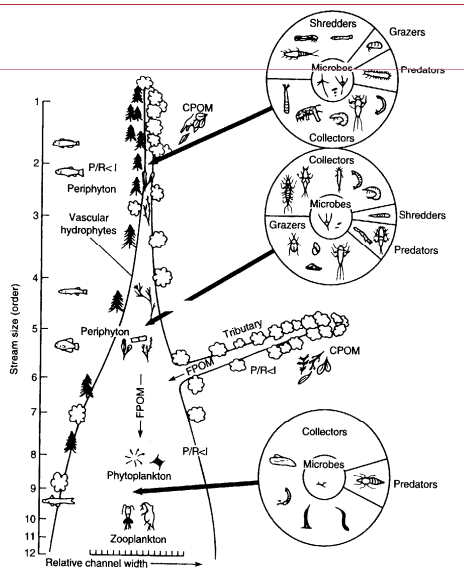


Lección 13

Las interfases: relaciones aguas subsuperficiales-superficiales; los espacios ribereños

MODELOS CONCEPTUALES DE FUNCIONAMIENTO DE RÍOS Y ARROYOS

(Gómez, R. 2003 inédito)



RIOS Y ARROYOS





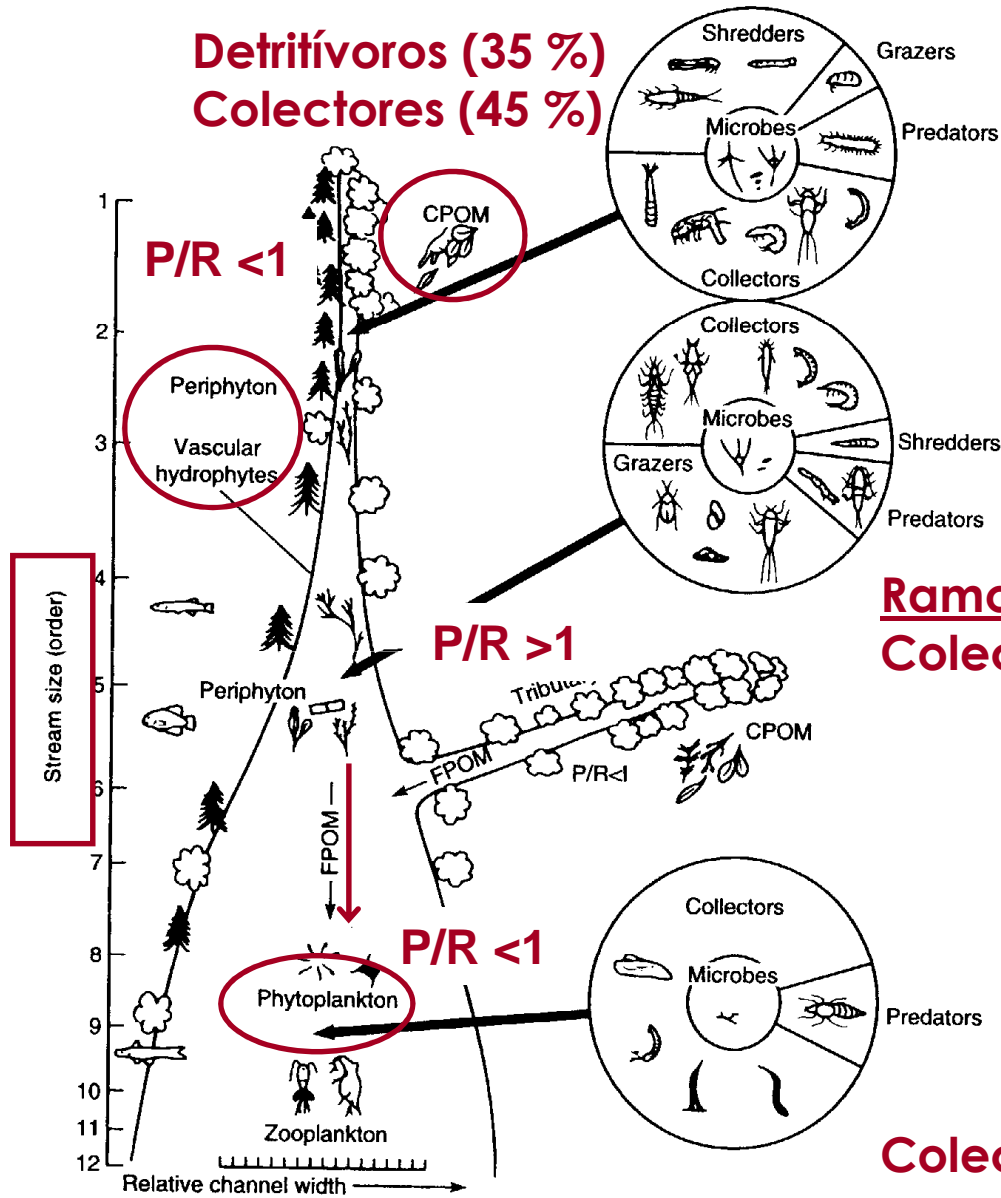
¿ Qué marca la diferencias entre ríos ?

¿ Por qué no son iguales todos los tramos de un río?

¿ Cómo funcionan ríos y arroyos ?

River Continuum Concept

(Vannote et al 1980)



Ramoneadores (30 %)
Colectores (45 %)

Colectores (85 %)

Irregularidades del modelo

	Orden cauce	P	R	P/R
Walker Branch (US Tennessee)	1	0,14	1,45	0,1
Hugh White Creek (US, North Carolina)	2	0,07	3,4	0,02
Little Sandy Creek (US New York)	3	0,9	5,0	0,2
Black Creek (US, Georgia)	4	0,5	3,0	<0,2
Sycamore Creek (US, Idaho)	4	9,4	10,1	0,9
Baker River (US, New Hampshire)	4	0,4	1,9	0,2
Necker River (CH)	6	2,5	3,5	0,7

(medidas de P y R en 24h, expresadas en $\text{gO}_2\text{m}^{-2}\text{d}^{-1}$.
 Datos extraídos de Kalff 2002)

(Figura 4)

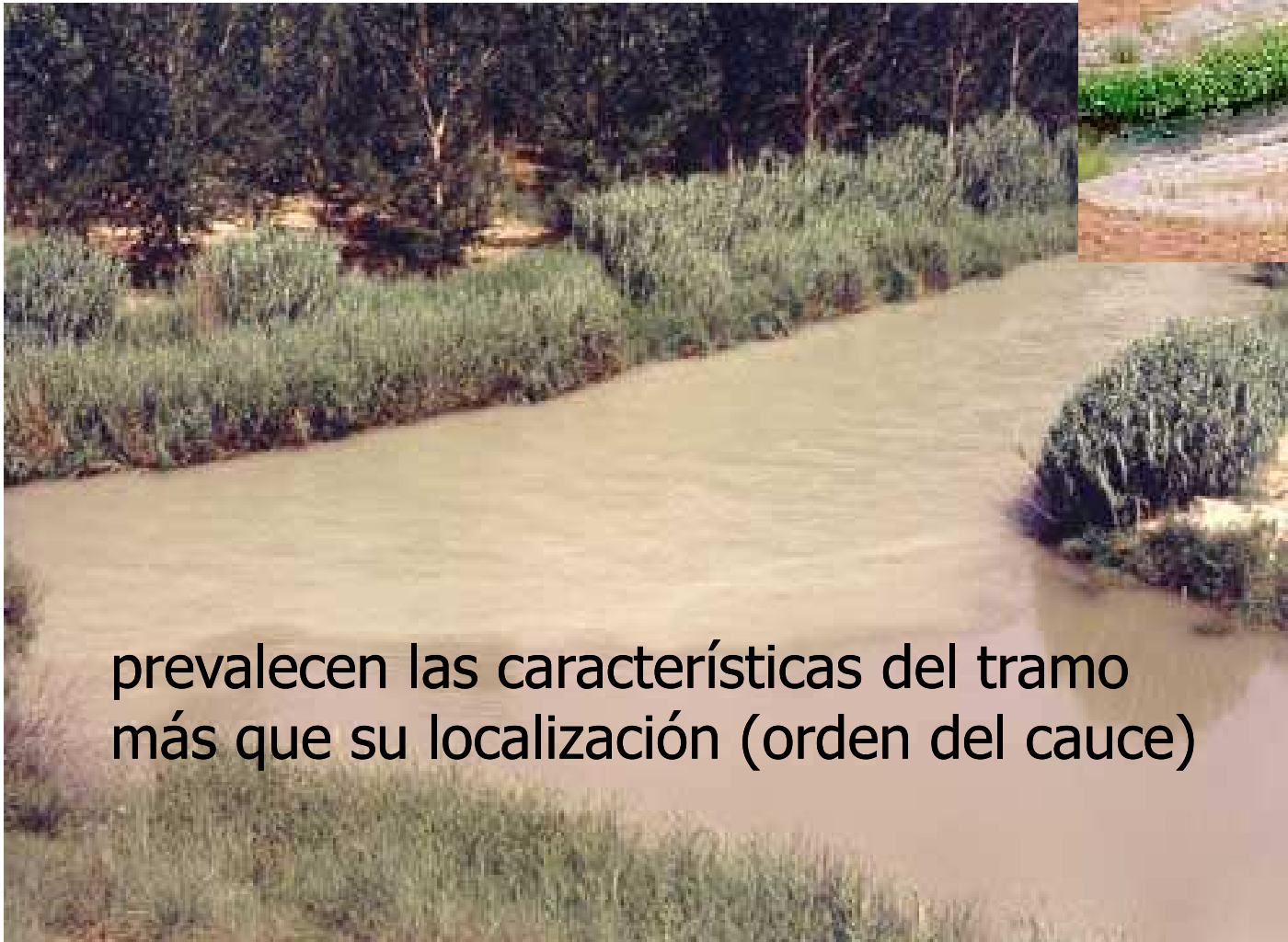
Ausencia de
vegetación de ribera

Calidad de la materia
orgánica alóctona

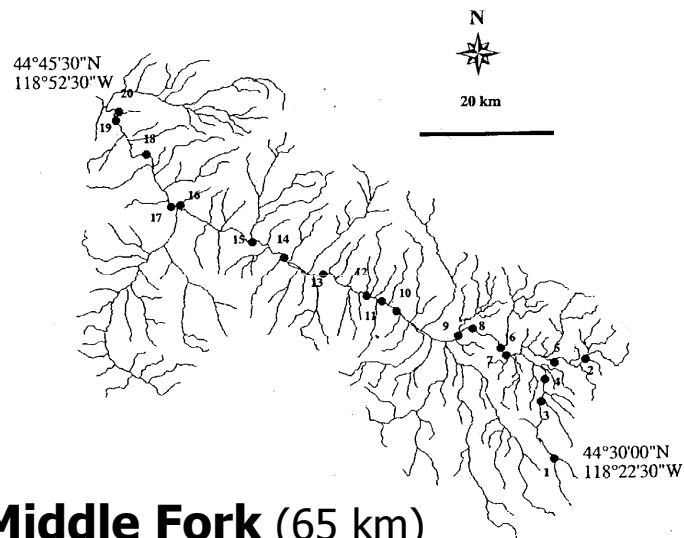
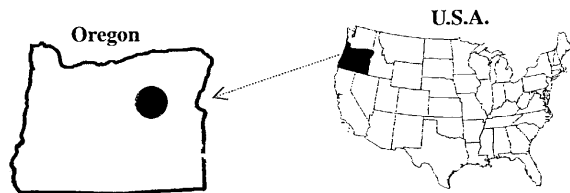
Flujo de agua
intermitente



mecanismos de reajuste del modelo
"reset mechanism"



(Figura 5)



Middle Fork (65 km)

(Zona semiárida de Oregon)
Orden 1-5

Wright y Li, 2002

Can. J. Fish. Aquat. Sci 59

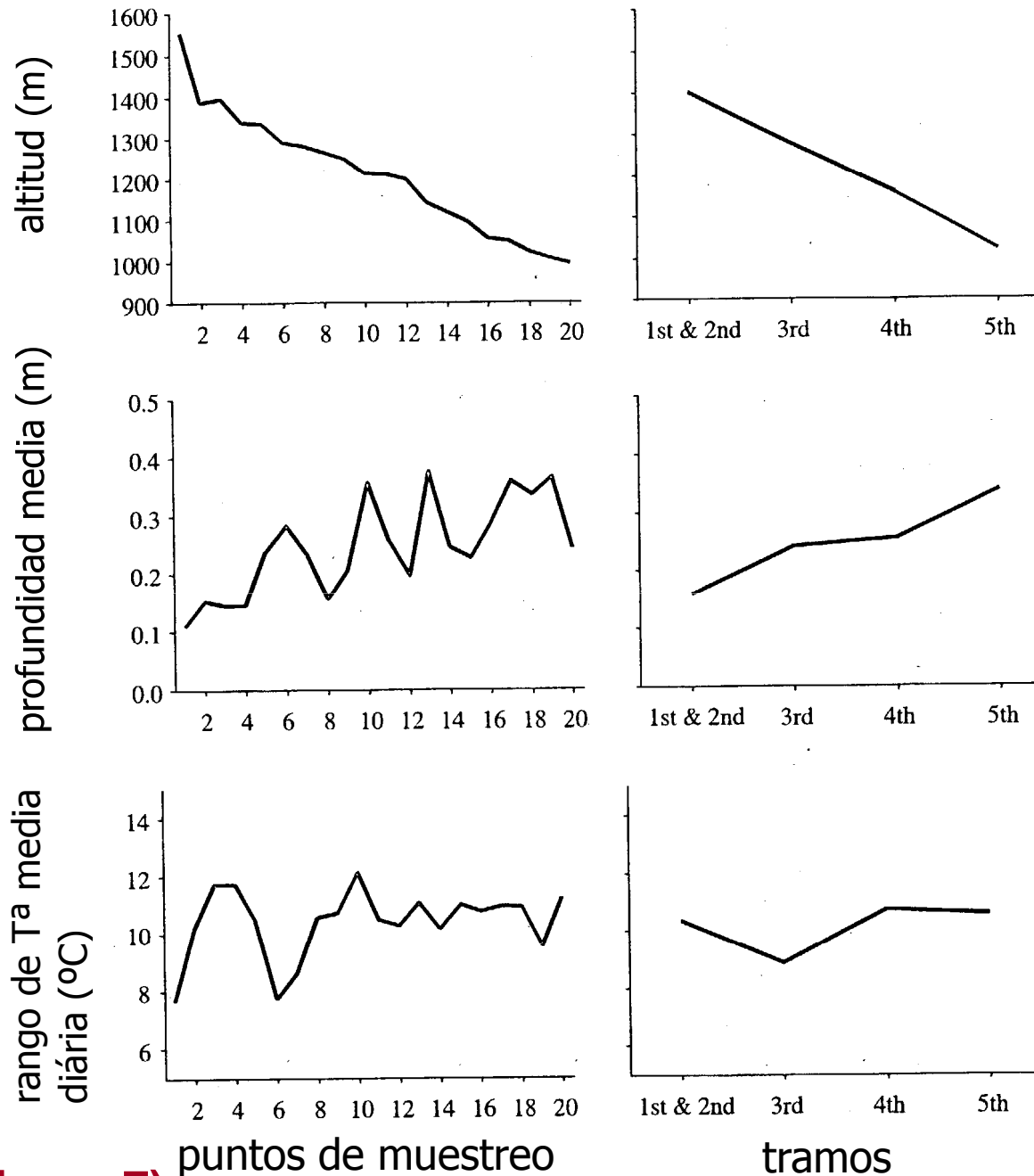
Hipótesis:

Si variables como la geomorfología y los usos del suelo mostraban una distribución discontinua, ello debería reflejarse en la estructura de la comunidad

Predicción:

Las características físicas del hábitat, la estructura de la comunidad de peces, macroinvertebrados y abundancia de algas, no mostrarán una distribución continua cabecera-desembocadura.

