

# ***CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DE LA ANTÁRTIDA Y LOS OCEANOS AUSTRALES***

Aspectos biológicos II

Biodiversidad y funcionamiento de ecosistemas  
antárticos



Pedro Flombaum  
CIMA/CONICET-UBA  
DCAO-FCEN



# Biodiversidad y funcionamiento

- Funcionamiento de ecosistemas marinos
  - Cassar et al 2007
- Relación entre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas marinos
  - Arrigo et al 1999

# Servicios que presta la biodiversidad

- *Provisión:* Comida, fibras, etc
- *Regulación:* Clima, enfermedades, etc
- *Mantenimiento:* Nutrientes, polinización, etc
- *Culturales:* Espirituales y culturales



The screenshot shows the website for The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB). The URL in the browser is www.teebweb.org. The page features a dark blue header with a grid of images representing various ecosystems and biodiversity. Below the header is a search bar. The main content area is titled "The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)" and includes a brief description of the study. To the left is a navigation menu with links for Home, About TEEB, Information Material, Ecological and Economic Foundation, For Policymakers, and For Local and Regional Policy. To the right is a section titled "TEEB for Citizens" featuring the "BANK OF NATURAL CAPITAL" logo and a photograph of a forest stream. Below this is a small image of a cow in a field.

www.teebweb.org

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)

The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB) study is a major international initiative to draw attention to the global economic benefits of biodiversity, to highlight the growing costs of biodiversity loss and ecosystem degradation, and to draw together expertise from the fields of science, economics and policy to enable practical actions moving forward.

To join the TEEB community, follow us on Twitter and Facebook:

Join us on Facebook

Follow us on Twitter

TEEB for Citizens

BANK OF NATURAL CAPITAL

TEEB has launched the Bank of Natural Capital, a website designed to communicate the TEEB Study findings to citizens.

Visit it here: <http://bankofnaturalcapital.com>

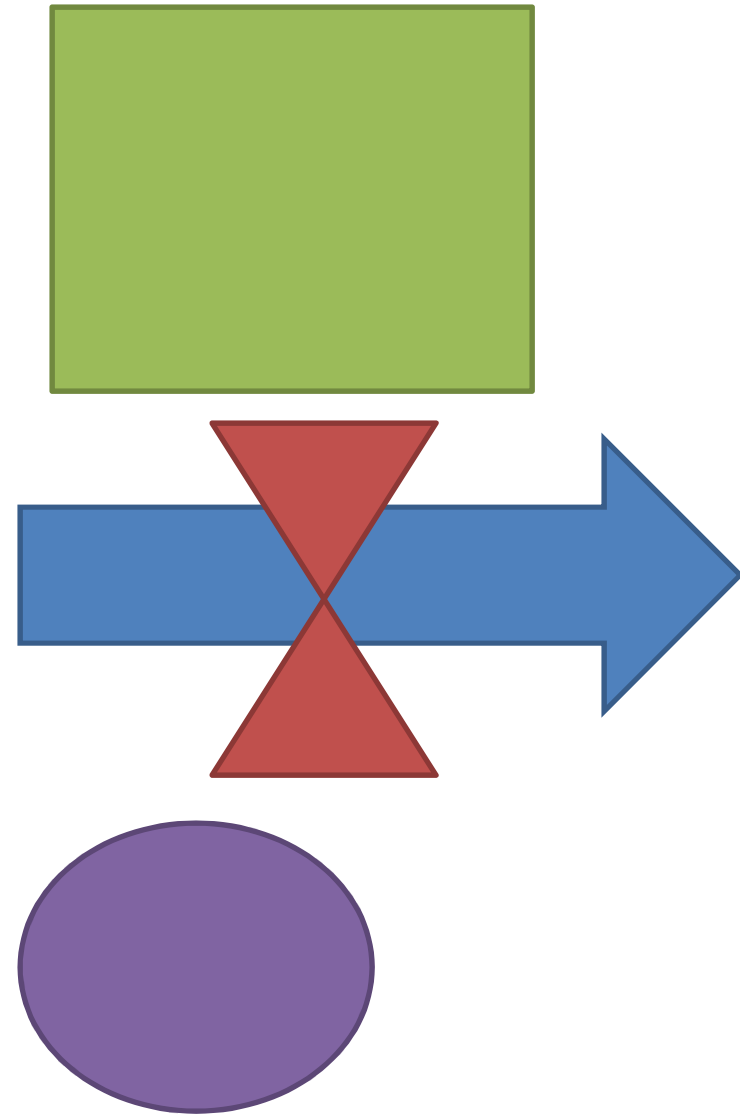
# Funcionamiento de Ecosistemas

- Representa los flujos de energía y materia entre los organismos y el medio como un sistema integrado
  - Se puede estudiar a distintas escalas espaciales

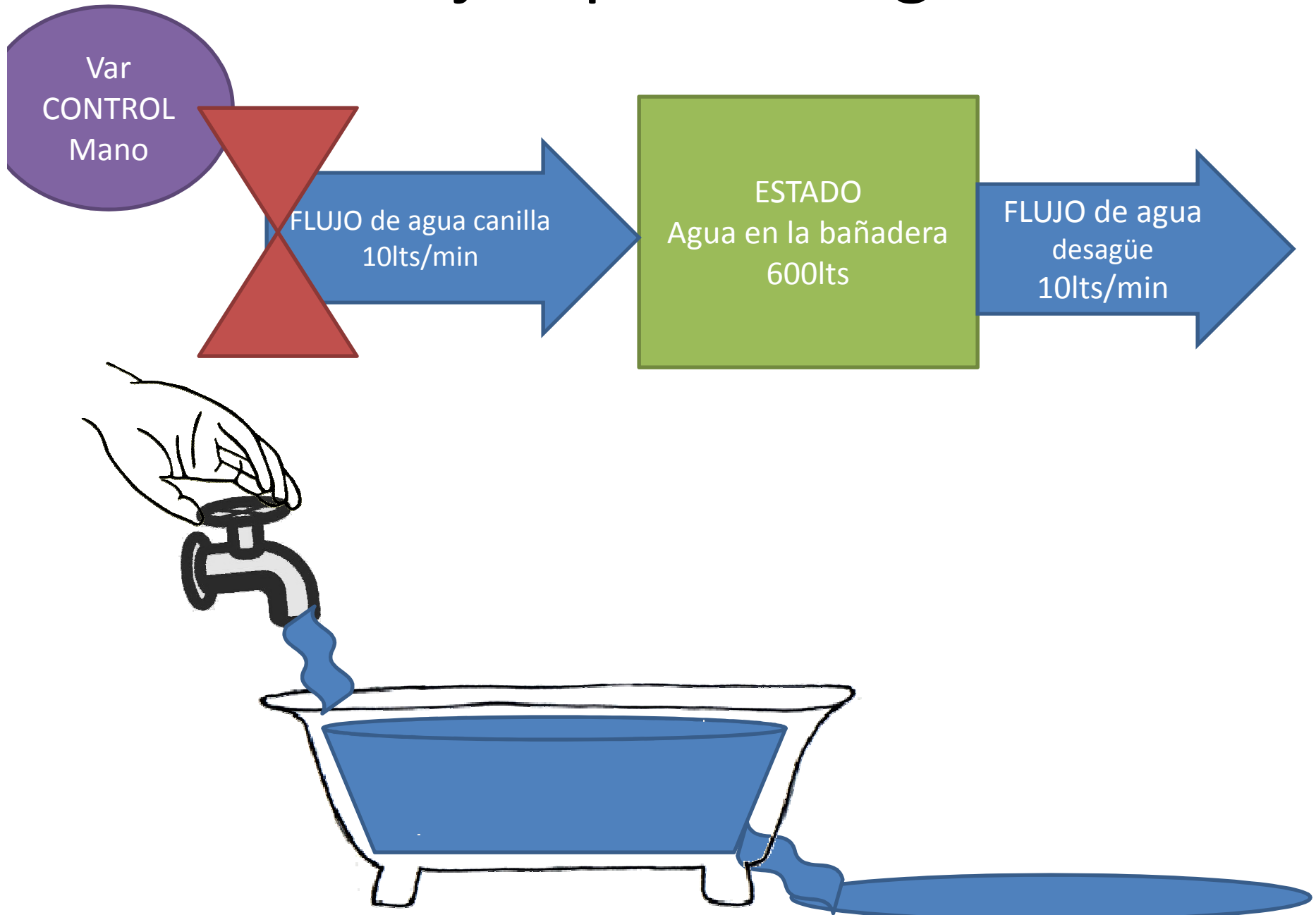


# Elementos de un ecosistema

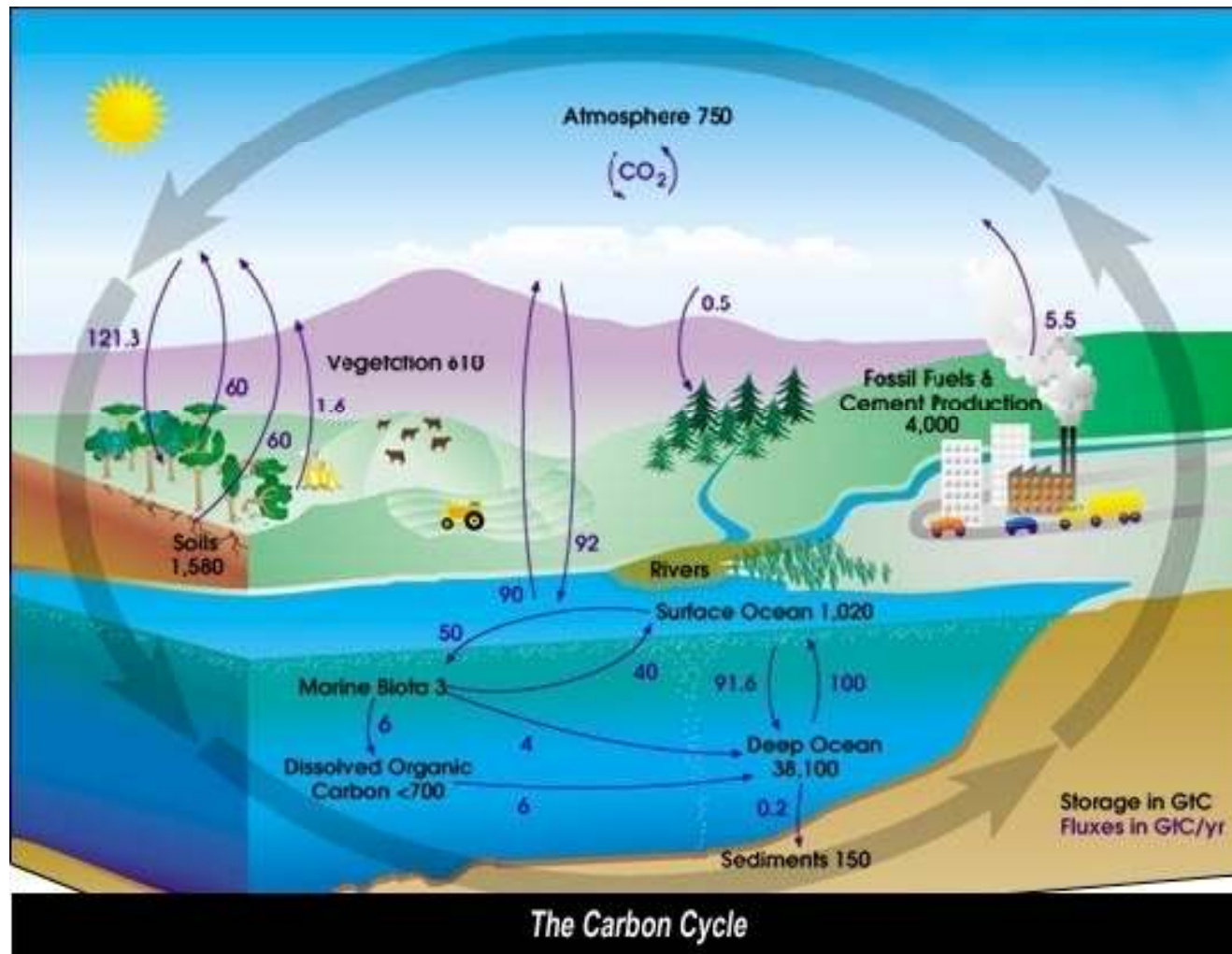
- Variables de estado
  - Biomasa de autótrofos
- Variables de flujo
  - Productividad primaria
- Variables de control
  - Temperatura



