

¿Qué mecanismos fisiológicos explican el éxito de las cianobacterias?

¿Qué sabemos y cuáles son los gaps de conocimiento para mejorar las estrategias de control?

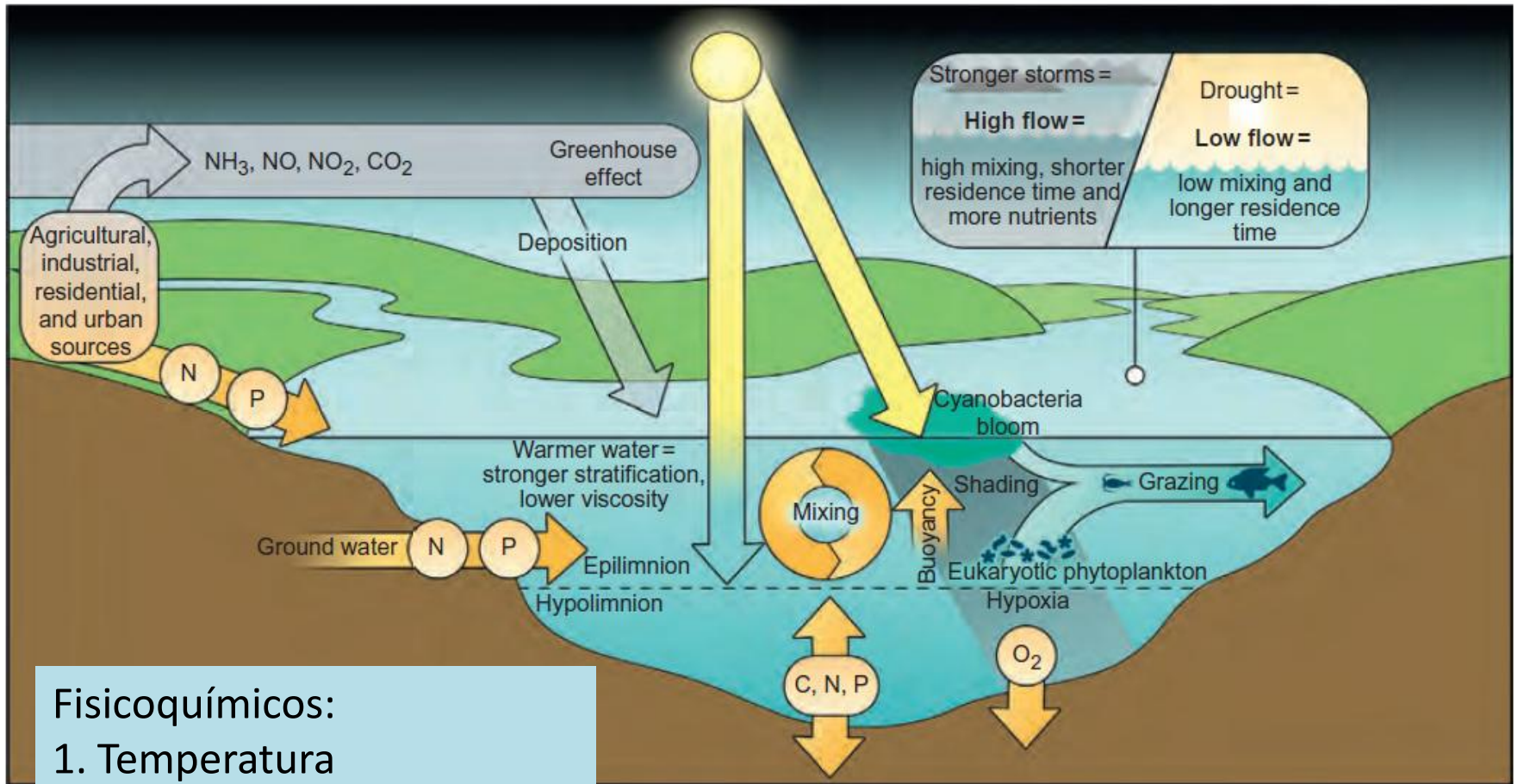


Luis Aubriot

laubriot@fcien.edu.uy

Harmful Algal Blooms

Freshwater Algae of North America. I



Fisicoquímicos:

