

Temas de la clase pasada

- Concepto de ecosistema
- Atributos del ecosistema: Biomasa y Energía
- Procesos del ecosistema
 - ✓ Producción bruta y neta. Primaria y secundaria
 - ✓ Descomposición
- Flujos de materia y energía a través de un nivel trófico
- Eficiencias de transferencia
- Flujo de materia y energía entre niveles tróficos
- Pirámides de biomasa, energía y producción
- Tasa de renovación y tiempo de residencia
- Métodos de estimación de la productividad primaria

Temas de hoy

Determinantes de la producción primaria

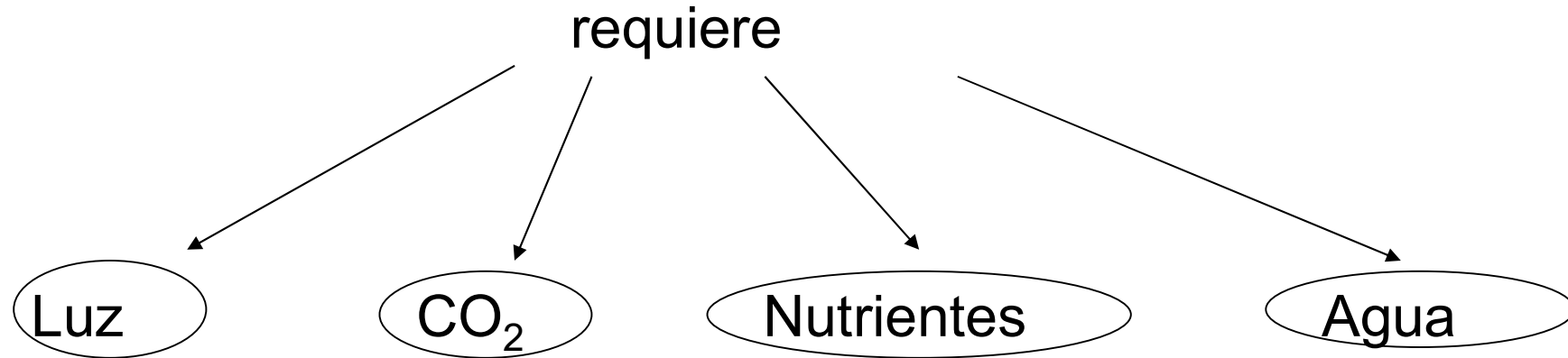
Sistemas oligotróficos y eutróficos

Regeneración de nutrientes

Patrones globales de distribución de la
producción primaria

¿Qué determina la producción primaria?

Producción primaria

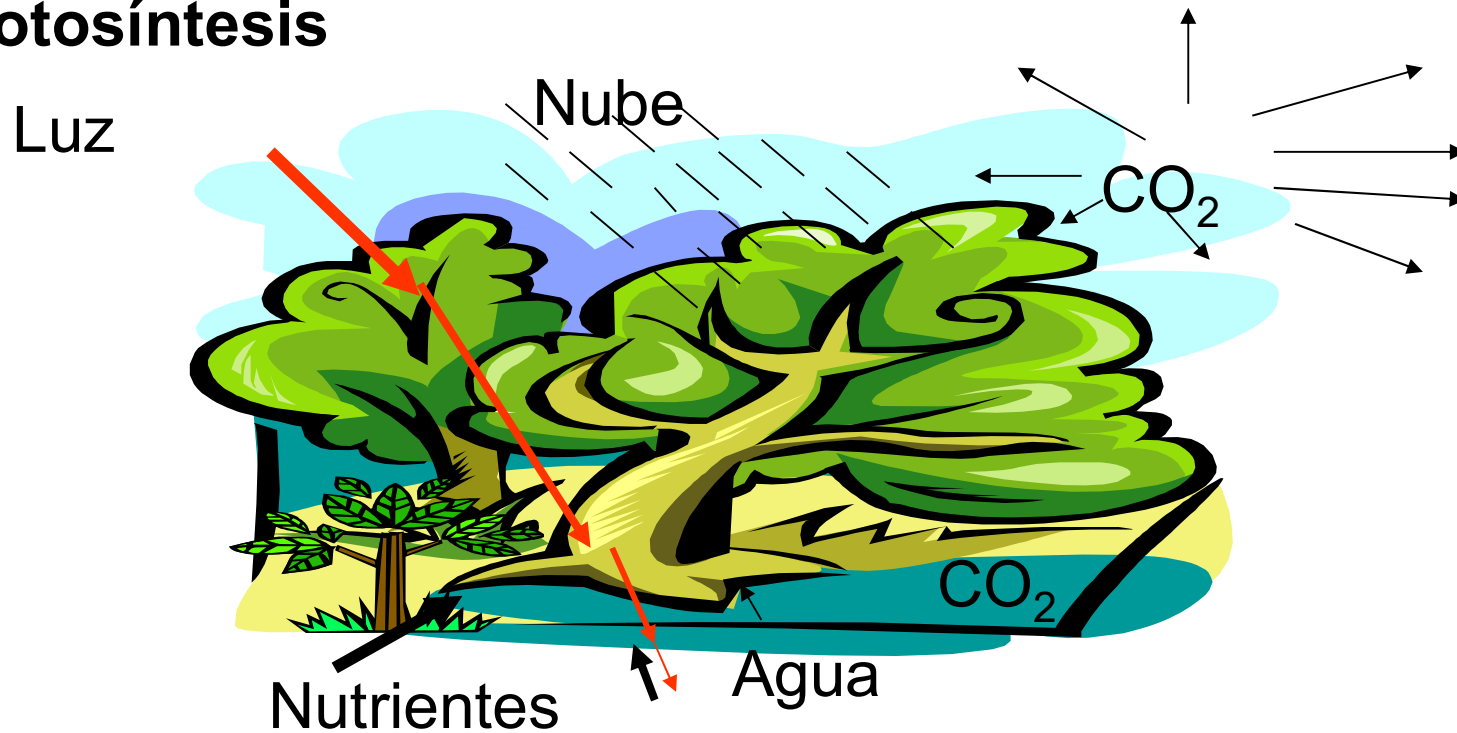


Cualquiera de estos elementos que falte, va a limitar la producción primaria

Ley del mínimo: la velocidad de un proceso va a estar definida por el elemento que esté menos disponible

¿Cuál de los elementos necesarios para la producción primaria será más limitante?

De dónde obtienen las plantas los elementos para la fotosíntesis



Medio terrestre

Medio acuático

Fuente de CO₂

Aire

Agua

Fuente de luz

Sol

Sol

Fuente de agua

Precipitaciones- Suelo

Fuente de nutrientes

Suelo-
disueltos

Agua

Determinantes de la producción primaria

CO₂

Medio terrestre

- En la atmósfera la concentración de CO₂ es baja, 0,03%,
- difunde libremente

Medio acuático

- Mayor concentración
- Puede precipitar en forma de carbonatos

Generalmente no es limitante

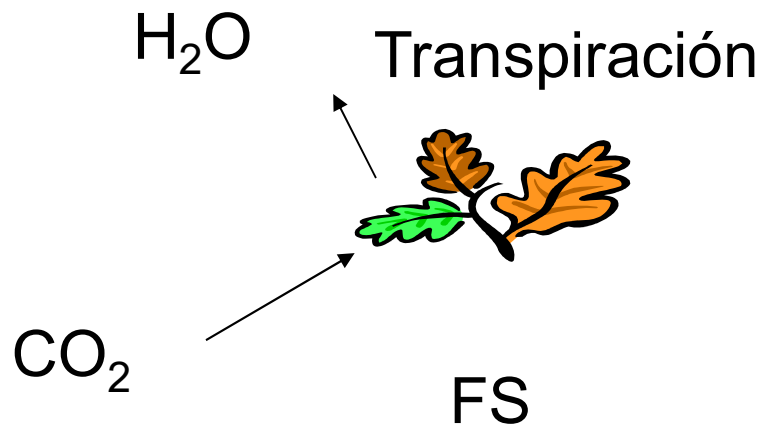
CO₂

- ✓ Puede ser limitante en ambientes desérticos y en algunos ambientes acuáticos

Un aumento en la concentración de CO₂ en la atmósfera puede conducir a un aumento de la fotosíntesis en sitios con escasez de agua

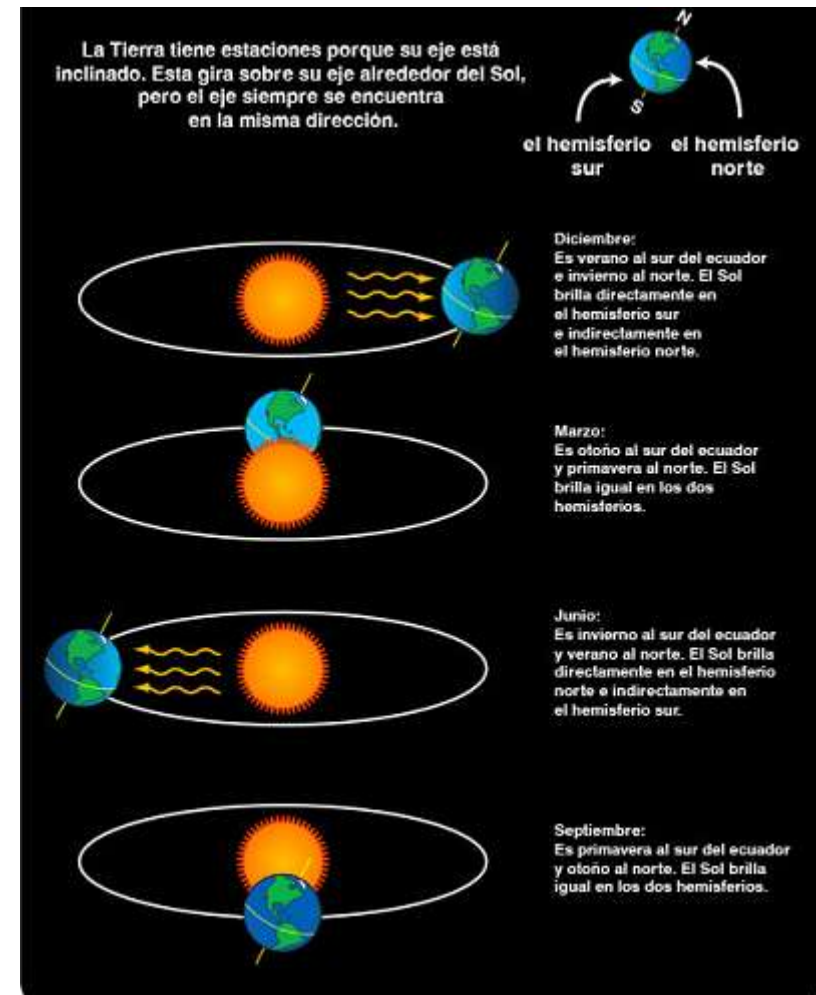
La eficiencia de uso del agua depende del gradiente de concentración de CO₂ entre la atmósfera y la hoja.

EUA aprox=2g de materia/kg de agua



Intensidad lumínica

- ✓ Variaciones latitudinales
- ✓ Variaciones estacionales:
Estación de crecimiento
- ✓ Variación con la profundidad
en ambientes acuáticos
- ✓ Variación según la
estratificación de la vegetación
en ambientes terrestres



<https://spaceplace.nasa.gov/>

¿Es limitante la luz para la producción primaria?

Sistemas terrestres

En los ecosistemas terrestres, los niveles de luz durante la **estación de crecimiento** muchas veces exceden el punto de saturación de las plantas

La **longitud de la estación de crecimiento** varía según el clima

En los trópicos es larga, en los polos muy corta.

Aunque las plantas presentan adaptaciones para las distintas intensidades luminosas, la producción primaria **ANUAL** en las latitudes altas es menor que en los trópicos.

Relación entre PPN y duración de la estación de crecimiento en bosques deciduos del E de EEUU

344

Chapter 17 Energy and Nutrient Flow

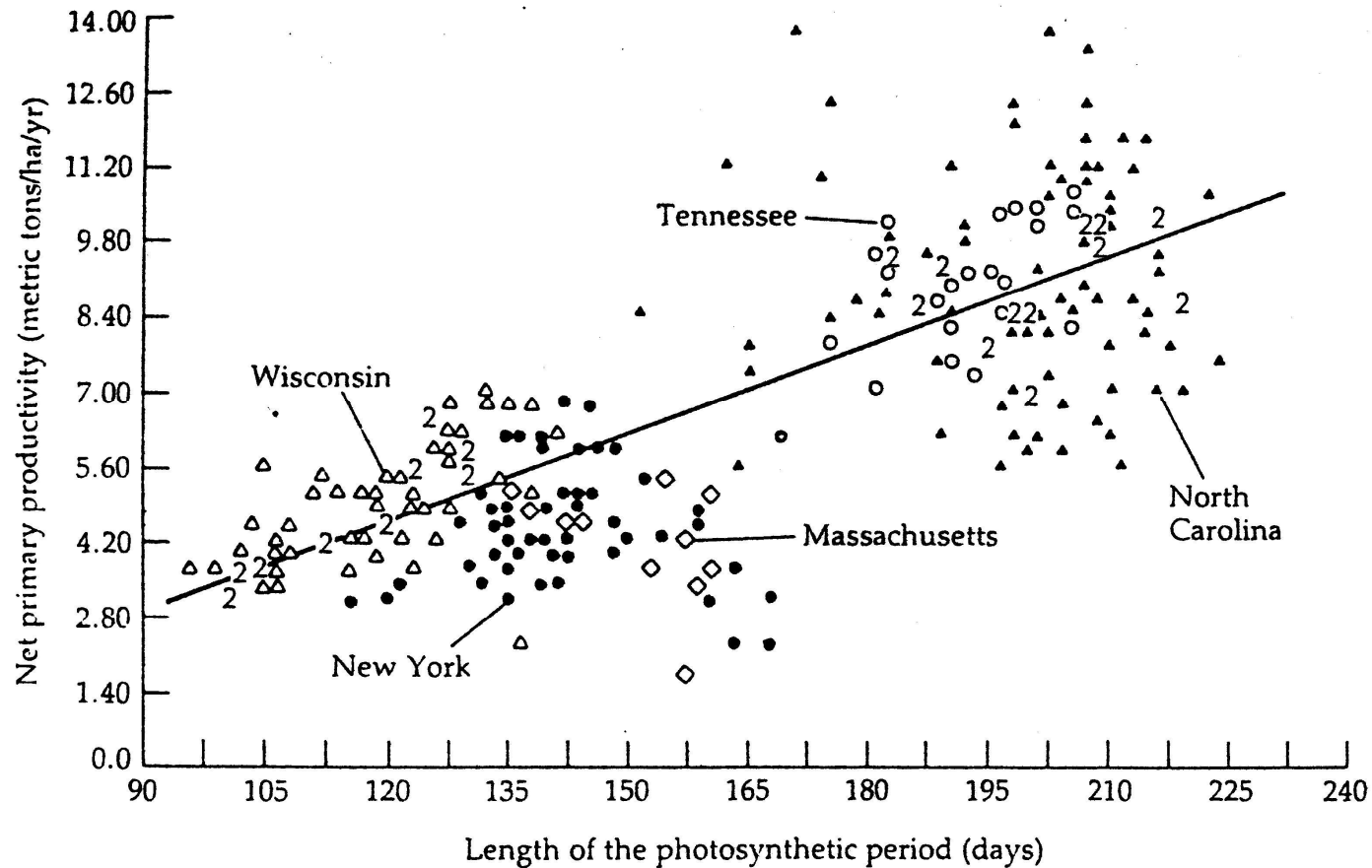


Figure 17.7 Relationship between net primary production and the length of the growing season for stations in the eastern deciduous forest region of North America. (Redrawn from Lieth 1975.)