(Figura 6)



variabilidad de las características físicas del hábitat

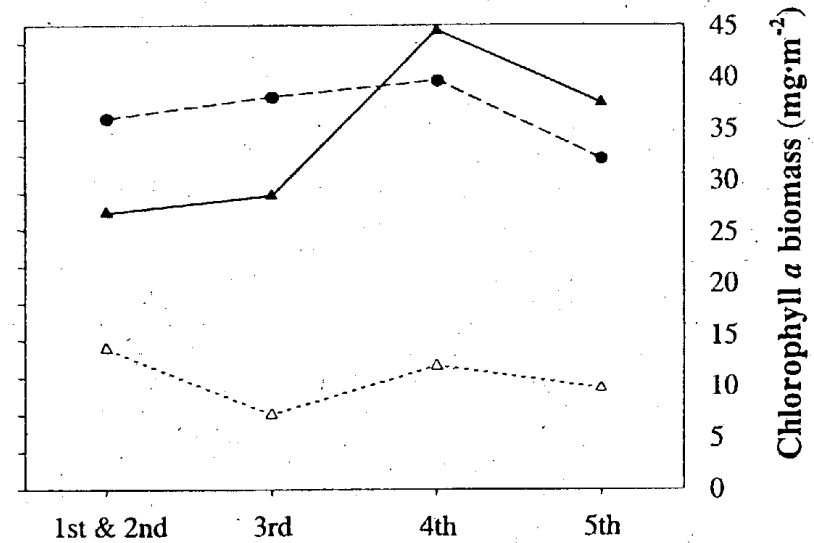
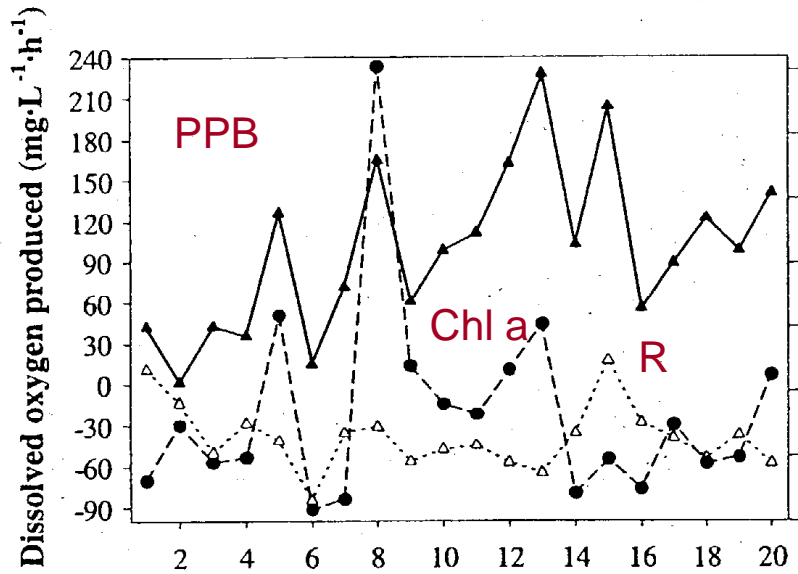
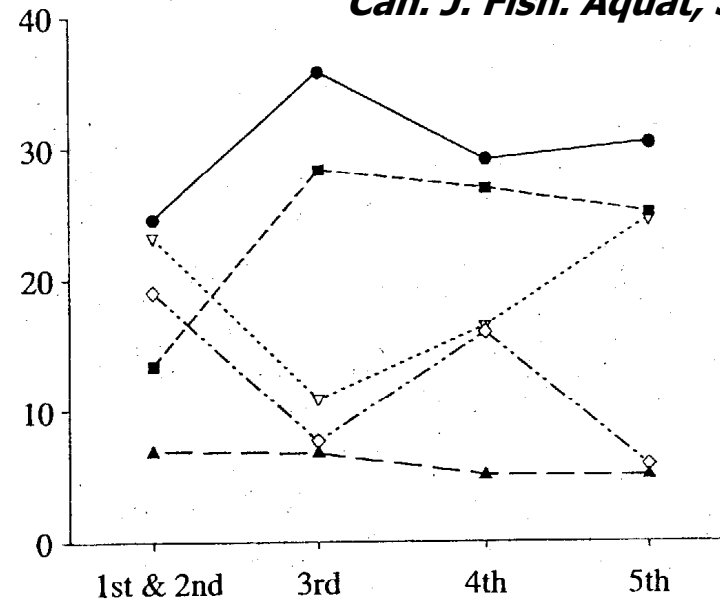
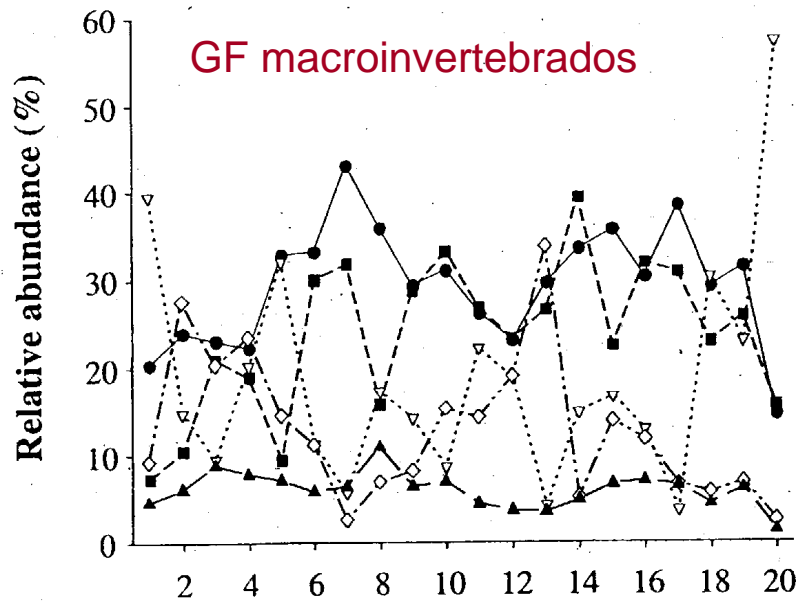
(Figura 7)

Wright y Li, 2002

Can. J. Fish. Aquat. Sci 59

Wright y Li, 2002

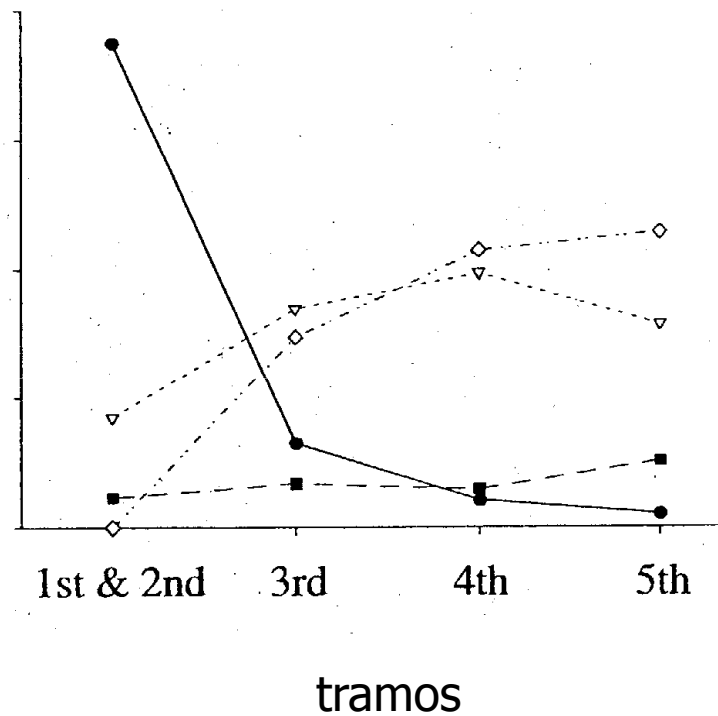
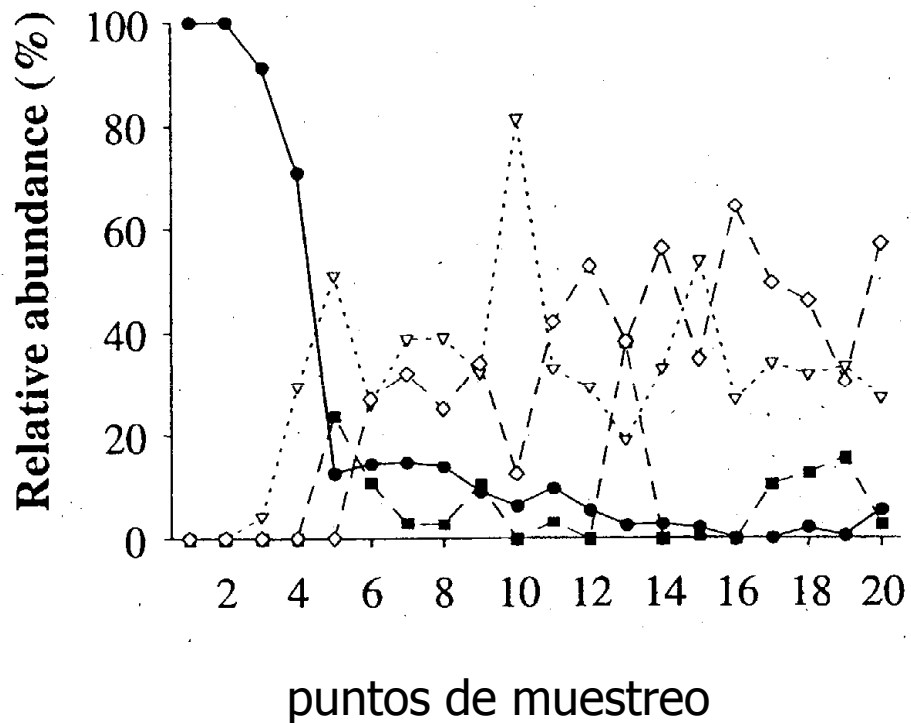
Can. J. Fish. Aquat. Sci 59



(Figura 8) puntos de muestreo

tramos

Especies de peces



Wright y Li, 2002

Can. J. Fish. Aquat. Sci 59

(Figura 9)

La espiral de nutrientes

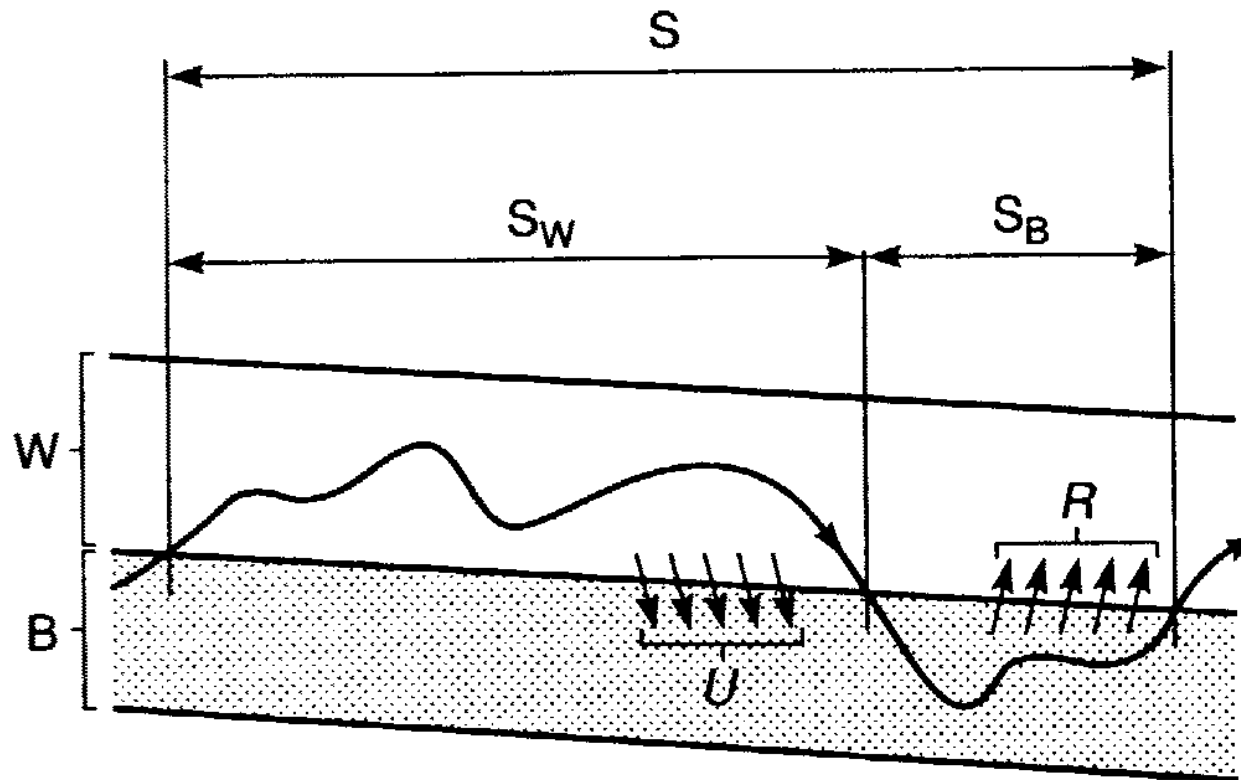
(Webster y Patten, 1979)

S = longitud de la espiral

S_W = distancia de asimilación ("uptake length")

S_B = distancia de recambio ("turnover length")

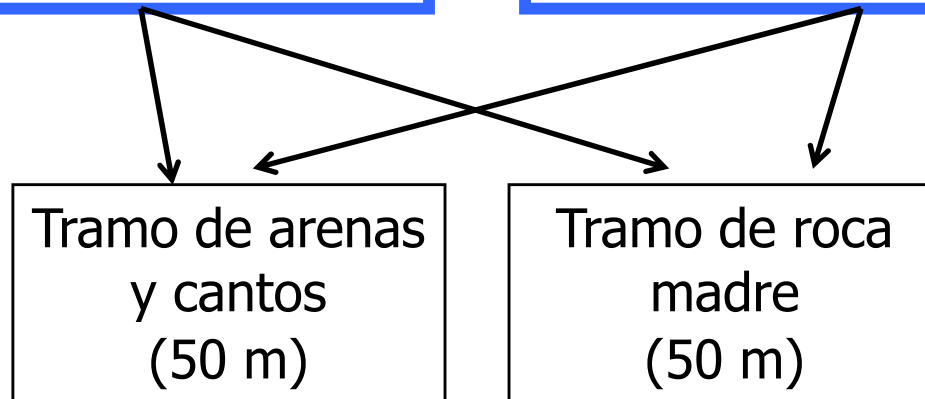
S_W es un indicador de la eficacia de retención de nutrientes por el sistema



Ejemplo de la **interpretación y utilidad** de los calculos de la Espiral de nutrientes en 2 arroyos de características ambientales diferentes

La Solana
cuenca calcárea
vegetación riparia: *Salix* sp.
cobertura riparia = 0 - 53 %
Intensidad luminosa = 293-654
($\mu\text{mol photons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)

Riera Major
cuenca silícea
vegetación riparia: *Alnus glutinosa*
cobertura riparia = 34-70 %
Intensidad luminosa = 171-327
($\mu\text{mol photons.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)



1990-1992

Valores medios de las distancias de asimilación (“uptake length”) estimadas durante el periodo del estudio

Distancia de asimilación del P	
La Solana	88 ± 12 m (n=25)
Riera Major	174 ± 20 m (n=24)
Distancia de asimilación del NH₄⁺	
La Solana	118 ± 28 m (n=25)
Riera Major	129 ± 18 m (n=24)

