

ECOLOGÍA Y FUNCIONAMIENTO DE ECOSISTEMAS

Jorge Pérez Quezada (jorgepq@uchile.cl)

Departamento de Ciencias Ambientales y RRNNRR

Temario



1. Conceptos de Ecología

- ☐ Definiciones, historia, niveles jerárquicos, estructura-funcionamiento
- ☐ Ejercicio práctico

2. Ecología de Ecosistemas

- ☐ Definiciones
- ☐ Rasgos básicos de ecosistemas
- ☐ Leyes fundamentales
- ☐ Ejercicio práctico (modelo de ecosistema)

Conceptos Básicos



Definiciones



- Definición de ecología, economía, ecosistema
- Relación con el concepto de territorio

Historia



- Historia
- Ciencia ecológica (eclectica)
- Relevancia del término hoy en día

Niveles jerárquicos



- Los niveles jerárquicos se usan para organizar el estudio en ecología
- Conceptos de estructura y funcionamiento
- Ejercicio práctico

Ecología de Ecosistemas



Ecología de Ecosistemas

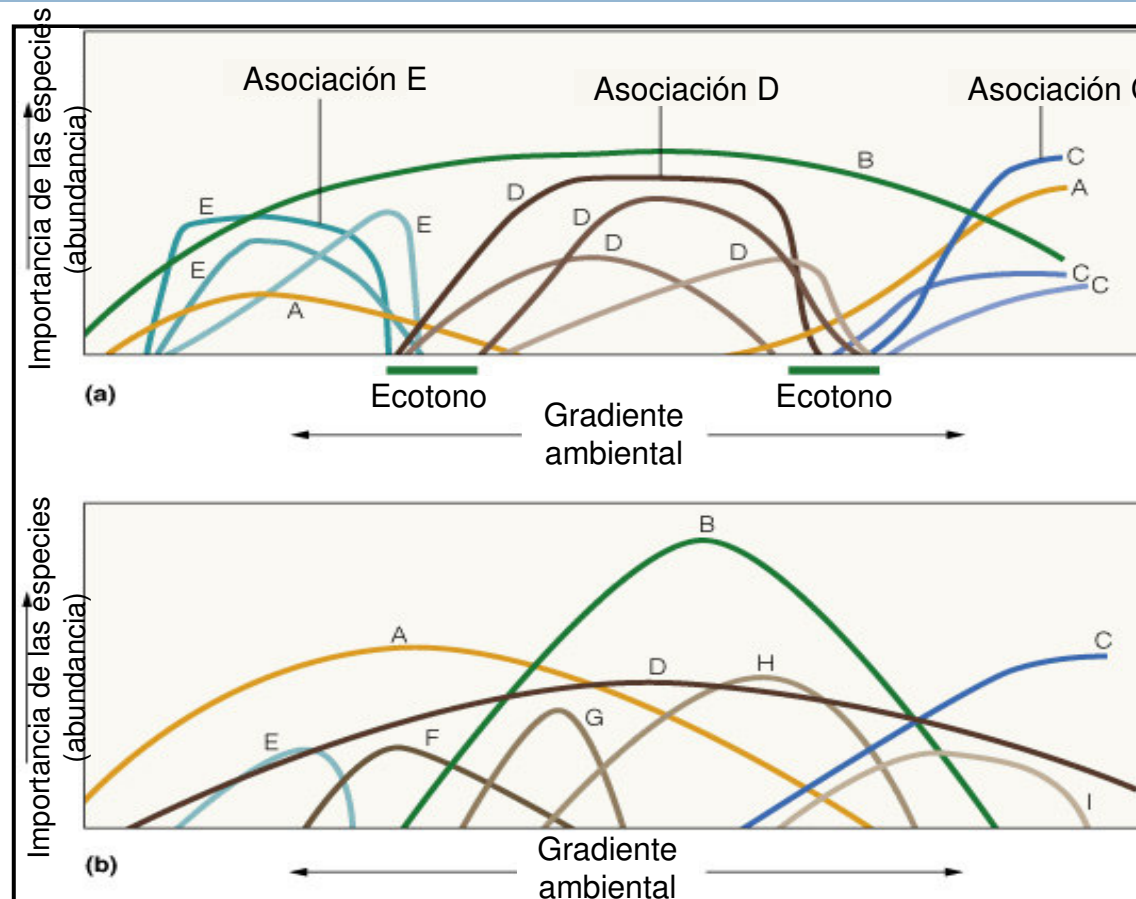
- Autoecología: individuos y poblaciones.
- Sinecología: transferencia de material, energía e información.
- Ecología de ecosistemas: implementación de sinecología.

| <i>Ecological scale</i> | <i>Dimensions</i> |
|-------------------------|-------------------|
| Organismal ecology | dE/dt |
| Population ecology | dN/dt |
| Community ecology | dN/dt |
| Ecosystem ecology | dE/dt |

dE/dt = change in energy over time; dN/dt = change in number over time.

- Energía y materia son cantidades “conservadas”

Historia del concepto de ecología



- Dos modelos de comunidad. (a) La visión holística o discreta de las comunidades propuesta por Clements. (b) La visión continua o individualista de las comunidades propuesta por Gleason.

Historia del concepto de ecosistema



- Definición de Tansley (1935): un sistema integrado, compuesto por una comunidad biótica, su ambiente abiótico, y sus interacciones dinámicas.
- Lindeman (1942), primera aplicación del concepto en el lago Cedar bog en Wisconsin. Ciclo alimenticio y eficiencia energética entre niveles tróficos.

Niveles jerárquicos en ecología



Curso clásico de ecología

El campo de la Ecología

Definición de un ecosistema



- ❑ Como unidad de estudio, debe ser limitado (charco, lago, cuenca, bioma).
- ❑ La escala es definida por su funcionamiento, mas que por una lista de componentes.
- ❑ La escala de análisis depende del problema estudiado.
- ❑ Son unidades básicas para sostener la vida
- ❑ Los dos rasgos principales del ecosistema: flujo de energía y ciclaje de nutrientes.

Definición de un ecosistema

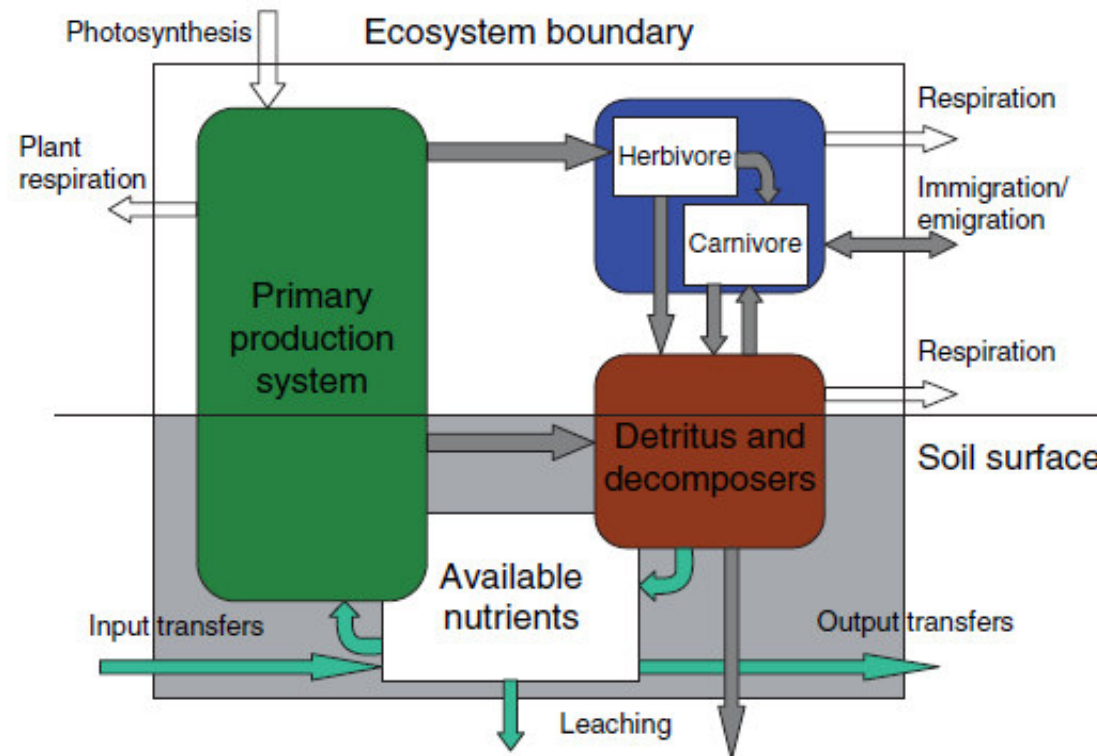
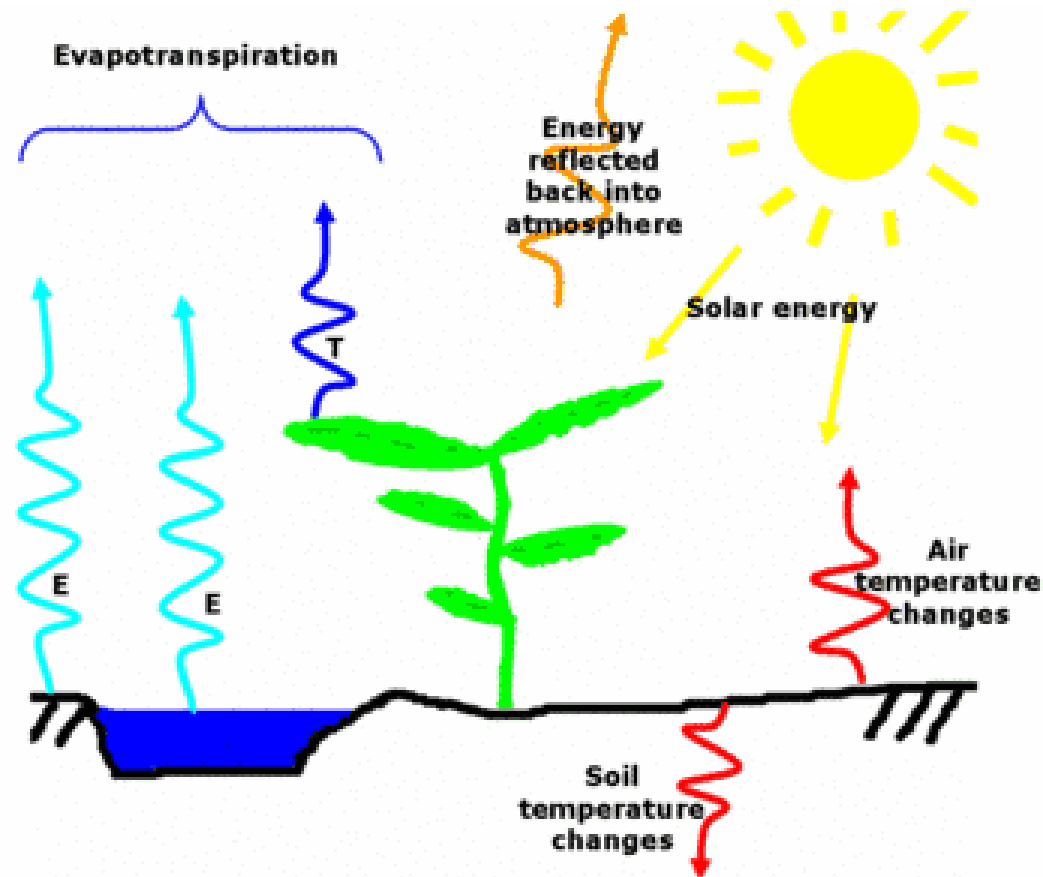
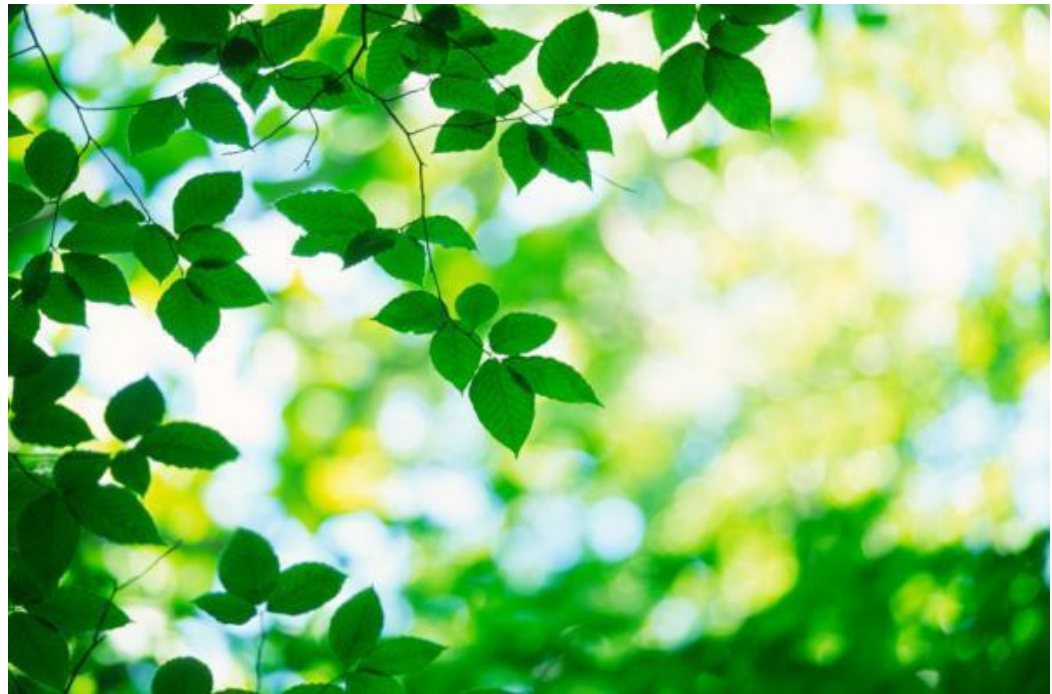
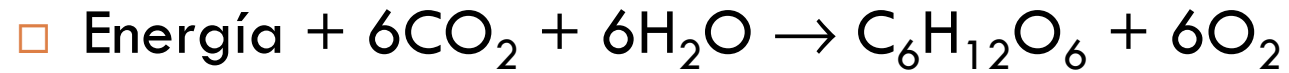


