

CURSO: Estructura y funcionamiento de ecosistemas

Responsables

Dra. Lorena Rodríguez - CURE-UDELAR

Dra. Irene Machado - CURE-UDELAR

Dra. Valentina Amaral – CURE-UDELAR

Invitados

Dr. Rafael Bernardi - CURE-UDELAR

Dr. Guillermo Chalar – F. de Ciencias-UDEALR

Dr. Gastón Martínez - CURE-UDELAR



Facultad de Ingeniería, Comisión Académica de Posgrado

CURSO: Estructura y funcionamiento de ecosistemas

Objetivo: introducir a los estudiantes en los conceptos básicos de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas y en el pensamiento ecológico como base para su consideración en los proyectos de ingeniería.

CURSO: Estructura y funcionamiento de ecosistemas

Programa

Clase 1. Ecología como disciplina científica. Concepto de ecosistema y evolución del concepto. Concepto de especie, organización biológica, grupos funcionales. Conceptos generales de ecología de los organismos, ecología de poblaciones y ecología de comunidades. Concepto de biodiversidad. Ecología de paisaje. Conectividad, fragmentación de hábitat. Ma 9/5 – L. Rodríguez

Clase 2. Estructura de ecosistemas, factores abióticos y bióticos. Teoría de sistemas aplicada a ecosistemas. Estabilidad y resiliencia y su relación con la biodiversidad y calidad ambiental. J 11/5 – L. Rodríguez

Clase 3. Funcionamiento de ecosistemas, flujo de energía y materia. Ciclos biogeoquímicos. Producción primaria y secundaria, tramas tróficas, controles ascendentes y descendentes. Ma 16/5 – I. Machado y V. Amaral

Clase 4. Ecosistemas de Uruguay, distribución. Estado de conservación y causas de la degradación. Vulnerabilidad al Cambio Climático. Concepto de Servicios Ecosistémicos y sustentabilidad. J 18/5 – L. Rodríguez

Clase 5. Ecosistemas acuáticos continentales. Tipos, grupos biológicos principales y funcionamiento. Ecología fluvial. Ecología de lagos, lagunas y embalses. Ma 23/5 – I. Machado y G. Chalar

Clase 6. Ecosistema marinos. Tipos, grupos biológicos principales y funcionamiento. Tipos de ambientes marinos, estructura y funcionamiento. J 25/5 – I. Machado y V. Amaral

Clase 7. Ecosistemas terrestres. Tipos, grupos biológicos principales, suelo y funcionamiento. Ecología de bosques. Ecología de pastizales. Agroecosistemas: forestación, agricultura y ganadería. Conceptos de agroecología y producción sustentable. Ma 30/5 – R. Bernardi

Clase 8. Ecosistemas de transición. Ecología de humedales. Ecología de playas. J 1/6 – L. Rodríguez y G. Martínez

Clase 9. Sistemas socioecológicos, participación social y conocimiento ecológico local. Ma 6/6 – L. Rodríguez

Clase 10. Medidas basadas en naturaleza. Restauración. Impactos ambientales, impacto neto cero y contribuciones ambientales positivas. Hacia una ingeniería de la sustentabilidad. J 8/6 – L. Rodríguez

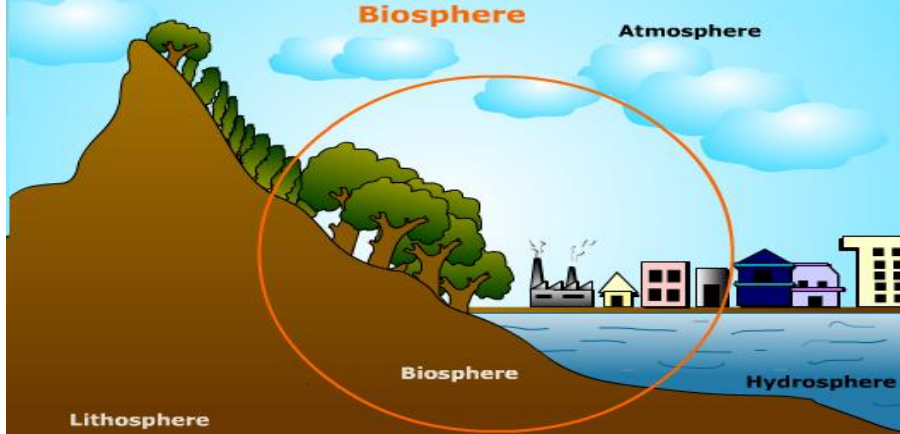


Facultad de Ingeniería, Comisión Académica de Posgrado

CURSO: Estructura y funcionamiento de ecosistemas

Clase 3: Funcionamiento de ecosistemas, flujo de energía y materia. Ciclos biogeoquímicos. Producción Primaria y secundaria. Tramas tróficas. Controles ascendentes y descendentes.

- Los organismos están formados por los mismos elementos
- subset de elementos son **esenciales**
- los nutrientes son ciclados vía organismos en el ecosistema y por tanto la biota modula los ciclos BGQ



Carbono
Hidrógeno
Nitrógeno
Oxígeno
Fósforo
Azufre

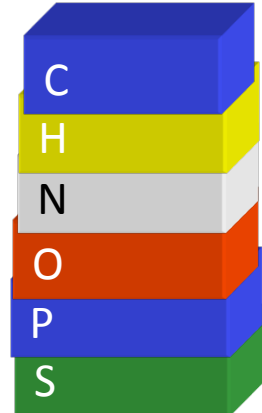


Table 3.1 Summary of the Main Organic Compounds in Living Things

Category	Main Subcategories	Some Examples and Their Functions	
<p>CARBOHYDRATES</p> <p>... contain an aldehyde or a ketone group, and one or more hydroxyl groups</p> <p>C, H, O (N, P, S)</p>	<p>Monosaccharides (simple sugars)</p> <p>Oligosaccharides</p> <p>Polysaccharides (complex carbohydrates)</p>	<p>Glucose</p> <p>Sucrose (a disaccharide)</p> <p>Starch, glycogen</p> <p>Cellulose</p>	<p>Energy source</p> <p>Most common form of sugar; the form transported through plants</p> <p>Energy storage</p> <p>Structural roles</p>
<p>LIPIDS</p> <p>... are mainly hydrocarbon; generally do not dissolve in water but do dissolve in nonpolar substances, such as other lipids</p>	<p>Lipids with fatty acids</p> <p><i>Glycerides</i>: Glycerol backbone with one, two, or three fatty acid tails</p> <p><i>Phospholipids</i>: Glycerol backbone, phosphate group, one other polar group, and (often) two fatty acids</p> <p><i>Waxes</i>: Alcohol with long-chain fatty acid tails</p> <p>Lipids with no fatty acids</p> <p><i>Sterols</i>: four carbon rings; the number, position, and type of functional groups differ among sterols</p>	<p>Fats (e.g., butter), oils (e.g., corn oil)</p> <p>Phosphatidylcholine</p> <p>Waxes in cutin</p> <p>Cholesterol</p>	<p>Energy storage</p> <p>Key component of cell membranes</p> <p>Conservation of water in plants</p> <p>Component of animal cell membranes; precursor of many steroids and vitamin</p>
<p>PROTEINS</p> <p>... are one or more polypeptide chains, each with as many as several thousand covalently linked amino acids</p> <p>C, H, O, N (S)</p>	<p>Fibrous proteins</p> <p>Long strands or sheets of polypeptide chains; often tough, water-insoluble</p> <p>Globular proteins</p> <p>One or more polypeptide chains folded into globular shapes; many roles in cell activities</p>	<p>Keratin</p> <p>Collagen</p> <p>Enzymes</p> <p>Hemoglobin</p> <p>Insulin</p> <p>Antibodies</p>	<p>Structural component of hair, nails</p> <p>Structural component of bone</p> <p>Great increase in rates of reactions</p> <p>Oxygen transport</p> <p>Control of glucose metabolism</p> <p>Tissue defense</p>
<p>NUCLEIC ACIDS (AND NUCLEOTIDES)</p> <p>... are chains of units (or individual units) that each consist of a five-carbon sugar, phosphate, and a nitrogen-containing base</p>	<p>Adenosine phosphates</p> <p>Nucleotide coenzymes</p> <p>Nucleic acids</p> <p>Chains of thousands to millions of nucleotides</p> <p>C, H, O, N, P</p>	<p>ATP</p> <p>cAMP (Section 36.2)</p> <p>NAD⁺, NADP⁺, FAD</p> <p>DNA, RNAs</p>	<p>Energy carrier</p> <p>Messenger in hormone regulation</p> <p>Transfer of electrons, protons (H⁺), from one reaction site to another</p> <p>Storage, transmission, translation of genetic information</p>

Table 7.2

Overview of the approximate elemental composition of microbial cells and the physiological function of each element (from MADIGAN, M. and J. MARTINKO. 2006. *Brock Biology of Microorganisms*, 11th edn, table 5.2, p. 105. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ. Reprinted by permission of Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ. With contributions from Stanier et al., 1986; Hughes and Pool, 1989; Neidhardt et al., 1990; Wackett et al., 2004; Schaechter et al., 2006)

Element	% dry weight	Examples of cellular function
Macronutrients		
Carbon (C)	50	Building blocks of all macromolecules, carbohydrates, organic acids, proteins, lipids, cell walls, cell membranes, etc.
Hydrogen (H)	8	
Oxygen (O)	20	
Nitrogen (N)	14	Proteins, nucleic acids
Phosphorus (P)	3	Nucleic acids, phospholipids, ATP
Sulfur (S)	1	Amino acids (cysteine, methionine), vitamins, coenzyme A
Potassium (K)	1	Osmotic control, enzyme cofactor, ion balance
Magnesium (Mg)	0.5	Stabilization of macromolecular structure (ribosomes, membranes, nucleic acids), enzyme cofactor
Calcium (Ca)	0.75	Cell wall stability, enzyme cofactor
Sodium (Na)	1	Osmotic control, nutrient transport
Micronutrients*		
Iron (Fe)	0.2	Cytochromes, catalases, peroxidases, iron-sulfur proteins, oxygenases, all nitrogenases
Boron (B)	<0.01	Present in autoinducers for quorum sensing in bacteria; also found in some polyketide antibiotics
Chromium (Cr)	<0.01	Required by mammals for glucose metabolism; no known microbial requirement
Cobalt (Co)	<0.01	Vitamin B ₁₂ transcarboxylase (propionic acid bacteria)
Copper (Cu)	<0.01	Respiration, cytochrome c oxidase; photosynthesis, plastocyanin, some superoxide dismutases
Manganese (Mn)	<0.01	Activator of many enzymes; present in certain superoxide dismutases and in the water-splitting enzyme in oxygenic phototrophs (photosystem II)
Molybdenum (Mo)	<0.01	Certain flavin-containing enzymes, some nitrogenases, nitrate reductases, sulfite oxidases, DMSO-TMAO reductases, some formate dehydrogenases
Nickel (Ni)	<0.01	Most hydrogenases, coenzyme F ₄₃₀ of methanogens, carbon monoxide dehydrogenases, urease
Selenium (Se)	<0.01	Formate dehydrogenase, some hydrogenases, amino acid selenocysteine
Tungsten (W)	<0.01	Some formate dehydrogenases, oxotransferases of hyperthermophiles
Vanadium (V)	<0.01	Vanadium nitrogenase, bromoperoxidase
Zinc (Zn)	<0.01	Carbonic anhydrase, alcohol dehydrogenase, RNA and DNA polymerases, many DNA-binding proteins

DMSO, dimethylsulfoxide; TMAO, trimethylamine oxide.