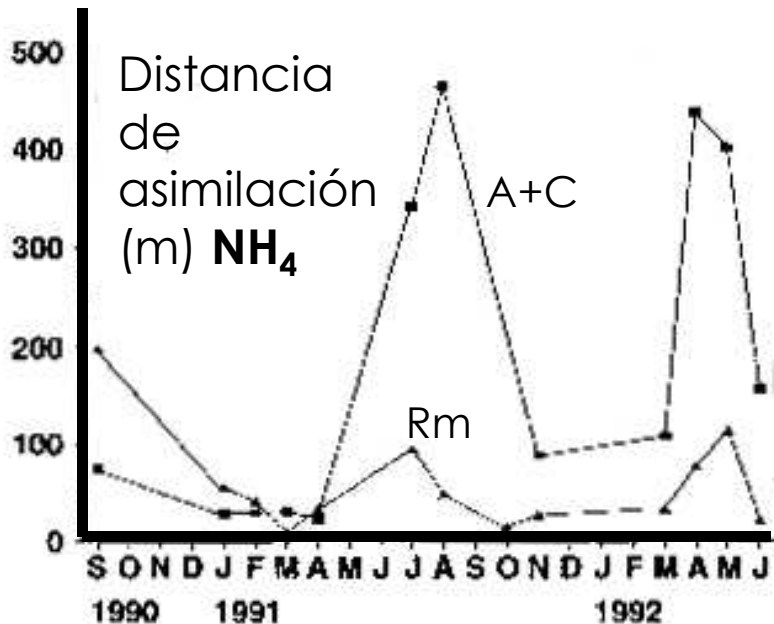
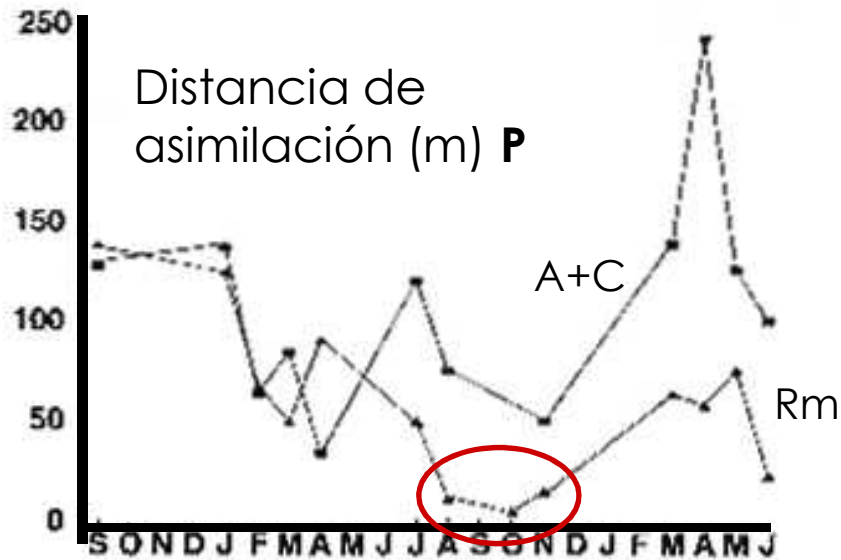
La distancia de retención de nutrientes es **menor** en la Solana



La Solana muestra una **mayor eficiencia** en la retención de nutrientes

(Datos extraídos de Marti, E., y F. Sabater. 1999. High variability in temporal and spatial nutrient retention in mediterranean streams. *Ecology* 77(3)).

(Datos extraídos de Marti, E., y F. Sabater. 1999. High variability in temporal and spatial nutrient retention in mediterranean streams. *Ecology* 77(3)).



- La **eficiencia de retención** del sistema difiere según el nutriente considerado

uptake length (julio, 1991)

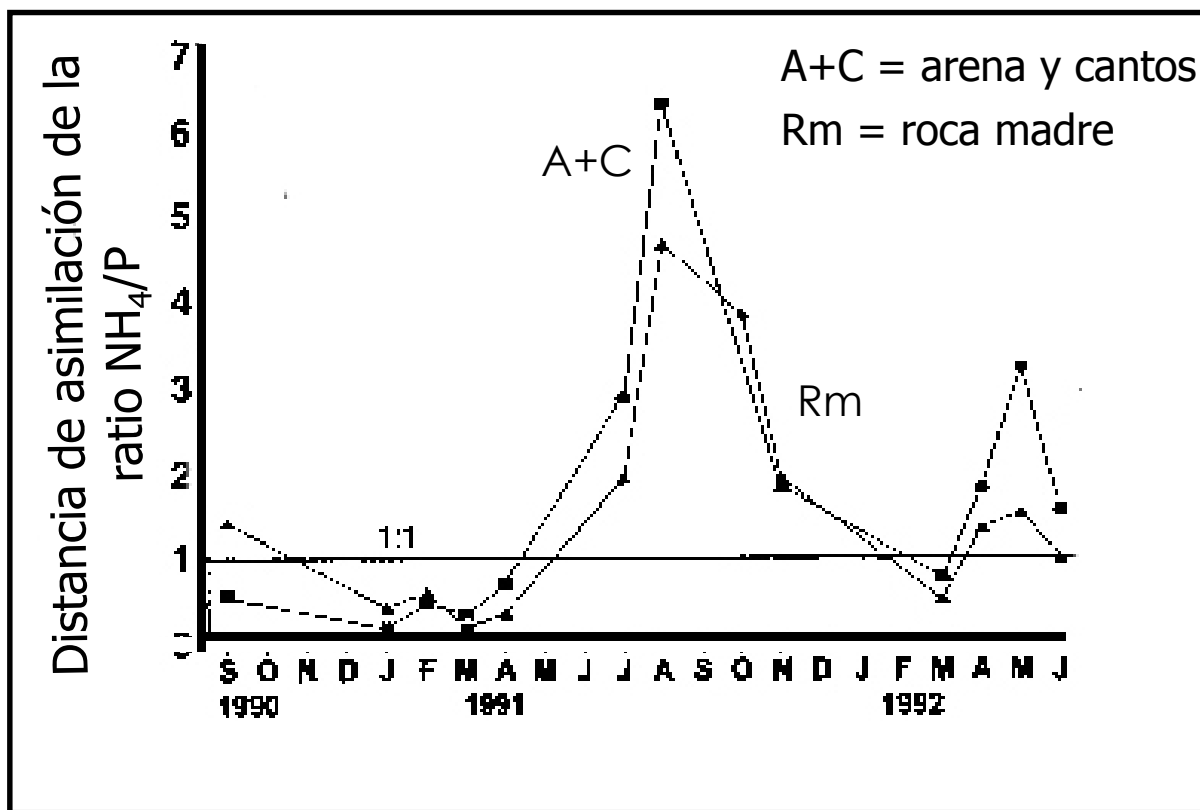
P	48 m
NH ₄	94 m
NO ₃	154 m

- La **eficiencia de retención** varía en el tiempo

- La **eficiencia de retención** varía en el espacio

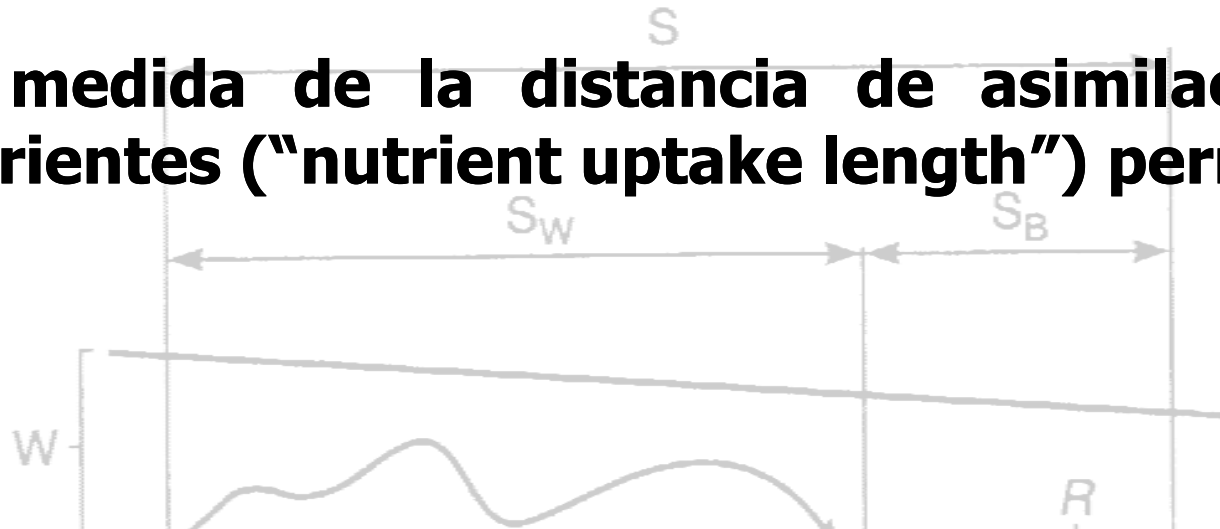
	Tr. de arena y cantos	Tr. de roca madre
P	119 m (19)	59 m (12)
NH₄	182 m (51)	59 m (14)

Arroyo de La Solana



(Datos extraídos de Marti, E., y F. Sabater. 1999. High variability in temporal and spatial nutrient retention in mediterranean streams. *Ecology* 77(3)).

La medida de la distancia de asimilación de nutrientes (“nutrient uptake length”) permite :



comparar la eficacia de retención de nutrientes entre diferentes sistemas (ríos, tramos de ríos), y bajo diferentes circunstancias

analizar como ésta varía en el tiempo

avanzar en el estudio de los factores bióticos y abióticos que controlan la dinámica de nutrientes en los sistemas fluviales

“Serial Discontinuity Concept ”

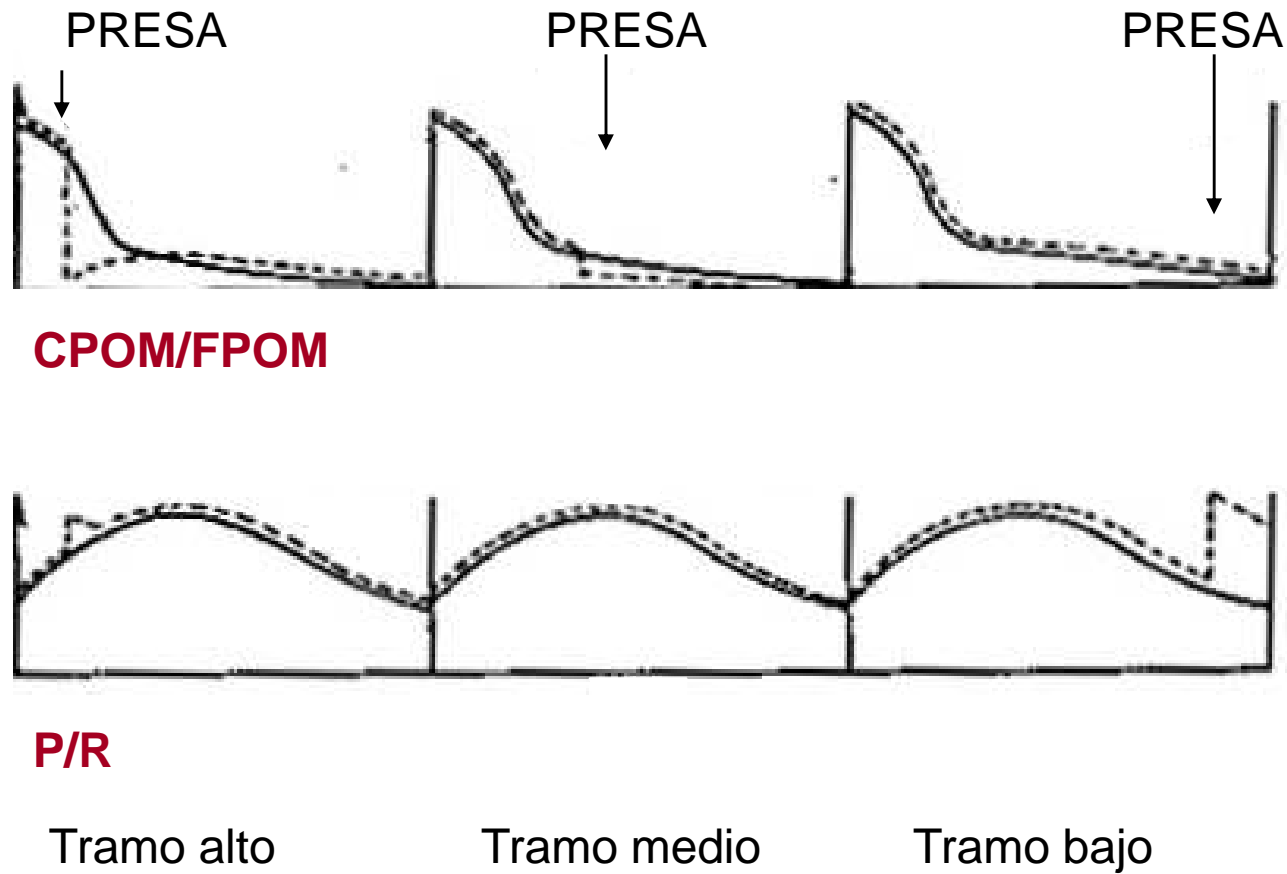
El concepto de las discontinuidades seriadas

(Ward y Standford, 1983)



(Figura 16)

- el modelo parte de los postulados del RCC
- asume que el represamiento es la única perturbación que afecta al sistema
- describe como el efecto de la presa sobre un determinado parámetro depende de su ubicación (tramo alto, medio o bajo)
- se aplica a parámetros físicos, biológicos, a nivel de población, comunidad, o al funcionamiento global del ecosistema



(Figura 18)

El efecto de una presa sobre la relación CPOM/FPOM, y la ratio P/R, en un río depende de su ubicación a lo largo del eje cabecera-desembocadura

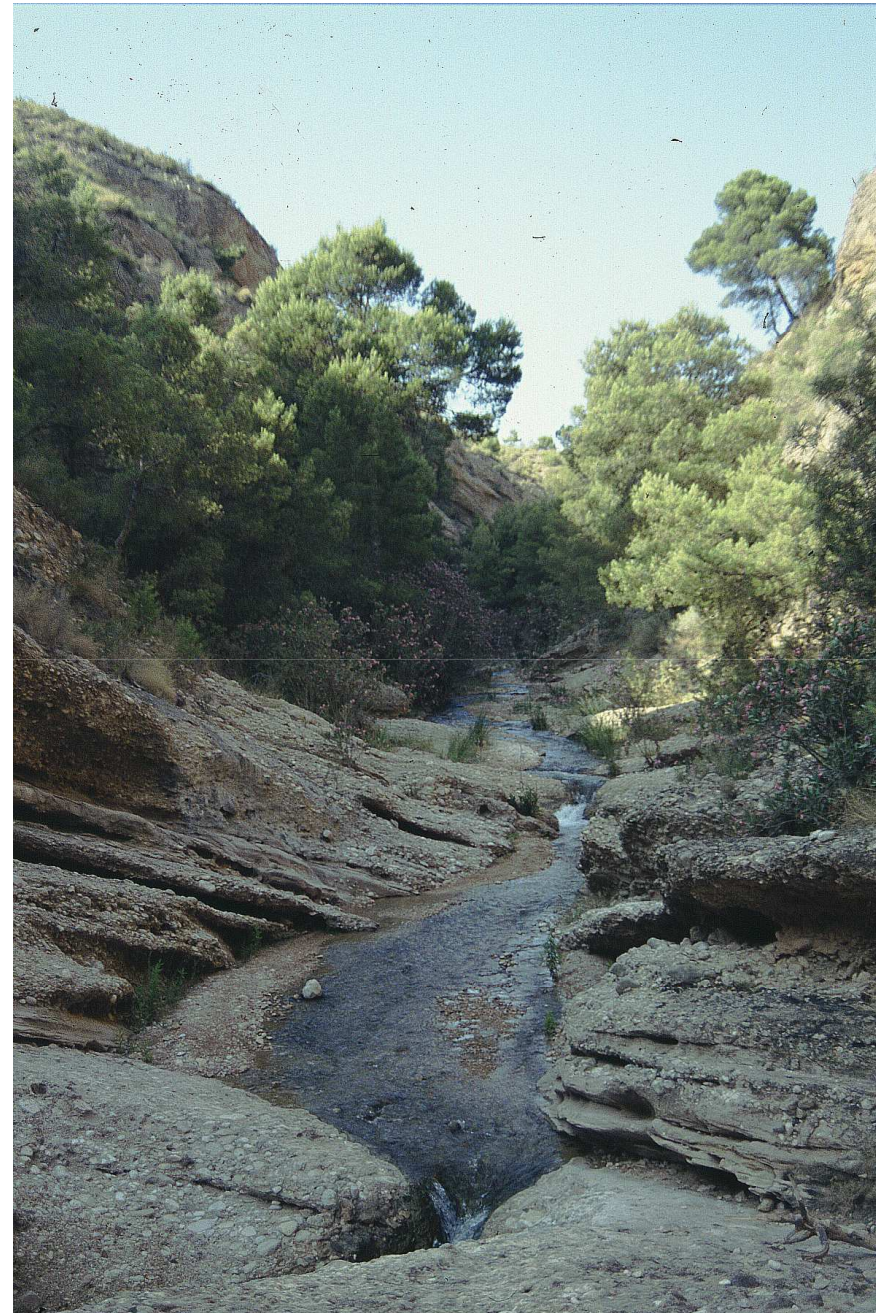
distribución **continua**
de
condiciones ambientales