Diagrama conceptual de un ecosistema simplificado. Flechas claras, energía; Oscuras, biomasa; azules, agua.

Flujo de Energía en Ecosistemas



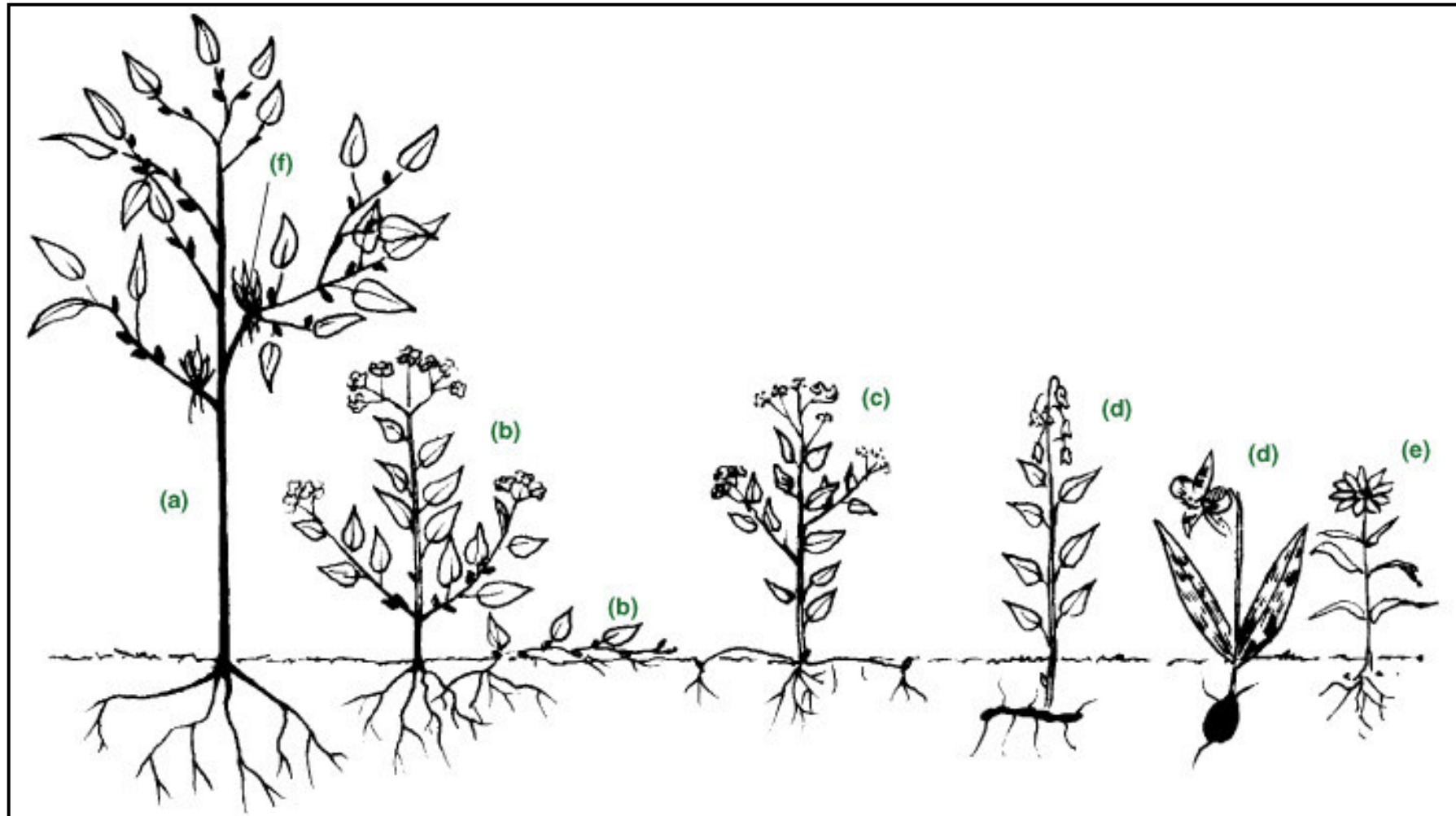
Fotosíntesis y Respiración



Concepto de productividad

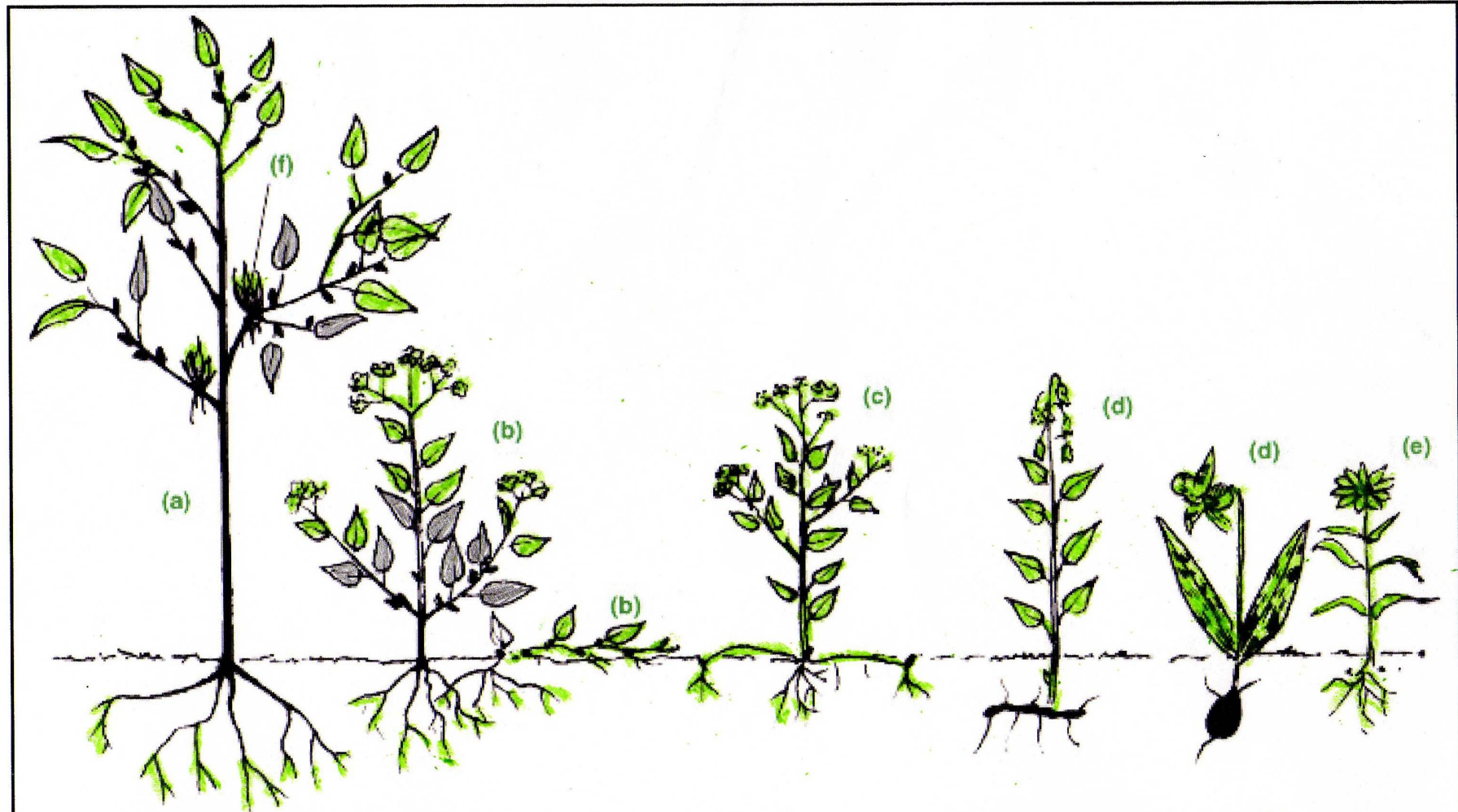
- **Producción primaria:** fijación de energía por autótrofos en un ecosistema. Se puede expresar en $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, $\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, $\text{kg CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ año}^{-1}$, ton ha^{-1} (ton biomasa $\text{ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$).
- **Producción primaria bruta (PPB)**
- **Producción primaria neta (PPN) = PPB - Respiración**