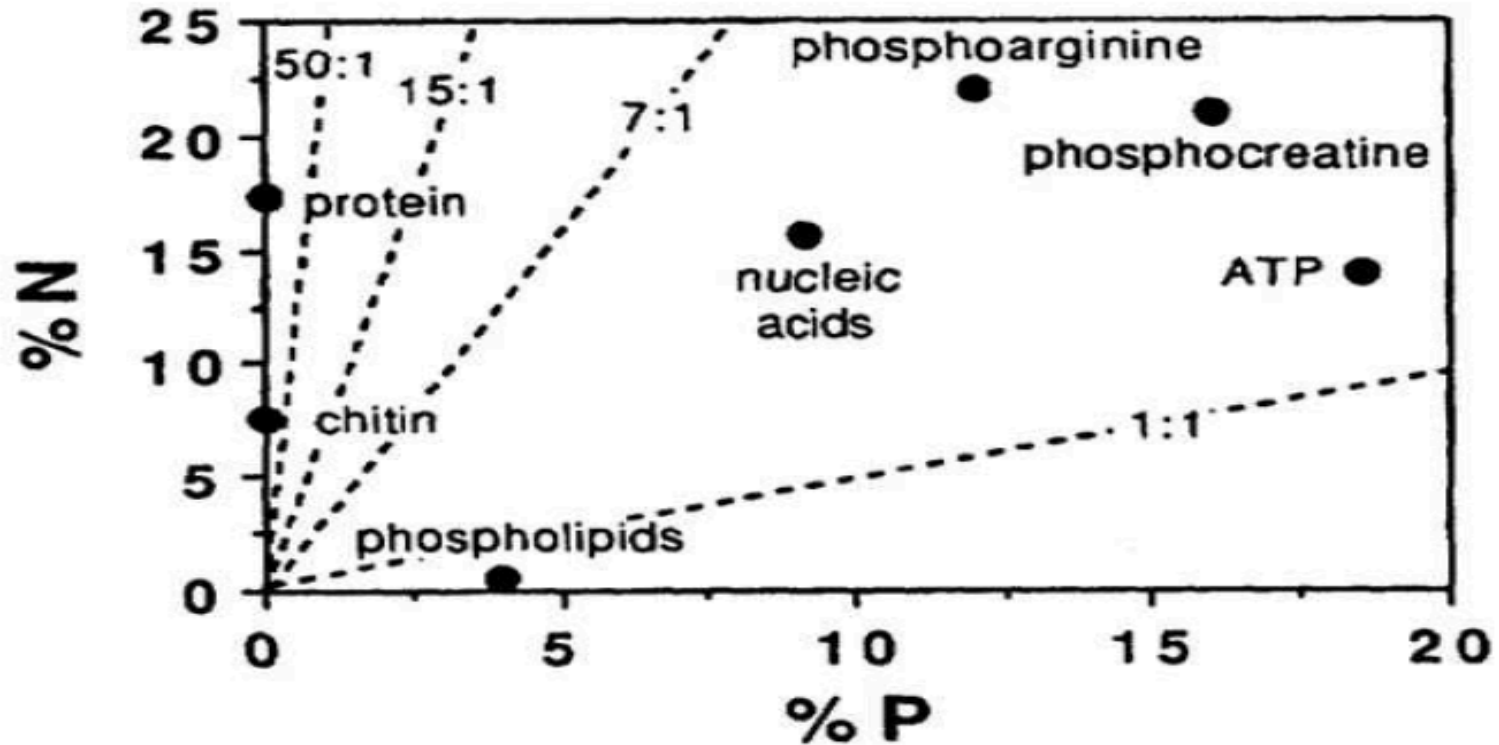
* Not every micronutrient listed is required by all cells; some metals listed are found in enzymes present in only specific microorganisms.

Se clasifican en macro y micronutrientes de acuerdo a las cantidades en las que se necesitan.

Se clasifican además de acuerdo a las funciones que tienen.

Los macronutrientes constituyen el grueso de la biomasa, mientras que los micro y factores de crecimiento muchas veces son necesarios para el funcionamiento de determinadas enzimas.

Diferencias en el contenido de N y P en las macromoléculas



Las especies difieren en sus requerimientos por nutrientes



Chlorella



Peridinales



Asterionella

Table 1.6 Ideal chemical composition of phytoplankton tissue and relative abundance of major components by mass

	C	H	O	N	P	S	Si	Fe	References
Redfield atomic ratio (atomic stoichiometry rel to P)	106	263	110	16	1	0.7	trace	0.05	Stumm and Morgan (1981)
Redfield ratio by mass (stoichiometry rel to P)	41	8.5	57	7	1	0.7	trace	0.1	Stumm and Morgan (1981)
Redfield ratio by mass (stoichiometry rel to S)	60	12	81	10	1.4	1			Stumm and Morgan (1981)
Redfield ratio by mass (stoichiometry rel to C)	100			16.6	2.4				Stumm and Morgan (1981)
<i>Chlorella</i> (dry weight rel to C)	100			15	2.5	1.6	trace		Round (1965)
Peridinians (dry weight rel to C)	100			13.8	1.7		6.6	3.4	Sverdrup et al. (1942)
<i>Asterionella</i> (dry weight rel to C)	100			14	1.7		76		Lund (1965)
Medium (mol L ⁻¹)	10 ⁻³	10 ²	10 ²	10 ⁻⁴	10 ⁻⁶	10 ⁻³	10 ⁻²	<10 ⁻⁵	Author's approximation but omitting dissolved nitrogen gas

LEY DEL MINIMO DE LEIBIG (1840)

La productividad de un organismo o comunidad estará determinada por aquel elemento que esté presente (suministro) en menor concentración con respecto a sus requerimientos (demanda).

Liebig used the image of a barrel with unequal staves to explain how plant growth is limited by the element in shortest supply, just as the level of water in the barrel is limited by the shortest stave.

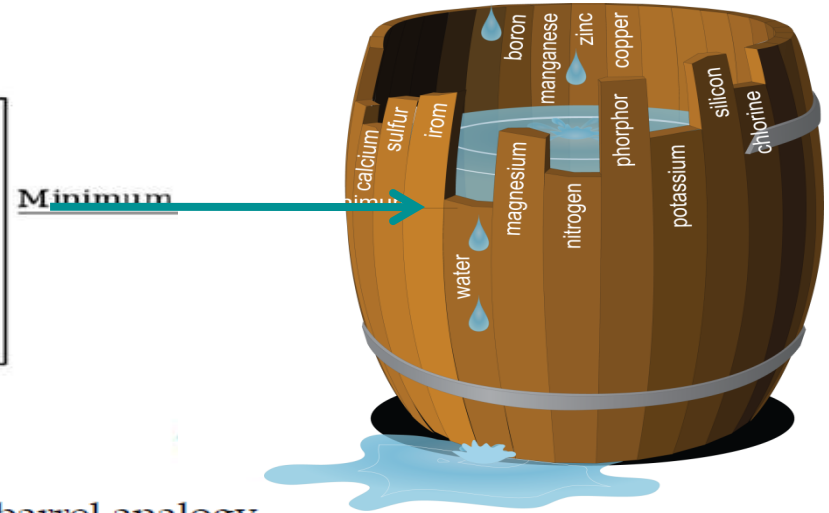
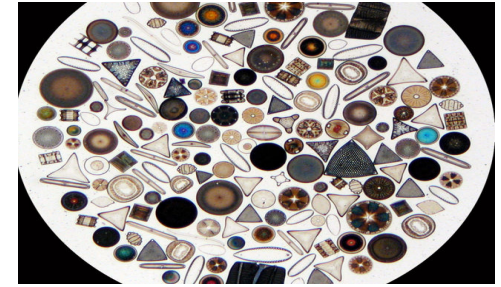


Fig. 2. Liebig's Law of the Minimum and the barrel analogy.

Hay elementos que limitan la producción biológica

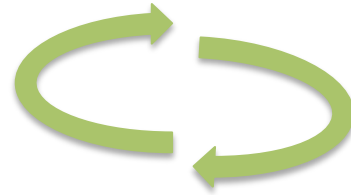
Ejemplos: Sílice disuelto (SiD) y Fe

- Importante para fitoplancton con frústulas de sílice: Diatomeas
- tiene origen natural (lavado de rocas)
- En zona costera razón de SiD ha disminuido
- Diatomeas agua dulce captan SiD y lo transforman en SiP, al morir éste se acumula en los sedimentos
- Debido al represamiento de ríos, el SiP no llega a la costa. Esta disminución de Si favorece la aparición de cianobacterias
- Fe Importante para producir clorofila (pigmento fotosintético)
- Lavado de suelos, desertificación, minería ha aumentado los niveles de Fe en zona costera
- No todas las especies requieren de las mismas concentraciones
- Incremento de Fe favorece especies que producen mareas rojas



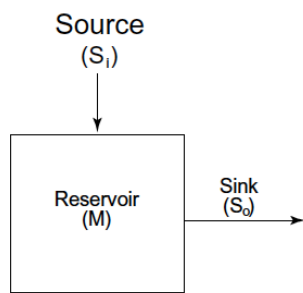
Qué son los ciclos biogeoquímicos?

Movimiento de **elementos químicos** (ej. carbono, nitrógeno, oxígeno, hidrógeno, azufre, fósforo) entre los **seres vivos** y el **ambiente** (atmósfera, agua, suelo, sedimentos) mediante una serie de procesos de **producción y destrucción** que involucran cambios en los **estados de oxidación** de los elementos



Qué son los ciclos biogeoquímicos?

Los ciclos biogeoquímicos implican la interacción de procesos biológicos, químicos y geológicos que determinan la fuente, sumidero y flujos de elementos a través de diferentes compartimientos dentro del ecosistema (*Bianchi 2009, Biogeochemistry of estuaries*).



Box-model approach

Figure 1.4 Schematic of box model commonly used in biogeochemical cycling work, showing reservoirs (M), sinks (S_o), and sources (S_i).

Flujos

- Movimientos entre reservorios (enfoque global)
- generalmente se expresan en Gigatoneladas por año
- del balance de flujos de entrada y salida de cada reservorio se determina si es fuente o sumidero *neto*

Importancia ciclos biogeoquímicos?

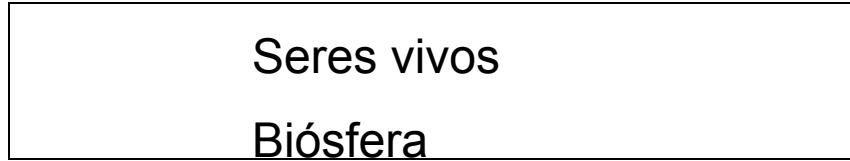
La mayor parte de las sustancias químicas de la tierra no están en formas biodisponibles.

Gracias a los ciclos biogeoquímicos, los elementos se encuentran disponibles para ser usados una y otra vez por otros organismos; sin estos ciclos los seres vivos se extinguirían.

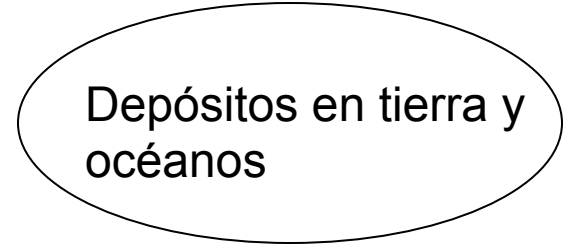
El término ciclo biogeoquímico se deriva del movimiento *cíclico* de los elementos que forman los organismos biológicos (*bio*) y el ambiente geológico (*geo*) e intervienen en un *cambio químico*.

