

Ecología, regulación y manejo del ambiente

2016

Unidad 3b- Comunidades

Pablo E. Villagra

La resolución de muchos problemas implica conocer las propiedades y el funcionamiento de sistemas biológicos integrados por un número más o menos grande de especies. Ejemplos de estos problemas son el aprovechamiento de bosques naturales, la restauración de áreas degradadas y el manejo de sistemas pastoriles.

La existencia de diferentes poblaciones interactuando entre sí y con el ambiente físico que comparten determina la aparición de propiedades y funcionamientos diferentes a los que exhibiría cada una de esas poblaciones si utilizara ese mismo ambiente en forma individual. Las relaciones complejas que establecen las poblaciones de diferentes especies entre sí y con el medio físico que habitan determinan la existencia de las **comunidades bióticas**.

Evidentemente, la naturaleza de la comunidad es más que la simple suma de las especies que la constituyen, es decir que existen **propiedades emergentes** que aparecen cuando la comunidad es el centro de atención y que no se observan cuando se analizan las poblaciones individuales que las componen. En el caso de las comunidades ecológicas, son ejemplos de propiedades emergentes la diversidad de especies, la estructura de la red trófica, la productividad, etc.

Ya hemos discutido que una comunidad puede ser definida en cualquier tamaño, **escala o nivel de jerarquía** y que ninguno es más legítimo o válido que los otros. El nivel apropiado para la investigación depende de las preguntas planteadas.

Diversidad de la comunidad

(Begon et al., 1988)

Un modo de caracterizar a una comunidad consiste simplemente en establecer un recuento de las especies existentes en ellas. El número de especies presentes se denomina **riqueza de especies**.

Sin embargo, cuando la composición de la comunidad se describe simplemente en términos del número de especies presentes se ignora completamente un aspecto importante de la estructura de la comunidad, la información de que algunas especies son comunes y otras raras. De modo intuitivo, una comunidad con 10 especies representadas todas ellas por el 10 % de la biomasa parece más diversa que una que tiene el mismo número de especies pero que una tiene el 90 % de la biomasa y las otras alrededor del 1 % cada una. Por esto, al considerar la **diversidad** de una comunidad debe tenerse en cuenta la riqueza de especies y la proporcionalidad de las abundancias de las especies dentro de la comunidad. La regularidad con que se distribuyen los individuos o la biomasa dentro de la comunidad se denomina **equitatividad**. Una comunidad es diversa cuando es difícil predecir la especie de un individuo elegido al azar, y poco diversa cuando puede hacerse con precisión.

$$\boxed{Diversidad = riqueza * equitatividad}$$

Una forma de calcular la diversidad de una comunidad y poder compararlas entre sí, es mediante índices que combinan riqueza de especies y abundancia de estas. Los índices más comunes son:

$$\begin{aligned} \text{Índice de Simpson (D); } D &= 1 / \sum \pi_i^2 \\ \text{Índice de Shannon (H); } H &= -\sum \pi_i \times \ln \pi_i \end{aligned}$$

Donde π_i representa la proporción de especies i en biomasa, cobertura o número de individuos con respecto a la biomasa, cobertura o número de individuos de todas las especies de la comunidad

Una forma de representar la distribución de las especies dentro de la comunidad son las **curvas de rango-abundancia**, en las que se ordenan las especies en forma decreciente de acuerdo a su abundancia proporcional. La forma de la curva resultante es una expresión de la riqueza y equitatividad de la comunidad (Fig. 1).