Biomasa en pie

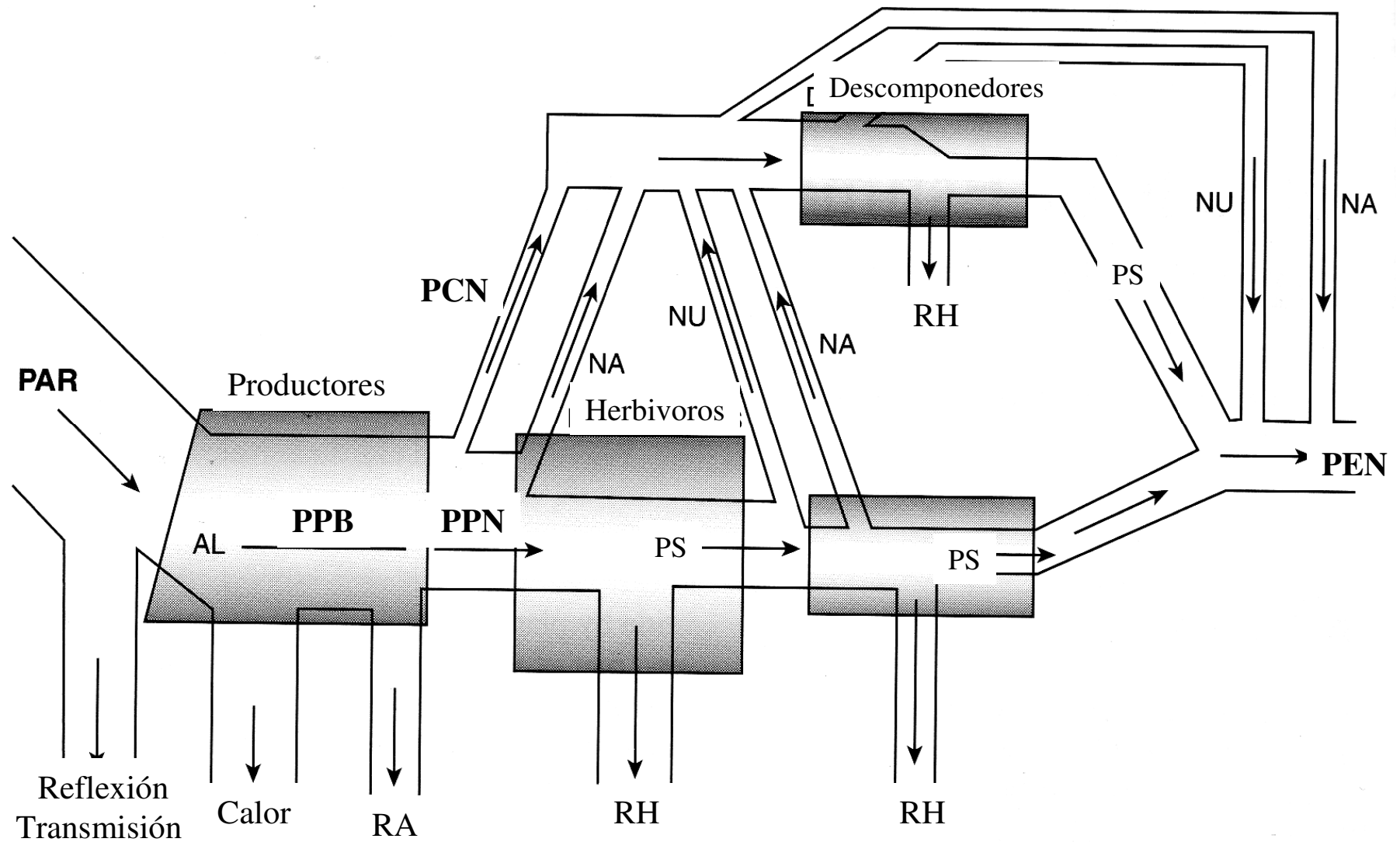


1. El Concepto de Productividad

Productividad anual



1. El Concepto de Productividad

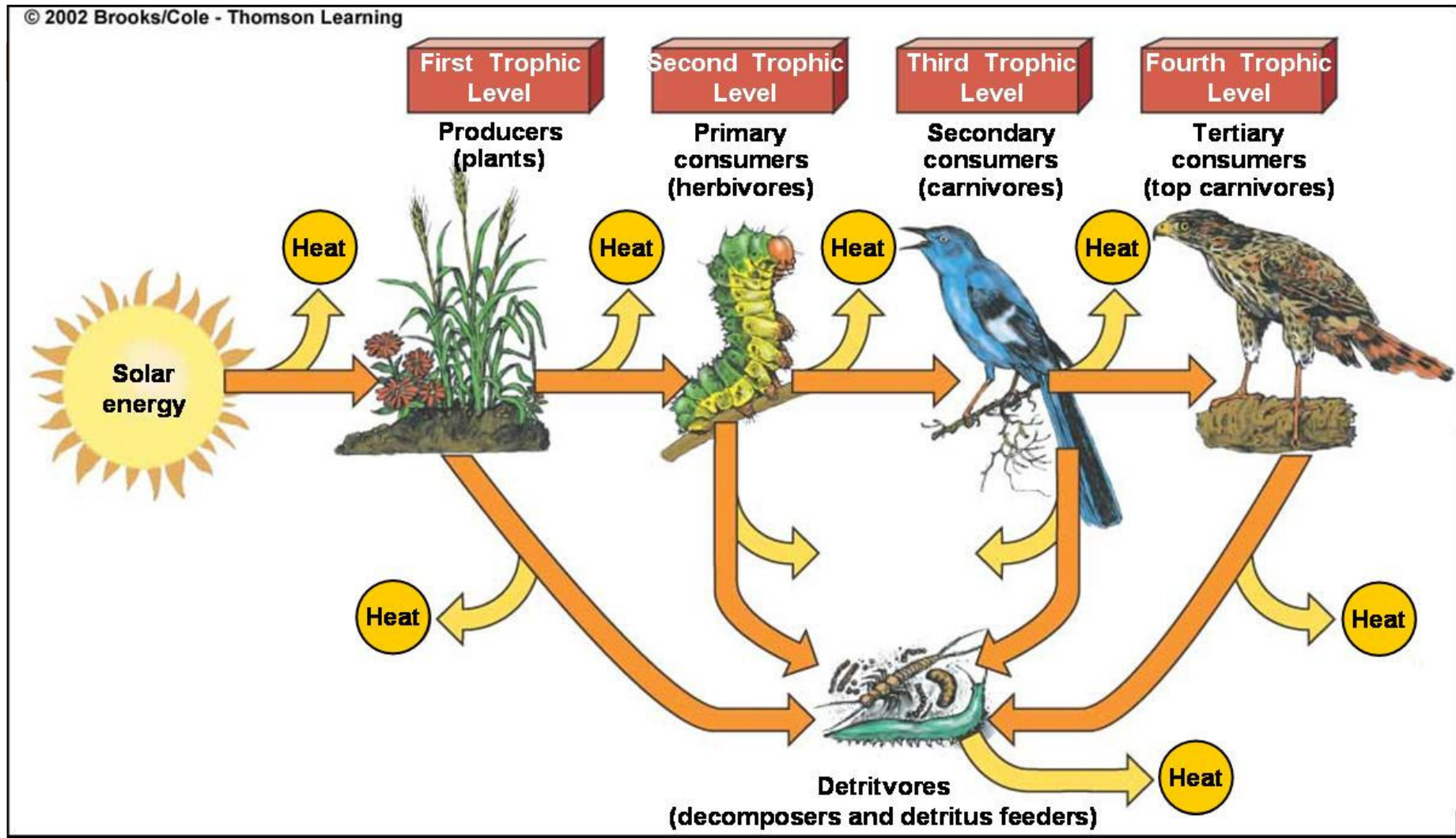


PPB: Prod. primaria bruta; PPN, prod. primaria neta; PCN, prod. comunitaria neta; PEN, Prod. ecosistémica neta; AL, luz absorbida; RA, respiración autotrófica; RH, respiración heterotrófica; NU, no utilizada; NA, no asimilada; PS, productividad secundaria

Relación productividad /biomasa en pie

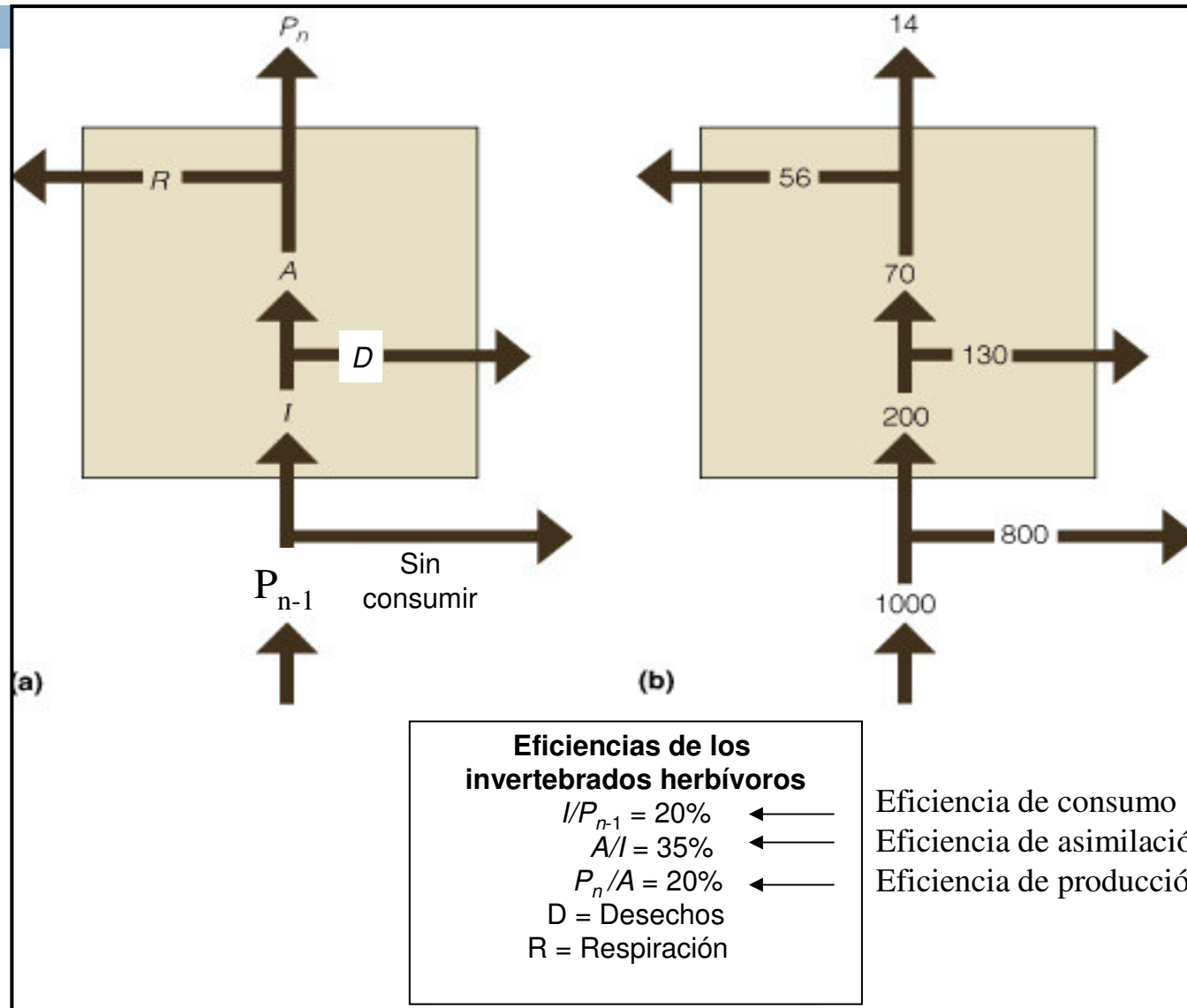
| Ecosistemas | Biomasa (kg/m²) | PPN (kg /m² año) | PPN/biomasa (%) |
|------------------------------------|---------------------------------------|--|----------------------------|
| Continentales | | | |
| Selva tropical | 44.0 | 2.0 | 5 |
| Bosque trop. estacional | 36.0 | 1.5 | 4 |
| Bosque perenne templado | 36.0 | 1.3 | 4 |
| Bosque caducifolio templado | 30.0 | 1.2 | 4 |
| Bosque boreal | 20.0 | 0.8 | 4 |
| Sabana | 4.0 | 0.7 | 18 |
| Tierras de cultivo | 1.1 | 0.65 | 59 |
| Bosques y monte bajo | 6.8 | 0.6 | 9 |
| Pastos templados | 1.6 | 0.5 | 31 |
| Tundra y pastos alpinos | 0.7 | 0.15 | 21 |
| Desierto de matorrales | 0.7 | 0.07 | 10 |
| Roca, hielo, arena | 0.02 | 0.003 | 15 |
| Pantanos y marismas | 15.0 | 2.5 | 17 |
| Lagos y cursos de agua | 0.02 | 0.5 | 2500 |
| Total continentales | 12.3 | 720.0 | 6 |

“La pérdida de energía limita el n° de niveles tróficos en los ecosistemas”

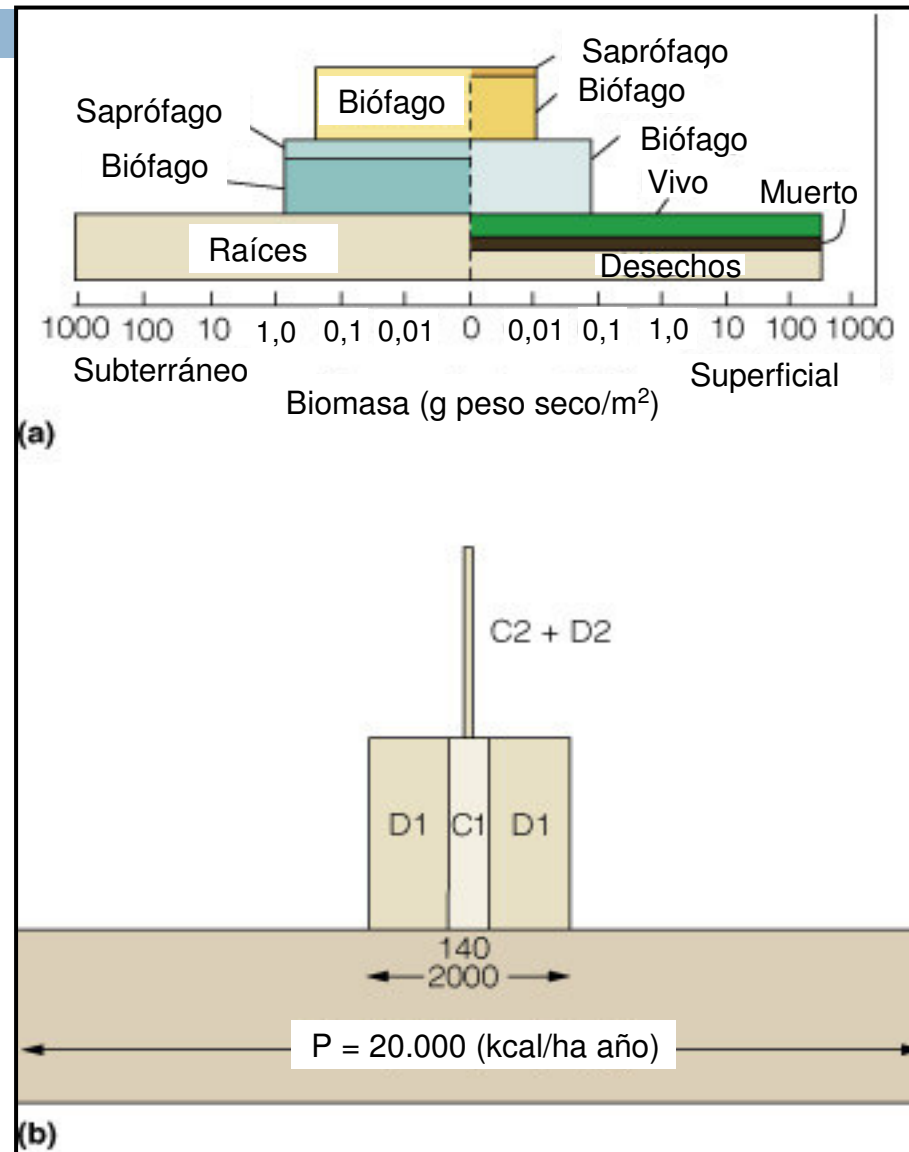


- La energía se reduce al pasar de un nivel trófico al siguiente (2a ley termodinámica)

