



Red Alimentaria

Por Fábio dal Soglio. Fuente: Diccionario de Agroecología y Educación.

14/05/2025

Para el manejo correcto de los agroecosistemas es necesario comprender cómo obtienen su alimento las diferentes especies que los habitan, ya sean nativas o introducidas. Todos los seres vivos necesitan energía y materiales para su crecimiento y desarrollo, para producir las estructuras y compuestos que necesitan (la materia orgánica viva) y para mantener en funcionamiento sus sistemas de soporte vital. Esta energía y nutrientes necesarios para la vida se obtienen de los alimentos. Pero, mientras algunas especies producen sus propios alimentos, utilizando energía libre disponible y moléculas inorgánicas, otras no tienen esta capacidad y dependen de alimentos ya sintetizados. Como resultado, en cada ecosistema se establece una relación de dependencia, a distintos niveles (niveles tróficos), entre las especies que producen su alimento y las que dependen de otros organismos para alimentarse. Se forma así una cadena de interacciones ecológicas a partir de la alimentación, la cadena alimentaria o cadena trófica (del griego “*trophe*”, que significa alimento o nutrición).



Evidentemente, las interacciones alimentarias entre especies no son lineales, con plantas consumidas por herbívoros, que son cazados por depredadores que, al morir, son procesadas por descomponedores. Tenemos, por ejemplo, depredadores que pueden cazar a otros depredadores para alimentarse; u hongos del suelo que son descomponedores de materia orgánica muerta, pero que, en ciertas condiciones, se convierten en fitopatógenos, pasando a ser consumidores. Así, las interacciones alimentarias son, en realidad, complejas, formando una red de cadenas tróficas, conocida como red alimentaria o red trófica, que es como se tratará el concepto en este texto. Sin embargo, al ser un concepto más extendido y más fácil de aplicar, el término cadena alimentaria sigue siendo aplicando.

Niveles tróficos y flujo de energía en la red alimentaria

Las diferentes especies que conforman un ecosistema se pueden agrupar por niveles tróficos, caracterizados por las capacidades de estas especies para producir y/o consumir alimentos. Estos niveles tróficos son: productores, que son las especies capaces de sintetizar sus propios alimentos; consumidores, que se alimentan de otros organismos, vivos o muertos; y descomponedores que, al descomponer formas complejas de materia orgánica muerta, liberan nutrientes al ambiente. A lo largo de la red alimentaria, desde los productores primarios hasta los descomponedores, hay una transferencia de energía y nutrientes entre niveles tróficos, es decir, un flujo de energía y un flujo de materiales. En la Figura se presenta un esquema que representa las interacciones entre estos diferentes niveles tróficos y el flujo de energía.