Evolución de la concepción del
funcionamiento de los sistemas fluviales



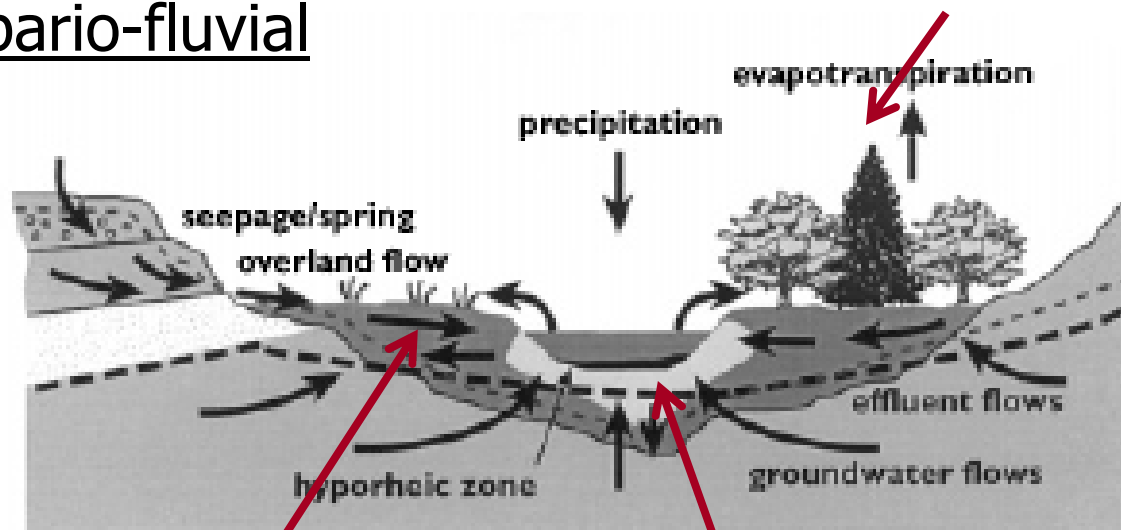
distribución **heterogénea**
de
condiciones ambientales



Ríos y arroyos como un conjunto de **subsistemas** conexiónados hidrológicamente entre los que fluye la materia y la energía

Ecosistema
ripario-fluvial

zona riparia



**zona
parafluvial**

**zona
hiporreica**

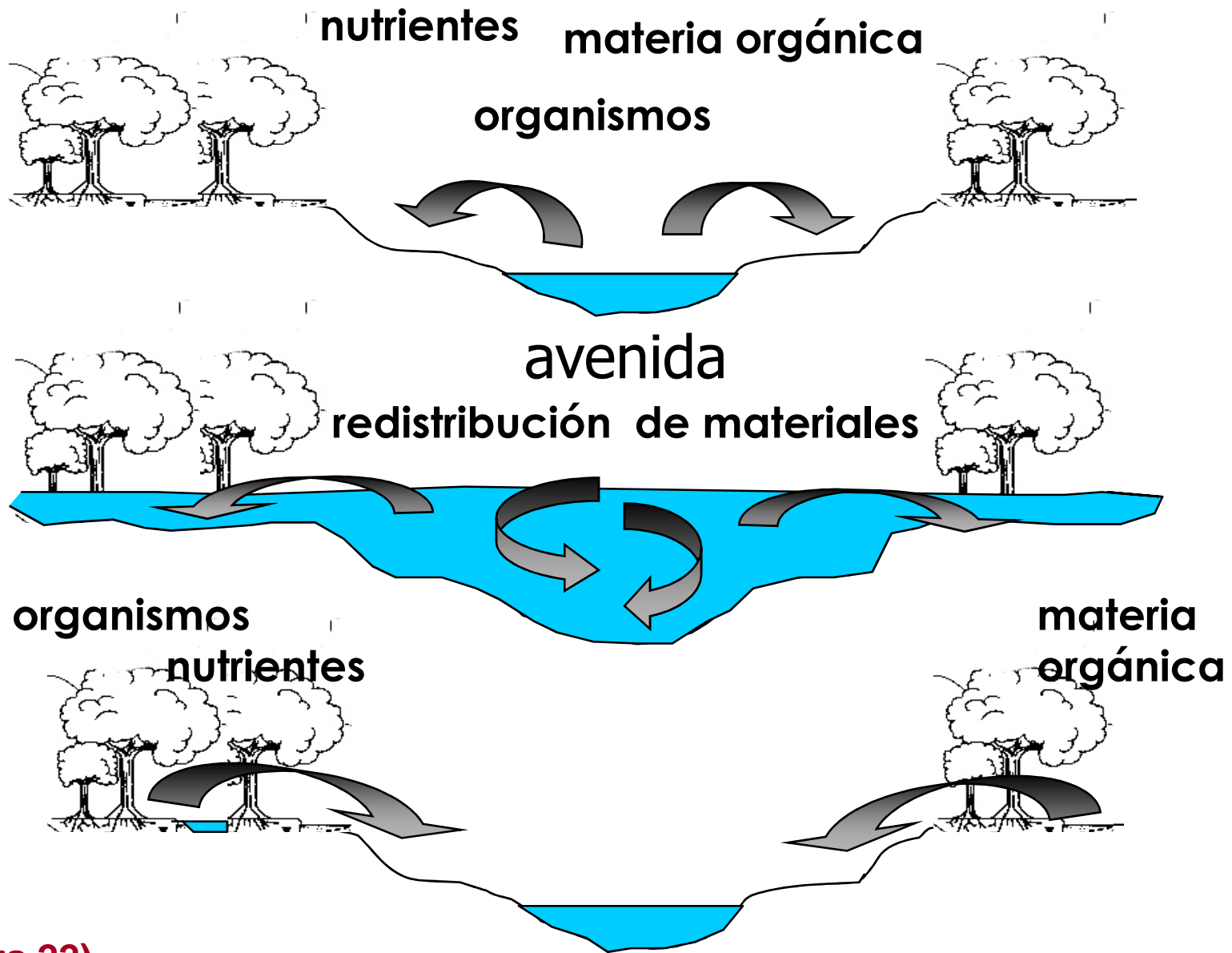
(Figura 20)

(Extraído de Grimm et al., 1991. Contribution of the hyporheic zone to stability of an arid-land stream. *Verh. Internat.Verein. Limnol* 24:1595-1599)

“ flood pulse concept ”

(Junk et al., 1989)





(Figura 22)



“ flood pulse concept ”

Las avenidas de agua constituyen el elemento fundamental del funcionamiento del río

Conforme incrementa el grado de interacción entre el río y su llanura de inundación aumenta la productividad del río

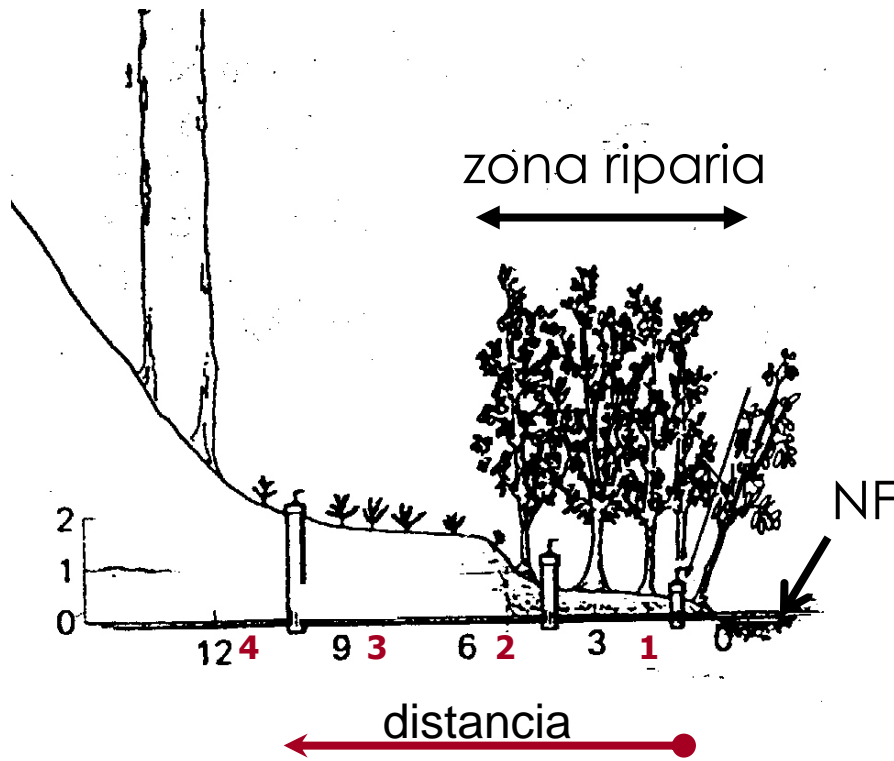


El Bosque de ribera

Papel del bosque de ribera en el funcionamiento del ecosistema ripario-fluvial

- Retención de nutrientes (fundamentalmente de N)
- Efecto sobre la producción primaria
- Efecto sobre las tasas de crecimiento y estructura de la comunidad de macroinvertebrados
- Efecto sobre la disponibilidad de alimento y hábitats para peces

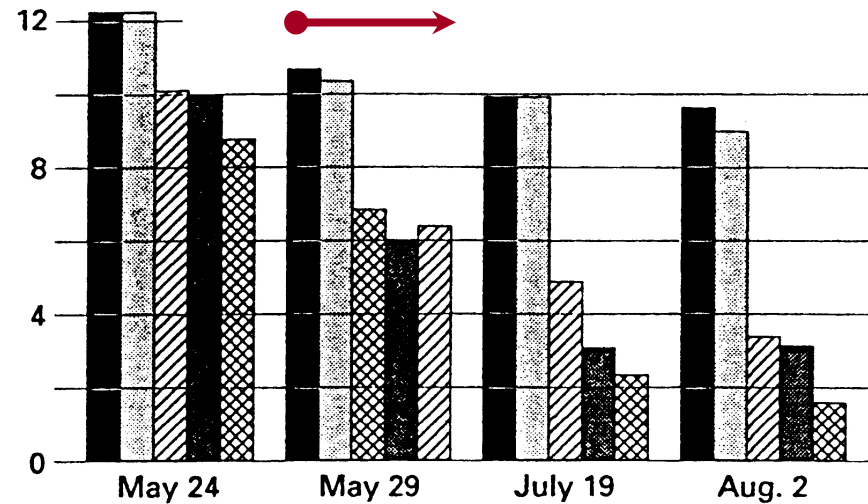




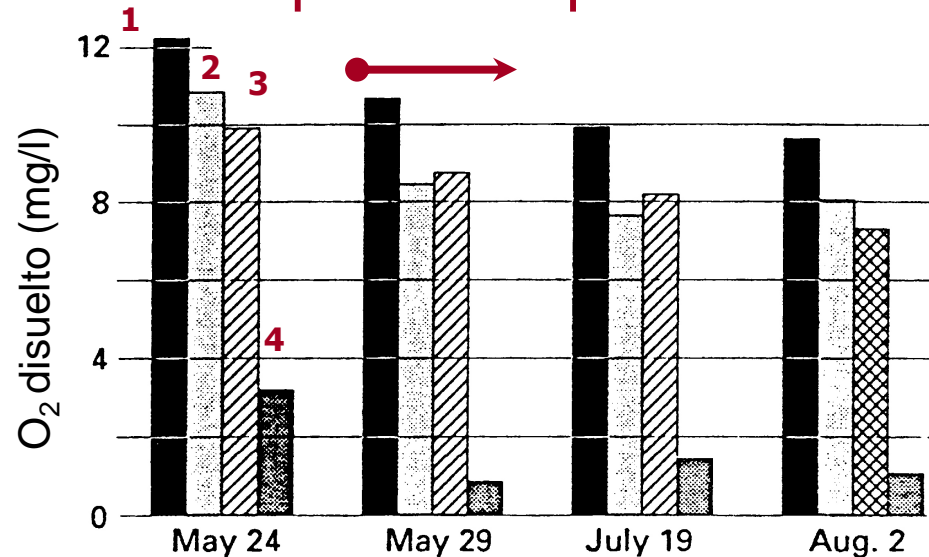
**Little Lost man Creek,
California, USA. 1984**

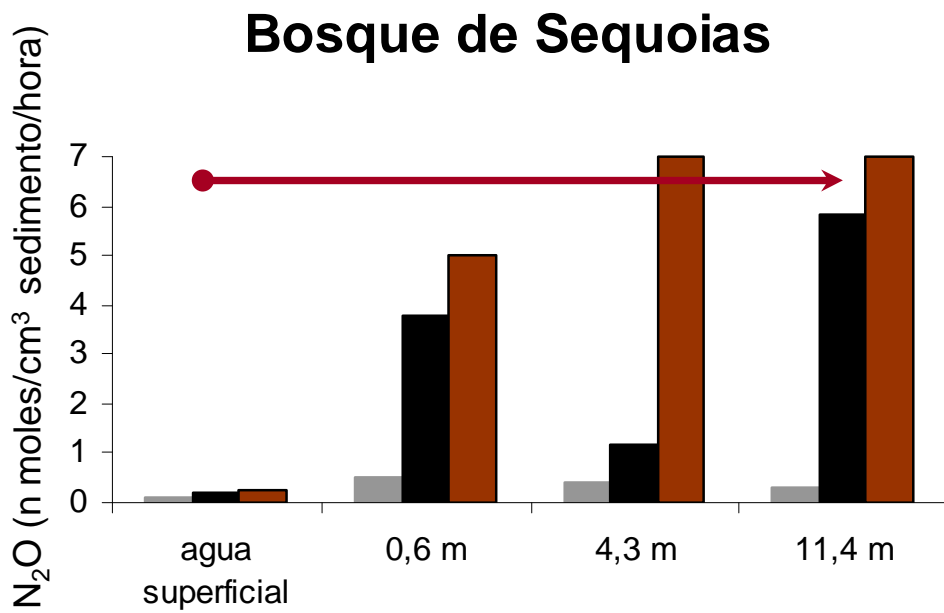
Ejemplo de cómo varía la concentración de oxígeno disuelto en el agua subterránea, conforme nos alejamos hacia el interior de la zona riparia en una plantación de alisos (joven) y una de secuoiyas (plantación madura), en diferentes fechas de muestreo. En ambos casos la disminución es clara, pero mucho más acusada en la plantación adulta, que en la joven (con menos acúmulo de materia orgánica en el suelo)

Plantación de alisos (1965)