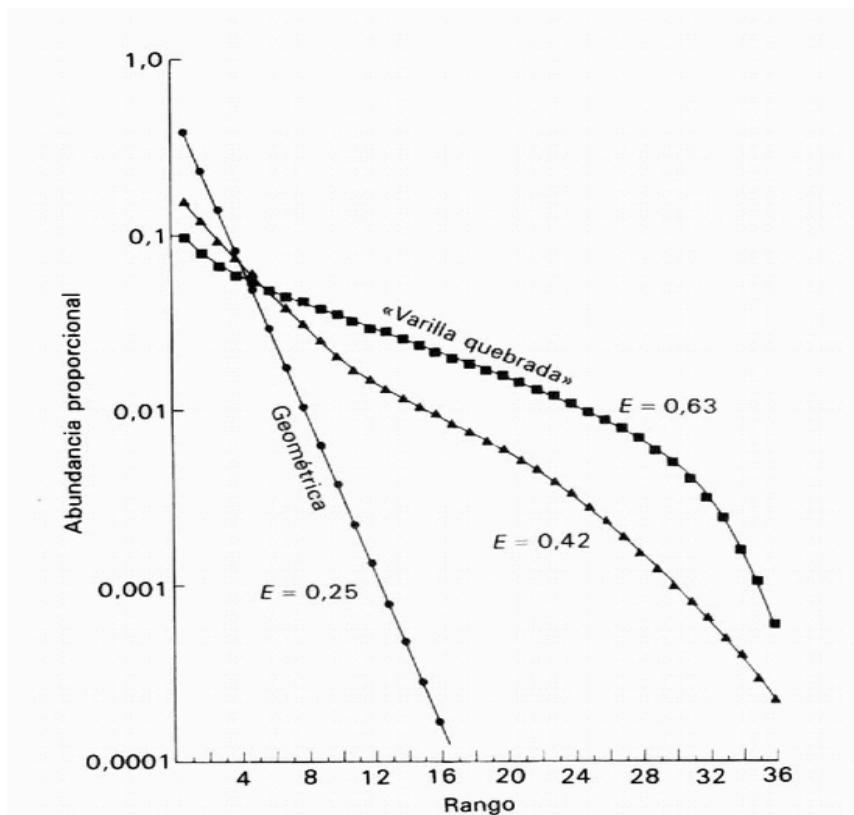


Fig. 1 – Ejemplo de diagrama de rango-abundancia para tres comunidades hipotéticas. Se presentan los valores de equitatividad para cada una de ellas (E).

Esquema de la comunidad en el espacio

(Begon et al., 1988; Fuentes, 1989)

¿Son las comunidades entidades discretas con límites estrictos? Durante los primeros veinticinco años de este siglo se discutió considerablemente acerca de la naturaleza de la comunidad. Clemens (1916) hablaba de la comunidad como una especie de **superorganismo**, cuyas especies miembros estaban estrechamente vinculadas tanto en el momento actual como en su historia evolutiva común. Así, los individuos, las poblaciones y las comunidades mantendrían relaciones entre sí

similares a las existentes entre células, tejidos y organismos. En cambio, el concepto **individualista** propuesto por Gleason (1926) considera a la relación entre las especies coexistente simplemente como el resultado de las similitudes de sus necesidades y tolerancias (y en parte como resultado de la casualidad). Según esta idea, los límites de las comunidades no tienen que ser estrictos, y las asociaciones de especies serían mucho menos predecibles que lo enunciado por el concepto de los superorganismos.

La opinión actual se acerca bastante al concepto individualista. Una localidad determinada, en virtud de sus condiciones físicas, posee una asociación de especies razonablemente predecible (Fig. 2). Sin embargo, es probable que una de esas especies se encuentre en otra localidad asociada a especies diferentes, respondiendo a diferentes condiciones físicas. De esta forma, los factores que determinan la composición de la comunidad son los siguientes:

- La amplitud ecológica de las especies.
- Los diferentes límites de tolerancia y necesidades ambientales de las especies.
- La capacidad de utilización de los recursos por la especies.
- Las diferencias entre los individuos de las especies.
- Las interacciones entre las especies que afectarán positiva o negativamente la presencia de una población en la comunidad.
- La capacidad de dispersión de las especies ya que ningún sitio va a ser ocupado por una especie que previamente no se haya dispersado hacia él.

Por esto, salvo en los casos en que se observan cambios bruscos en las condiciones ambientales, no cabe esperar límites discretos en las comunidades.

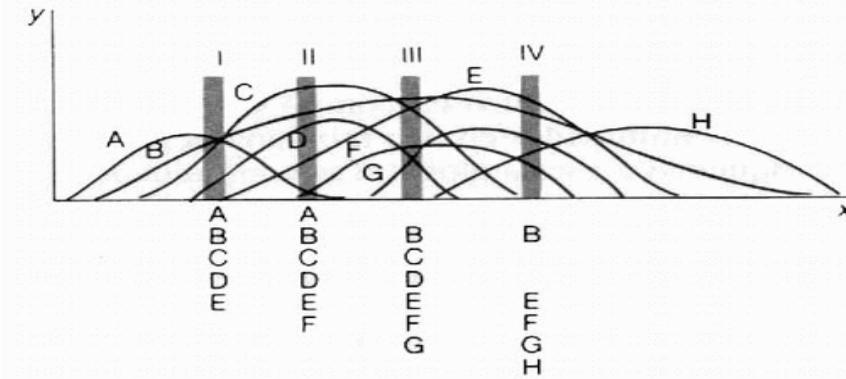


Fig. 2 – Composición de comunidades en cuatro localidades. El eje y corresponde a la abundancia proporcional de cada especie. El eje x describe la variación continua de un factor ambiental (ej. altitud, humedad del suelo, etc.)