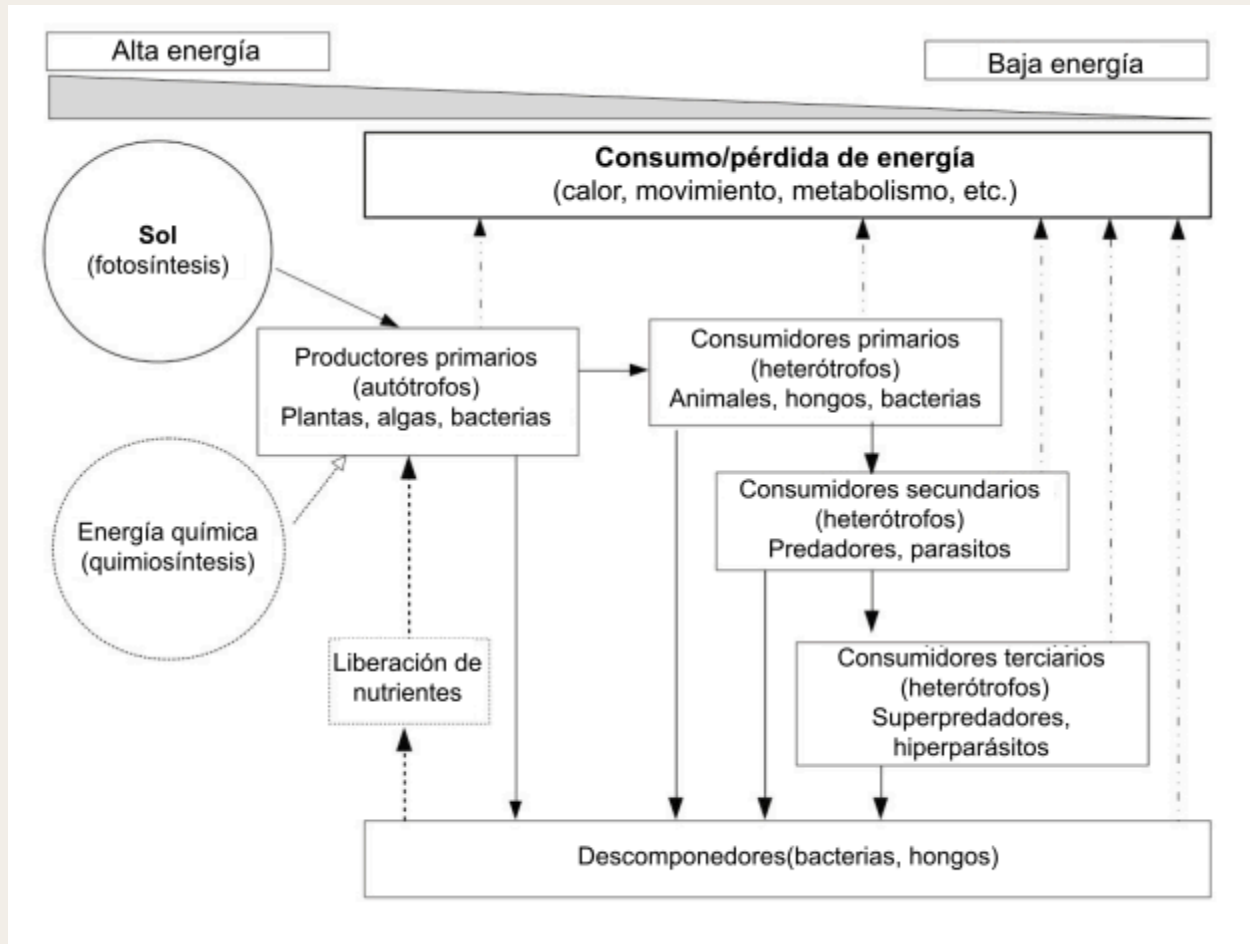


Figura 1 - Esquema general de la red trófica, que muestra las interacciones alimentarias y el flujo de energía en el ecosistema.

Los productores primarios son organismos autótrofos, es decir, son capaces de sintetizar moléculas orgánicas complejas, como azúcares, lípidos y aminoácidos, a partir de moléculas inorgánicas y una fuente de energía. Las principales moléculas inorgánicas que utilizan son aquellas que sirven como fuente de carbono, oxígeno e hidrógeno, como el dióxido de carbono (CO_2) y el agua (H_2O). Los organismos autótrofos que poseen clorofila, como las plantas y algunas algas y bacterias, realizan la fotosíntesis, utilizando la luz solar como fuente de energía y transformando las moléculas de CO_2 y H_2O en glucosa (que es un azúcar), liberando oxígeno (O_2). Otros organismos autótrofos aprovechan la energía liberada por reacciones químicas redox, mediante quimiosíntesis, en las que el resultado final es también la síntesis de azúcares. Ejemplos de organismos que realizan quimiosíntesis son: bacterias del hierro, que oxidan los compuestos de hierro (Fe); sulfobacterias o tiobacterias, que oxidan compuestos de azufre, principalmente sulfuro de hidrógeno (H_2S); y las nitrobacterias, o bacterias nitrificantes, que oxidan el amoníaco (NH_3) o el nitrito (NO_2^-), produciendo nitrato (NO_3^-), que es una fuente de nitrógeno para las plantas.



