



# Nutrición en algas

De todo un poco como en botica....

## II. Mixotrofia

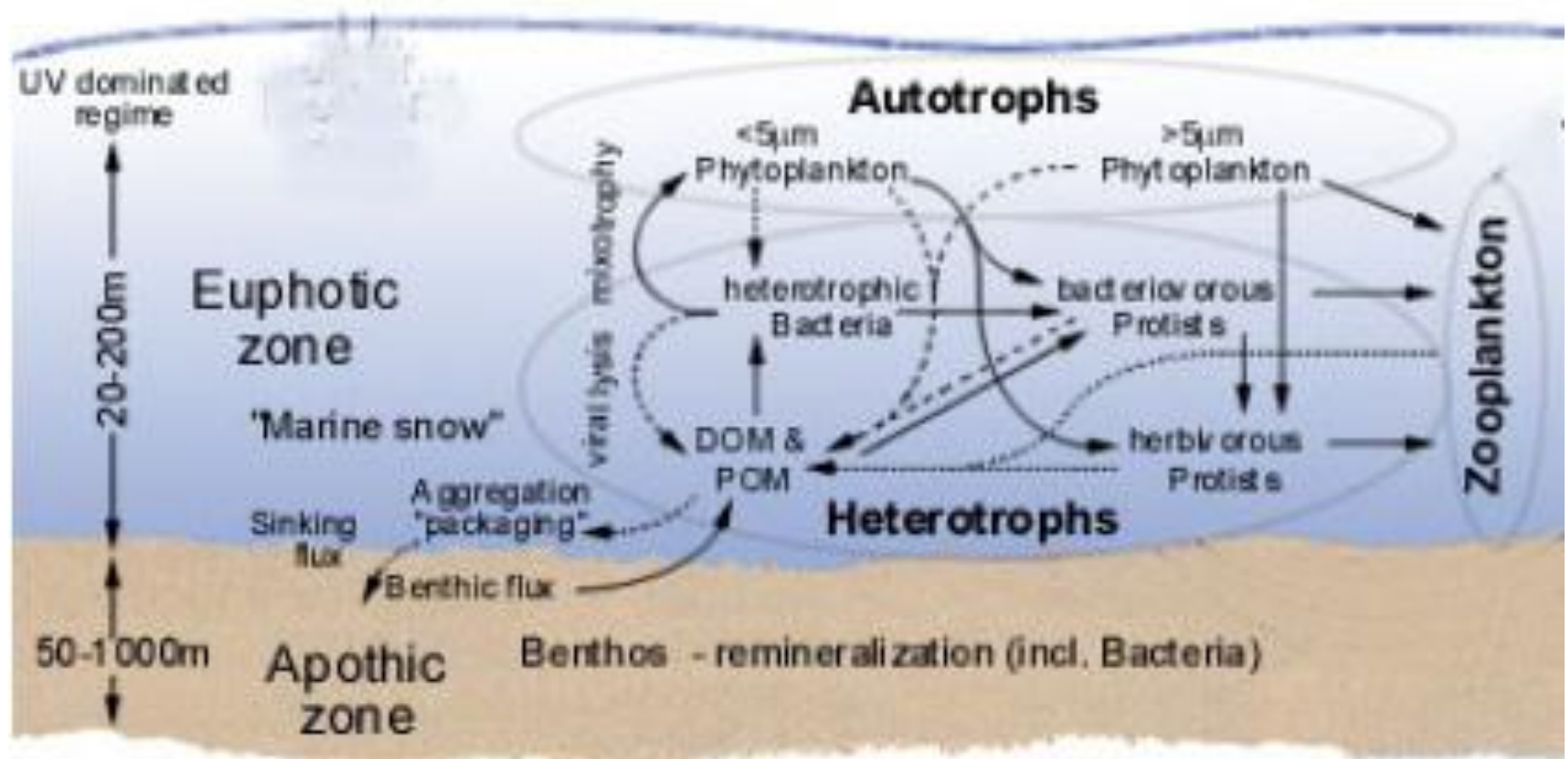
# Mixotrofia: entre la autotrofia y la heterotrofia

Distintas situaciones para distintos panoramas:

1. **Mixotrofia obligada**: Tanto la energía lumínica como la materia orgánica particulada son necesarias para sostener el crecimiento
2. **Fototrofia obligada pero mixotrofia facultativa** → sólo la fotosíntesis es esencial pero en caso de limitación de energía lumínica la heterotrofia puede servir de apoyo al aparato fotosintético.
3. **Heterotrofia obligada y autotrofia facultativa** → fotosíntesis puede suplir falta de materia orgánica particulada (kleptoplastidia).

Resumiendo:

- Si nutrientes o luz limitantes → mixotrofia
  - . Fagotrofia (consumen entre 5-50% flora bacteriana)  
Chrysophyceae, Prymnesiophyta, Dinophyta, Cryptophyta
  - . Osmotrofia → Absorción de materia orgánica disuelta  
La mayoría de los organismos fitoplanctónicos



UV dominated regime

20-200m

Euphotic zone

'Marine snow'

Sinking flux

Aggregation 'packaging'

Benthic flux

50-1000m

Apohic zone

Benthos - remineralization (incl. Bacteria)