# Ejemplo análogo



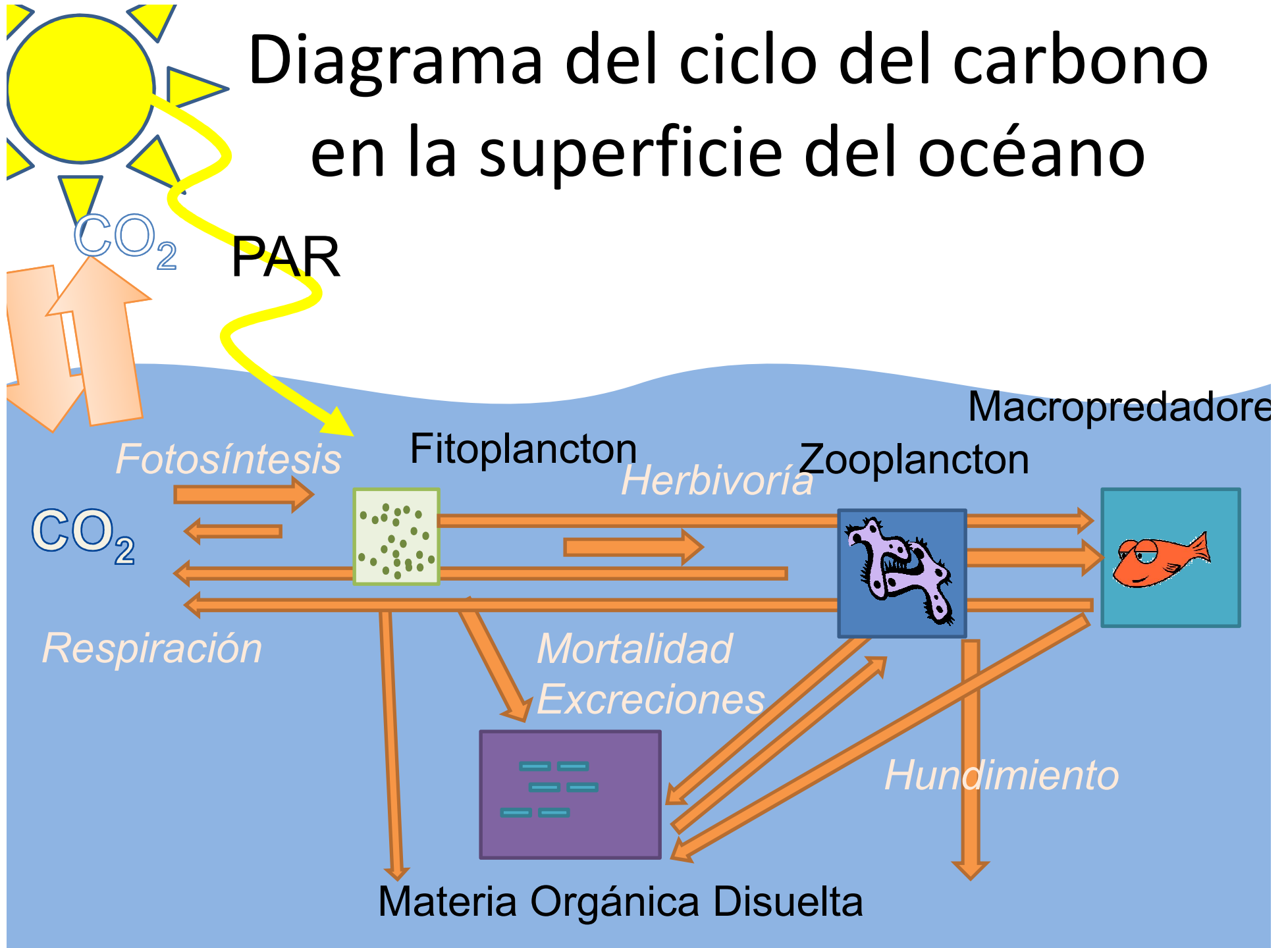
# El ciclo global del carbono



NASA

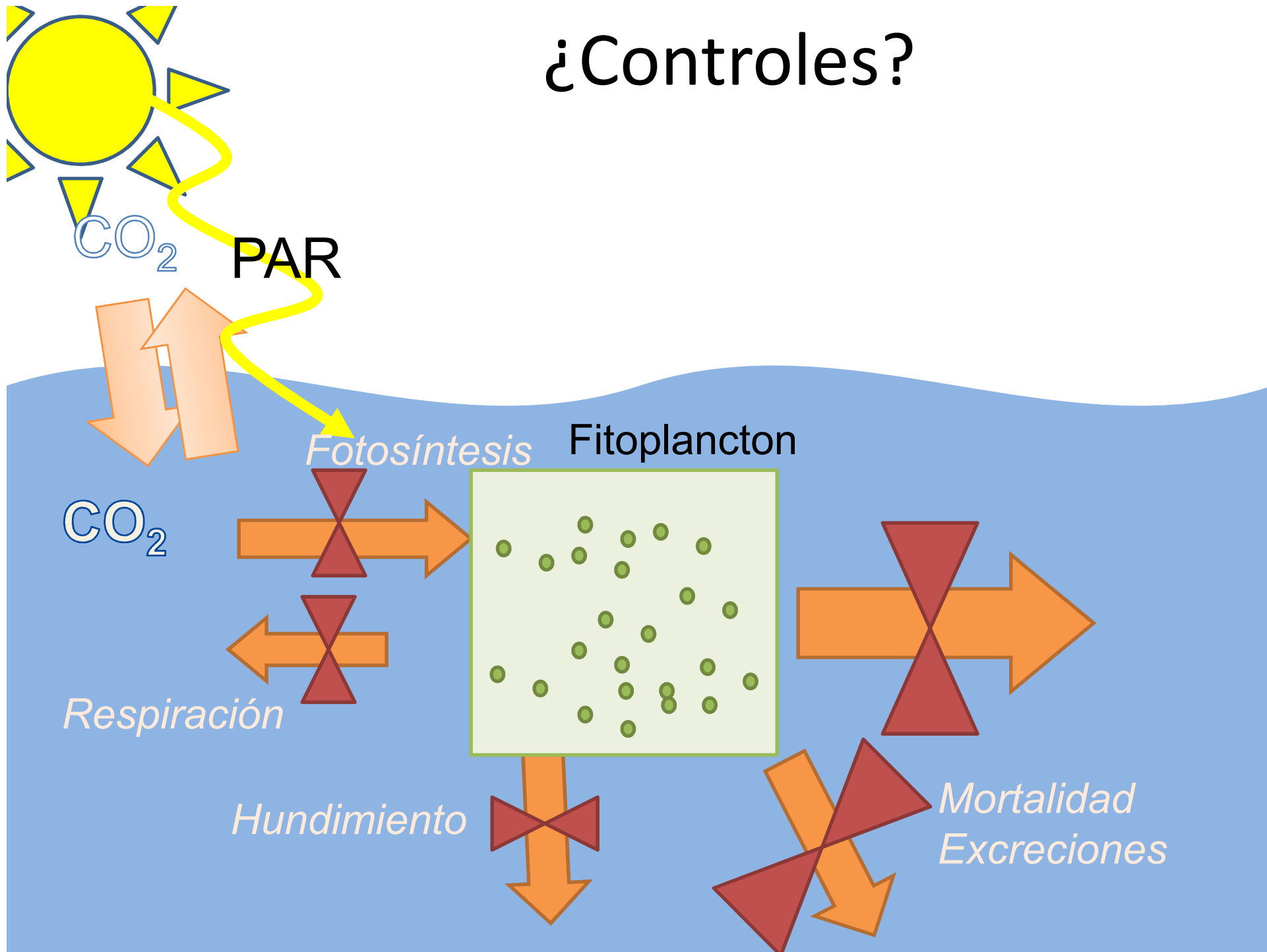
[http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon\\_cycle4.ph](http://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/carbon_cycle4.ph)

# Diagrama del ciclo del carbono en la superficie del océano

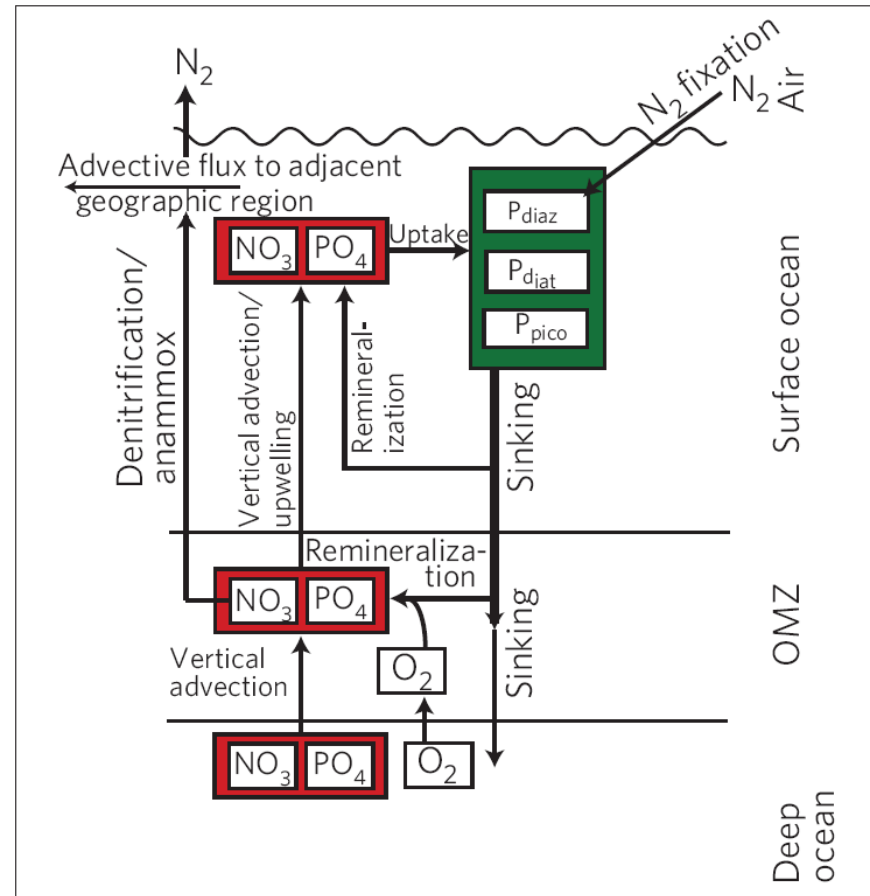
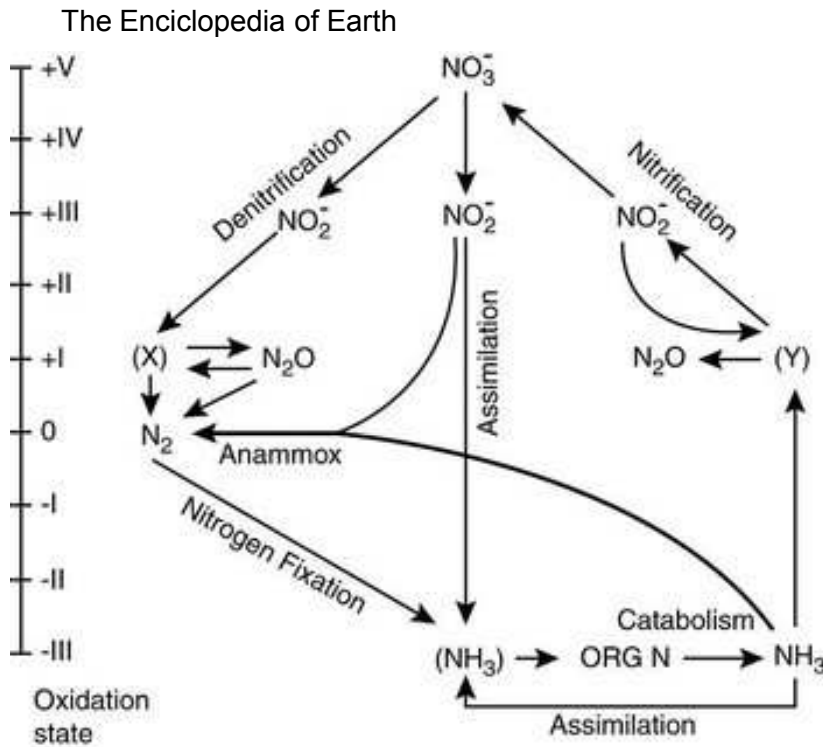




