

## Puntos más importantes:

- Los **productores**, o autótrofos, fabrican su propias moléculas orgánicas. Los **consumidores**, o heterótrofos, obtienen las moléculas orgánicas al comer a otros organismos.
- Una **cadena alimentaria** es una secuencia lineal de organismos a través de la cual los nutrientes y la energía pasan de un organismo a otro mediante consumo.
- En una cadena alimentaria, cada organismo ocupa un **nivel trófico** diferente, definido por cuántas transferencias de energía lo separan de la entrada en la base de la cadena.
- Las **redes tróficas** consisten de varias cadenas alimentarias interconectadas y son una representación más realista de las relaciones de consumo en los ecosistemas.
- La transferencia de energía entre niveles tróficos es ineficiente, con una eficiencia típica de alrededor del 10%. Esta ineficacia limita la longitud de las cadenas alimentarias.

## Introducción

Los organismos de diferentes especies interactúan de muchas maneras. Pueden competir o ser simbioses, compañeros a largo plazo con una asociación muy cercana. Por supuesto, pueden hacer lo que a menudo vemos en los programas de la naturaleza: uno se come a otro: ¡ñam! Esto es, pueden formar uno de los eslabones de la cadena alimentaria.

En ecología, una *cadena alimentaria* o *cadena trófica* es una serie de organismos que se comen entre ellos de forma que la energía y los nutrientes fluyan de uno al otro. Por ejemplo, si comiste una hamburguesa en el almuerzo, eres parte de una cadena alimentaria que se ve así: pasto → vaca → humano. Pero, ¿qué pasa si tu hamburguesa llevaba lechuga? En ese caso, también eres parte de una cadena alimentaria como esta: lechuga → humano.

Como ilustra este ejemplo, no siempre podemos describir completamente lo que come un organismo, como el humano, mediante una vía lineal. Para situaciones como la de arriba, preferiríamos utilizar una **red trófica**, que está conformada por muchas cadenas alimentarias que se intersecan y que representan las diferentes cosas que un organismo puede comer, así como de qué otros organismos puede ser alimento.

En este artículo, estudiaremos más de cerca las cadenas alimentarias y redes tróficas para ver cómo representan el flujo de energía y nutrientes a través de los ecosistemas.

## **Autótrofos contra heterótrofos**

¿Qué estrategias básicas usan los organismos para obtener comida? Algunos organismos, llamados *autótrofos*, también conocidos como "los que se alimentan a sí mismos", pueden producir su propia comida, esto es, fabrican sus propios compuestos orgánicos a partir de moléculas sencillas como el dióxido de carbono. Hay dos tipos básicos de autótrofos:

- Los **fotoautótrofos**, como las plantas, usan la energía solar para producir compuestos orgánicos —azúcares— a partir del dióxido de carbono mediante la [fotosíntesis](#). Otros ejemplos de fotoautótrofos son las algas y las cianobacterias.
- Los **quimioautótrofos** usan la energía de sustancias químicas para producir compuestos orgánicos a partir de dióxido de carbono o moléculas similares. Este proceso se conoce como [quimiosíntesis](#). Como ejemplo, hay bacterias quimioautótrofas que oxidan el ácido sulfhídrico que se encuentra en las comunidades de las fuentes hidrotermales en el fondo del mar, donde no llega la luz.

Los autótrofos son la base de todos los ecosistemas del planeta. Esto puede sonar muy dramático, ¡pero no es ninguna exageración! Los autótrofos forman la base de las cadenas alimentarias y las redes tróficas, y la energía que obtienen de la luz o las sustancias químicas sostiene a los demás organismos en la comunidad. Cuando hablamos de la función de los autótrofos dentro de las cadenas alimentarias, los llamamos *productores*.