Autotrophs

<math>< 5 \mu\text{m}</math>

Phytoplankton

>math>> 5 \mu\text{m}</math>

Phytoplankton

heterotrophic Bacteria

bacterioplankton

Protists

herbivorous Protists

DOM & POM

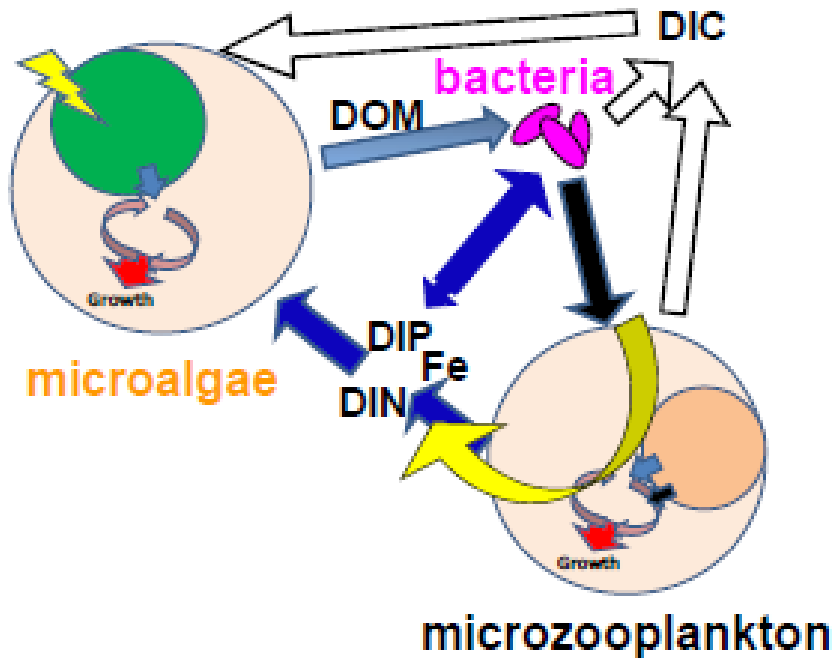
Heterotrophs

Zooplankton

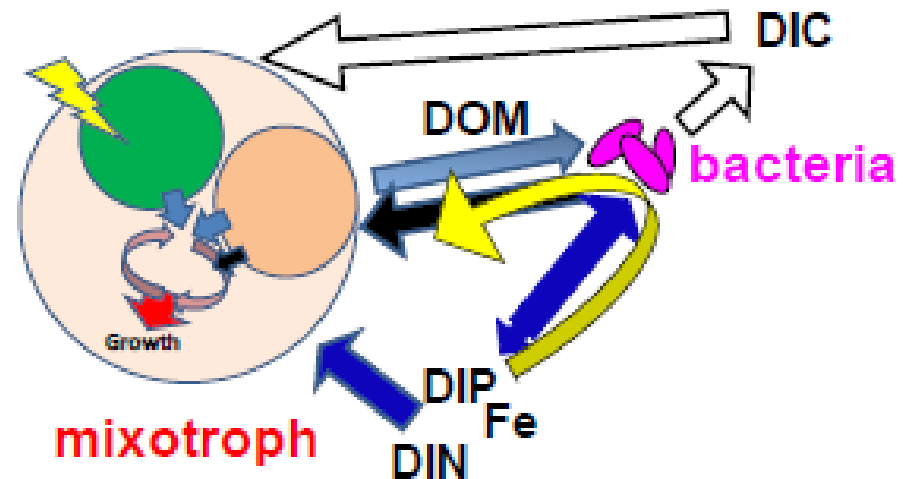
viral lysis

# ¿Dos extremos o escenario intermedio?

(a) TRADITIONAL PARADIGM

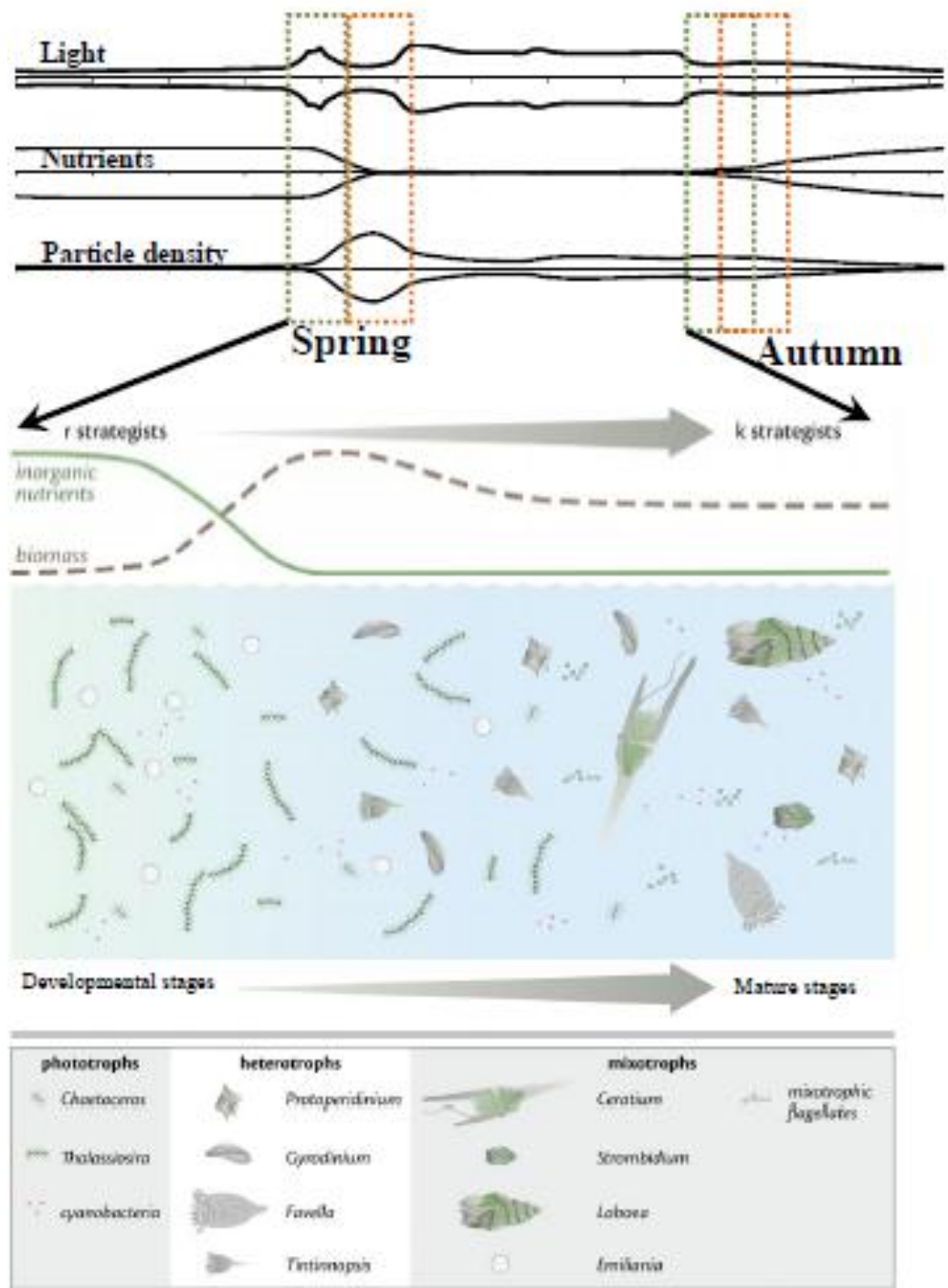


(b) NEW PARADIGM



De Mitra y otros (2014)

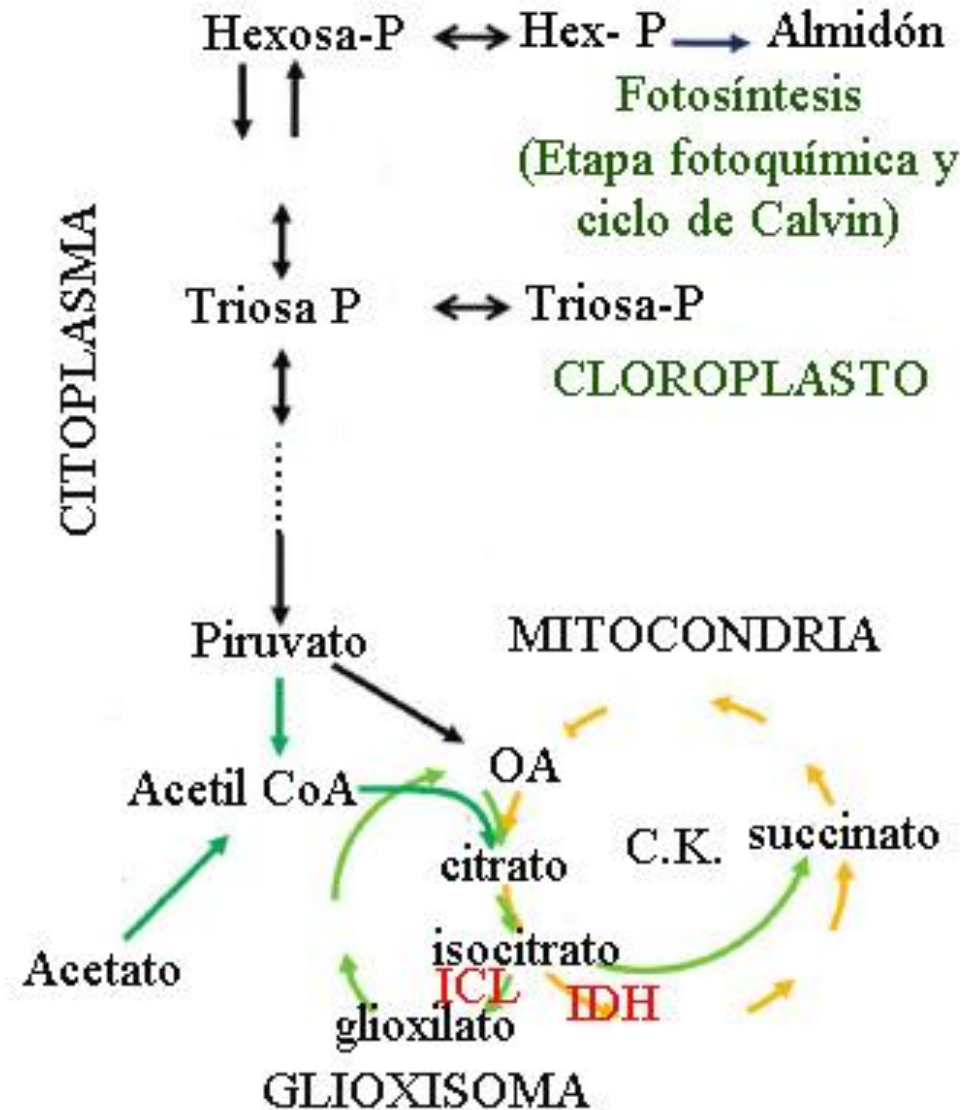
# Condiciones ambientales y mixotrofia



De Mitra y otros (2014)