# ¿Controles?



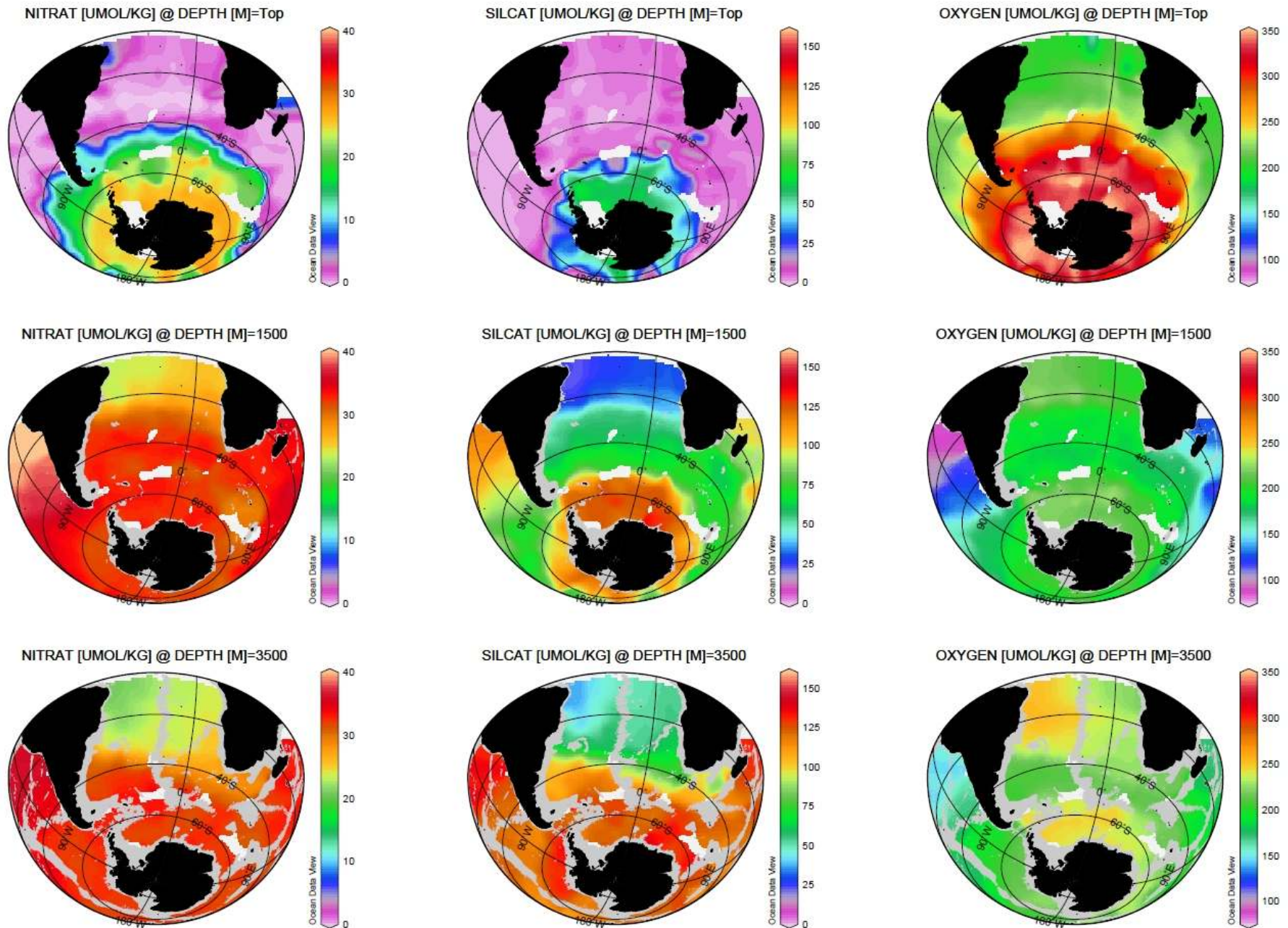
# Ciclo del N en el mar



Mills & Arrigo Nature Geoscience 2010

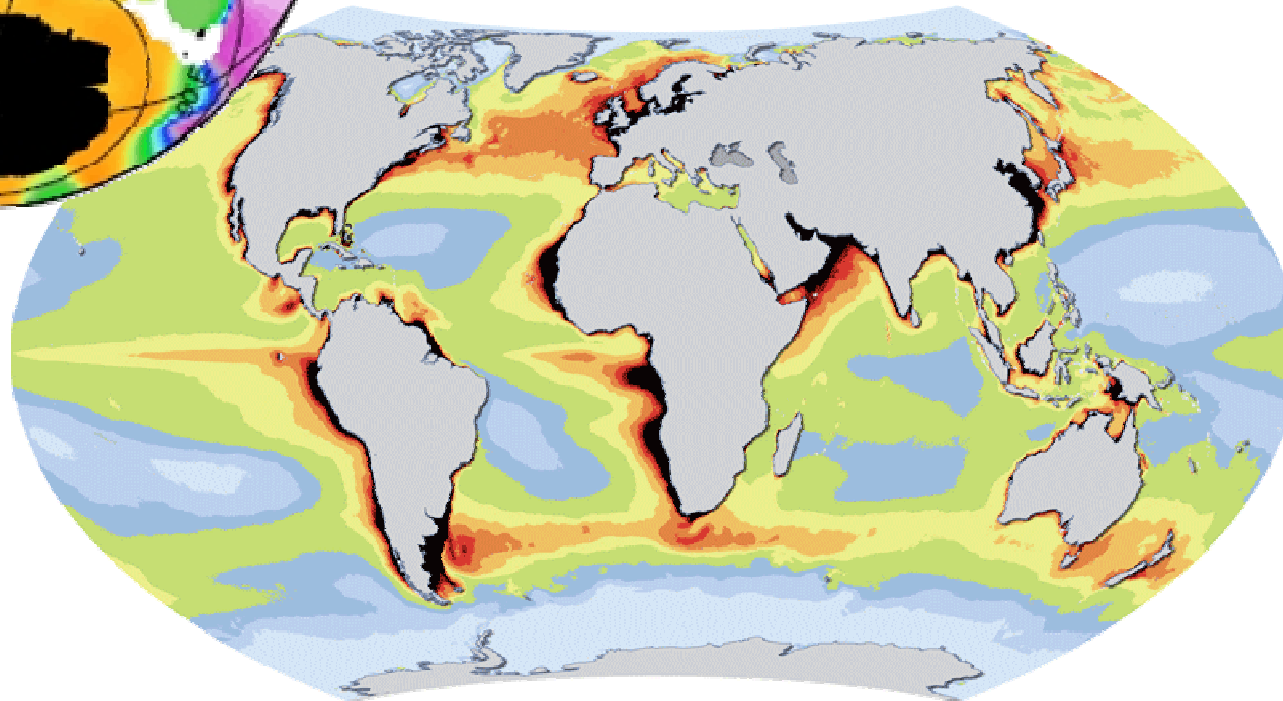
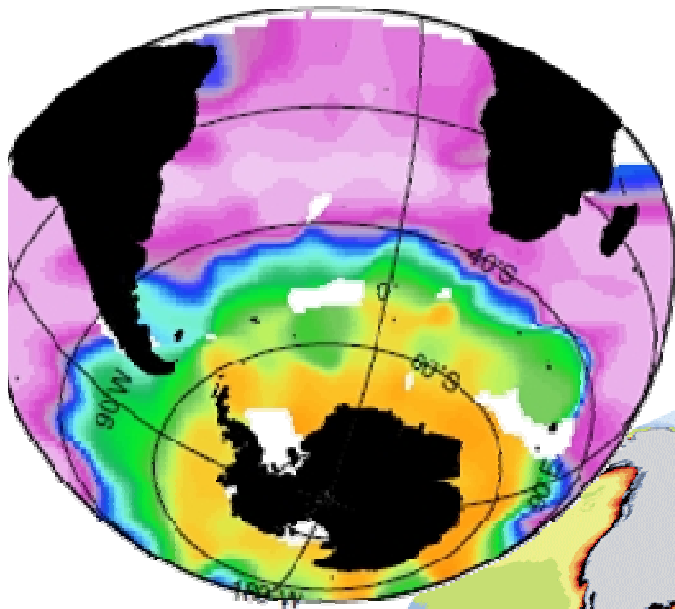
- N y P macronutrientes para actividad biológica

# Disponibilidad de N, Si y O en aguas Antárticas

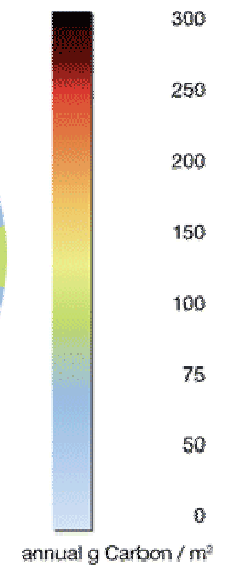


# Fe como limitante de la productividad marina en la Antártida **HNLC**

NITRAT [UMOL/KG] @ DEPTH [M]=Top

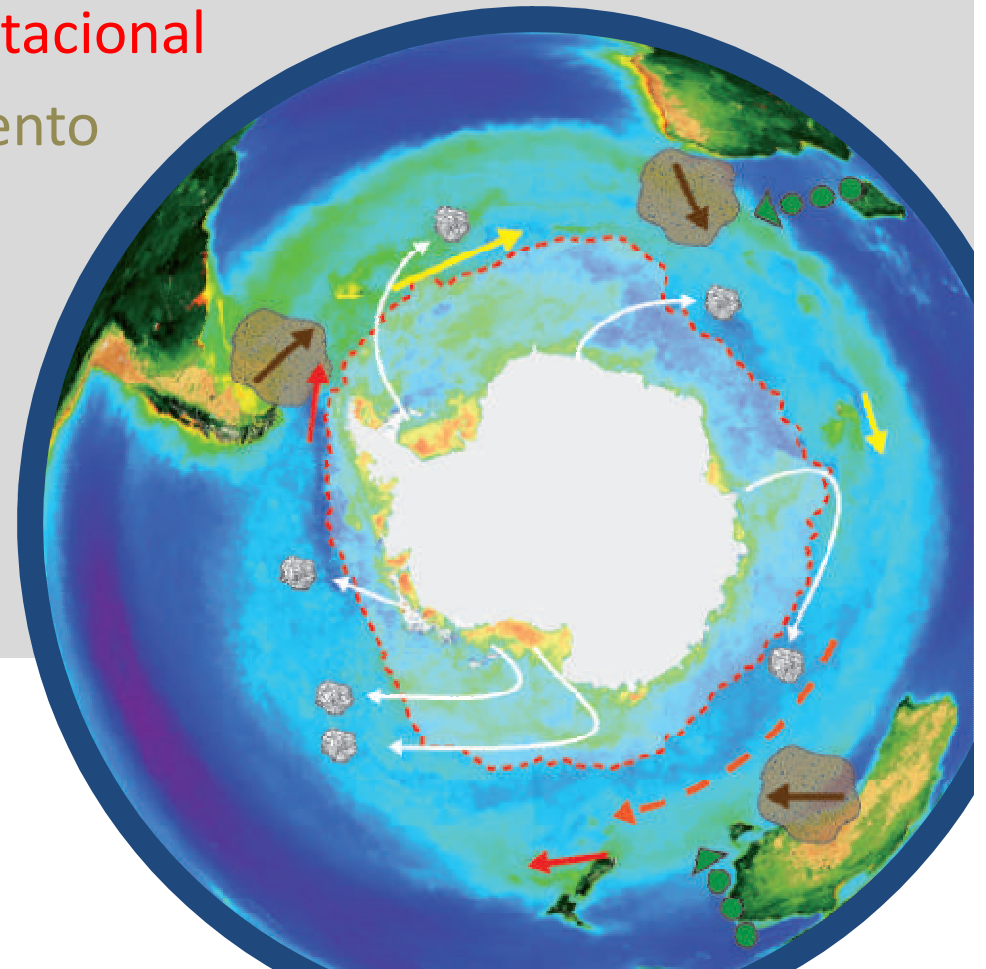


Annual Net Primary  
Production 1998-2006



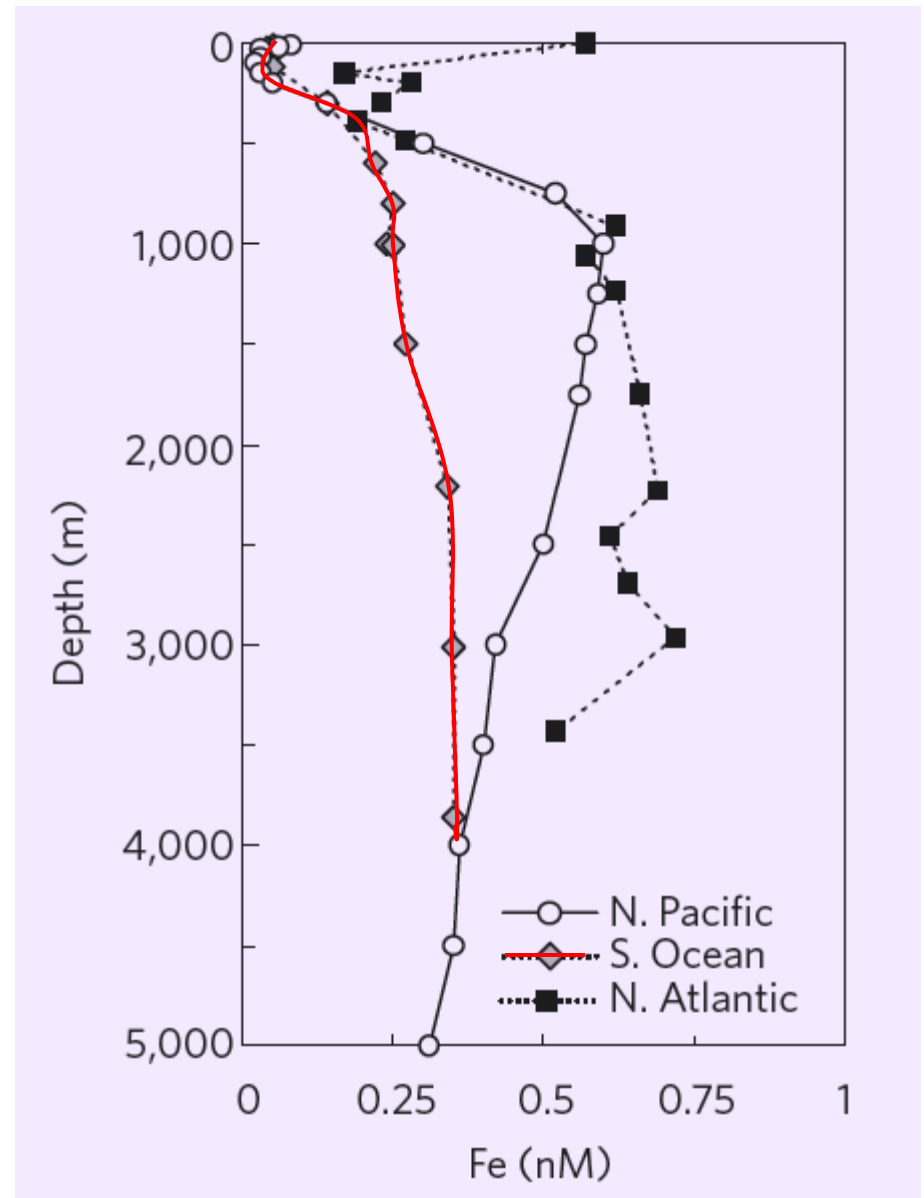
# Fuentes de Fe en Antártida

- Upwelling de las corrientes **ppal** fuente de Fe
- **Resuspensión de Fe de sedimentos costeros**
- Derretimiento de hielos y movimiento de glaciares
- **Icebergs y derretimiento estacional**
- Deposition de polvo por viento
- **Island wakes**
- **Transporte lateral CCA**



# Perfil del Fe en la columna de agua

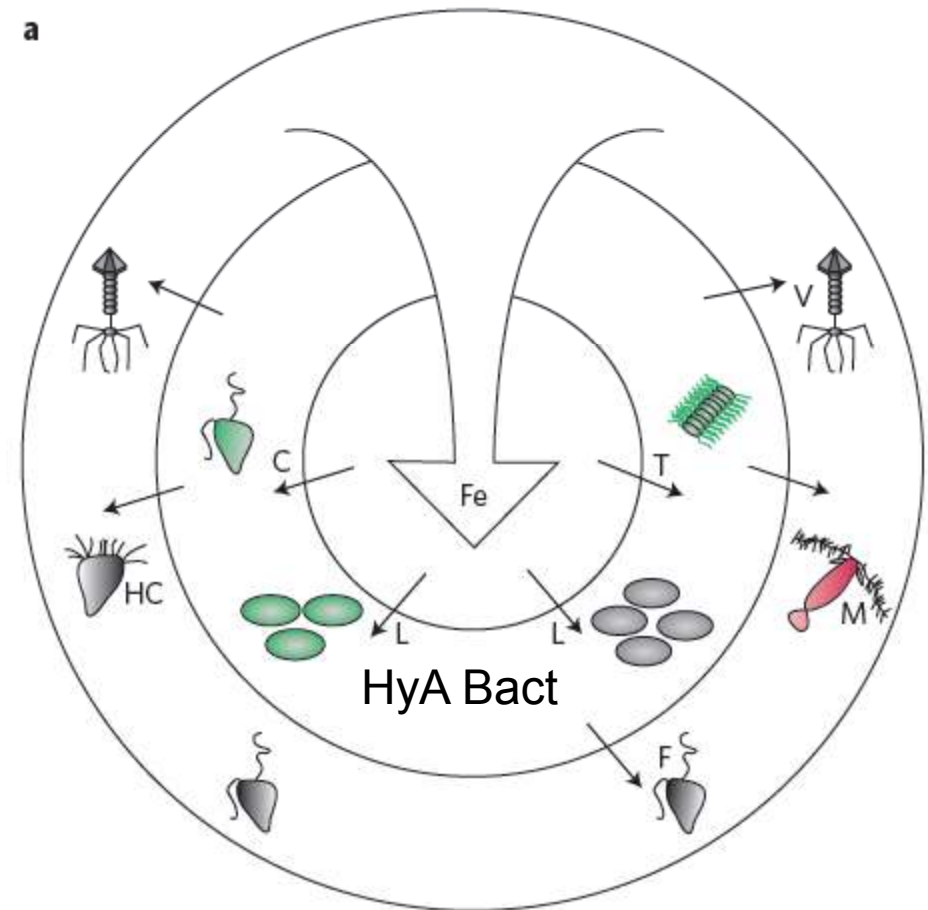
- Poco en superficie por alta actividad biológica
  - Ligandos fuertes (biolog) y débiles
- Aumento en profundidad por remineralización biológica
  - *Ferrous wheel*
- Disminución por hundimiento
  - Barrido de Fe en partículas que se hunden