1. Temperatura
2. Luz y zona de mezcla
3. Hidrología
4. Nutrientes

Chapter 20

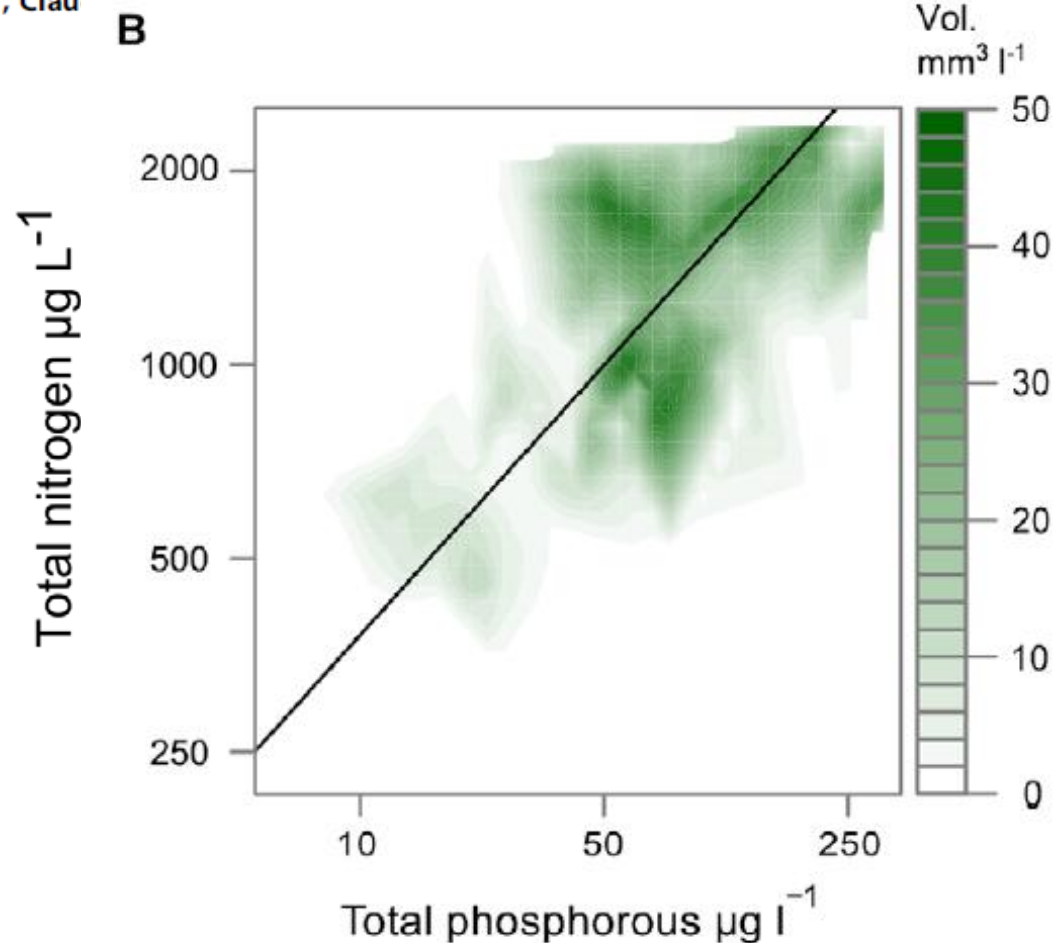
Nutrientes Fósforo y Nitrógeno

OPEN ACCESS Freely available online

PLoS one 2012

Cyanobacteria and Cyanotoxins: The Influence of Nitrogen versus Phosphorus

Andrew M. Dolman^{1*}, Jacqueline Rücker¹, Frances R. Pick², Jutta Fastner³, Thomas Rohrlack⁴, Ute Mischke⁵, Clau