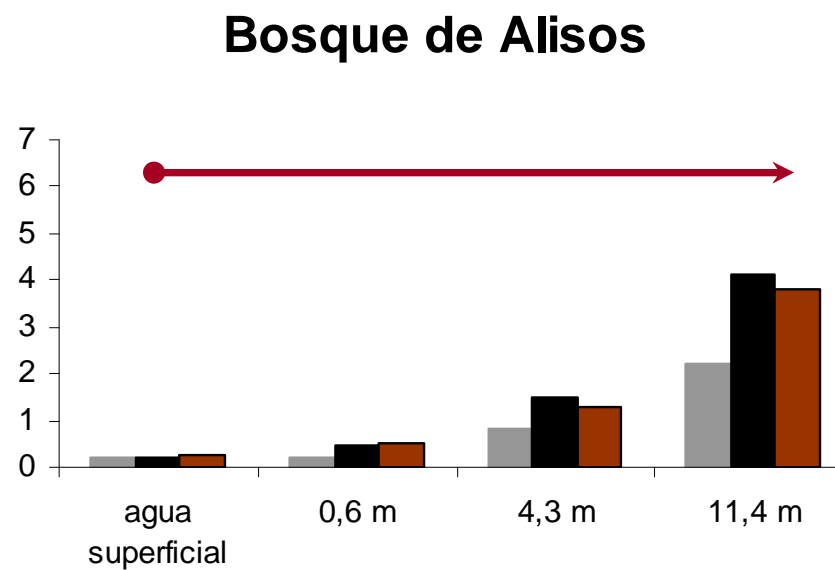
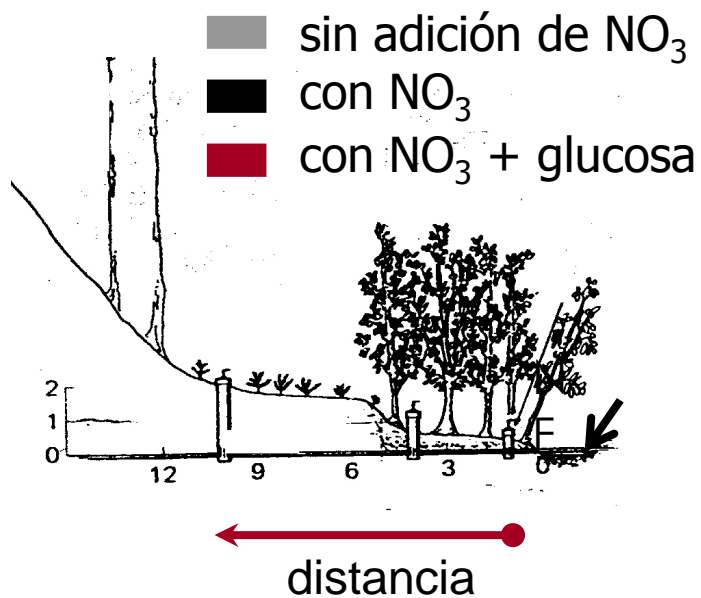
Bosque de secuoiyas





Tasas de desnitrificación (pérdida de nitrato del agua) a lo largo de la zona riparia

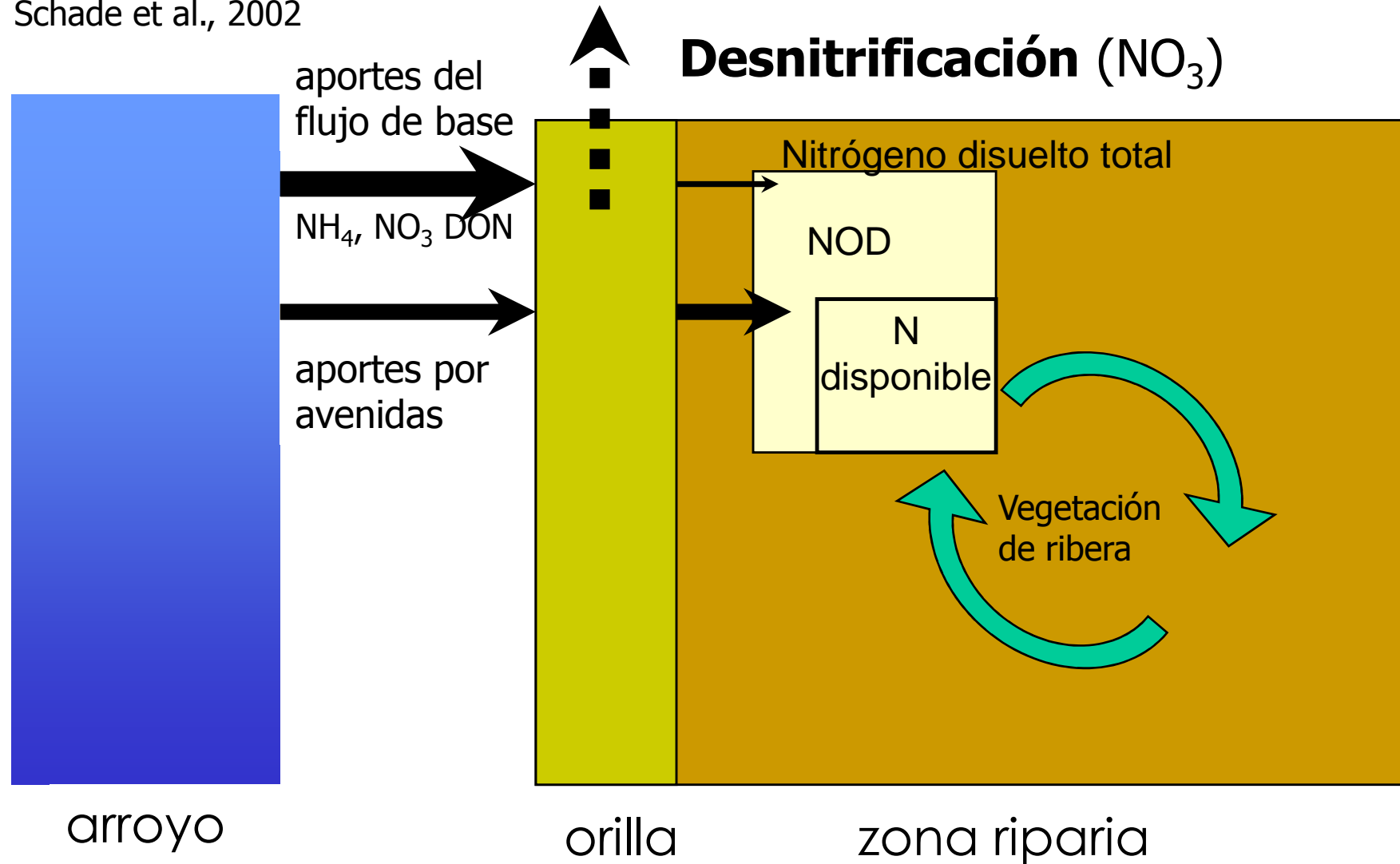
Las tasas de desnitrificación en ambos casos incrementan conforme nos adentramos en la zona riparia, dado el menor contenido de oxígeno en el agua y la mayor cantidad de materia orgánica. Las bacterias desnitrificantes actúan en conducciones anaeróbicas (déficit de oxígeno).



Modelo conceptual de la dinámica del N en la zona riparia

Sycamore Creek, (Arizona, USA)

Schade et al., 2002



Ejemplo de cómo el nitrógeno, que desde el río llega a la zona riparia, es desnitrificado en los primeros metros de la misma (orilla). Tras una avenida de agua (riada) el nitrógeno que transporta el agua inunda en mayor grado la zona riparia y es entonces utilizado por la vegetación de ribera

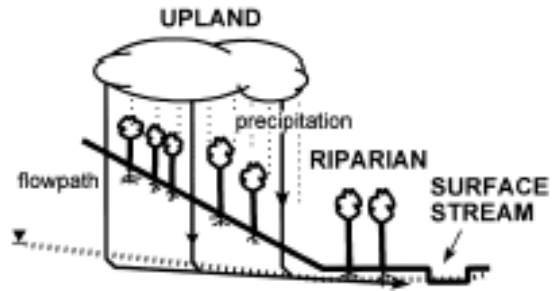
El bosque de ribera actúa como un filtro de nutrientes

Retiene transforma y elimina nitrógeno del agua de escorrentía y de la propia corriente de agua

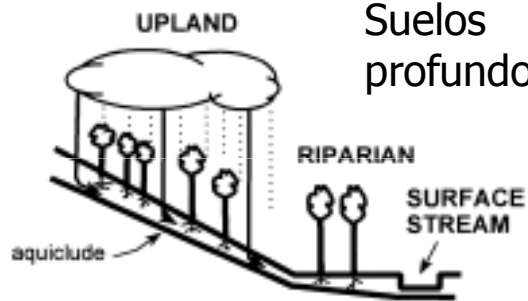
Las crecidas suponen un aporte adicional de nutrientes (N) al bosque de ribera

el bosque de ribera y la cuenca de drenaje

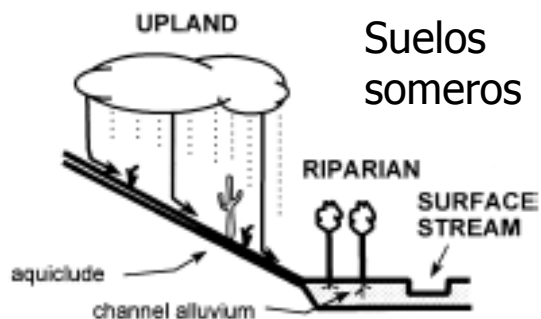
Cuenca forestada



Suelos profundos



Suelos someros

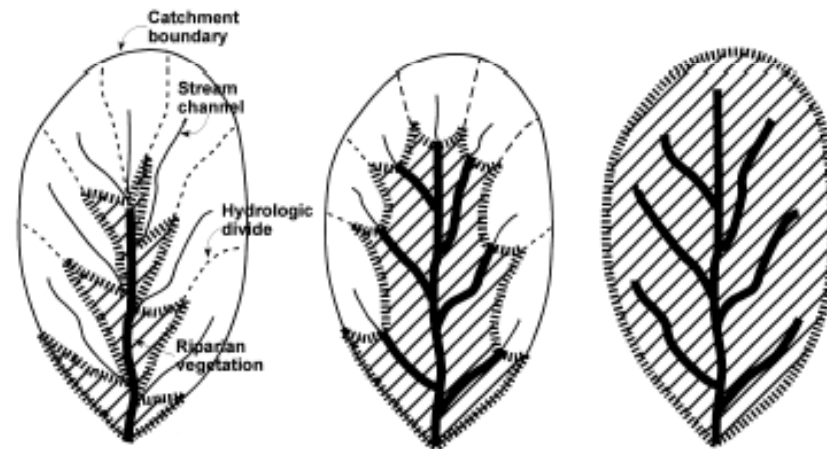


Suelos de escasa permeabilidad

Cuenca árida/semiárida



NICOLAS: Nitrogen Control by Landscape Structures in Agricultural Environments



árida

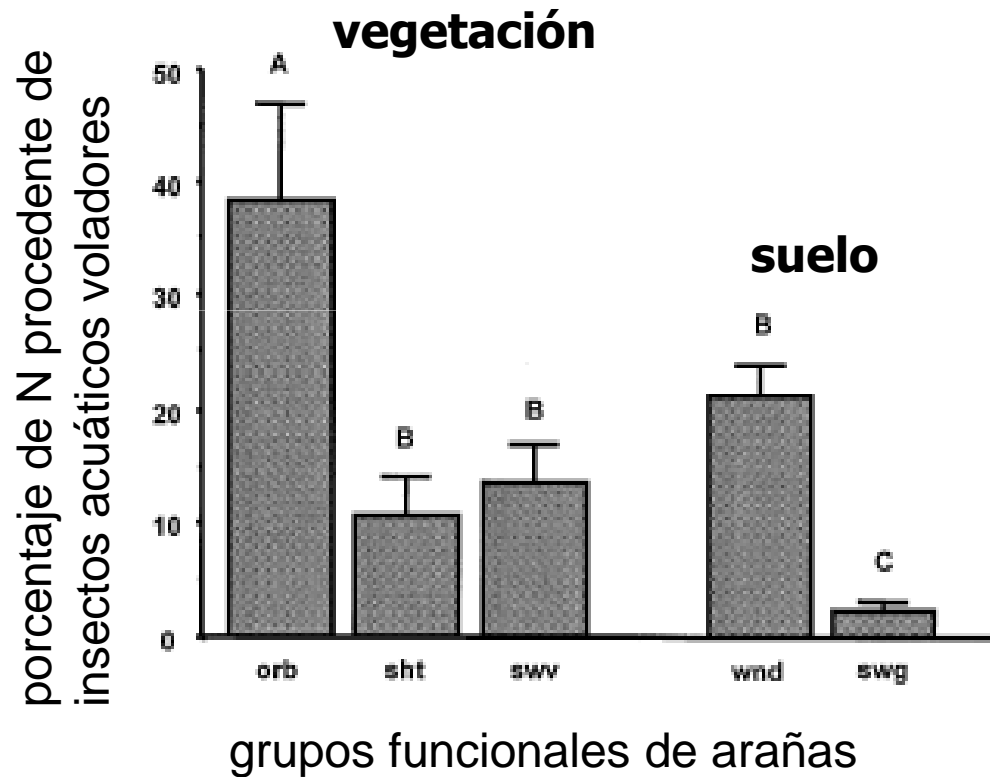
semiárida

húmeda

Niveles de intercepción de la escorrentía superficial por el bosque de ribera

(Extraído de : Fisher et al.1998. Material spiraling in stream corridors: a telescoping ecosystem model. *Ecosystems* 1:19-34)