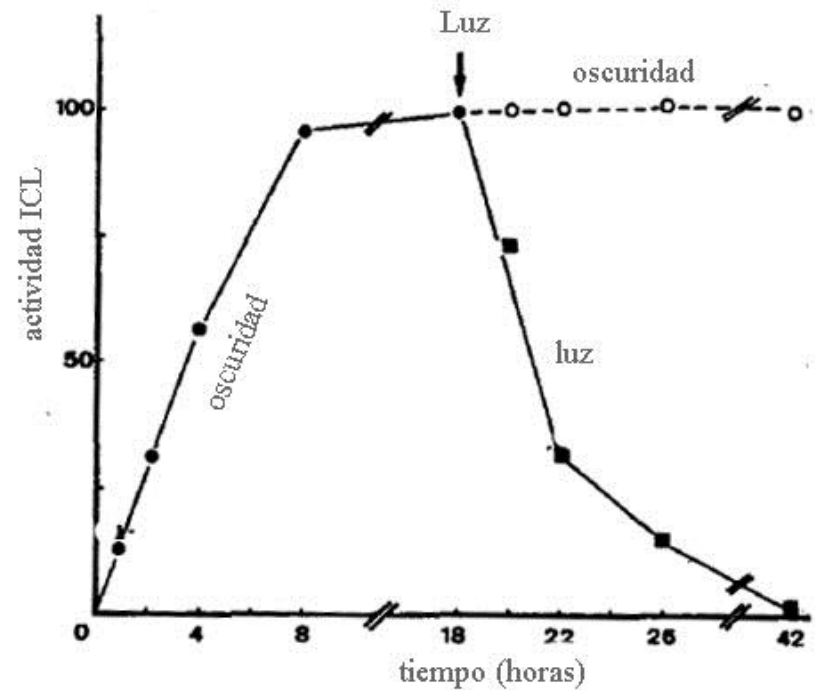
# Asimilación de acetato como ejemplo de esqueleto orgánico de C

- Ciclo del ácido glioxílico → asimilación de acetato.
- Isocitrato metabolito central
- Vía anabólica → isocitrato liasa
- Vía catabólica → isocitrato deshidrogenasa

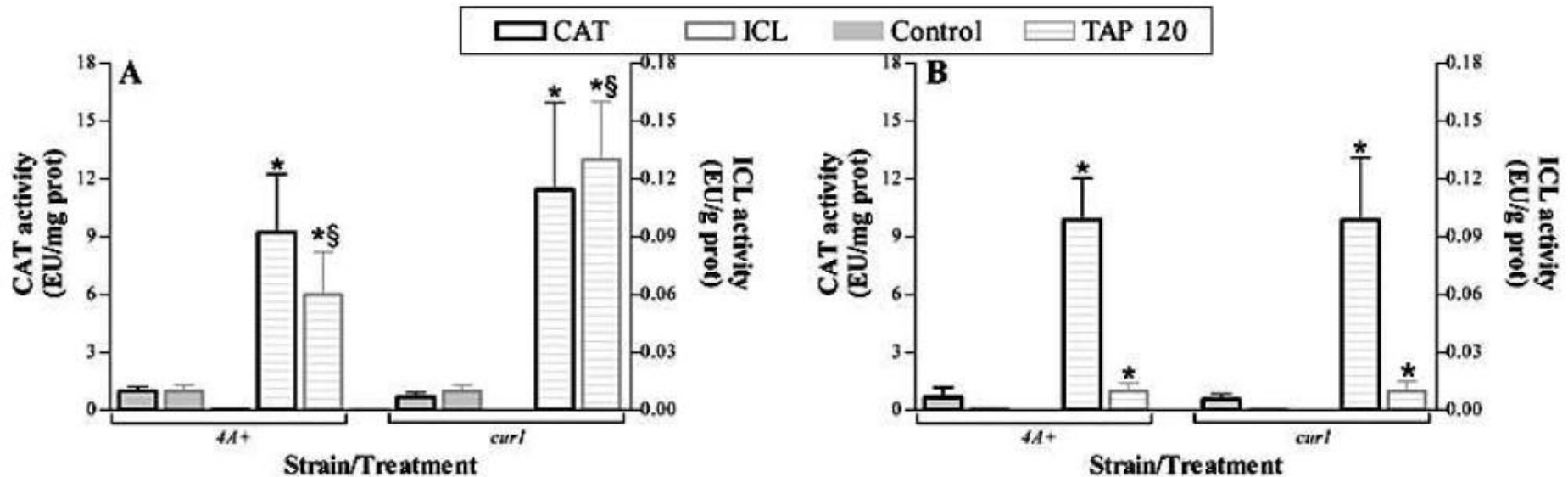
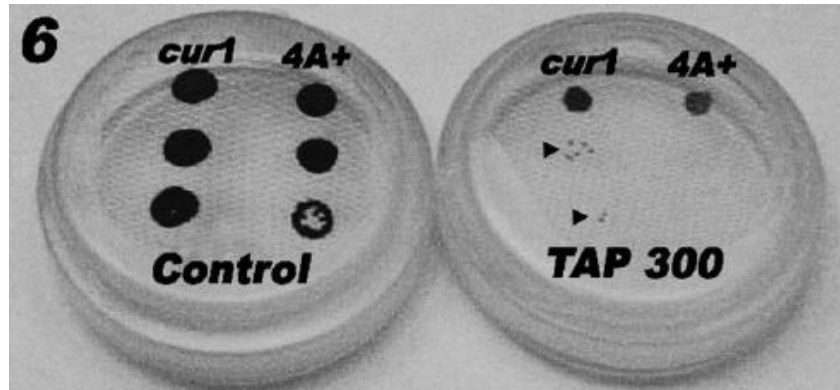


# ¿Qué se observa en cultivos con acetato?

- Disminución del contenido de clorofila total
- Disminución de la relación FSII:FSI
- ICL se activa en oscuridad, o a muy baja intensidad lumínica (control a nivel transcripcional)
- ICL se inactiva con luz
- Ciclo de Calvin inhibido (oscuridad) → activación ICL