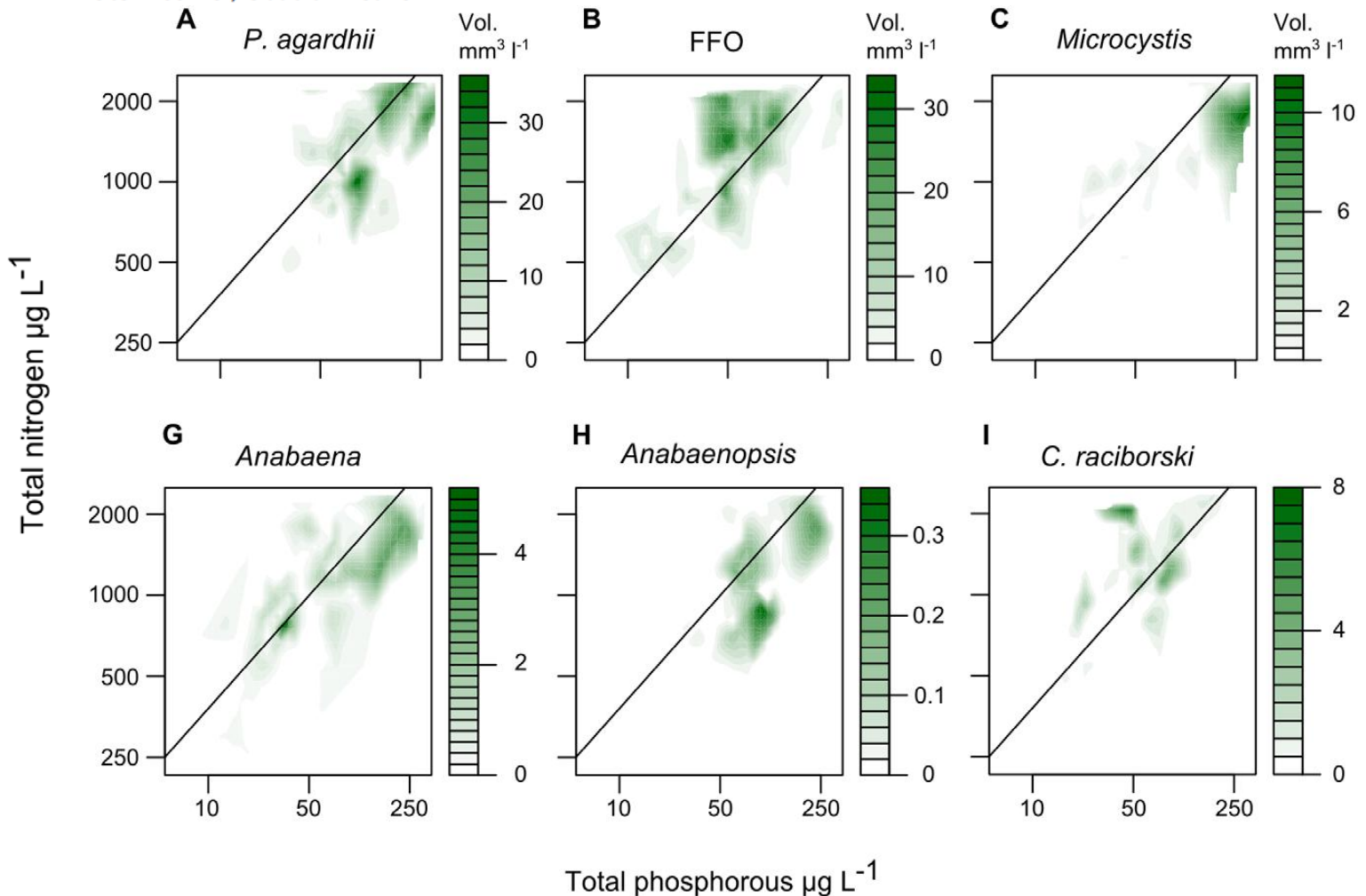
Nutrientes Fósforo y Nitrógeno

OPEN ACCESS Freely available online

PLoS one 2012

Cyanobacteria and Cyanotoxins: The Influence of Nitrogen versus Phosphorus

Andrew M. Dolman^{1*}, Jacqueline Rücker¹, Frances R. Pick², Jutta Fastner³, Thomas Rohrlack⁴, Ute Mischke⁵, Claudia Wiedner¹