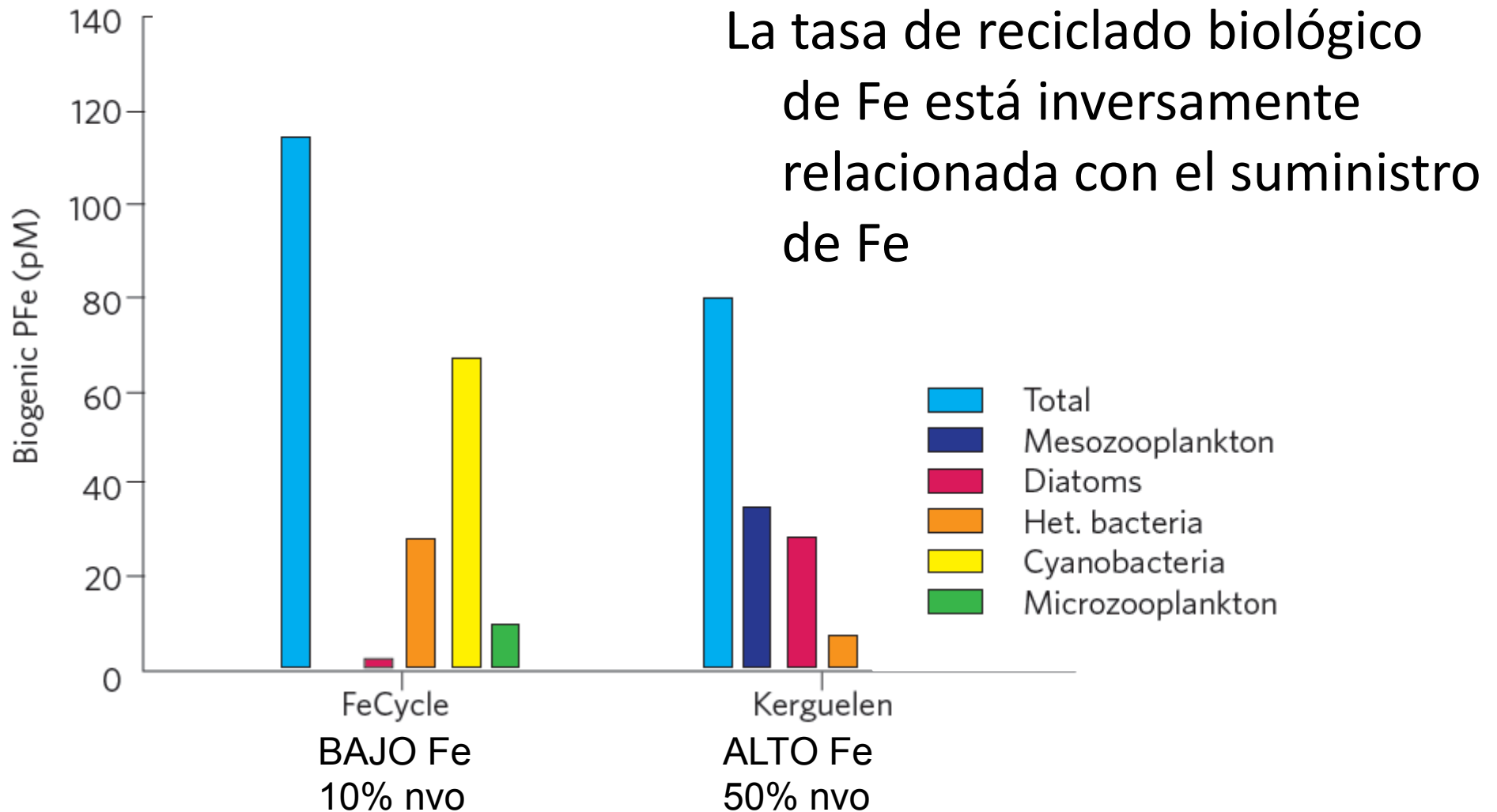
# Remineralización del Fe

## *Ferrous wheel*

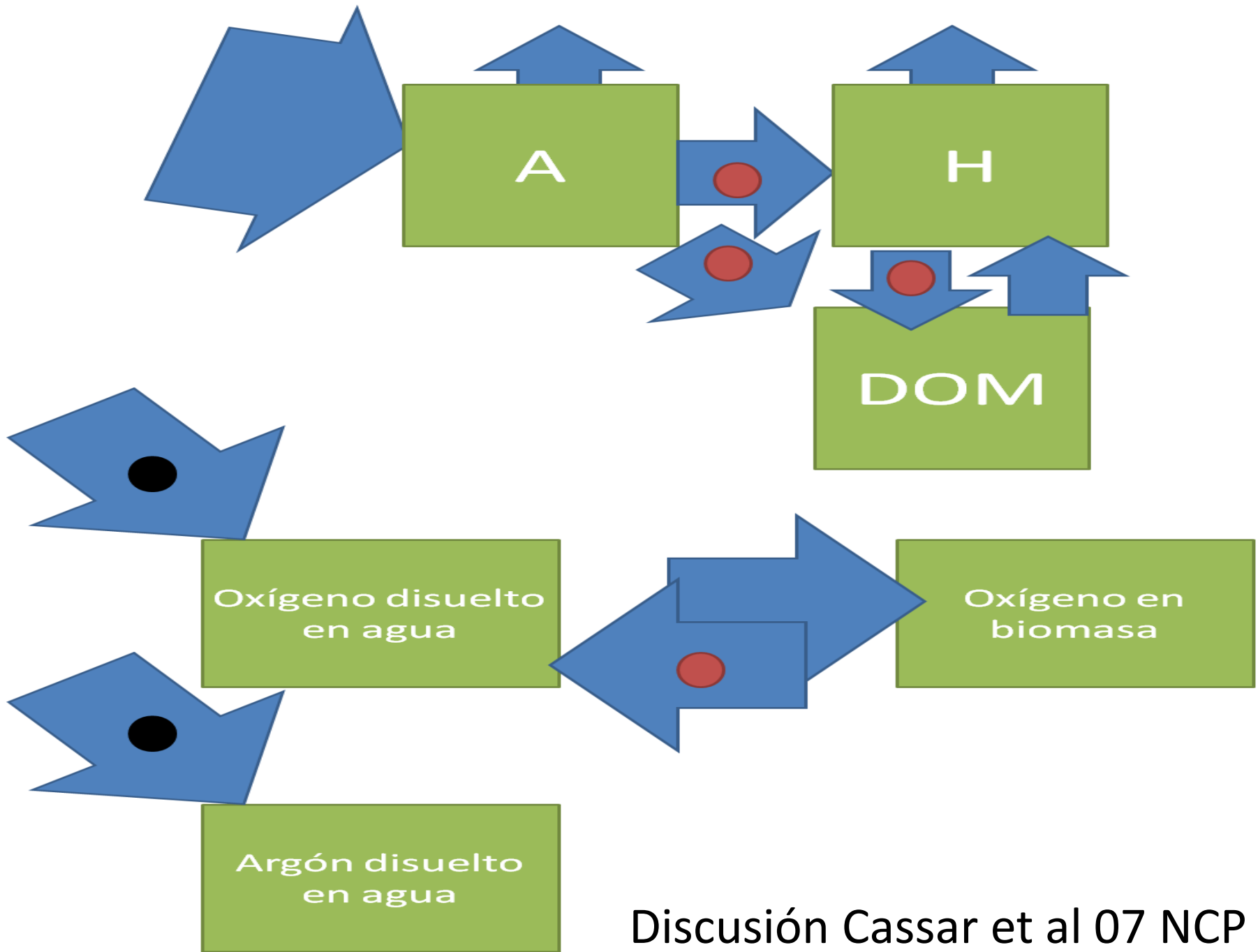
- L sideroforas
- C coloides
- T disuelto
- F Flagelados
- HC Ciliados
- M Mesozooplancton
- V Virus



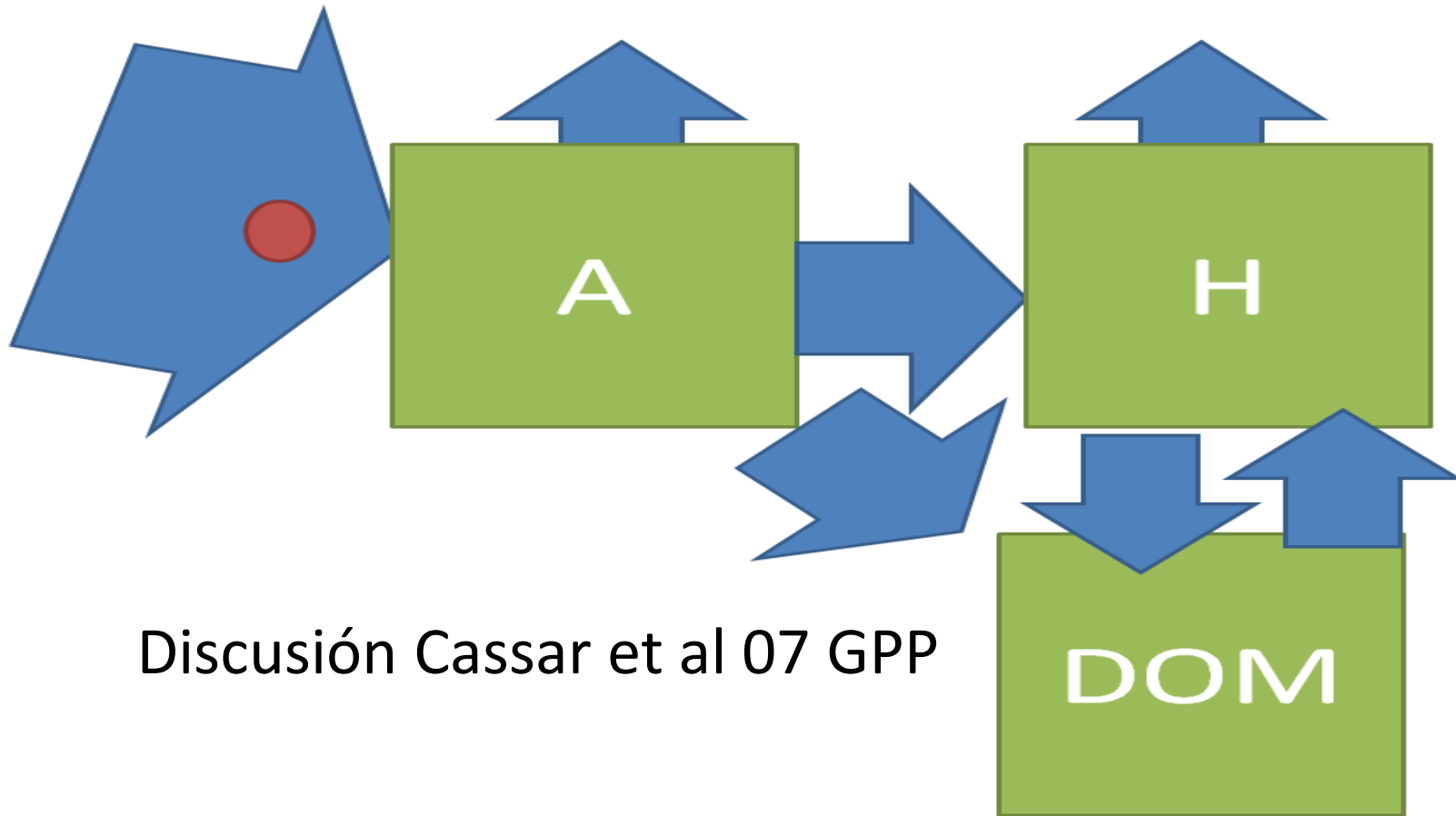
# Diponibilidad de Fe y composición de organismos en Antártida