Compartimientos del ecosistema

Compuestos orgánicos



Compuestos orgánicos fósiles

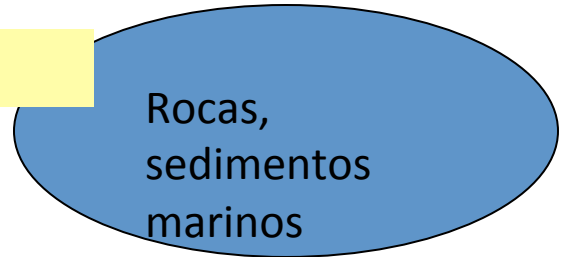


Asimilación

Desasimilación

Combustión, erosión

Sedimentación



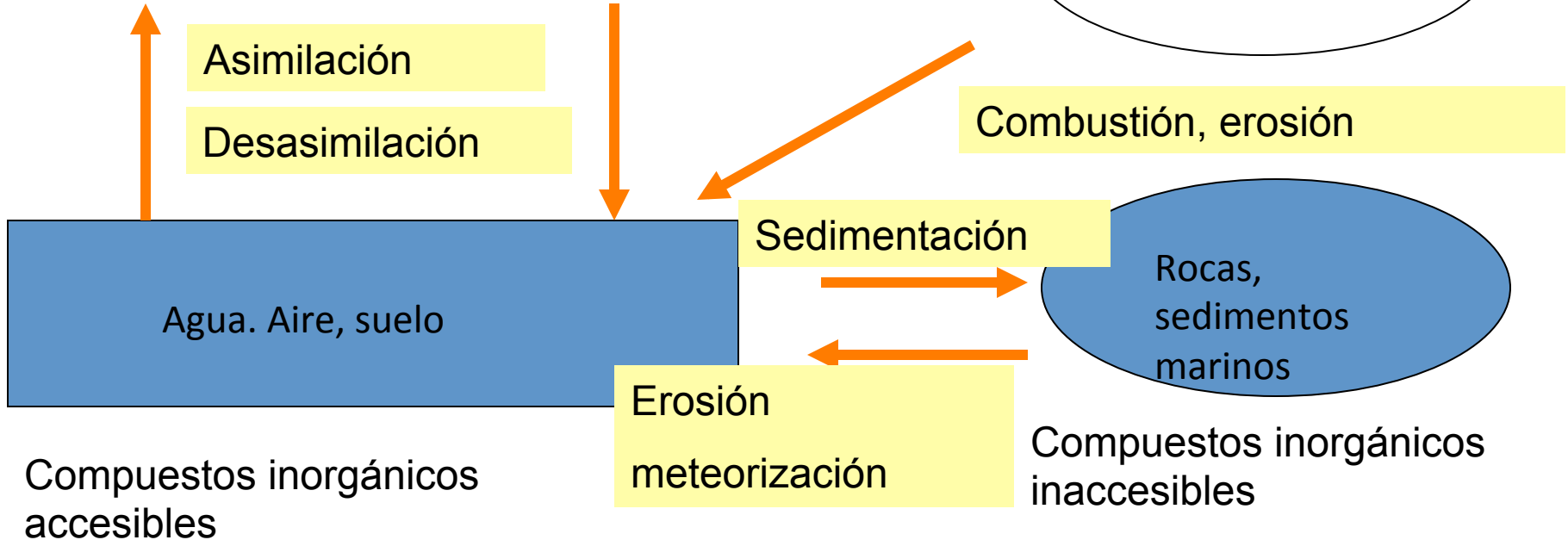
Agua. Aire, suelo

Erosión

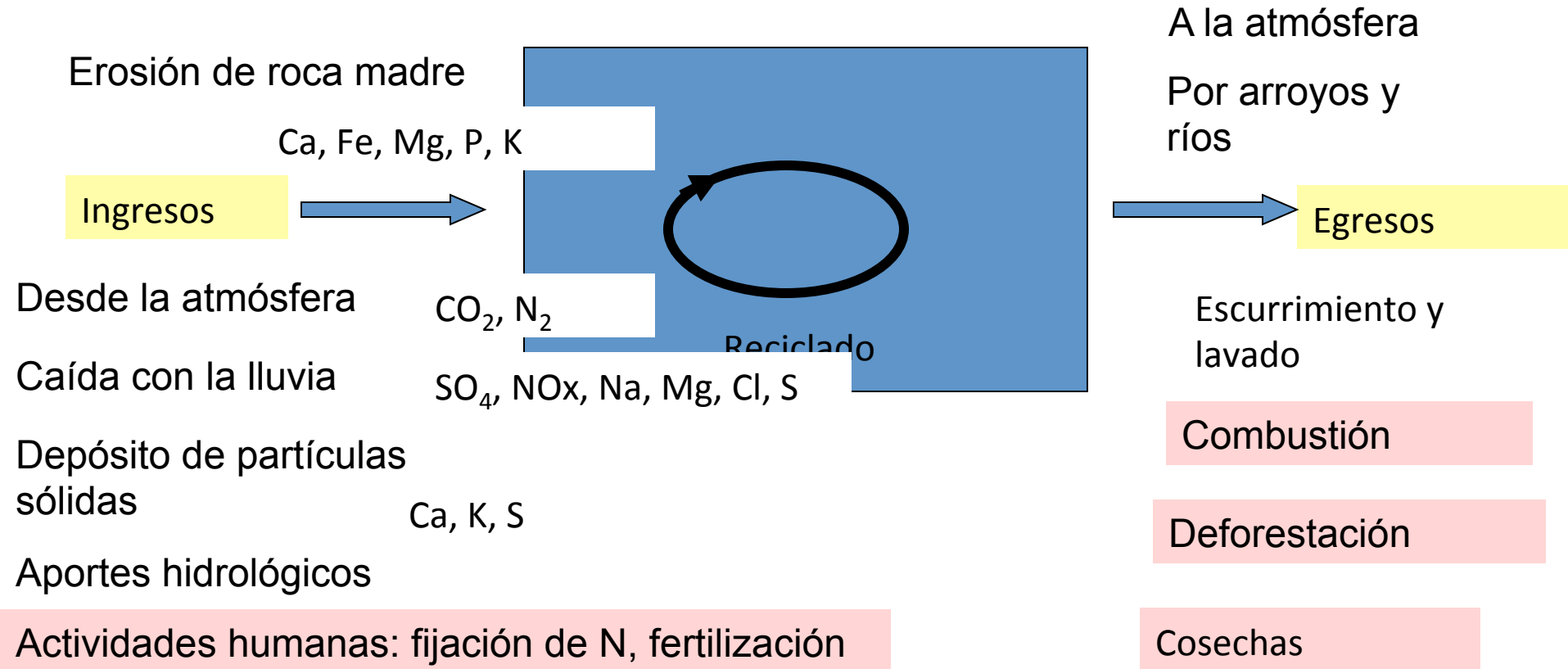
meteorización

Compuestos inorgánicos inaccesibles

Compuestos inorgánicos accesibles

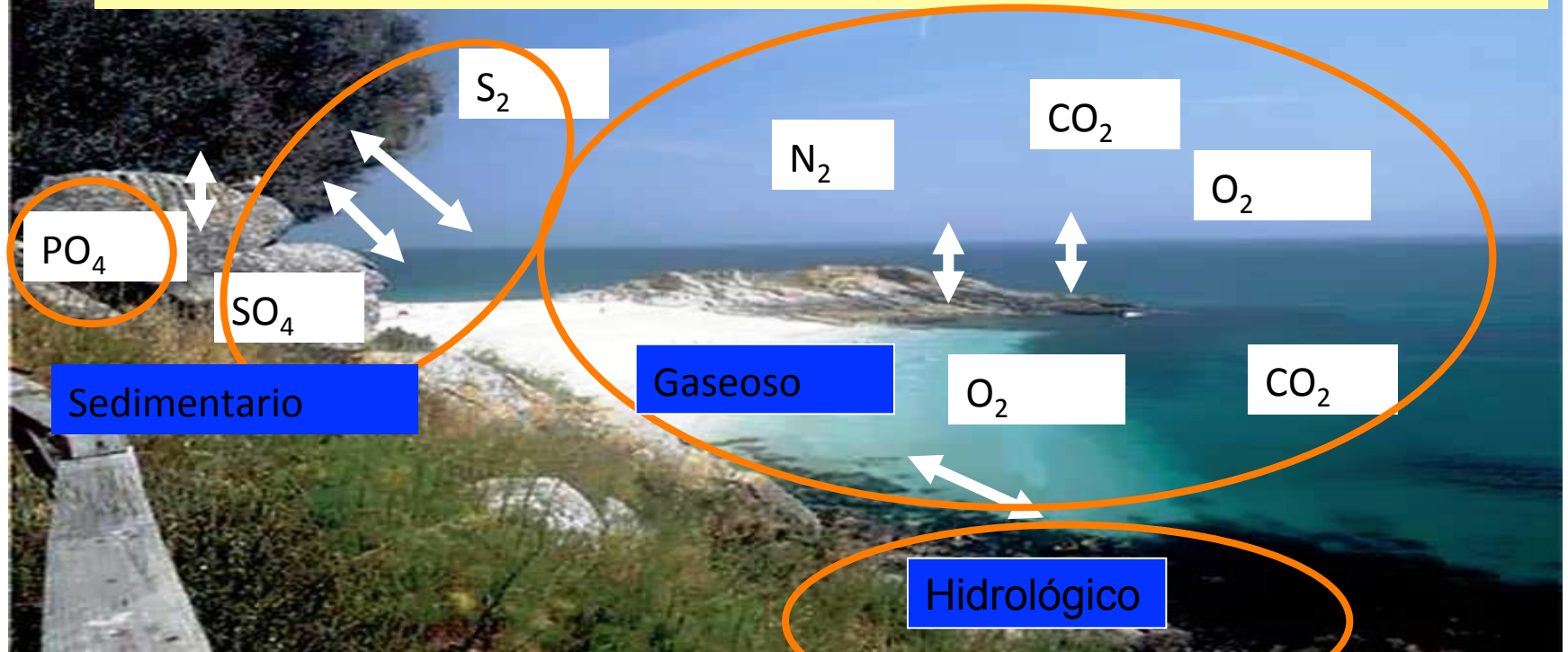


Balance de nutrientes en un sistema terrestre

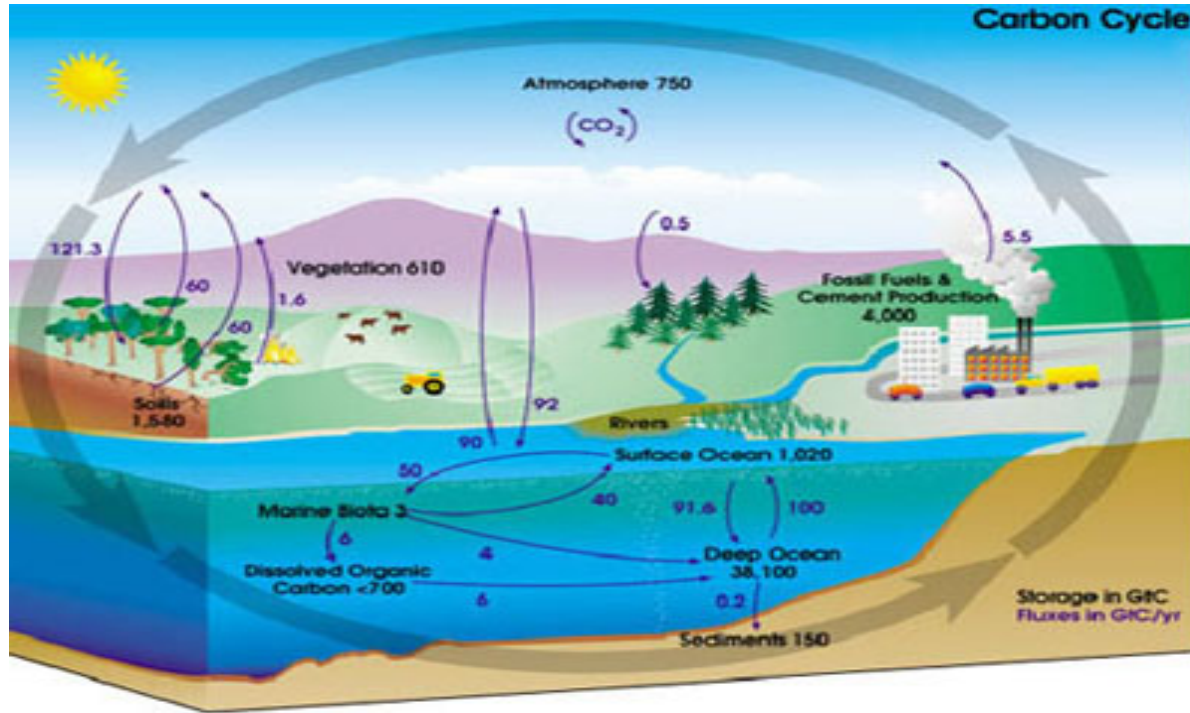


Ciclos biogeoquímicos

Los nutrientes fluyen desde componentes del ecosistema no vivos a los vivos y viceversa



Ciclo del Carbono



El carbono circula por todos los reservorios de la Tierra:

Reservorio	Carbono (Gigatoneladas)
Atmósfera	750
Océanos	38.000*
Rocas sedimentarias	100.000.000
Suelos	1500**
Combustibles fósiles	4000
Biota terrestre	2000
Biota acuática	2

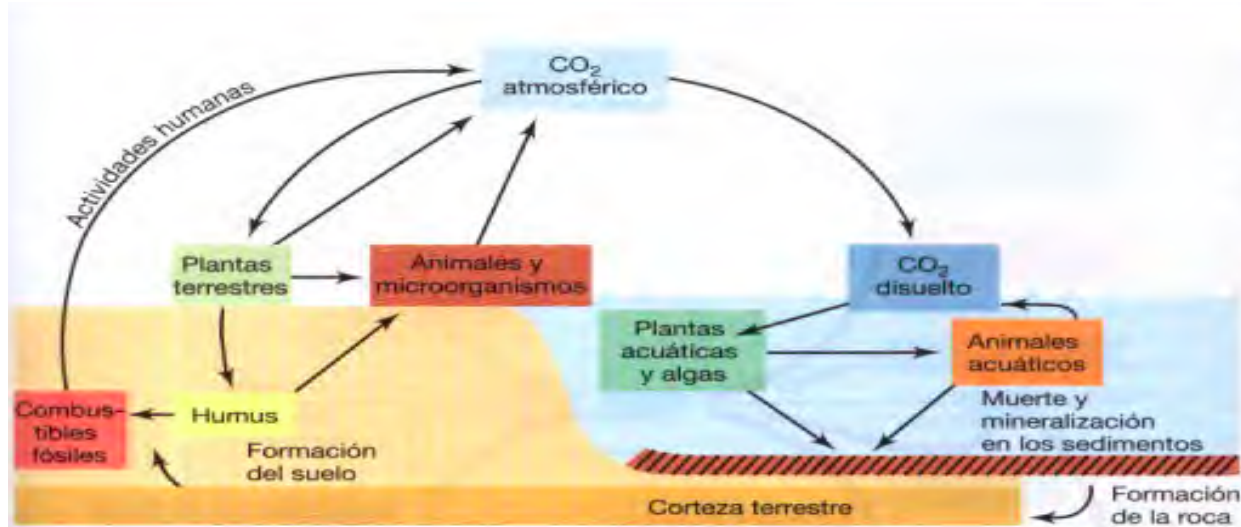
Mayor reservorio en rocas y sedimentos corteza terrestre pero el tiempo de reciclado es tan grande que las salidas son insignificantes a escala humana.

*La gran mayoría como DIC

** La gran mayoría como materia orgánica

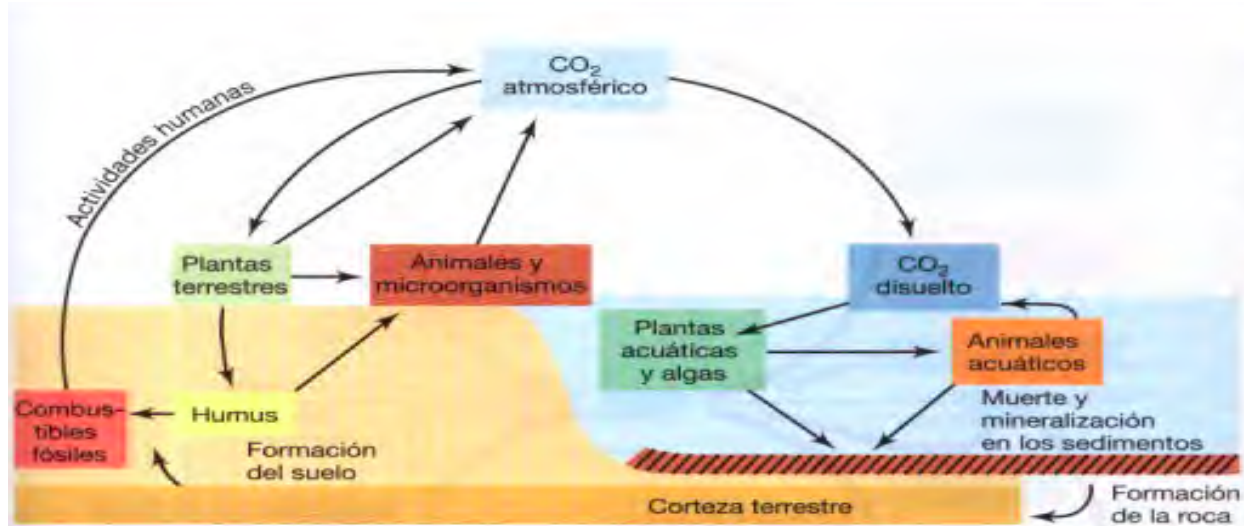
El ciclo del C esta estrechamente relacionado al ciclo del O₂

Fijación CO₂ en **fotosíntesis** oxigénica libera O₂ y mucha de la MO es oxidada a CO₂ durante **respiración** aeróbica.



Fototrófos están en la base del ciclo del C

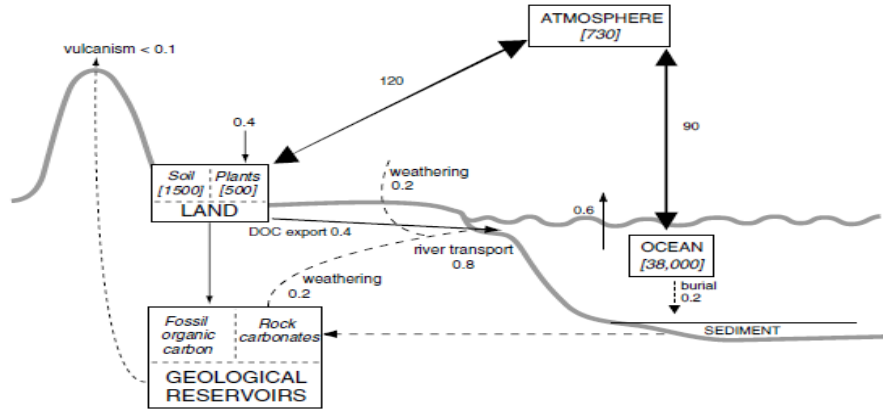
Escalas de procesos