Variación estacional de la producción primaria bruta

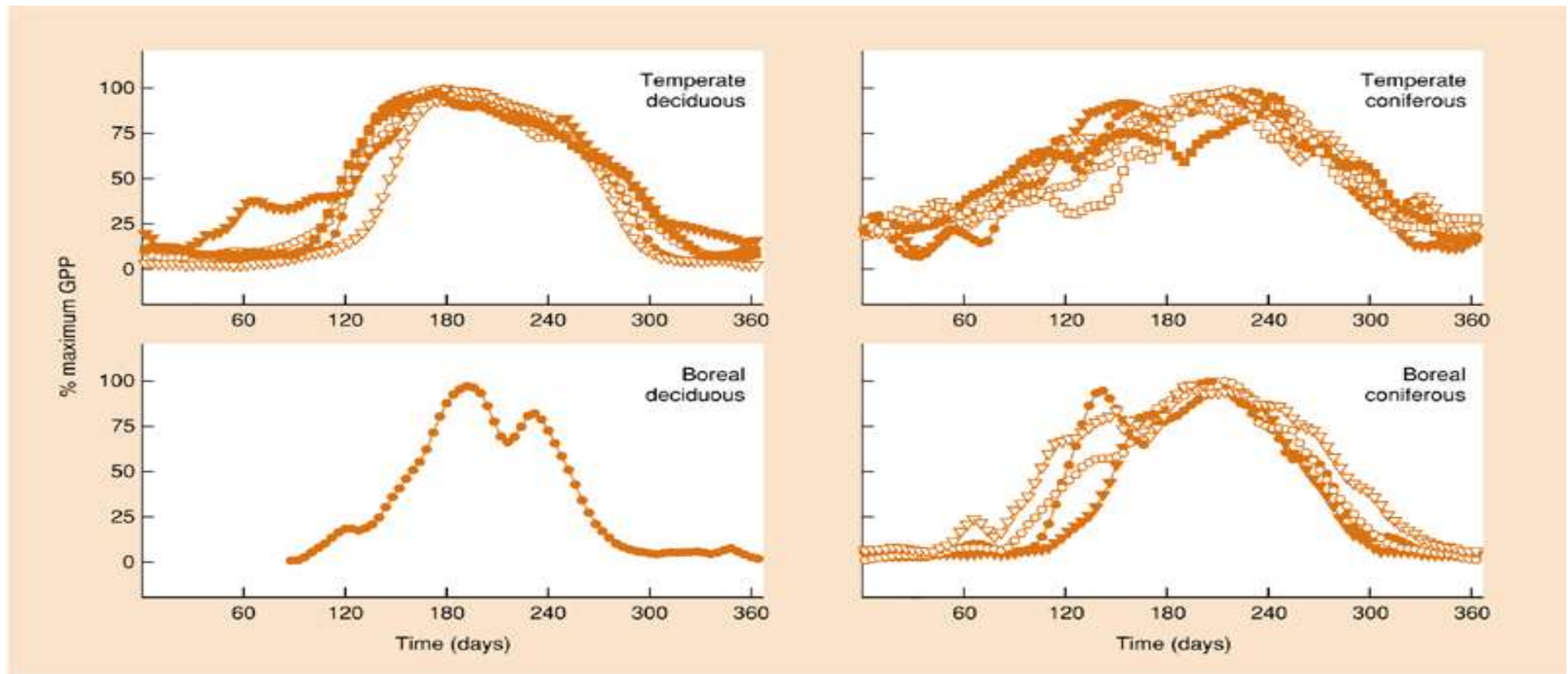


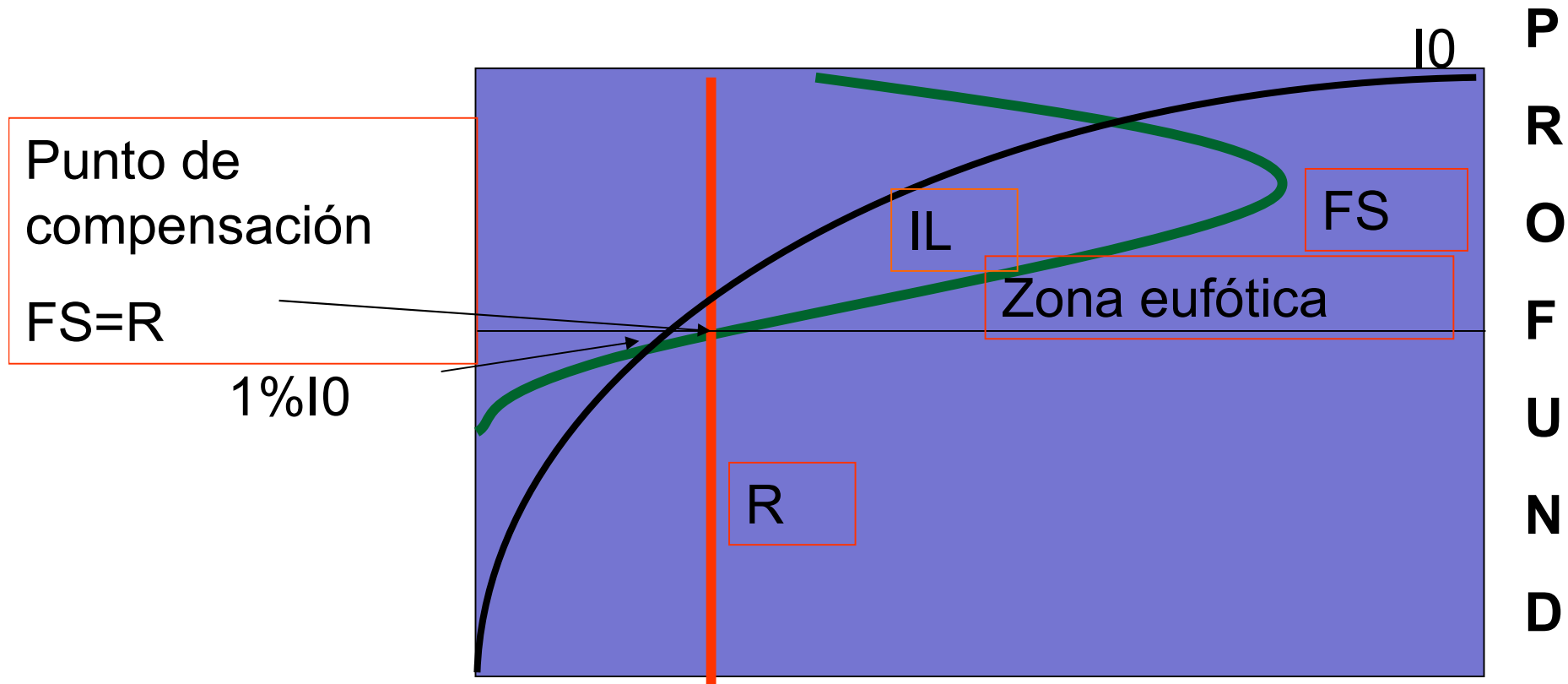
Figure 17.3 Seasonal development of maximum daily gross primary productivity (GPP) for deciduous and coniferous forests in temperate (Europe and North America) and boreal locations (Canada, Scandinavia and Iceland). The different symbols in each panel relate to different forests. Daily GPP is expressed as the percentage of the maximum achieved in each forest during 365 days of the year. (After Falge *et al.*, 2002.)

¿Es limitante la luz para la producción primaria?

Sistemas acuáticos

- La intensidad lumínica disminuye con la profundidad en un cuerpo de agua: Sólo un 40% llega a 1m en un lago de aguas claras.
 - Menos del 7% llega a 100 m en agua de mar pura
 - Las distintas longitudes de onda son absorbidas diferencialmente por el agua
 - El espectro de longitudes de onda cambia con la profundidad :
 - primero se absorben la luz roja e infrarroja (700 nm)
 - luego se extinguen las luces amarilla, verde y violeta (400 nm)
- La luz azul es la que penetra a mayor profundidad