Los cursos de agua como **sistemas exportadores** de C y N hacia la zona riparia

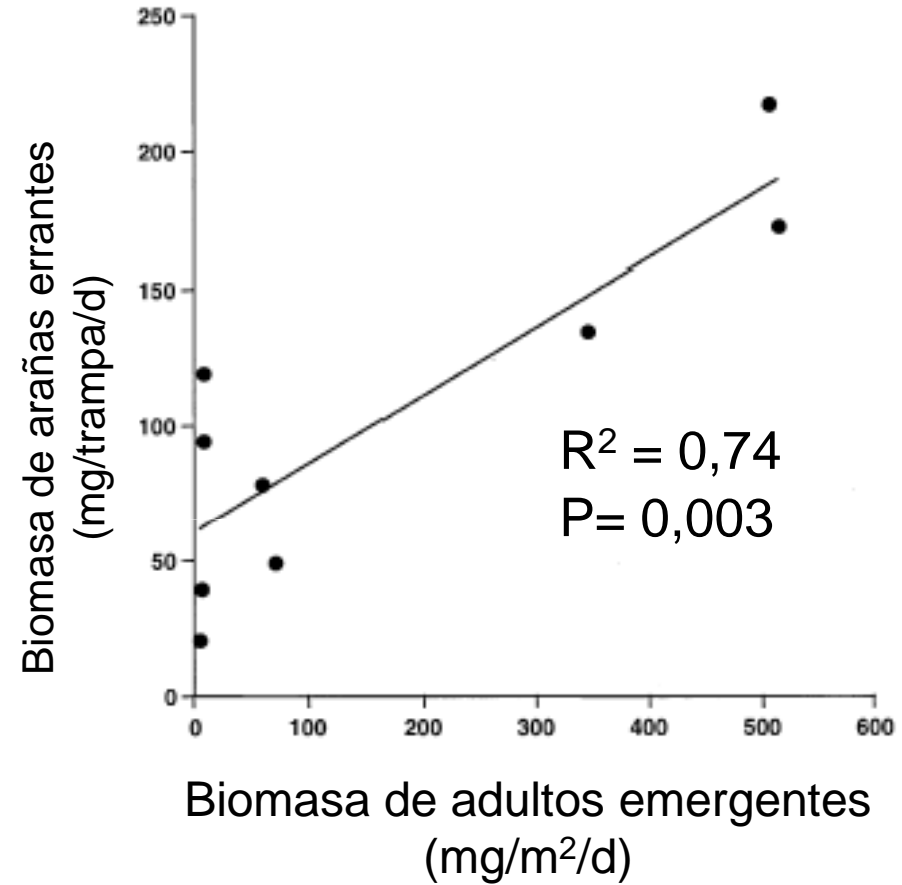
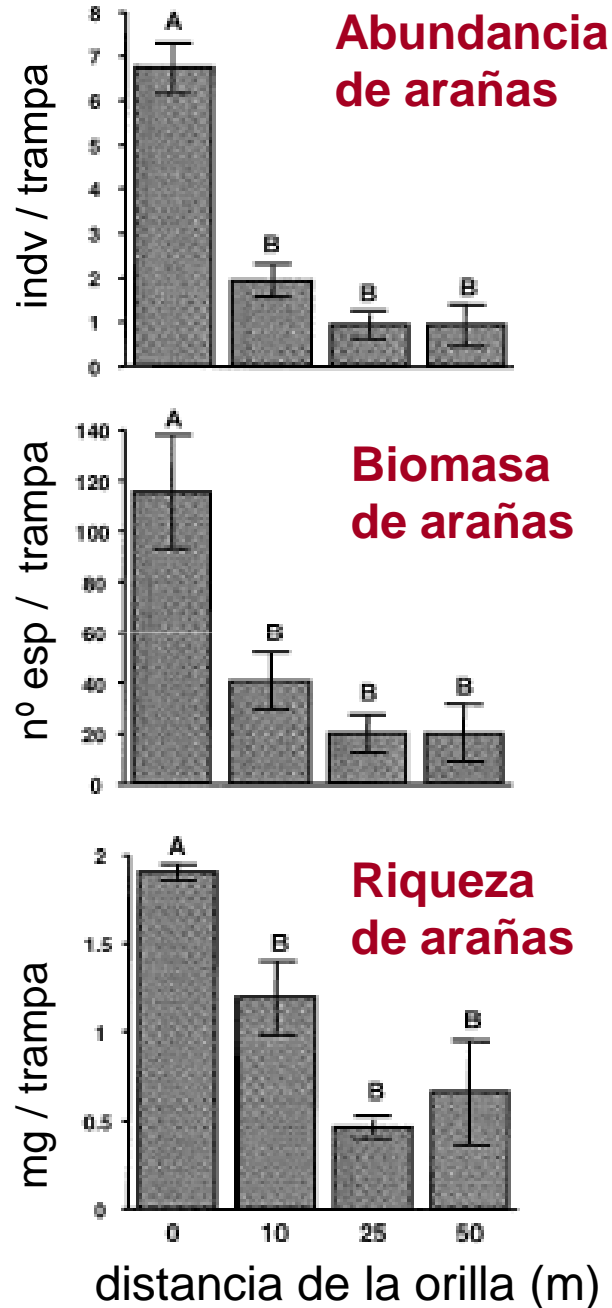


V	S
39 % N	25 % N
100 % C	68 % C

Sycamore Creek (Arizona USA)
Sanzone et al., 2002

Un elevado porcentaje del carbono y nitrógeno presentes en las arañas de la zona riparia, proviene de los insectos acuáticos voladores (efémeras, dópteros..) que son capturados por las arañas en sus trampas dispuestas sobre la **vegetación (V)** o sobre el **suelo (S)**

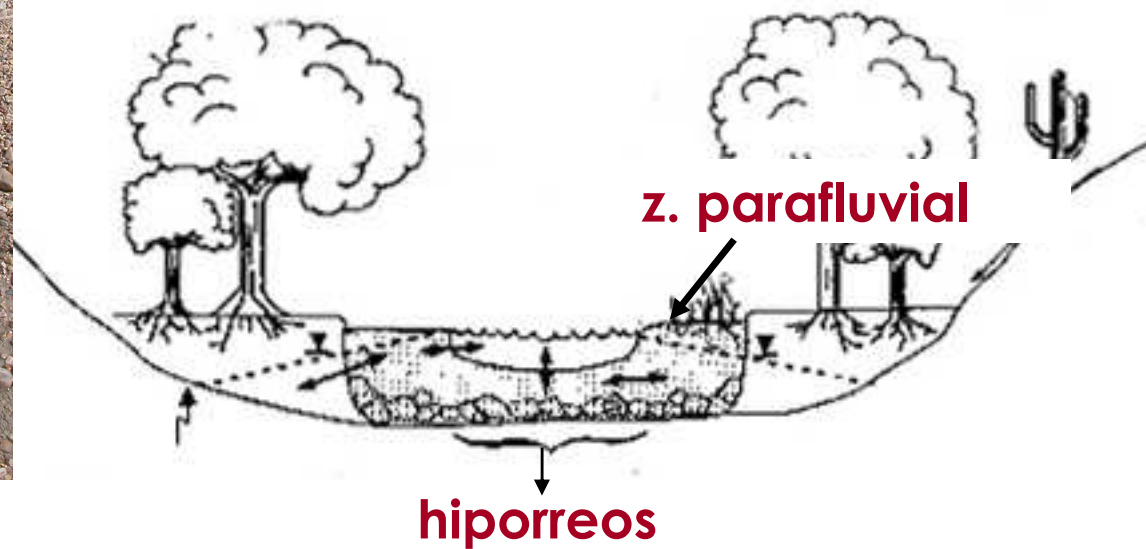
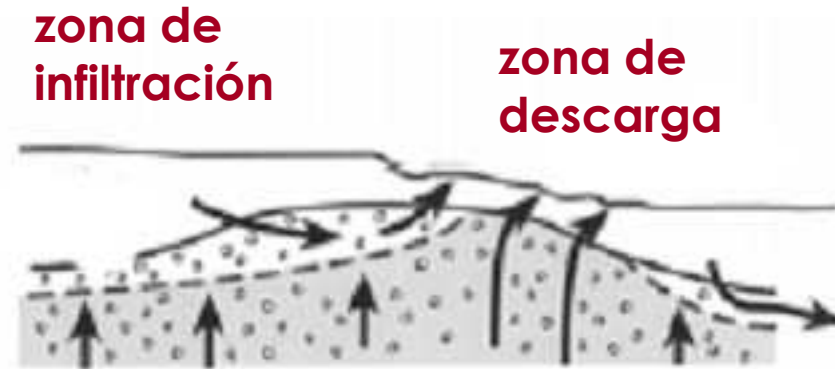
(Extraído de :Sanzone et al., 2003. Carbon and nitrogen transfer froma desert streamtoriparian predators. *Oecologia*, 134)



La relación entre biomasa de insectos voladores (de larvas acuáticas) y arañas es directa, conforme nos alejamos de la zona ribereña disminuye, la abundancia, biomasa y riqueza de arañas. El sistema acuático exporta materia (N y C) hacia la zona riparia.

(Extraído de :Sanzone et al., 2003. Carbon and nitrogen transfer from desert streamtoriparian predators. *Oecologia*, 134)

El hiporreos y la zona parafluvial



(Figura 33)

El papel del hiporreos en el metabolismo del sistema

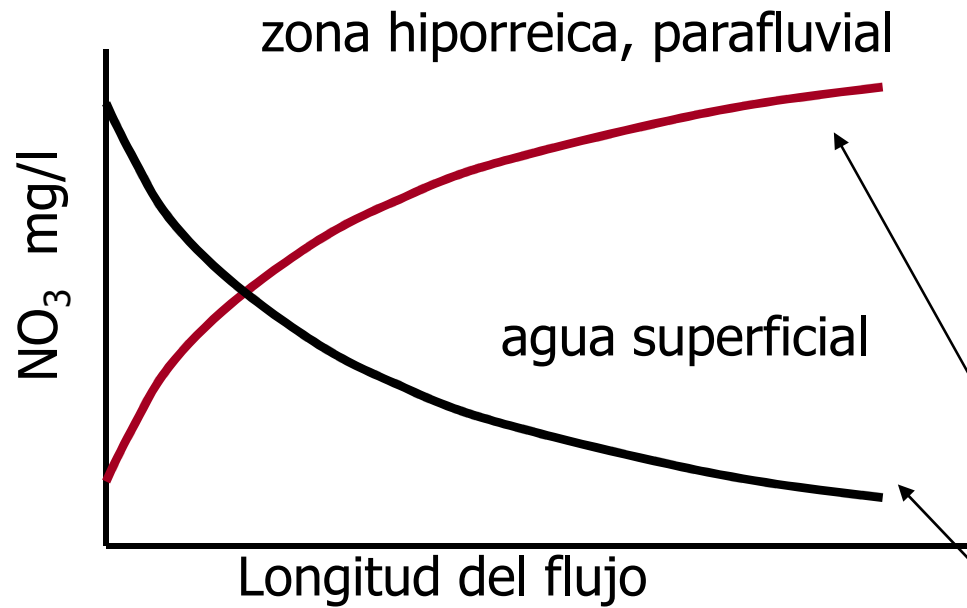
Valores medios/hora (mg O ₂ m ⁻²)	Estima en superficie	Estima de todo el sistema
PG	607	785
R	128	421
PN	479	364
PG/R	4,7	1,9
PG/R (24h)	2,4	0,93

(Figura 34)



Sycamore Creek (Arizona, USA)
Grimm y Fisher, 1984

La ratio P/R pasa de ser > 1 a < 1, cuando consideramos el hiporreos en las medidas de metabolismo del arroyo



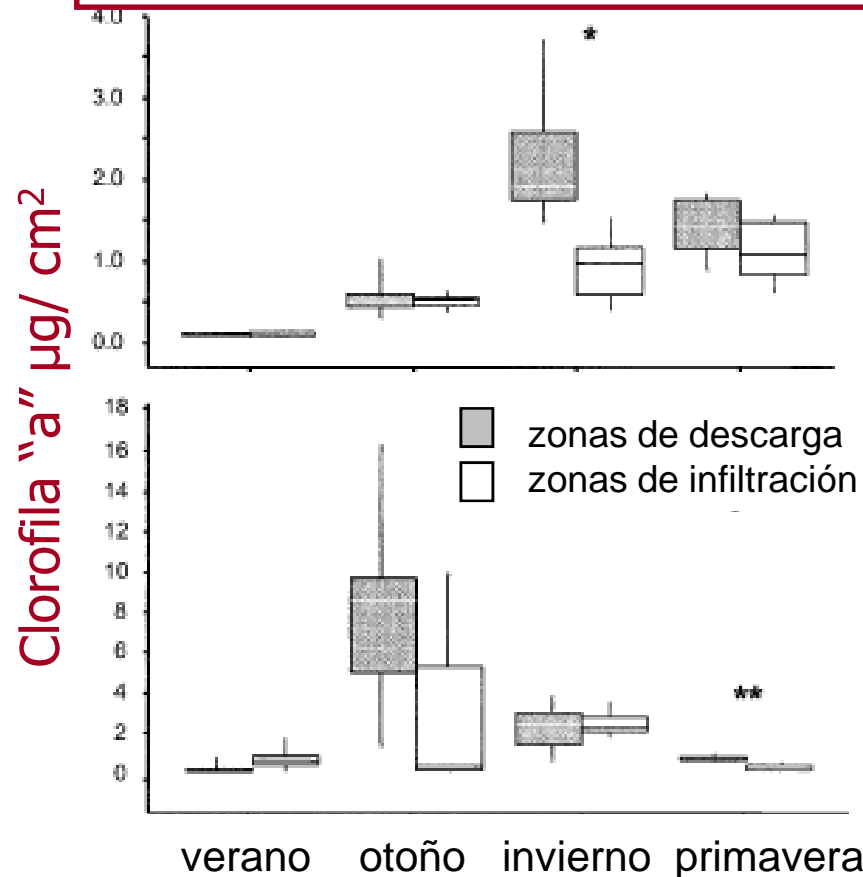
	N-NO ₃ (µg/l)	PRS (µg/l)	Clorofila "a" (mg m ⁻² .d ⁻¹)
Z. descarga I	86 (10)	46 (1)	6,20 (0,9)
Z. Infiltración I	26 (2)	36 (2)	0,53 (0,07)
Z. descarga II	19 (5)	34 (2)	6,83 (1,09)
Z. Infiltración II	6 (3)	32 (2)	0,78 (0,16)

El sistema subsuperficial fuente de nitrógeno

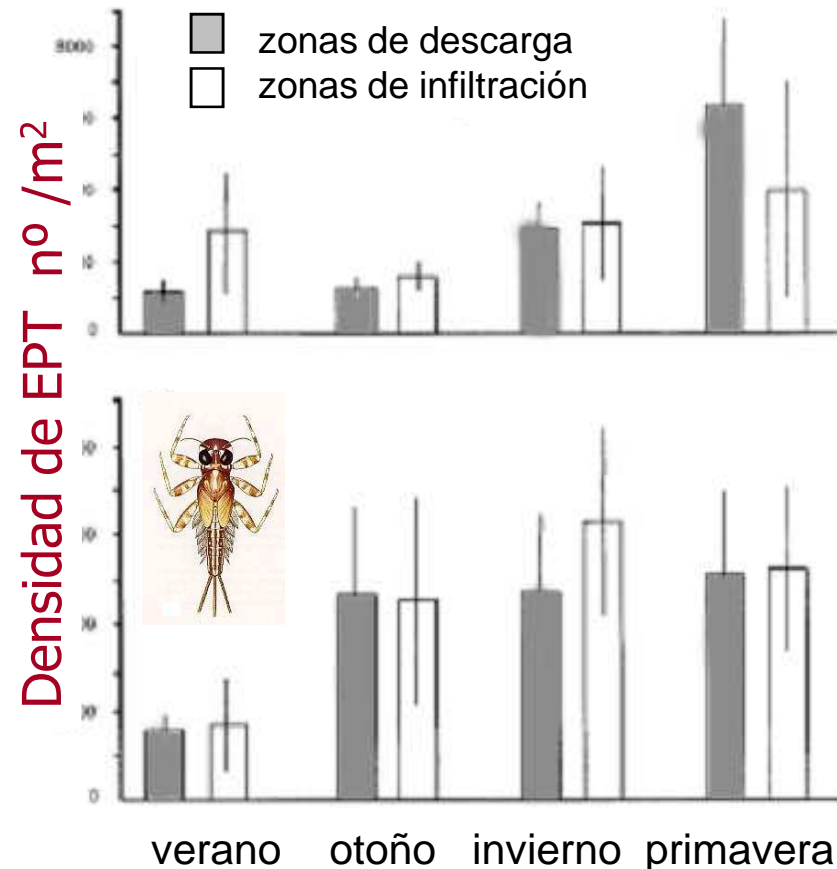
El nitrato desciende en el agua superficial como consecuencia de su asimilación por la vegetación del cauce. Sin embargo aumenta conforme fluye por la zona hiporreica y parafluvial, resultado de la acción de las bacterias nitrificantes (productoras de nitrato)

(extraído de Valett et al., 1994) **(Figura 35)**

La biomasa algal de las zonas de descarga (rica en N) **30% superior** a las zonas de infiltración



Respuestas **específicas** de los macroinvertebrados a la distribución de ambas zonas



(Extraído de ; Pepin D.M. & F.R. Hauer, 2002. Benthos responses to groundwater-surface exchange in two alluvial rivers in northwestern Montana. *J. North. Am. Benthos. Soc.* 21(3))

Aunque no se encontró relación entre la densidad de efémeras, plecópteros y tricópteros (EPT) y las zonas de descarga de agua subsuperficial, si se observaron preferencias de algunas especies por estos lugares

Relación entre las surgencias de agua subsuperficial y los incrementos de biomasa algal en el Río Chicamo (Murcia, SE, España)