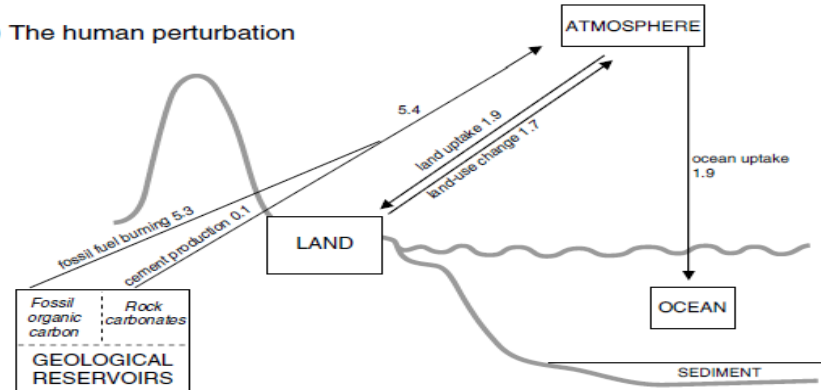
Fototrófos están en la base del ciclo del C

Principales flujos en el ciclo natural del carbono y sus alteraciones antropogénicas

a) Main components of the natural carbon cycle



b) The human perturbation



El ciclo del C y la regulación climática

El ciclo del C juega un rol clave en regular el clima en la tierra controlando la concentración de CO₂ en la atmósfera

EL CO₂ es importante porque contribuye al *efecto invernadero*

Ciclo del Nitrógeno

Table 24.2 Major Nitrogen Reservoirs.

Reservoir	Size (10^{15} g N)	Reference
Atmosphere		
N ₂	3,950,000	a
N ₂ O	2	c
Terrestrial		
Biomass	10	a
Soil	190	a
Marine		
Biomass	0.5	a
Dissolved organic nitrogen	550	b
Detrital particulate organic nitrogen	3 to 24	b
NO ₃ ⁻	570	b
NH ₄ ⁺	7	b
NO ₂ ⁻	0.5	c
N ₂ O	0.2	c
N ₂	22,000	b
Crustal		
Sedimentary organic nitrogen	999,600	a
Volcanic rock	1,000,000	c
Coal	200	c

Data sources:

^aMackenzie, F. T. (2006). *Our Changing Planet: An Introduction to Earth System Science and Global Environmental Change, 2nd ed.* Prentice Hall, p. 169.

^bCapone, D. (2003). *Biogeochemical Cycles N, BISC 419 Environmental Microbiology, University of Southern California*, http://bioweb.usc.edu/courses/2003-spring/documents/bisc419-Ncycle_2002.pdf.

^cWada, E., and A. Hattori (1991). *Nitrogen in the Sea: Forms, Abundances, and Rate Processes.* CRC Press, p. 66.

Importante componente de la biomasa (proteínas, ac. Nucleicos..)

Proceso regido principalmente por bacterias o procariotas.