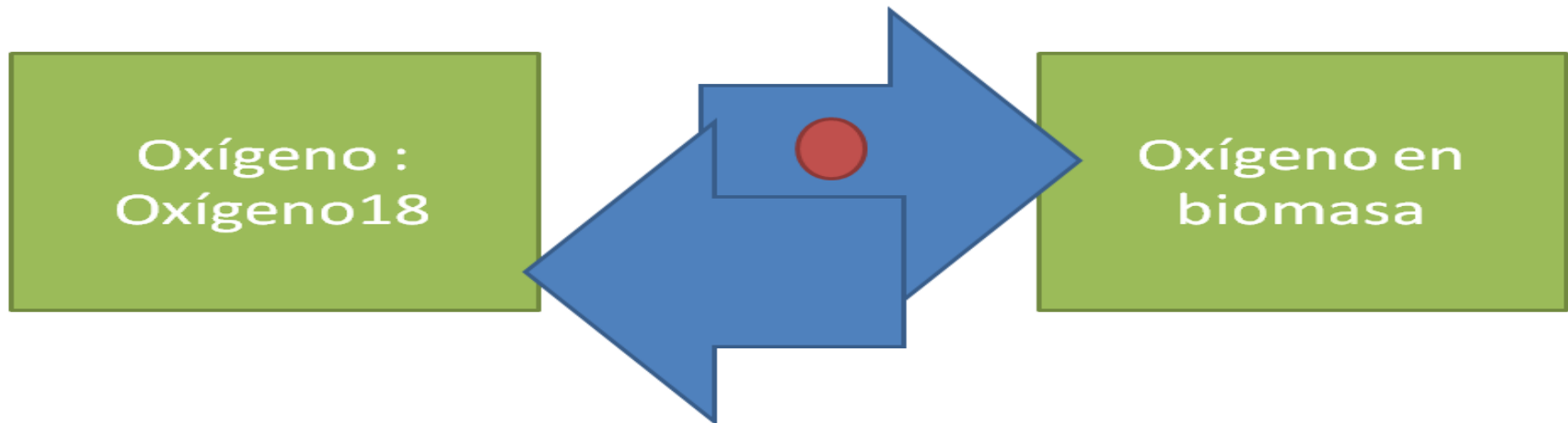




Discusión Cassar et al 07 NCP

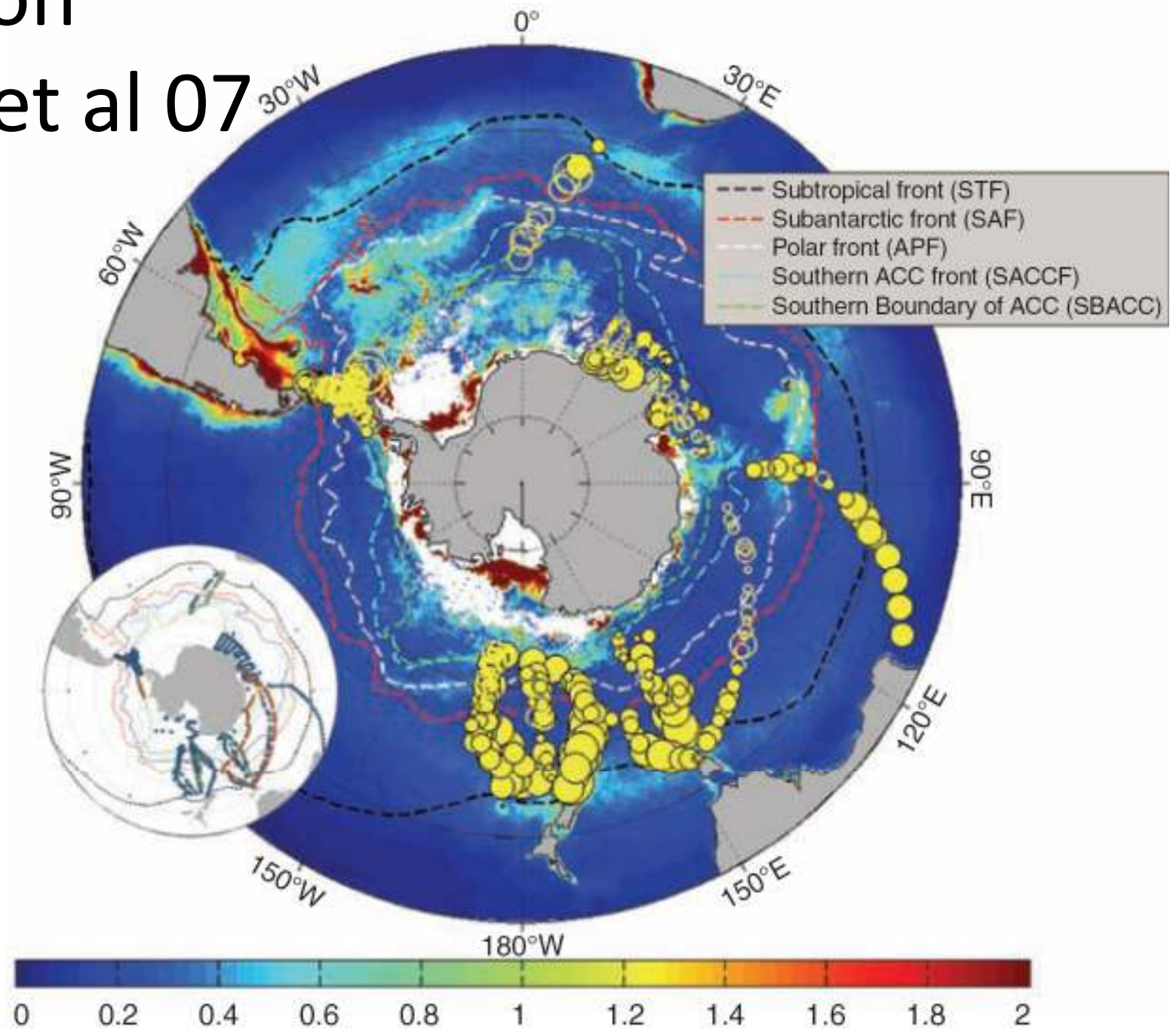


Discusión Cassar et al 07 GPP



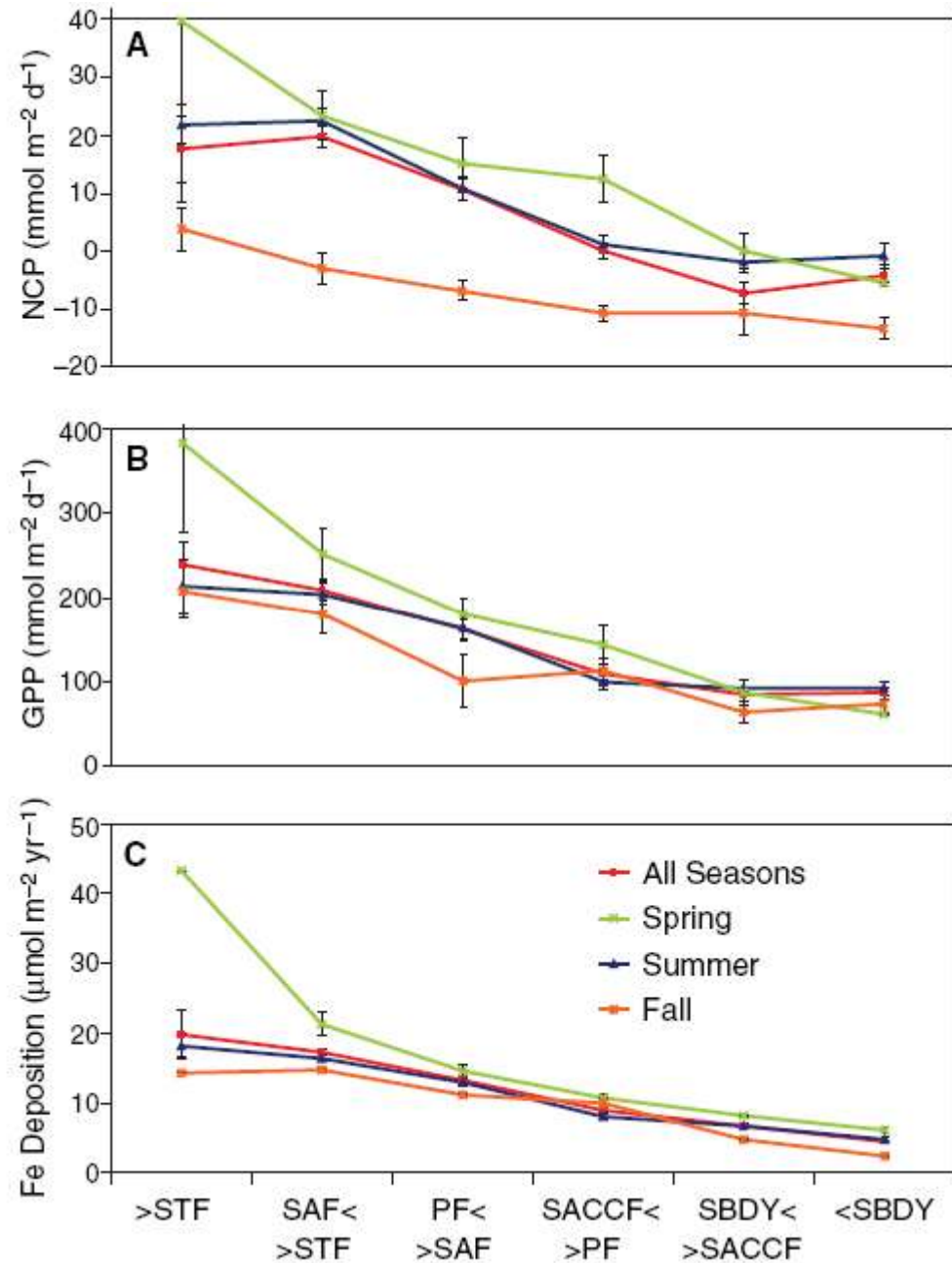
# Discusión

Cassar et al 07

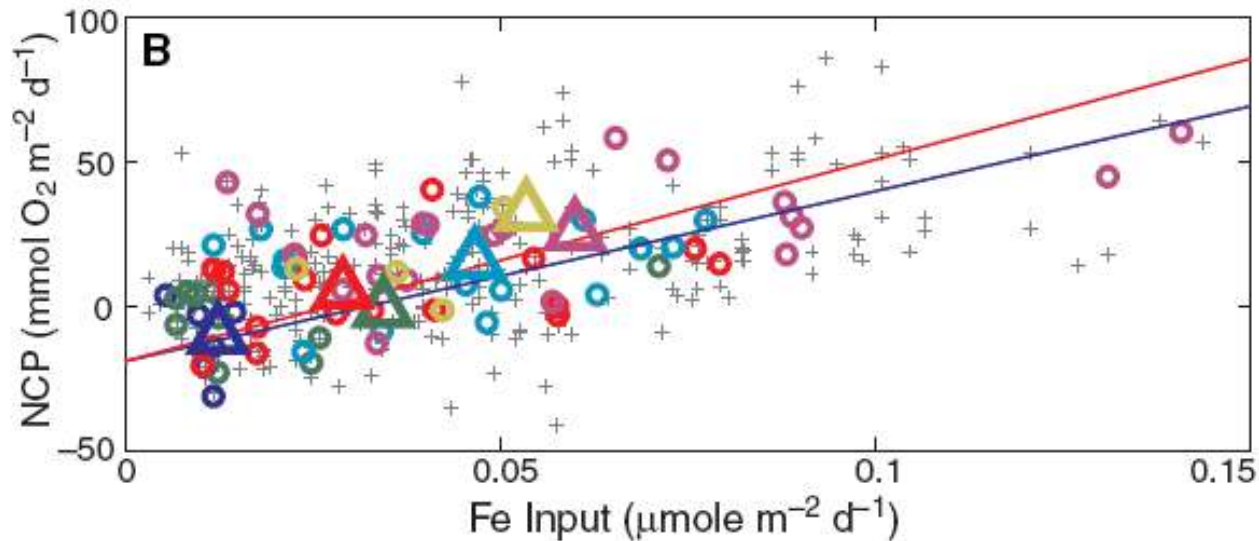
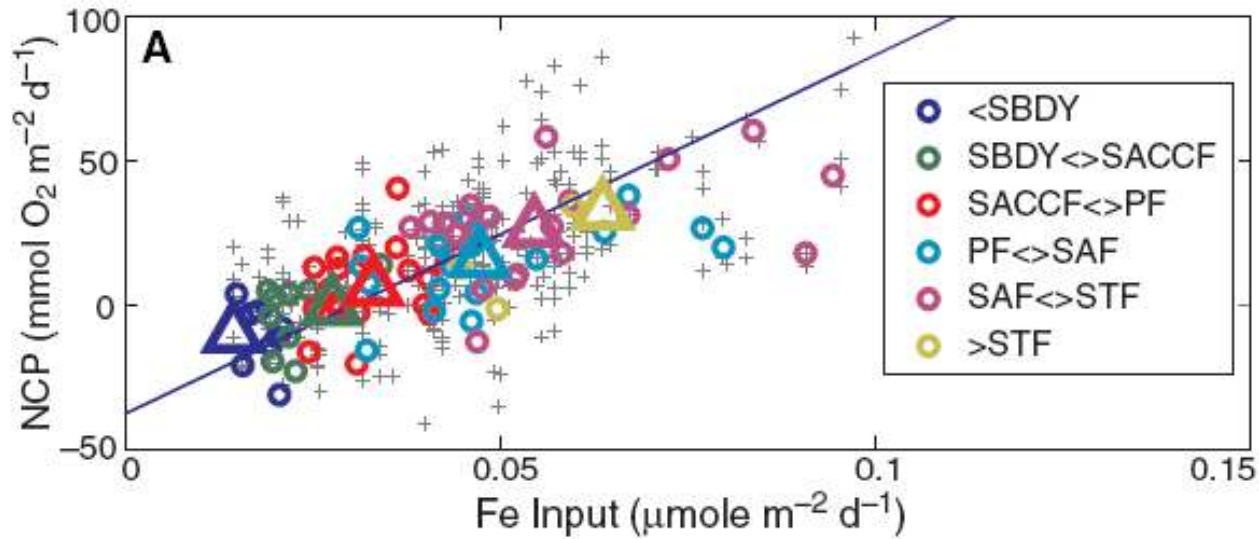


# Discusión

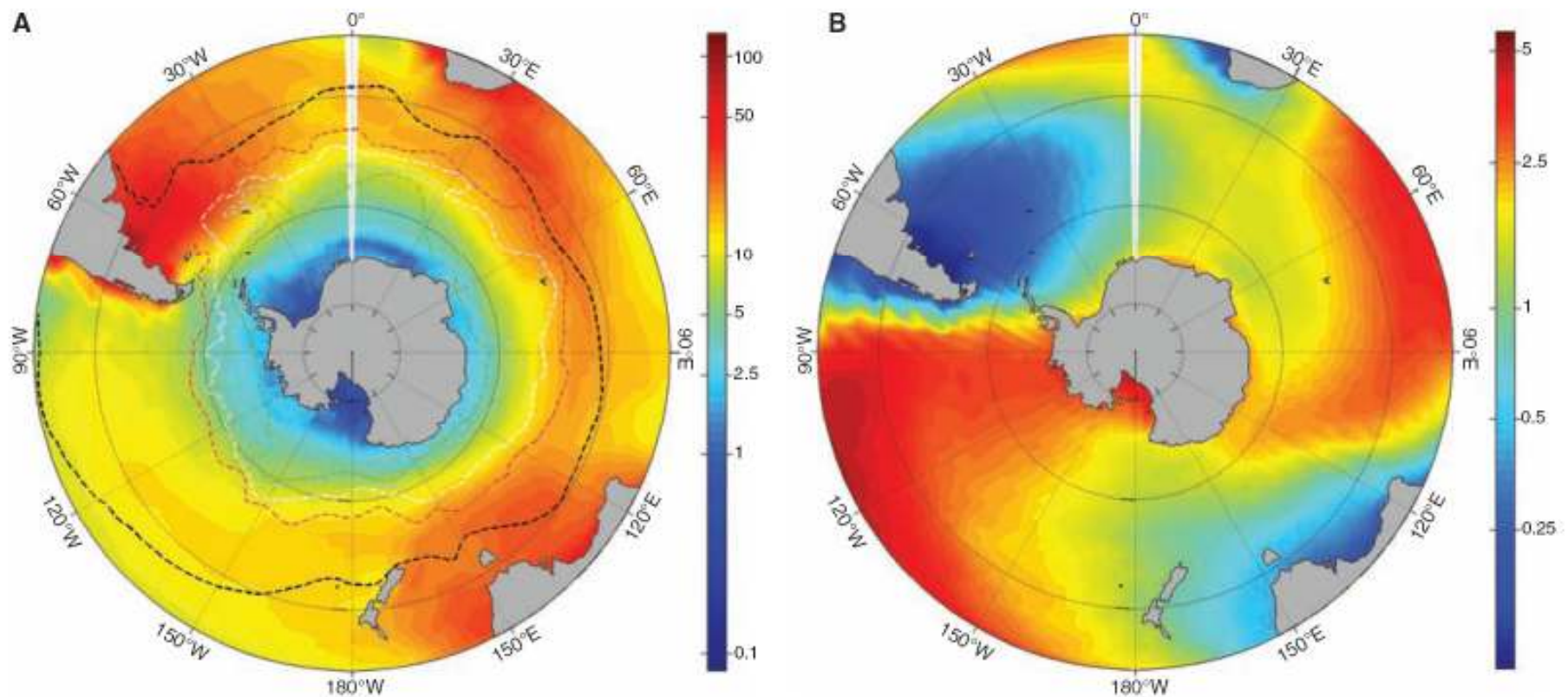
## Cassar et al 07



# Discusión Cassar et al 07



# Discusión Cassar et al 07

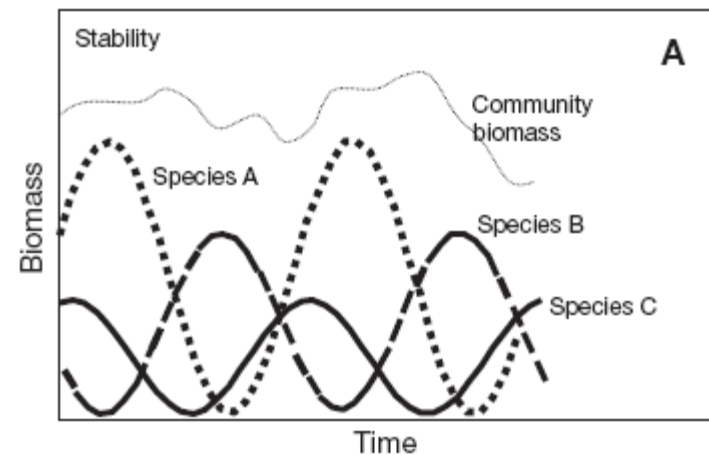
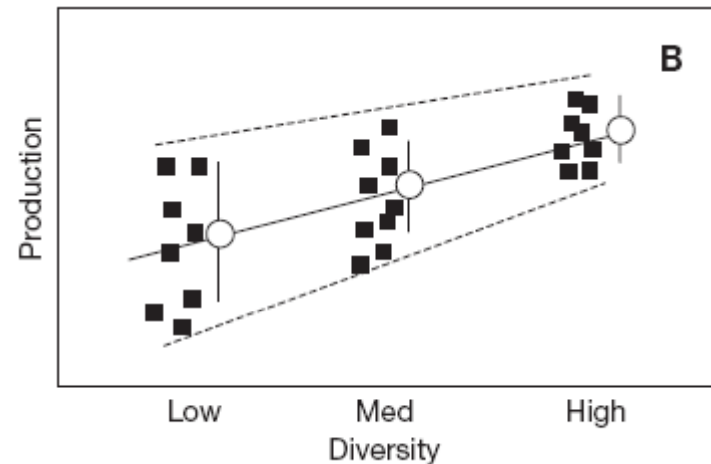


**Fig. 4.** (A) Annual deposition fluxes of dissolved Fe to the ocean based on the Fan *et al.* (5) two-step solubility process ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{year}^{-1}$ ). (B) Ratio of fluxes shown in (A) and a constant 5% Fe solubility model.

