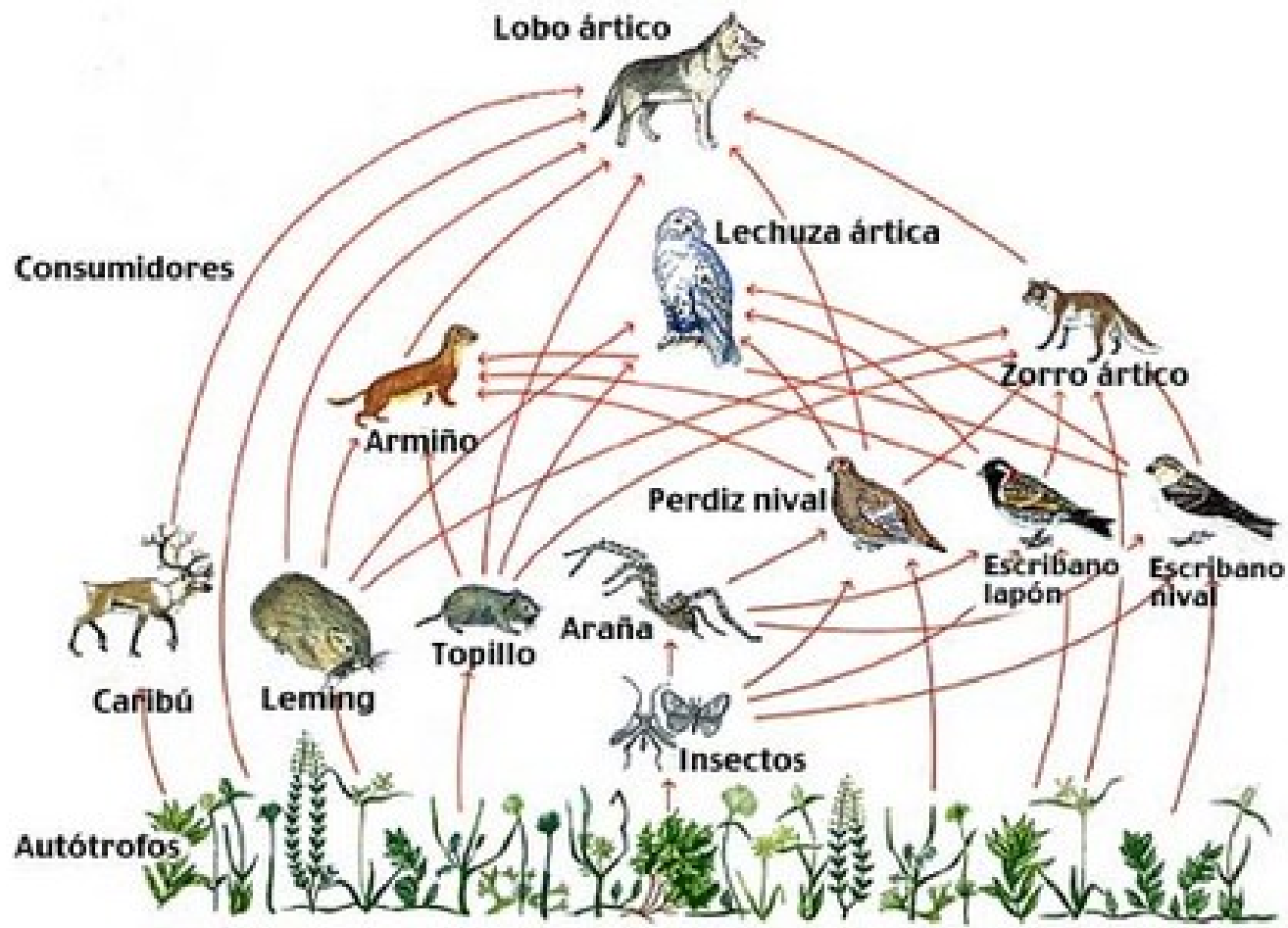
¡Comprueballo!

http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2ESO/Energia_ecosistemas/actividad12.htm

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.





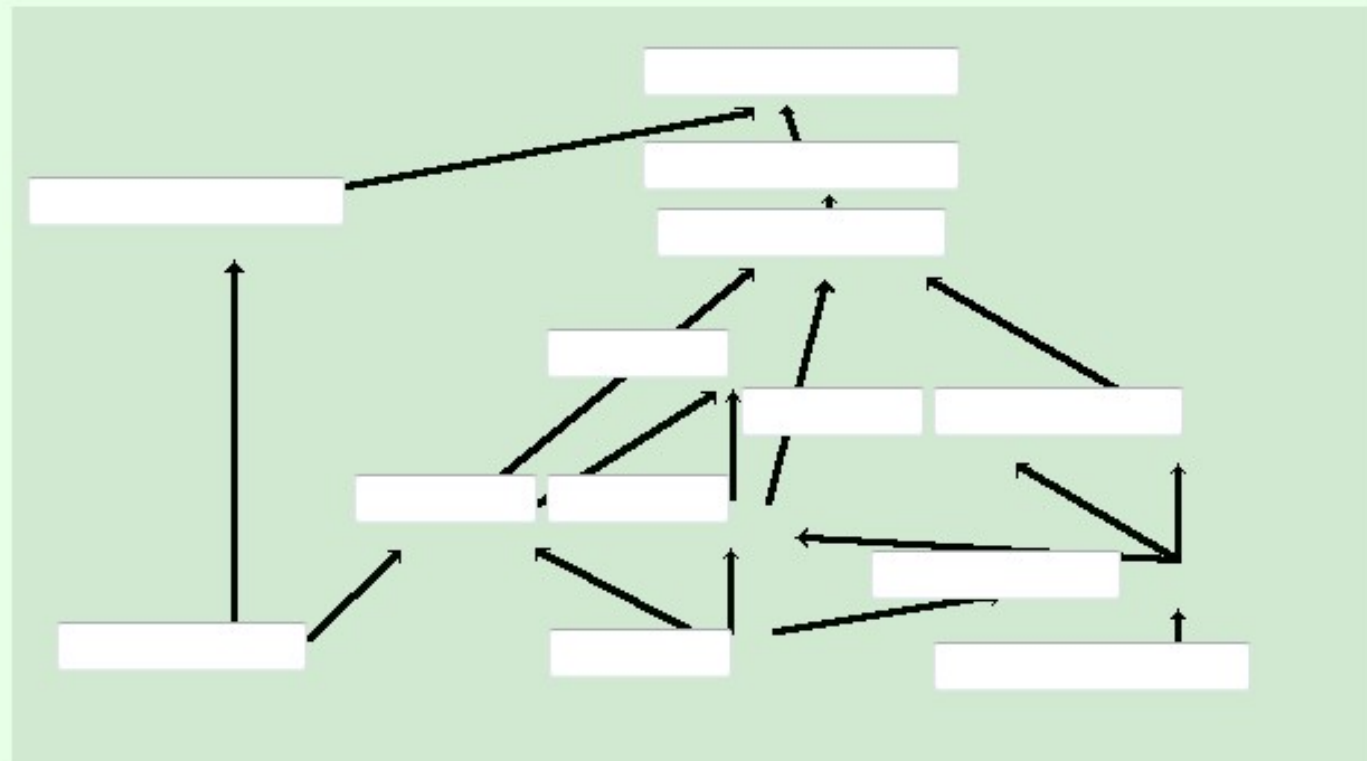
Red Trófica en un bioma subpolar

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			



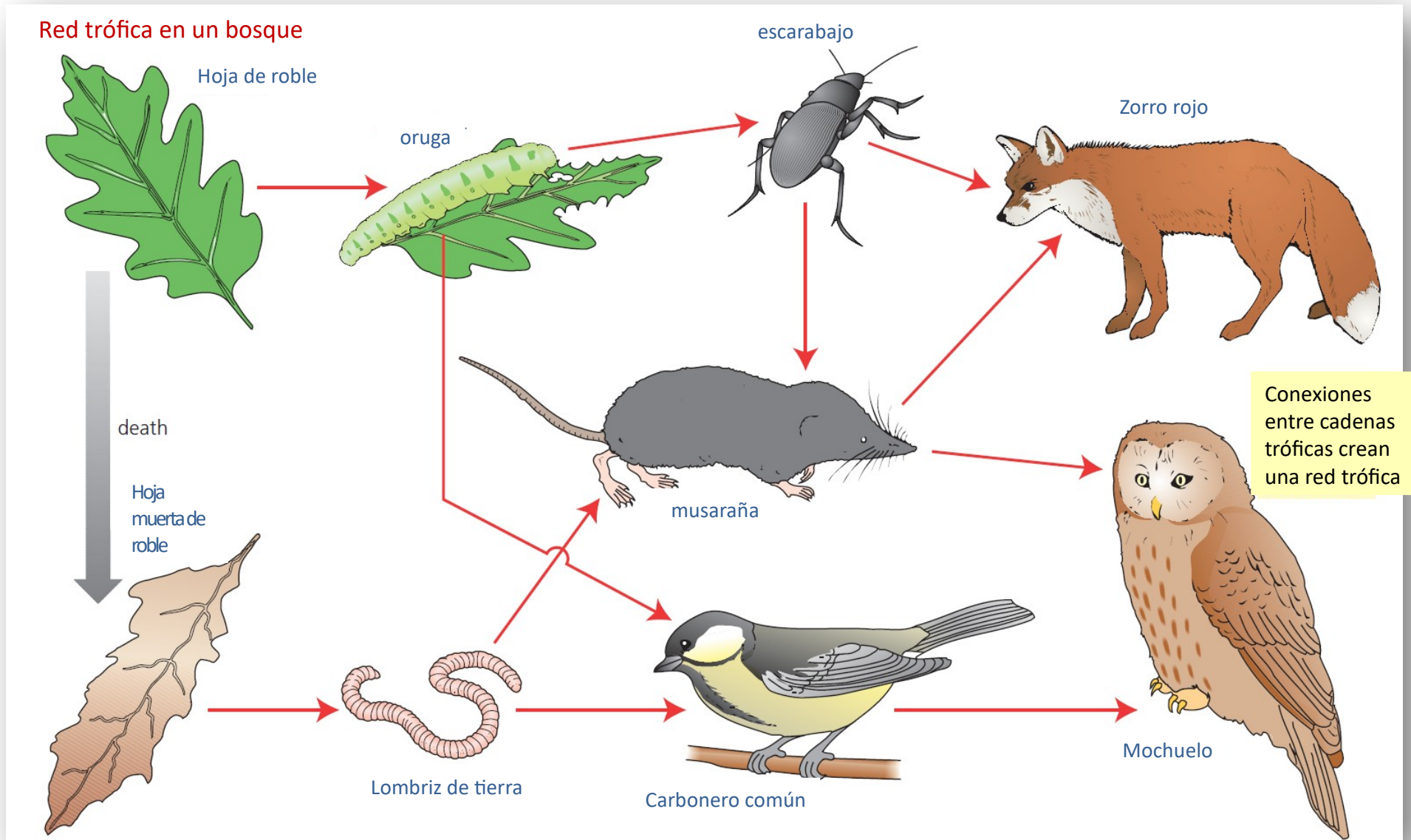
Solución

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

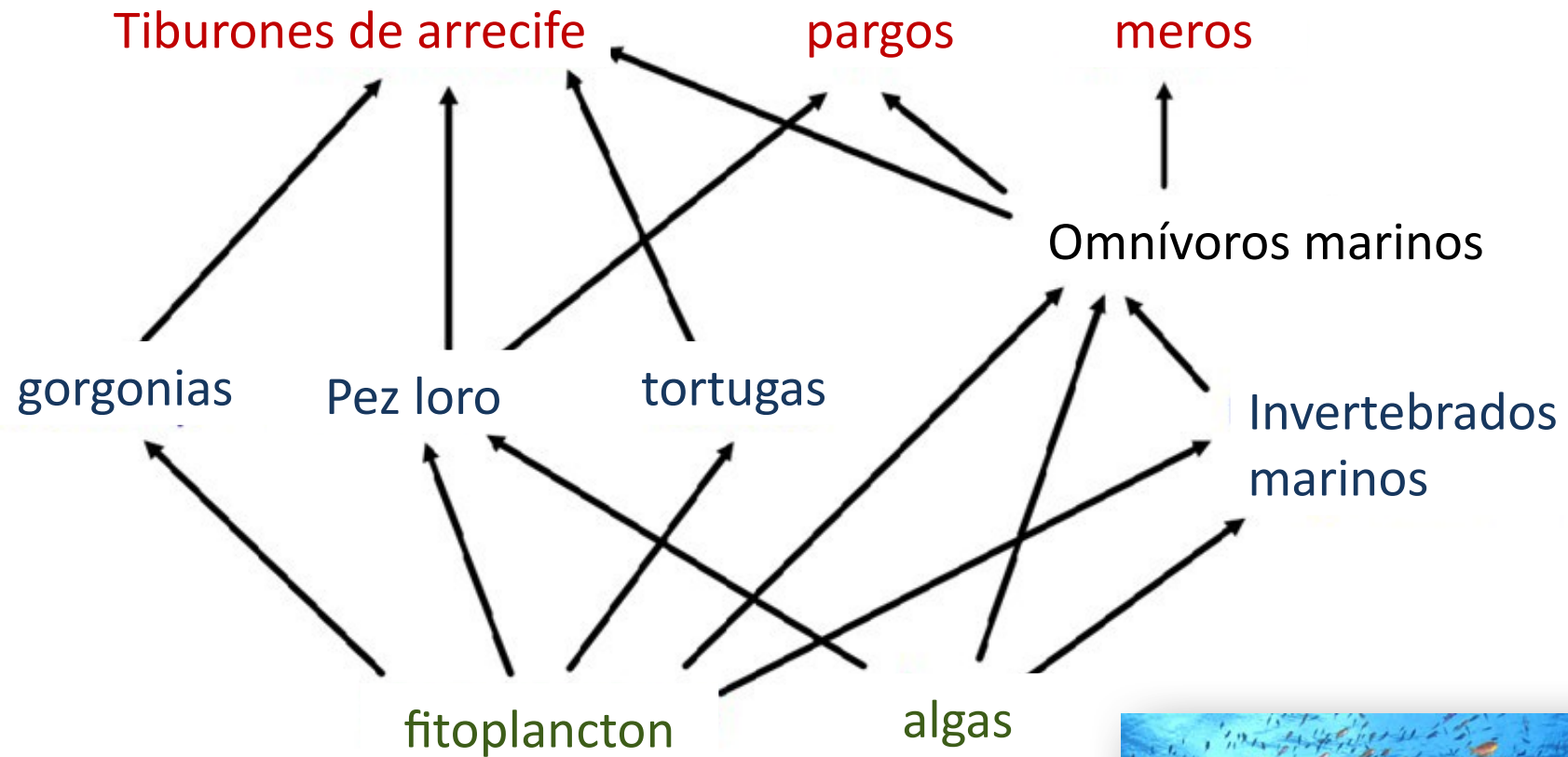


	Especies	Se alimenta de
1	Reno	4
2	Marmota	4
3	Págalo marino	4, 8
4	Pastos y juncos	-
5	Oso pardo	4, 2
6	Gaviota	8
7	Mochuelo	2, 8
8	Topillo y lemmings	4
9	Comadreja	2, 8
10	Lobo	1, 2, 8