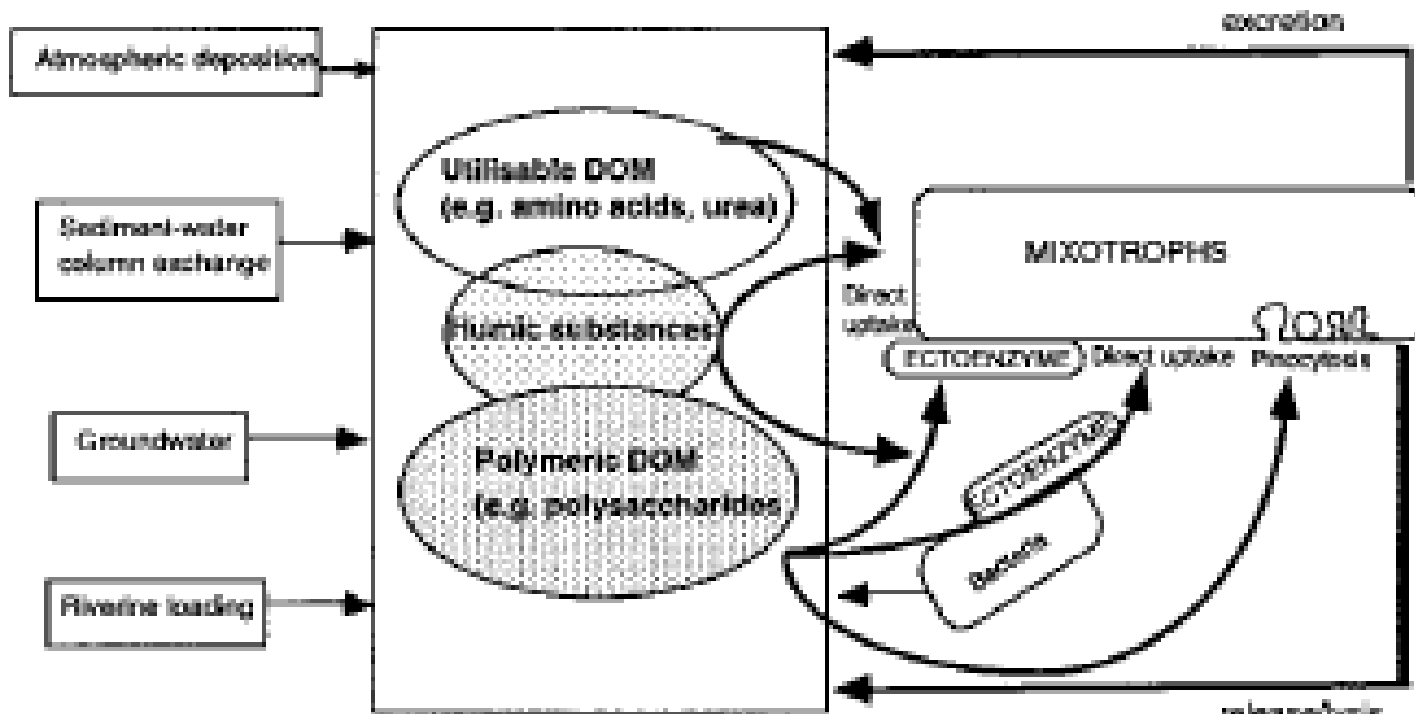


# La mixotrofia y la aclimatación a condiciones adversas

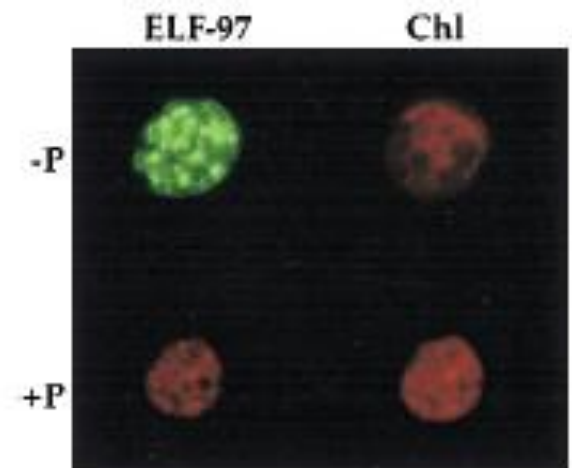




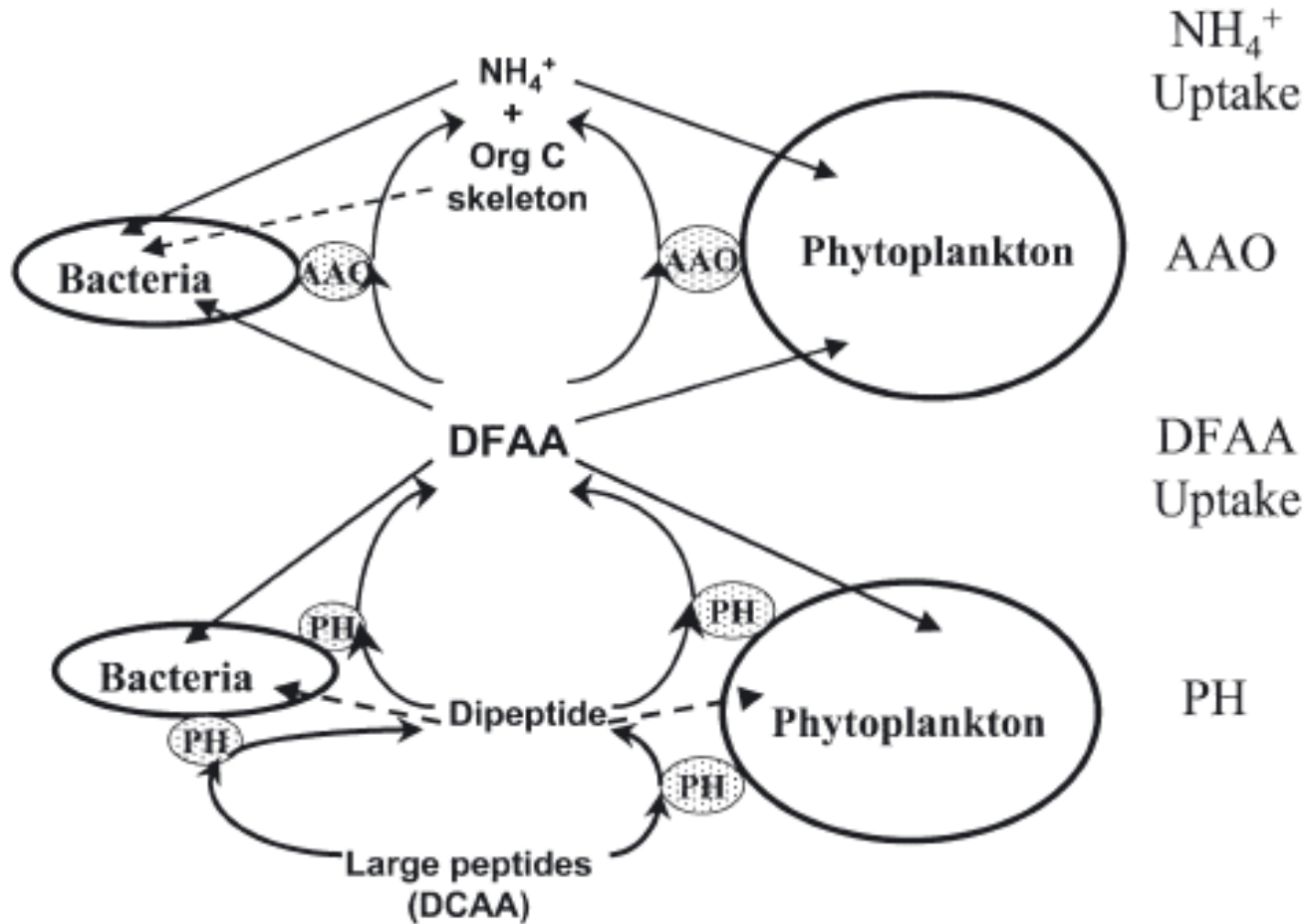
# Enzimas extracelulares y osmotrofia



**DOM**  
(DOC, DON, DOP)

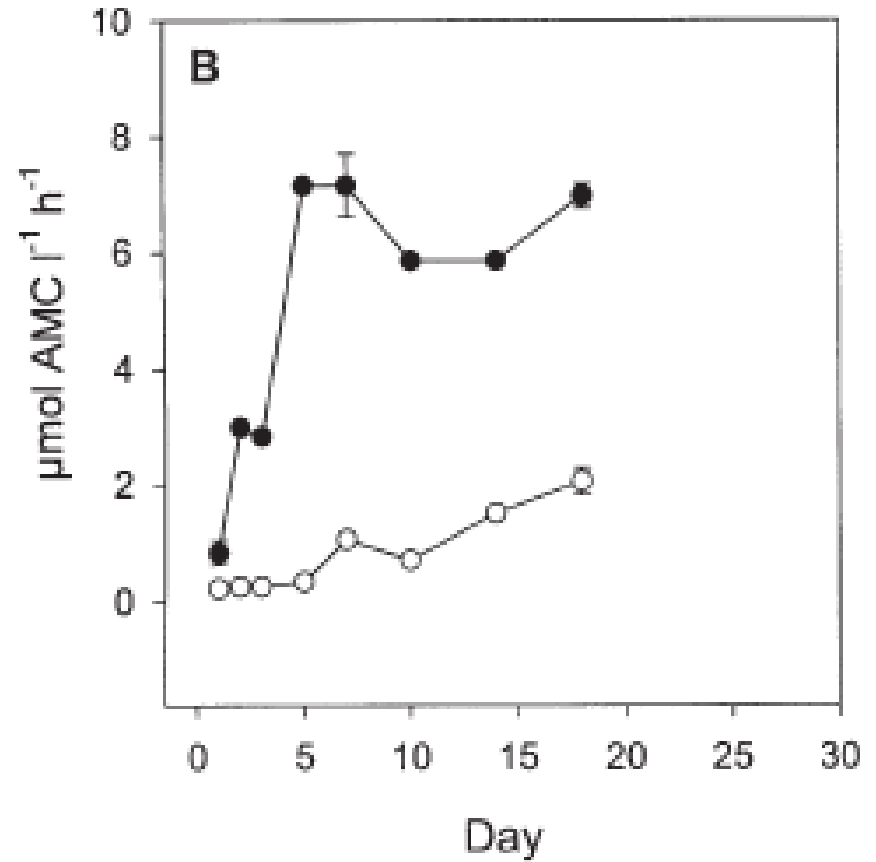
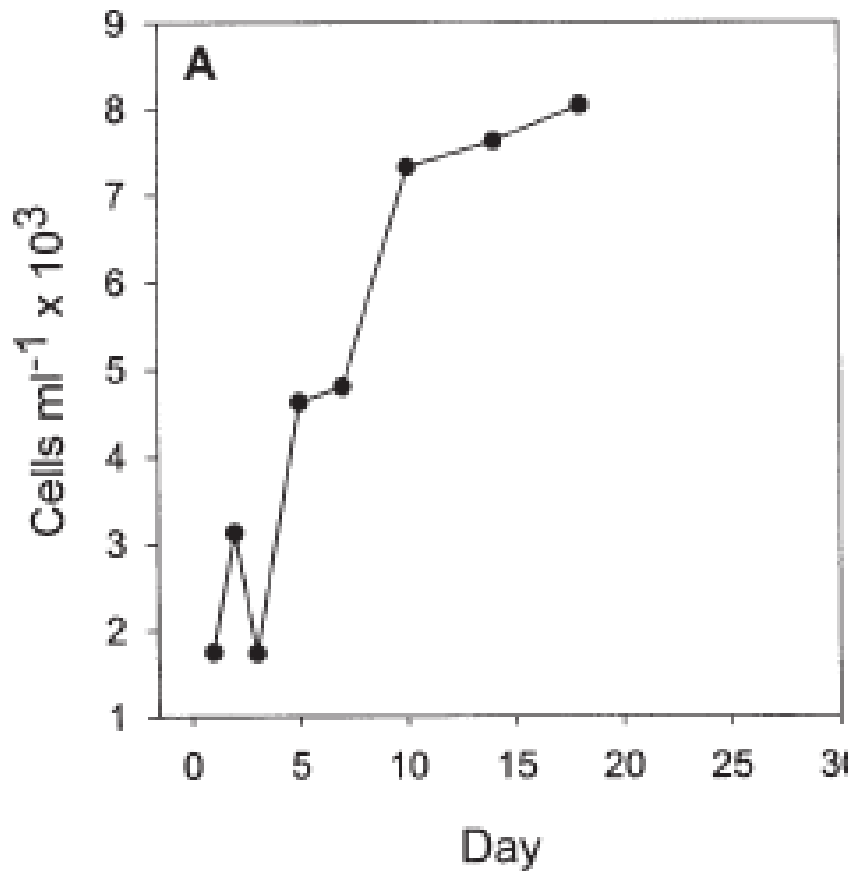