Relación entre Profundidad, Fotosíntesis y Respiración en un cuerpo de agua



IL= Intensidad lumínica

R= Respiración

FS= Fotosíntesis

En la zona eufótica

$FS>R$

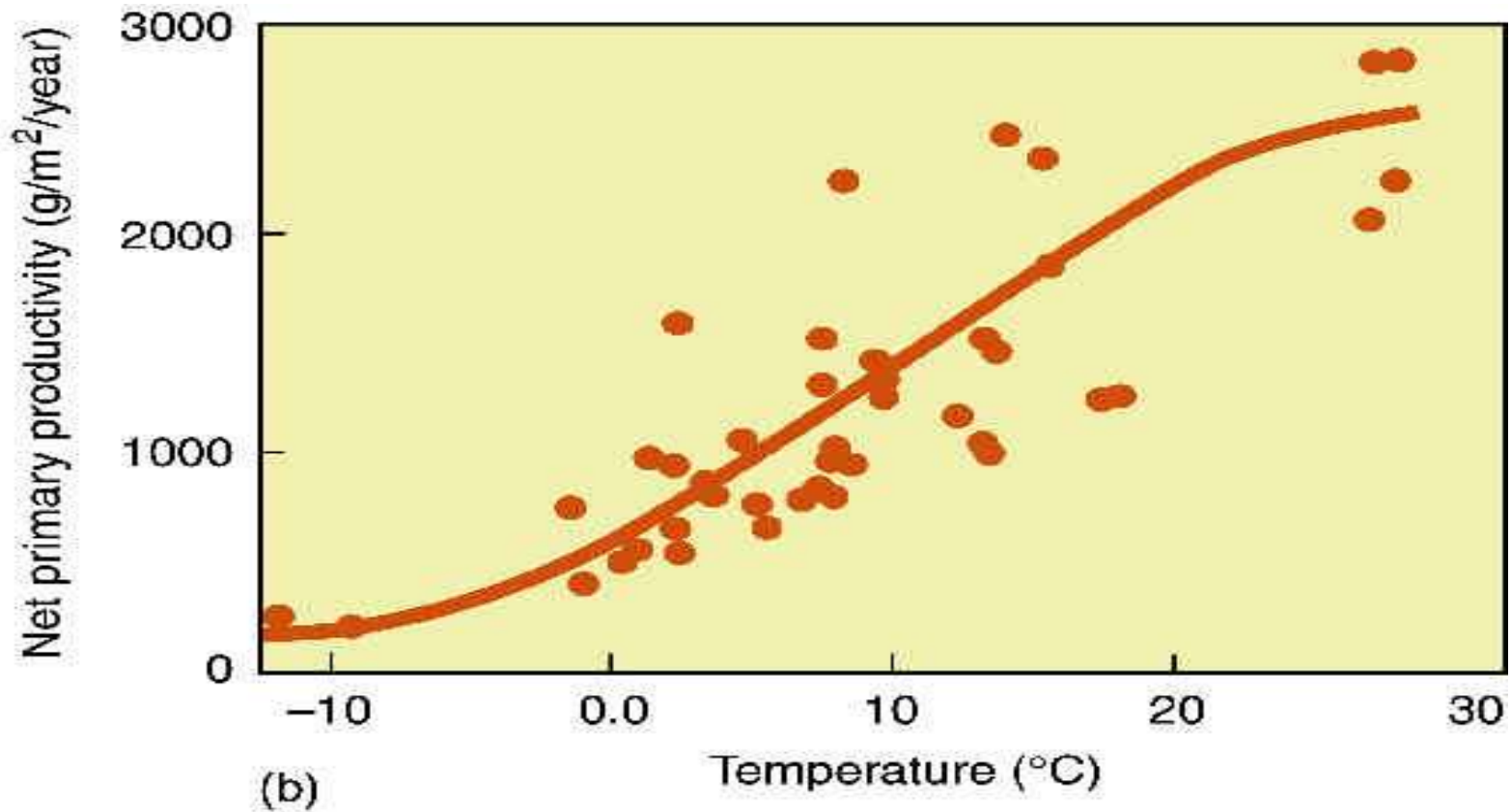
$PPN>0$

P
R
O
F
U
N
D
I
D
A
D

Efectos de la temperatura sobre la producción primaria

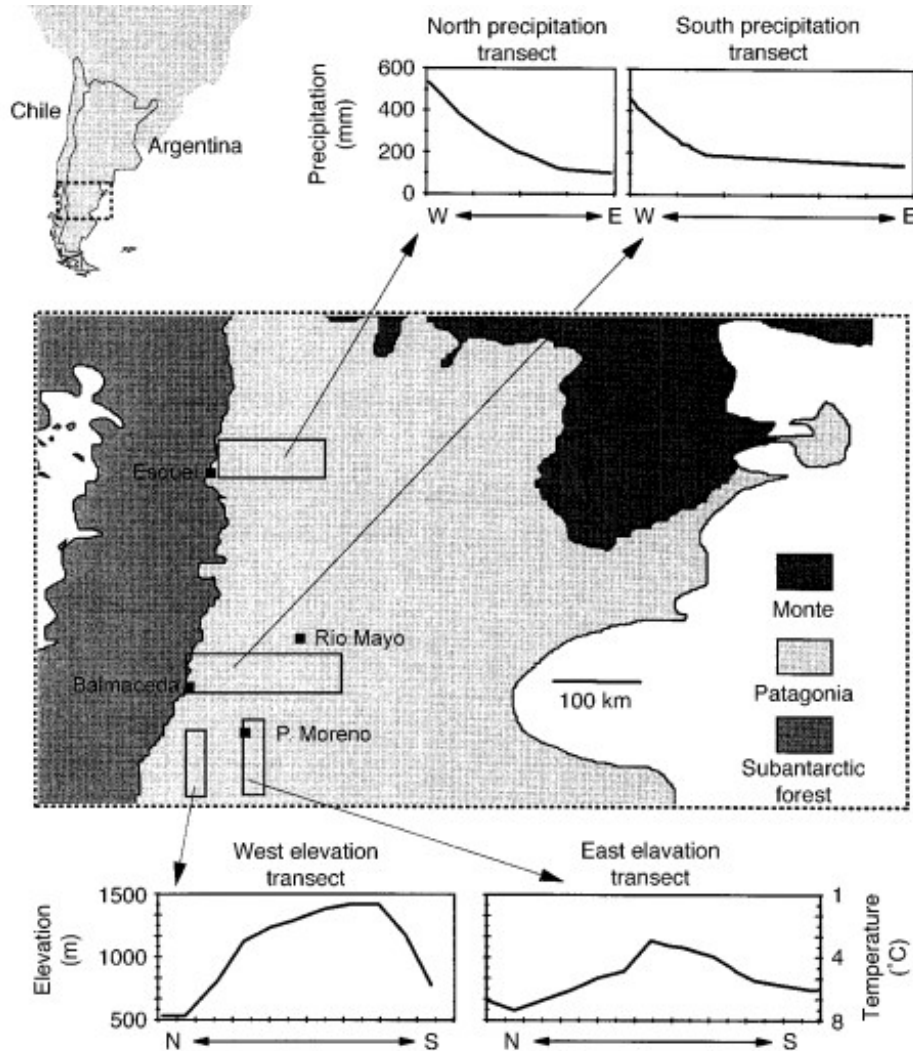
- ✓ Los cambios en la intensidad de luz generalmente se asocian a cambios en temperatura
- ✓ La FS varía con la temperatura con un óptimo que depende de dónde se haya aclimatado la planta
- ✓ La relación FS/R disminuye con el aumento de la temperatura
- ✓ Altas temperaturas pueden disminuir la producción primaria porque aumenta la transpiración, se cierran los estomas.

Variación de la PPN según la temperatura en distintos sitios



PATTERNS AND CONTROLS OF PRIMARY PRODUCTION IN THE
PATAGONIAN STEPPE: A REMOTE SENSING APPROACH

ESTEBAN G. JOBBAGY, OSVALDO E. SALA, AND JOSE M. PARUELO. 2002. Ecology
83:307-319

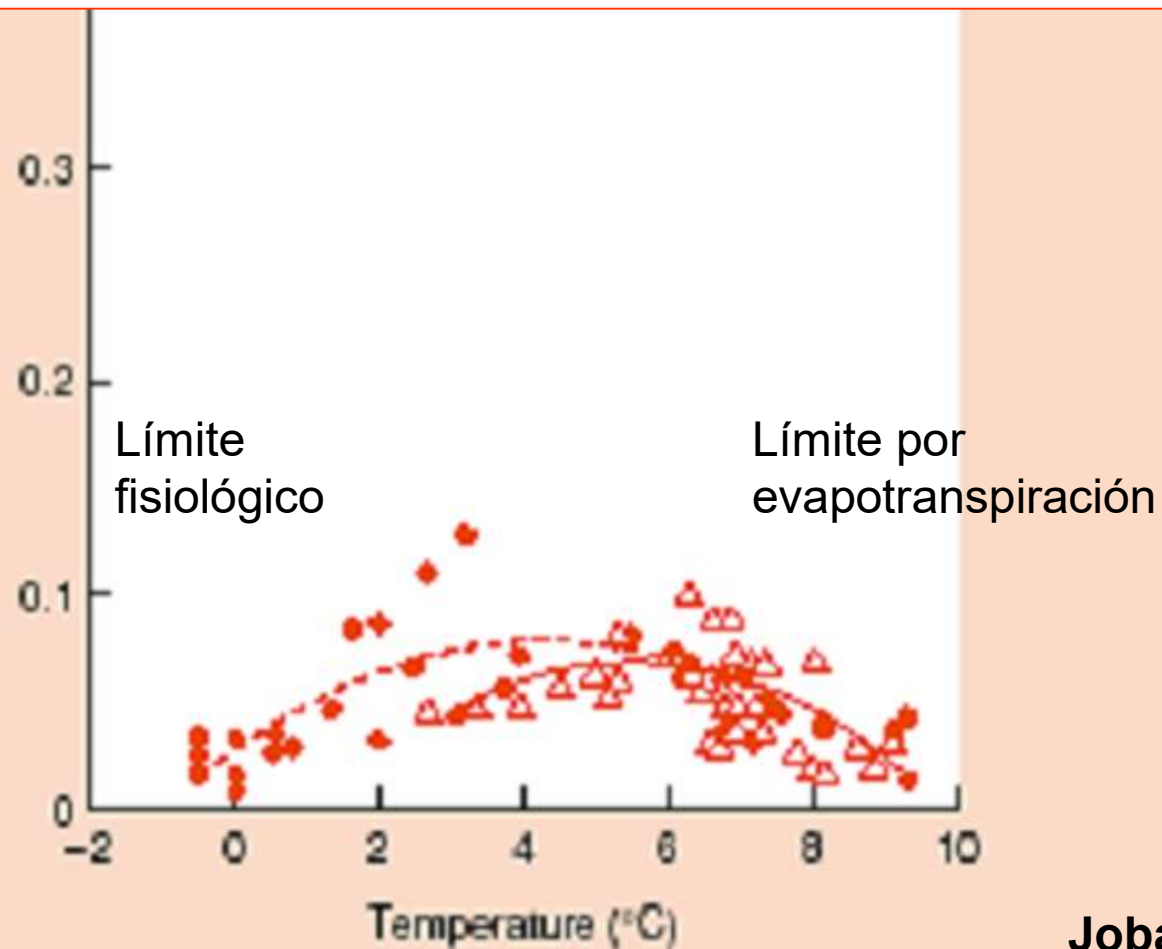


Relación precipitación-
longitud en 2
transectas (N y S) en
gradiente E-O

Relación
temperatura- altura
en 2 transectas (E y
O) en gradiente N-S

Variación de la PPN según la temperatura en dos transectas (E y O) en la estepa Patagónica

La mayor PPN se produce a temperaturas intermedias, pero depende de las condiciones de aclimatación o donde haya evolucionado la planta

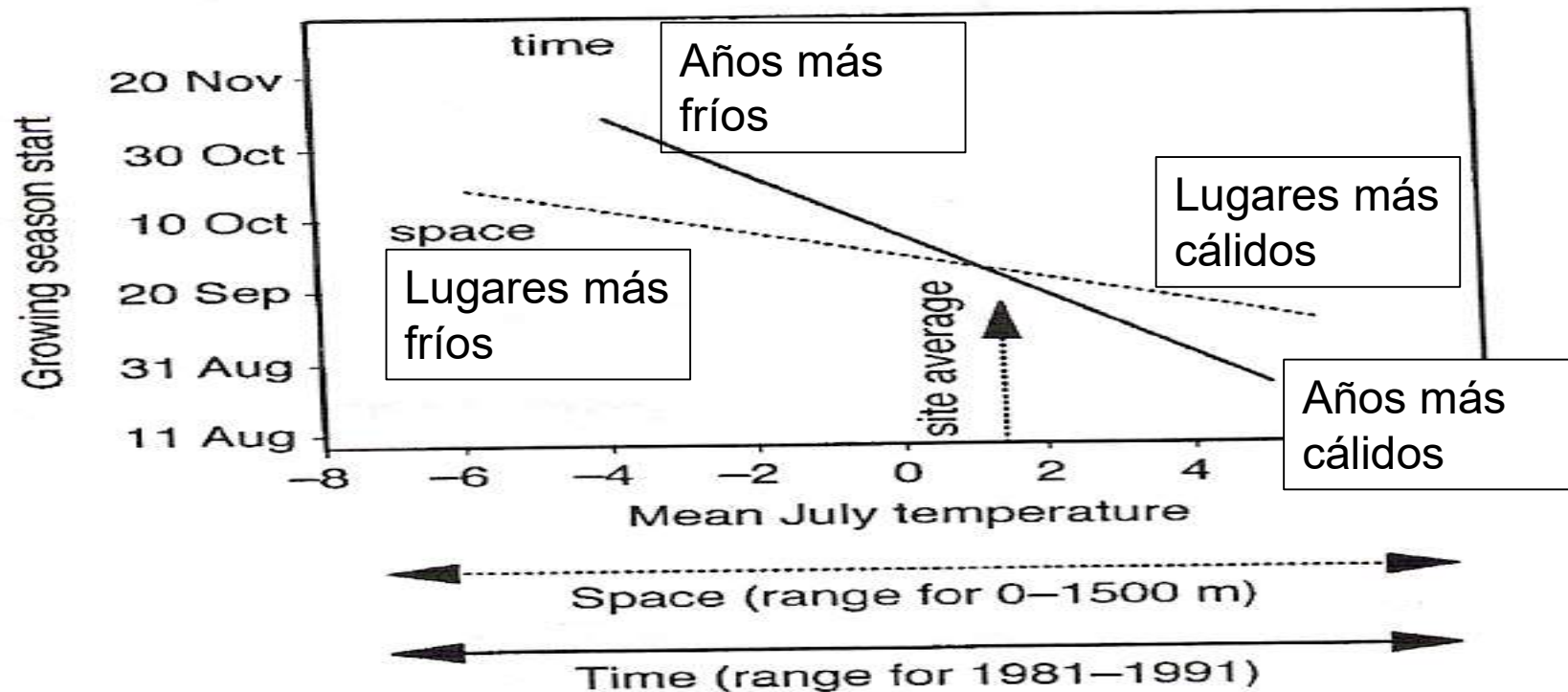


Jobaggy et al 2002

Efecto de la Temperatura sobre el inicio de la estación de crecimiento en gradientes espaciales o temporales

BBÁGY ET AL.

Ecology, Vol. 83, No. 2



La respuesta es distinta si consideramos variaciones en el tiempo o en el espacio

¿Cómo afecta la disponibilidad de agua a la producción primaria?