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



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



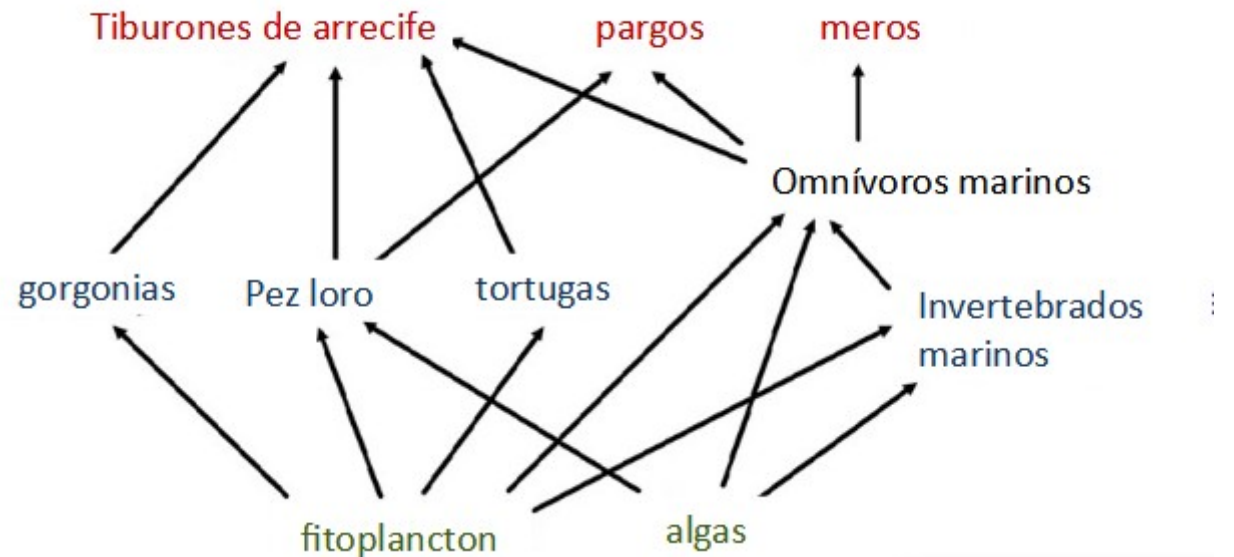
Las **redes tróficas** muestran **todas las relaciones tróficas** en un hábitat

Las **redes tróficas** contienen muchas cadenas **tróficas**.

¿Podrías identificar:

1. Una cadena trófica con tres niveles?

2. Una cadena con cuatro niveles?



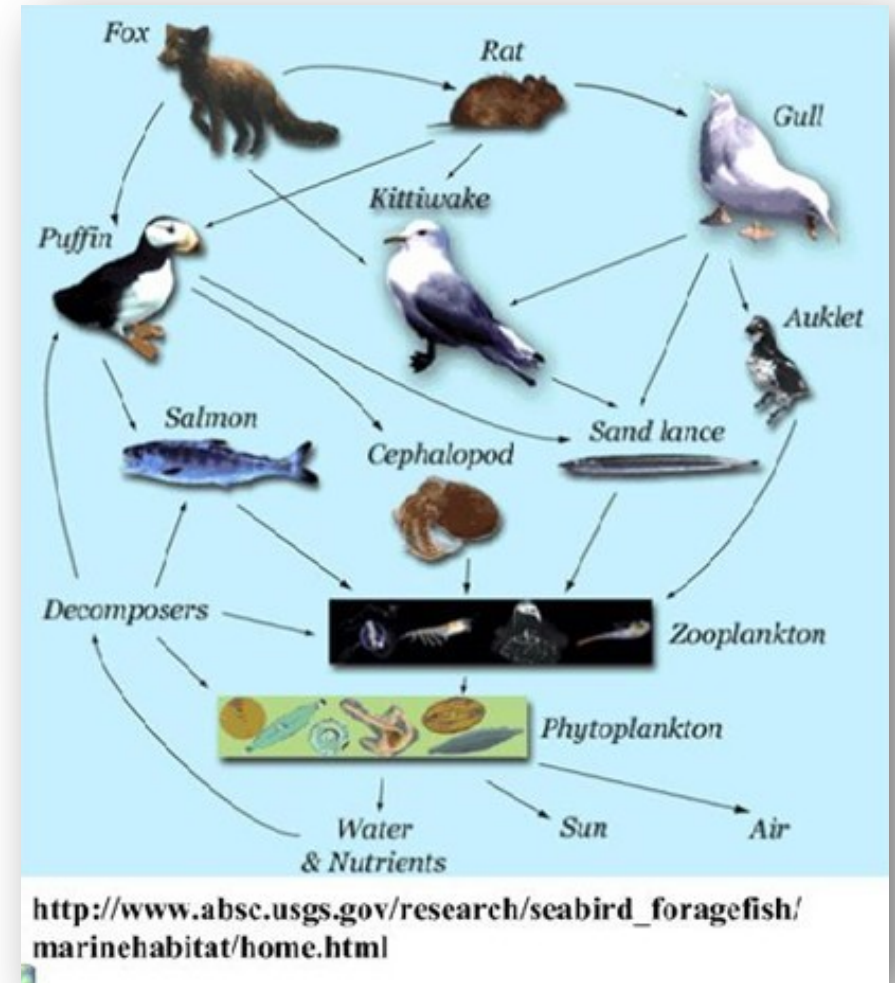
Algunos organismos pueden pertenecer a más de un nivel trófico. Citar dos ejemplos en esta red trófica.

La vida secreta del plancton



https://www.youtube.com/watch?v=xFQ_fO2D7f0&feature=youtu.be

¿Qué está mal en esta red trófica?



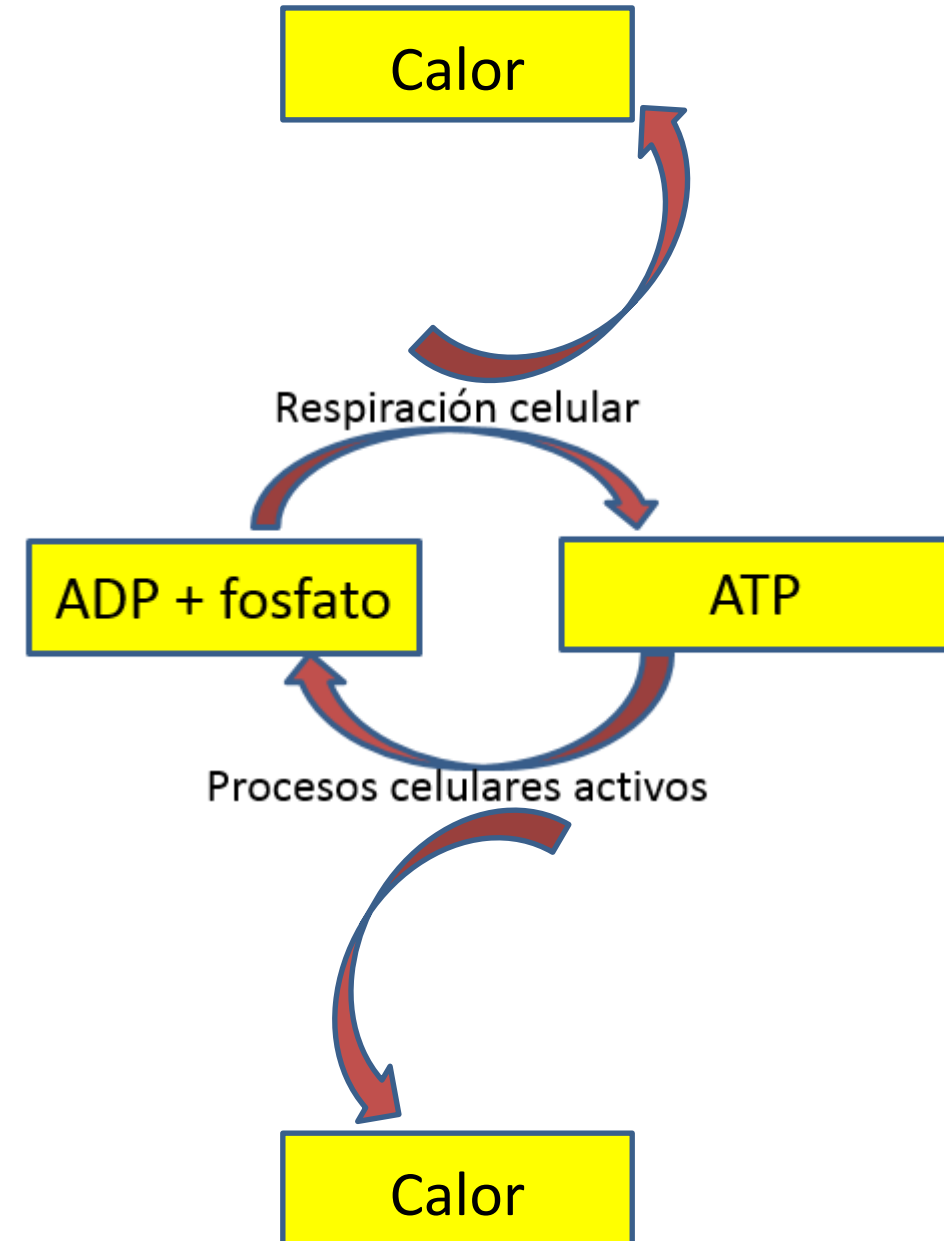
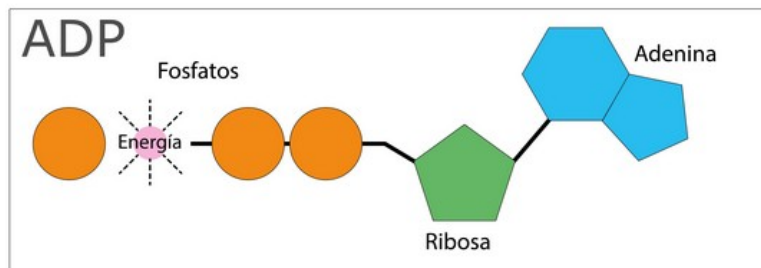
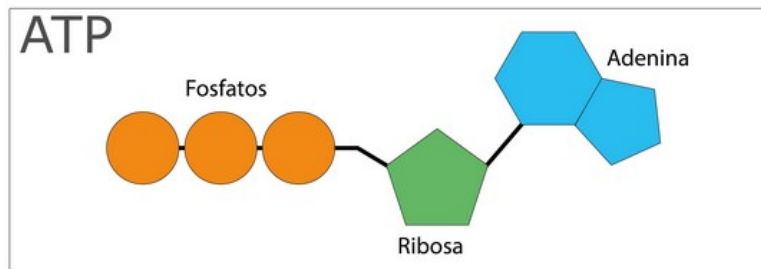
Las **redes tróficas son modelos** que **simplifican lo que realmente ocurre en un ecosistema**. ¿Cuál son las razones?:

- El **número de especies que componen un ecosistema raramente es conocido** por los propios científicos, especialmente en ciertos niveles tróficos, como es el caso de la inmensa diversidad de descomponedores que habitan en el suelo (cientos o miles de taxones distintos)
- Aun en el caso de que se tuviera un inventario de todas las especies, **resultaría incomprensible analizar a simple vista un gráfico con miles de flechas en casi todas las direcciones**.
- **Existen taxones en cuyo ciclo de vida aparecen fases en su ciclo de maduración que pertenecen a niveles tróficos diferentes**, lo que complica presentar la información de forma gráfica, por lo que suele omitirse, en aras de la claridad.

5. RESPIRACIÓN Y LIBERACIÓN DE ENERGÍA.

La energía liberada por la oxidación de los compuestos de carbono en la respiración es utilizada por los organismos vivos y se transforma en parte se tranforma 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**.



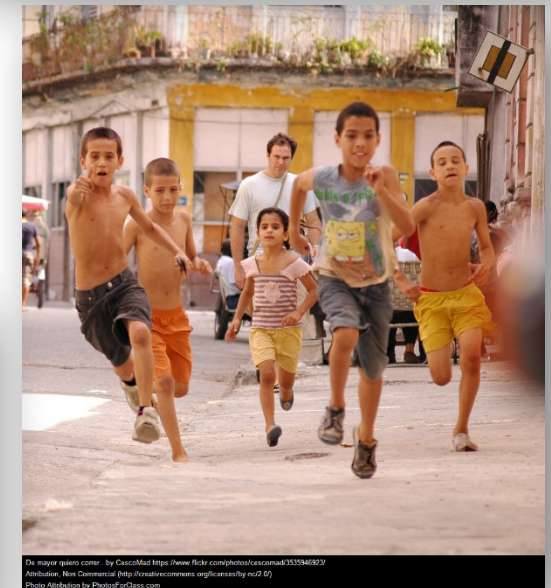
6. LA ENERGÍA TÉRMICA EN LOS ECOSISTEMAS.

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 cinética en la **contracción muscular**.
- Energía química en energía eléctrica en las **células nerviosas**.
- Energía química en energía térmica al **oxidar las grasas en el tejido adiposo**.

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

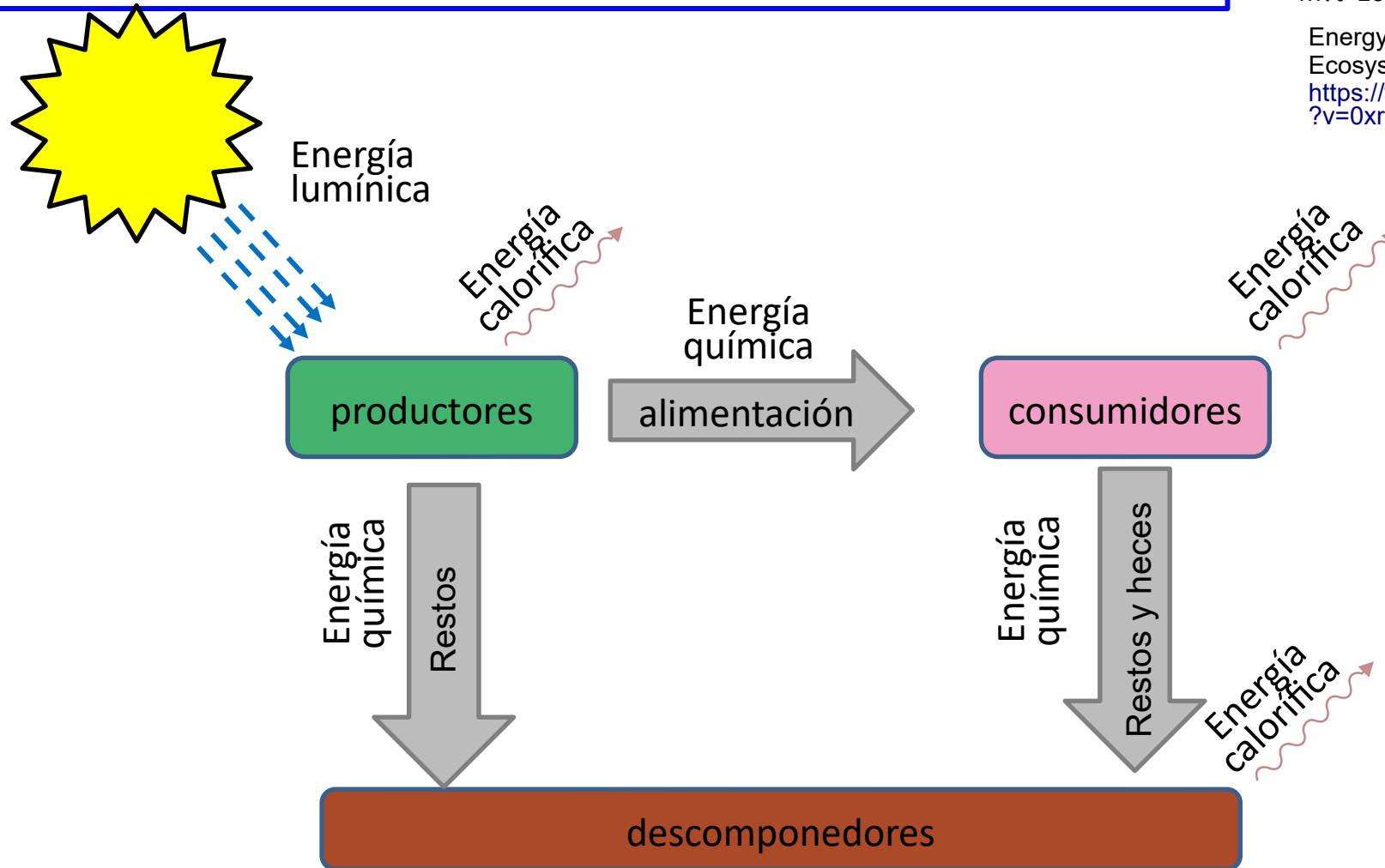


7. PÉRDIDAS DE CALOR EN LOS ECOSISTEMAS.

Los ecosistemas pierden energía en forma de calor.