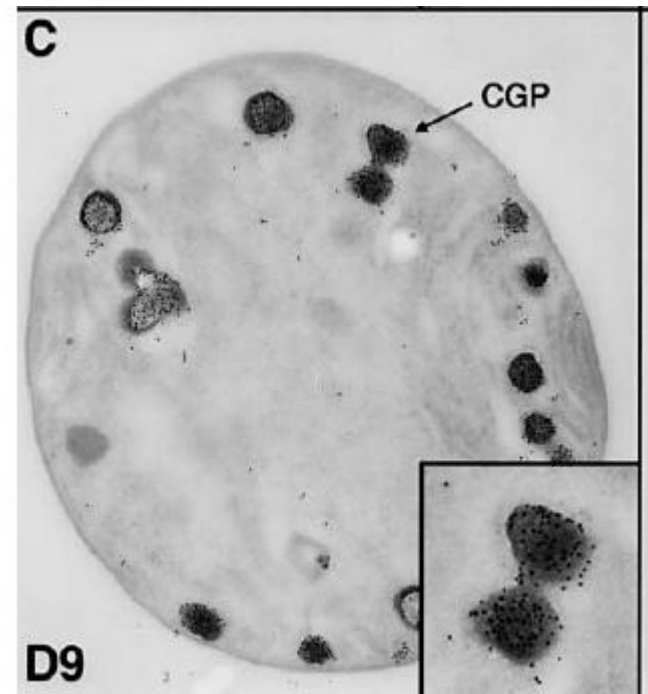
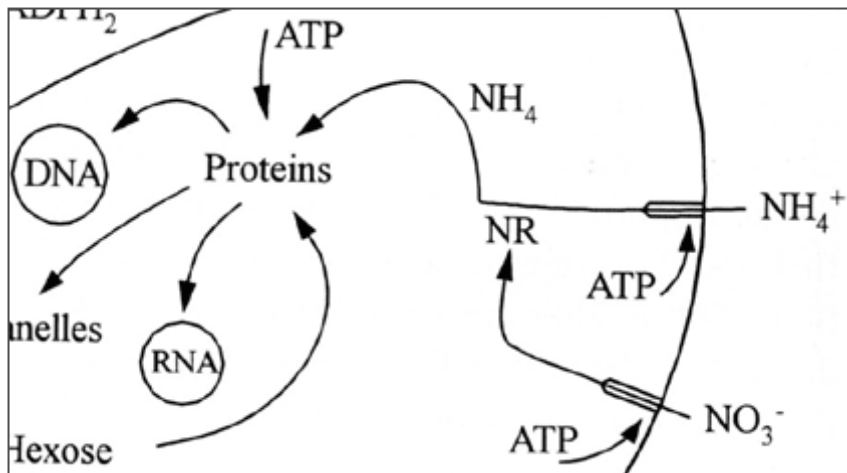
Nitrógeno

→ aminoácidos y proteínas (3% peso seco)

→ capacidad de almacenar N es restringida: cianoficina → polipéptidos condensados

Preferencias: $\text{NH}_4 > \text{NO}_3 > \text{N}_2$

→ $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$ son reducidos nitrato-nitrito-reductasas NR → NH_4^+

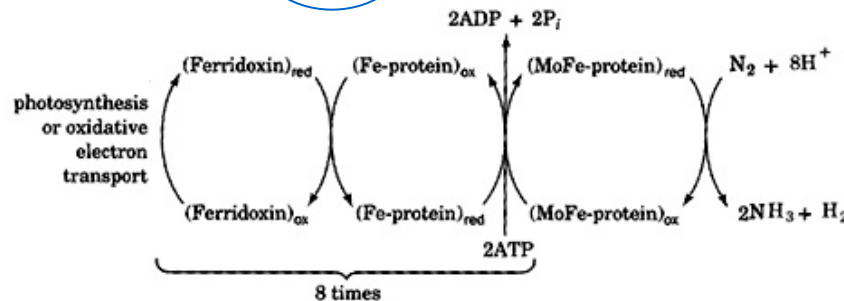


Cianoficina CGP (copolímero de aspartato y arginina)

Nitrógeno

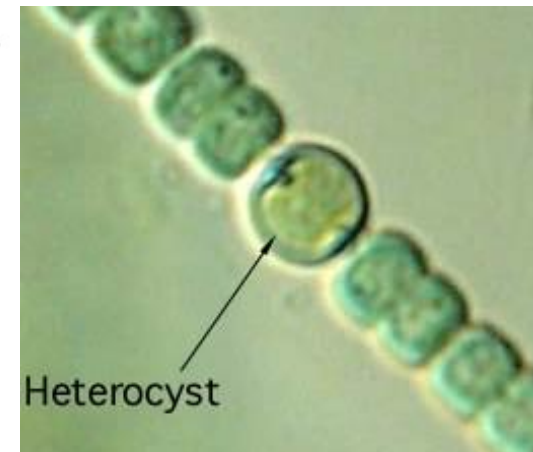
→ N₂: Principal reservorio de nitrógeno en agua