Los **heterótrofos**, también conocidos como "los que se alimentan de otros", no pueden capturar la energía luminosa o química para fabricar su propia comida a partir de dióxido de carbono. Los humanos somos heterótrofos. Los heterótrofos obtenemos las moléculas orgánicas comiendo a otros organismos o sus productos. Los animales, los hongos y muchas bacterias son heterótrofos. Cuando hablamos de la función de los heterótrofos en las cadenas alimentarias, los llamamos *consumidores*. Como veremos enseguida, hay muchos tipos diferentes de

consumidores con distintas funciones ecológicas, de los insectos que comen plantas, a los animales que comen carne, a los hongos que se alimentan de los residuos y desechos.

## Cadenas alimentarias

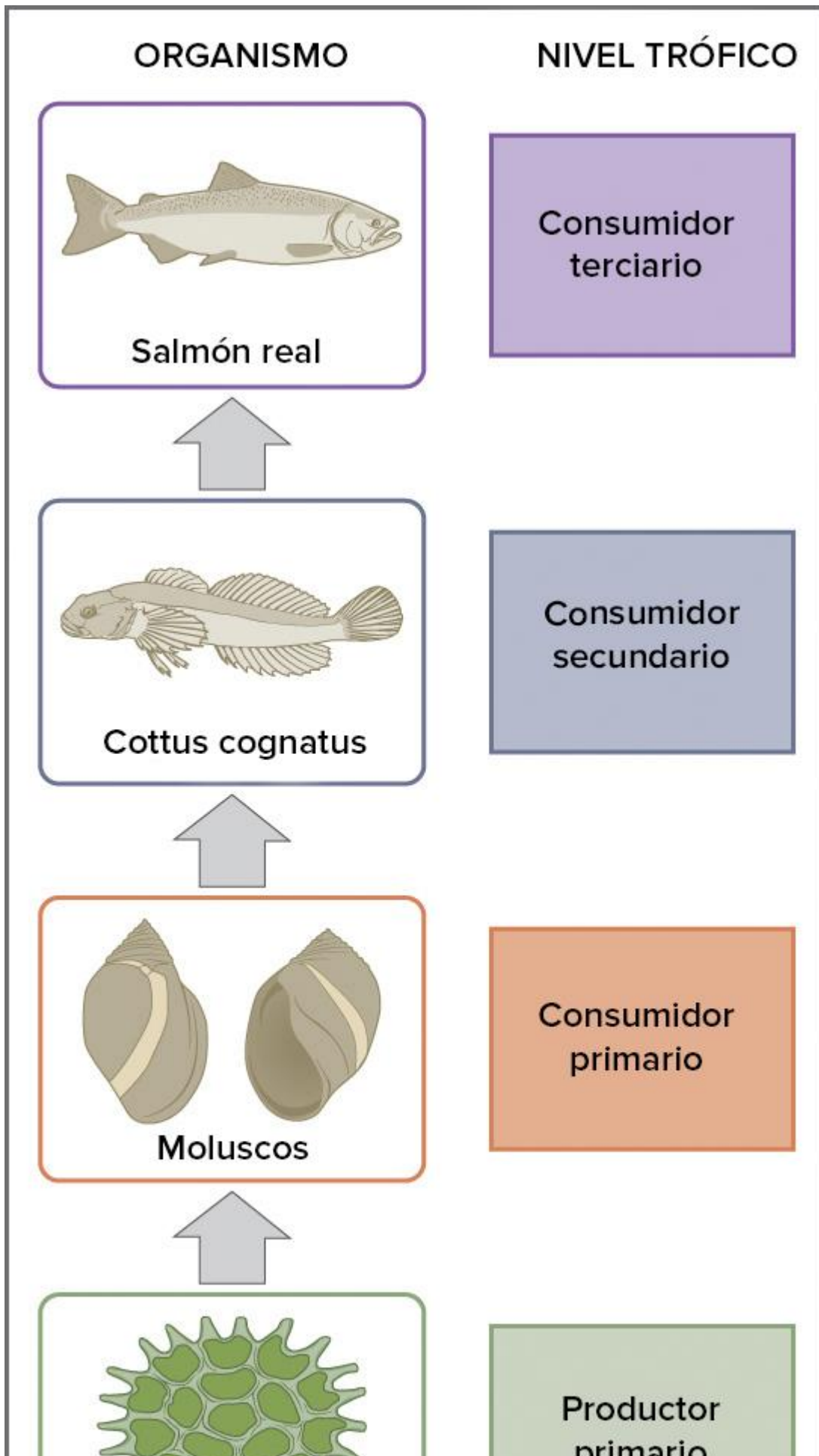
Ahora, podemos echar un vistazo a cómo se mueven la energía y los nutrientes a través de una comunidad ecológica. Empecemos con algunas relaciones de quién se come a quién en una cadena alimentaria.