Esquemas de la comunidad en el tiempo: la sucesión.

(Begon et al., 1988)

Del mismo modo que la importancia relativa de las especies varía en el espacio, sus esquemas de abundancia pueden cambiar también con el tiempo. La secuencia temporal de aparición y desaparición de las especies responde a los cambios a través del tiempo de las condiciones, los recursos y la influencia de las otras especies.

En este contexto, la **sucesión ecológica** es el esquema continuo, direccional y no estacional de colonización y extinción de las poblaciones de especies en una localidad.

Entendemos como **sucesión primaria** a aquella que se inicia en un sustrato nuevo, por ej. cenizas volcánica. La **sucesión secundaria** ocurre cuando la comunidad es destruida o disturbada (ej. incendio) pero la composición biótica preexistente influye en el curso del proceso sucesional.

La sucesión puede ser influenciada principalmente por los cambios en las variables ambientales o por las interacciones entre los organismos y los cambios en el ambiente que estas producen. Los atributos vitales o las estrategias de vida de las especies influyen en gran medida en su papel en la sucesión.

Las etapas iniciales de la sucesión, se caracterizan por especies que invierten gran parte de la energía en la reproducción, dejando gran número de descendientes, pero con escasa capacidad competitiva; estas especies se llaman **r estrategas**. En las etapas tardías, las especies características presentan una gran capacidad competitiva, invirtiendo menor cantidad de energía en reproducción, estas especies se conocen como **K estrategas**.

En los primeros estudios realizados sobre la sucesión se suponía que el sistema alcanzaba inexorablemente un estado final de equilibrio. Este estado final o **climax** sólo dependería de las condiciones climáticas de la región. Posteriormente, se observó que numerosos factores, como perturbaciones naturales o humanas, diferencias locales de suelo, o la presencia de diferentes especies, pueden alterar el proceso. Esto da lugar a diferentes situaciones de equilibrio, cada una de ellas considerada un climax. Esta hipótesis se llama la **hipótesis del policlimax**.

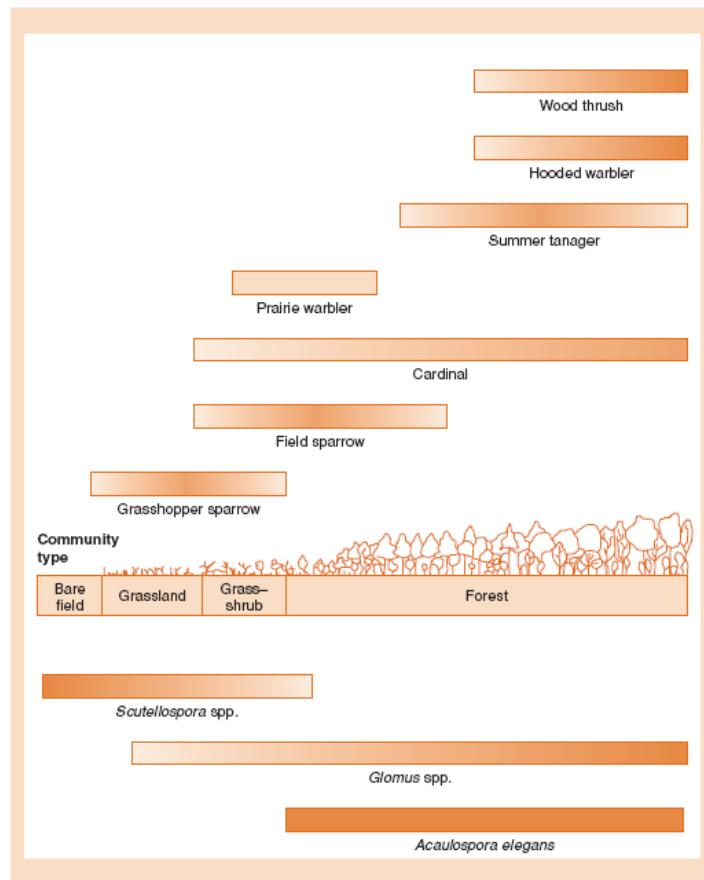


Figura nº 3: Ejemplo de reemplazo de especies a lo largo de una sucesión ecológica. Nótese que el cambio de especies se da simultáneamente en los distintos tipos de organismos: vegetación, hongos del suelo, aves (Extraído de Begon et al. 2006).