Ciclo gaseoso: La forma más abundante de N es N₂ gaseoso que no puede ser usado por todos los organismos

El balance de fijación de N o su exportación depende de las condiciones redox, aportes de materia orgánica e inputs antropogénicos

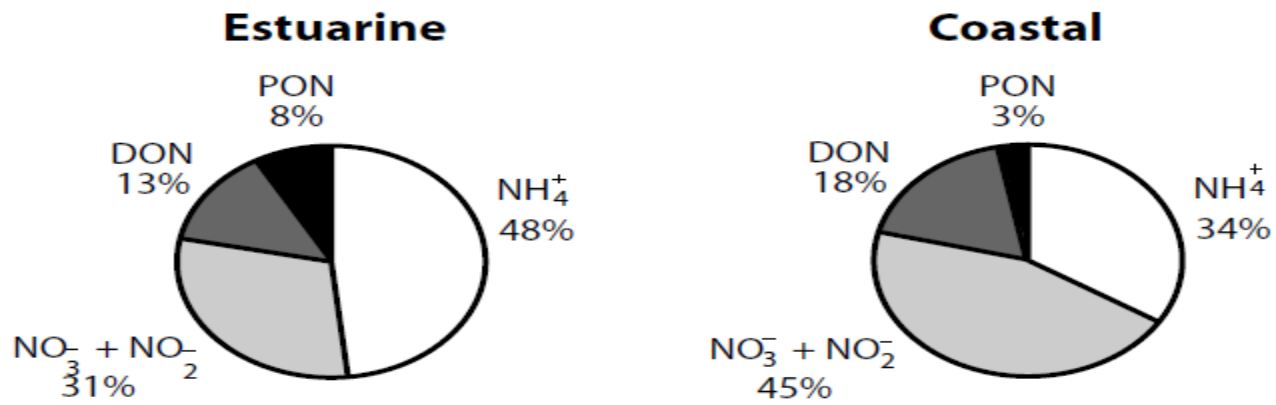
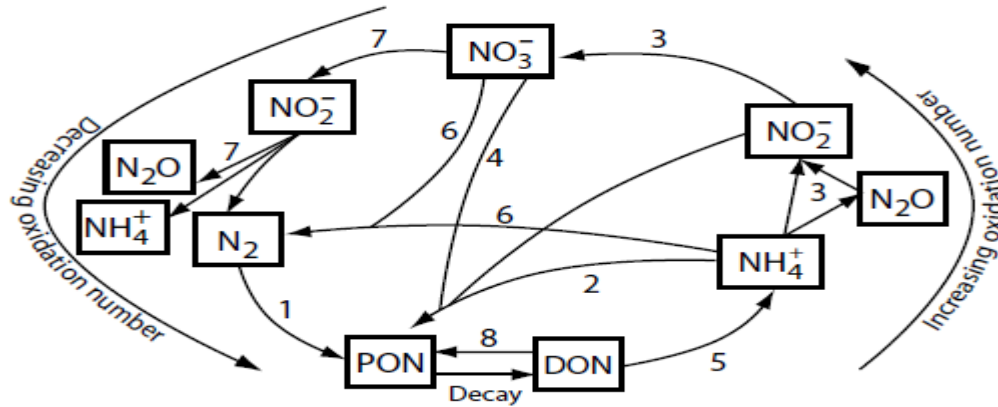


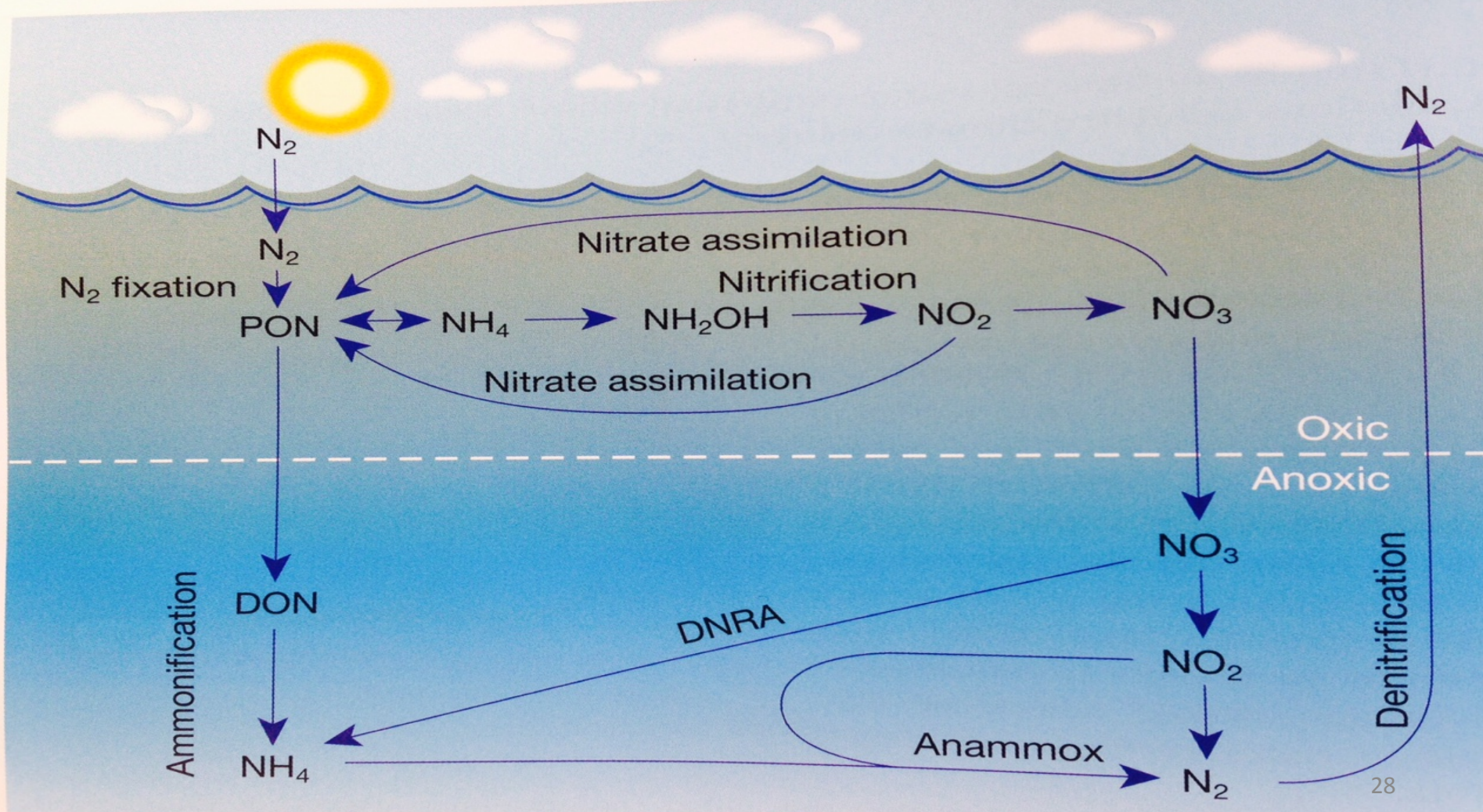
Figure 10.7 Average composition of nitrogen pools (excluding dissolved N_2) in estuarine waters DON = dissolved organic nitrogen; PON = particulate organic nitrogen. (Modified from Berman and Bronk, 2003.)

Ciclo N en estuarios y zonas costeras



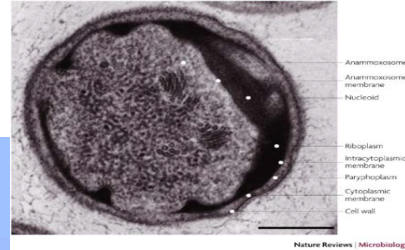
- 1- Fijación biológica de N_2
- 2- Asimilación amonio
- 3- nitrificación
- 4- reducción NO_3^- por asimilación
- 5- Amonificación o remineralización de N
- 6- oxidación amonio
- 7- desnitrificación y reducción disimilatoria de NO_3^- a NH_4^+
- 8- Asimilación DON

Libes, 1992

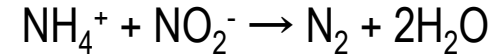


Anamox: Descubrimiento “reciente” (Kuypers et al 2003)

Oxidación anaerobia del amonio

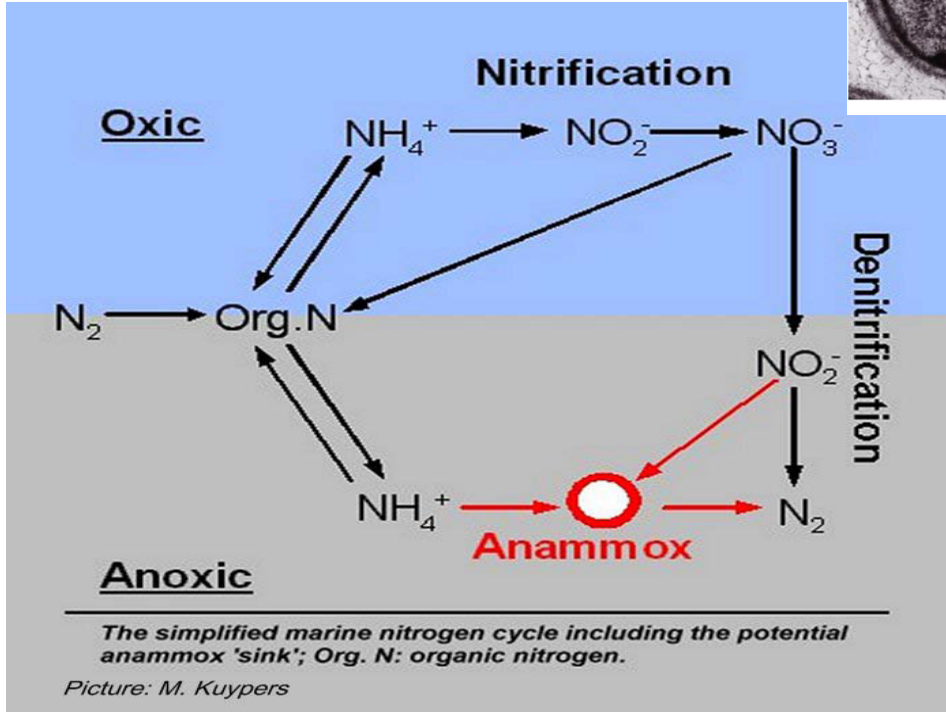


Planctomycetes



Tratamiento de efluentes

En 2000 se construyó la primera planta de tratamiento a gran escala que uso Anamomox

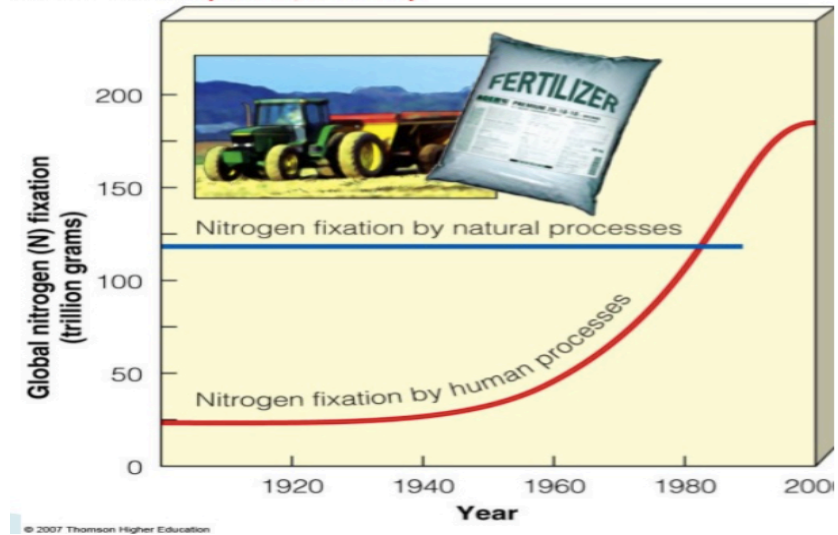


Alteraciones ciclo del N

Fertilizantes

Proceso Haber-Bosch (1913), producción NH_4 a partir de H_2 y N_2 .