Río Chicamo, (Murcia)
Gómez, 1995

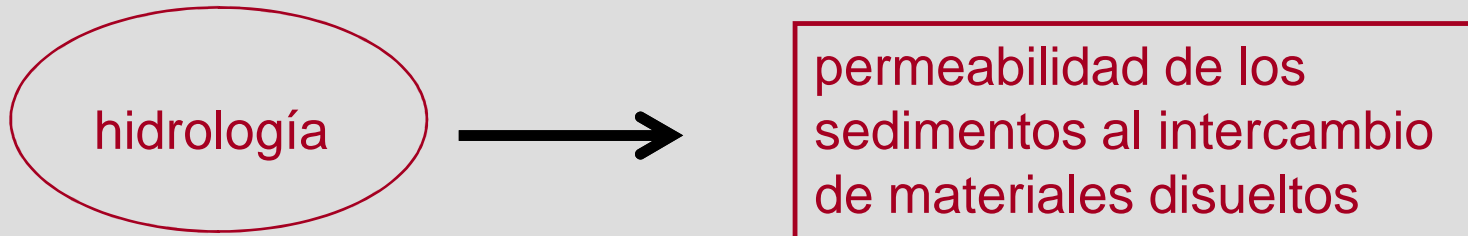
resúmenes

	$\text{NH}_4\text{-N}^{\text{Oc}}$ (mg.l^{-1})	$\text{NH}_4\text{-N}^{\text{Fe}}$ (mg.l^{-1})
C1	0.24	0.57
C2	0.77	0.29
C3	1.32	0.93
C4	1.23	1.43
C5	0.11	bdl
C6	0.22	0.01

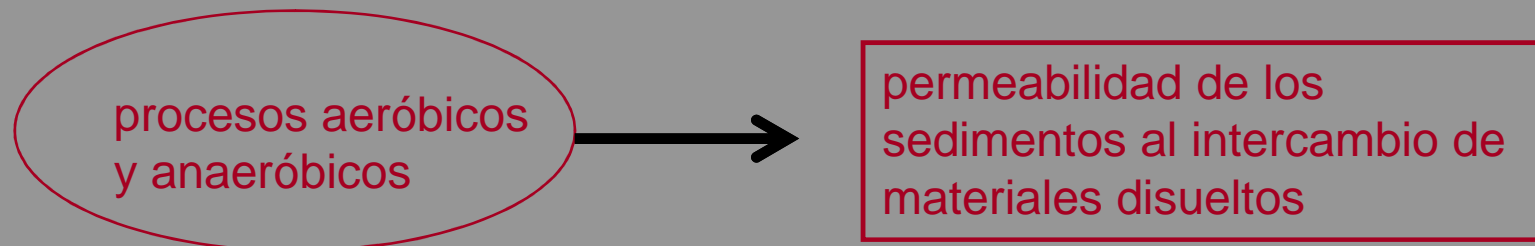


(Figura 37)

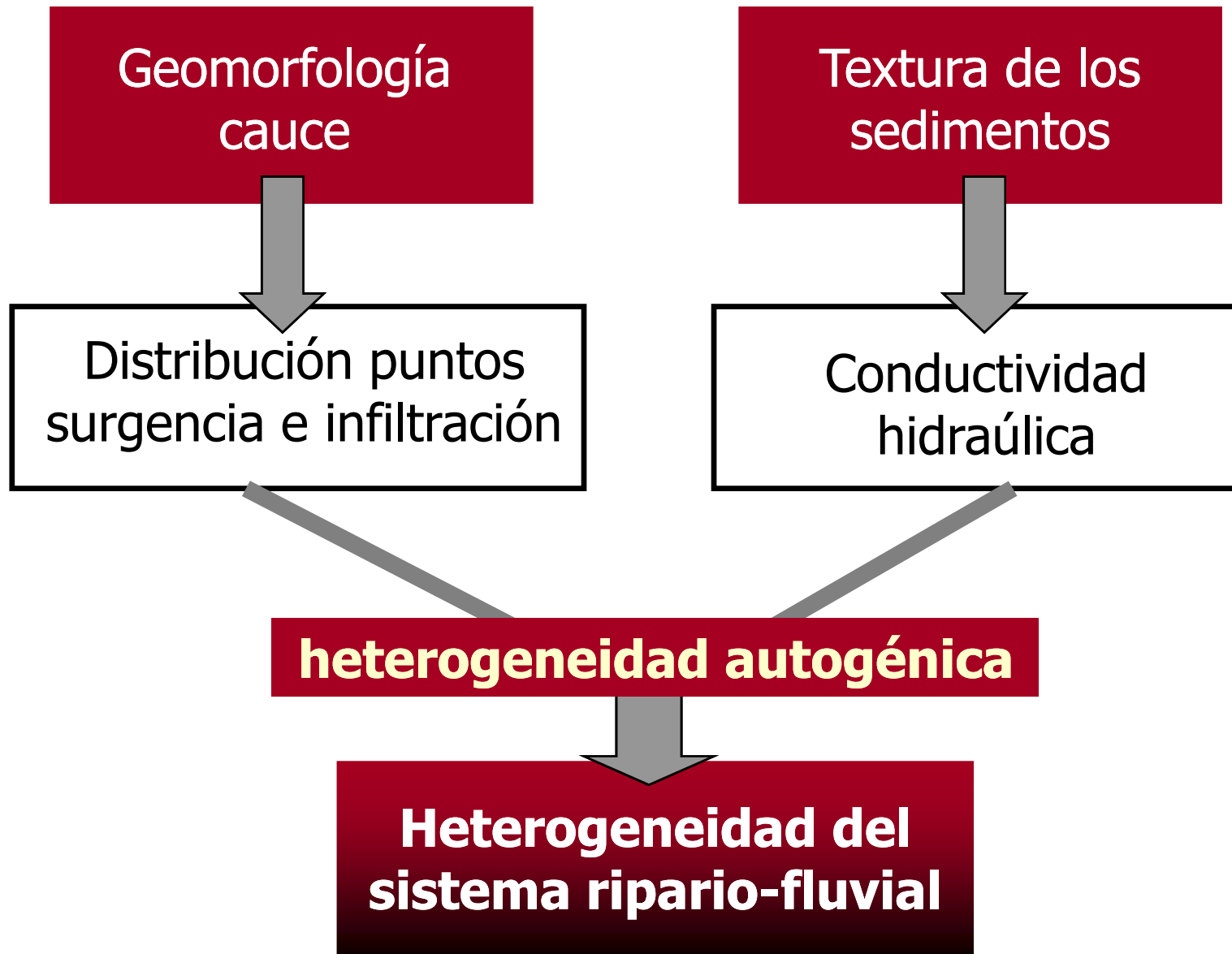
Sedimentos de elevada porosidad (alta conductividad hidráulica)



Sedimentos de baja porosidad (baja conductividad hidráulica)

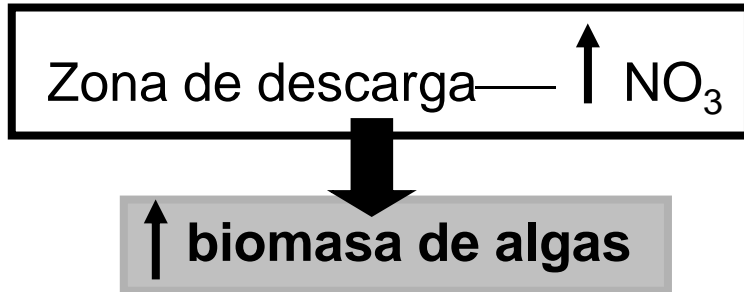


(Vervier et al., 1992)



(Figura 39)

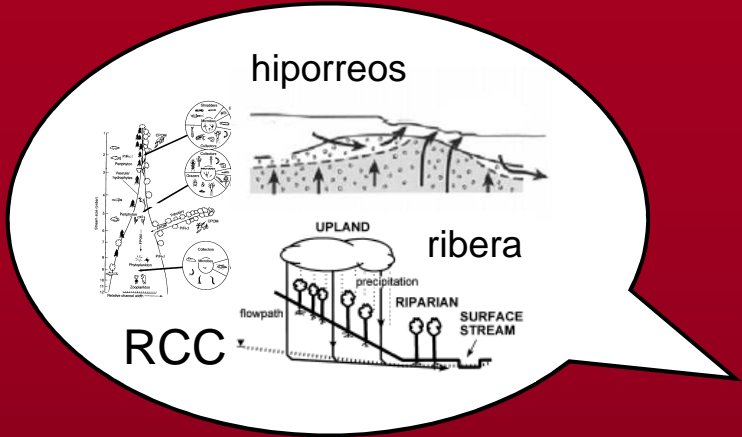
Mecanismos de heterogeneidad autogénica



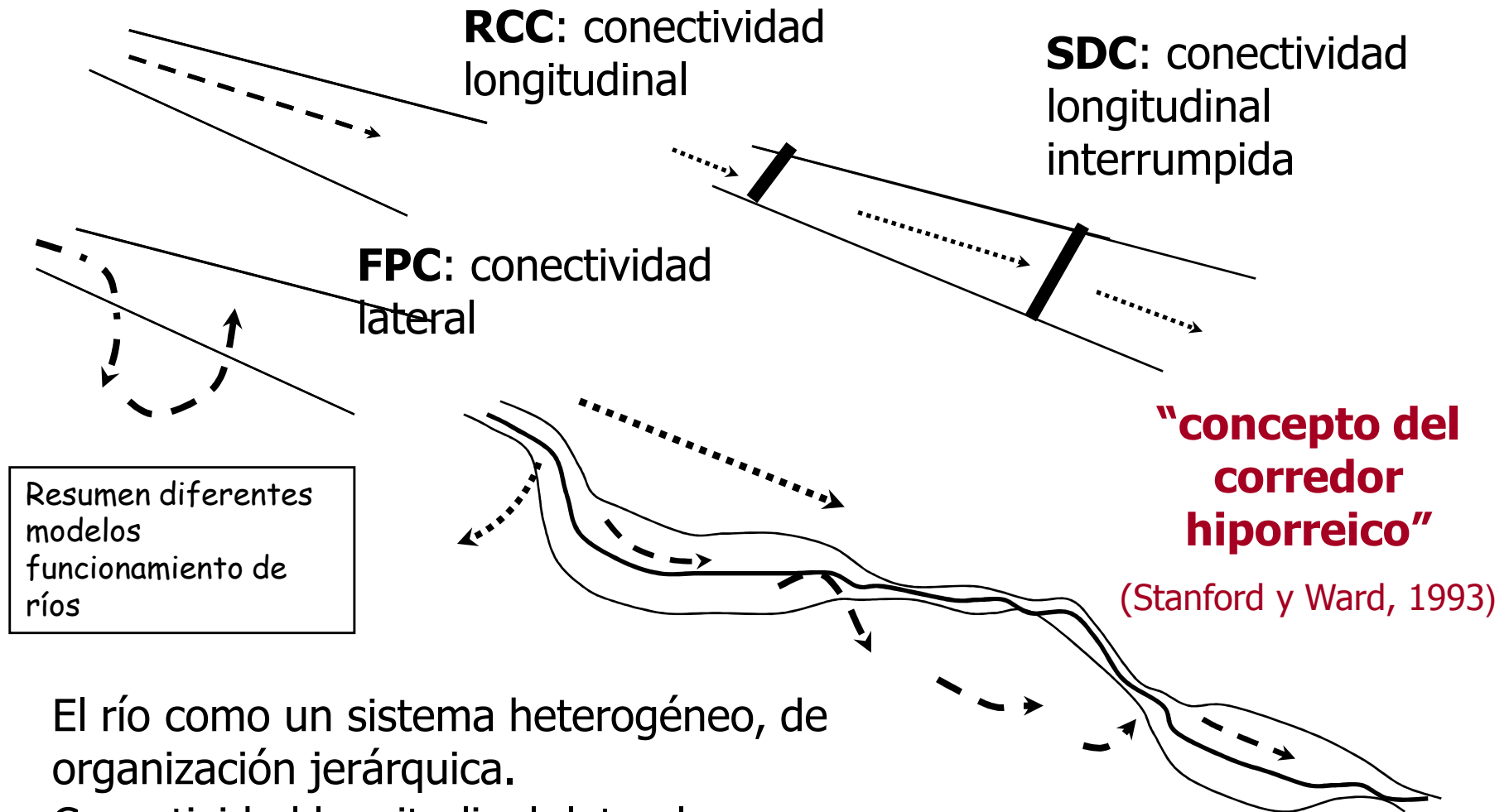
- efecto "filtro" de nutrientes
- efecto sobre velocidad de la corriente
- efecto sobre la disponibilidad de hábitats y recursos
- efecto sobre la MOP exportada



Composición y estructura de las comunidades bióticas aguas abajo



Conectividad hidráulica en sistemas lóticos: flujos de materia y energía



Resumen diferentes
modelos
funcionamiento de
ríos

El río como un sistema heterogéneo, de organización jerárquica.
Conectividad longitudinal, lateral y vertical.

Efecto del régimen hidrológico en el funcionamiento del ecosistema ripario fluvial

Fluctuaciones estacionales

Avenidas de agua

Periodos de sequía

Influyen en

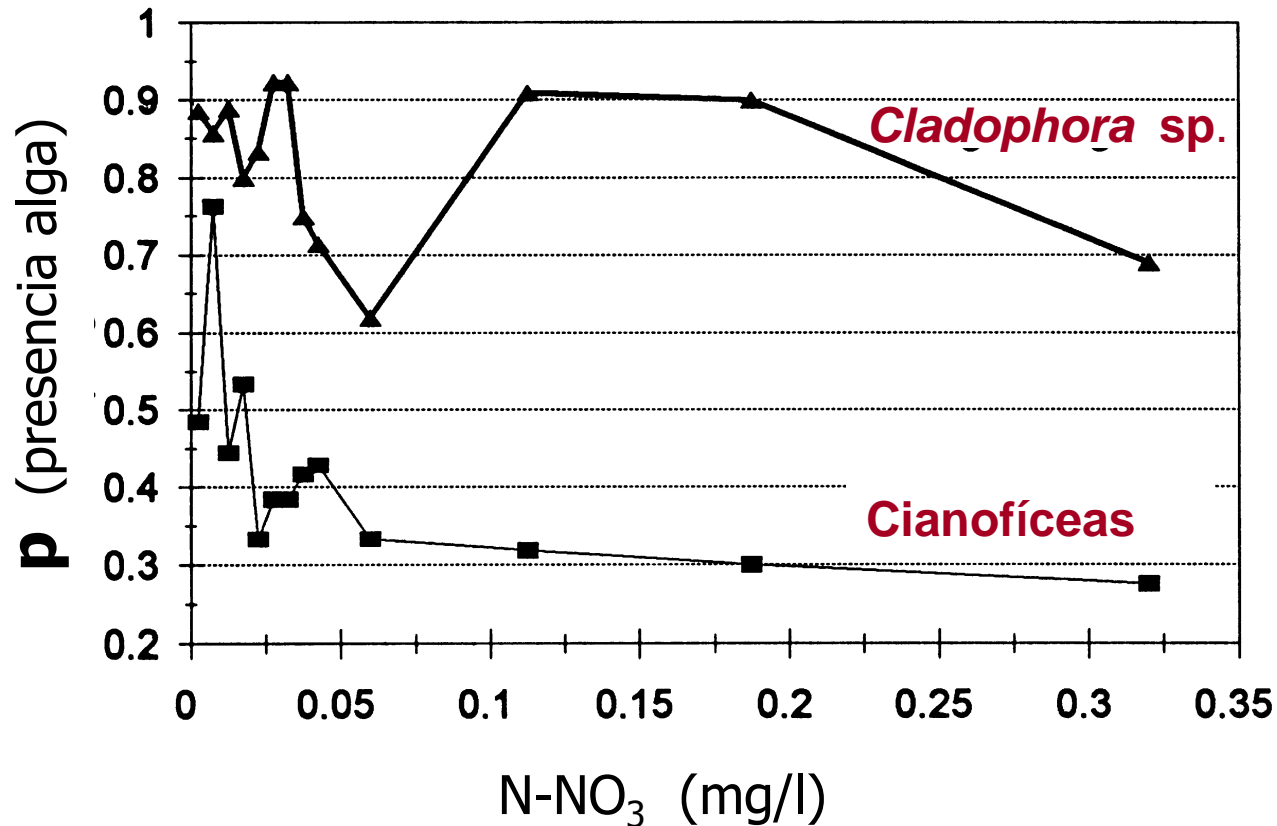
- Grado de interconexión entre subsistemas

- Ratio flujo superficial/flujo subsuperficial

- Otros : estado vegetación de ribera, colonización de lecho por vegetación, disponibilidad de MOP...