Flujo de energía y ciclo de materiales

(Begon et al., 1988; Odum & Sarmiento, 1998; Ricklefs, 1998)

Vamos a tratar ahora dos atributos propios de los ecosistemas como son: a) la partición de la energía radiante y su transferencia entre los distintos organismos y b) la circulación de materiales.

Los ecosistemas están compuestos por organismos que transforman y transfieren energía y compuestos químicos. La fuente de energía inicial para todos los ecosistemas es el sol.

Considerando el modo en que consiguen la energía, los organismos se pueden clasificar de la siguiente forma (Fig. 4):

- Productores primarios o autótrofos: obtienen la energía directamente como energía radiante del sol.
- Consumidores primarios o herbívoros: obtienen la energía al consumir plantas.
- Consumidores secundarios o carnívoros: obtienen la energía a partir de otros consumidores, ya sean primarios o secundarios.
- Descomponedores: obtienen energía a partir de los desechos y restos dejados por organismos de todas las redes tróficas incluidos ellos mismos. Colaboran en la transformación de los mismos a sustancias químicas simples que las productores primarios requieren para su subsistencia.

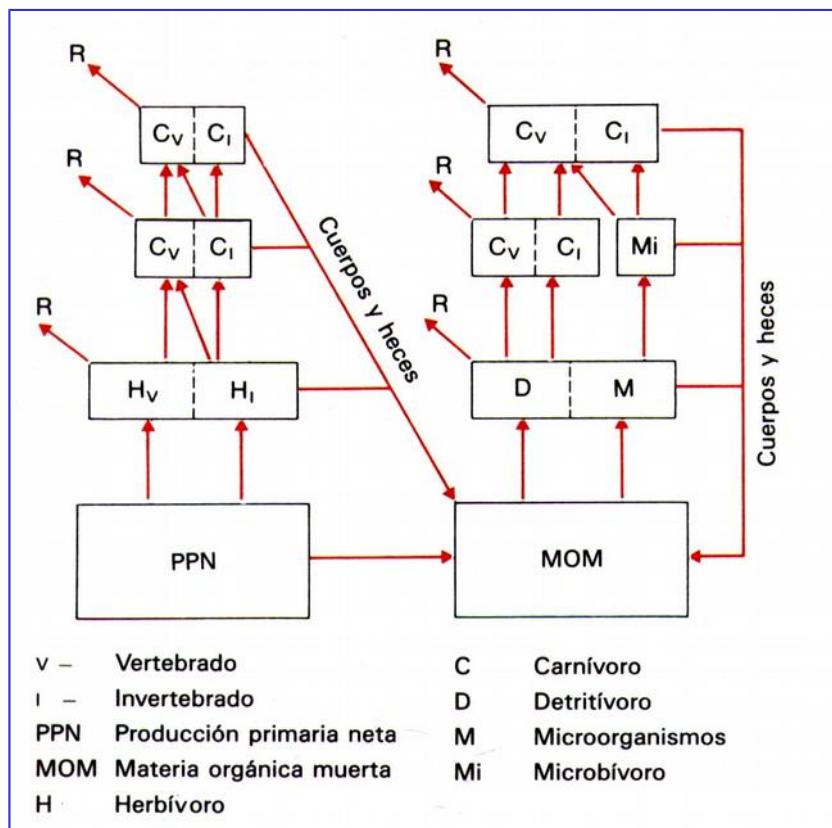


Fig. 4 – Modelo generalizado de la estructura trófica y el flujo de energía de una comunidad terrestre.