Revolución verde: aumento prod. Agrícola

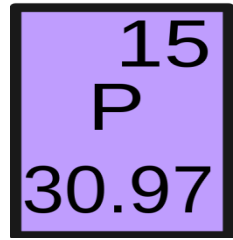


Aumento en rendimiento y valor nutricional de alimentos

- Aumento en bienestar de humanos
- Aumento en productividad de cultivos ecosistemas limitados por N
- Aumento en secuestro de carbono por cultivos

Lluvia acida : reacción de NO_x con H. Acidificación agua, suelo, muerte peces.
Producción N_2O (gas invernadero): Destrucción del ozono, 300 veces mas potente q el CO_2 como gas invernadero

Ciclo del Fosforo



Importancia

- Papel importante en el metabolismo
- es el macronutriente menos abundante y limita la Producción Primaria en agua dulce
- constituyente de material genético (ADN, ARN) , membranas celulares (fosfolípidos), moléculas que aportan energía (ATP)

Disponibilidad y abundancia

depende de su especiación, pH, ortofosfato (H_2PO_4^-) más abundante en agua dulce, ácido fosfórico (HPO_4^{2-}) más abundante en agua marina

Reservorios

- Mayor reservorio: rocas sedimentarias oceánicas
- Apatita $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH}, \text{F}, \text{Cl})$
- Excrementos aves marinas, guano



Fósforo total
(TP)

Particulado

organismos

ADN, ARN, fosfolípidos

moléculas de bajo peso molecular
(vitaminas, enzimas)

nucleótidos fosfatados (ADP, ATP)

fase mineral de rocas y suelos

hidroxiapatita

hidróxidos férricos

complejos inorg con arcillas, carbonatos

adsorbido en MOP muerta

Disuelto

ortofosfato PO_4^{3-}

polifosfatos (detergentes sintéticos)

coloides orgánicos

ésteres de fosfato de bajo peso molec.

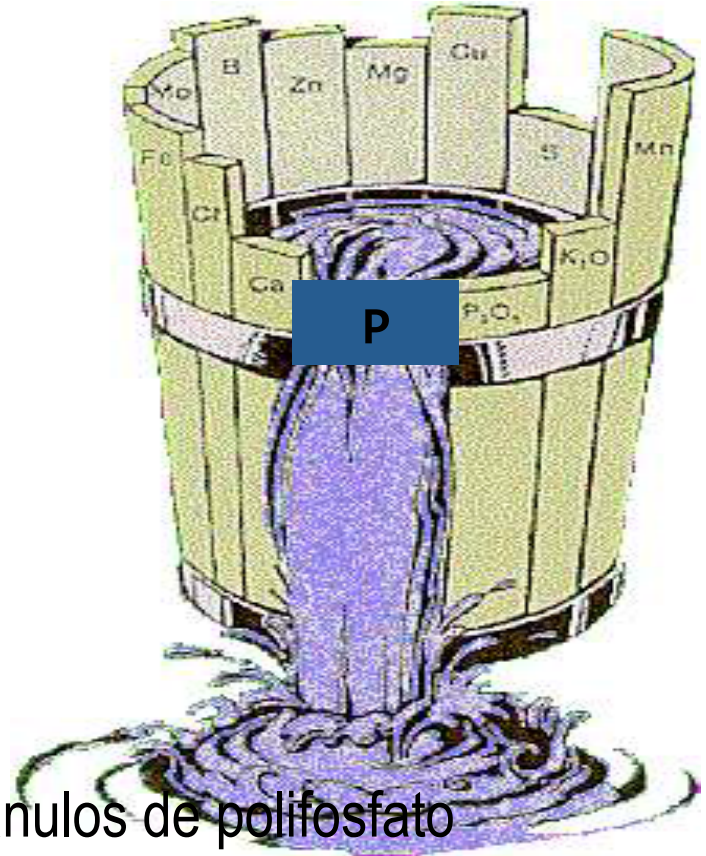
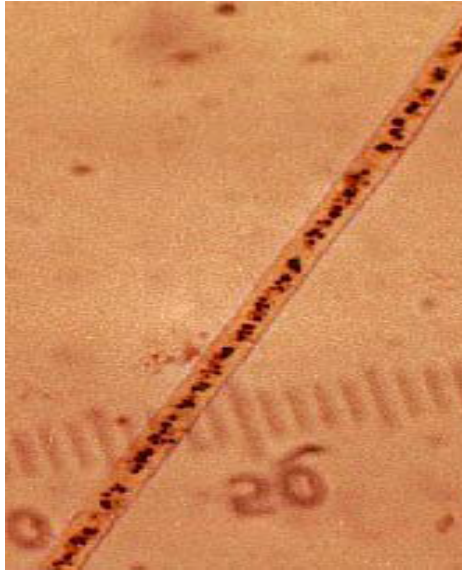
TABLE 13-1 General Relationship of Lake Productivity to Average Concentrations of Epilimnetic Total Phosphorus^a

<i>General level of lake productivity</i>	<i>Change (reduction) in alkalinity in epilimnion during summer (meq liter⁻¹)</i>	<i>Total phosphorus (μg liter⁻¹)</i>
Ultra-oligotrophic	< 0.2	< 5
Oligo-mesotrophic	0.6	5–10
Meso-eutrophic	0.6–1.0	10–30
Eutrophic		30–100
Hypereutrophic	> 1.0	> 100

^a Modified from Vollenweider, R. A.: *Scientific Fundamentals of the Eutrophication of Lakes and Flowing Waters, with Particular Reference to Nitrogen and Phosphorus as Factors in Eutrophication*. OECD Report No. DAS/CSI/68.27, Paris, OECD, 1968, after numerous sources.

Nutriente limitante

Relación de Redfield, 1958



Cianobacterias: almacenamiento gránulos de polifosfato

Área Experimentación Lagos:
El estudio del fósforo

Experimental Lakes Area

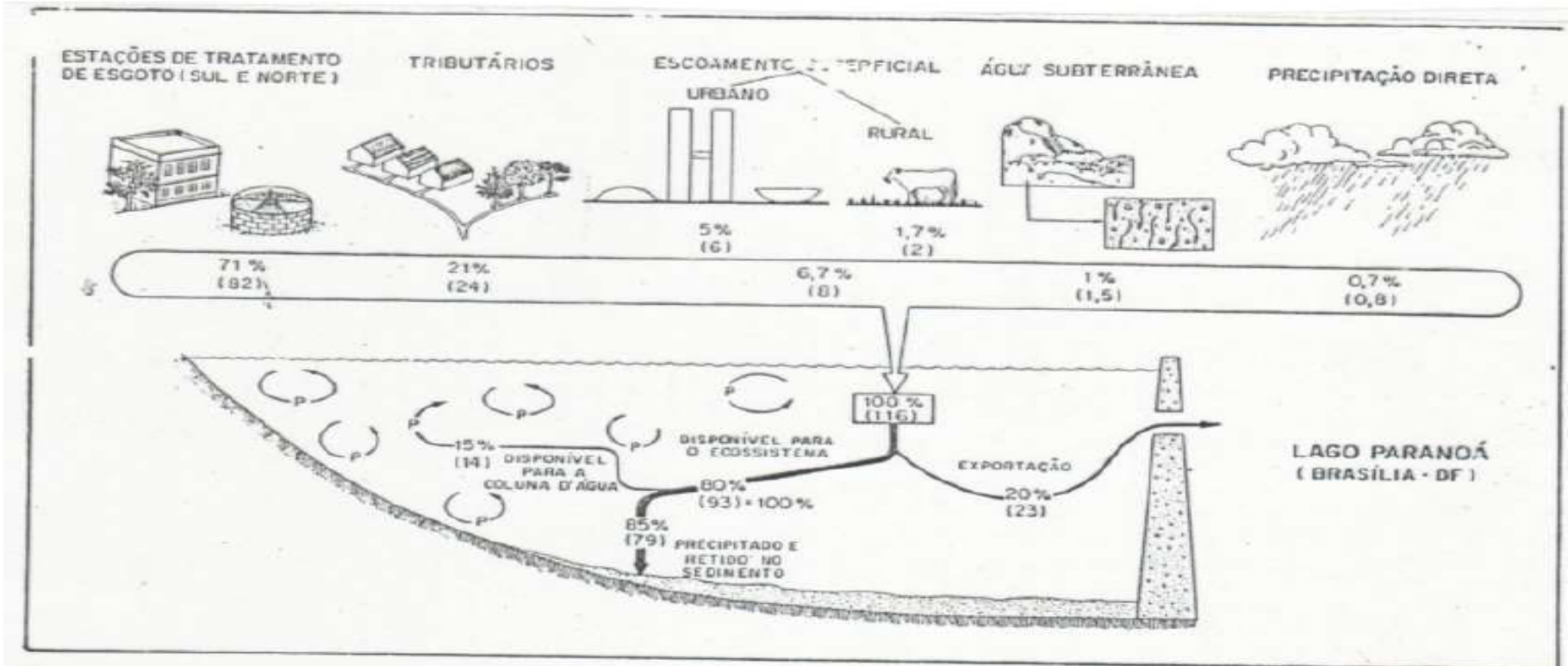


58 Small Lakes & their Drainage Basins
Minimal external human influences

Área Experimentación Lagos: El estudio del fósforo



FUENTES DE FÓSFORO



Naturales: sedimentos ricos en P
 Artificiales: detergentes, efluentes, fertilizantes

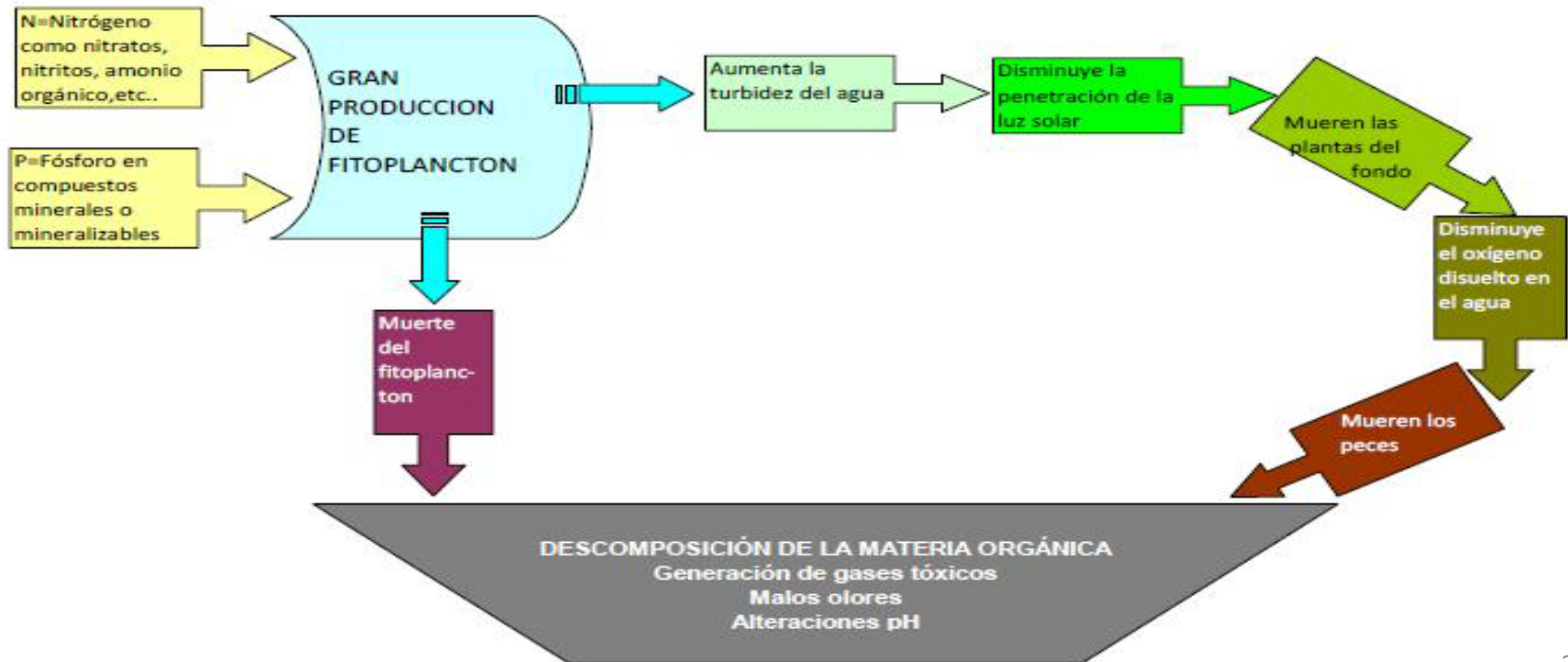
Escorrentía, deposición de polvo
 Aguas residuales mayor contribución de P