Los azúcares producidos en la fotosíntesis y la quimiosíntesis sirven como reserva de energía primaria que, cuando se necesita, puede liberarse mediante reacciones de oxidación. En algunos organismos, llamados aeróbios o aeróbicos, esta oxidación se produce durante la respiración, en presencia de oxígeno (O_2); la descomposición de los azúcares libera energía química, CO_2 y H_2O . En otros organismos, llamados anaerobios o anaeróbicos, esta descomposición se realiza en ausencia de oxígeno, utilizando otros compuestos como compuestos nitrogenados o derivados del azufre, y mediante fermentación, reacción en la que los azúcares no se descomponen por completo, produciendo compuestos más simples, como el alcohol (Lehninger; Nelson; Cox, 1993). Algunos organismos, como ciertos hongos y bacterias, pueden actuar como aeróbicos o anaeróbicos, según el entorno en el que se encuentran. La energía liberada cuando se descomponen los azúcares permite a los organismos sintetizar las demás moléculas orgánicas que necesitan o realizan trabajo. De este modo, la energía se transfiere a las nuevas moléculas formadas, o se pierde en forma de trabajo o calor.

Entre los organismos consumidores, llamados heterótrofos porque no sintetizan sus alimentos, existen diferentes formas de obtener y procesar los alimentos para obtener la energía y los nutrientes que necesitan para vivir. Hay consumidores aeróbicos obligatorios, consumidores anaeróbicos obligatorios y aquellos que sobreviven en presencia o ausencia de oxígeno. Los consumidores primarios se alimentan únicamente de los productores primarios o de parte de ellos. Es el caso de los herbívoros, como los animales rumiantes, que consumen exclusivamente plantas. Otros organismos se alimentan de otros consumidores. Estos pueden ser consumidores secundarios, que se alimentan de consumidores primarios, como las garrapatas que parasitan al ganado o los pequeños depredadores que se alimentan de conejos; o consumidores terciarios, que son super-depredadores (depredadores de otros depredadores), como las águilas que se alimentan de serpientes, o hiperparásitos (parásitos de otros parásitos), como los hongos del género *Trichoderma* que atacan a los hongos parásitos de las plantas.

Aunque muchas especies están especializadas en un determinado nivel trófico, algunas especies son más generalistas y ocupan diferentes niveles tróficos, dependiendo del entorno o etapa de vida en la que se encuentran. En los sírfidos, que son pequeñas moscas, por ejemplo, los adultos consumen néctar y polen, siendo consumidores primarios, mientras que las larvas son depredadoras de pulgones sobre las plantas, es decir, consumidoras secundarias (Silva et al., 2013).

En algunas interacciones ecológicas, como la simbiosis y el mutualismo, encontramos asociaciones de especies que, a pesar de encontrarse en diferentes niveles tróficos, se benefician entre sí. Tenemos como ejemplos, citados por Moreira y Siqueira (2006), bacterias fijadoras de nitrógeno, de los géneros *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, que forman asociaciones simbióticas con leguminosas, y hongos micorrízicos, que viven en



mutualismo (simbiosis obligatoria) con la mayoría de las plantas. En ambos casos, los microorganismos aportan nutrientes a las plantas y reciben de ellas azúcares. Odum (1983) también cita como ejemplo el caso de los líquenes, simbiosis entre hongos y algas o cianófitos (bacterias fotosintéticas), a menudo conocidos por ser colonizadores primarios, que habitan ambientes poco meteorizados, en los que la asociación beneficiosa entre los organismos involucrados es tal que siempre se reproducen juntos. En este caso, las algas o cianófitas realizan la fotosíntesis, y son por tanto las productoras primarias, mientras que los hongos les aportan agua y protección, recibiendo a cambio el alimento sintetizado.

Algunos organismos son mixótrofos, es decir, son productores y consumidores. Es el caso de las plantas carnívoras, que si bien realizan la fotosíntesis, también se alimentan de insectos que quedan atrapados en sus trampas; y de algunas algas, como las del género *Euglena*, que pueden tanto realizar la fotosíntesis como alimentarse de diferentes compuestos orgánicos mediante fagocitosis (Schmidt; Raven; Paungfoo-Lonhienne, 2013).