De acuerdo a lo anterior, debemos resaltar algunos conceptos:

- La energía que aprehenden los autótrofos por unidad de tiempo y de área (**productividad primaria**) limita la cantidad de energía que puede fluir a los eslabones tróficos superiores de la comunidad.
- El ecosistema se comporta como un acumulador biológico de energía ya que, luego de ser atrapada por los autótrofos, ésta se disipa lentamente en forma de calor mientras fluye por la comunidad. Por esto, los niveles tróficos superiores disponen de menos energía que el nivel trófico anterior.
- El flujo de energía a través de los distintos niveles tróficos está compuesto a su vez por una serie de flujos parciales que el hombre pueden estar interesado en controlar. (Fig. 5). Por ej. en un sistema pastoril se puede reducir la pérdida por respiración proveyendo de abrigo y sombra al ganado, o reducir el flujo de energía no utilizado aumentando la proporción de especies palatables. Sin embargo, medidas tendientes a maximizar el flujo de energía en un sentido pueden tener efectos no deseados en otros; por ej, al tratar de aumentar la productividad secundaria mediante una drástica reducción de lo que se acumula en el sistema (PNC) podría reducir peligrosamente el aporte de materia orgánica al suelo y alterar, en el largo plazo, su estructura.

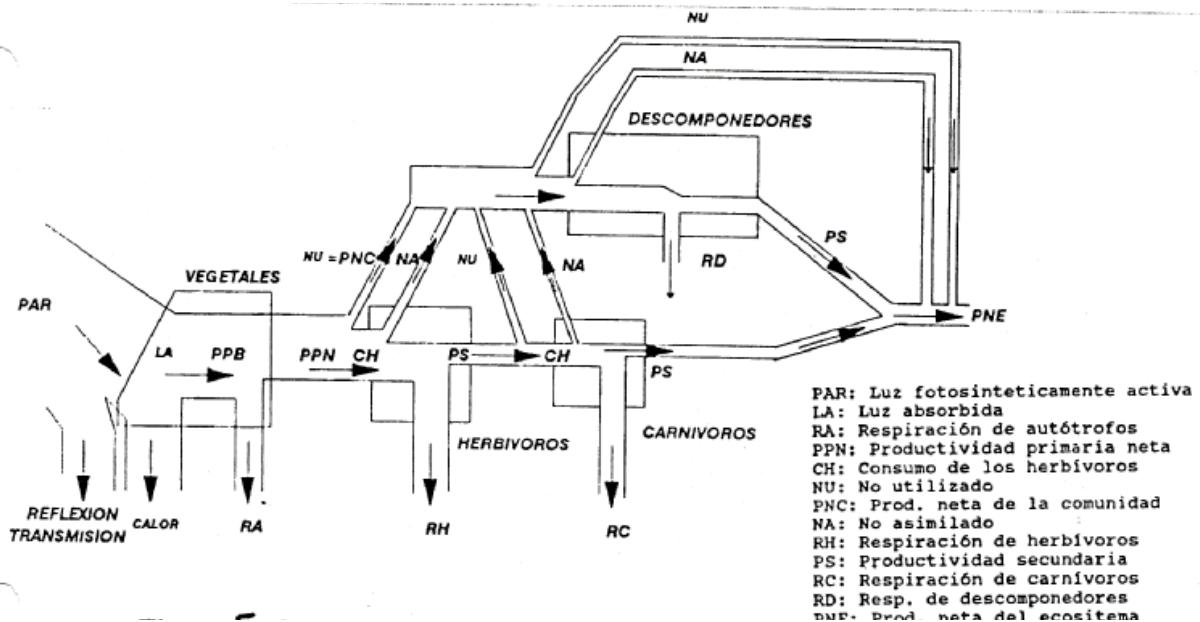


Figura 5. Flujo de energía en el ecosistema

Durante la mayor parte del tiempo, la materia y la energía siguen las mismas vías en las comunidades. Sin embargo, mientras la energía nunca cicla, los materiales pueden ciclar. Se dice que sólo pueden y no que deben ciclar porque, por lo general, en un área hay entradas y salidas netas de elementos (incluida energía). Son pocos los casos de áreas totalmente cerradas al flujo de materiales (Fig. 6)

El carbono y los llamados nutrientes minerales (nitrógeno, fósforo, etc.) se hallan a disposición de las plantas en forma de moléculas inorgánicas en el aire o disueltas en el agua. En ambos casos pueden ser incorporados por las plantas a los compuestos químicos inorgánicos complejos de la biomasa. Sin embargo, quedan de nuevo disponibles cuando los compuestos químicos son metabolizados, ya sea dentro de los mismos organismos o por actividad de los descomponedores.