# Proteasas y aminoácido oxidasas



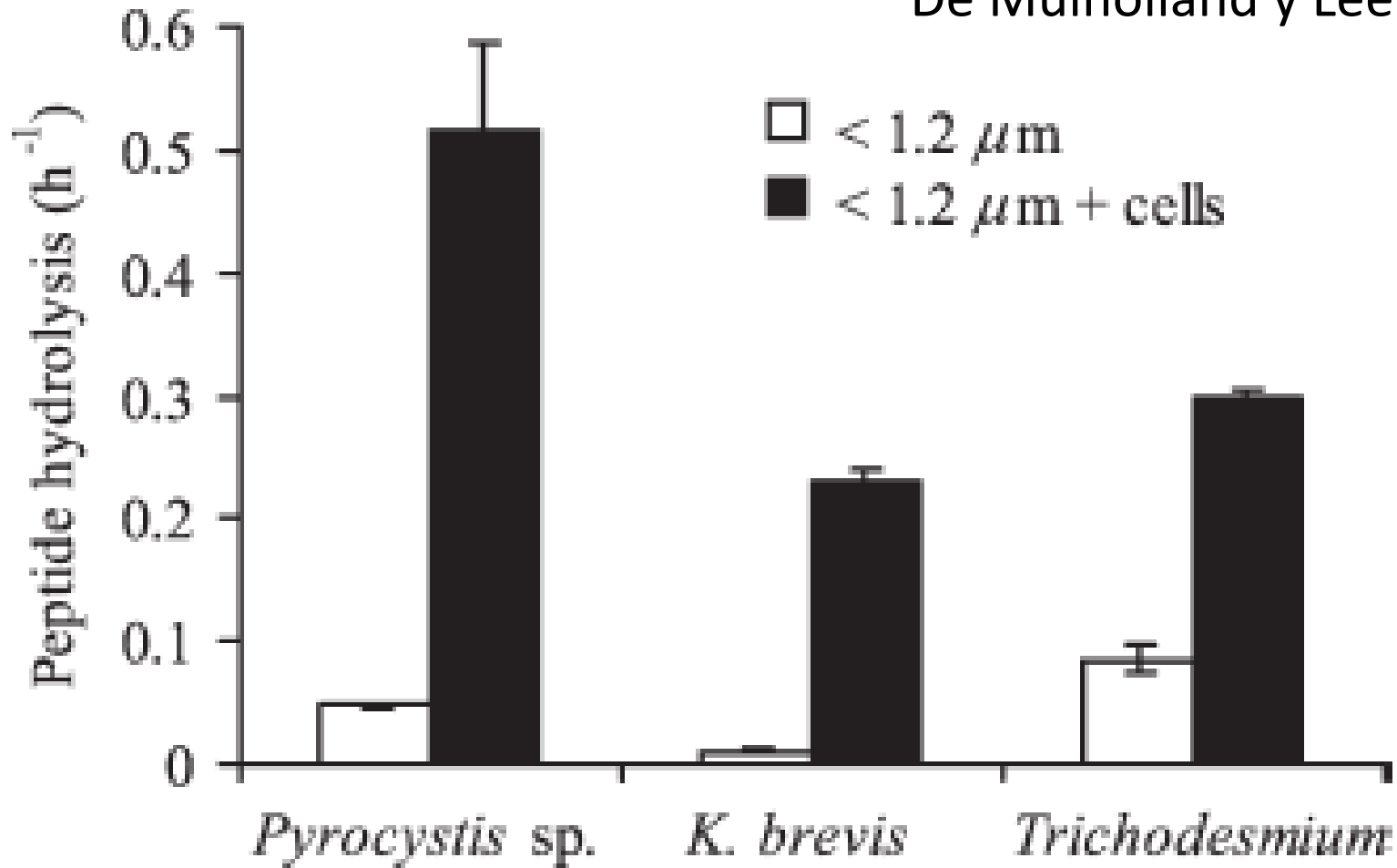
De Mulholland y otros (2003)

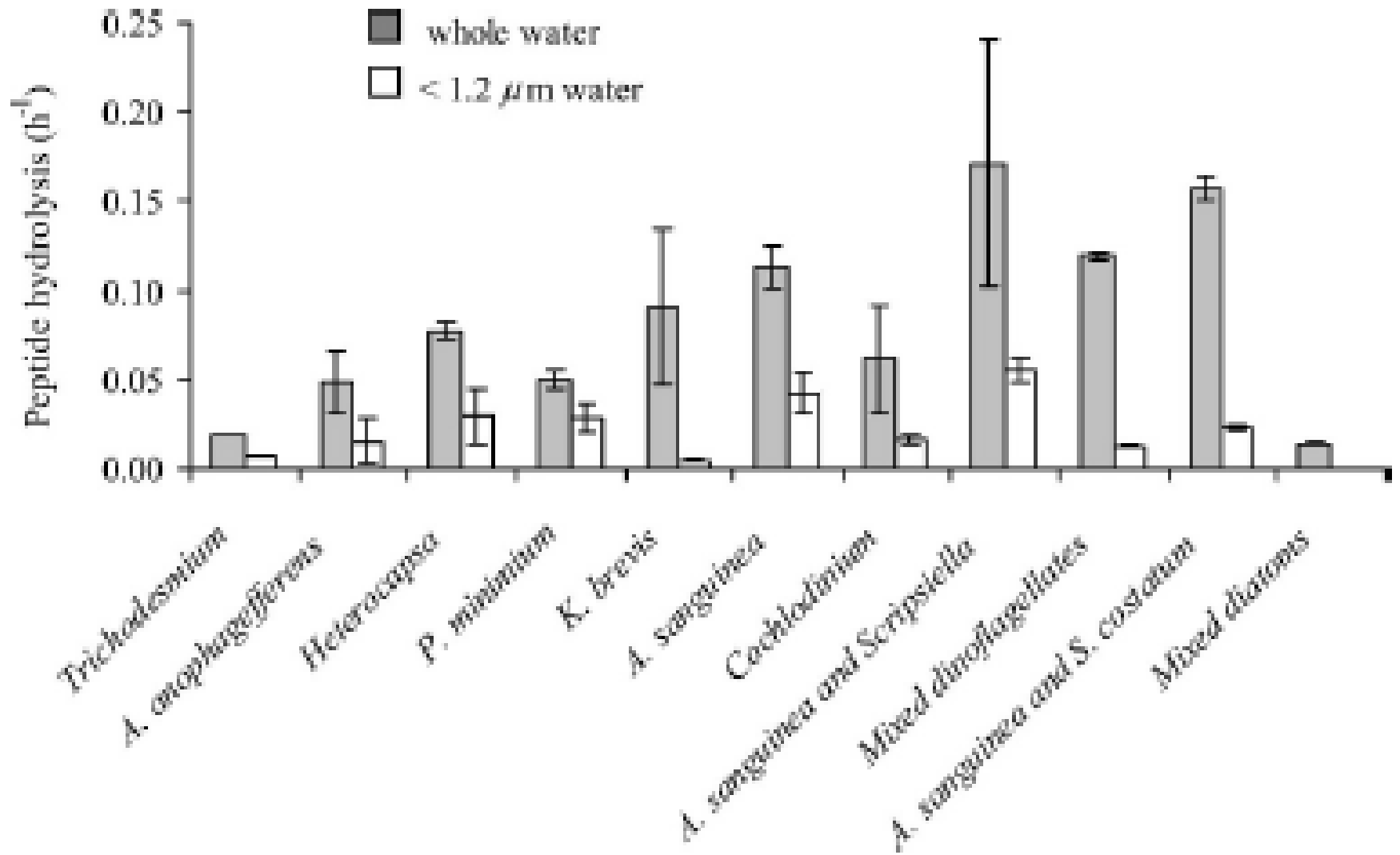
# Proteasas extracelulares en dinoflagelados