Flujo de energía en los ecosistemas:
https://youtu.be/pz_k8JyukYM?t=266

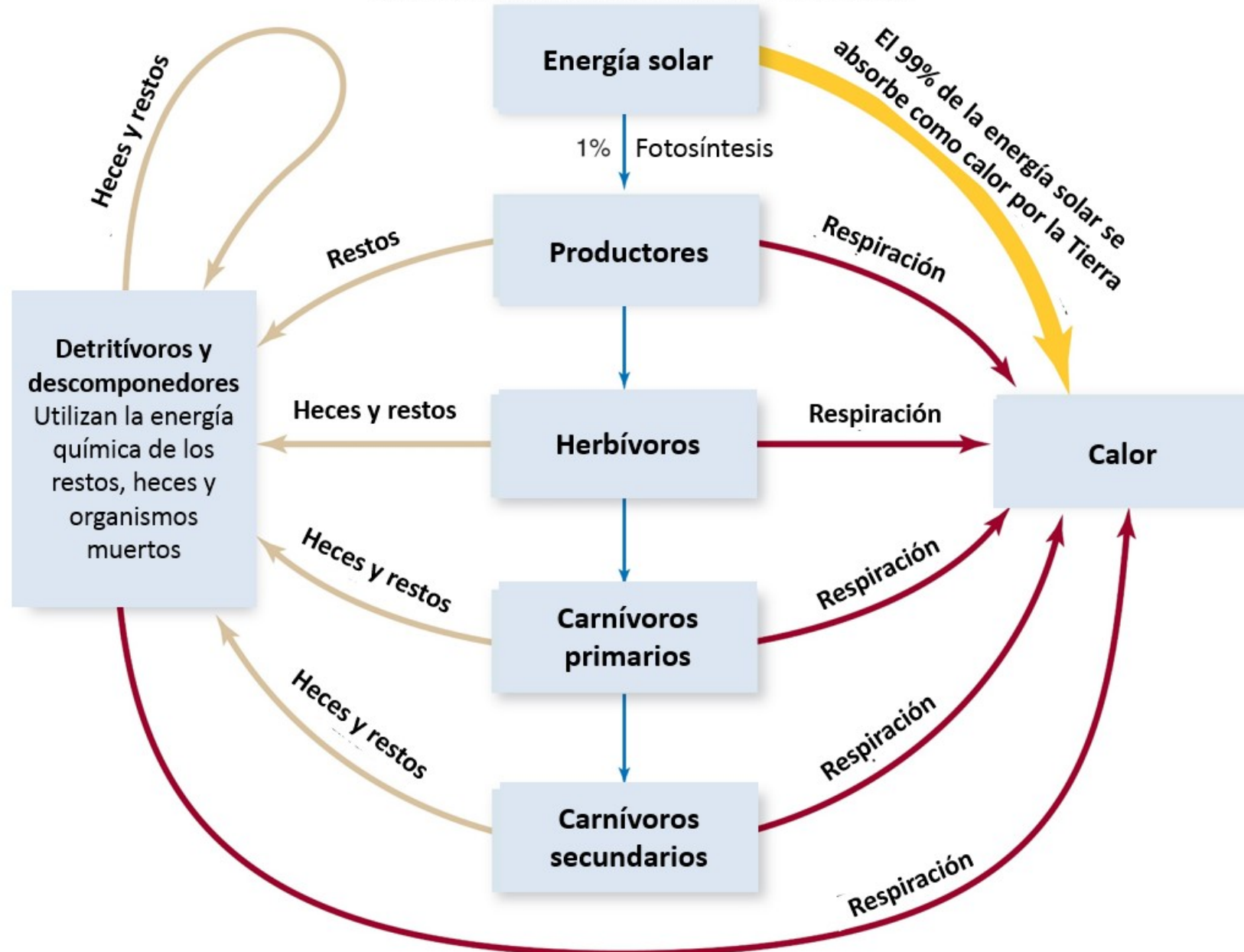
Energy Flow within an Ecosystem:
<https://www.youtube.com/watch?v=0xrlnLb5Dyg>



- La **energía** en los ecosistemas no se recicla sino que **fluye** a través de los distintos niveles tróficos.
- La **fente** 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.



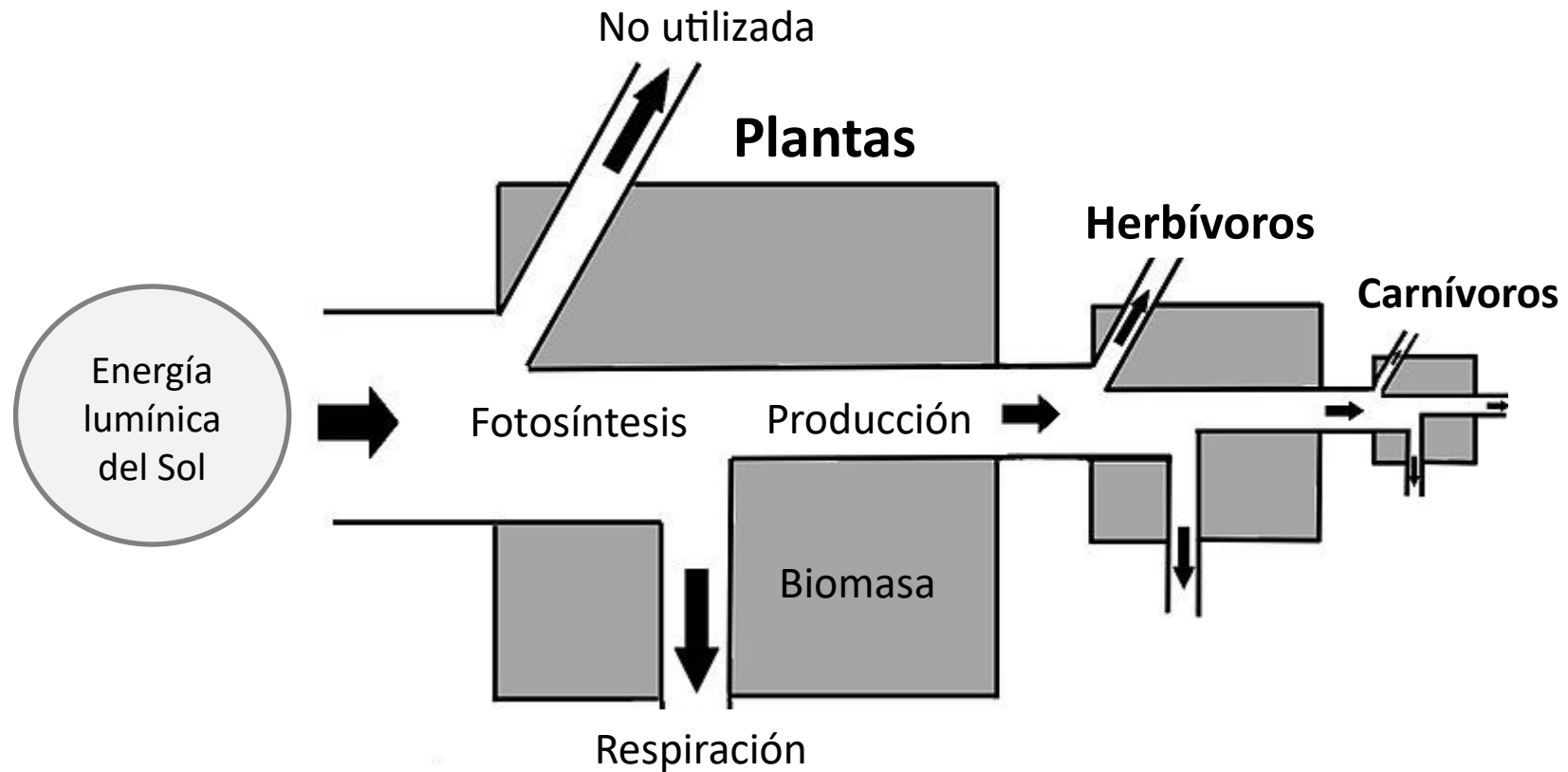
¿Cómo funcionan los ecosistemas?

https://www.youtube.com/watch?time_continue=44&v=o_RBhfjZsUQ

8. PÉRDIDAS DE ENERGÍA EN LOS ECOSISTEMAS.

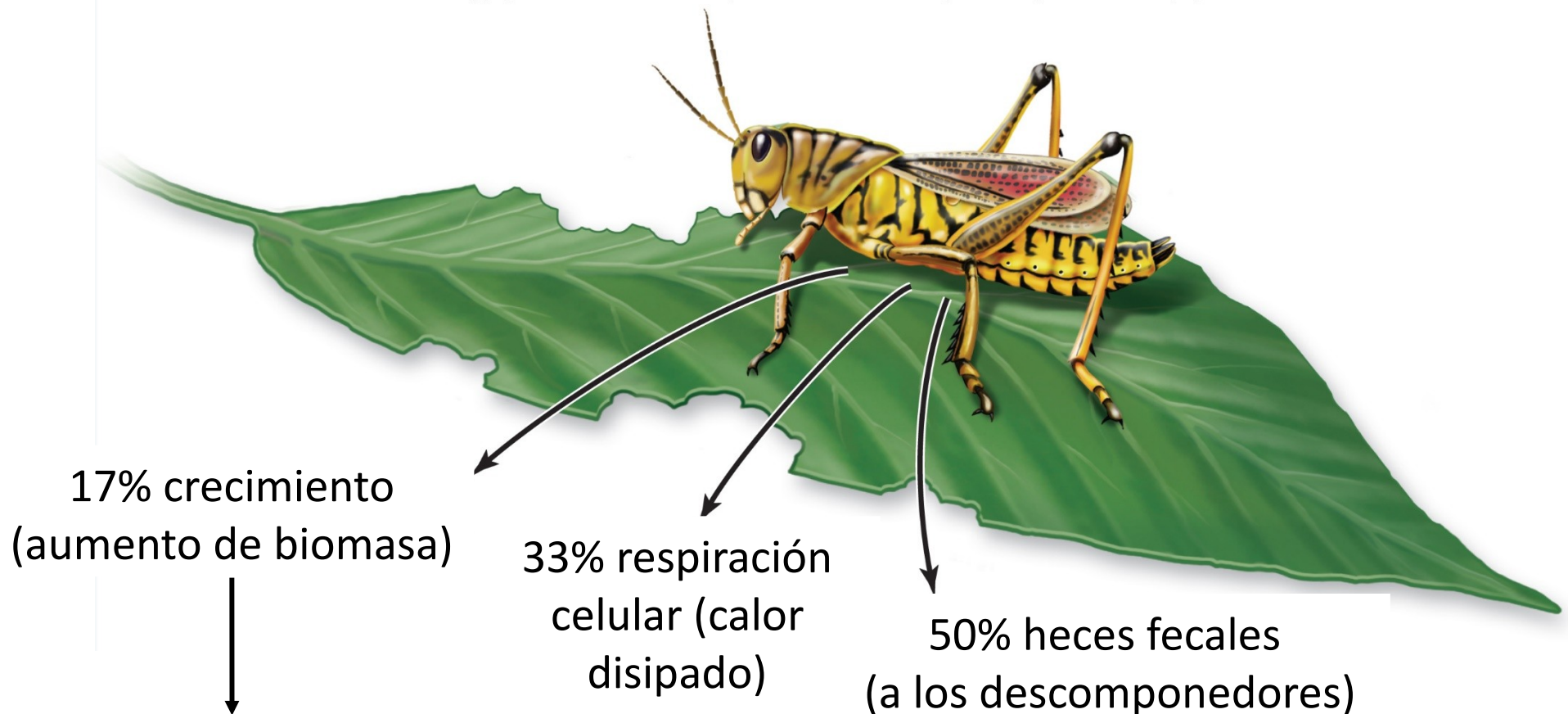
Las pérdidas de energía entre los niveles tróficos restringen la extensión de las cadenas tróficas y la biomasa de niveles tróficos superiores.

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:**

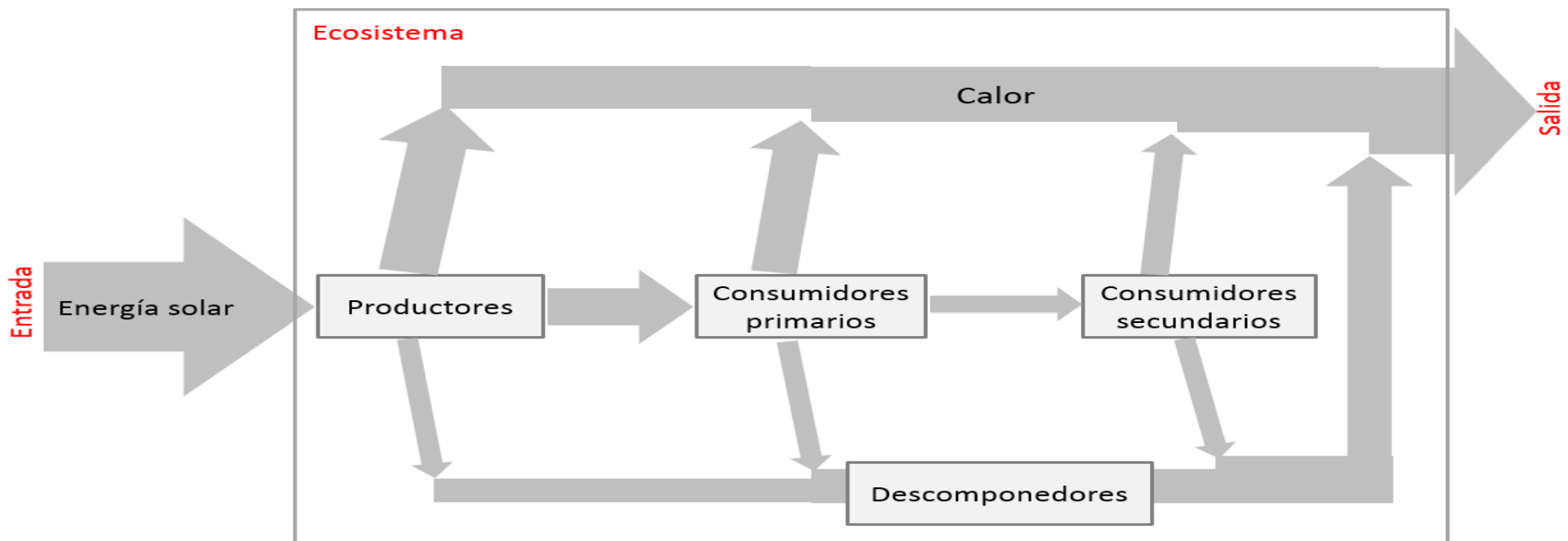


La energía disminuye entre un nivel trófico y otro de la cadena. Sólo el 10-20 % de la energía que los heterótrofos obtienen de los alimentos está disponible para el siguiente nivel trófico.