Efectos sobre las comunidades de algas



La heterogeneidad espacial en cuanto al contenido de nitrógeno influye en la distribución de *Cladophora* y de las algas cianofíceas. La probabilidad de que aparezcan las algas cianofíceas incrementan acusadamente en aquellos puntos con bajas concentraciones de nitrato

Efecto de la colonización del lecho por la vegetación

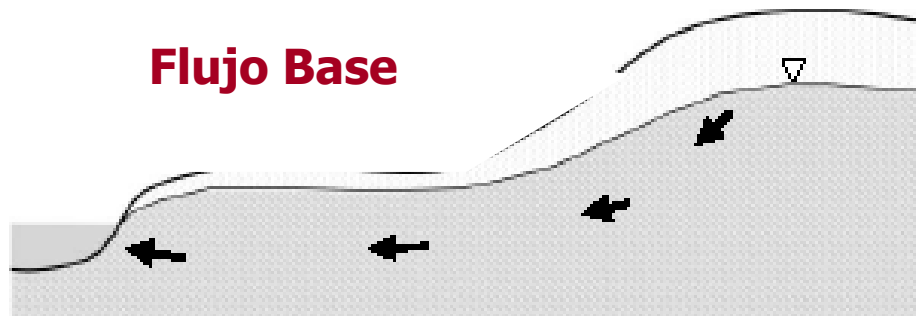


Tiempo tras una crecida

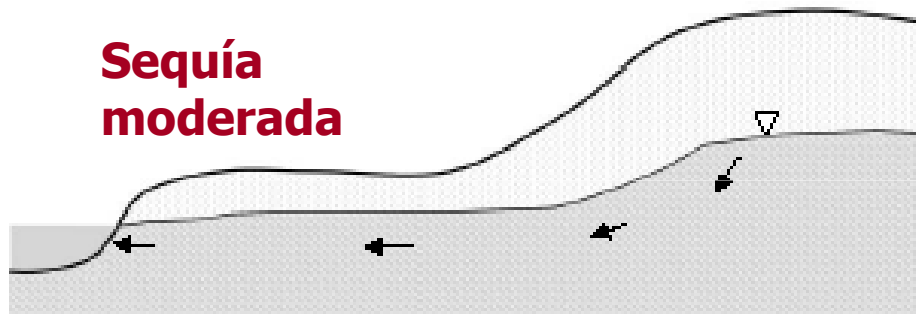


(Figura 46)

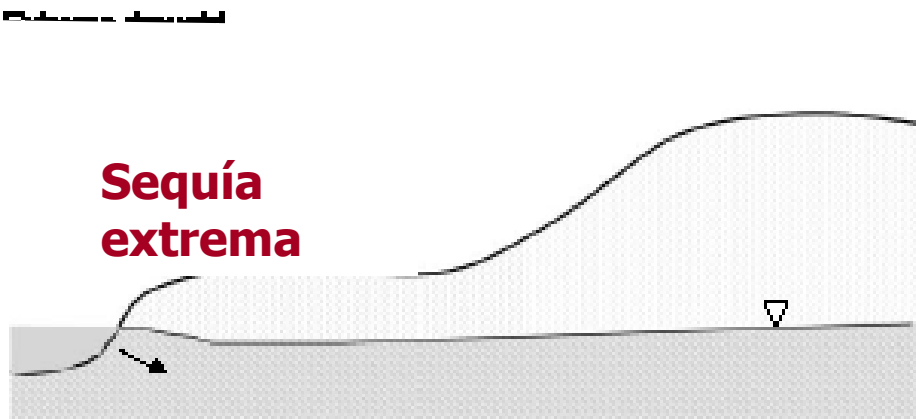
Ríos Grande y Calaveras (New Mexico, USA), Dahm, et al., 2003



↑ descarga de aguas subterráneas:
subsuperficial + acuíferos profundos
↓
aportes de N-org, P-org + COD



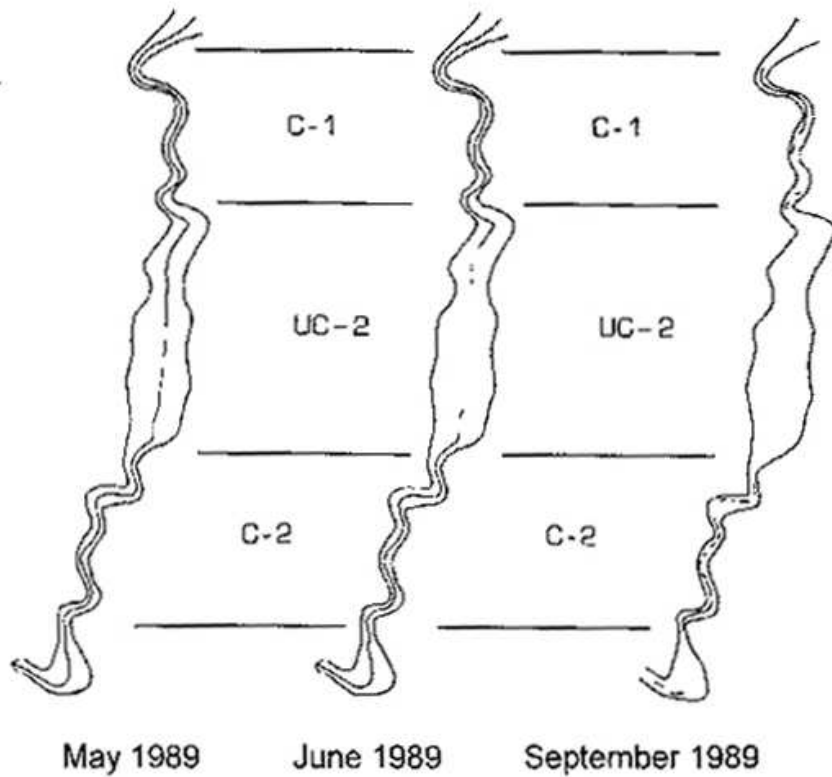
↓ descarga de aguas subterráneas
↓ aportes de N-org, P-org + COD
(limitación del metabolismo microbiano)



↑ el agua superficial recarga el acuífero
↑ aportes acuífero profundo
↑ actividad autotrófica

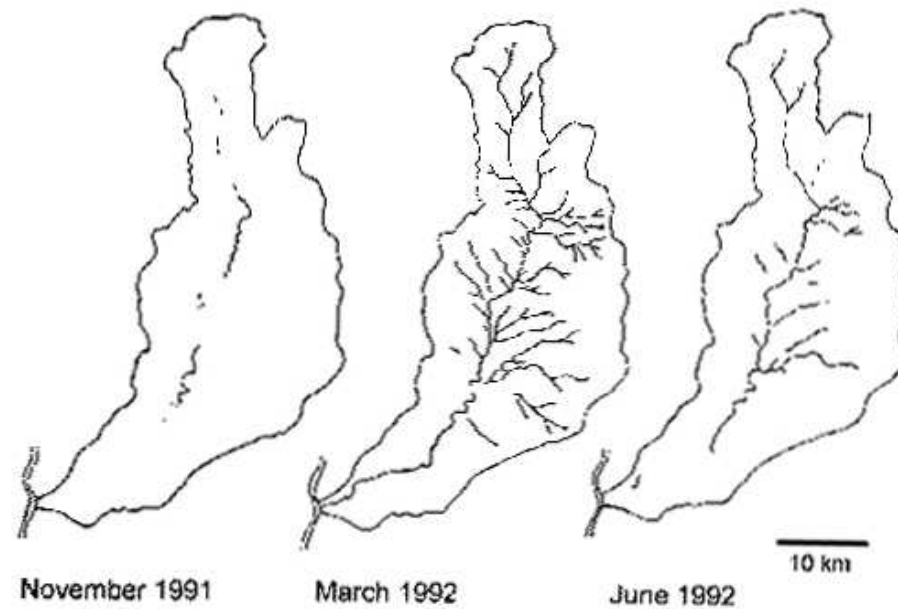
Dependiendo del estado hidrológico, varían los aportes de agua subterránea y con ello el contenido en N, P y carbono.

Otro ejemplo de cómo la disponibilidad de nutrientes puede variar en el tiempo. Heterogeneidad temporal

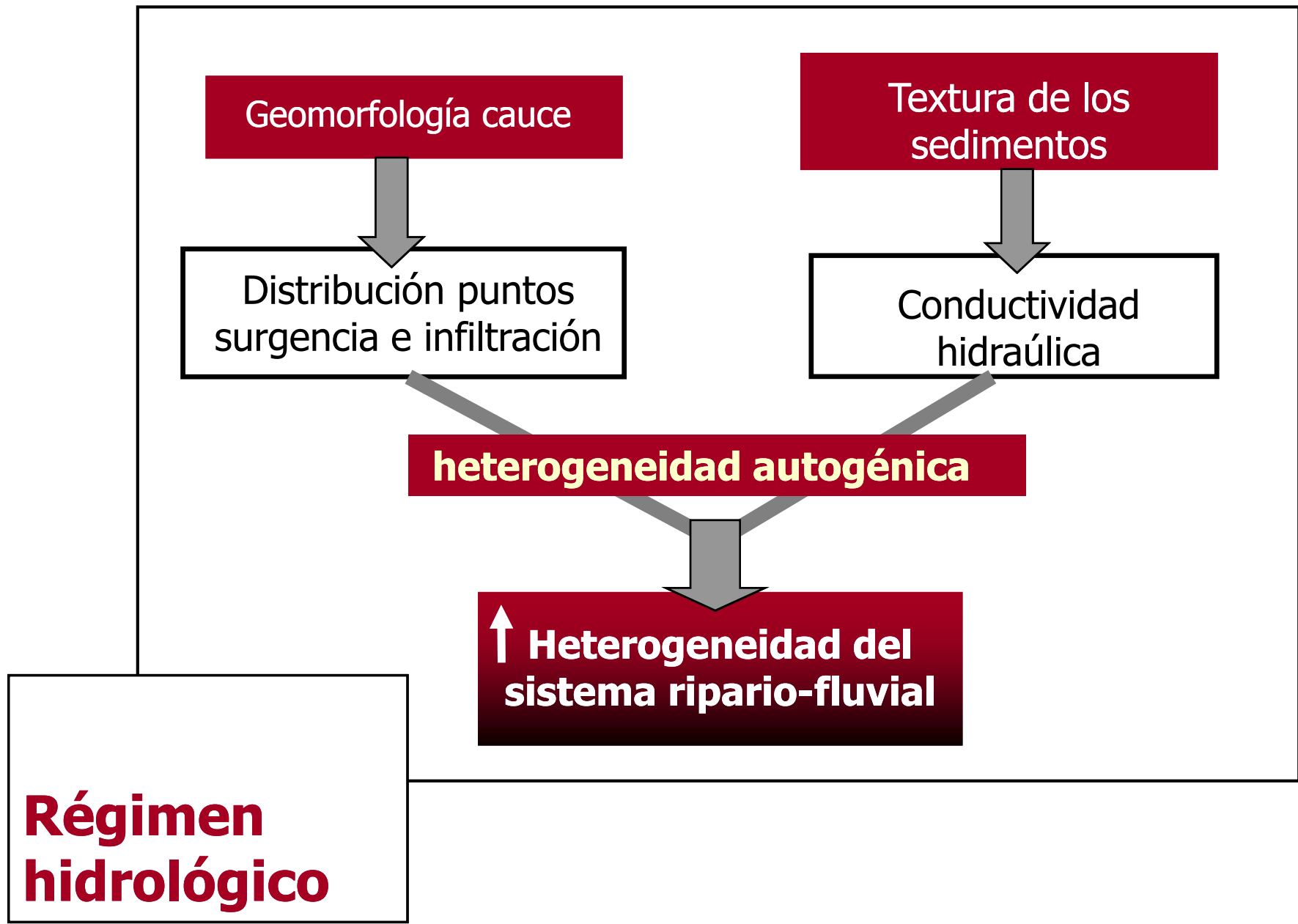


Escala de sección

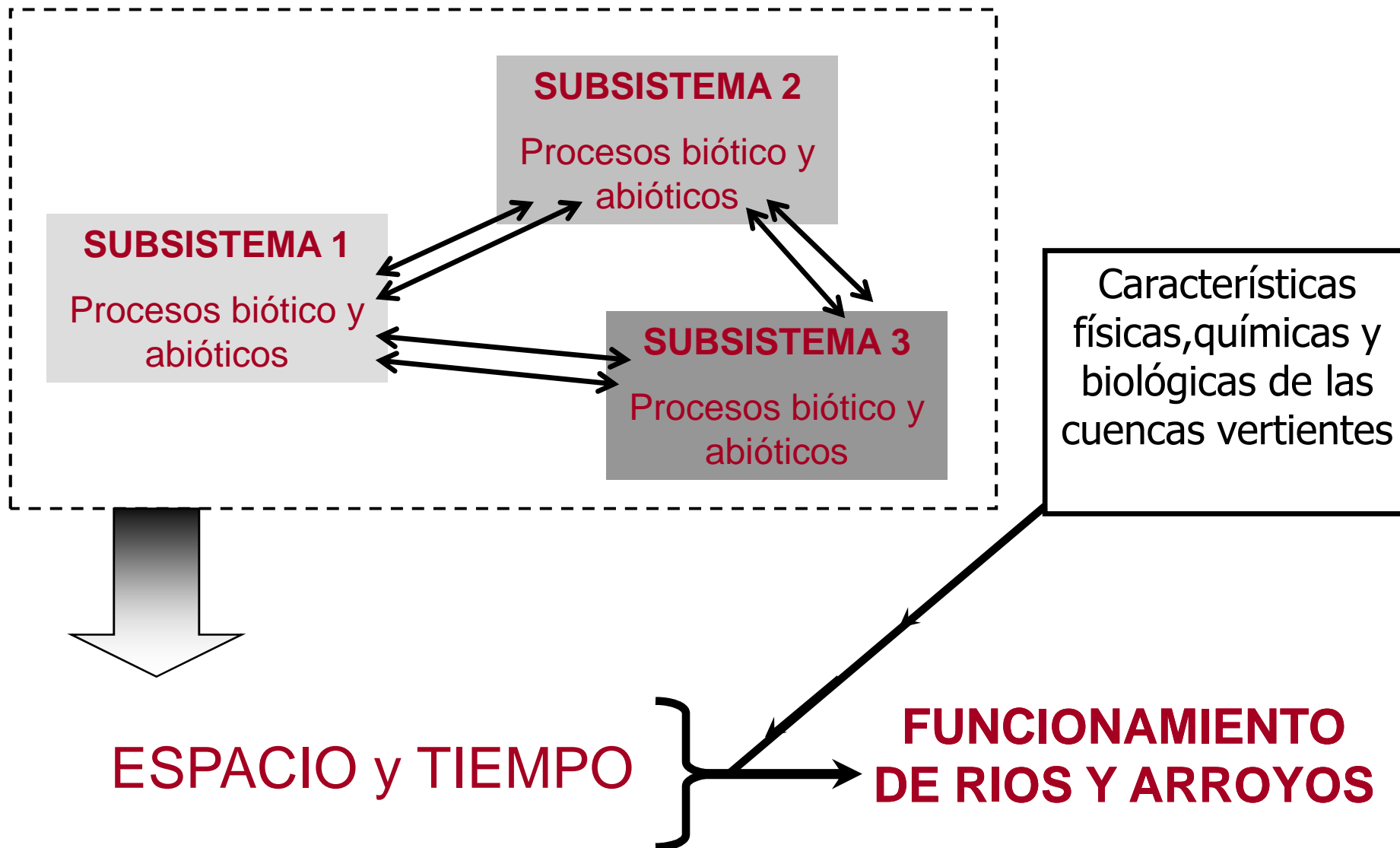
Escala de cuenca



Contracción y expansión
del ecosistema ripario-fluvial
(Stanley et al., 1997)



SINTESIS FINAL



(Figura 50)