Una *cadena alimentaria* es una secuencia lineal de organismos a través de la cual la energía y los nutrientes se transfieren cuando un organismo se come a otro. Veamos las partes de una cadena alimentaria típica, comenzando desde la base —los productores— y moviéndonos hacia arriba.

- En la base de la cadena alimentaria se encuentran los **productores primarios**. Los productores primarios son autótrofos y por lo general son plantas, algas o cianobacterias.
- Los organismos que comen productores primarios se llaman **consumidores primarios**. Los consumidores primarios usualmente son **herbívoros** que comen plantas, aunque también pueden ser consumidores de algas o bacterias.
- Los organismos que se comen a los consumidores primarios se llaman **consumidores secundarios**. Los consumidores secundarios por lo general comen carne: son **carnívoros**.

- Los organismos que comen consumidores secundarios se llaman **consumidores terciarios** y son carnívoros que comen carnívoros, como las águilas o los peces grandes.
- Algunas cadenas alimentarias tienen niveles adicionales, como los **consumidores cuaternarios**: carnívoros que comen consumidores terciarios. Los organismos que se encuentran hasta arriba en la cadena alimentaria se llaman **superdepredadores**.

Podemos ver ejemplos de estos niveles en el diagrama siguiente. Las algas verdes son productores primarios que son consumidas por moluscos, los consumidores primarios. Luego los moluscos se convierten en el almuerzo del *Cottus cognatus*, un pez que es un consumidor secundario y la comida de un pez más grande: el salmón real, un consumidor terciario.



En esta ilustración, el nivel trófico inferior es un alga verde, el productor primario. Los consumidores primarios son moluscos o caracoles. Los consumidores secundarios son pequeños peces como el *Cottus cognatus*. El consumidor terciario y superpredador es el salmón real.

Crédito de imagen: [Ecología de ecosistemas: Figura 3](#) por OpenStax College, Biology, [CC BY 4.0](#)

Cada una de las categorías anteriores se denomina *nivel trófico* y refleja cuántas transferencias de energía y nutrientes —cuántos pasos de consumo— separan a un organismo de la fuente original de la cadena alimenticia, la luz por ejemplo. Como veremos más adelante, asignar los organismos a los niveles tróficos no siempre es obvio; los humanos, por ejemplo, son **omnívoros** que pueden comer plantas y animales.

## Descomponedores

Hay otro grupo que vale la pena mencionar, aunque no siempre aparece en los diagramas de cadenas alimentarias. Este grupo es el de los **descomponedores**, organismos que degradan la materia orgánica muerta y los desechos.

A veces se considera a los descomponedores como un nivel trófico en sí mismo. Como grupo, consumen la materia muerta y los productos de desecho que provienen de los demás niveles tróficos; por ejemplo, consumen materia vegetal en descomposición, el cuerpo a medio comer de una ardilla o los restos de un águila muerta. En cierto sentido, el nivel de los

descomponedores es paralelo a los de la jerarquía estándar de los consumidores primarios, secundarios y terciarios.

Los hongos y bacterias son los descomponedores clave de muchos ecosistemas: usan la energía química en la materia muerta y los desechos para sus propios procesos metabólicos. Otros descomponedores son los **detritívoros**: consumidores de desechos y consumidores de residuos. Estos generalmente son animales multicelulares como las lombrices de tierra, los cangrejos, las babosas o los buitres. No solo se alimentan de materia orgánica muerta sino que la fragmentan también, lo que la pone a disposición de las bacterias y los hongos descomponedores.