El agua es fundamental para los seres vivos:

las reacciones metabólicas se producen en medio acuoso

La turgencia de las plantas se mantiene por el agua

Los nutrientes se absorben disueltos en agua

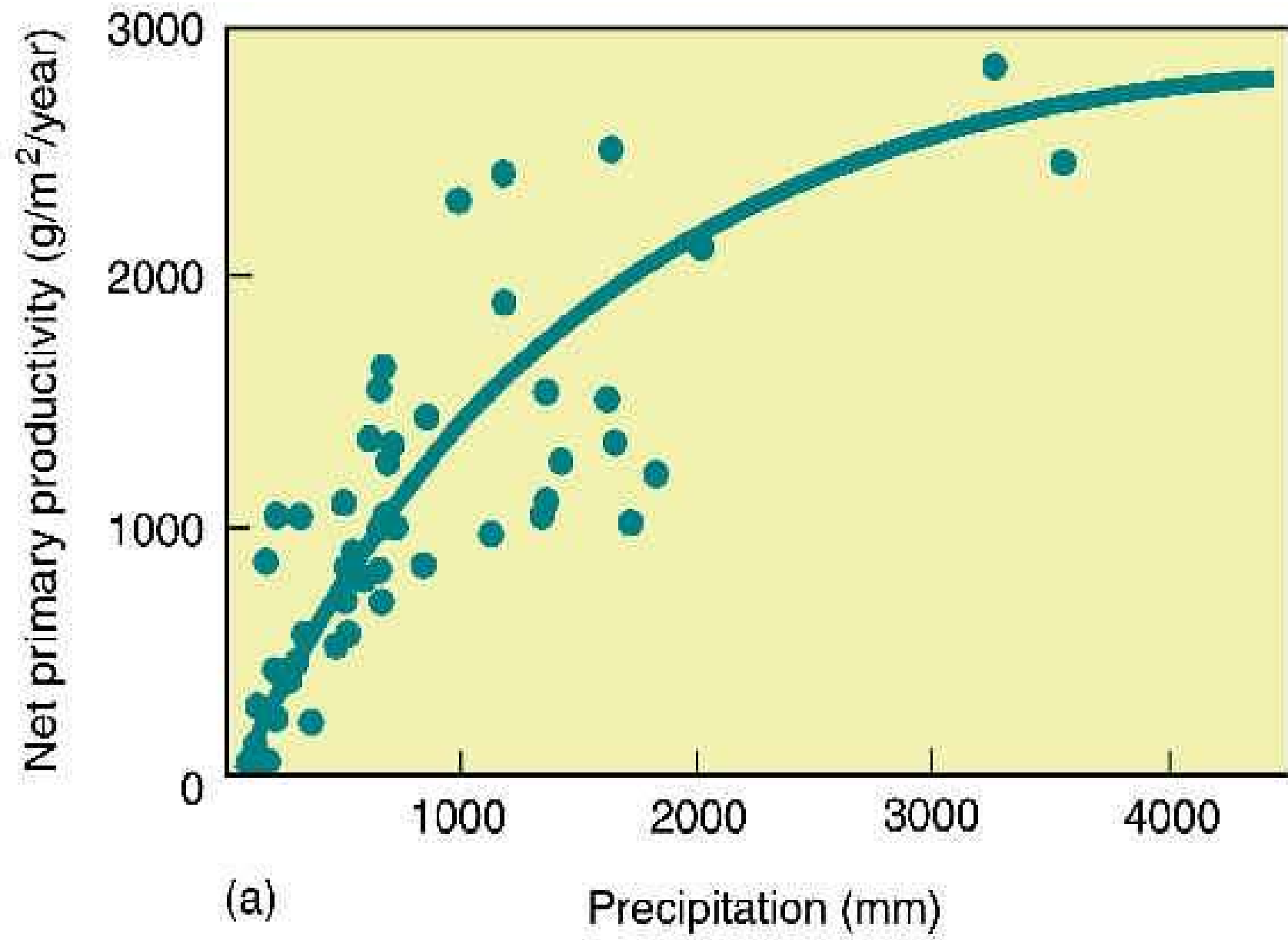
El agua es limitante en muchas zonas de la tierra:

casi todo el año en el cinturón de desiertos,

en la estación seca en algunos climas

La disponibilidad de agua condiciona las especies presentes en un lugar, su morfología y fisiología

Variación de la PPN con la precipitación



La relación entre precipitación y PPN puede analizarse a escalas

- ✓ Espaciales
- ✓ Temporales

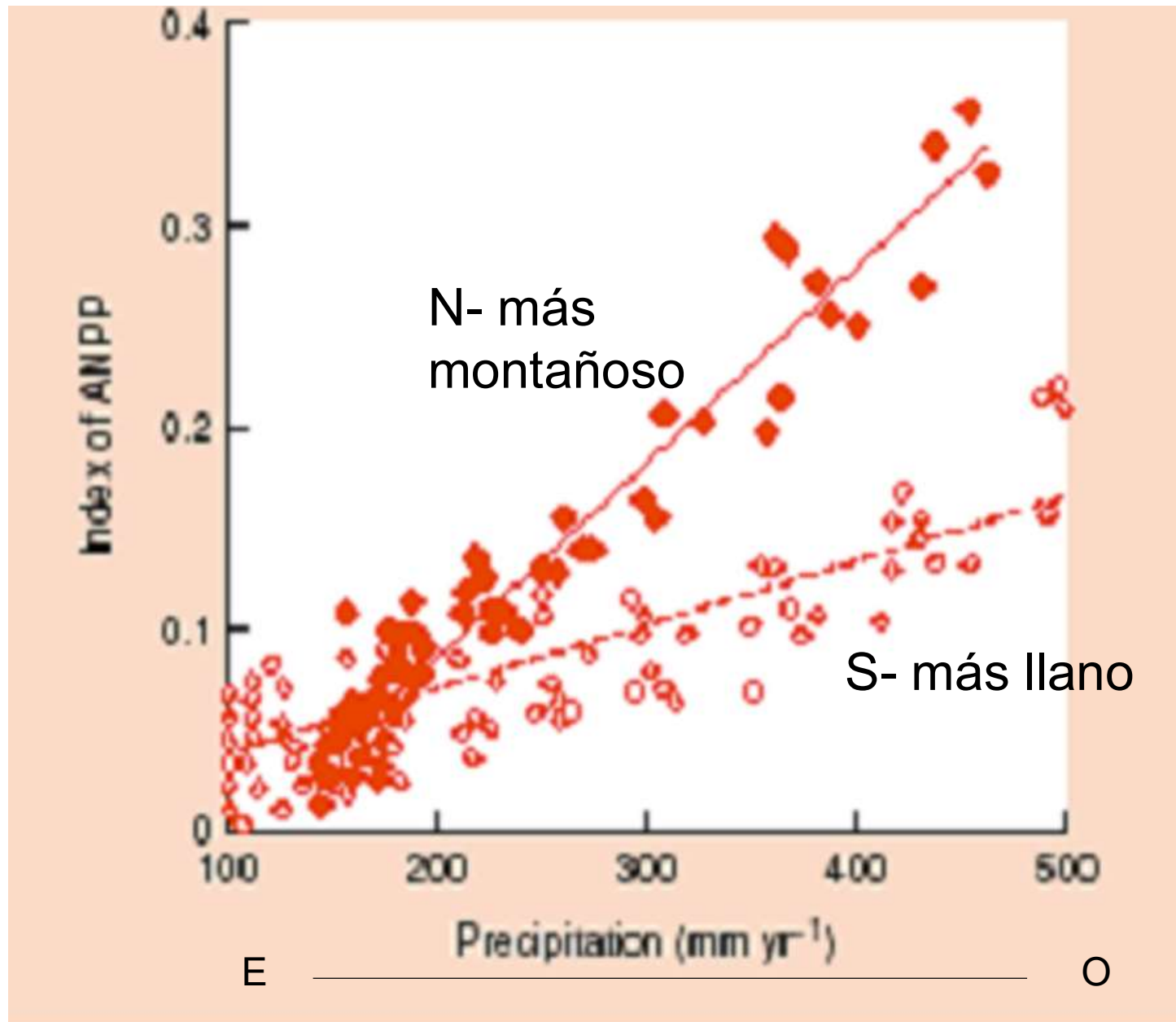
La PPN aumenta linealmente a lo largo de gradientes espaciales de precipitación entre 200-1300 mm/año en pastizales de N América, Sud América y África

Efecto de largo plazo a través de la estructura de la vegetación

La variación interanual de la precipitación a nivel local tiene menor efecto sobre la variación de la PPN

Efectos de corto plazo

Variación de la PPN a lo largo de dos transectas ubicadas a distinta latitud en la Patagonia.



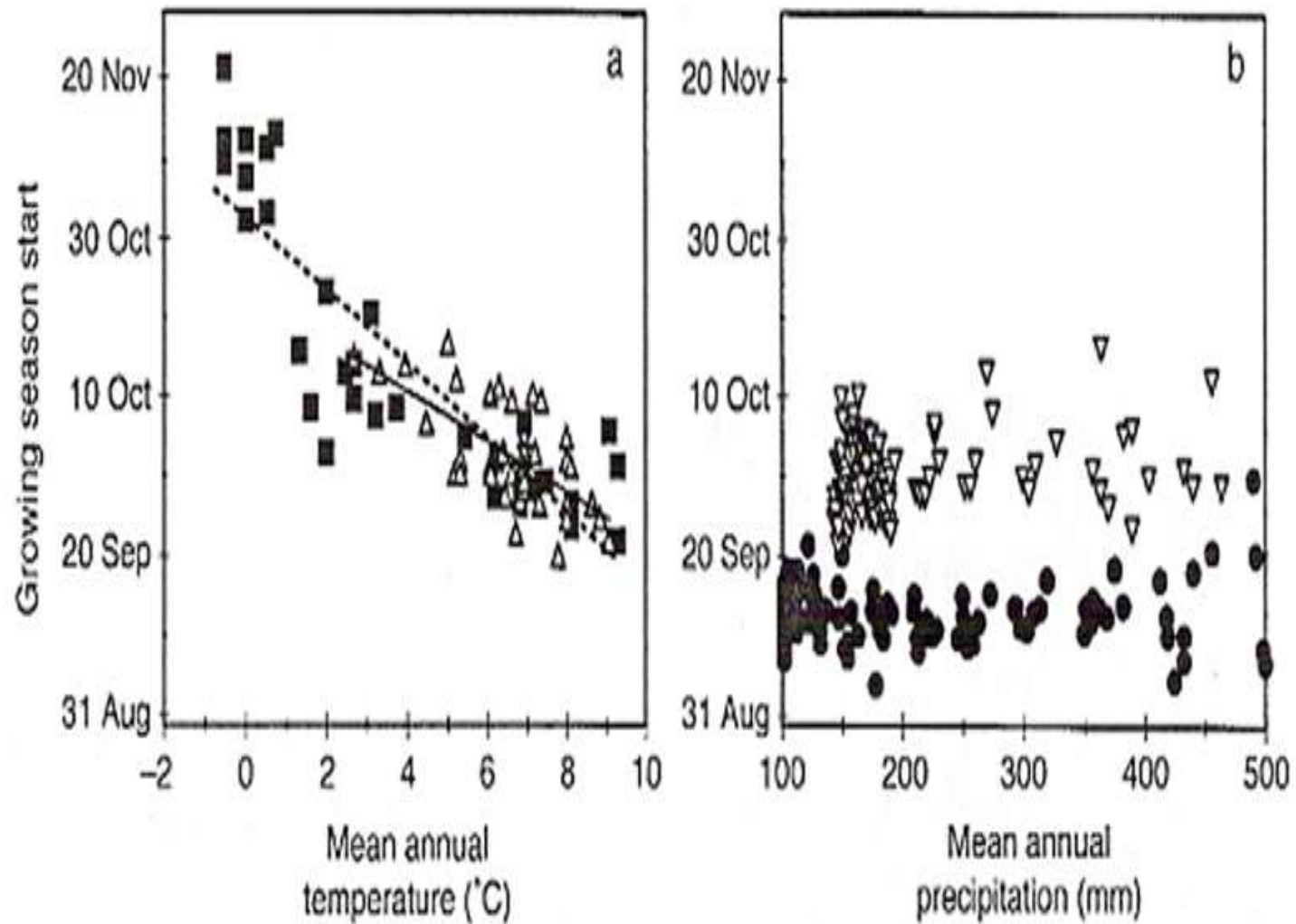
- ✓ La distribución temporal y la cantidad de la precipitación pueden determinar el inicio y el final de la estación de crecimiento
- ✓ En desiertos, la época de lluvias desencadena germinación de plantas
- ✓ En la Patagonia, el fin de la estación de crecimiento durante el verano está determinado por el agotamiento de la reserva de agua acumulada durante otoño- invierno

Efectos de la temperatura y la precipitación sobre el inicio de la estación de crecimiento