# Biodiversidad y funcionamiento

# Relación entre la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas

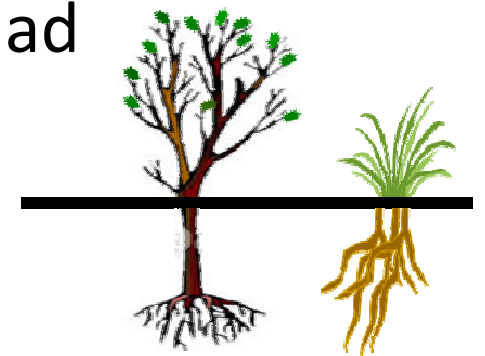
- Hipótesis de biodiversidad y funcionamiento de ecosistemas
- Hipótesis de biodiversidad y estabilidad





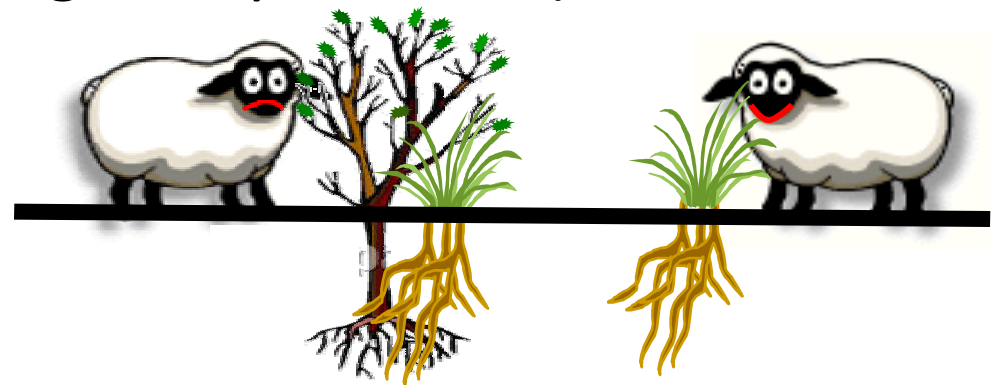
# Hipótesis de biodiversidad y funcionamiento

- A medida que aumenta la biodiversidad, aumenta la tasa de funcionamiento de los ecosistemas
  - **Complementariedad de nicho:** distintas “especies” usan distintos recursos porque tienen distintos requerimientos (p.e. distinta relación N:P); a mayor diversidad, mayor cantidad de recursos utilizados y mayor productividad



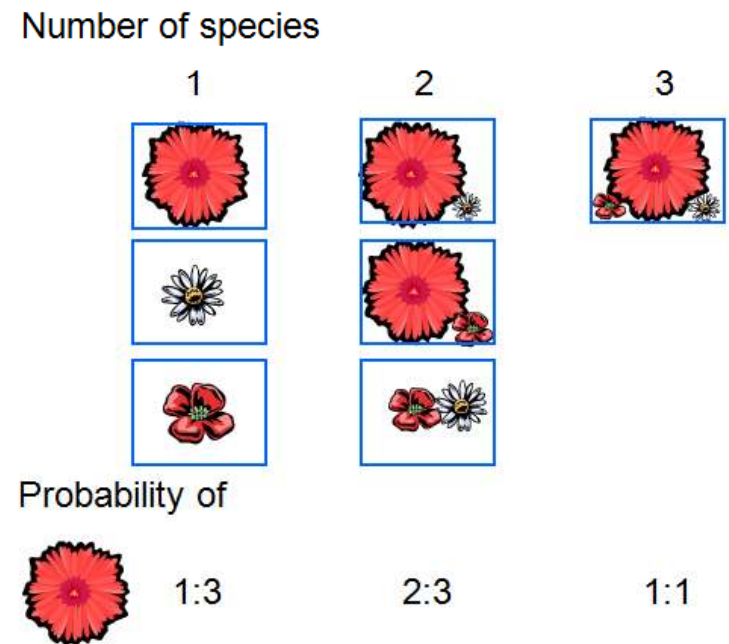
# Hipótesis de biodiversidad y funcionamiento

- A medida que aumenta la biodiversidad, aumenta la tasa de funcionamiento de los ecosistemas
  - **Interacciones positivas:** es un tipo de interacción interespecífica en la que una especie recibe un beneficio en presencia de otra (p.e. acceso a mayores recursos, refugio de predación)

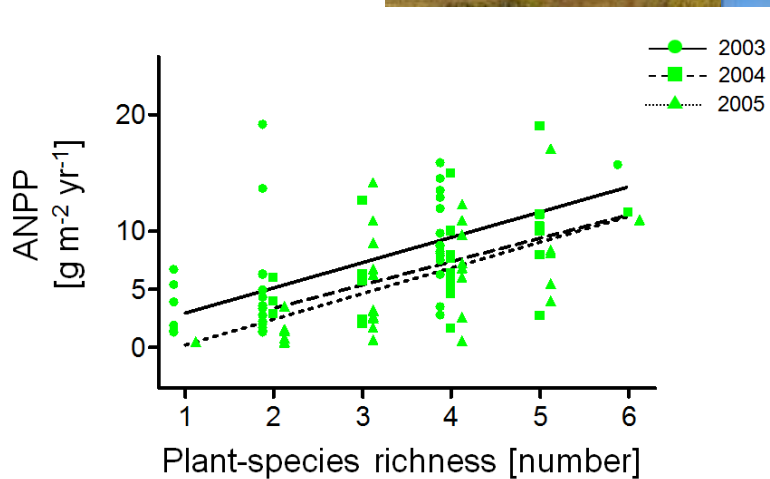


# Hipótesis de biodiversidad y funcionamiento

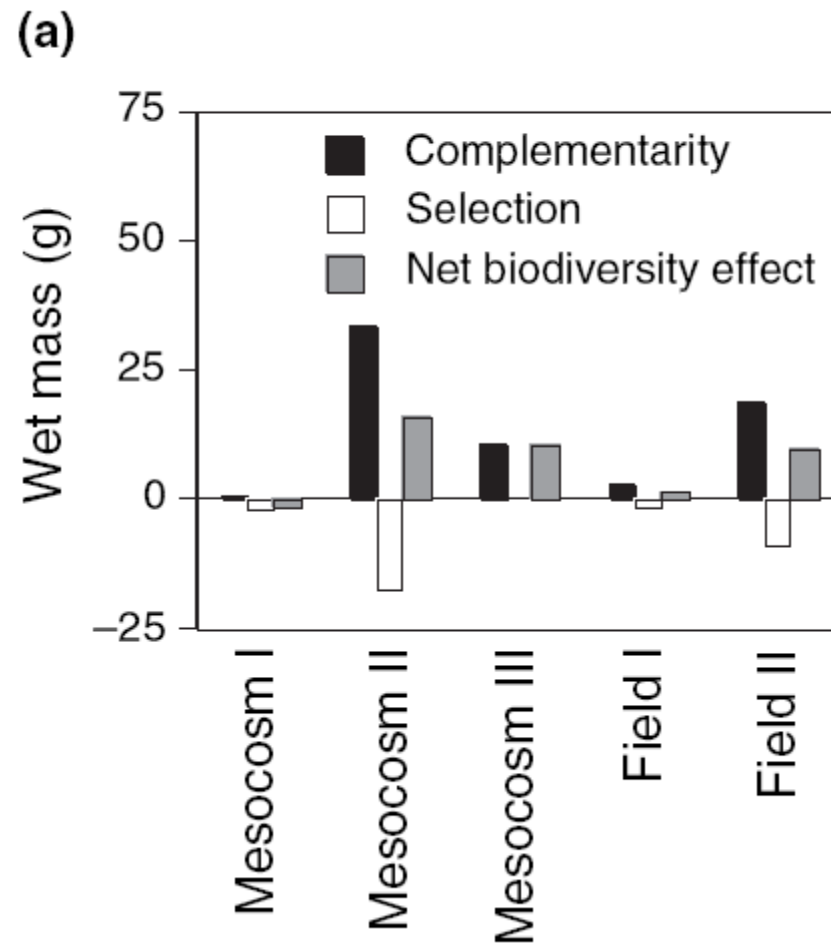
- A medida que aumenta la biodiversidad, aumenta la tasa de funcionamiento de los ecosistemas
  - **Efecto de muestreo:** ecosistemas más diversos tienen mayor probabilidad de encontrar a especies que domina un proceso dado del ecosistema (especie particular vs biodiversidad)



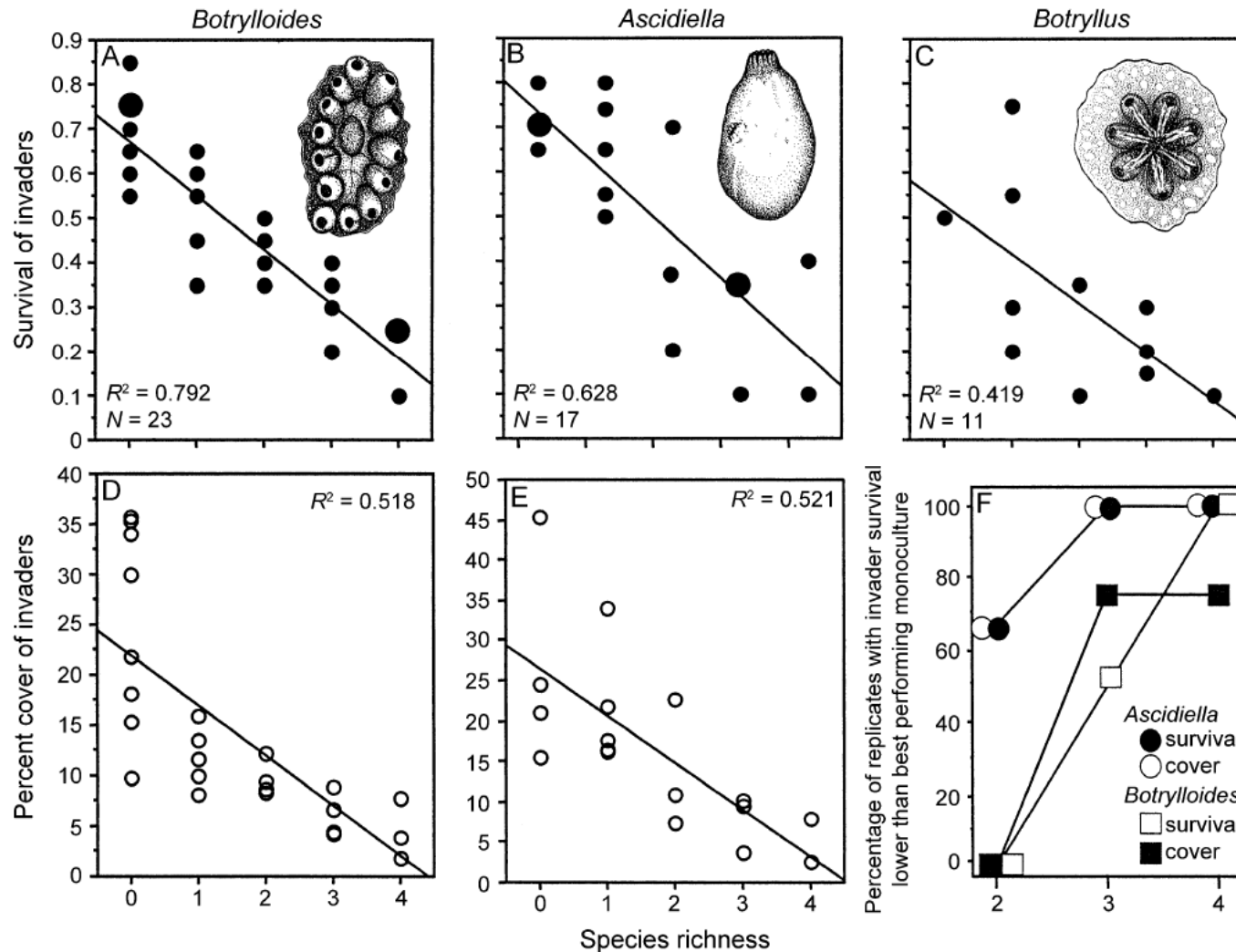
# Biodiversidad y funcionamiento: evidencias experimentales