Ejemplos de descomponedores: izquierda, hongos en un tronco; derecha, lombriz de tierra.

Crédito de imagen: izquierda, [Decomposers \(Descomponedores\)](#) por Courtney Celley/USFWS, [CC BY 2.0](#); derecha, [Earthworm \(Lombriz de tierra\)](#) por Luis Miguel Bugallo Sánchez, [CC BY-SA 3.0](#)

Los descomponedores como grupo juegan un papel crítico en el mantenimiento de la salud de los ecosistemas. Cuando descomponen la materia muerta y los desechos, liberan nutrientes que pueden ser reciclados y utilizados por los productores primarios.

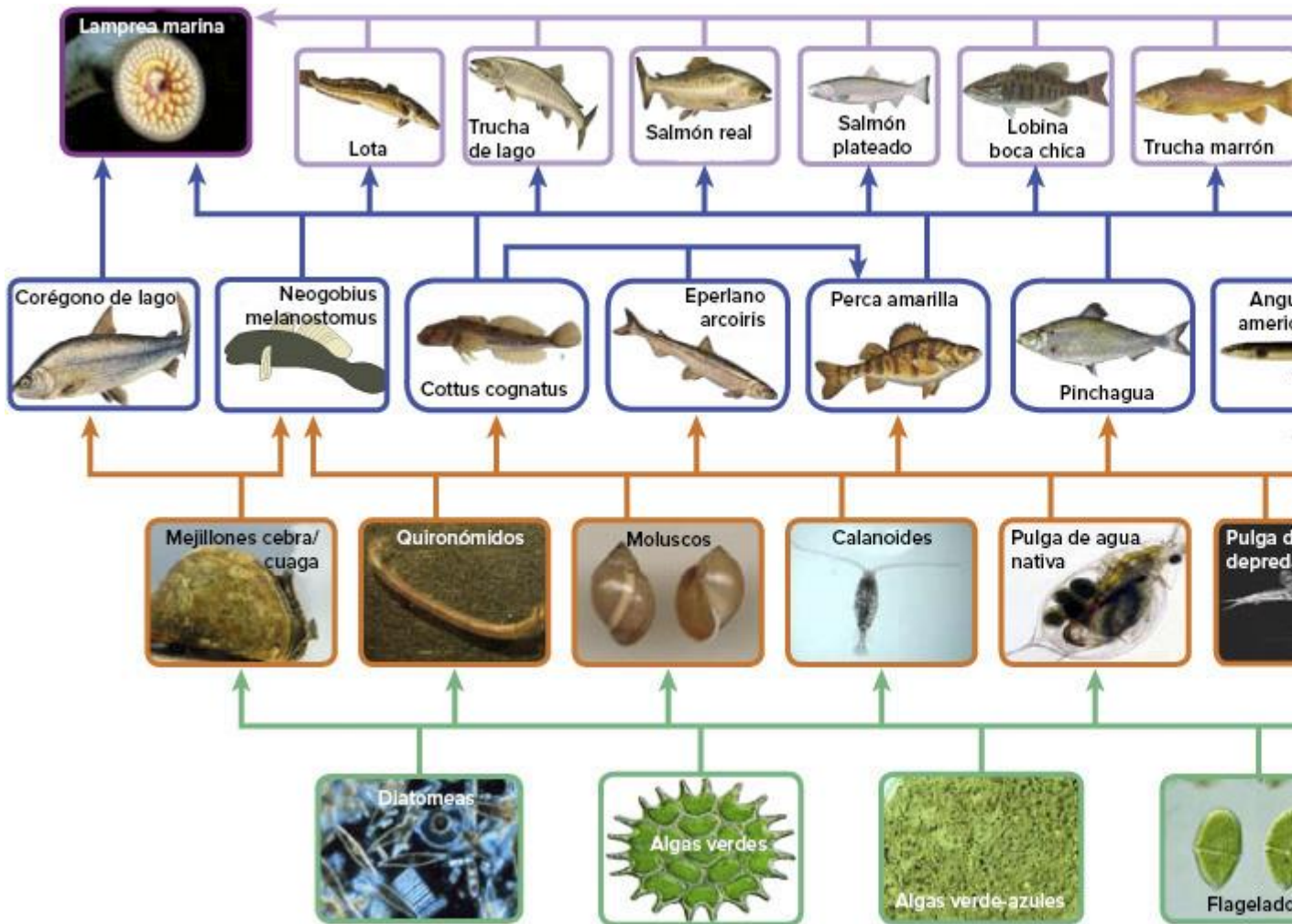
## Redes tróficas

Las cadenas alimentarias nos dan una imagen clara de quién se come a quién. Sin embargo, surgen algunos problemas cuando tratamos de usarlas para describir comunidades ecológicas completas.

Por ejemplo, un organismo a veces puede comer muchos tipos de presa diferentes o ser consumido por varios depredadores, incluyendo aquellos que se encuentran en distintos niveles tróficos. ¡Eso es lo que sucede cuando te comes una hamburguesa! La vaca es un consumidor primario y la hoja de lechuga es un productor primario.

Para representar estas relaciones con más precisión, podemos usar una *red trófica*, una gráfica que muestra todas las interacciones tróficas (asociadas a la alimentación) entre las diferentes especies de un ecosistema. El diagrama de abajo muestra un ejemplo de una red trófica del Lago Ontario. Los productores primarios están marcados en verde, los