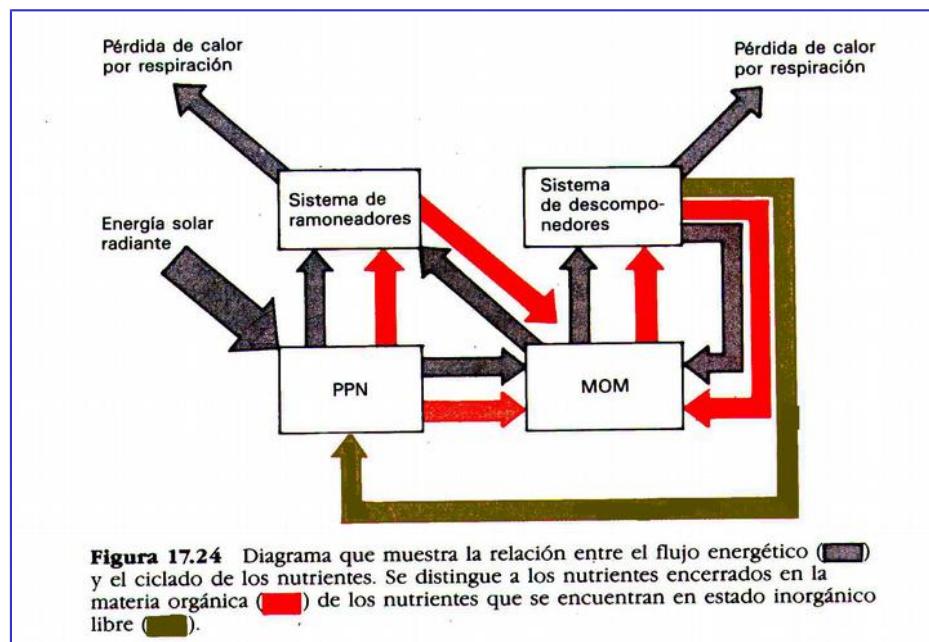


Fig. 6. Diagrama que muestra la relación entre el flujo energético y el ciclado de nutrientes. Se distingue a los nutrientes encerrados en la materia orgánica de los que se encuentran en estado inorgánico libre.

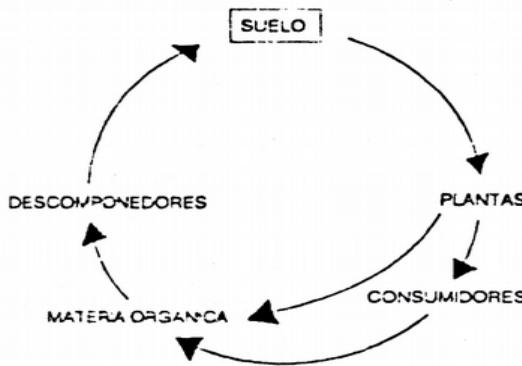
Debido a que los ciclos de materiales incluyen tanto los componentes bióticos como los abióticos de los ecosistemas se los llama **ciclos biogeoquímicos**. Pueden reconocerse dos tipos de ciclos: los atmosféricos y los sedimentarios (Fig. 7) . Ejemplos de los primeros son los ciclos del carbono, oxígeno y nitrógeno que tienen en la atmósfera su principal reservorio abiótico, por este motivo estos ciclos adquieren dimensión global o. El grupo de los ciclos sedimentarios incluye al del fósforo, el potasio, el calcio, el azufre, el hierro y otros elementos. Todos estos elementos son poco móviles en el suelo por lo que los ciclos se dan en una escala localizada al menos en el corto plazo. Para estos elementos, la principal reserva abiótica está en el suelo.

No es nuestro objetivo describir detalladamente cada uno de los ciclos de los distintos elementos, ya que han sido discutidos en otras materias, sin embargo es importante destacar algunos aspectos de estos ciclos que son de importancia en el funcionamiento de los ecosistemas.

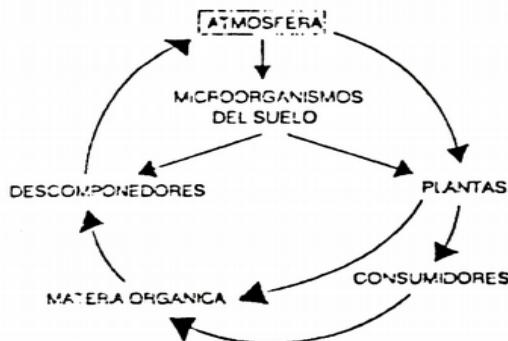
La vía específica seguida por una sustancia, la velocidad y magnitud del ciclo depende de la característica de la sustancia y de la estructura trófica del ecosistema.