# Experimentos en microcosmos y a campo con algas marinas



# Experimentos en microcosmos con comunidades bentónicas marinas



# Biodiversidad y funcionamiento en ecosistemas marinos

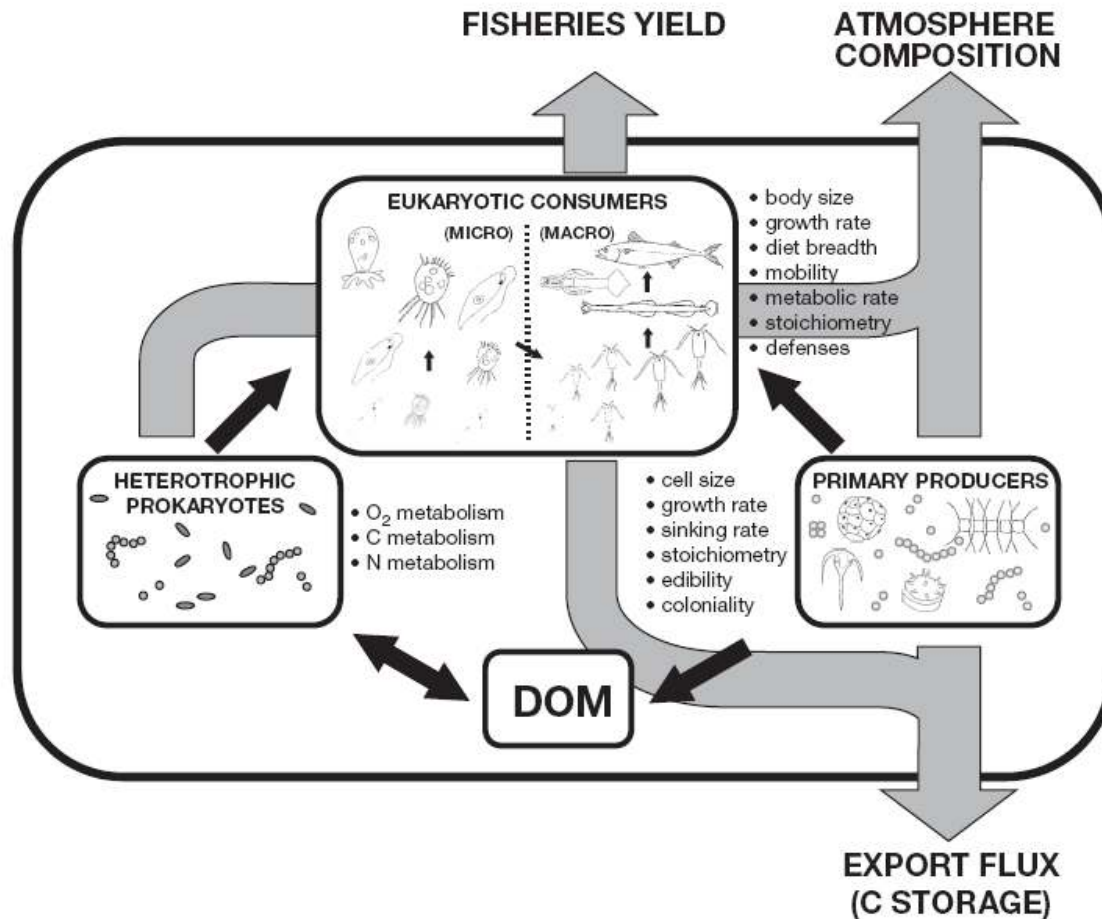
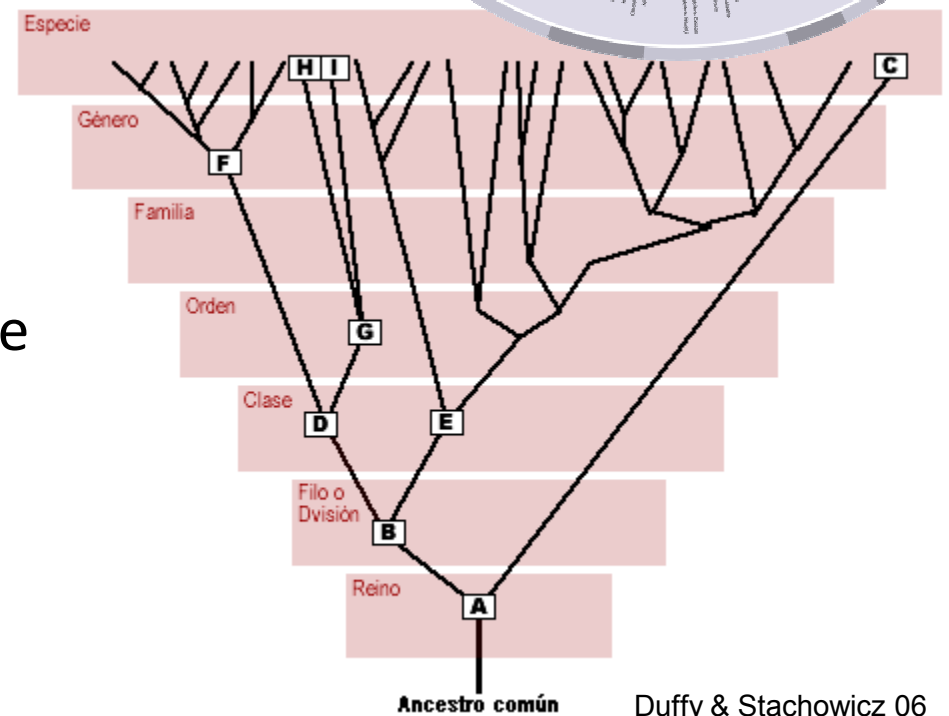
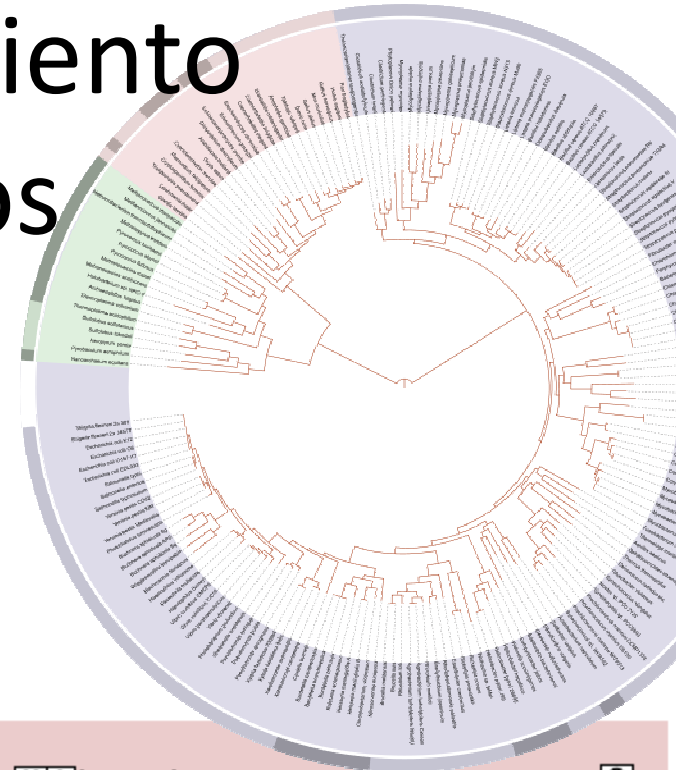


Fig. 1. Summary of some proposed links between pelagic biodiversity and marine ecosystem processes. A stylized food web, divided into 3 major components linked by trophic flows (black arrows), is shown. Beside each compartment is a list of traits likely to affect trophic flows, and gray arrows show influences of those compartments on ecosystem services. Compartments are presented as separate enclosed areas for clarity, although in reality ocean microorganisms span a metabolic continuum from pure autotrophs, through facultative autotrophs, mixotrophs, and facultative heterotrophs, to pure heterotrophs. DOM: dissolved organic matter

# Biodiversidad y funcionamiento en ecosistemas marinos

¿Qué definición de biodiversidad deberíamos usar?

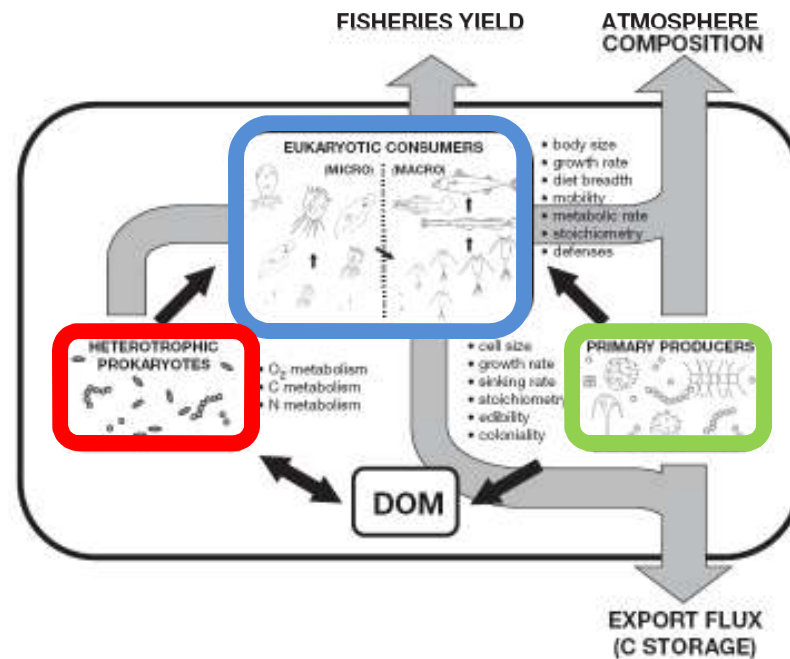
- **Diversidad genética** ya que muchos procesos de los ecosistemas están mediados por bacterias
- **Diversidad de grupos taxonómicos de alto rango** ya que hay alta diversidad de reinos





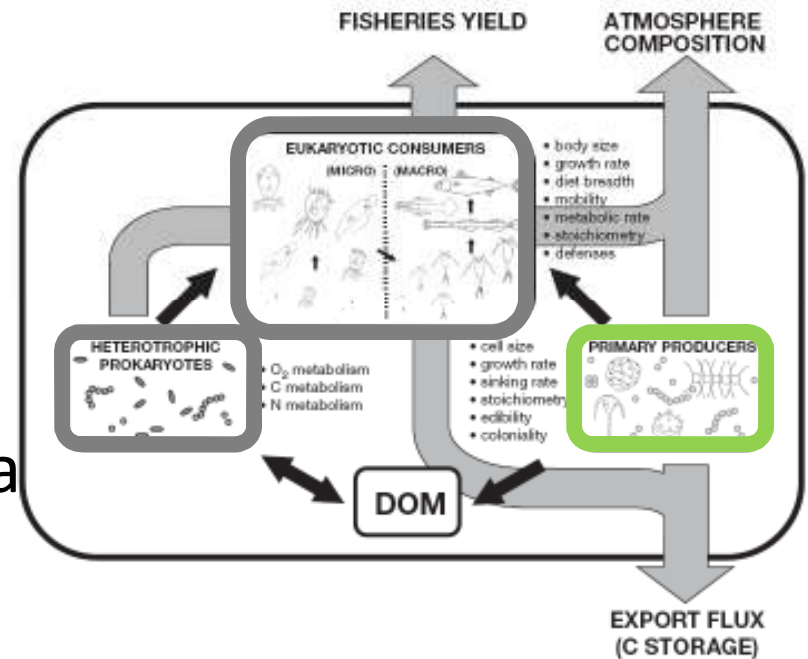
# Biodiversidad y funcionamiento en ecosistemas marinos

- Diversidad de autótrofos
- Diversidad de heterótrofos



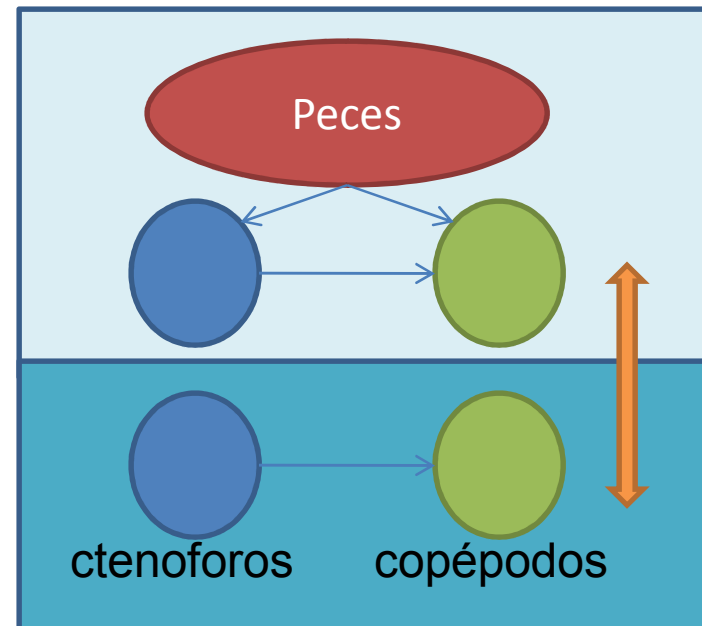
# Biodiversidad y funcionamiento en ecosistemas marinos

- Diversidad de autótrofos
  - Complementariedad de nicho (relación N:P para distintas especies)
  - La comunidad en su totalidad presenta mayor resistencia a la herbivoría (especies más o menos palatables)