# Actividad proteasa en fitoplancton

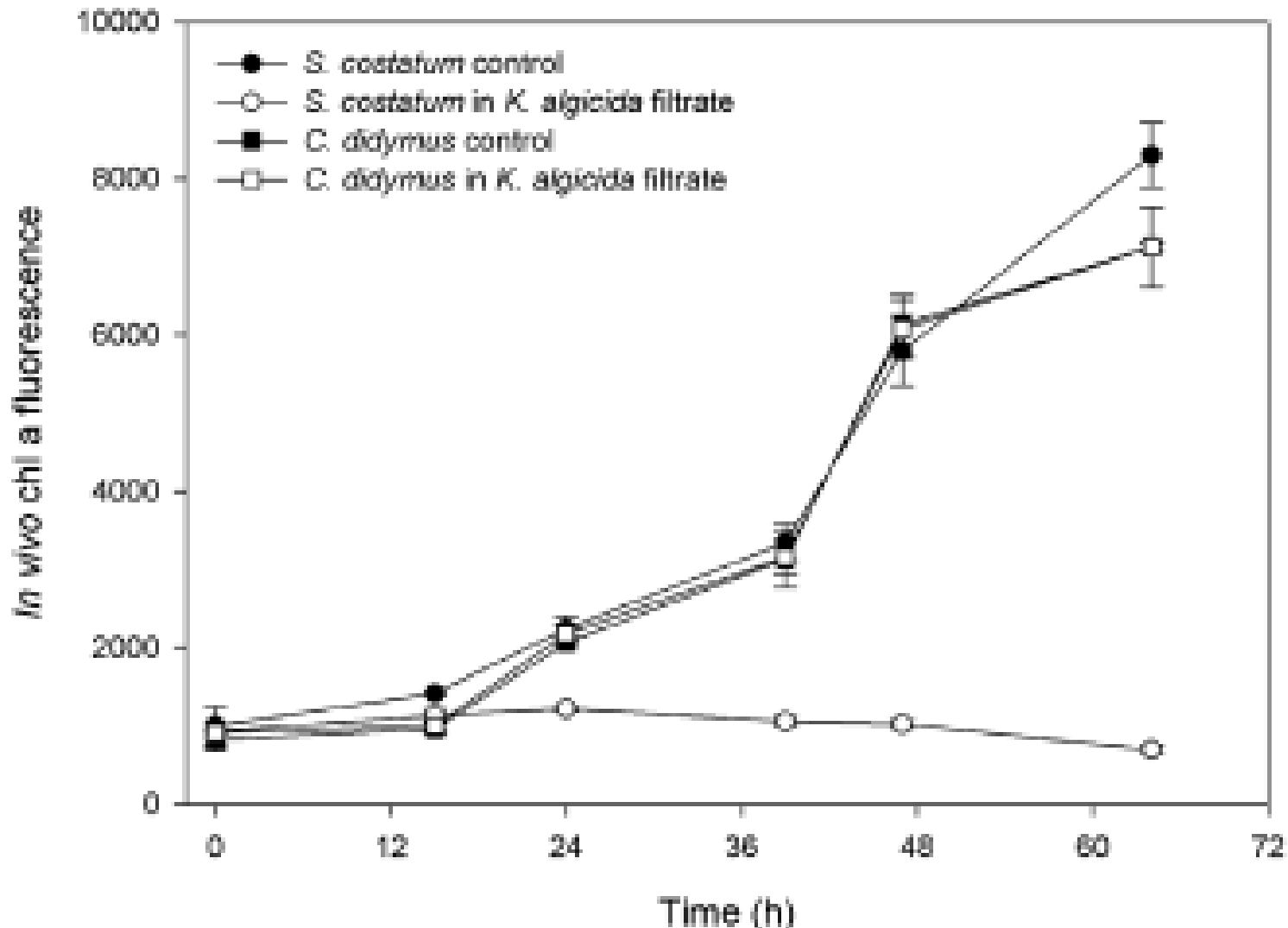
De Mulholland y Lee(2009)