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



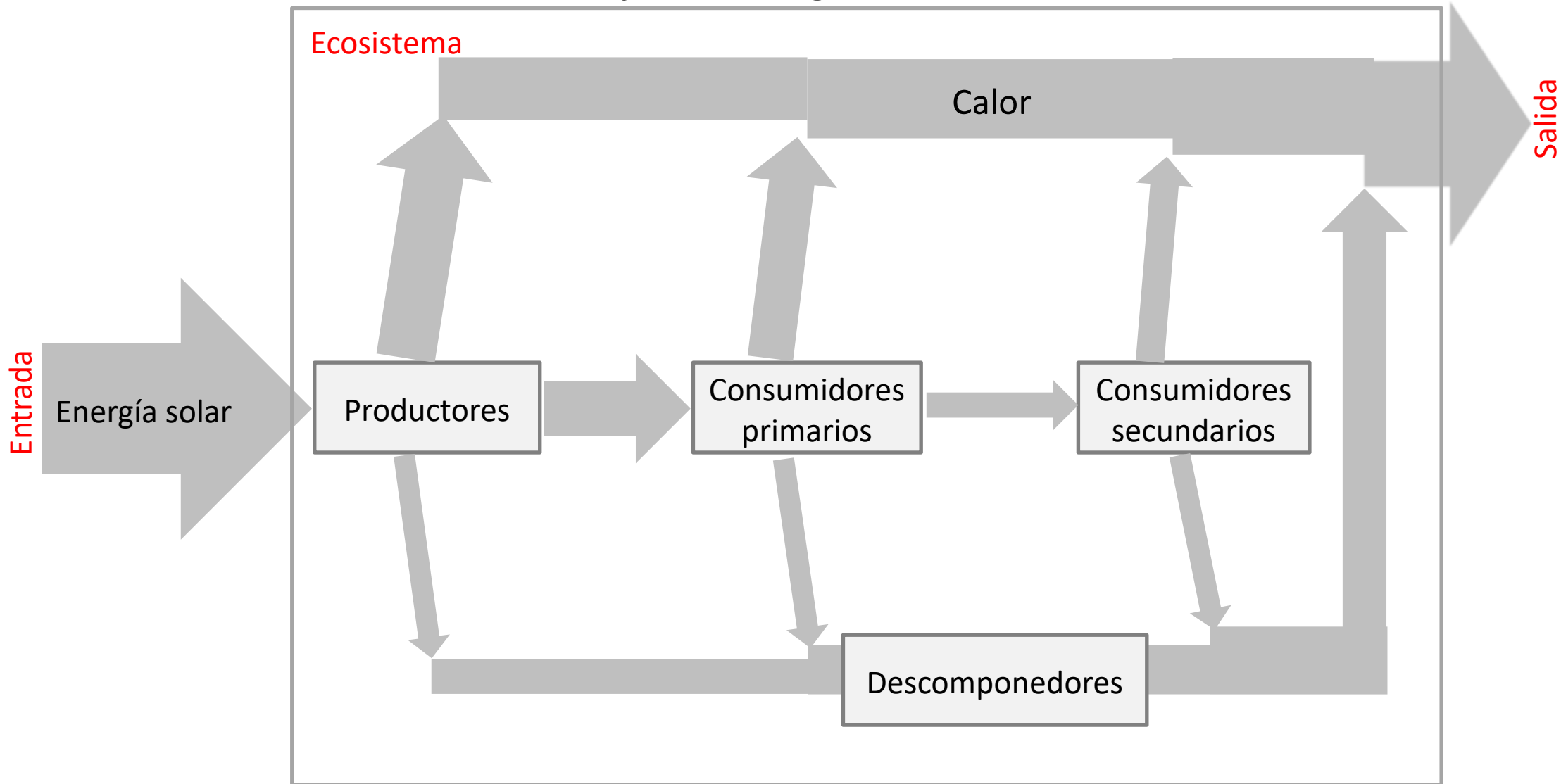
Disponible para el siguiente nivel trófico
(10-20% de la energía del organismo)



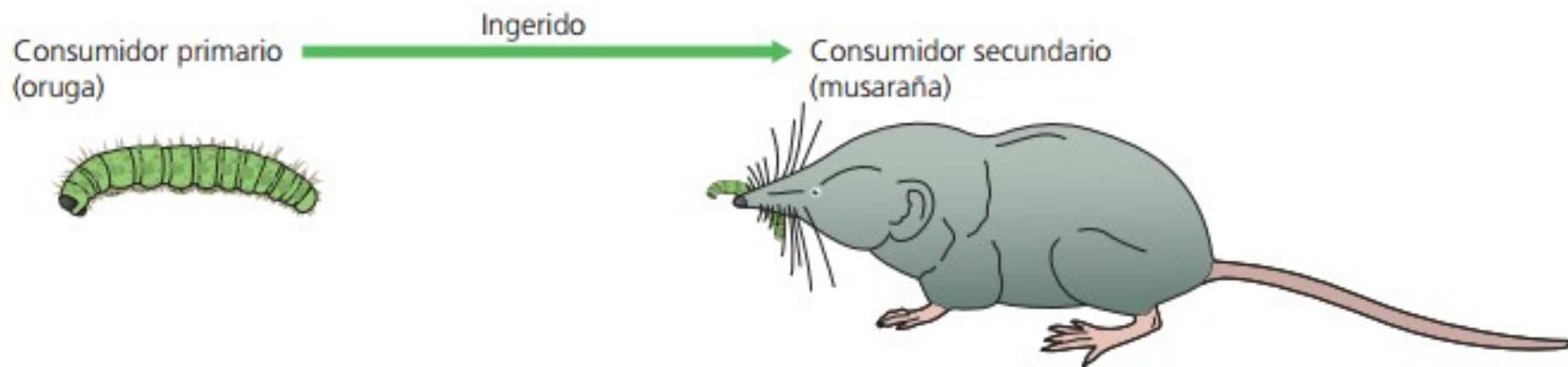
Flujo de energía en un ecosistema:

- La mayor parte de la energía de los alimentos en un nivel trófico es liberada por la respiración celular y **perdida en forma de calor**.
- Los organismos de un nivel trófico no son consumidos al completo por los del siguiente nivel (un depredador no se come a su presa al completo, siempre deja restos; un parásito no consume por completo a su hospedador; etc.) **y parte de su energía acabará en los descomponedores**.
- No todo el alimento es digerido y **las partes no digeridas, las heces, pasan directamente a los descomponedores, sin pasar por el resto de la cadena trófica**.
- Cuando un organismo muere sin ser consumido por un depredador **pasa directamente a los descomponedores, sin parar por el resto de la cadena trófica**.

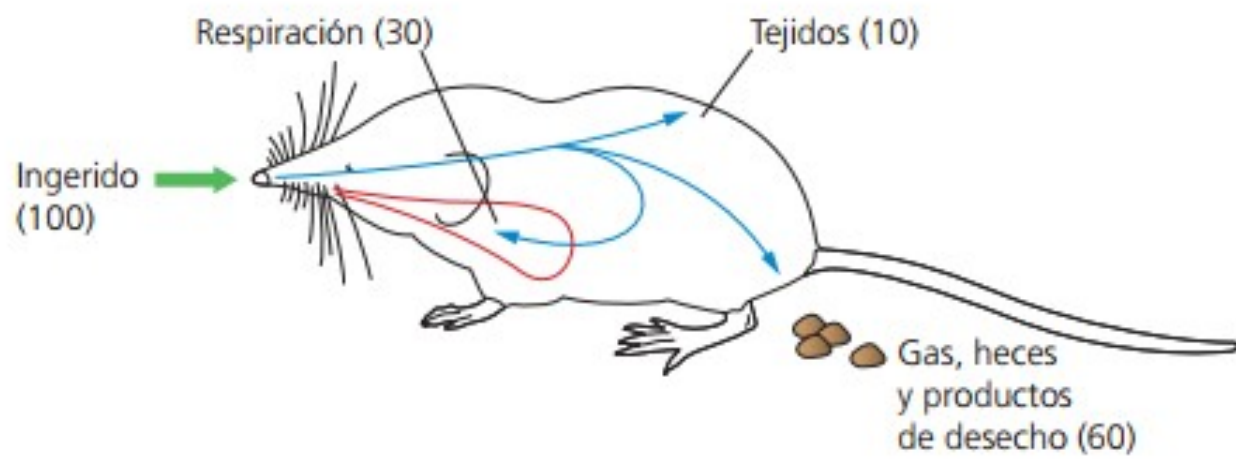
Flujo de energía en un ecosistema



- Por consiguiente, **sólo una parte de la energía de un nivel pasa al siguiente** (el resto se pierde por respiración y falta de eficacia). Se calcula que sólo pasa el 10% de la energía aproximadamente.
- Y, por tanto, las **cadena tróficas no pueden ser muy largas**, ya que los últimos niveles disponen de poca energía.



Imagina 100 unidades de energía siendo ingeridas. Solo 10 unidades alcanzan los tejidos; el resto se pierde en la respiración y como productos de desecho.



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:
 - $\text{g m}^{-2} \text{ año}^{-1} = \text{g/m}^2 \text{ año}$
 - $\text{cal m}^{-2} \text{ año}^{-1}$
 - $\text{kJ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$

[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.

Producción bruta: Es la cantidad de energía acumulada como compuestos de carbono en la biomasa por unidad de superficie o volumen en un tiempo determinado.

Producción neta: Biomasa que se transfiere al siguiente nivel (crecimiento + reproducción).

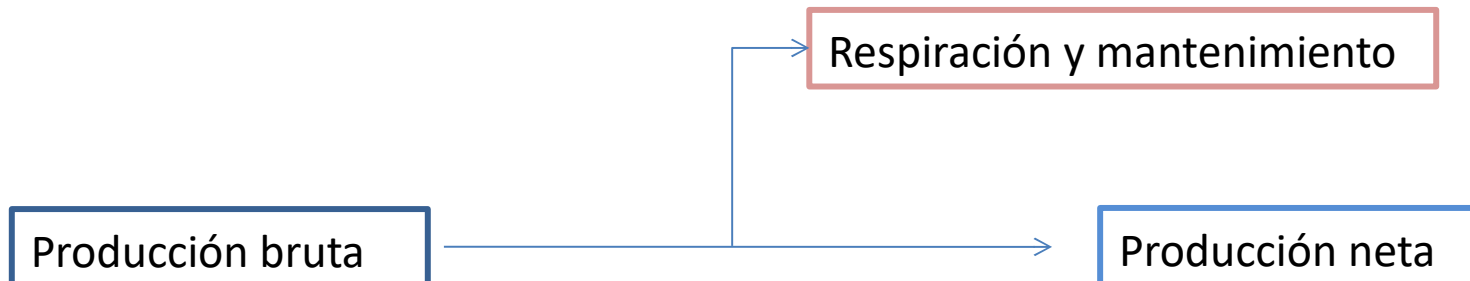
Productividad: Producción/biomasa

(Cantidad de energía con la que los productores pueden abastecer al resto de los organismos del ecosistema)

Si se usa la producción neta se llama **tasa de renovación**.

Eficiencia: % de la energía de un nivel trófico que pasa al siguiente. Depende de:

- Fracción de la producción neta de un nivel que es consumida por el siguiente nivel.
- Cómo los organismos dividen la energía obtenida entre producción y mantenimiento.



Biomasa y pirámides tróficas:
https://www.youtube.com/watch?v=Gw8YPea5L_o

PRODUCTIVIDAD

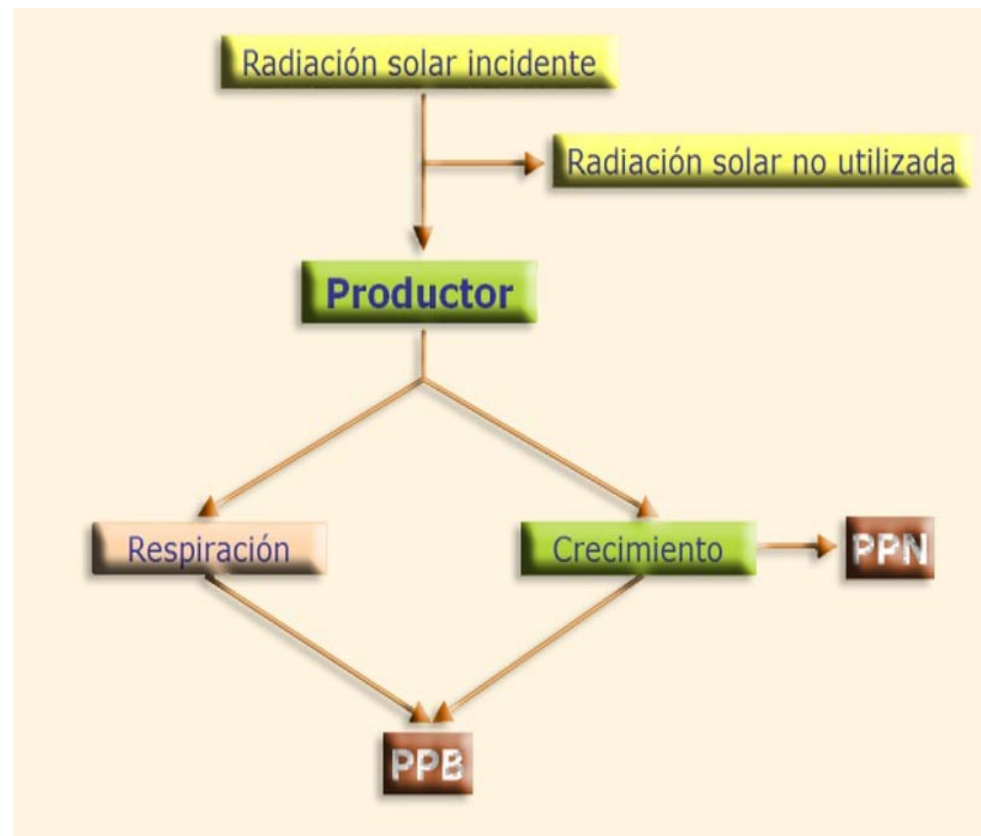
El valor de la producción neta no es suficiente para saber si la biomasa de una zona se incrementa rápidamente o con lentitud, ya que un mismo valor de producción neta en una zona en la que hay poca biomasa y en una zona de bosque donde la biomasa es mucho mayor, tienen significados distintos.