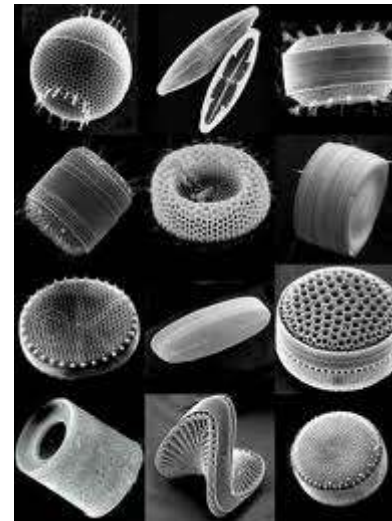
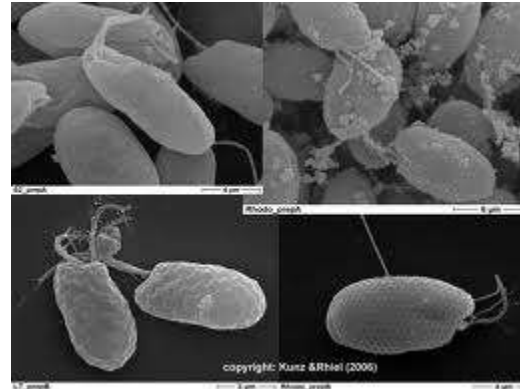
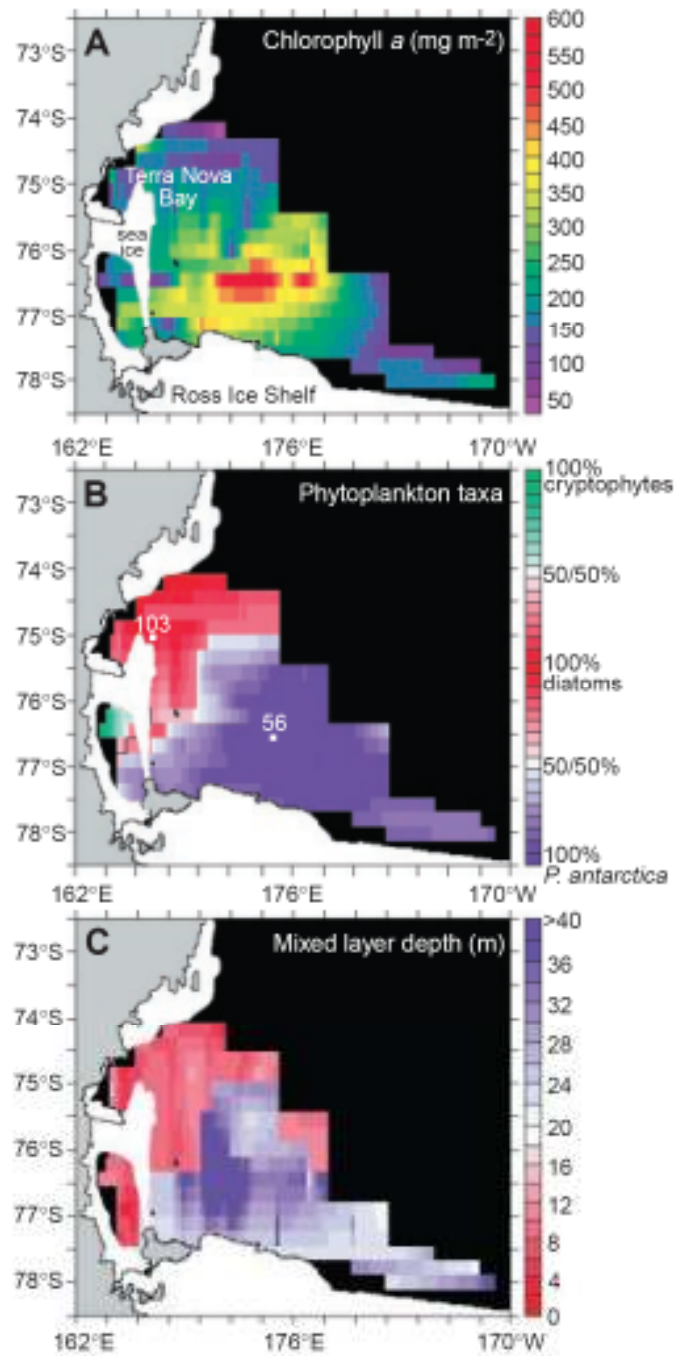
# Biodiversidad y funcionamiento en ecosistemas marinos

- Diversidad de heterótrofos
  - Complementariedad de nicho, distintos predadores consumen distintas presas
  - Facilitación, predadores chicos comparten refugios con sus presas

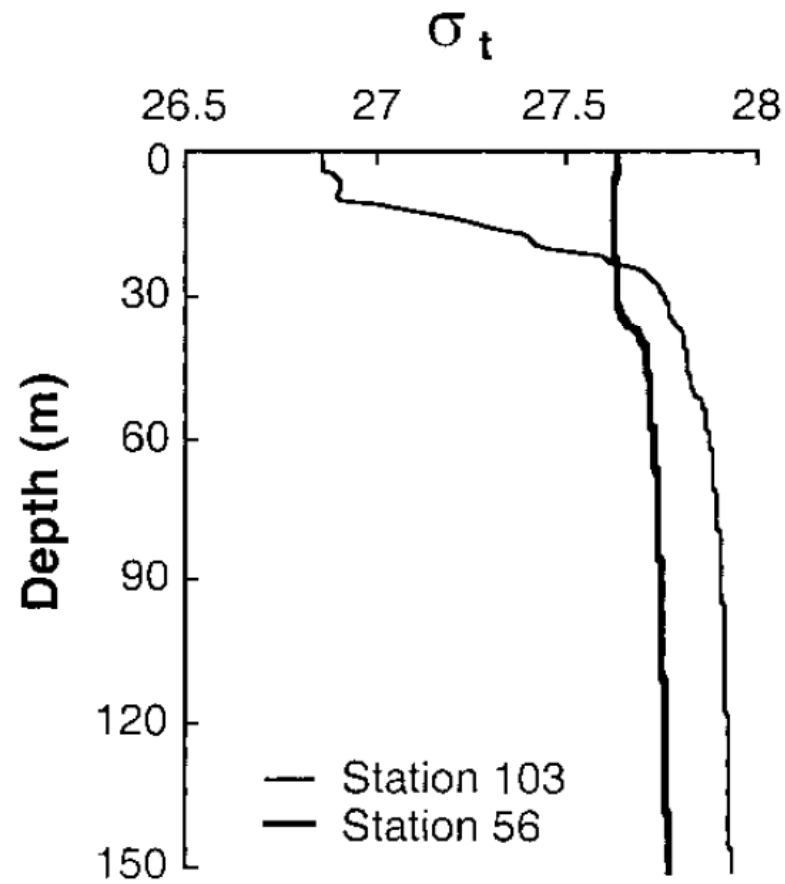


# Discusión

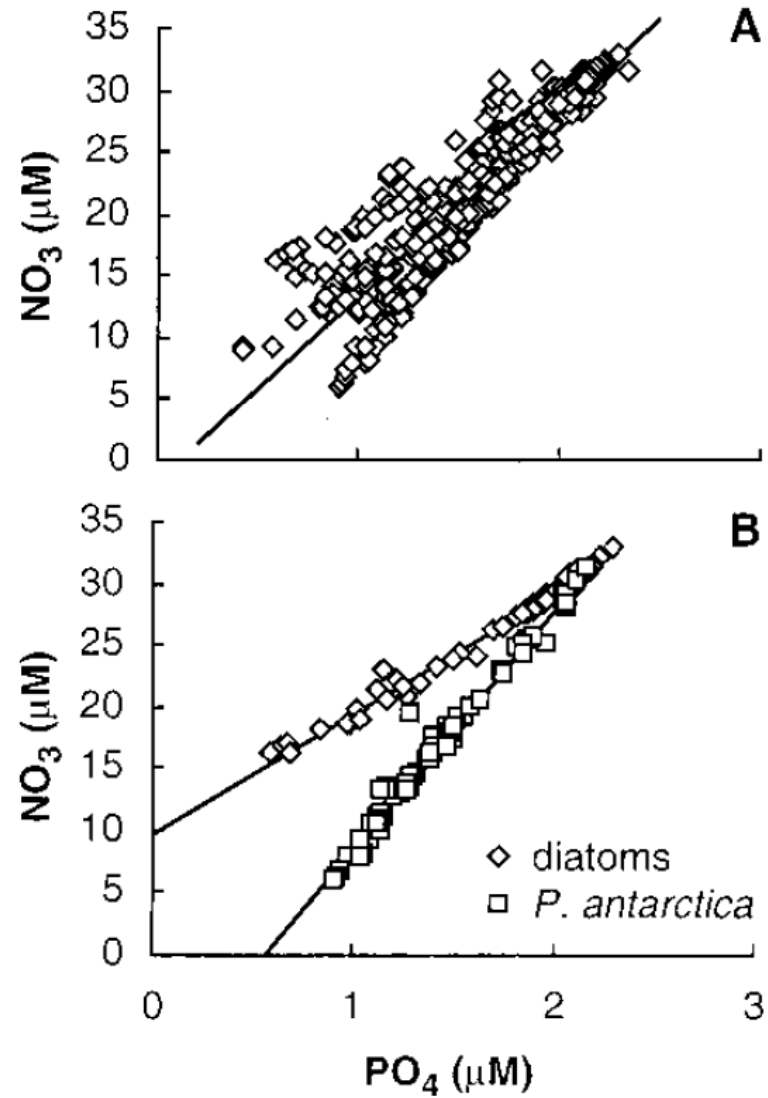
## Arrigo et al 99



# Discusión Arrigo et al 99



# Discusión Arrigo et al 99



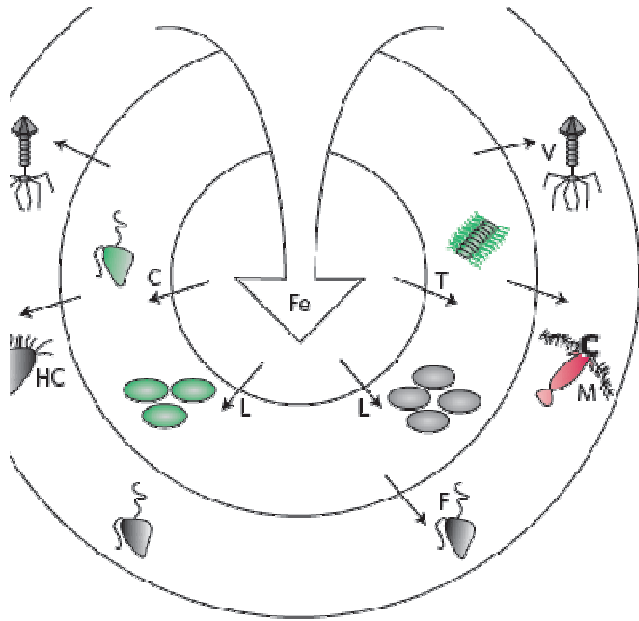
# Discusión Arrigo et al 99

**Table 1.** Elemental ratios measured during ROAVERRS cruise NBP96-6. CI, confidence interval.

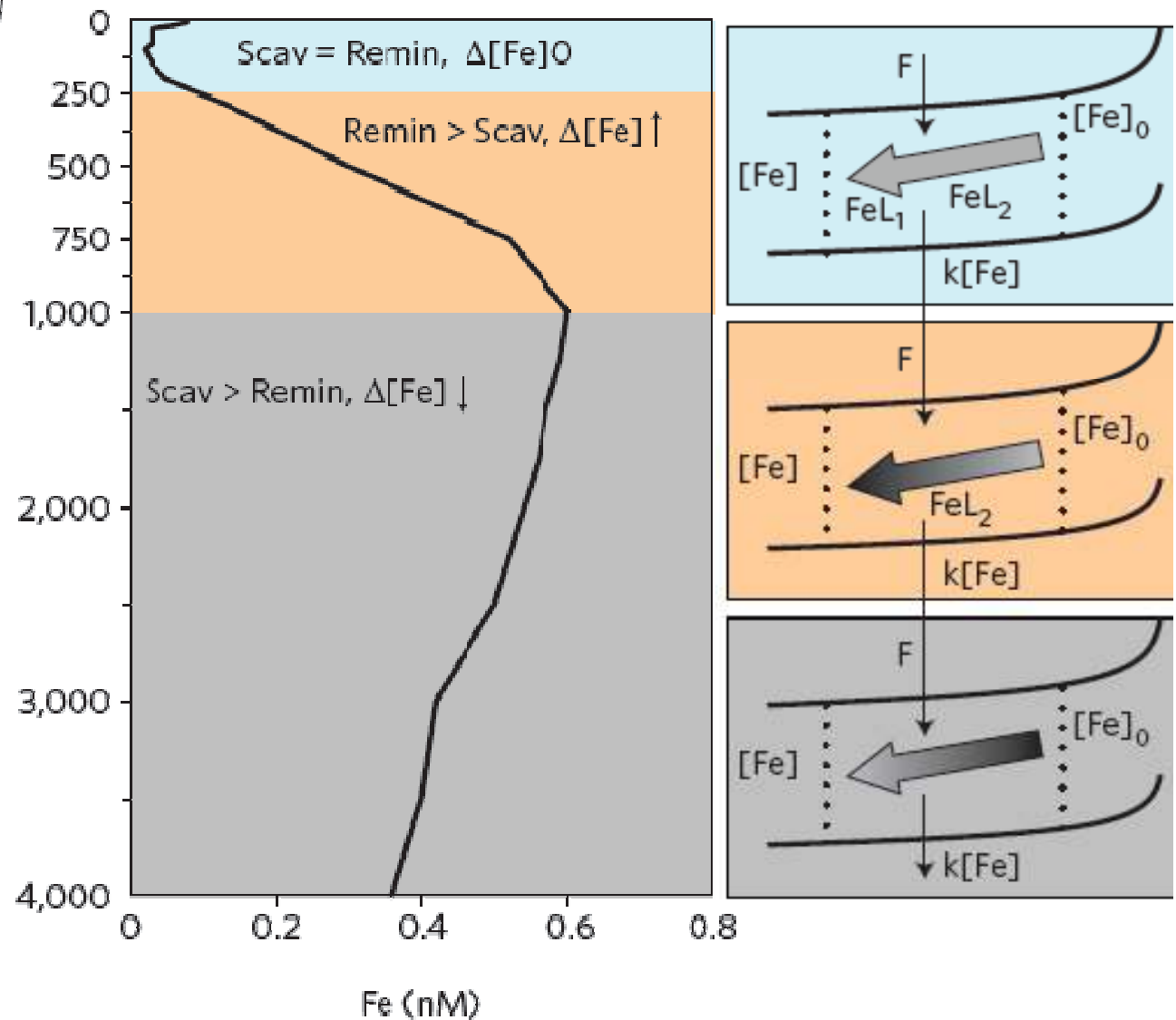
	Slope $\pm$ 95% CI	$R^2$	$N$	$P$ value
All data				
TDIC:PO <sub>4</sub> (m:m)	111.4 $\pm$ 7.9	0.74	293	<0.001
NO <sub>3</sub> :PO <sub>4</sub> (m:m)	14.9 $\pm$ 0.45	0.88	552	<0.001
TDIC:NO <sub>3</sub> (m:m)	7.82 $\pm$ 0.43	0.80	312	<0.001
POC:PN (m:m)	7.13 $\pm$ 0.13	0.95	565	<0.001
Diatoms				
TDIC:PO <sub>4</sub> (m:m)	*94.3 $\pm$ 20.1	0.74	34	<0.001
NO <sub>3</sub> :PO <sub>4</sub> (m:m)	*9.69 $\pm$ 0.33	0.99	44	<0.001
TDIC:NO <sub>3</sub> (m:m)	9.23 $\pm$ 1.66	0.79	38	<0.001
POC:PN (m:m)	*6.37 $\pm$ 0.36	0.96	51	<0.001
<i>P. antarctica</i>				
TDIC:PO <sub>4</sub> (m:m)	*147 $\pm$ 26.7	0.73	47	<0.001
NO <sub>3</sub> :PO <sub>4</sub> (m:m)	*19.2 $\pm$ 0.61	0.98	80	<0.001
TDIC:NO <sub>3</sub> (m:m)	7.81 $\pm$ 1.32	0.75	50	<0.001
POC:PN (m:m)	*7.71 $\pm$ 0.53	0.90	92	<0.001

\*Denotes significant difference between diatom- and *P. antarctica*-dominated waters at the 95% confidence level.

# Balance entre barrido y remineralización



- F flujo de entrada
- $k[Fe]$  flujo de salida por barrido
- $[Fe]_0$  y  $[Fe]$  Fe inicial y final en la capa
- Tono de gris marca el cambio en concentración





# Ligandos fuertes y débiles