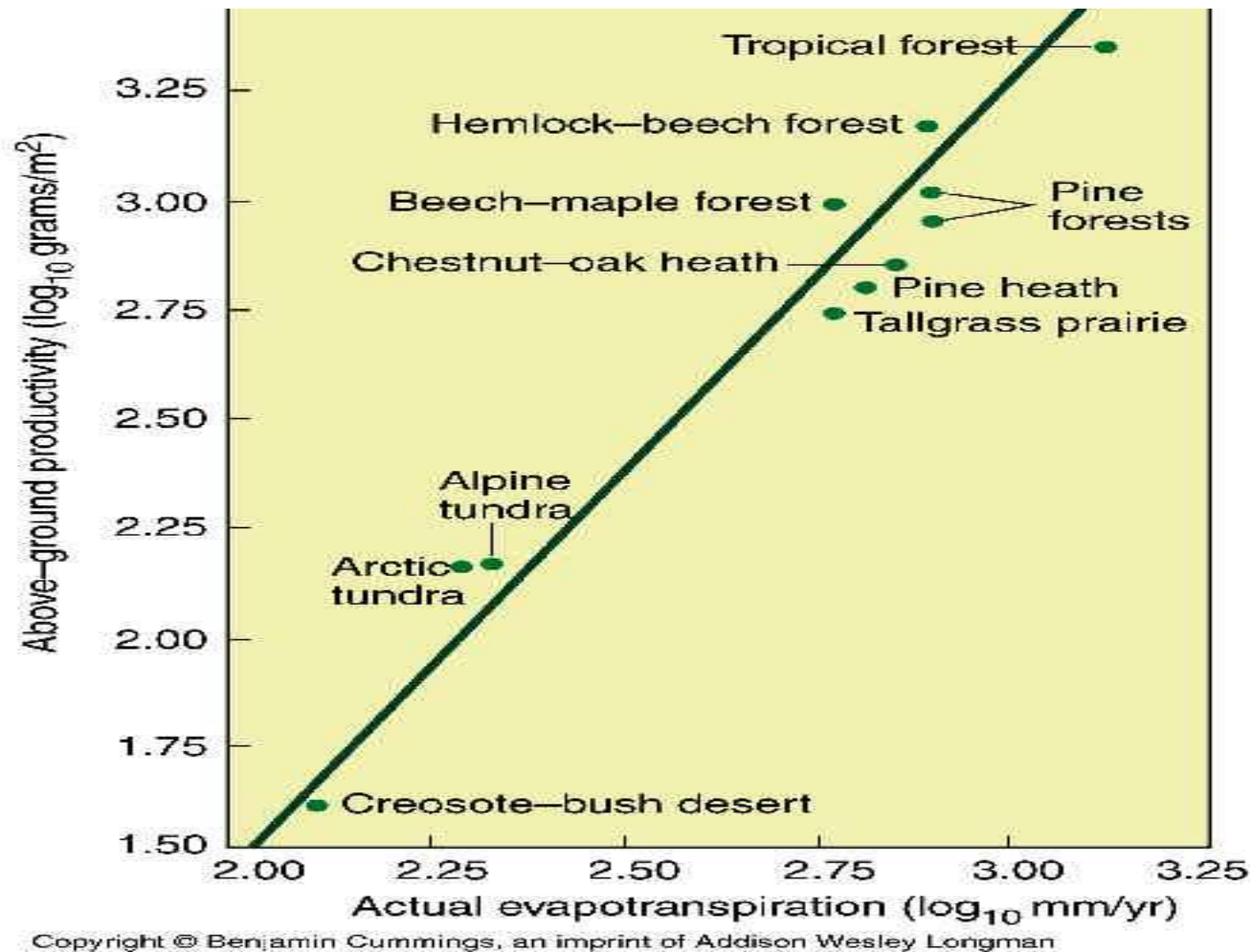
February 2002

ECOSYSTEM ECOLOGY AT REGIONAL SCALES

313



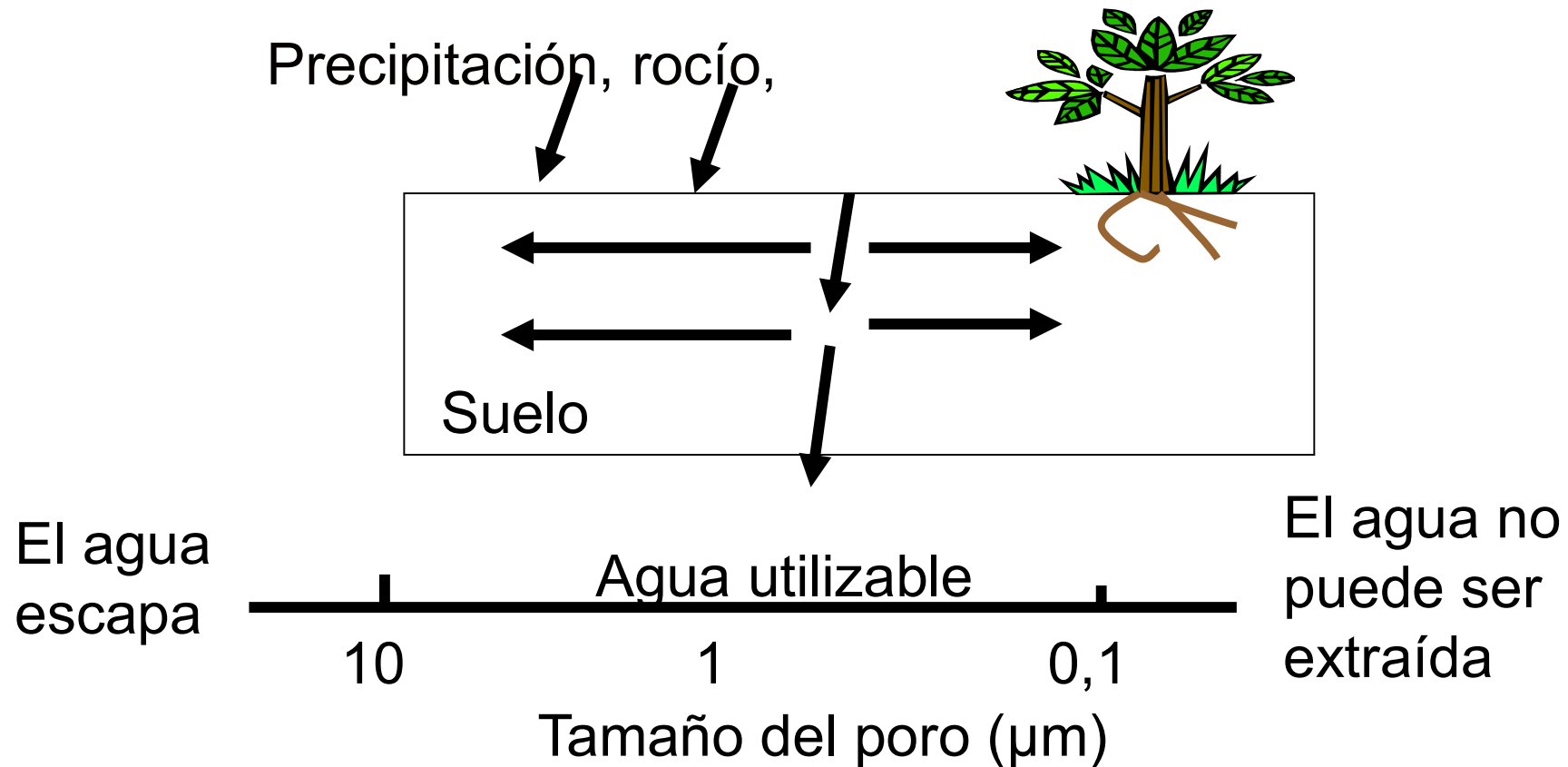
Hay interacción entre temperatura y precipitación:
relación entre PPN y evapotranspiración real



La **evapotranspiración potencial** depende de la temperatura

La **evapotranspiración real** depende de la temperatura y la precipitación

La disponibilidad de agua depende de las precipitaciones, de la temperatura y de las características del suelo



Capacidad de campo: cantidad de agua que retiene un suelo contra la gravedad

Punto de marchitez permanente: cantidad de agua en el suelo que no puede ser extraída por las raíces de las plantas

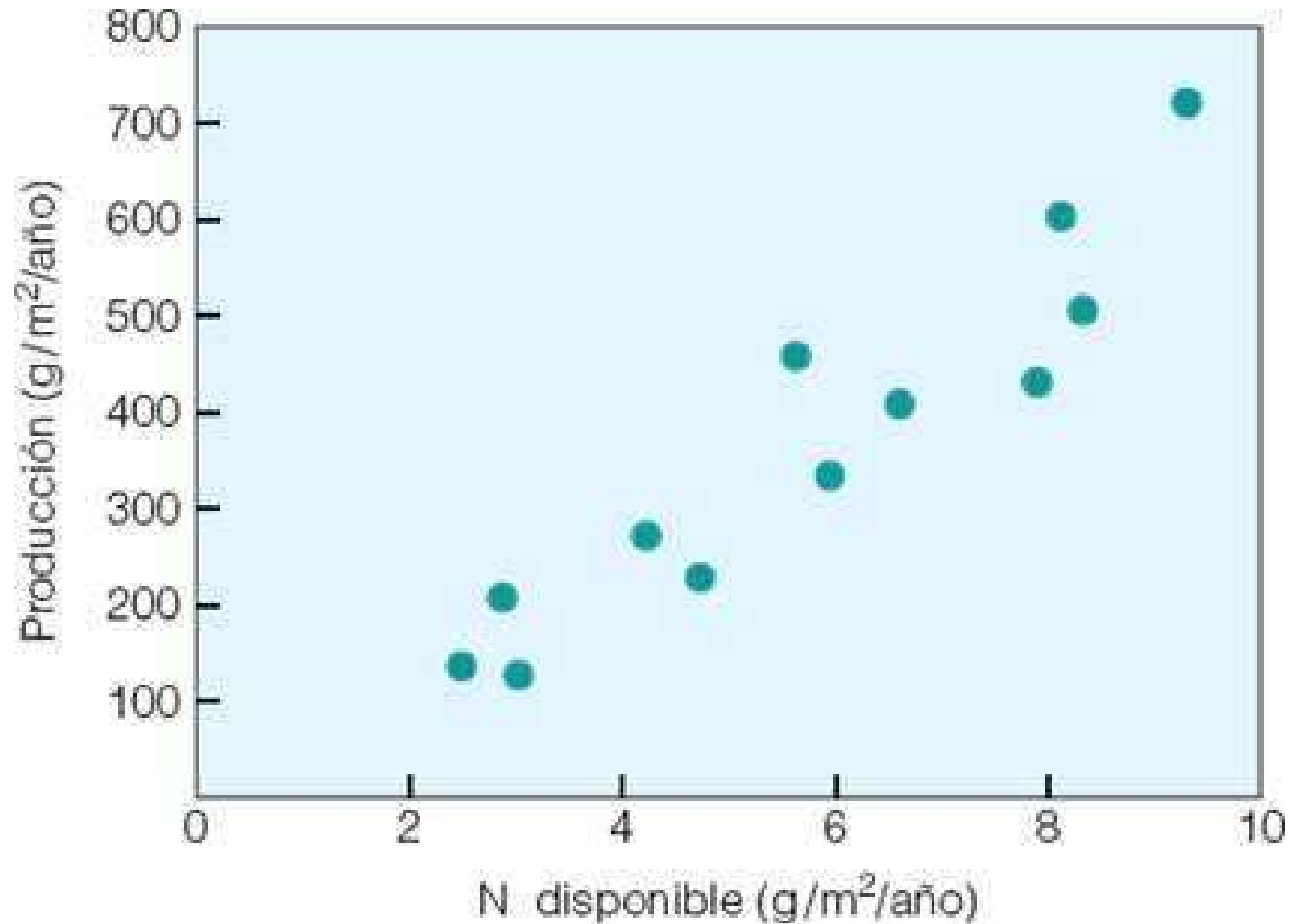
Efecto de la disponibilidad de nutrientes sobre la producción primaria

Nutrientes limitantes **nitrógeno y fósforo**,
en menor medida **hierro y cobre**

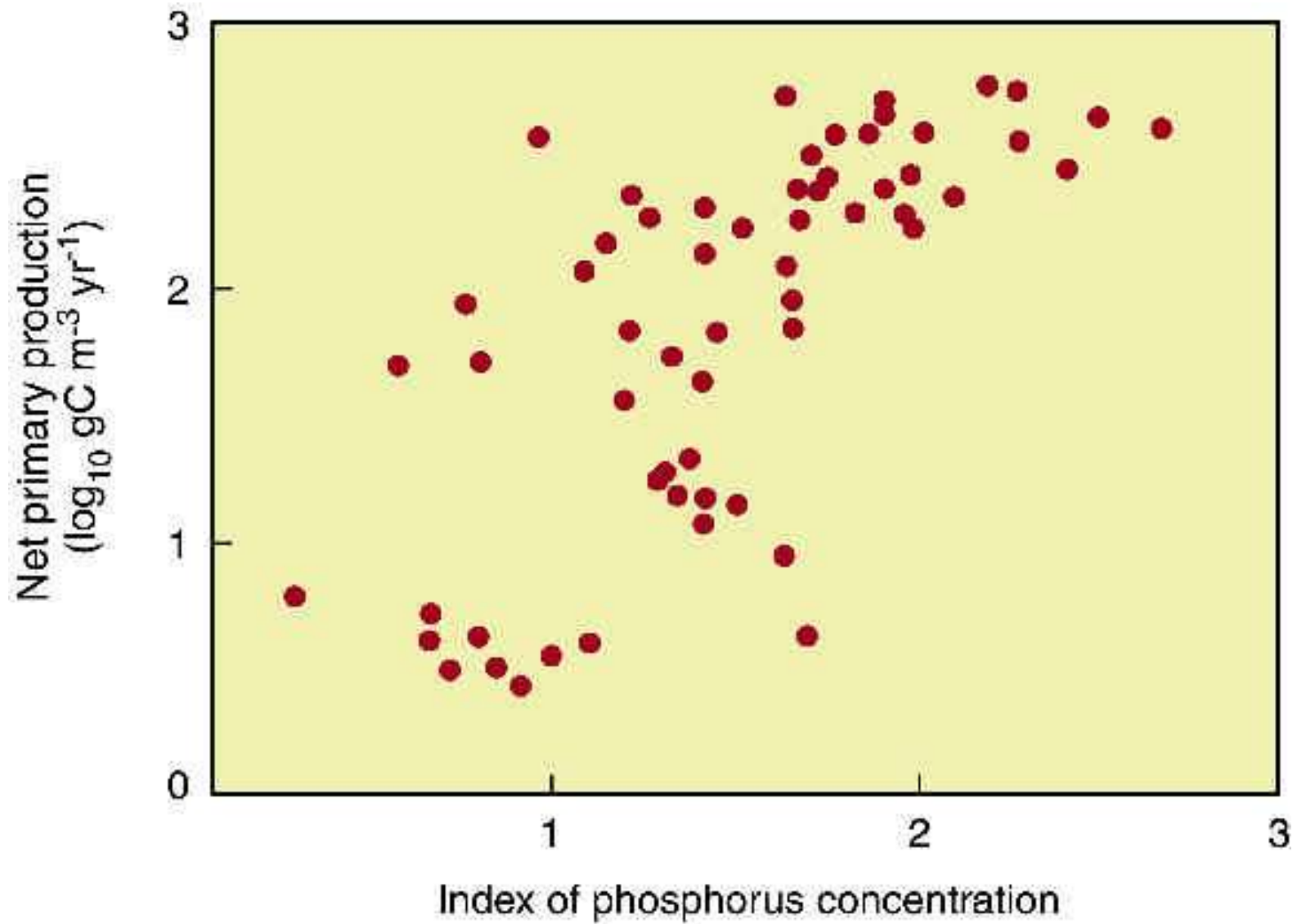
Los nutrientes deben estar en forma **disponible** para las plantas:

- ✓ Necesitan estar disueltos en agua
- ✓ Necesitan estar en formas químicas solubles
- ✓ El pH del suelo puede cambiar los compuestos
- ✓ Hay compuestos que impiden el lavado
- ✓ En **medios terrestres** suele ser limitante el **nitrógeno**
- ✓ En medios **acuáticos de agua dulce** el limitante es el **fósforo**,
- ✓ en mares **nitrógeno y fósforo**