- N₂ atmosférico es convertido a NH₃
- Procariotas (bacterias y cianobacterias)
- Proceso enzimático, nitrogenasa – rica en **Fe**



→ **Heterocitos** – paredes engrosadas (O₂ bloquea actividad nitrogenasa)

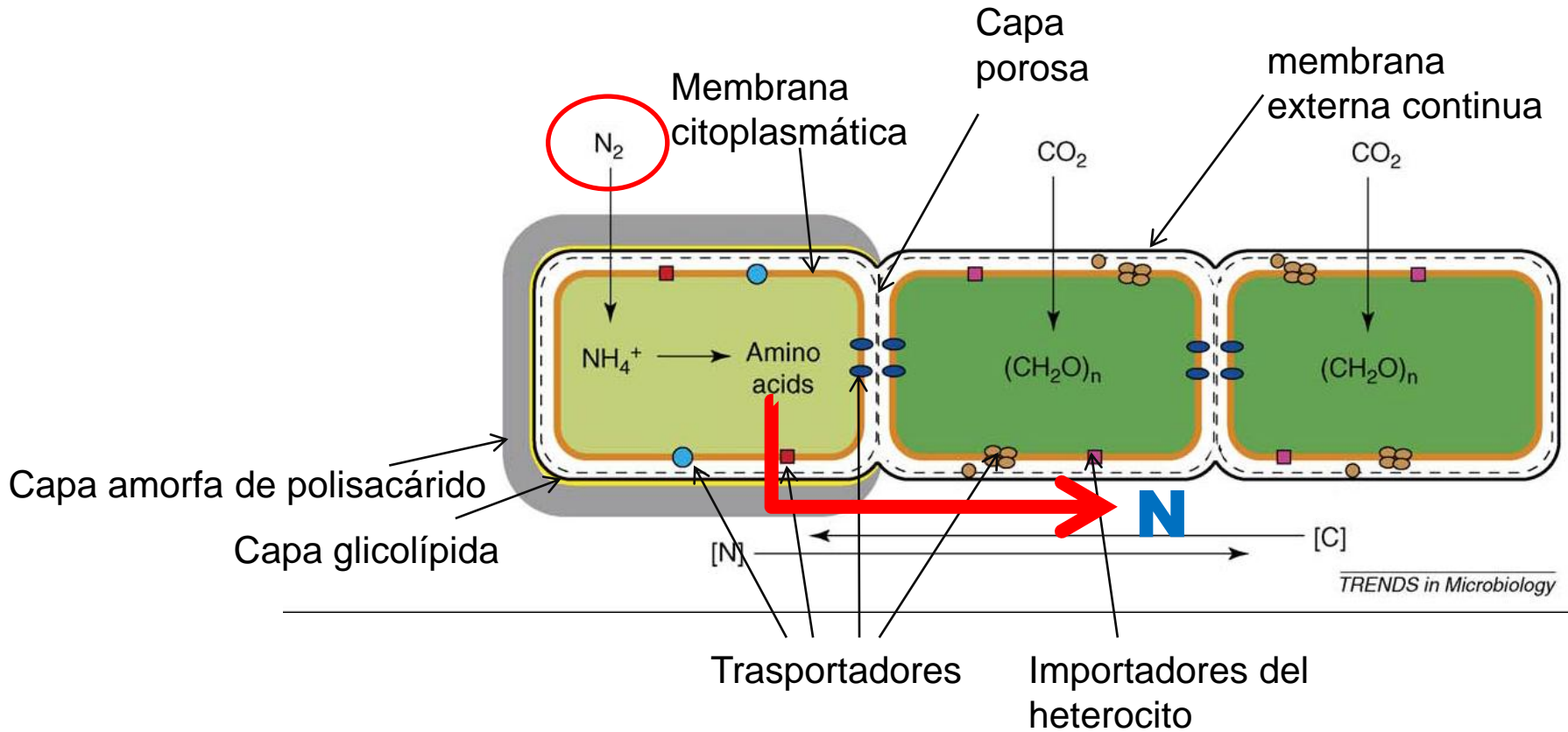
→ Bajo NH₄⁺ y NO₃⁻ estimula formación/función de heterocitos