consumidores primarios en naranja, los consumidores secundarios en azul y los consumidores terciarios en morado.



El nivel inferior de la ilustración muestra a los productores primarios, que incluyen diatomeas, algas verdes, algas verde azules, flagelados y rotíferos. El siguiente nivel incluye a los consumidores primarios que se comen a los productores primarios. Entre ellos están los copépodos calanoides y ciclopidos, las pulgas de agua, los rotíferos y los anfípodos. El camarón también come productores primarios. Los consumidores primarios son devorados por los consumidores secundarios, que generalmente son peces pequeños. A los peces pequeños se los



comen los peces grandes, consumidores terciarios. La perca amarilla, un consumidor secundario, come pequeños peces en su propio nivel trófico. La lamprea marina se come a todos los peces; de esta manera, la red trófica es una estructura compleja con capas entreteljadas.

Crédito de imagen: [Ecología de ecosistemas: Figura 5](#) por OpenStax College, Biology, [CC BY 4.0](#); obra original del NOAA, GLERL

En las redes tróficas, las flechas apuntan desde un organismo que es devorado hacia el que se lo come. Como muestra la red trófica de arriba, algunas especies pueden comer organismos de más de un nivel trófico. Por ejemplo, los camarones misidáceos comen tanto productores primarios como consumidores primarios.