Relación entre la PPN y la disponibilidad de Nitrógeno



Relación entre la PPN y la disponibilidad de fósforo



Incremento en fósforo no produce incremento en PPN si no hay calcio

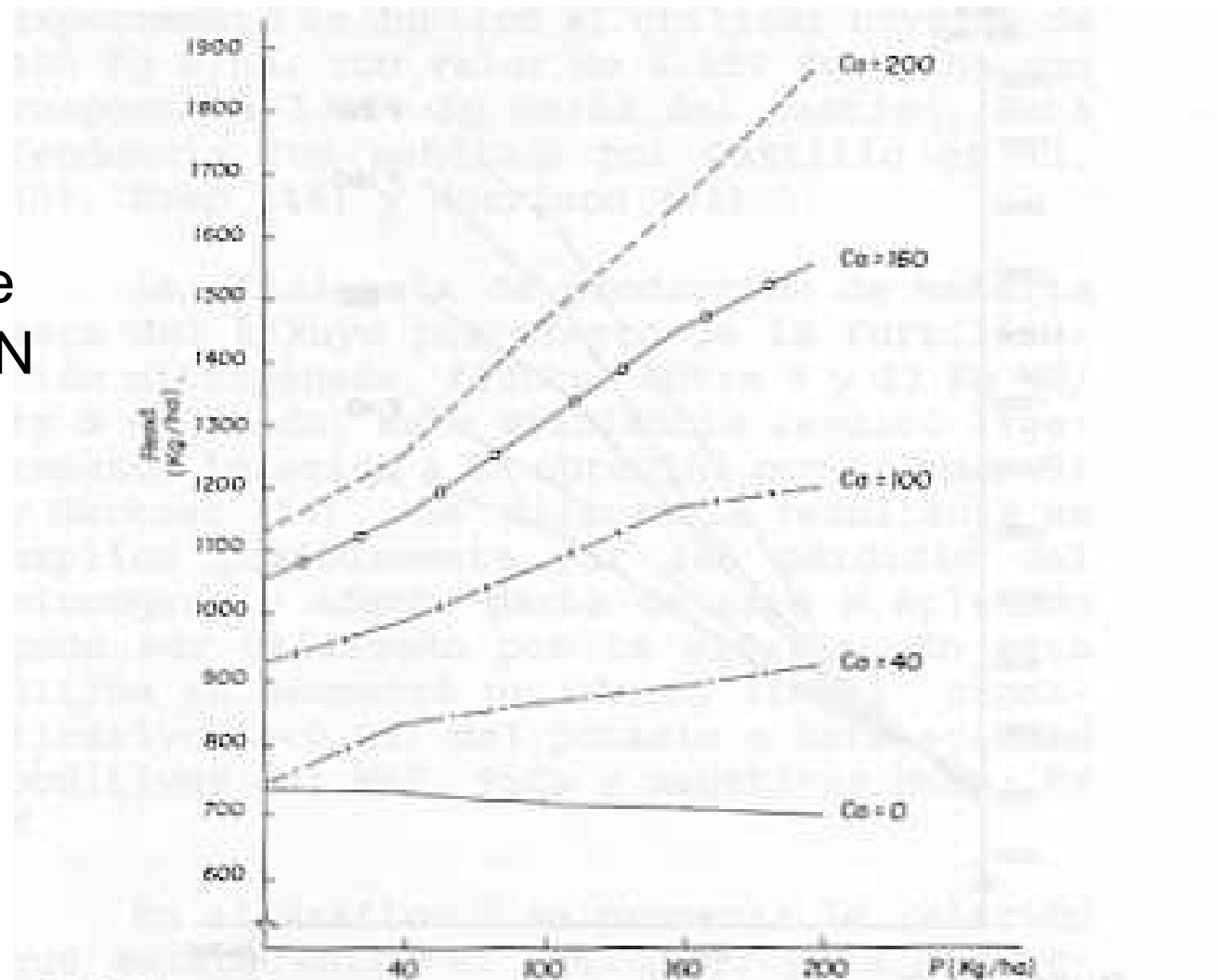


Gráfico 3.
Efecto del fósforo y calcio sobre la producción de materia seca (Kg/ha) de alfalfa.

Fuente de nutrientes

Atmósfera: fijación natural o artificial, precipitación con la lluvia **N**

Lavado de hojas y tallos

Exudado de raíces

Reciclado de materia orgánica

Depósito de Partículas sólidas

Roca madre **P**

Proporción entre distintos aportes a la producción en cuerpos de agua: aportes alóctonos

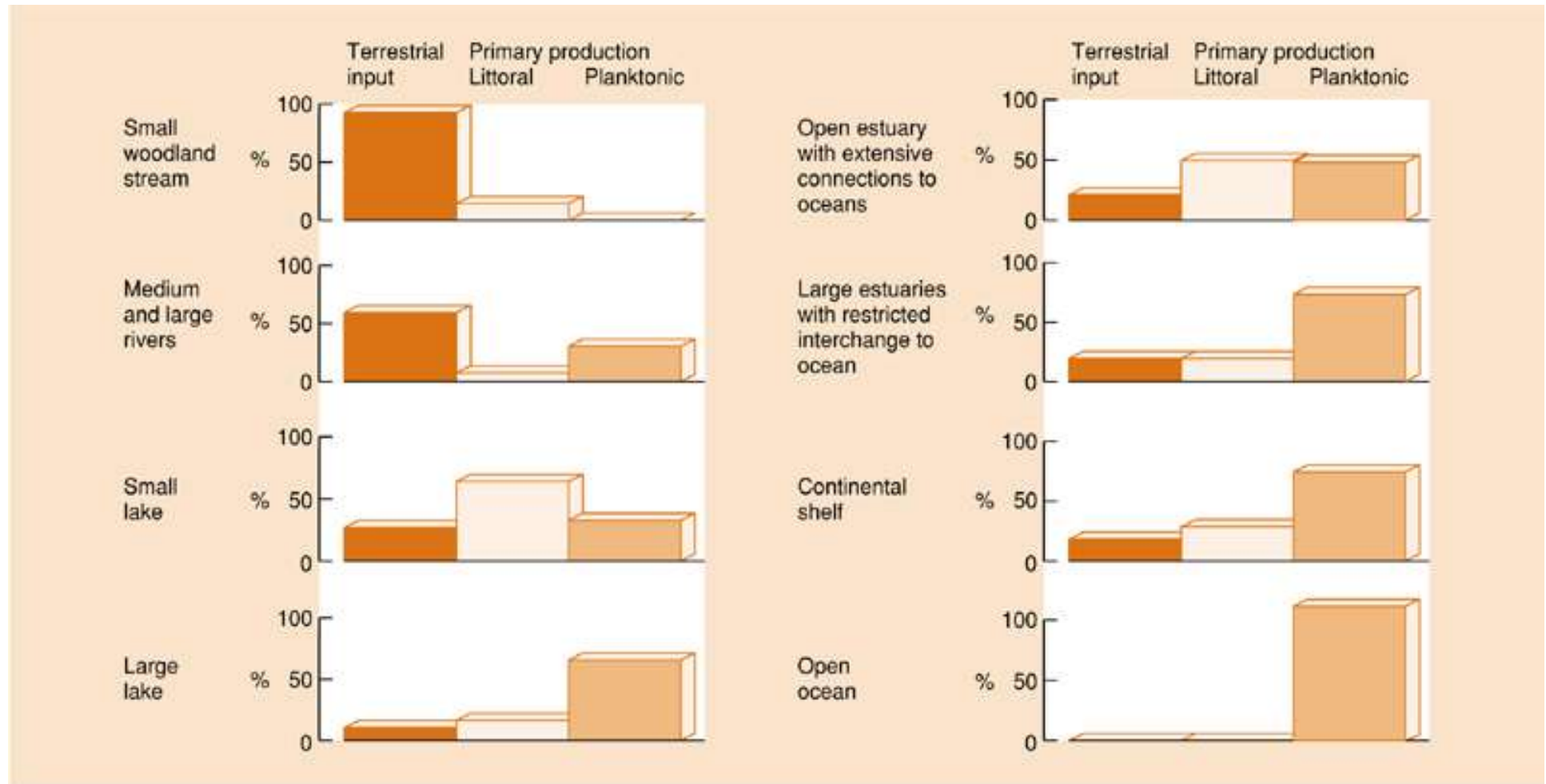


Figure 17.5 Variation in the importance of terrestrial input of organic matter and littoral and planktonic primary production in contrasting aquatic communities.

Cambios en las fuentes de energía en arroyos y ríos

Proporción de aporte a la producción

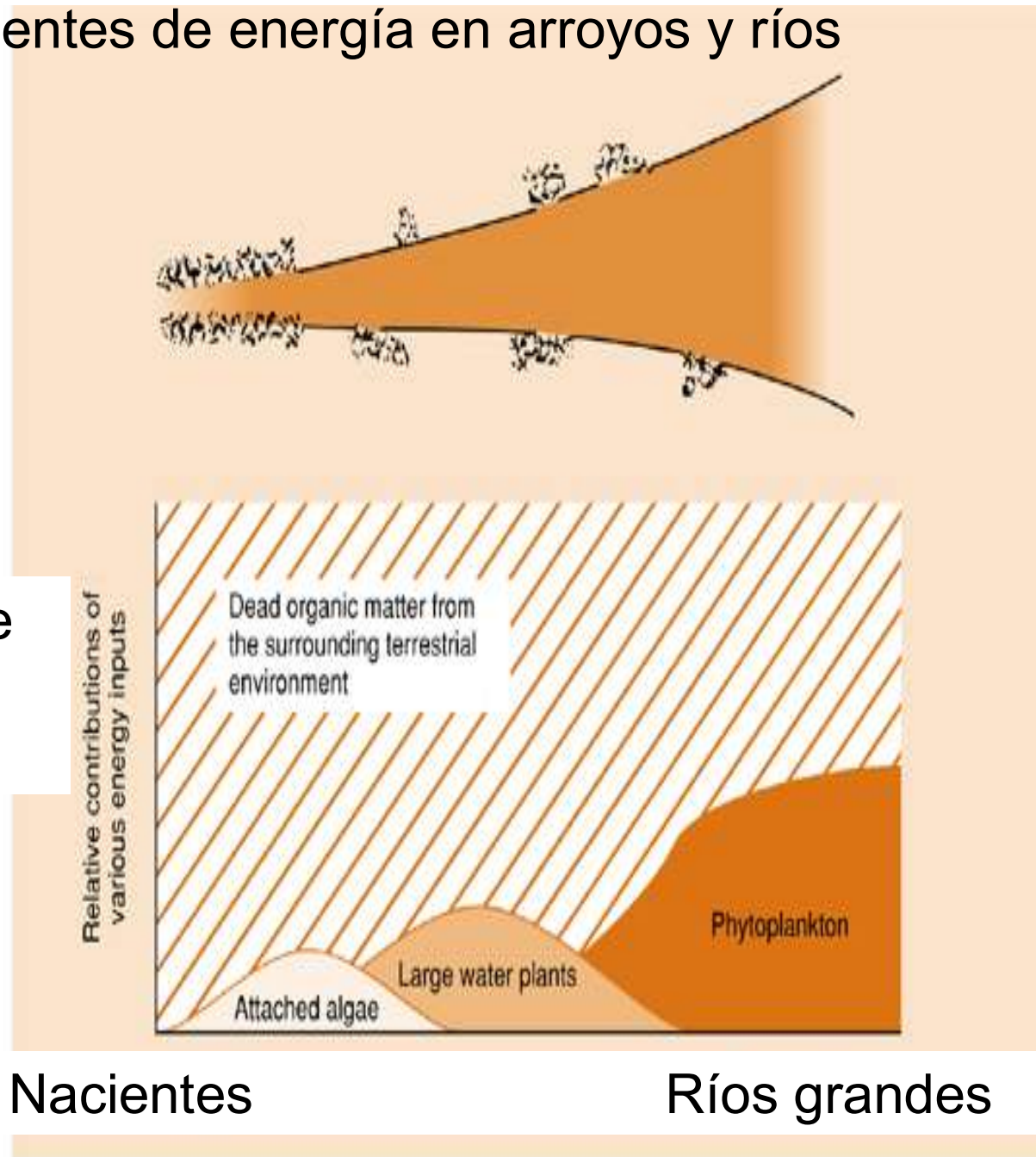


Figure 17.4 Longitudinal variation in the nature of the energy base in stream communities.

Según la cantidad de nutrientes un sistema puede ser

Eutrófico: rico en
nutrientes

Oligotrófico: pobre en
nutrientes

Sistemas terrestres

Suelos jóvenes

Suelos antiguos

Meteorizados

Estables, poca
meteorización

Roca madre cerca de
la superficie

Depósitos arenosos

En los Andes,
América Central y el
Caribe

Cuenca del Amazonas

La disponibilidad también depende de la capacidad del suelo de retener nutrientes: > en sistemas templados que en sistemas tropicales

CUADRO 8.1

Distribución de los nutrientes minerales en el suelo y la biomasa viviente de un ecosistema de bosque templado y otro de bosque tropical

BOSQUE (LOCALIDAD)	BIOMASA (T ha ⁻¹)*	NUTRIENTES (kg ha ⁻¹)		
		Potasio	Fósforo	Nitrógeno
Fresno y roble (Bélgica)	380			
Vegetación viva		624	95	1.260
Suelo		767	2.200	14.000
Relación suelo/biomasa		1,2	23,1	11,1
Caducifolio tropical (Ghana)	333			
Vegetación viva		808	124	1.794
Suelo		649	13	4.587
Relación suelo/biomasa		0,8	0,1	2

*T = toneladas métricas.

Fuente: P. Duvigneaud y S. Denayer-de-Smet, en D. E. Riechle (ed.), *Analysis of Tropical Forest Ecosystems*, Springer-Verlag, New York (1970), págs. 199-225; D. J. Greenland y J.M. Kowal, *Plant Soil* 12:154-174 (1960); J. D. Ovington, *J. Biol. Rev.* 40:295-336 (1965).

¿¿Consecuencias para la agricultura??

¿Cómo se produce la regeneración de nutrientes?