Al final de la red alimentaria se encuentran los organismos descomponedores, que reciclan la materia orgánica muerta. Los descomponedores, generalmente microorganismos, adquieren energía descomponiendo compuestos orgánicos más complejos, como azúcares, proteínas, ácidos nucleicos y lípidos, y liberando nutrientes en forma de compuestos más simples que luego están disponibles para los productores primarios, reiniciando la red alimentaria. En el proceso de descomposición pueden aparecer varios organismos, cada uno de ellos más adaptado a diferentes condiciones ecológicas o especializado en la descomposición de determinados compuestos orgánicos. Algunos organismos pueden actuar como descomponedores de materia orgánica, bajo determinadas condiciones ambientales, convirtiéndose en consumidores si se modifican dichas condiciones. Este es el caso de varios microorganismos que normalmente se encuentran como descomponedores de la materia orgánica del suelo, y que pueden pasar a actuar como patógenos si se presenta la oportunidad.

Algunos organismos son llamados polípagos u omnívoros, ya que pueden alimentarse de una gran diversidad de fuentes de alimento, incluyendo tanto productores como consumidores e incluso descomponedores. Este es el caso del ser humano, que posee un sistema digestivo adaptado para procesar diversos alimentos. Por otro lado, como ocurre en los humanos, muchos organismos no sólo se alimentan de fuentes de carbono y minerales, sino que también requieren fuentes de algunos compuestos complejos que no pueden sintetizar, como vitaminas o aminoácidos, que deben obtenerse de los alimentos. Así, incluso un organismo omnívoro, que puede utilizar una amplia gama de alimentos, puede requerir alguna fuente nutricional específica para completar su desarrollo satisfactoriamente.



Según Odum (1983), el flujo de energía se produce en una única dirección, y esta energía se consume y se pierde a lo largo de la cadena alimentaria. Así, los productores primarios adquieren energía de una fuente de alto valor energético, la luz solar, y la acumulan en los alimentos que sintetizan y que serán la base de la red trófica. Estos alimentos son utilizados en parte por los productores, y luego por los consumidores y descomponedores, y la energía inicial se consume para producir trabajo o se pierde en forma de calor, hasta un sumidero final. A través de la red alimentaria las pérdidas de energía en cada nivel trófico son considerables, llegando hasta el 90% (Odum, 1983). Así, los productores acumulan, en forma de masa, más energía que los consumidores primarios; estos, a su vez, acumulan más energía que los consumidores secundarios; y así sucesivamente. Esto explica por qué podemos considerar la producción vegetal más eficiente, desde el punto de vista energético, que la producción animal, y por qué no tenemos granjas de animales carnívoros.

La red alimentaria y el manejo de los agroecosistemas

Como hemos visto, las redes alimentarias están conectadas con el flujo de energía y la productividad, en términos de biomasa, de un ecosistema. Esto significa que el manejo correcto de un agroecosistema puede dirigir el flujo de energía hacia las funciones ecológicas deseadas, beneficiando especies e interacciones prioritarias para la agricultura. Si bien existen algunas reglas generales que pueden resultar útiles para la conservación del suelo, el agua y la biodiversidad, para el correcto manejo de los agroecosistemas es necesario comprender las tendencias naturales de las redes tróficas, considerando las condiciones ecológicas locales y los efectos de las diferentes prácticas agrícolas.

Muchas prácticas de manejo comunes en la agricultura convencional, como el arado, la incorporación de residuos de cultivos al suelo, la aplicación de agrotóxicos y el monocultivo, perjudican el flujo de energía y materia orgánica en el sistema. Por ejemplo, el uso de arado en un suelo tropical provoca compactación e incorporación de materia orgánica no descompuesta en niveles profundos del suelo, aumentando la actividad anaeróbica en el mismo, lo que provoca liberación de gas metano (CH_4), tóxico, en vez de CO_2 (Primavesi, 2012). El metano también tiene, proporcionalmente, mayor potencial que el CO_2 como causante del efecto invernadero (Forster, 2007). Los monocultivos reducen la disponibilidad de alimentos para el mantenimiento de diferentes grupos funcionales, como agentes de control biológico, aumentando la población de organismos no deseados (Nichols, 2006). Los pesticidas, ya sean químicos o biológicos, afectan las redes tróficas, a veces no intencionalmente, ya que alteran la biodiversidad funcional, tanto de forma directa en especies susceptibles a los ingredientes activos, como



indirecta, cuando eliminan de la red trófica una especie que es clave para la supervivencia de otras.