Ocurre lo mismo con el aumento de peso en las personas. Si un bebé de 5 kilos y un adulto de 50 kilos aumentan ambos un kilo de peso en un mes, tienen el mismo incremento de biomasa, la misma producción neta, pero el aumento no ha sido en la misma proporción. En el bebé sería de un 20 % al mes, mientras que en el adulto la tasa de aumento sería del 2 %.

La **productividad** permite solucionar este tipo de problemas, y es la **relación que existe entre la producción neta y la biomasa de un nivel trófico o de un ecosistema, expresado en porcentaje por unidad de tiempo.**

La productividad nos da una idea de la velocidad con que se renueva la materia orgánica en ese nivel trófico y, por extensión, del ecosistema. Por este motivo, este parámetro también se denomina **tasa de renovación.**

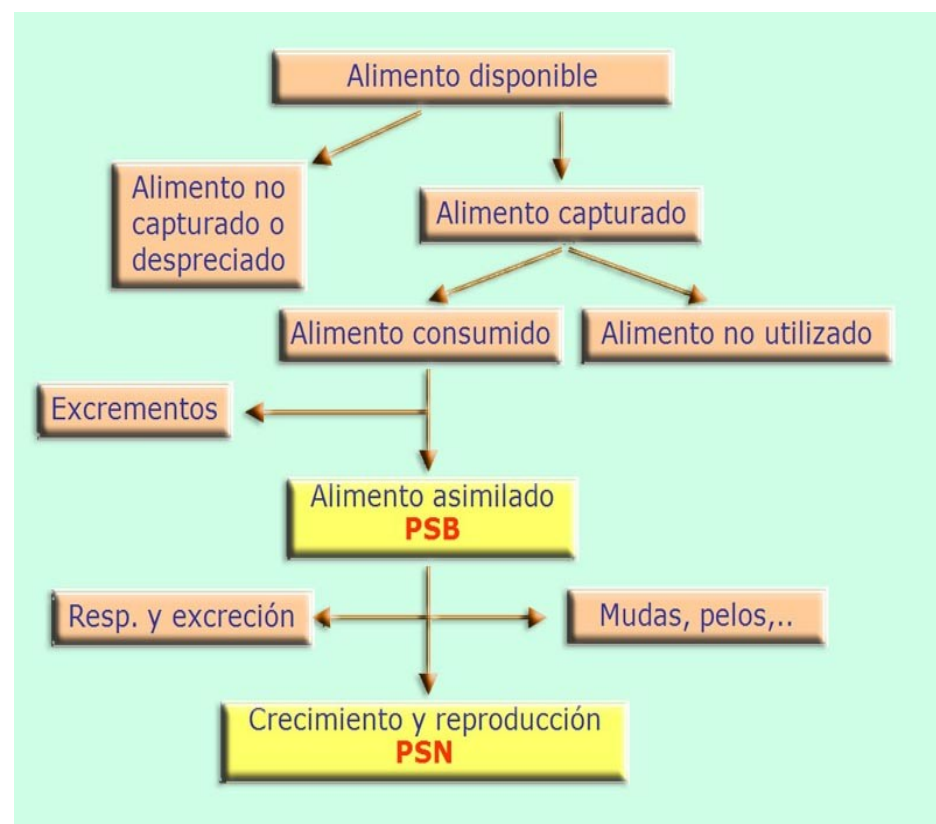
PRODUCTORES



- **Producción primaria (PP)**: energía acumulada en forma de compuestos de carbono en la biomasa por los productores por unidad de superficie o volumen en la unidad de tiempo.
- **Producción primaria bruta (PPB)**: cantidad de biomasa sintetizada por los productores por unidad de tiempo (incluyendo la que se consume en la respiración (R) y la que utiliza el vegetal para su crecimiento, funcionamiento y reproducción).
- **Producción primaria neta (PPN)**: biomasa que queda después de descontar los gastos en respiración. Es el alimento que queda a disposición de los herbívoros.

$$PPB = PPN + R$$

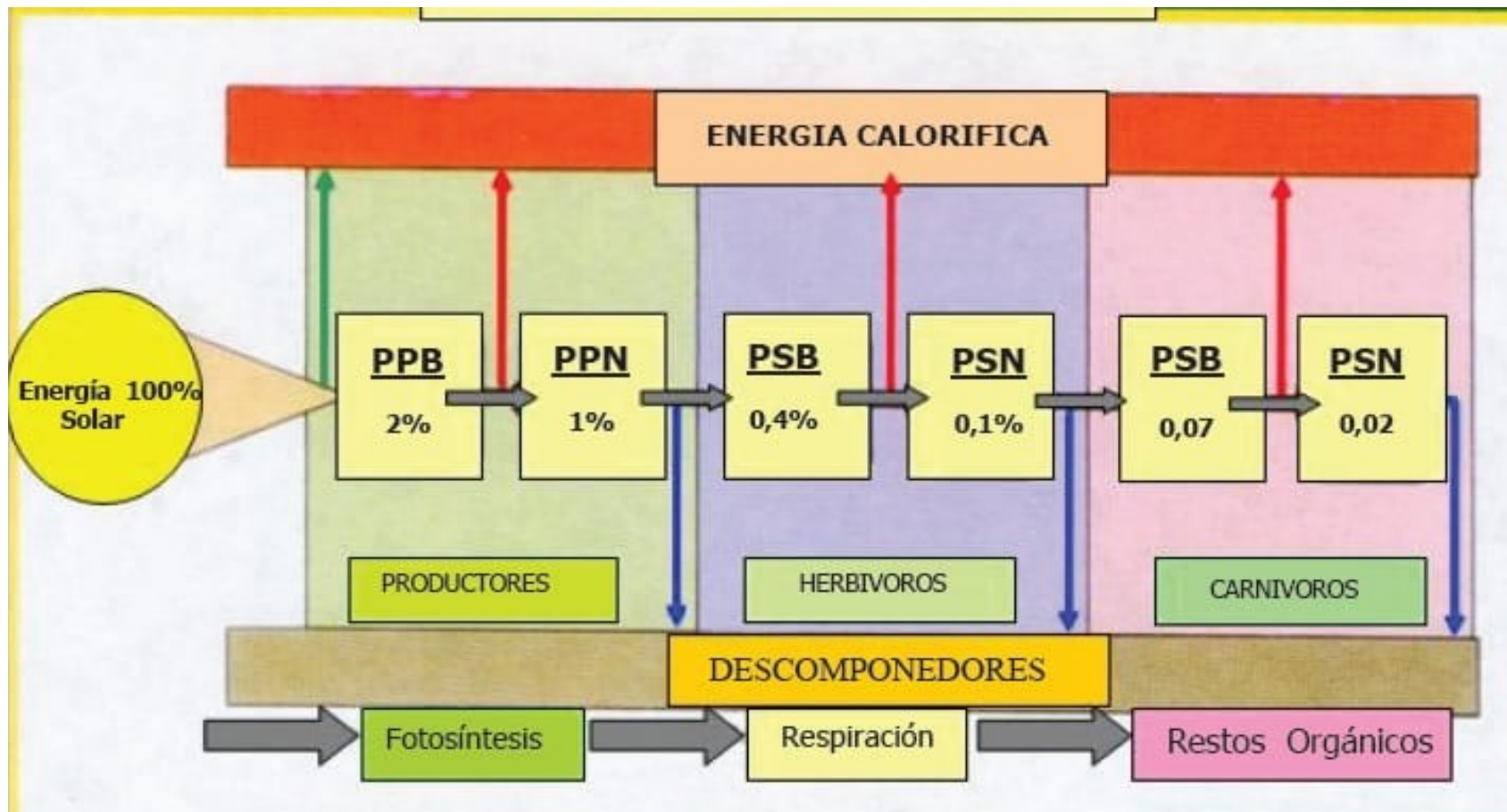
CONSUMIDORES



- **Producción secundaria (PS):** energía acumulada en forma de compuestos de carbono en la biomasa por los heterótrofos por unidad de superficie o volumen en la unidad de tiempo.
- **Producción secundaria bruta (PSB):** cantidad de alimento asimilado del total ingerido por unidad de superficie o volumen en un tiempo determinado.
En el caso de los herbívoros, la porción no asimilada puede representar el 90%, que será expulsada en forma de excrementos. Por el contrario, los carnívoros son más eficientes, ya que hasta un 75 % del alimento ingerido puede ser asimilado, aunque los valores normales oscilan alrededor del 30 - 40 %.
- **Producción secundaria neta (PSN):** es la energía que queda a disposición del nivel trófico siguiente una vez descontados los gastos en respiración, excreción...

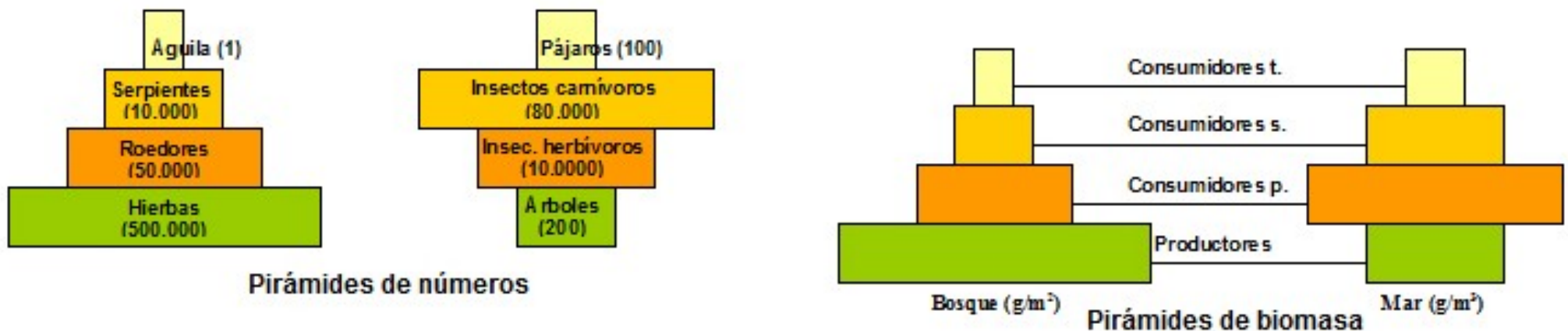
$$PSB = PSN + R$$

Debido a la pérdida de biomasa cuando los compuestos de carbono se convierten en dióxido de carbono y agua en la respiración celular, la **producción secundaria es siempre menor que la primaria.**



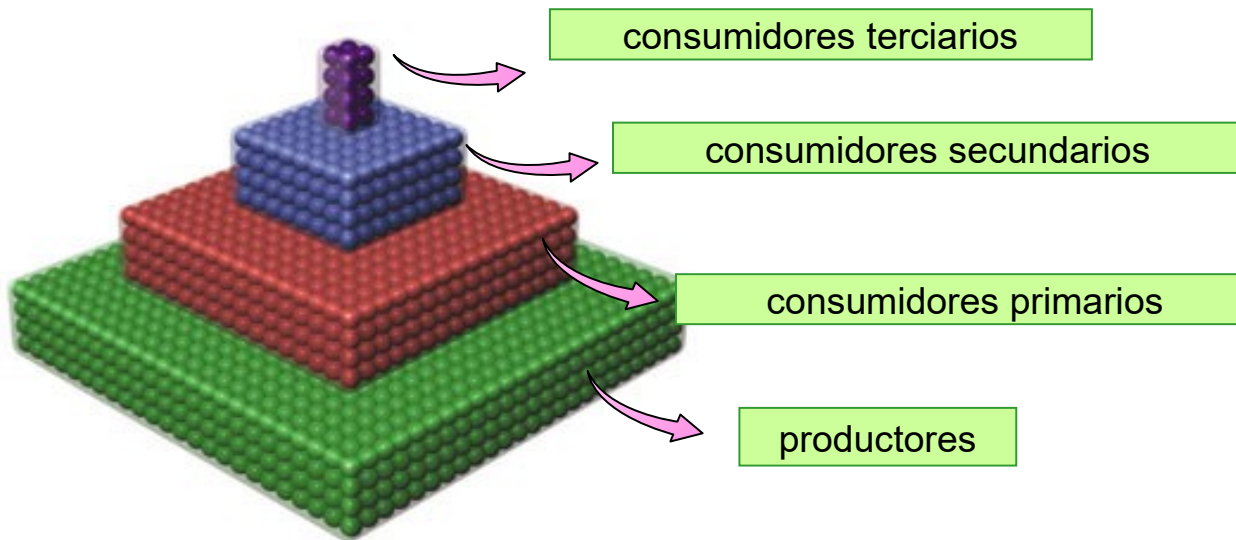
La teoría del flujo de energía en los ecosistemas explica el escaso número de escalones de las cadenas tróficas:

- 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 (CO₂ 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 **energía**, a la **biomasa** o al **número de individuos** de ese nivel trófico.



9. PIRÁMIDES ECOLÓGICAS.

Las **pirámides ecológicas** representan gráficamente cómo varía una característica entre los diferentes niveles tróficos.



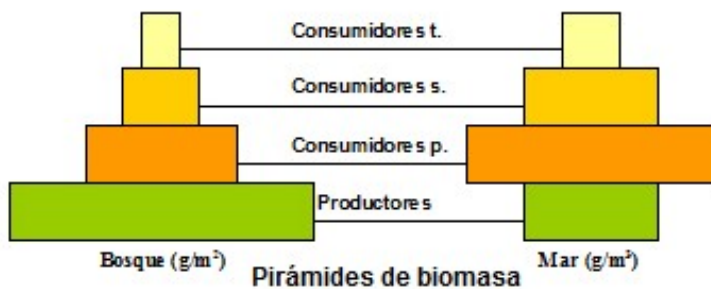
Cada nivel se representa por un piso de la pirámide.

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

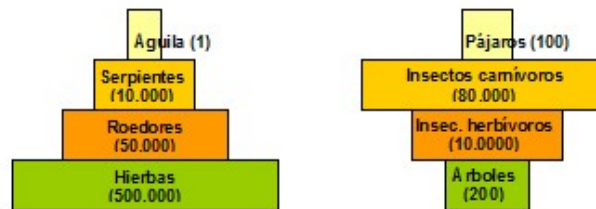
La altura de los pisos es igual y la anchura es proporcional a la característica que se representa (energía acumulada, biomasa o nº de individuos).