Depende de la velocidad de descomposición

- > descomposición con > temperatura
- > descomposición con > humedad

Depende del acceso de los productores a los nutrientes

Medios terrestres

Incorporación por raíces

Medios acuáticos

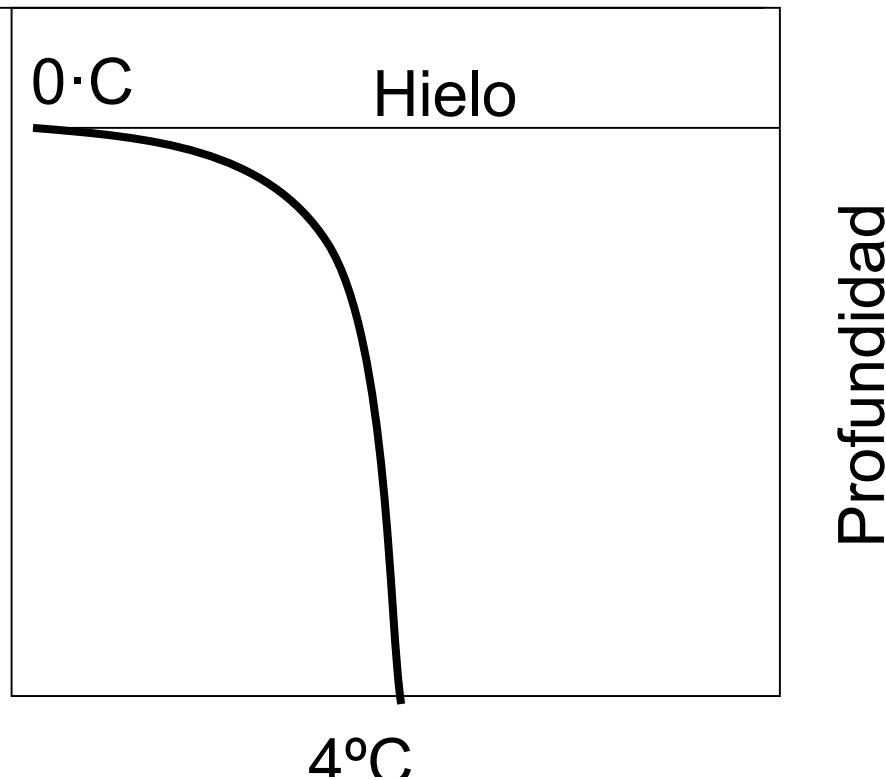
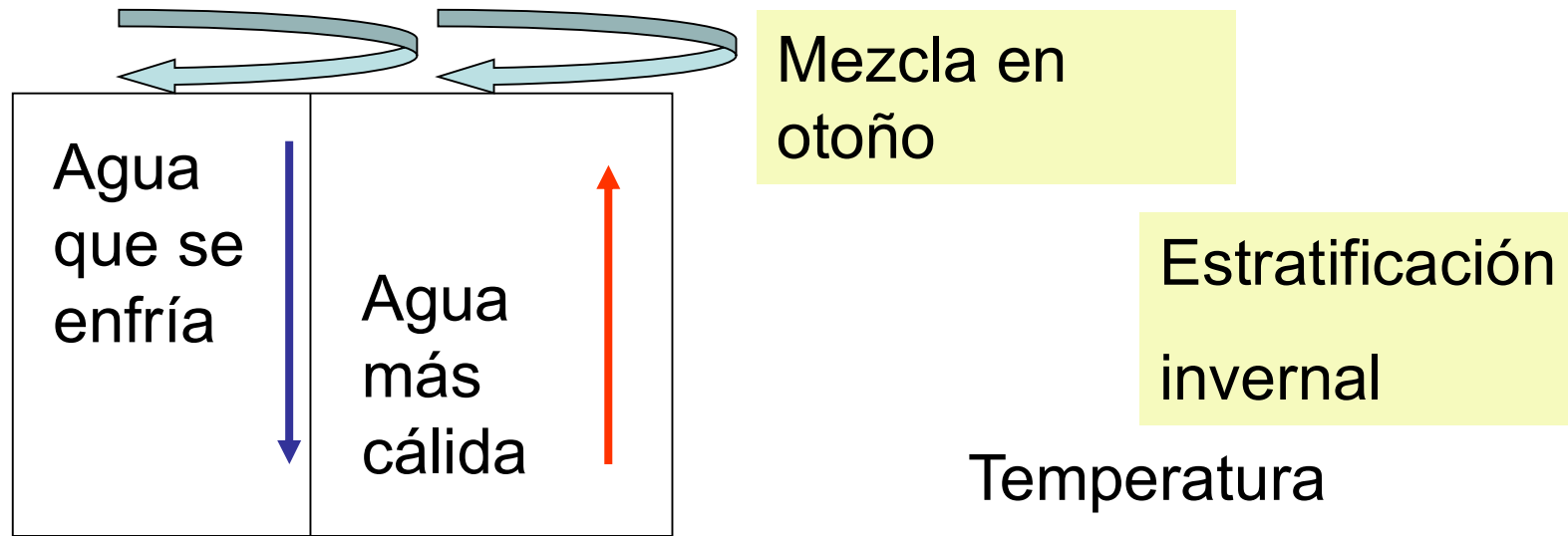
✓ Mezcla de aguas superficiales y profundas

✓ Corrientes surgentes

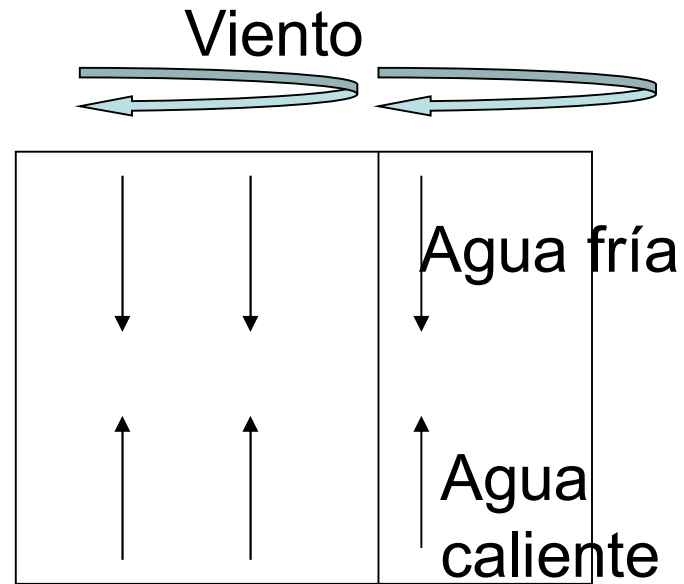
Depende de la capacidad del suelo de retener nutrientes

Textura y Cobertura

Estratificación y mezcla en cuerpos de agua

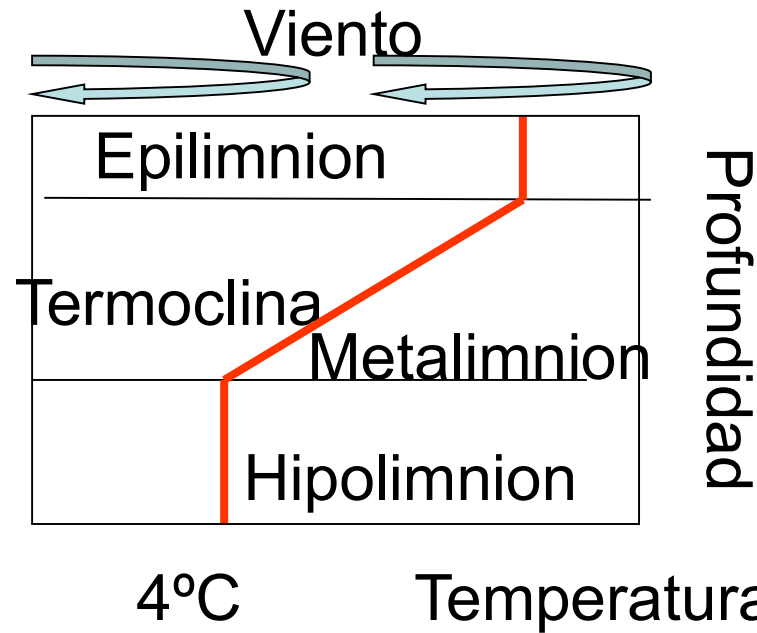


Primavera



Se derrite el hielo,
el agua fría baja,
hay mezcla
y temperatura uniforme

Verano



Se calienta el agua en la
superficie
Se establece gradiente de
temperatura (termoclina)

Además del reciclado de nutrientes entre los organismos y el medio, hay mecanismos de reciclado interno en las plantas

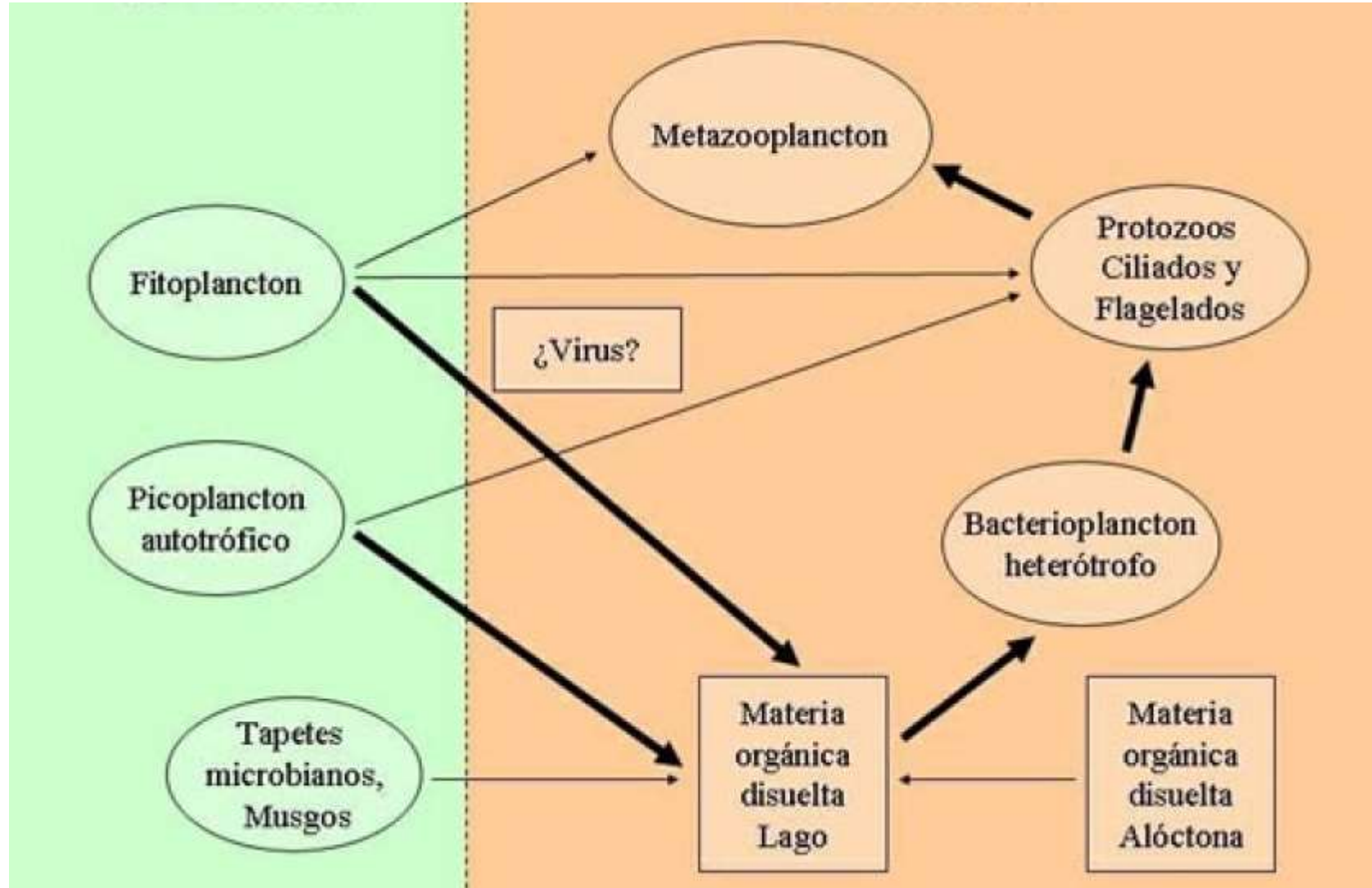
- ✓ Las plantas translocan nutrientes desde las hojas senescentes hacia otros tejidos para evitar la pérdida de nutrientes
- ✓ Pueden absorber hasta el 50% del contenido foliar de N y P antes de la abscisión, pero esto varía según los sistemas
- ✓ Habría mayor reabsorción en suelos pobres
- ✓ La reabsorción influye sobre la composición de la hojarasca

Un mundo dominado por los microorganismos. Ecología microbiana de los lagos antárticos. Ecosistemas 14 (2): 66-78. Mayo 2005.