Por otro lado, existen prácticas que resultan beneficiosas para los agroecosistemas, favoreciendo la captura de energía en el sistema y la acumulación de biomasa. Es el caso de los sistemas agroforestales, donde los árboles provocan un aumento de la biodiversidad funcional, proporcionando alimento y protección a varias especies, y también un aumento de la captación de luz en el sistema y la acumulación de biomasa, con efectos positivos sobre la estructura del suelo y la fertilidad (Coelho, 2012). Asimismo, el uso de barreras vegetales y corta-vientos, que alteran el microclima en el agroecosistema, interfieren con la distribución de insectos o patógenos especializados, es decir, aquellos que atacan sólo a determinadas plantas, contribuyendo también a la regulación biótica, al servir como reservorio de agentes de control biológico, como depredadores, por ejemplo arañas y avispas, o parásitos, como microorganismos que atacan a otros microorganismos o causan enfermedades en insectos dañinos.

Conclusión

Existen varias posibilidades para gestionar las redes alimentarias en los agroecosistemas y, como resultado, lograr mayores niveles de productividad en la agricultura. Sin embargo, para desarrollar agroecosistemas más sostenibles, además de la productividad, debemos tener en cuenta sus otras propiedades, como la sostenibilidad ambiental, la autonomía, la equidad y la estabilidad. La red de interacciones alimentarias en cada ecosistema tiene sus especificidades y está condicionada por características físicas y ecológicas que varían considerablemente en el tiempo, a lo largo de los días y las estaciones, y según las condiciones climáticas; por lo tanto, para cada entorno y para cada situación existen diferentes respuestas al comportamiento de las redes alimentarias. Se pueden utilizar reglas generales para el manejo del suelo, el agua y la biodiversidad, y para mejorar el flujo de energía y biomasa, pero hay que tener en cuenta la experiencia y el conocimiento acumulado en cada ecosistema, adaptando las prácticas de manejo a los contextos locales. Además, como resultado de las interacciones ecológicas entre especies se produce un largo proceso de coevolución, en el que se debe priorizar un manejo que beneficie a las especies nativas, tanto en la biodiversidad gestionada como en la biodiversidad asociada, lo que generalmente resulta en el establecimiento de redes alimentarias que son más eficientes en la acumulación de energía y la producción de biomasa.

Referencias



COELHO, G. C. Sistemas Agroforestales. São Carlos: Rima, 2012. 206p.

FORSTER, P. et al. Cambios en los constituyentes atmosféricos y en el forzamiento radiativo. En: Solomon, S. et al. (ed.). Cambio climático 2007: la base de la ciencia física. Cambridge: Prensa de la Universidad de Cambridge. 2007.

LEHNINGER, AL; NELSON, DL; COX, M. M. Principios de bioquímica. 2. ed. Nueva York: Worth, 1993. 1.013p.

MORIR A, F. M. S.; SIQUEIR A, J. O. Microbiología y Bioquímica del Suelo. 2da ed. actual. Edición ampliada. Lavras: Editora UFLA, 2006.

NICHOLS, C. I. Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. Agroecología, n. 1, 2006, p 37-48, 2006.

ODUM, E. P. Ecología. Río de Janeiro: Ed. Guanabara, 1983. 434 p.

PRIMAVESI, A. Suelo: la base de la vida en nuestro globo. São Paulo: Unesp, 2012. 13p. Disponible en: <https://www.fca.unesp.br/Home/Extensao/GrupoTimbo/Osolo-AnaPrimavesi>. Acceso: 5 de abril. 2021.

SCHMIDT, S.; CUERVO, JA; PAUN GFOO -LON HIENNE, C. La naturaleza mixotrófica de las plantas fotosintéticas. Biología funcional de las plantas, n. 40, pág. 425-438, 2013.

SILVA, A. C. et al. Guía para el reconocimiento de enemigos naturales de plagas agrícolas. Brasilia: Embrapa, 2013.

Más información

GONÇALVES, P. A. S.; SILVA, C. R. S. Efecto de las especies vegetales en bordes de cebolla sobre la densidad poblacional de trips y sírfidos depredadores. Horticultura Brasileña, v. 21, núm. 4, pág. 731-734, 2003.