Impactos: fertilizantes/detergentes/minería/aguas residuales

ESQUEMA DE EUTROFIZACIÓN DE UN LAGO

Exceso de entrada de nutrientes N y P

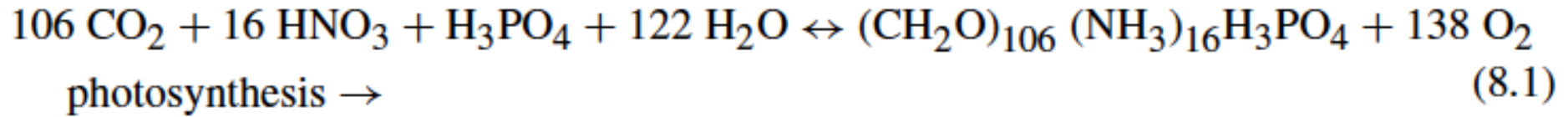
Del Águila



Producción Primaria y Secundaria

Producción Primaria

← oxidation (respiration)

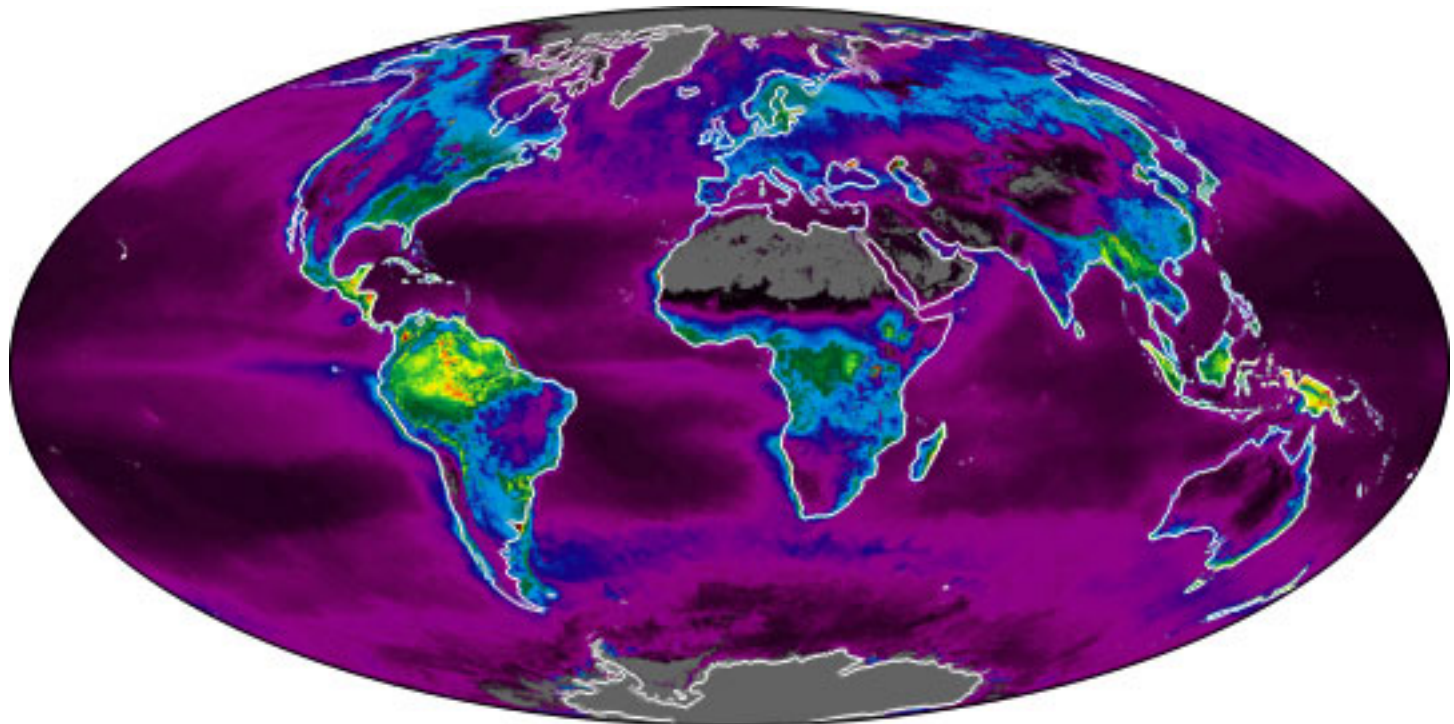


Producción primaria: tasa con la que la biomasa es producida por unidad de superficie y tiempo. Formación fotosintética de MO.

PPB (producción primaria bruta): cantidad de CO_2 fijada (convertido a MO) por organismos fotosintéticos (por unidad de tiempo y vol.)

PPN (producción primaria neta): cantidad de CO_2 fijada menos la cantidad respirada por los productores primarios. Influenciada por aportes aloctonos.

PPN (imagen satelital NASA)



Net Primary Productivity (kgC/km²/year)



Principales Factores que limitan la PP

- Luz,
- agua,
- Nutrientes: nutriente limitante
- Temperatura: aumento latitudinal de la PP

Producción Secundaria

La **producción secundaria** se define como la tasa de **producción nueva** de biomasa **por parte de los organismos heterótrofos**.

$$P = I - F - R$$

- 1) Crea nueva biomasa en la pob
- 2) Parte de la nueva biomasa fluye al siguiente nivel al ser consumida por un depredador.

Relación positiva con la PP y en general un orden de magnitud menor

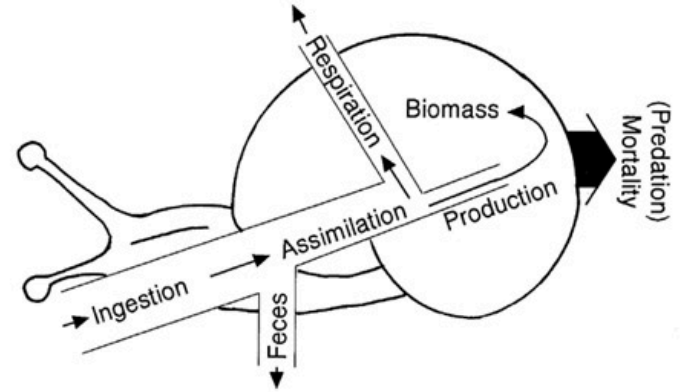


Figure 1: Energy flow diagram of a stream snail population
All flows (ingestion, assimilation, feces, respiration, production, mortality) have units of $\text{mg dry mass m}^{-2} \text{ day}^{-1}$. The area occupied by the snail represents biomass ($\text{mg dry mass m}^{-2}$). Production adds to biomass and mortality subtracts from biomass simultaneously. Thus, if production exceeds biomass lost to mortality, biomass will increase. If production is less than biomass lost to mortality, biomass will decline.

BOX 15.1 Definitions and measures of ecosystem metabolism

For autotrophic communities only:

Autotroph	= plant or protists that produces organic matter from CO_2
Gross primary production (P_{atr})	= total photosynthesis in a plant or group of autotrophic organisms
Respiration (R_{atr})	= respiration of autotrophic organisms
Net primary production (P_{atr})	= $P_{\text{atr}} - R_{\text{atr}}$ = net organic matter production by autotrophic organisms

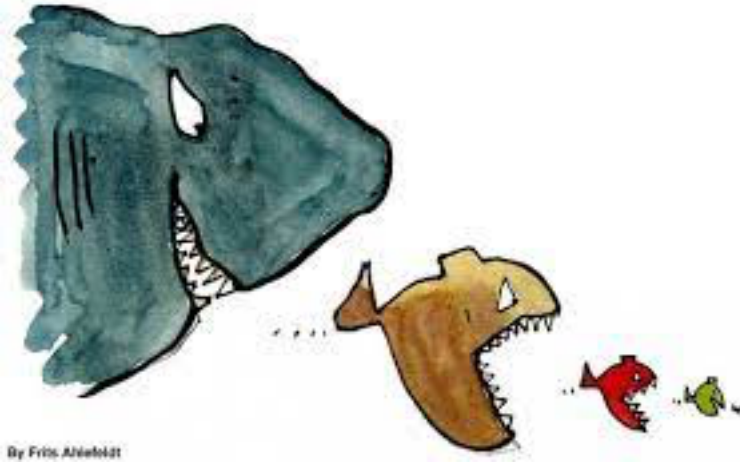
For ecosystem metabolic rates:

Net daytime production (P_{a})	= net organic matter production by an ecosystem during sunlit hours
Nighttime respiration (R_{n})	= respiration of an ecosystem during night hours
Gross primary production (P_{g})	= total amount of photosynthesis in an ecosystem (often assumed = $P_{\text{a}} + R_{\text{n}}$)
Ecosystem respiration (R)	= total amount of respiration in an ecosystem
Net ecosystem production (P_{n})	= $P_{\text{g}} - R = P_{\text{a}} - R_{\text{n}}$ = net organic matter production of all ecosystem components

Key ratios:

P/R ratio	= ratio of photosynthesis to respiration
Photosynthetic quotient (PQ)	= ratio of O_2 produced/ CO_2 consumed in photosynthesis
respiratory quotient (RQ)	= ratio of CO_2 produced/ O_2 consumed in respiration

Tramas tróficas



Trofos= comida.

Tramas tróficas

Una de las aprox. más directas para los patrones de organización y relación entre la especies dentro de un ecosistema.