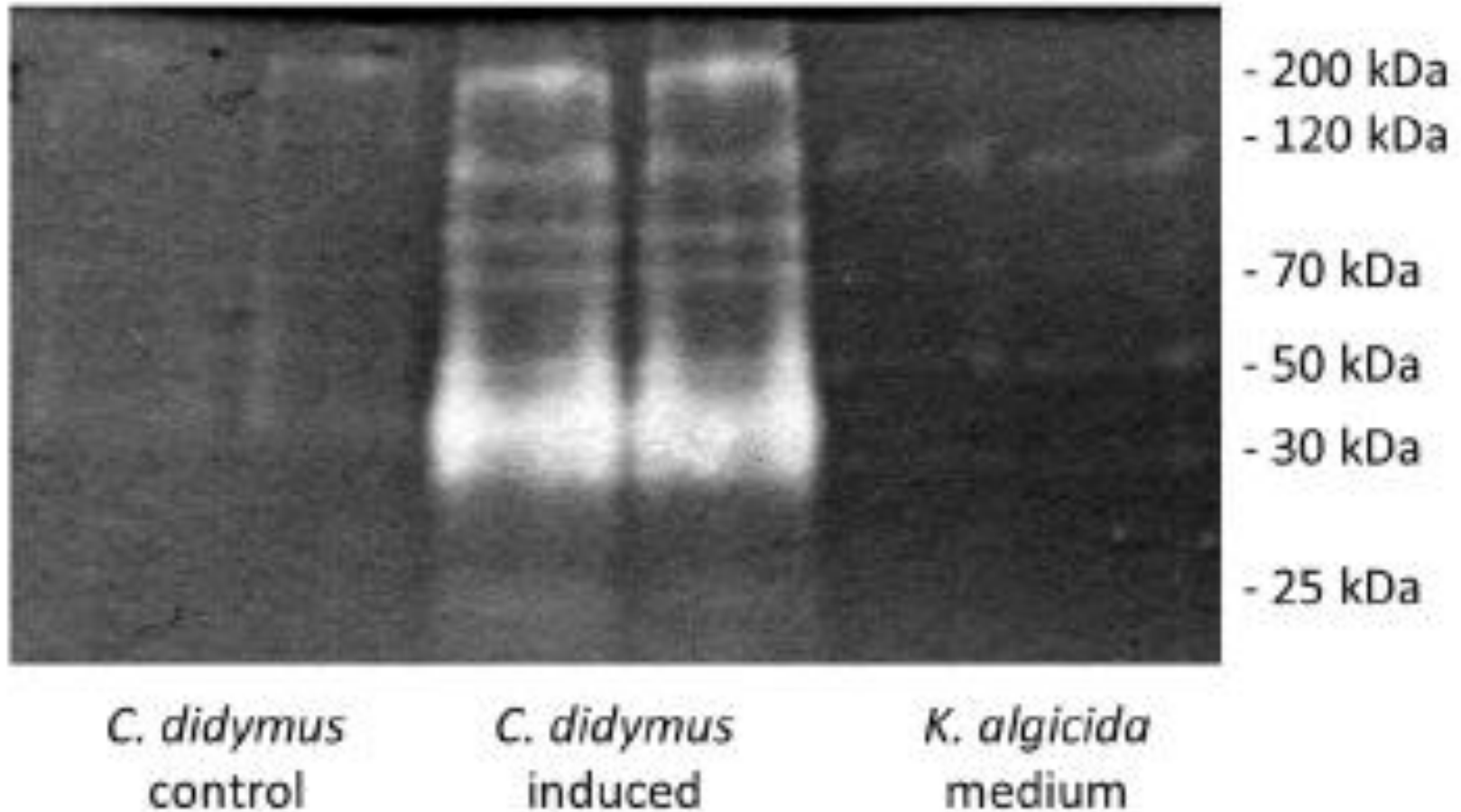


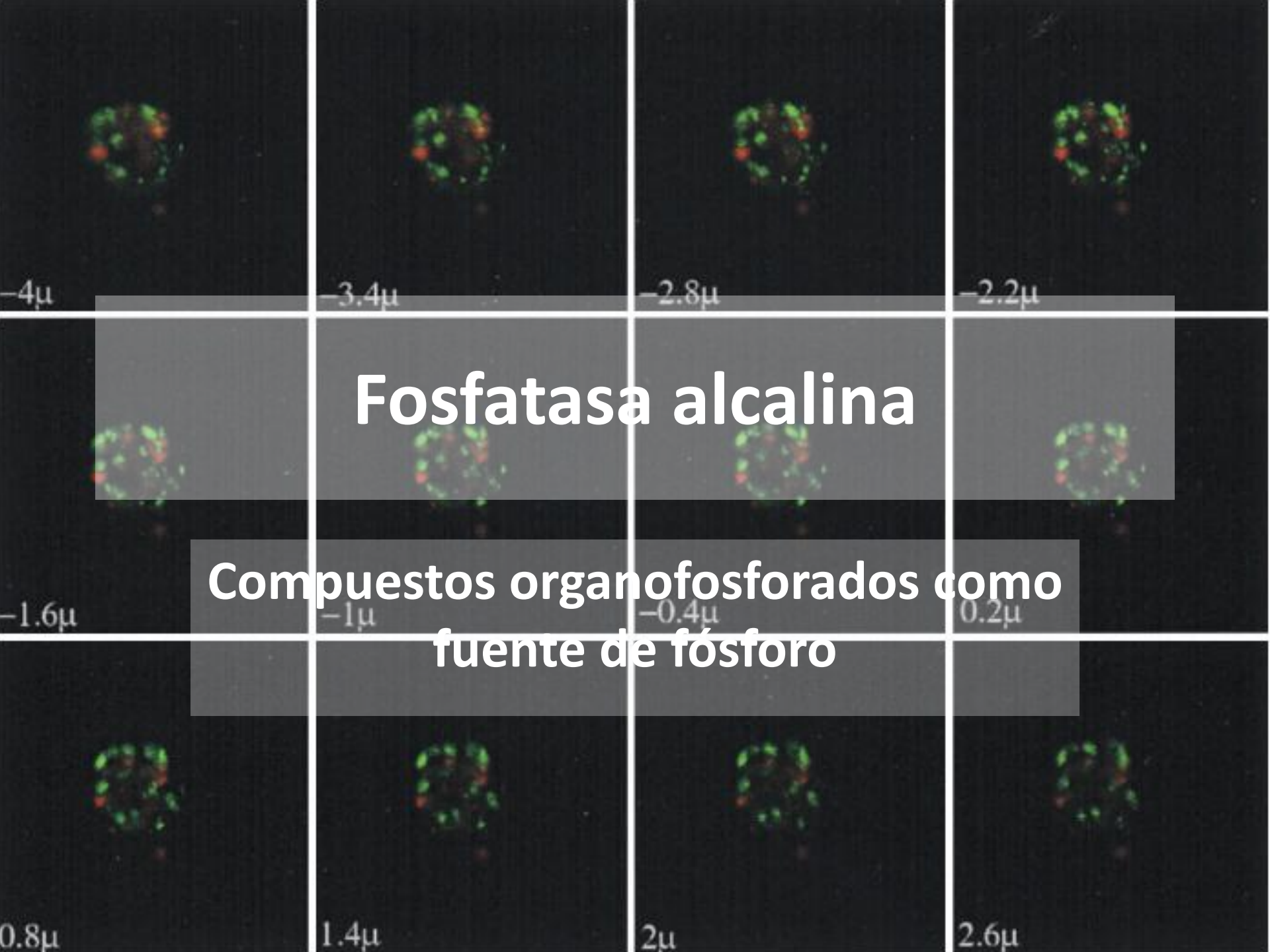
De Mulholland y Lee(2009)

# Proteasas e interacción bacterias-diatomeas fitoplanctónicas



# Proteasa antibacteriana



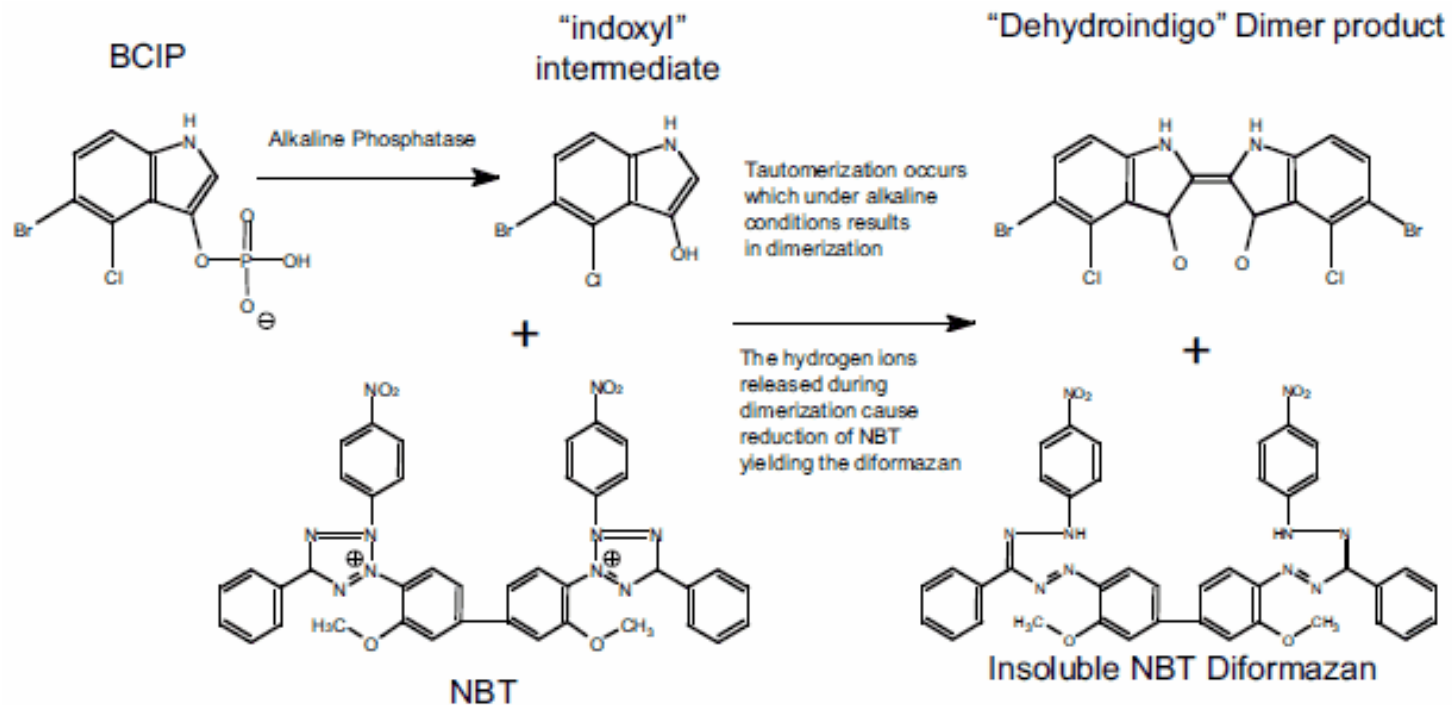


**Fosfatasa alcalina**

**Compuestos organofosforados como  
fuente de fósforo**



# Observación de actividad fosfatasa *in situ*

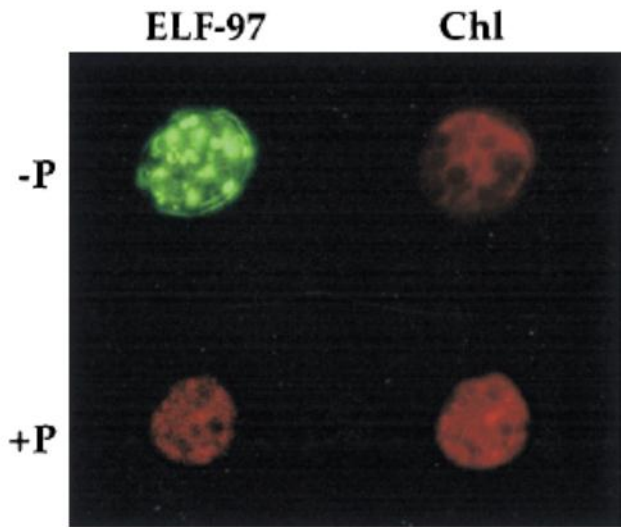


Con colorantes de la familia de los azo  
4-bromo-3-cloro-indolilfosfato (BCIP)