Los ciclos de los distintos materiales están interrelacionados, por lo que si alguna etapa de un ciclo se ve limitada por algún motivo, es posible que otros ciclos se vean limitados (Ej. la escasez de agua en un ambiente limita la absorción de CO₂ por las plantas).

La cantidad de nutrientes es limitada por lo que la velocidad con que se reciclan limita la productividad de un ambiente. La velocidad de descomposición, y por lo tanto de reciclaje, es función de la temperatura. Por eso la proporción de nutrientes en la biomasa viva aumenta desde los polos hacia el ecuador. Esto se debe a que los procesos de descomposición en las regiones frías son muy lentos por lo que los nutrientes se acumulan en la materia orgánica muerta (ej. turba); en cambio en las condiciones climáticas de la selva (cálido y húmedo), favorecen la descomposición y la liberación de los nutrientes, pero al mismo tiempo favorecen la absorción de los mismos por las plantas, por lo que la mayor parte de los nutrientes se encuentran en la biomasa viva.



Ciclo atmosféricico



Ciclo sedimentario

Fig. 7. Esquema idealizado de los dos tipos de ciclos biogeoquímicos: A) Ciclos atmosféricos y B) Ciclos sedimentarios.

Generalmente, los ciclos no son cerrados ya que el ecosistema recibe suministros adicionales y cede materia a otros sistemas. Las principales vías de importación y exportación de nutrientes se expresan en la siguiente tabla.

| Vías de importación | Vías de exportación |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Precipitaciones | Salida con los ríos y escorrentías |
| Inmigración biótica | Emigración biótica |
| Fijación desde la atmósfera | Liberación a la atmósfera |
| Aplicación de fertilizante | Recolección y cosecha humana |
| Contaminación | |

Este tema es importante desde el punto de vista del manejo porque el hecho de incrementar la salida de nutrientes en la cosecha afecta la productividad del ambiente. Además, se ha observado que cuando se corta el ciclo en alguno de sus pasos (ej. extracción de la biomasa vegetal por tala), se aumenta la exportación de nutrientes por otras vías como la salida con los ríos debida al aumento de las escorrentías.

El agua es un caso especial porque es a su vez un importante vehículo para la transferencia de sustancias en los ciclos biogeoquímicos y a su vez ella misma cumple un ciclo.

Una característica común en los ciclos biogeoquímicos es la existencia de grandes reservorios que están ligados a pequeñas reservas utilizables, las que son sumamente lábiles y dependientes de ingresos continuos para su mantenimiento.

Las actividades humanas han influido de un modo u otro en la estructura trófica, el flujo de energía y los ciclos de materiales. Ejemplo de esto son los subsidios de energía que se aplican a los sistemas agrícolas, permitiéndole mantener una alta productividad, y la incorporación de materiales a diversos ecosistemas a través de liberación contaminantes a la atmósfera y cursos de agua. En el caso del agua, el aumento de materia orgánica produce la eutrofificación de los lagos, este proceso se caracteriza por un aumento de la productividad debido a la mayor disponibilidad de nutrientes pero que al mismo tiempo produce una disminución de la concentración de oxígeno matando las poblaciones de peces. Respecto de la atmósfera, la liberación de CO₂ debido a la combustión de petróleo y gas está aumentando la concentración de este gas en la atmósfera (desbalance entre entradas y salidas). El CO₂ es uno de los gases responsables del efecto invernadero.

Bibliografía

- Begon, M., J.L. Harper & C.R. Townsend. 1988. *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades*. Ediciones Omega. Barcelona. 885 pp.
- Fuentes, E. 1989. *Ecología: Introducción a la teoría de poblaciones y comunidades*. Primera. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile. 281 pp.
- Odum, E.P. & F.O. Sarmiento. 1998. *Ecología. El puente entre la ciencia y la sociedad*. McGraw-Hill Interamericana. 343 pp.
- Ricklefs, R.E. 1998. *Invitación a la Ecología*. Editorial Panamericana. Buenos Aires. 692 pp.