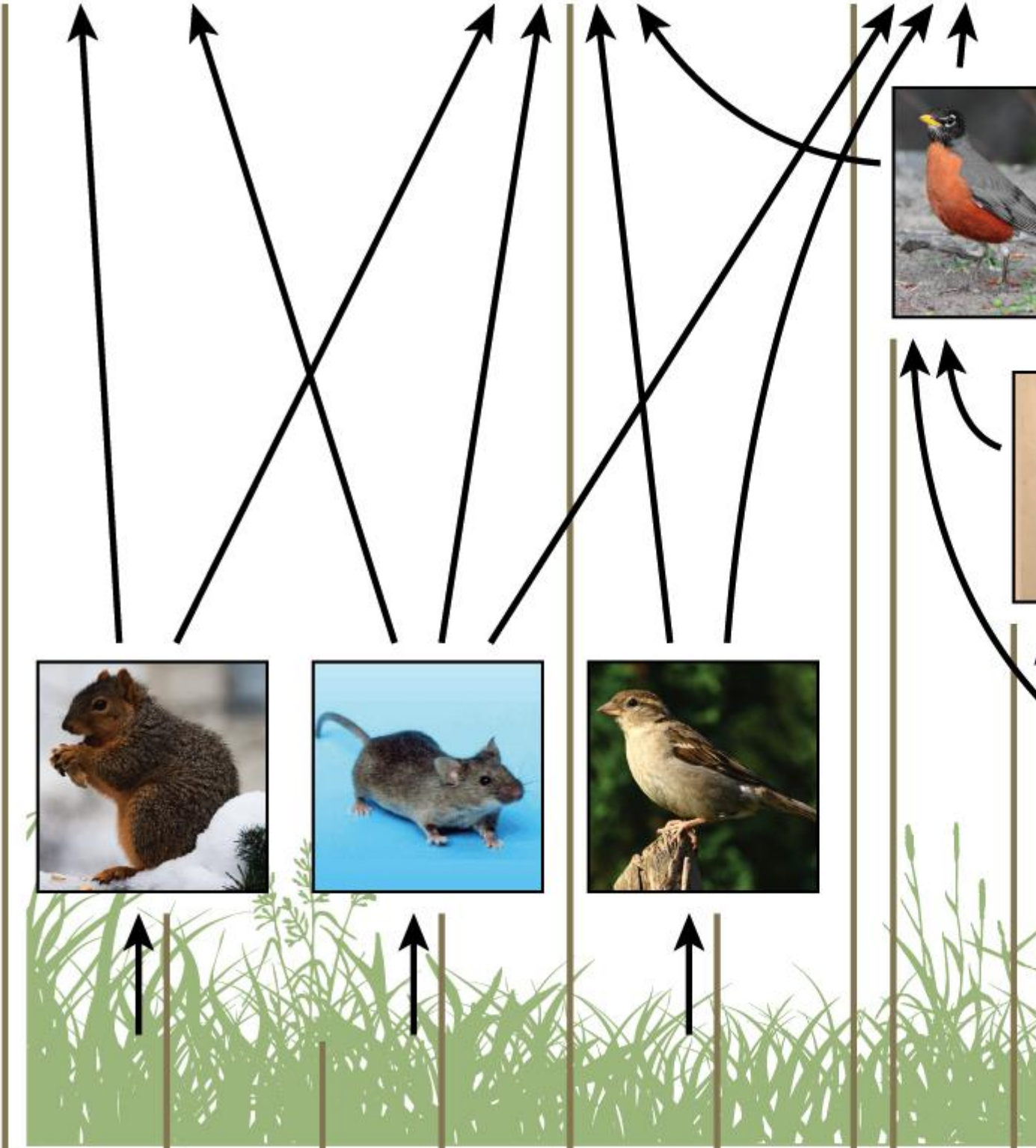
Pregunta extra: esta red trófica tiene una cadena alimentaria que vimos anteriormente en el artículo: algas verdes moluscos el pecesito *Cottus cognatus* salmón real. ¿Puedes encontrarla?

## **Redes tróficas de pastoreo contra redes tróficas de detritos**

Las redes tróficas normalmente no muestran a los descomponedores, puede que hayas notado que la red trófica del Lago Ontario que vimos anteriormente no lo hace. No obstante, todos los ecosistemas necesitan formas de reciclar la materia muerta y los desechos. Esto significa que los descomponedores en realidad están ahí, aunque no se los mencione mucho.

Por ejemplo, en el ecosistema de pradera que se muestra abajo, hay una **red trófica de pastoreo** de plantas y animales que

alimentan la **red trófica de detritos** de bacterias, hongos y detritívoros. La red de detritos se muestra en forma simplificada en la banda café que se encuentra en la parte inferior del diagrama. En realidad, consiste de varias especies relacionadas mediante interacciones de alimentación específicas, conectadas por flechas, como sucede con la red de pastoreo en la parte superior. Las redes de detritos pueden proveer de energía a las redes de pastoreo, como cuando un petirrojo come una lombriz de tierra.