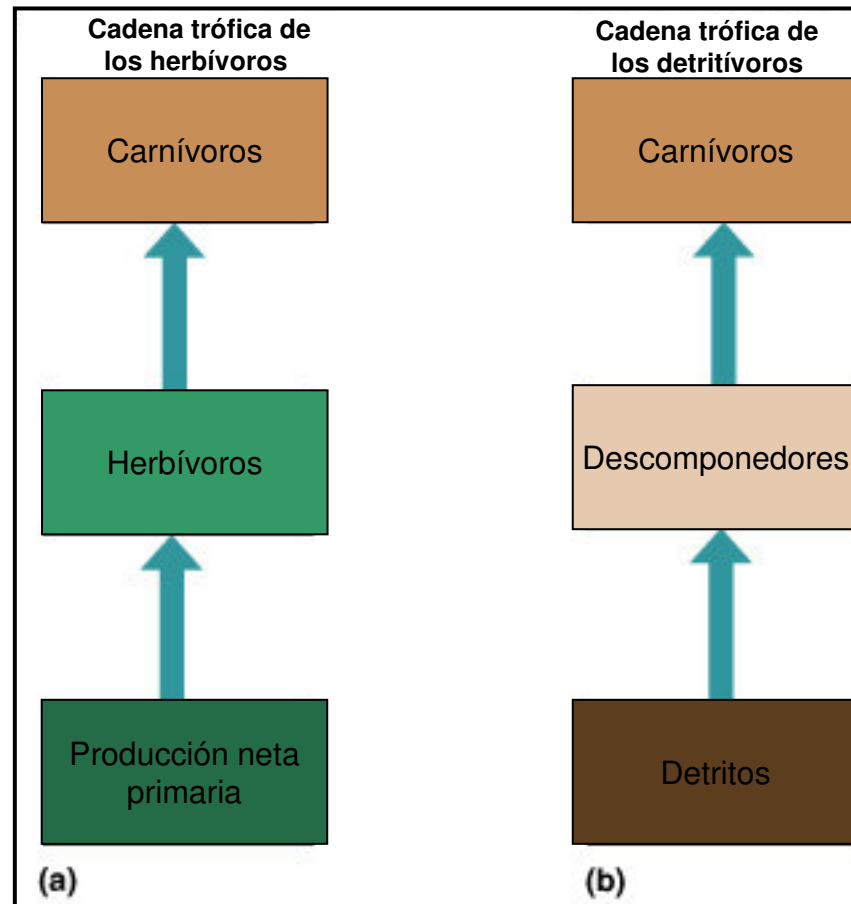
(a) Flujo de energía dentro de un único compartimento trófico. (b) Ejemplo cuantitativo del flujo de energía a través de ese compartimento en el caso de un invertebrado herbívoro. Unidades en kcal.



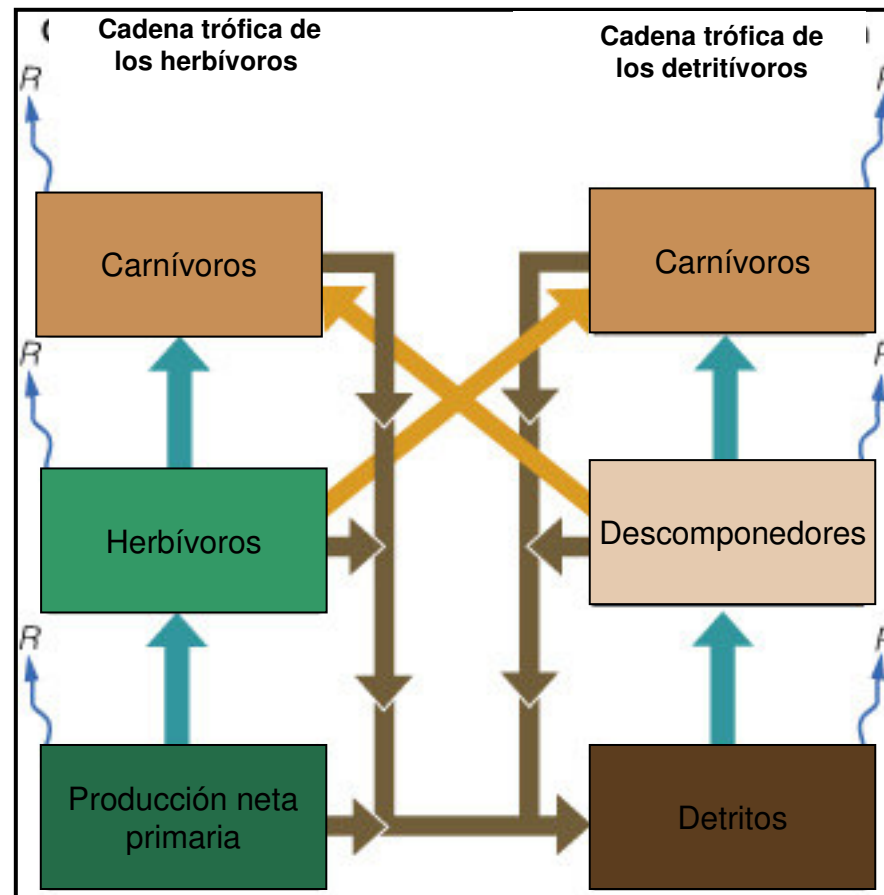
Ejemplos de pirámides ecológicas. Las cadenas tróficas de los herbívoros y de los detritívoros se han reducido a los mismos niveles tróficos.



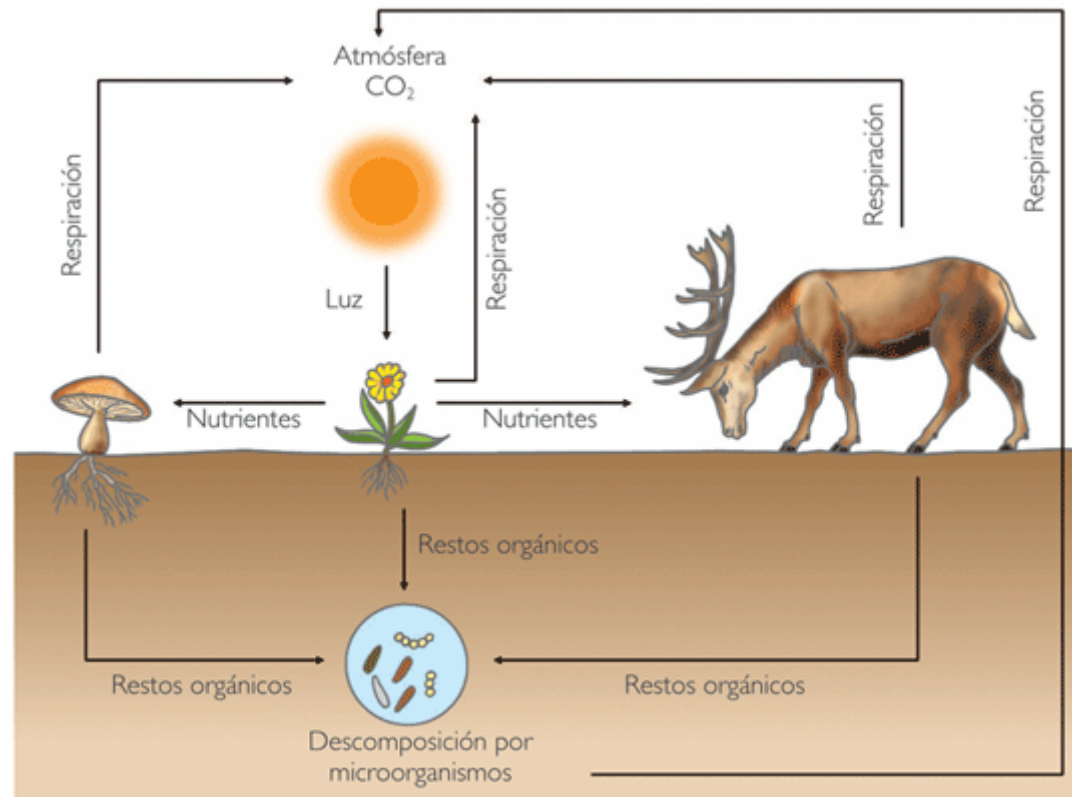
Dos partes de cualquier ecosistema: (a) una cadena trófica basada en herbívoros, y (b) una cadena trófica de detritívoros.



Combinación de las cadenas de los detritívoros y de los herbívoros de la Figura 24.4, mostrando sus conexiones.