TIPOS DE PIRÁMIDES

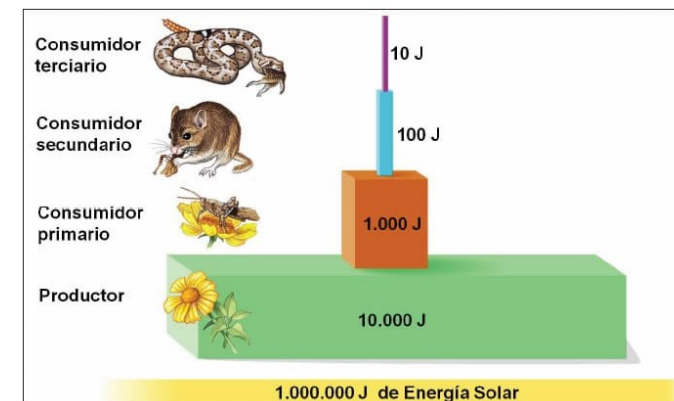
- ◆ **Pirámides de biomasa:** Se representa la cantidad de biomasa (materia orgánica) acumulada en cada nivel.
 - ♦ Pirámides de biomasa reales.
 - ♦ Pirámides de biomasa invertidas.
- ◆ **Pirámides de números:** se realizan mediante el recuento del número total de individuos que constituyen cada nivel.
 - ♦ Pirámides de números reales.
 - ♦ Pirámides de números invertida.
- ◆ **Pirámides de energía:** Representan el flujo de energía entre los distintos niveles.
 - ♦ Pirámides de energía reales.



Pirámides de biomasa

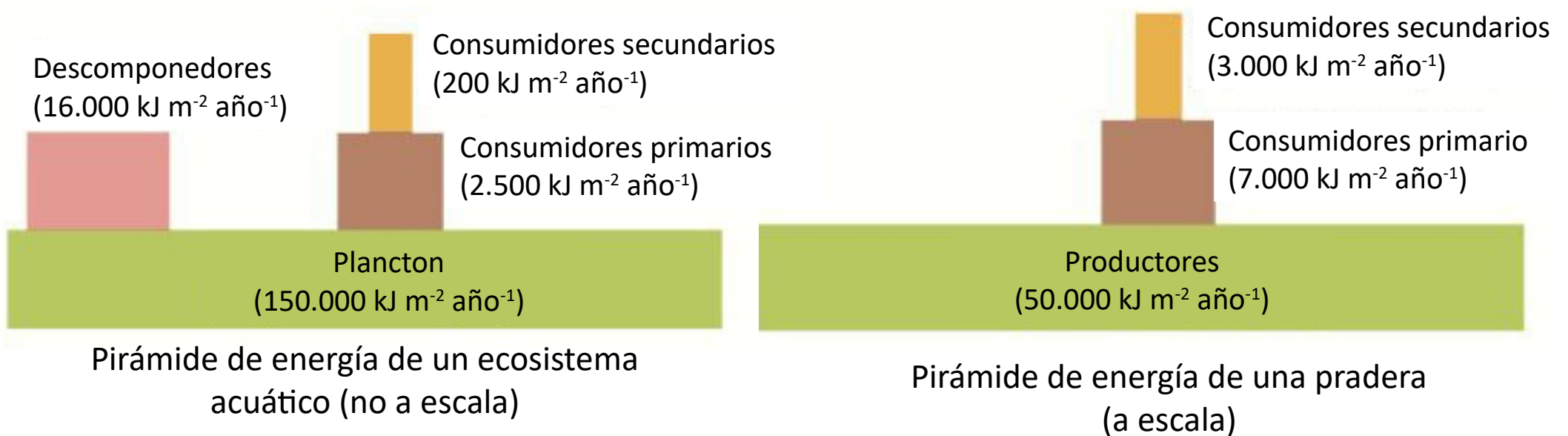


Pirámides de números



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 $\text{kJ m}^{-2} \text{año}^{-1}$.



Pirámides de energía

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

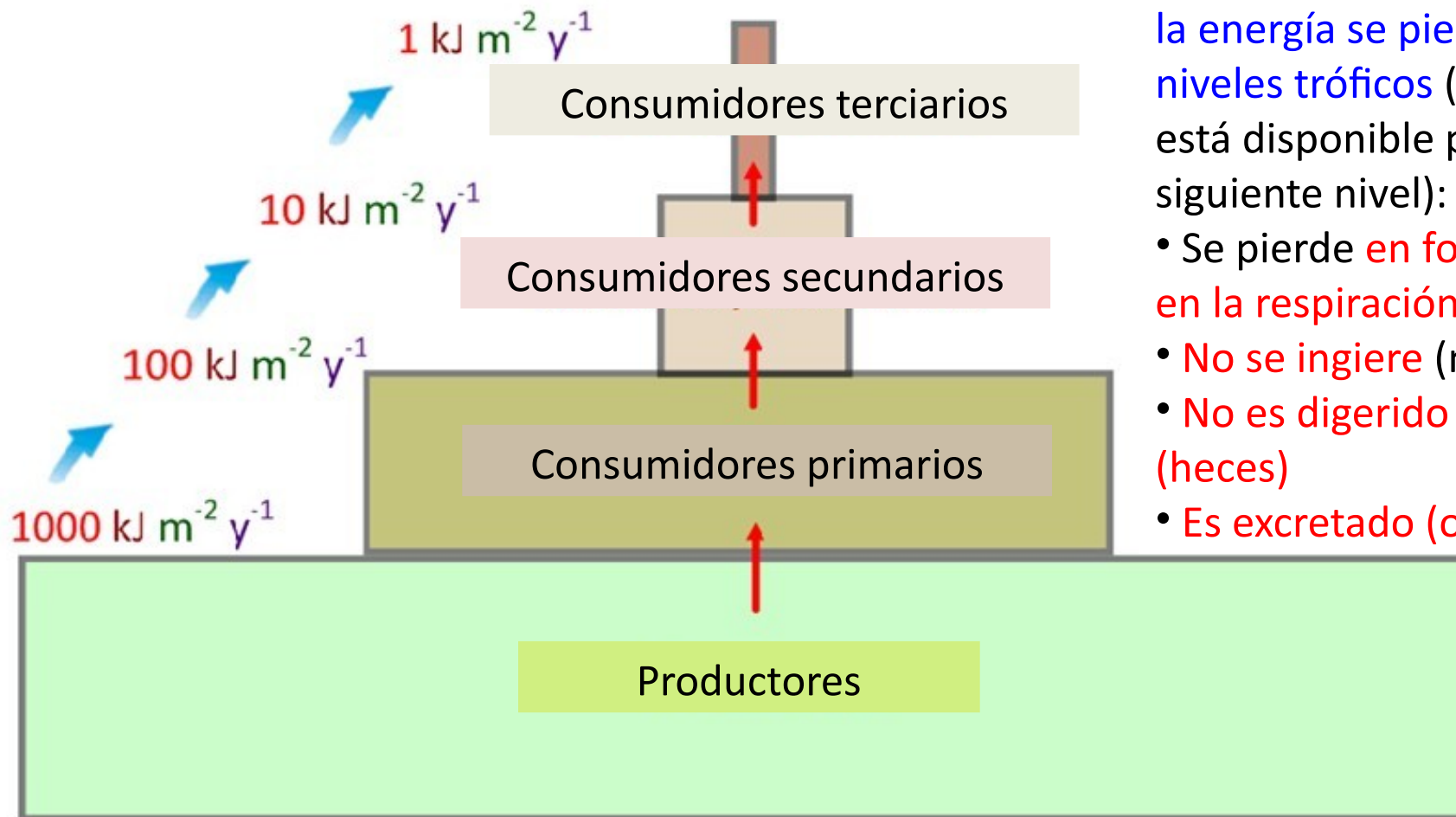
Se mide en **unidades de energía** por **unidad de área** y por **unidad de tiempo**:

$$\text{kJ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$$

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

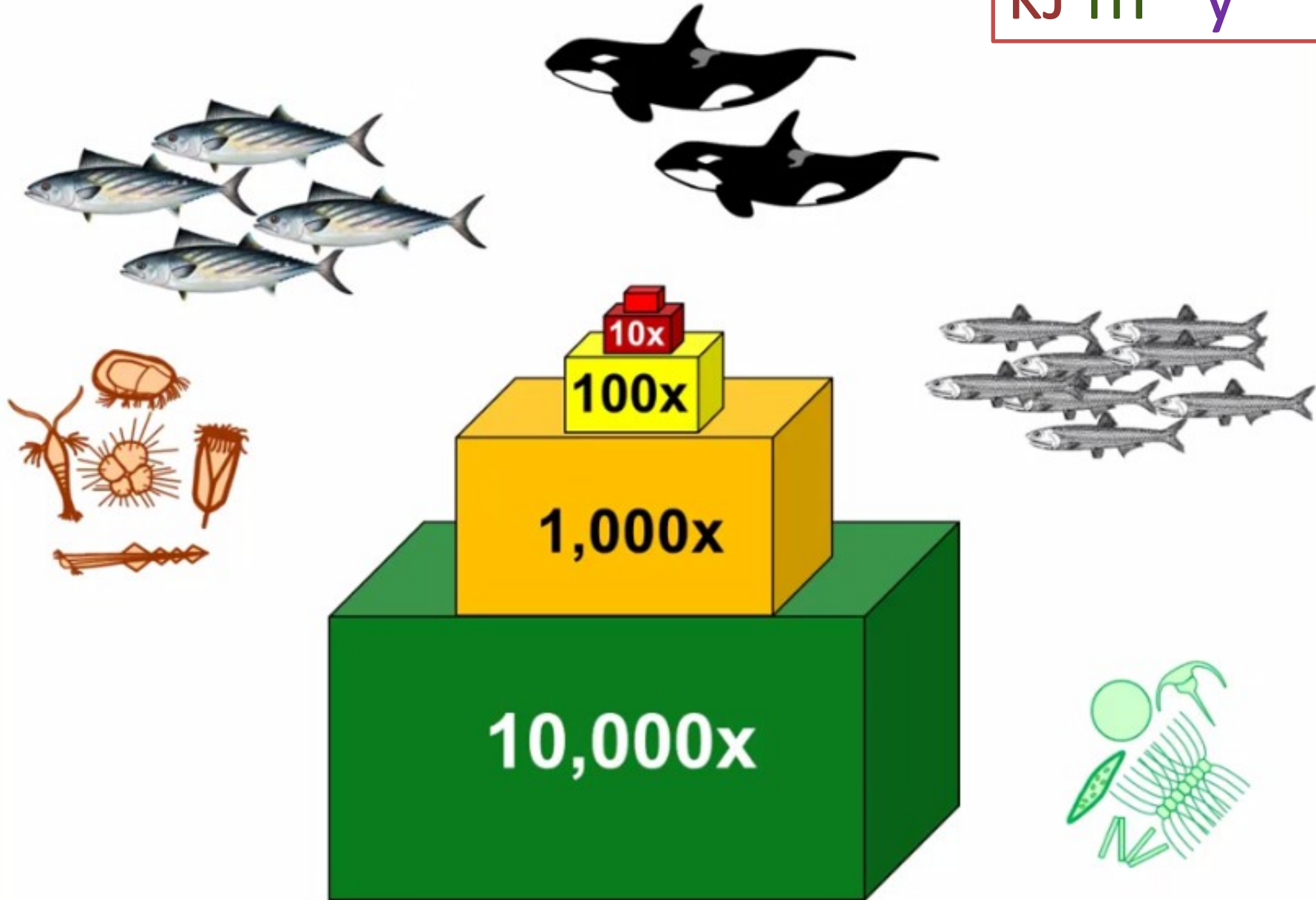
Aproximadamente el 90% de la energía se pierde entre niveles tróficos (sólo el 10% está disponible para el siguiente nivel):

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



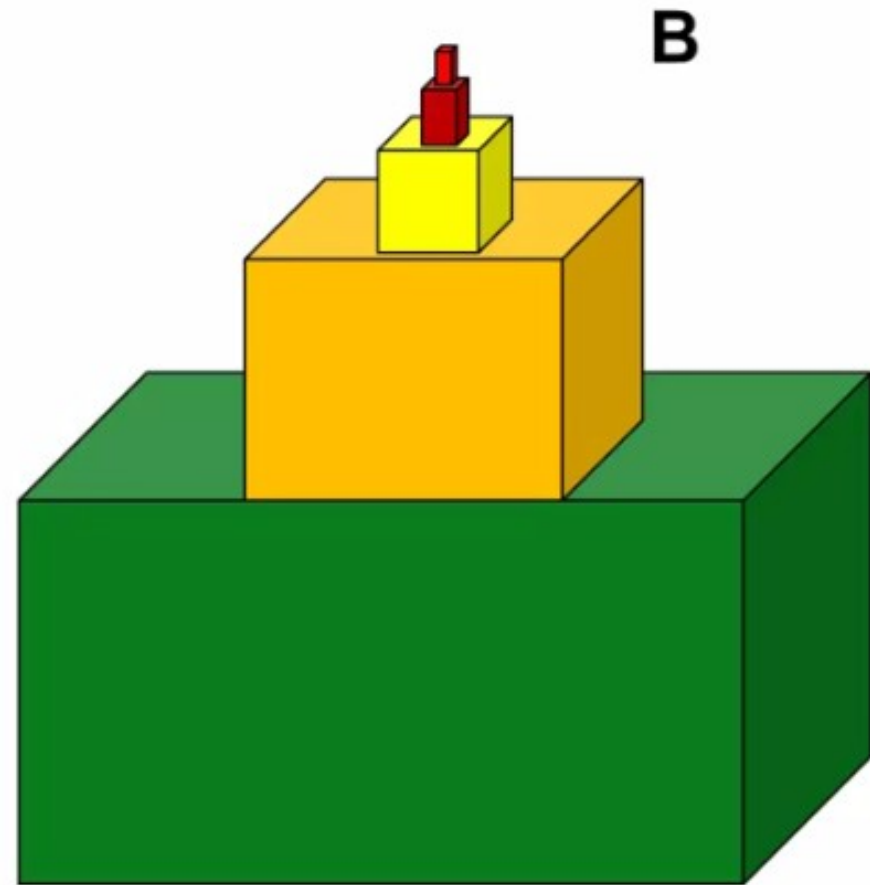
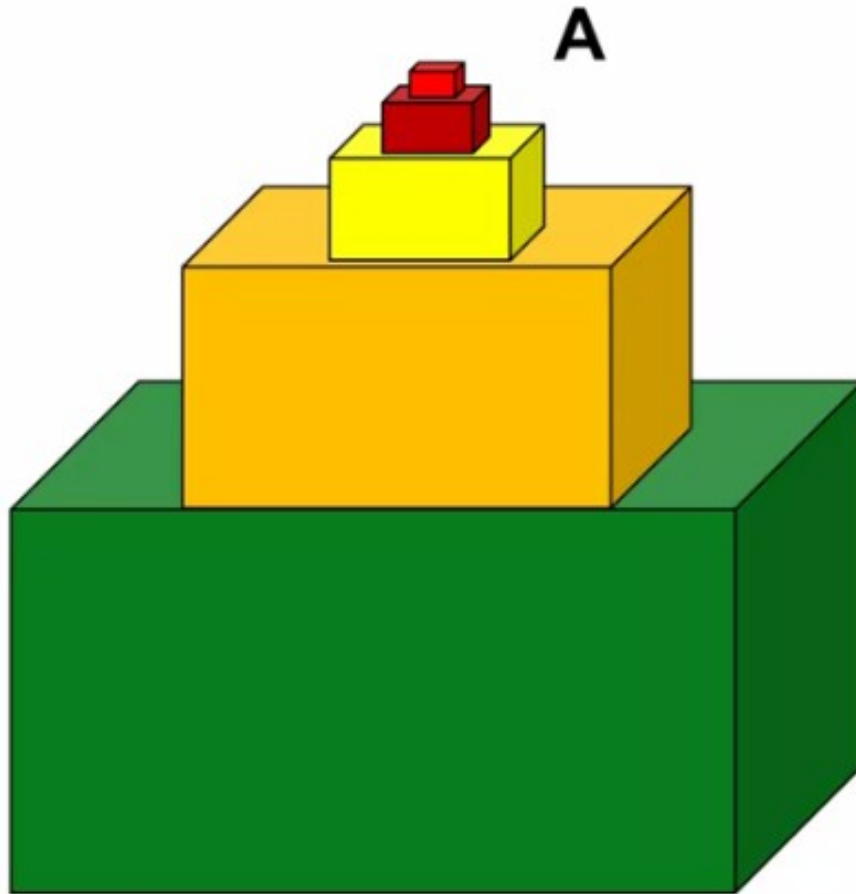
Pirámide de energía