El nivel inferior de la ilustración muestra a los descomponedores, entre los que se incluyen hongos, moho, lombrices de tierra y bacterias del suelo. El siguiente nivel por arriba de los descomponedores muestra a los productores: las plantas. El nivel superior a los productores muestra a los consumidores primarios que se comen a los productores, entre los que están las ardillas, los ratones, las aves que comen semillas y los escarabajos. A su vez, los consumidores primarios son devorados por los secundarios, como los petirrojos, cienpiés, arañas y sapos. Los consumidores terciarios como los zorros, los búhos y las serpientes, comen tanto consumidores primarios como secundarios. Finalmente, todos los consumidores y productores se convierten en alimento para los descomponedores.

Crédito de imagen: modificada de [El flujo de energía a través de los ecosistemas: Figura 5](#) por OpenStax College, Biology, [CC BY 4.0](#); para ver los créditos de imagen completos de las imágenes originales, consulta la ventana emergente que sigue.

[Créditos de imagen extendidos]

## **La eficiencia en la transferencia de energía limita la longitud de las cadenas alimentarias**

La energía se transfiere entre los niveles tróficos cuando un organismo se come a otro y obtiene las moléculas ricas en energía del cuerpo de su presa. Sin embargo, esta transferencia es ineficiente y esta ineficacia limita la longitud de las cadenas alimentarias.

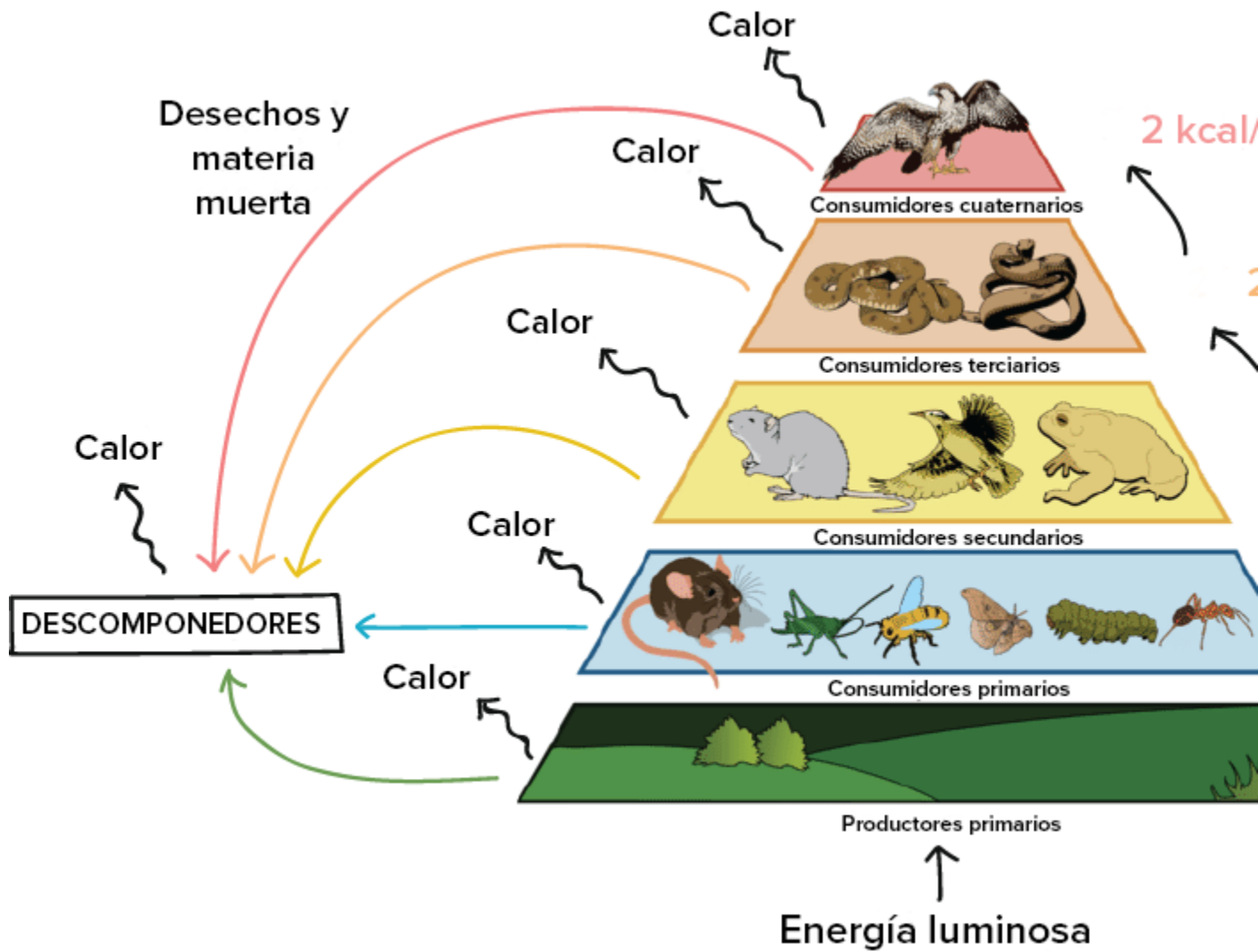
Cuando la energía entra en un nivel trófico, parte de ella es almacenada como biomasa, pasa a formar parte del cuerpo del