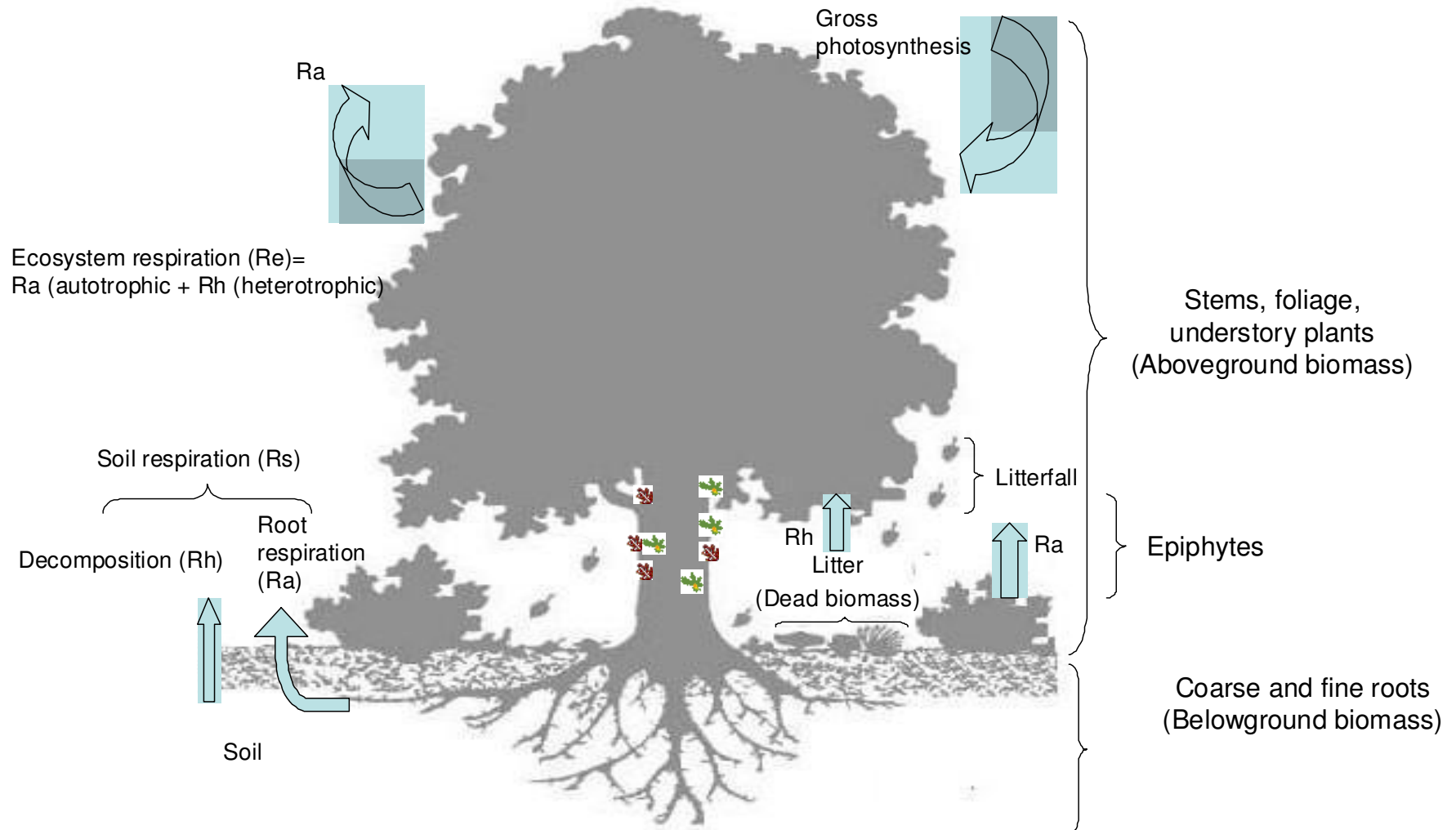
Ciclos biogeoquímicos



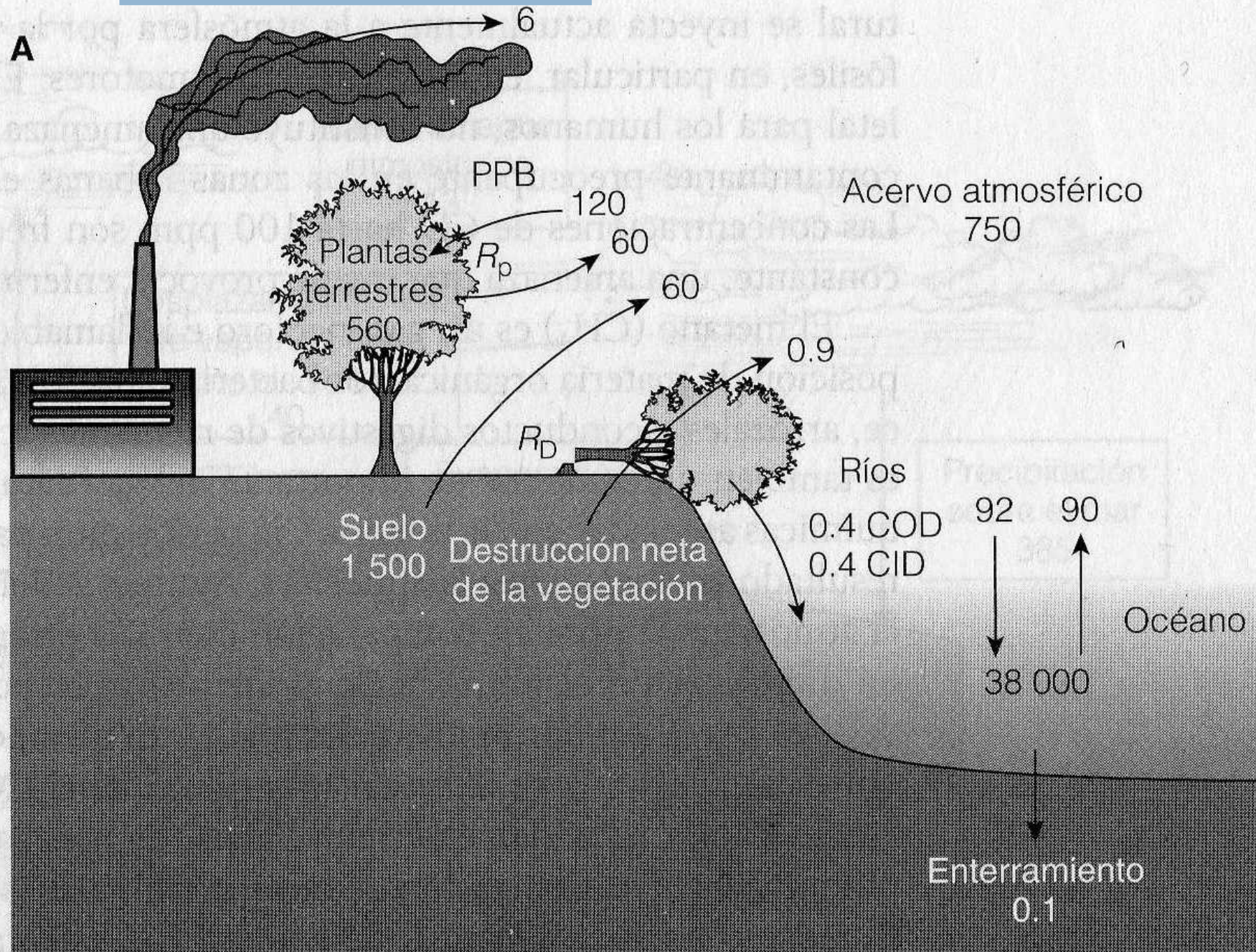
Composición química y requerimiento de nutrientes

- **CHONP** constituyen el 93-97% de la biomasa de plantas, animales, hongos, bacterias.
- El resto en plantas:
 - **K, Ca, Mg** (macronutrientes)
 - Cl, Fe, Mn, B, Zn, Cu, Mo, Ni (micronutrientes).
 - Na, Si, Co, I, Va (traza)

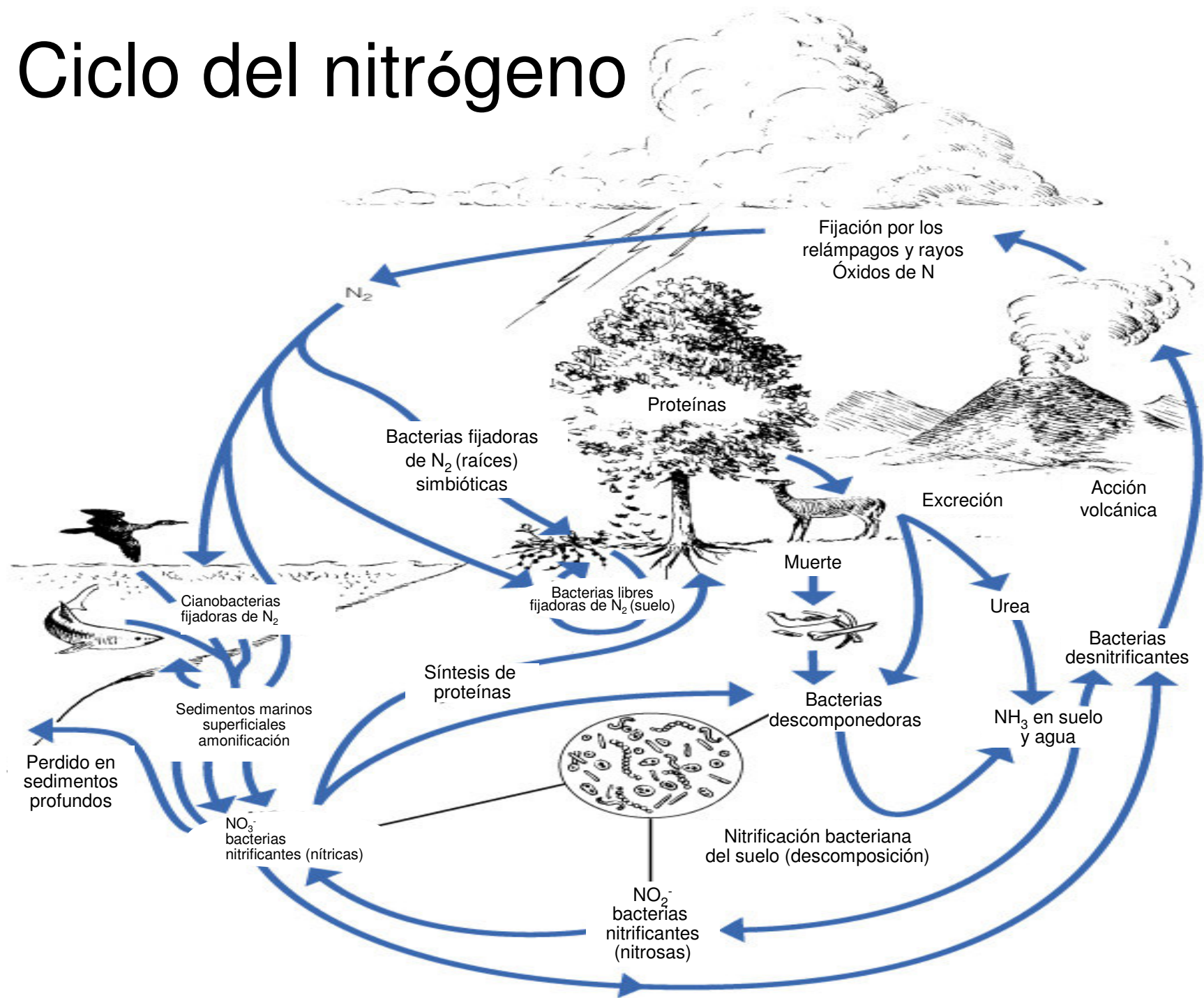
El ciclo del carbono



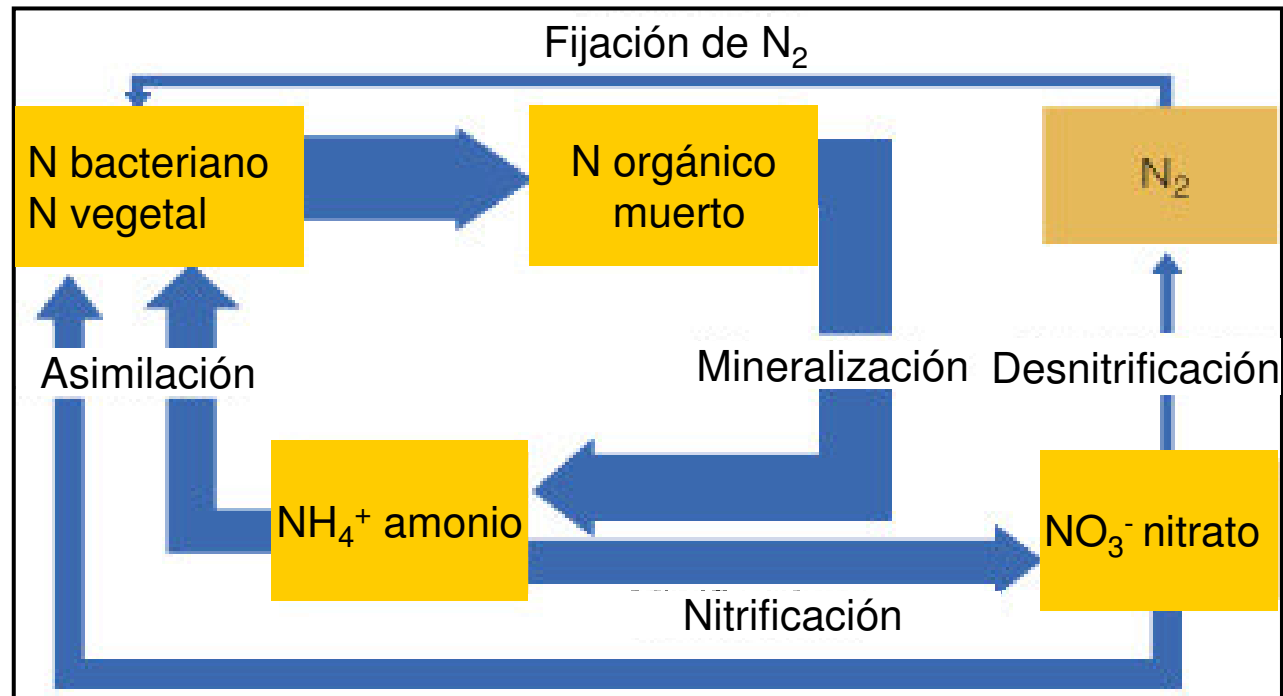
Ciclo total del carbono.