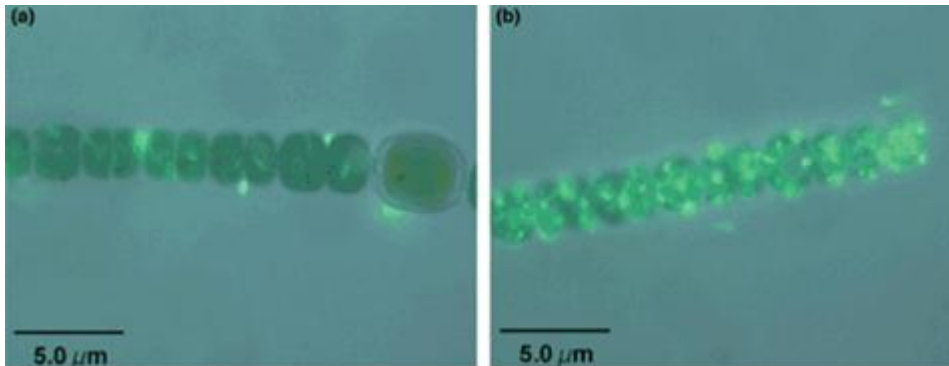
*Didymosphenia geminata*  
(Elwood y Whitton 2007)



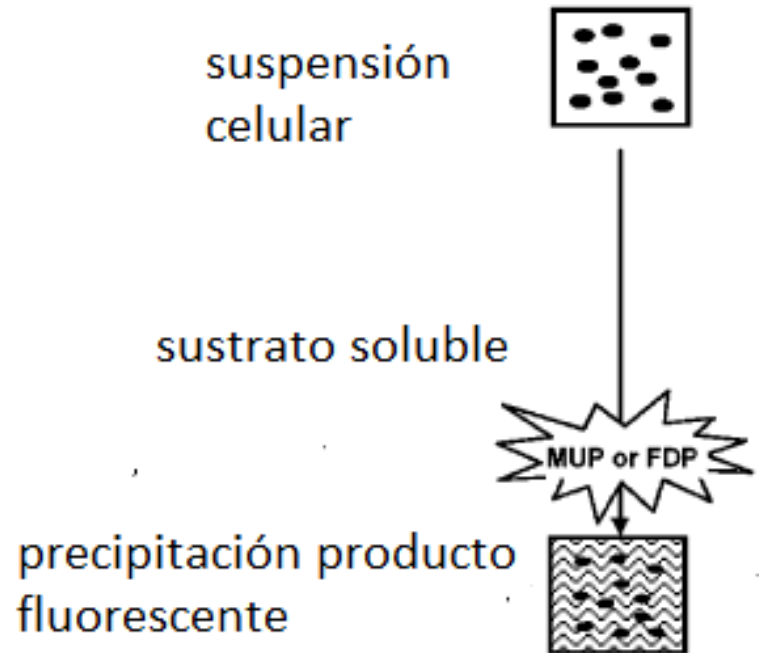
# Sustrato fosforado unido a marcador fluorescente (ELFP o P-metilumbeliferona)



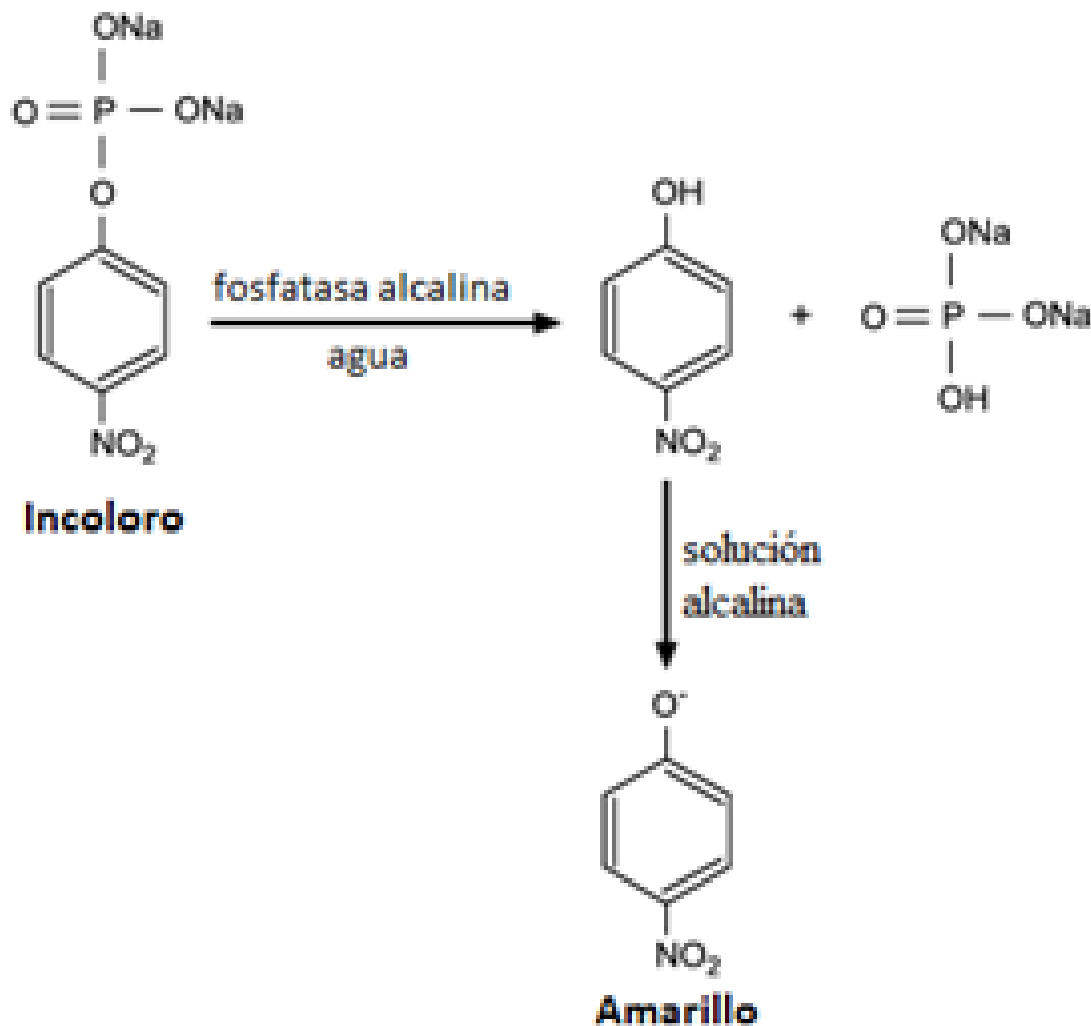
*Prorocentrum minimum*  
(Dyhrman y Palenik 1999)



*Anabaena variabilis*  
(Dignum y otros 2004)



# Fosfato de *p*-nitrofenilo sustrato de la fosfatasa alcalina



- Fosfatasas constituyen familia de enzimas (PhoA y PhoV asociadas a paredes, mucílagos y espacio periplasmático)
- En cianobacterias, algas verdes, diatomeas, algas rojas, dinoflagelados. En general menos frecuente en algas fagotróficas y más frecuentes en osmotróficas.