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



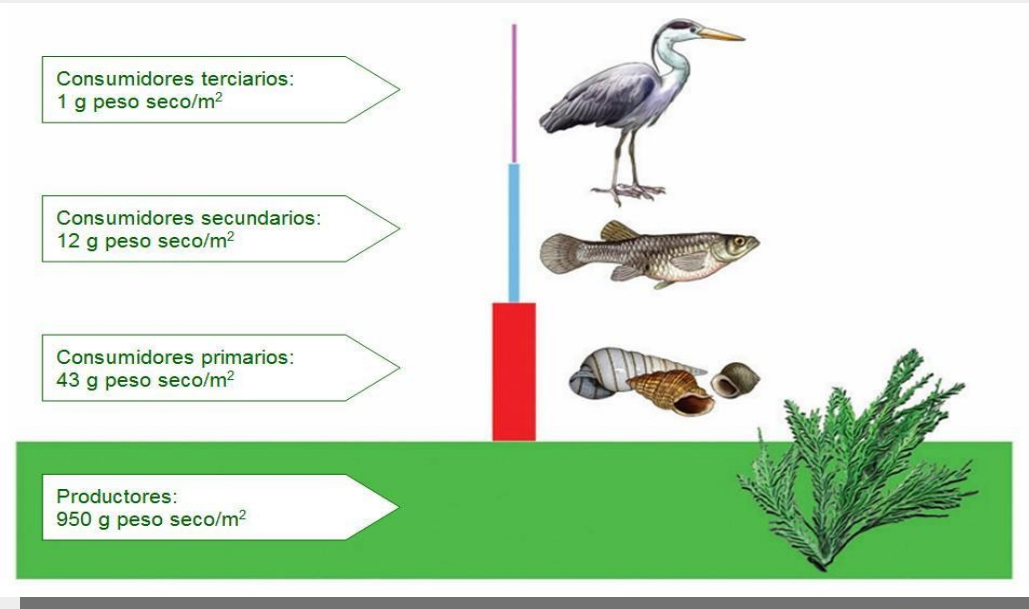
Pirámide de energía

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



¿Cuál será más eficiente?

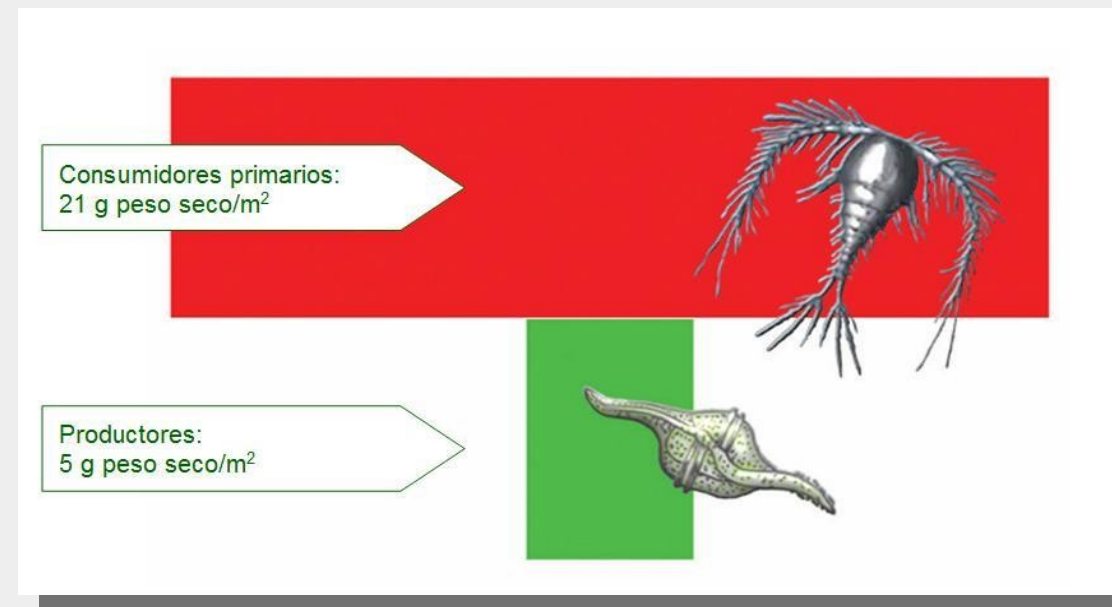
Pirámides de biomasa



Suelen tener una **base muy ancha** y el resto de los niveles muy estrechos, ya que generalmente la biomasa de los productores es muy superior a la de los consumidores

Unidades: masa de carbono por unidad de superficie y de tiempo
g m⁻² año⁻¹

Muestran la cantidad de **biomasa** en un momento determinado, es decir, la reserva en un momento determinado.

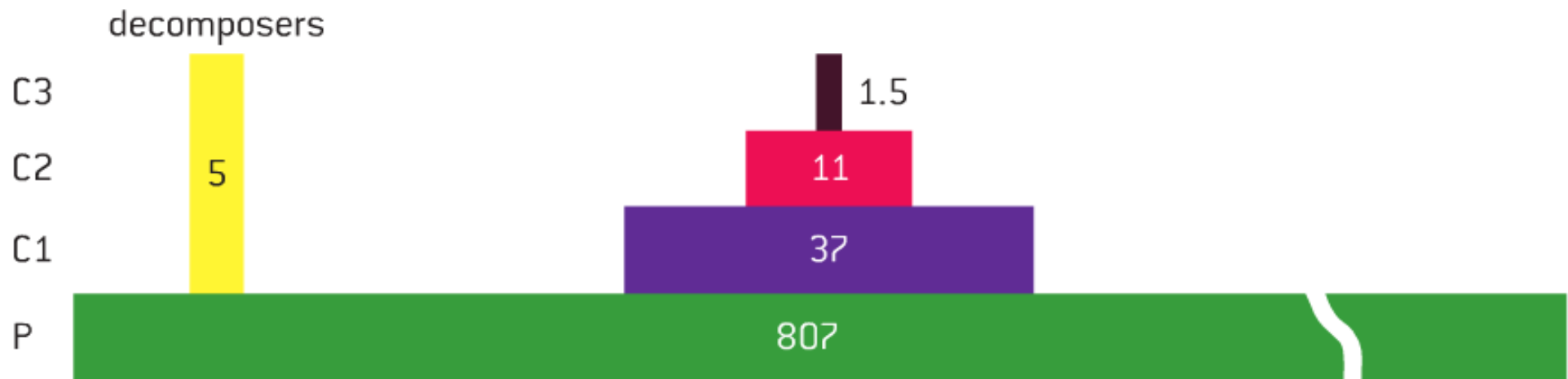


Algunos **ecosistemas acuáticos** presentan **pirámides de biomasa invertidas**. Esta forma se debe a un periodo de máximo consumo de fitoplancton por el zooplancton.

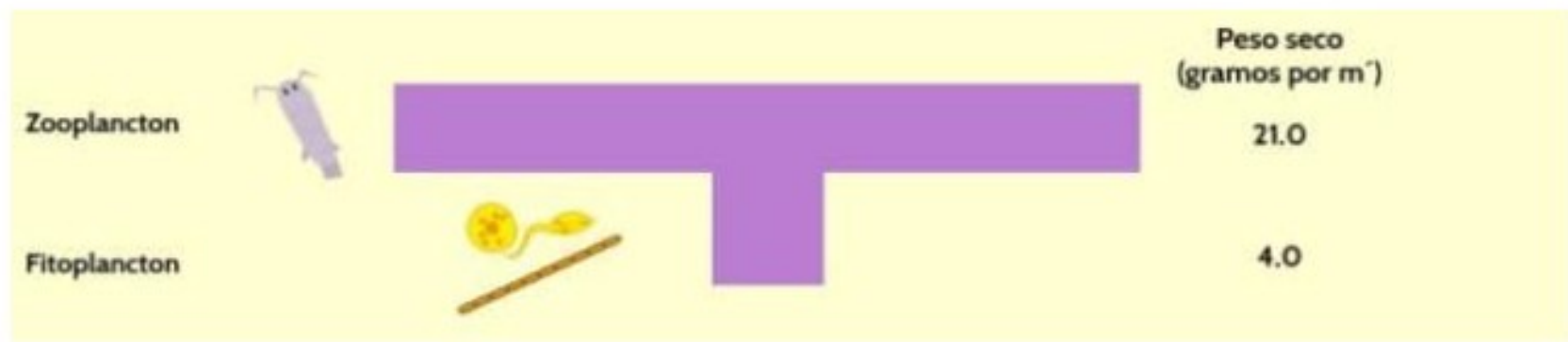


▲ **Figure 2.2.12** Pyramids of biomass (units gm^{-2})

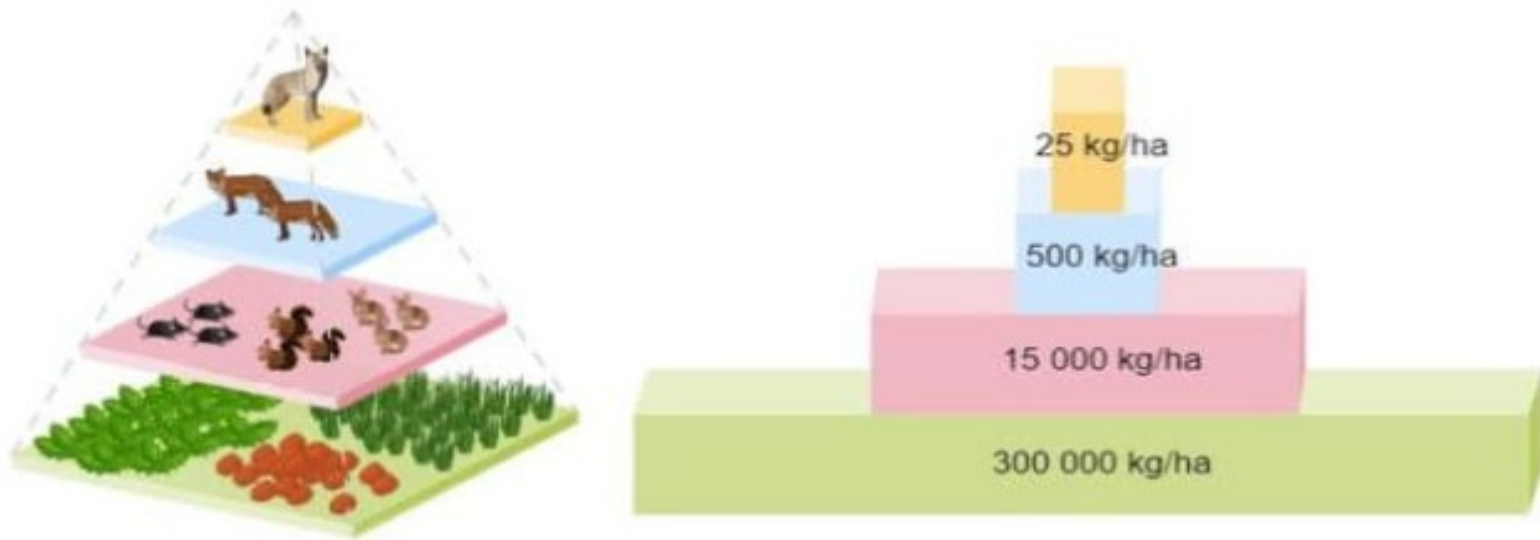
El fitoplancton se reproduce muy rápidamente pero su biomasa es pequeña. Una pirámide representa la biomasa en un momento dado. En invierno la barra de fitoplancton puede ser mucho menor que la del zooplancton (consumidor primario)



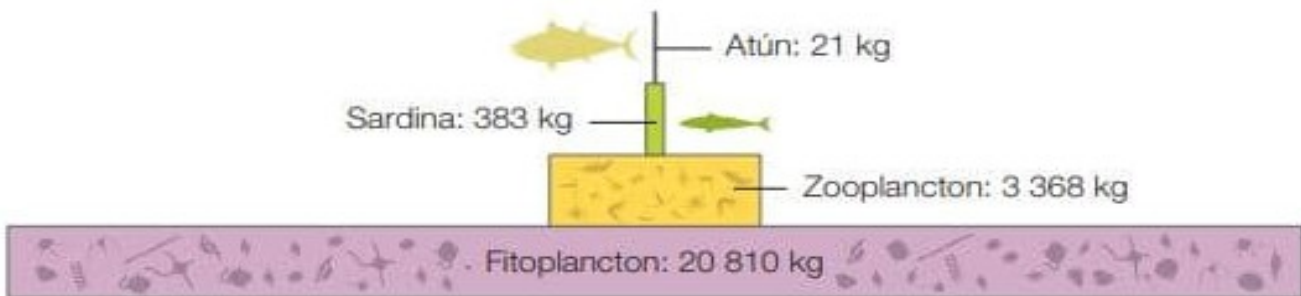
▲ **Figure 2.2.13** Pyramid of biomass for a lake