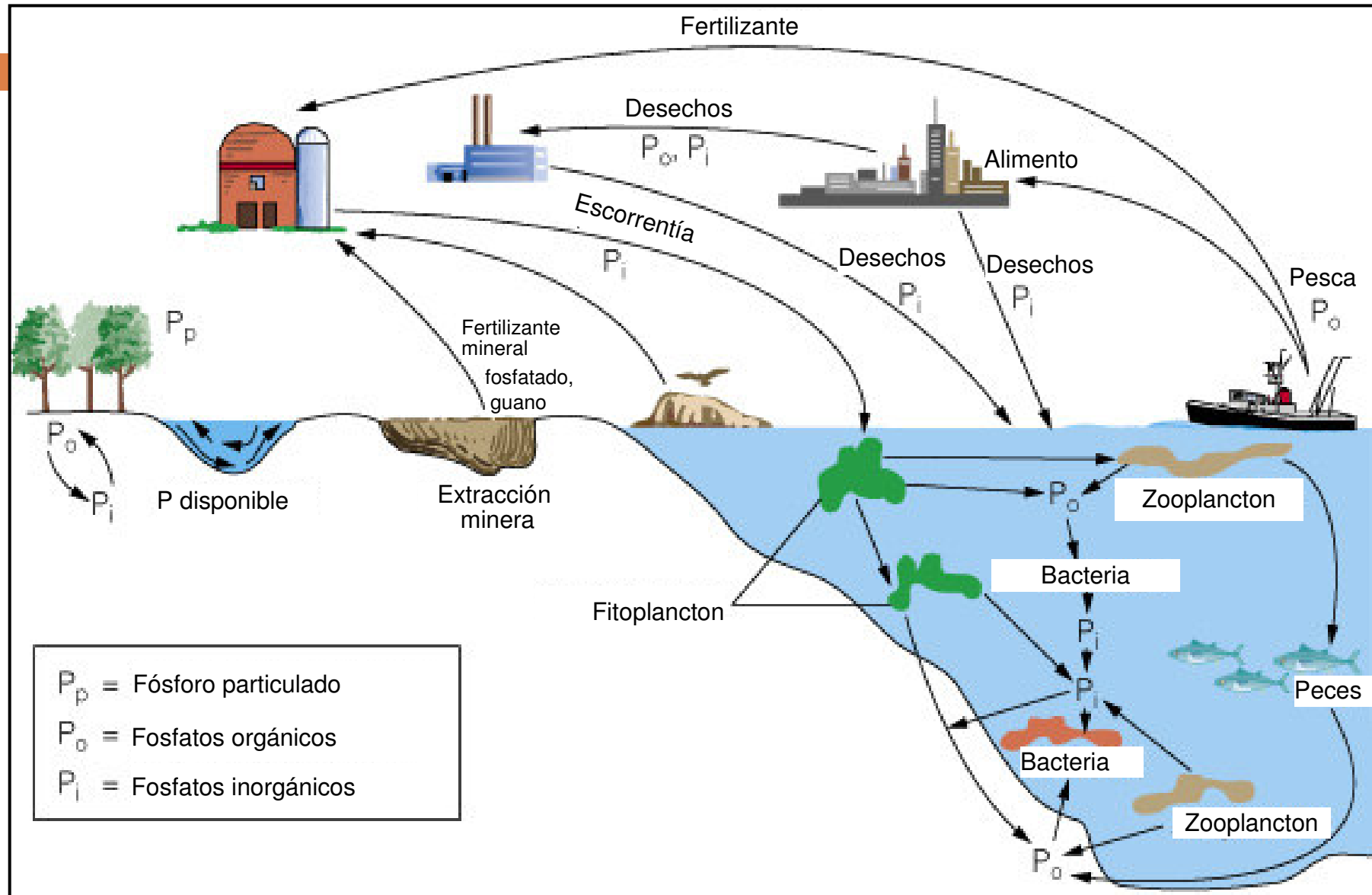
Ciclo del nitrógeno



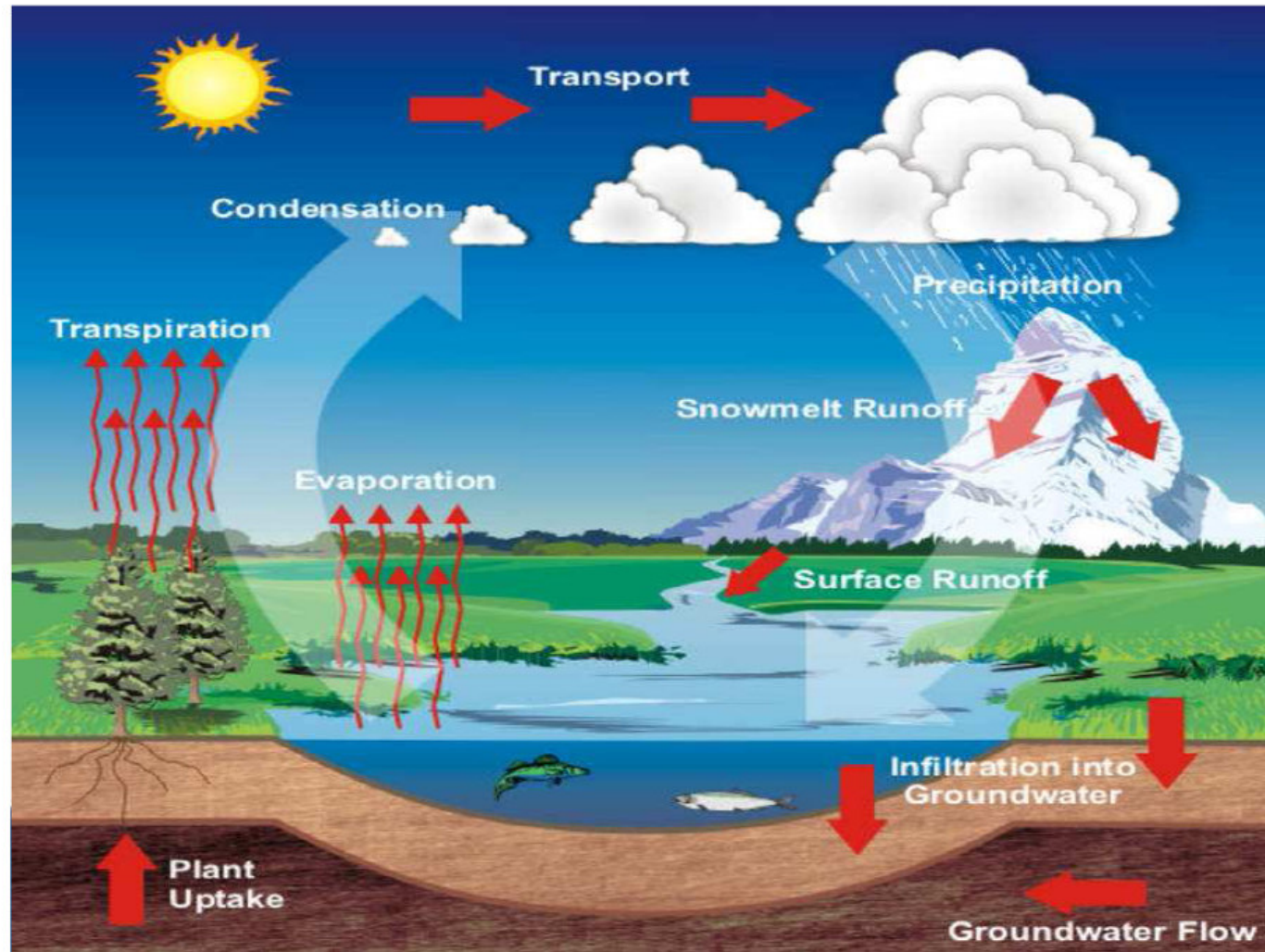
Procesos bacterianos implicados en el ciclo del nitrógeno. Las anchuras de las flechas representan aproximadamente las tasas relativas de los procesos.



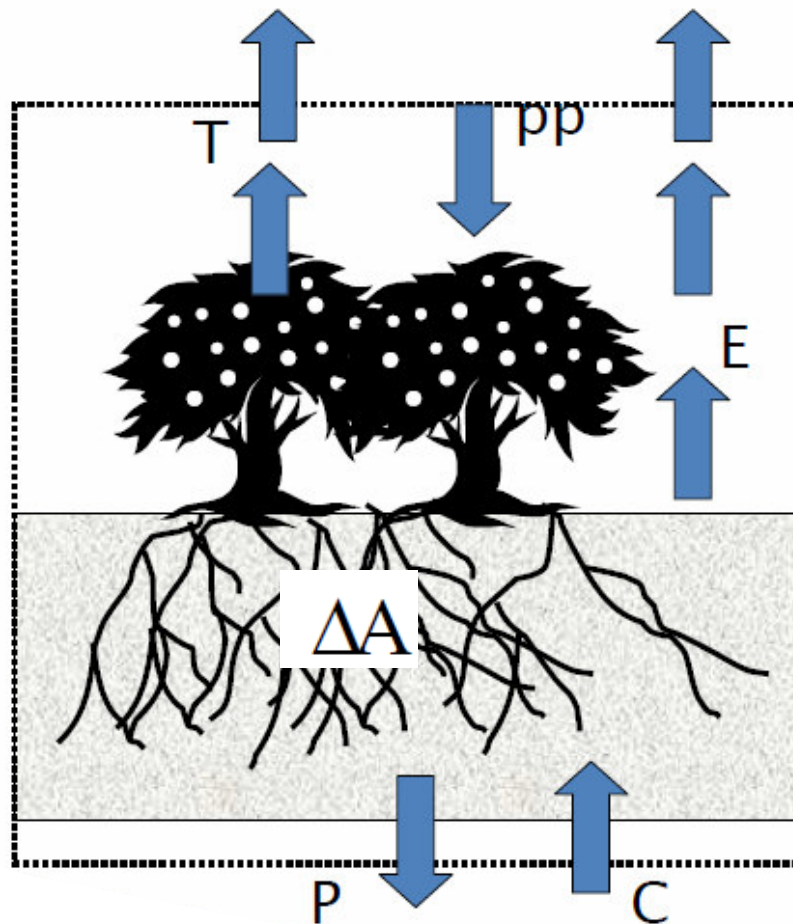
El ciclo del fósforo



Ciclo Hidrológico



Balance hídrico



Entradas

- Precipitaciones pp
- Ascenso Capilar C

Salidas

- Percolación Profunda P
- Evaporación $E\%$
- Transpiración $T\%$

$$\Delta A \text{ o } HR = E - S$$

$$\Delta A = (pp + C) - (E\% + T\% + P)$$

Leyes Fundamentales en Ecología de Ecosistemas



1. Ecosistemas son abiertos

- ❑ Intercambian materia, energía e información con su entorno
- ❑ No es posible hacer predicciones exactas de su desarrollo debido a su enorme complejidad



2. Ecosistemas tienen direccionalidad

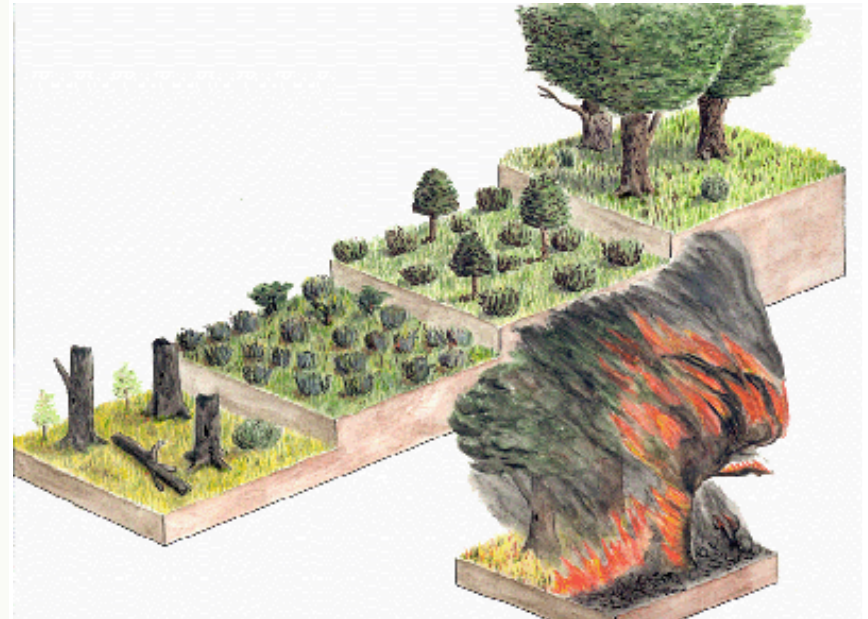


- Sucesión: cambio gradual en comunidades de plantas y animales en un área, después de una perturbación o la creación de un nuevo sustrato.
- Sucesión primaria: ocurre en sustratos geológicos recientemente expuestos.
 - ▣ Ej. Después de glaciación, erupción volcánica.
- Sucesión secundaria: ocurre después de una disturbancia que destruye la comunidad pero no el suelo.
 - ▣ Ej. Campos abandonados, fuego.