organismo. Esta es la energía que queda disponible para el siguiente nivel trófico, ya que solo la energía almacenada como biomasa puede ser consumida. Por regla general, solo alrededor del 10% de la energía almacenada como biomasa en un nivel trófico, por unidad de tiempo, termina como biomasa en el siguiente nivel trófico, en la misma unidad de tiempo. Es bueno tener en mente esta **regla del 10% de transferencia de energía**.

Como ejemplo, supongamos que los productores primarios de un ecosistema almacenan 20 000 kcal/m /año de energía en biomasa. Esta es también la cantidad de energía disponible por año para los consumidores primarios que se comen a los productores. La regla del 10% predice que los consumidores primarios solo almacenarán 2000 kcal/m /año de energía en sus cuerpos, lo que reduce la tasa a la que los depredadores — consumidores secundarios— pueden disponer de energía.

Este patrón de transferencia parcial limita la longitud de las cadenas alimentarias; después de cierto número de niveles tróficos, por lo general entre tres y seis, la energía que fluye es muy poca para mantener una población de un nivel superior.





Pirámide trófica que ilustra la regla de la transferencia del 10% de energía.

La energía luminosa es captada por los productores primarios.

Cantidad de energía almacenada como biomasa:

Productores primarios: 20 000 kcal por metro cuadrado por año

Consumidores primarios: 2000 kcal por metro cuadrado por año

Consumidores secundarios: 200 kcal por metro cuadrado por año

Consumidores terciarios: 20 kcal por metro cuadrado por año

Consumidores cuaternarios: 2 kcal por metro cuadrado por año

En cada nivel, la energía se pierde directamente como calor o en la forma de desechos y materia muerta que va a parar a los descomponedores. Finalmente, los descomponedores metabolizan los desechos y la materia muerta y liberan su energía en forma de calor también.

Crédito de imagen: modificación de [Ecological pyramid \(Pirámide ecológica\)](#) por CK-12 Foundation, [CC BY-NC 3.0](#)

¿Por qué sale tanta energía entre un nivel trófico y el siguiente?  
Estas son algunas de las razones principales que explican la transferencia de energía ineficiente :

- En cada nivel trófico, una cantidad significativa de energía se disipa como calor a medida que los organismos llevan a cabo la respiración celular y realizan sus vidas diarias.
- Parte de las moléculas orgánicas que consume un organismo no son digeridas y salen del cuerpo como heces, excrementos, en lugar de ser utilizadas.
- No todos los organismos individuales en un nivel trófico serán devorados por los organismos del siguiente nivel, algunos morirán sin haber sido consumidos.

Las heces y los organismos muertos no consumidos se convierten en alimento para los descomponedores, quienes los metabolizan y convierten su energía en calor mediante la respiración celular. Así que, la energía no desaparece en realidad, al final toda termina como calor.