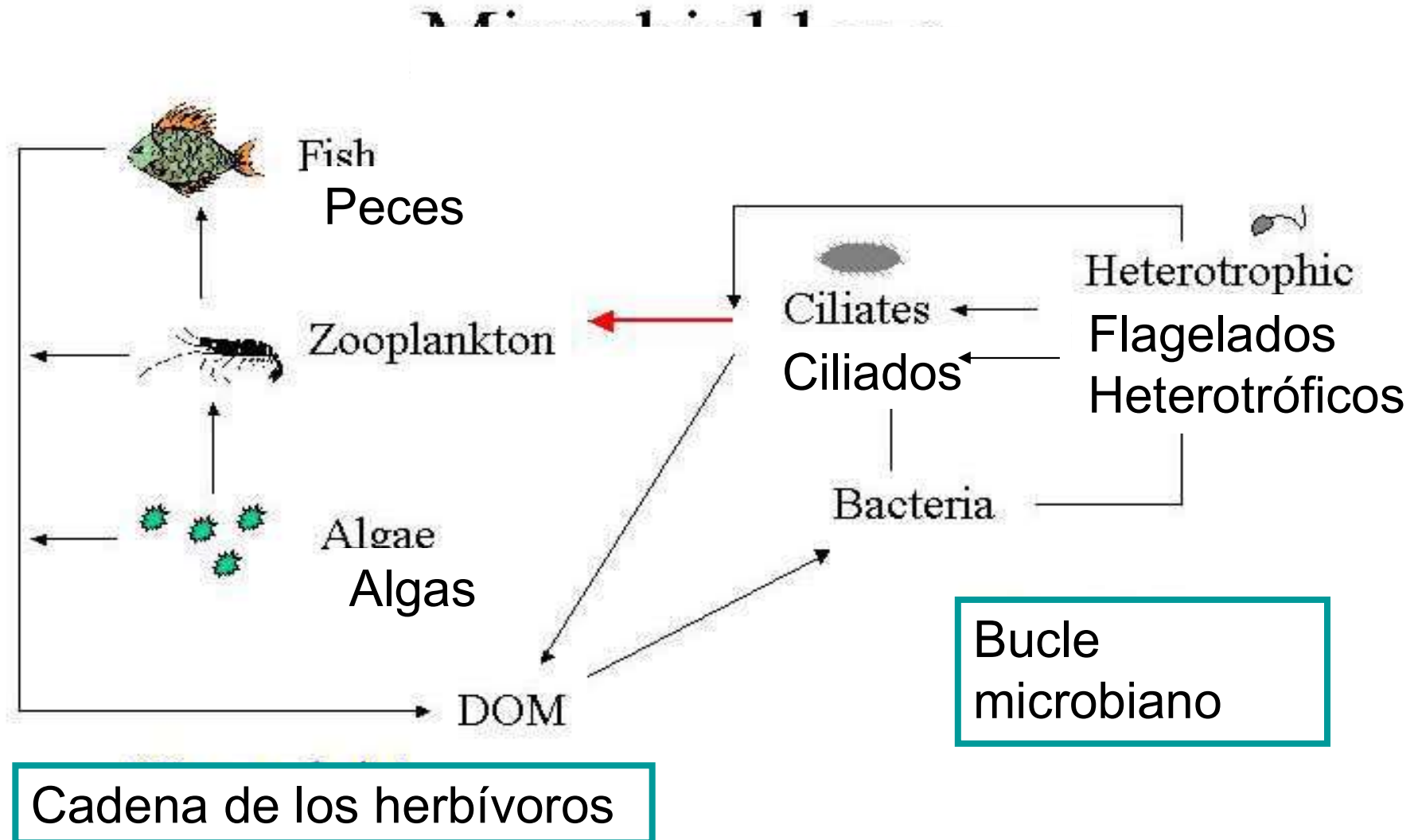
A. Camacho, E. Fernández-Valiente.

Autotrofia

Heterotrofia



En sistemas acuáticos, materia orgánica exudada es incorporada por bacterias: bucle bacteriano o microbiano




Patrones globales de variación en la producción primaria neta

Producción primaria neta total del planeta: 105×10^{15} g de carbono por año (**sin dividir por área**)

Tierra: 56,4
Océanos: 48,3

Océanos : 2/3 de la superficie total



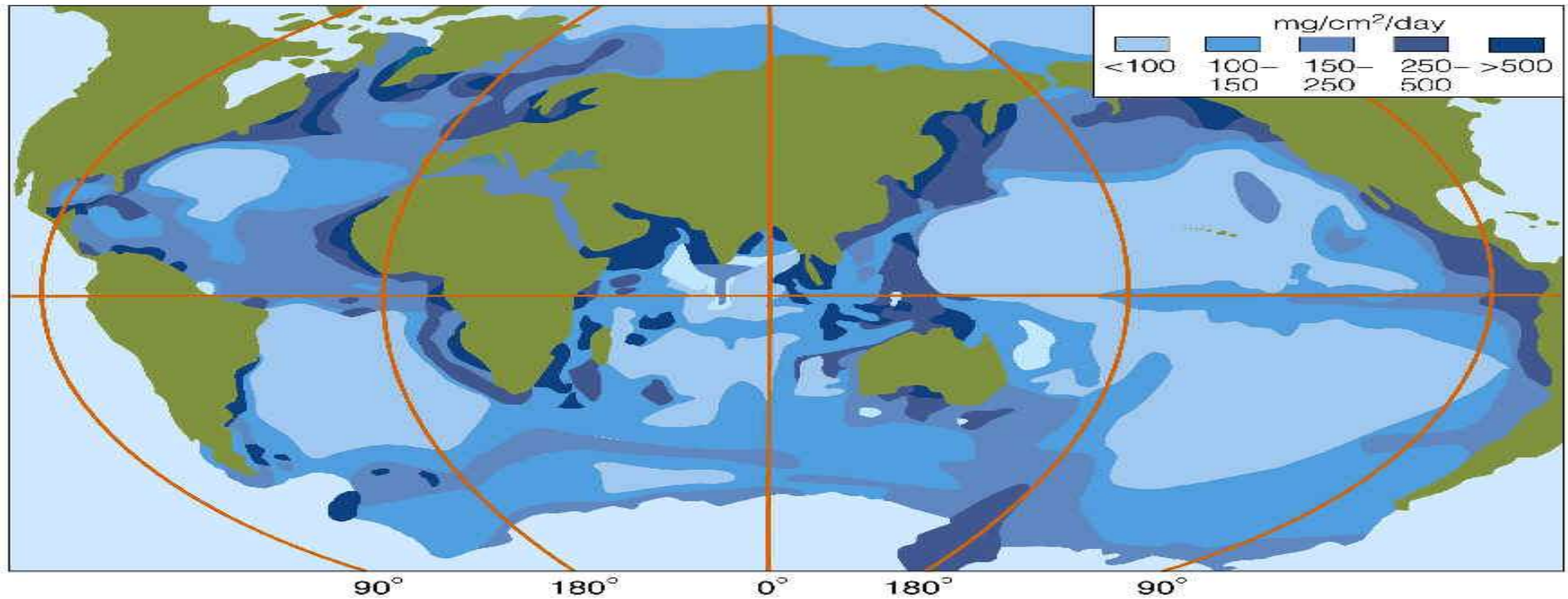
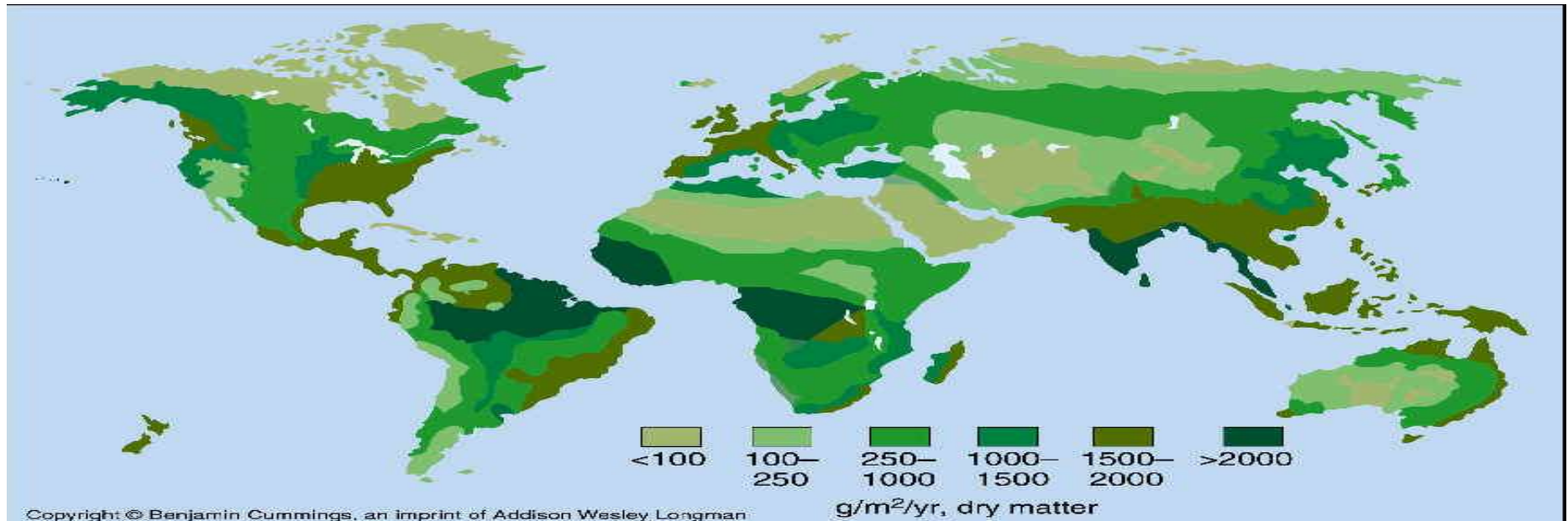
En la Tierra: 60% corresponde a selvas tropicales y sabanas

Patrones globales de variación en la producción primaria neta

Producción primaria neta depende de

- Intensidad de luz.... Estación de crecimiento
- Variaciones latitudinales y estacionales
- Disponibilidad de agua
 - Precipitaciones
 - Suelos
 - Temperatura
 - Biota
- Disponibilidad de nutrientes
 - Suelo
 - Agua
 - Regeneración
 - Aportes externos

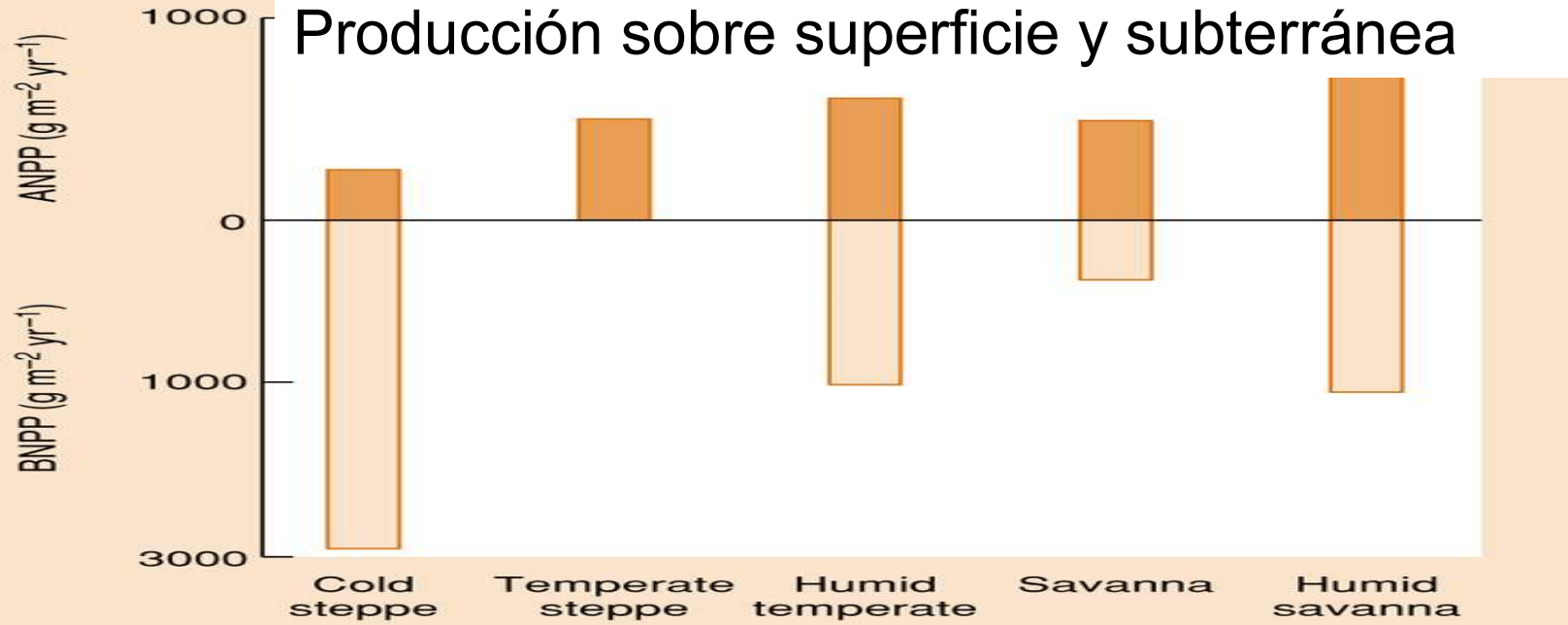
Hábitat		Producción primaria neta kg/m ² año	Biomasa Kg/ m ²	Tasa de renovación=P/B	Tiempo de residencia= B/P
Terrestres	Bosque tropical	1,8	42	0,043/año	23,3 años
	Bosque templado	1,250	32	0,037/año	27 años
	Bosque boreal	0,8	20	0,04/año	25 años
	Arbustal	0,6	6	0,1/año	10 años
	Sabana	0,7	4	0,175/año	5,7 años
	Pradera templada	0,5	1,5	0,33/año	3 años
	Tundra y alpino	0,14	0,6	0,23/año	4,3 años
	Matorral de desierto	0,07	0,7	0,1/año	10 años
	Tierra cultivada	0,050	1	0,63/año	1,6 años
	Ciénaga y pantano	2,5	15	0,17/año	5,9 años
Acuáticos	Océano abierto	0,125	0,003	41,7/año	0,02 años
	Plataforma continental	0,36	0,01	36/año	0,03 años
	Lechos de algas y arrecifes	2	2	1/año	1 año
	Estuarios	1,8	1	1,8/año	0,55 años
	Lagos y arroyos	0,5	0,02	25/año	0,04 años



(a)



(b)



Producción secundaria: relacionada con la producción primaria