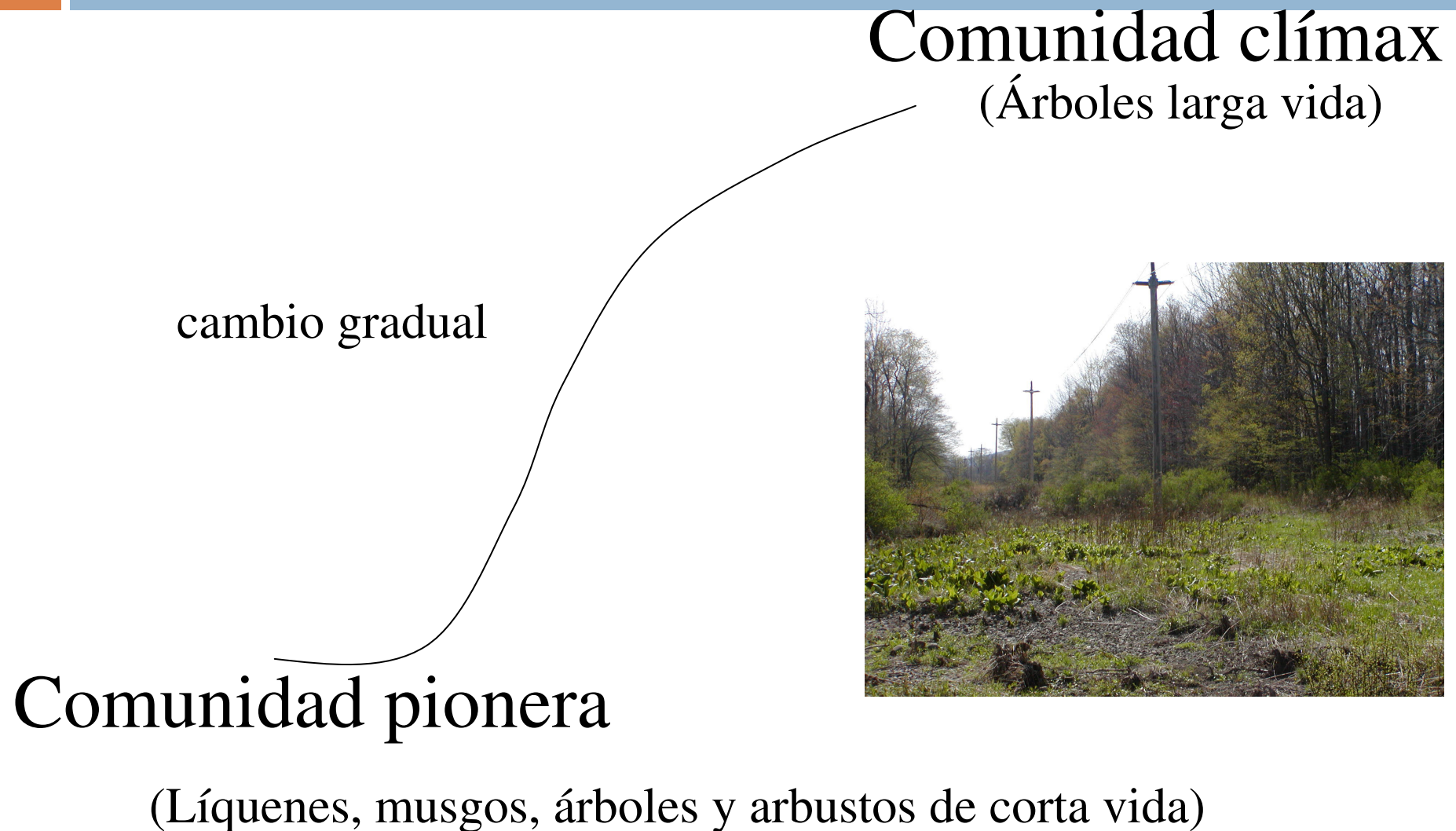
Sucesión Primaria



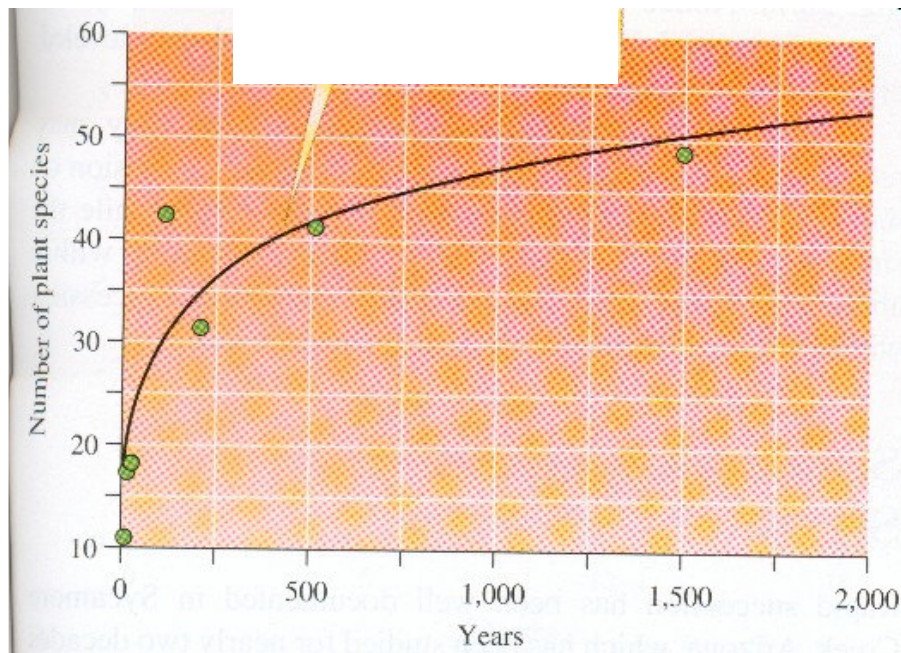
Secundaria



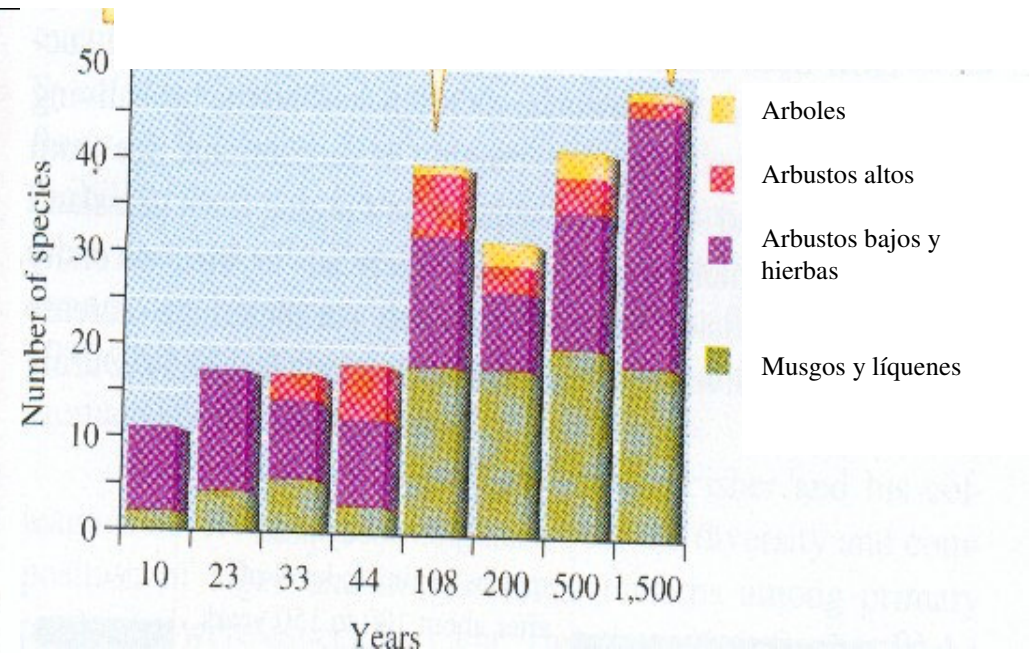
Cambio comunitario



Cambios en la comunidad



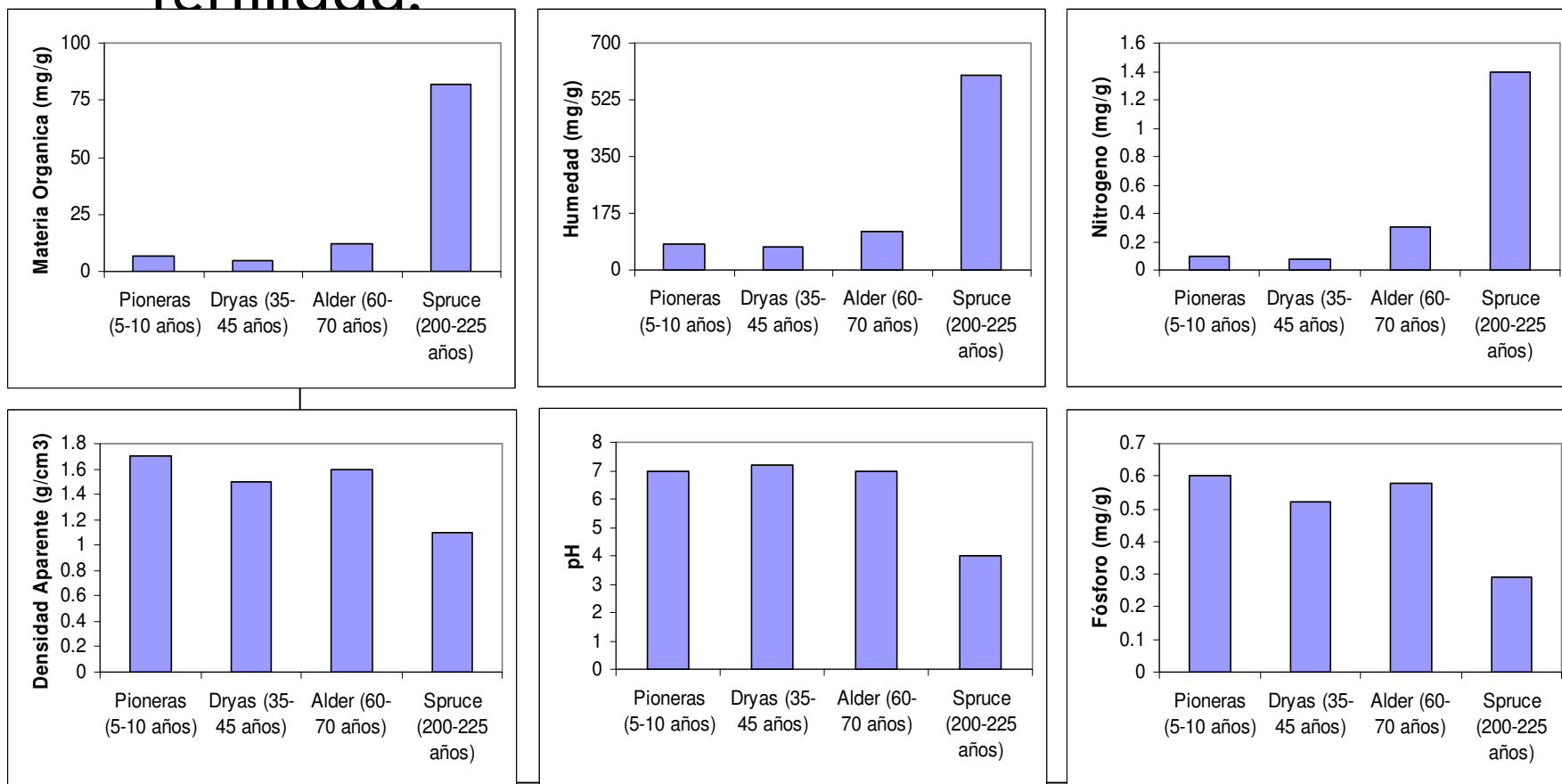
Riqueza



Composición

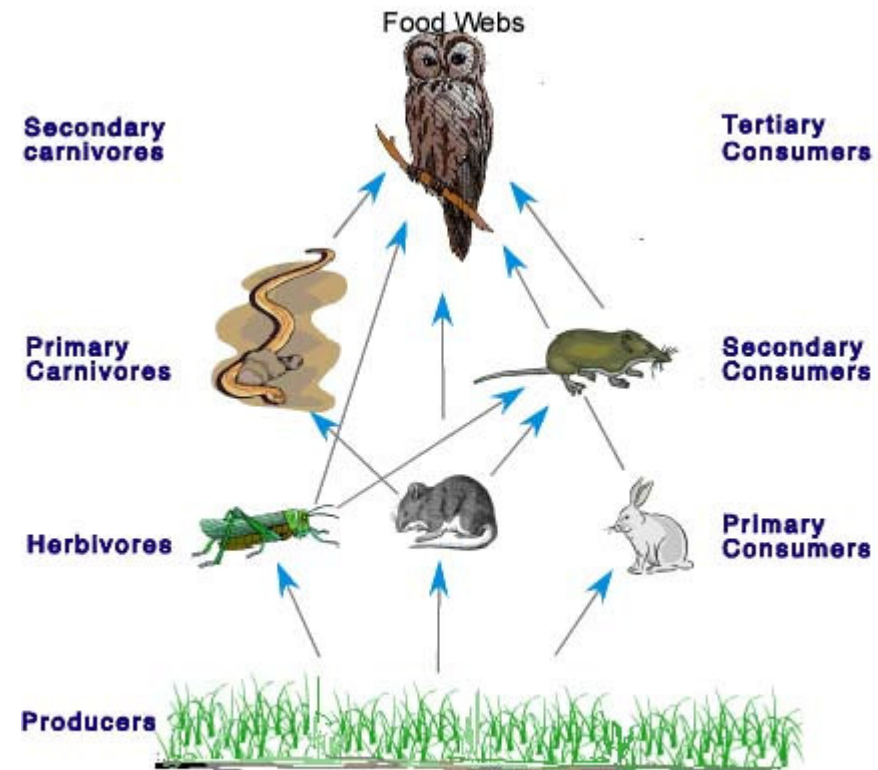
Cambios en Glaciar Bay

- Aumento de prof. de suelo y mejoramiento de la fertilidad.



5-10, 35-45, 60-70, 200-225

3. Ecosistemas tienen conectividad



Arrows point to the animal doing the eating (predator)

<http://www.eelsinc.org/id64.html>

4. Ecosistemas tienen jerarquías emergentes



- Estabilidad: ausencia de cambio. Posible causa, falta de disturbancia.

Cuando hay disturbancia:

- Resistencia: habilidad del ecosistema o comunidad de mantener su estructura y/o función ante potenciales disturbancias.
- Resiliencia: habilidad de la comunidad de volver a su estructura original después de la disturbancia. Se basa en la sucesión.

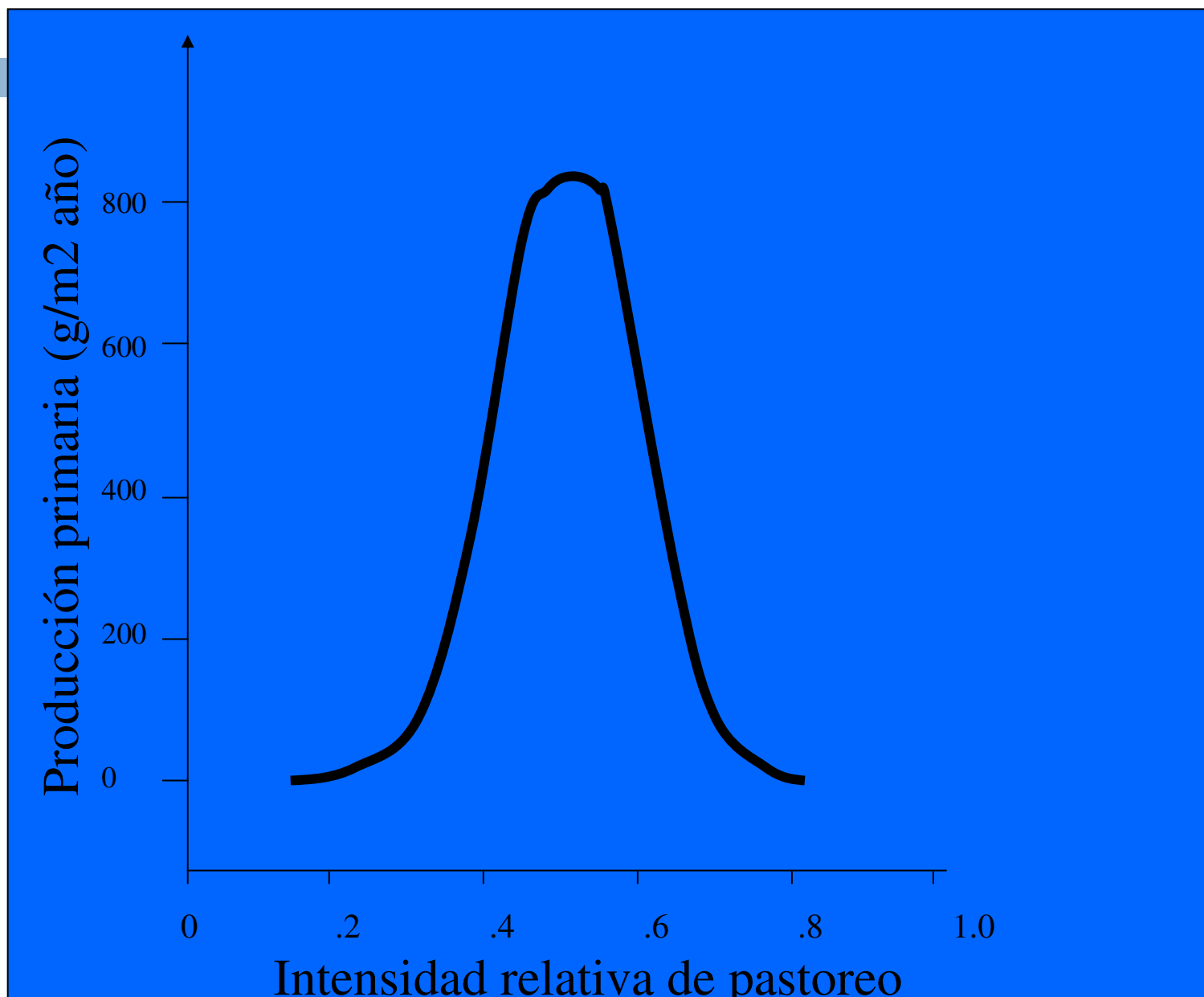
Relación con desarrollo del ecosistema

| Atributo del Ecosistema | | E° Primario | E° Maduro |
|--|--|---------------|---------------|
| <i>Aspectos Energéticos</i> | | | |
| 1.Producción bruta/Respiración (P/R) | | > 1 | ~1 |
| 3.Biomasa contenida/Flujo de unidad de energía (B/E) | | Bajo | Alto |
| 4.Cadenas tróficas | | Lineal | Red |
| <i>Aspectos Estructurales</i> | | | |
| 5.Total materia orgánica | | Baja | Abundante |
| 6.Nutrientes inorgánicos | | Extrabióticos | Intrabióticos |
| 8.Diversidad de especies (equitatividad) | | Baja | Alto |
| <i>Historia de Vida</i> | | | |
| 9.Especialización de nichos | | Generalistas | Especialistas |
| 10.Tamaños de organismos | | Pequeños | Grandes |
| 11.Ciclos de vida | | Cortos | Largos |