Concepto fue definido por 1era vez por Charles Elton, 1927 y refiere a las interacciones de transferencia de energía o consumo entre los organismos de un ecosistema

La resistencia y resiliencia frente a perturbaciones externas depende en gran medida de la estructura de las tramas tróficas

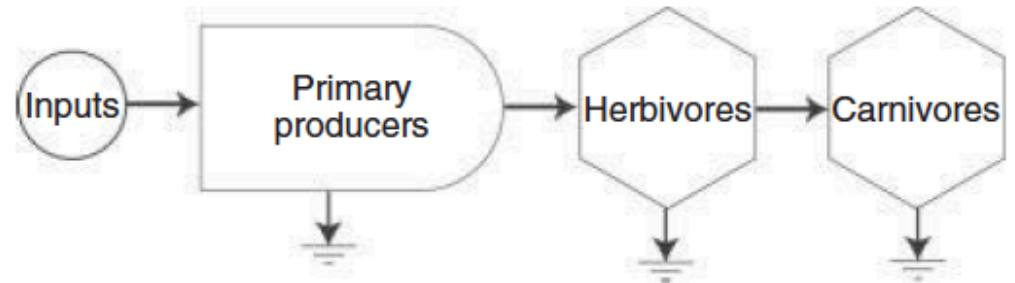
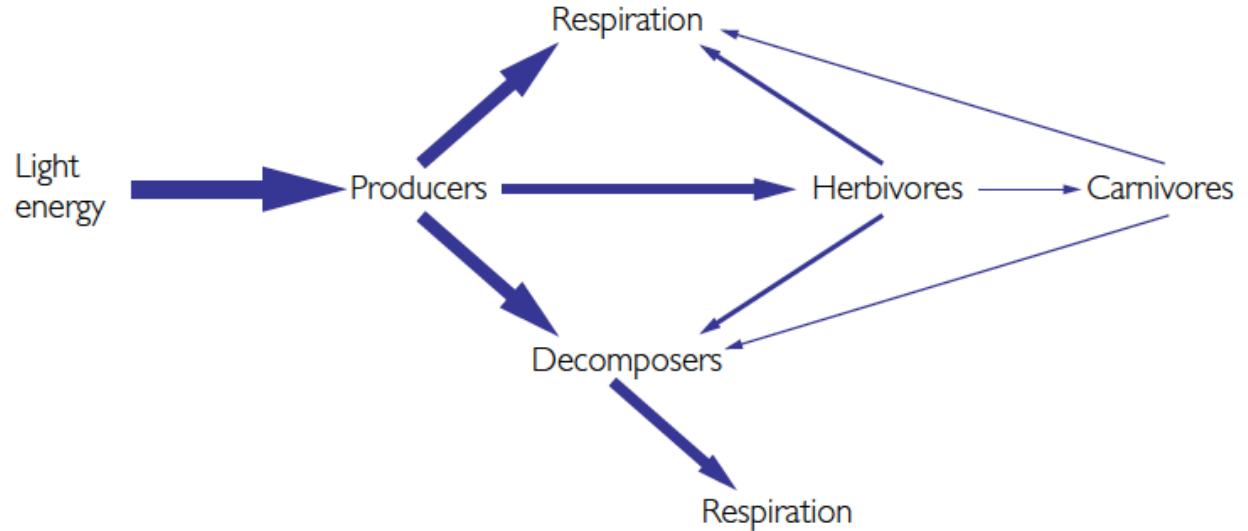


FIGURE 16.1 A simple food chain with three trophic levels illustrated using energy systems language (e.g., Odum, 1967; Odum, 1971). Arrows indicate transfer of matter or energy. Circles indicate inputs, which could include matter, such as nutrients, or energy. A “bullet” symbol indicates a primary producer, whereas hexagons indicate consumers. Horizontal lines (i.e., electrical “ground” symbols) indicate energy dissipation or recycling.

Tramas tróficas

Fig. 12.1 A diagrammatic representation of the trophic–dynamic concept of ecosystem structure. Light energy is captured by plants and used to build their bodies. Much of this energy is lost to respiration, but a portion is passed onto the next trophic level, represented by herbivores. A portion of the energy in herbivores is then passed on to carnivores. When individuals in any trophic level die, they are broken down by decomposers, which recycle nutrients back into the system for uptake by other organisms.



Control Top-down versus bottom-up niveles tróficos

- Bottom up: recursos controlan la comunidad
- Top-Down: predadores controla la comunidad

Controles ascendentes y descendentes.

- Top-down: cascada trófica. El efecto se extiende al resto de los niveles tróficos. Los niveles tróficos alternarían entre limitación por consumidores y por recursos.

Evidencia de ambos controles, según el sistema

Menos tiburones, menos vieiras

Se pensaba que las redes tróficas se hallaban estructuradas de abajo arriba. Sin embargo, se está descubriendo que a menudo los depredadores culminales controlan la cadena, directa e indirectamente. Un estudio realizado por Julia Baum, hoy en la Universidad de Victoria, en la Columbia Británica, y otros investigadores demuestra que la sobrepesca de grandes tiburones (azul) en aguas de los Estados Unidos orientales ha permitido que los depredadores de niveles intermedios (verde) aumenten en número, en especial la raya cara de vaca o mancha (*Rhinoptera bonasus*). A su vez, la población en expansión ha devastado determinadas especies de marisco (amarillo), sobre todo las vieiras de la bahía (*Aequipecten irradians*). Una prohibición de la pesca de tiburones permitiría que los peces se recuperaran, lo que limitaría la explosión demográfica de la mancha y haría que las vieiras prosperaran de nuevo.]

Tiburones grandes (depredadores culminales)

Otros tiburones y rayas (depredadores de niveles medios)

Presas (de interés comercial)

Tamaño inicial de la población

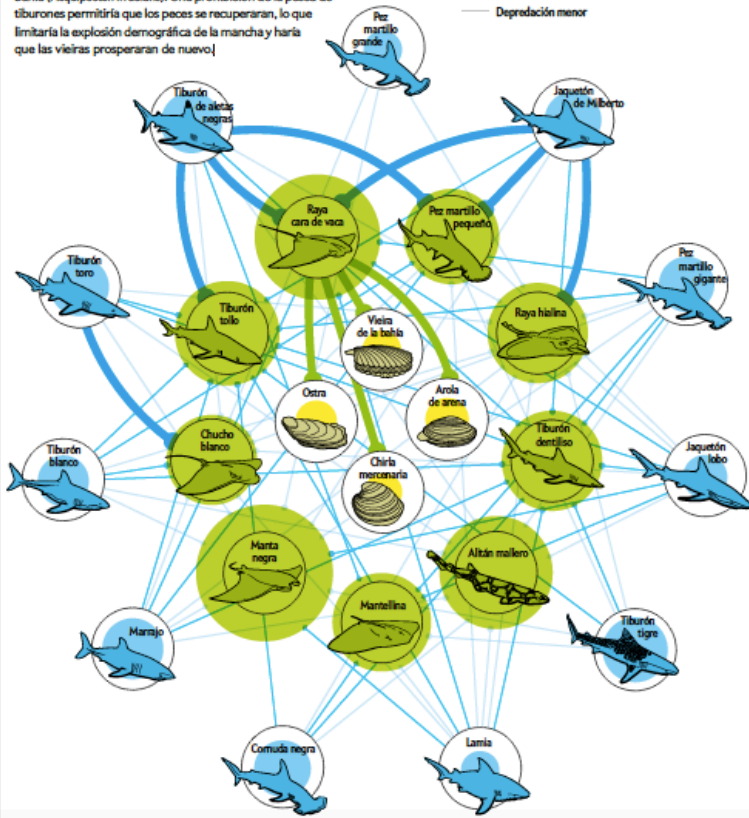
Población reducida, 35 años después

Población aumentada, 35 años después

Depredación principal

Depredación moderada

Depredación menor



Las interacciones no son tan simples..

muchos organismos se alimentan de > 1 presa. Las redes pueden abarcar cientos, miles de spp, su complejidad puede convertirse en marañas imposibles (Bascompte, 2008). Se usan modelos matemáticos

Interacciones débiles y fuertes

Interacciones débiles mantienen estructura

Predadores tope: estructuradores. Pesca tiburones (azul) diezmo la población, aumento su presa (verde) que devastaron si comida (amarillo). Eliminación lobos en parque yellowstone, aumento ciervo, devastaron arboles.

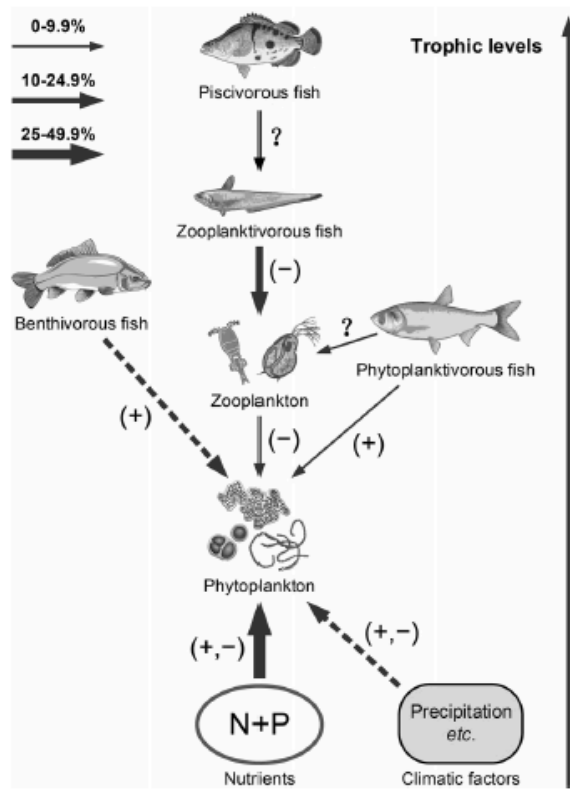


Figure 6. Conceptualized figure of the food web structure in Lake Taihu. The thickness of the arrows and the associated percentages above the arrows indicate a range of predictors explaining the variance of phytoplankton biomass with % independent contribution (%I). Darker solid arrows indicate direct effects, darker dashed arrows indirect effects, and question marks missing estimates of the interaction strength. (+) or (-) is the label of the effect of a predictor.

Control Top-down versus bottom-up niveles tróficos

Los grandes depredadores son responsables, en gran medida, de la estructura de los ecosistemas donde habitan. Sus efectos no solo se notan en la abundancia y el comportamiento de sus presas, sino que pueden amplificarse a través de las cadenas o tramas tróficas afectando los patrones de biodiversidad. Este efecto indirecto de los depredadores sobre otros niveles tróficos es lo que se conoce como **cascadas tróficas**.

(6) (PDF) Depredadores tope y cascadas tróficas en ambientes terrestres. Available from: https://www.researchgate.net/publication/319532849_Depredadores_tope_y_cascadas_troficas_en_ambientes_terrestres [accessed May 11 2023].

Principales características

Numerosas conexiones laxas en lugar de unas pocas fuertes. Es decir un depredador se alimenta en ocasiones de una misma presa vs come siempre la misma.

El depredador podrá sobrevivir a la extinción falta de una de ellas y permite a las presas recuperarse si además come otras cosas.

Cambios pequeños, efectos grandes: Pesca industrial tiburones acabo con la pesquería de ostras y almejas.

Punto de retorno? Pesca industrial bacalao atlántico en los 90. Los bacalaos son depredadores voraces al mermar su población por la pesca a gran escala y desmedida proliferaron sus presas.. Restricciones de pesca bacalao para que liberaran sus huevos y volviera a restablecerse la población. Predicción de recuperación: 5 a 6 años..

6 años dsp.. La población estaba aun peor...

FALLO EN LAS PREDICCIONES..

Problema: Predicciones solo basadas en el crecimiento del bacalao y no en la estructura actual de la trama trófica.

Las presas de los bacalaos que habían proliferado se alimentaban de los huevos y larvas de los bacalaos. Cuando los bacalaos los tenían a raya no le hacían mella a sus juveniles pero al aumentar la población...

Incluso prohibiendo la pesca del bacalao la especie no se recupero.

Ecología de tramas tróficas: Estudio de factores y mecanismo que afectan la diversidad taxonómica, conectancia, fuerza de interacciones y estabilidad.

Aumento de riqueza, aumento de diversidad, Aumento de conectancia, mayor estabilidad (?)
Se ha propuesto que la estabilidad no depende de la diversidad sino respuestas diferenciales ante las fluctuaciones (dominan interacciones débiles)