Pirámide invertida de biomasa

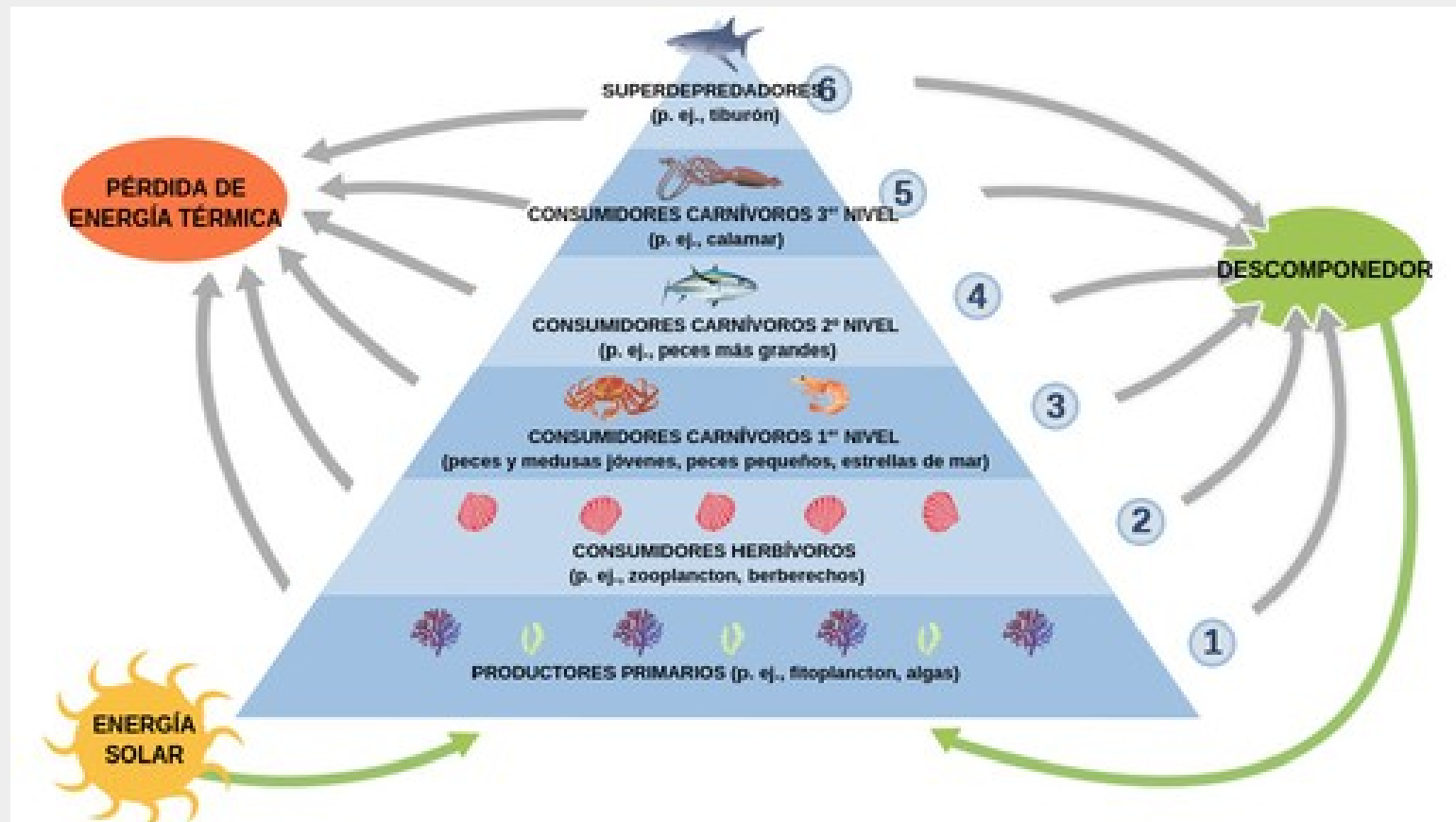


Ejemplo pirámides tróficas terrestres de biomasa

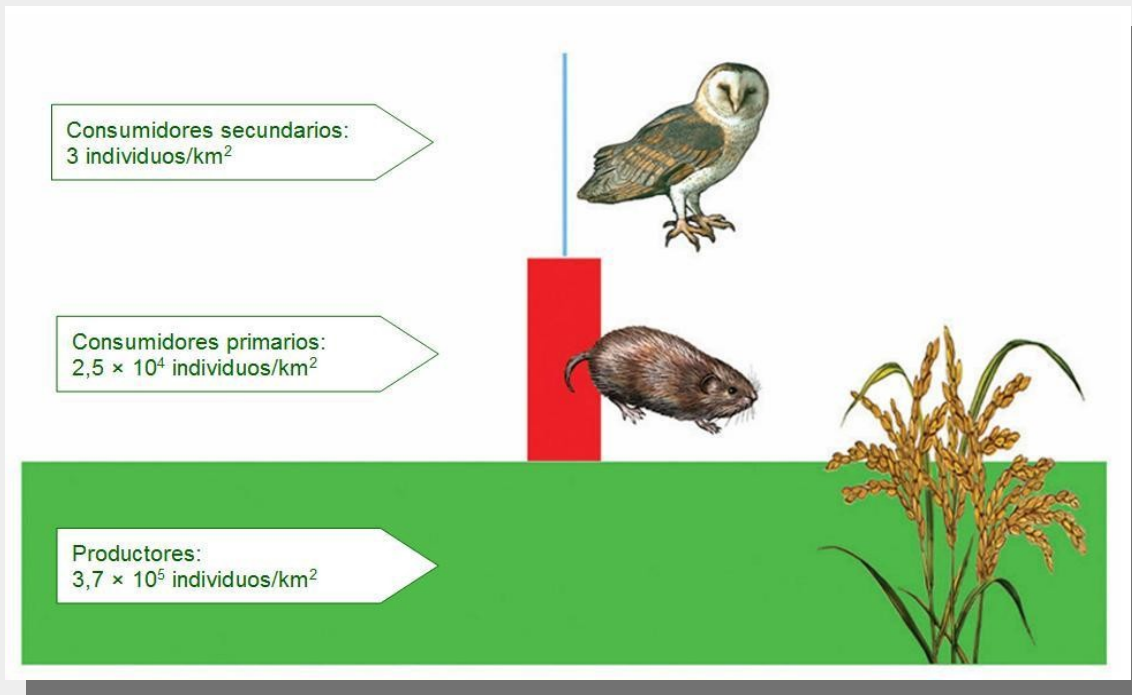


Ejemplo pirámides tróficas acuática de biomasa

En cada etapa sucesiva en las cadenas tróficas hay menos organismos u organismos de menor tamaño. Por consiguiente **hay menos biomasa**, aunque **no se reduce el contenido energético por unidad de masa**.



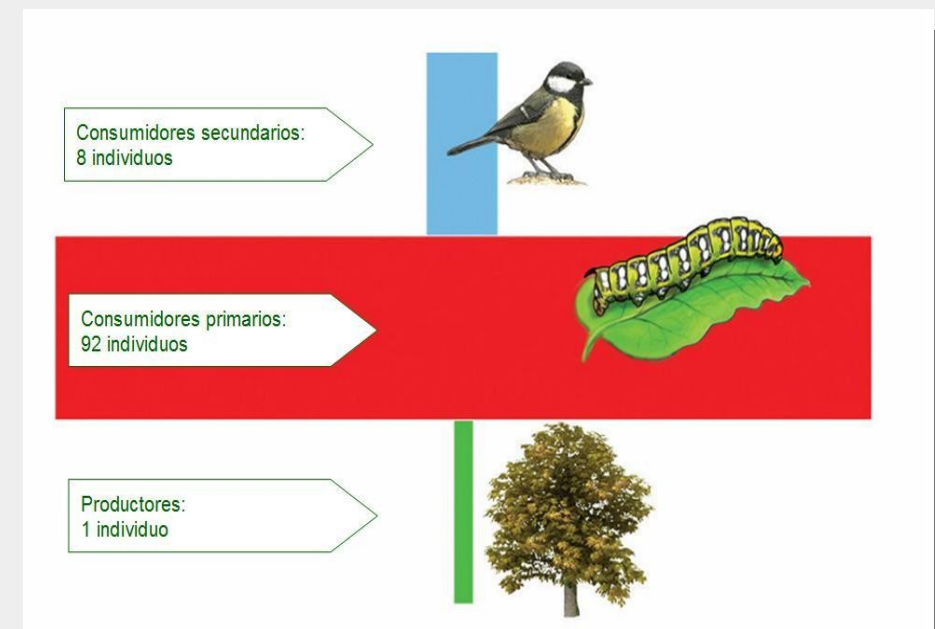
Pirámides de números



- El número de organismos de cada nivel trófico está representado por la longitud (o el área de un rectángulo).
- Generalmente, según se asciende en la pirámide disminuye el número de organismos, pero aumenta el tamaño de cada individuo

Representan el **número de individuos** que hay en cada nivel trófico.

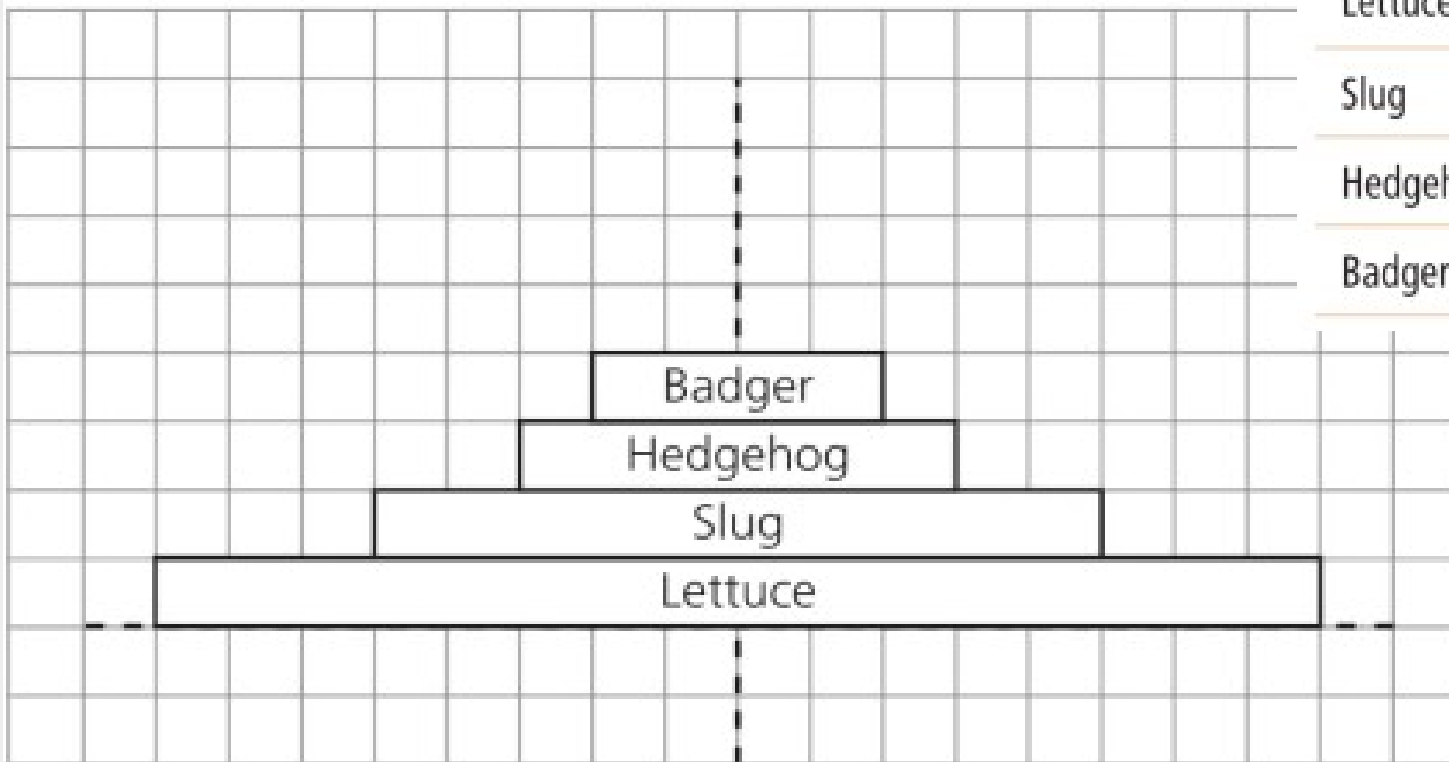
Se utilizan poco ya que muestran una información muy fragmentaria de la estructura trófica del ecosistema.



Gran cantidad de consumidores primarios de pequeño tamaño se alimentan de productores de gran tamaño

CONSTRUIR UNA PIRÁMIDE DE NÚMEROS:

- Dibujar dos ejes en un papel cuadriculado o milimetrado (el eje vertical debe estar centrado)
- Coloca el primer dato (16 lechugas) centrado sobre el eje (por ejemplo 8 cuadritos a un lado y ocho al otro). Si los números son muy grandes tendrás que usar una escala que debes mantener para el resto de los niveles.
- La altura de las barras es arbitraria pero tiene que ser la misma para todos los niveles.
- Etiqueta cada nivel trófico.



Species	Number of individuals
Lettuce	16
Slug	10
Hedgehog	6
Badger	4

Slug: babosa
Hedgehog: erizo
Badger: tejón

CONSTRUYE UNA PIRÁMIDE DE BIOMASA:

NIVEL TRÓFICO	BIOMASA (g/m²)
Productores	809
Consumidores primarios	80
Consumidores secundarios	41
Consumidores terciarios	3

Actividad

La eficiencia de la conversión energética difiere de una comunidad a otra.

- 1 Para cada una de las siguientes comunidades, elabora una pirámide de energía a escala basándote en la eficiencia de la conversión energética mostrada.
 - a) Un área de surgencia con una eficiencia de conversión energética del 20%
La cadena alimenticia se compone de fitoplancton → anchoas.
 - b) Una región costera con una eficiencia de conversión energética del 15%
fitoplancton → zooplancton herbívoro → zooplancton carnívoro → arenques
 - c) El océano abierto con una eficiencia de conversión energética del 10%
fitoplancton → zooplancton herbívoro → zooplancton carnívoro → peces carnívoros → atunes
- 2 La tabla 3 muestra la energía anual fijada en la biomasa en J cm^{-2} en cada nivel trófico de dos ecosistemas distintos.
 - a) Usa los datos para elaborar dos pirámides de energía. Las dos pirámides deben dibujarse con la misma escala.
 - b) Compara las dos pirámides.
 - c) Explica la baja biomasa y el bajo número de organismos en los niveles tróficos superiores.

Nivel trófico	Lago Cedar Bog	Lago Mendota
Consumidores terciarios	–	0,2
Consumidores secundarios	0,8	1,4
Consumidores primarios	3,6	35,1
Productores	27,1	104,4

▲ Tabla 3

Cómo los ecosistemas responden a los cambios:



The image is a screenshot of a webpage from EarthSky. At the top left is the EarthSky logo, which features a square icon with a blue sky, a white crescent moon, and a black silhouette of mountains. To the right of the icon, the text 'EarthSky' is written in a large, white, sans-serif font. Below this, in a smaller font, are the words 'SCIENCE NEWS • GREAT PHOTOS • SKY ALERTS'. In the top right corner of the page, the word 'Store' is visible. Below the logo and navigation bar, there is a horizontal menu with several items: 'EARTH', 'SPACE', 'HUMAN WORLD', 'PHOTOS', 'VIDEOS', 'SCIENCE WIRE', 'TODAY'S IMAGE', and 'TONIGHT'. The 'EARTH' item is highlighted with a blue background. Below the menu, the text 'By Deborah Byrd in' is followed by 'BLOGS | VIDEOS | EARTH on Feb 28, 2014'. The main title of the article is 'Video: How wolves change rivers'. To the left of the text is a close-up photograph of a wolf's face, showing its blue eyes and black and white fur. To the right of the photograph, there is a short paragraph of text: 'Do yourself a favor and watch this video on how wolves change rivers. It will make you happy.'

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>

Resumen:

- How Ecosystems Work:
https://www.youtube.com/watch?time_continue=66&v=o_RBHfjZsUQ&feature=emb_logo
- Flujo de energía y materia a través de los ecosistemas | Biología | Khan Academy en Español
<https://www.youtube.com/watch?v=9N134jd-F3A>