| <i>Ciclo de Nutrientes</i> | | | |
| 12.Ciclo de minerales | | Abiertos | Cerrados |
| 13.Tasa de intercambio de nutrientes, entre organismo y ambiente | | Rápido | Lento |
| <i>Presión de Selección</i> | | | |
| 15.Estrategia | | Selección-r | Selección-K |
| <i>Homeostasis Interna</i> | | | |
| 17.Estabilidad | | Pobre | Buena |
| 19.Información | | Baja | Alta |

5. Ecosistemas tienen una dinámica compleja

- Ejemplo “**Los consumidores pueden influir en las tasas de producción primaria**”
- El pastoreo aumenta la producción primaria
- Crecimiento compensatorio, menor respiración debido a:
 - 1 Menor biomasa de plantas
 - 2 Disminuye el auto-sombreamiento
 - 3 Mejora balance hídrico debido a menor área foliar

Intensidad de pastoreo y PP



Ejercicio Práctico

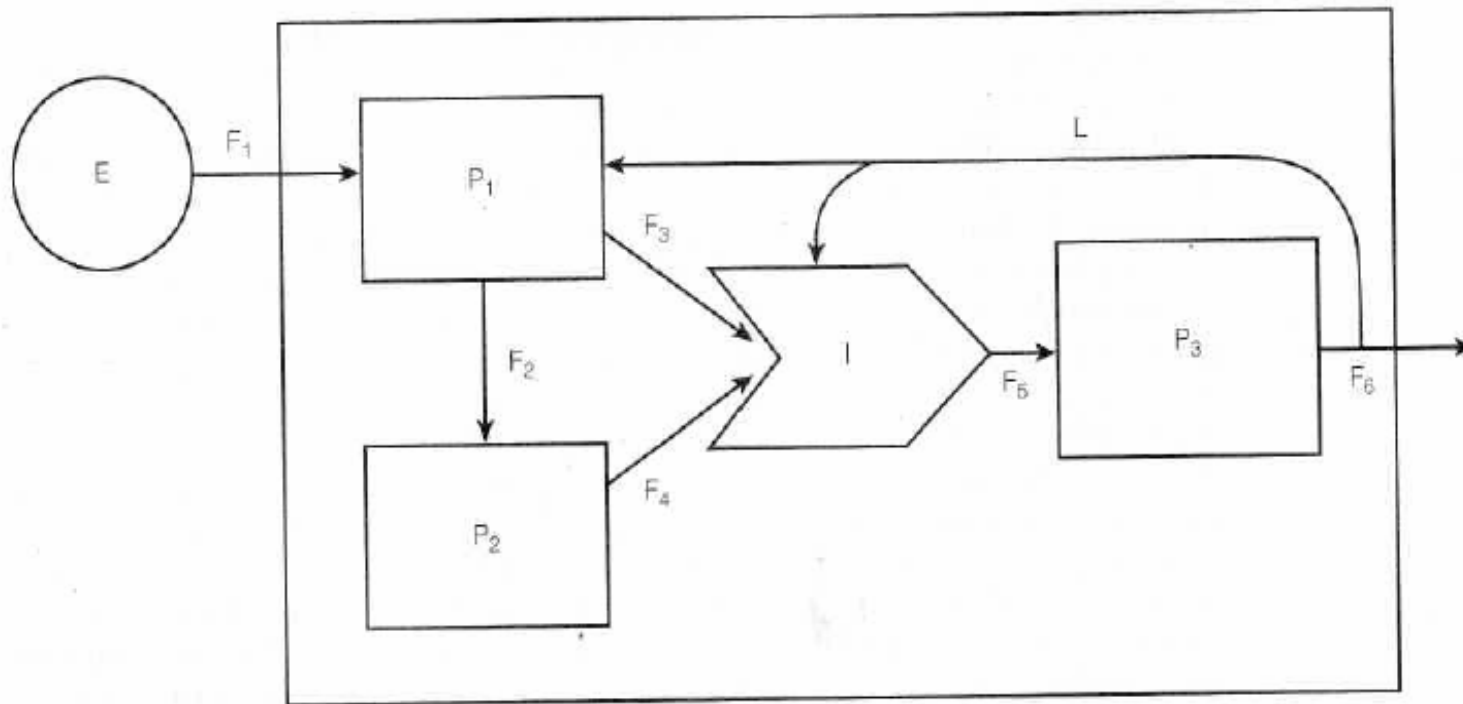


Figura 1-5. Diagrama de compartimentos que muestra los cinco componentes básicos de interés primario en los modelos de sistemas ecológicos. E = fuente de energía (función de fuerza; P₁, P₂, P₃ = variables de estado; F₁-F₆ = vías de flujo; I = función de interacción; L = ciclo de retroalimentación.

Hacia un manejo ecosistémico



- Enfoque en procesos ecosistémicos clave y sus respuestas a perturbaciones
- Integra objetivos ecológicos, sociales y económicos (reconoce a humanos como componentes clave)
- Define el manejo basado en límites ecológicos en vez de políticos-administrativos
- Enfrenta la complejidad de procesos naturales y sociales, enfrentando la incertidumbre

Hacia un manejo ecosistémico



- Usa manejo adaptativo, donde las políticas son usadas como experimentos
- Involucra a los distintos actores en un proceso de colaboración
- Considera las interacciones entre ecosistemas