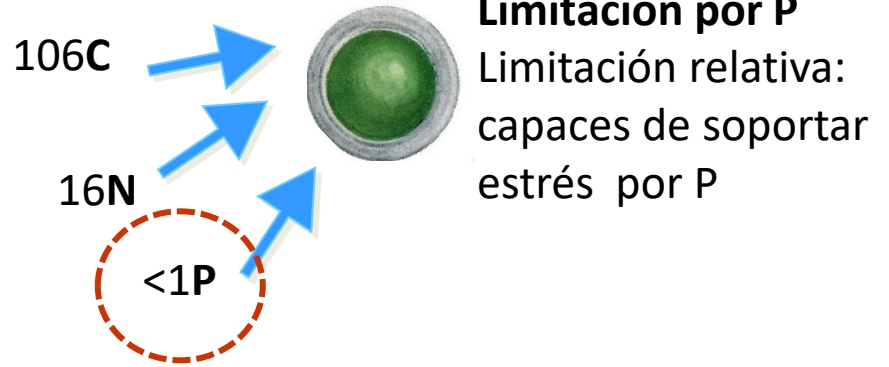
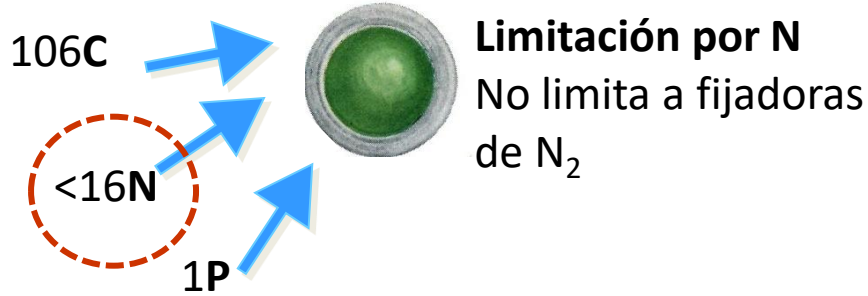
Nitrógeno

Fijación N_2

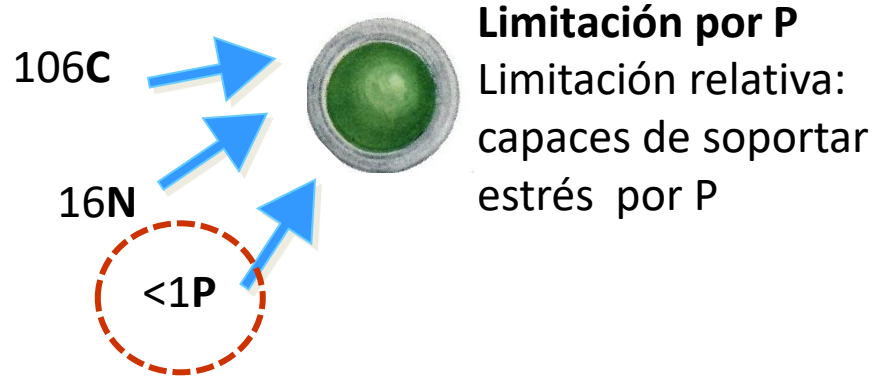
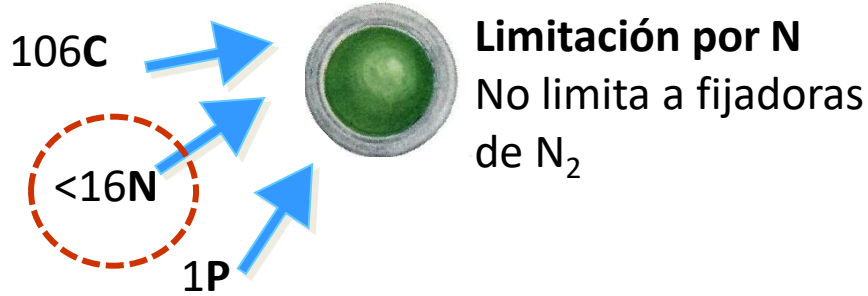
Transporte inter-celular de N



Estado nutricional



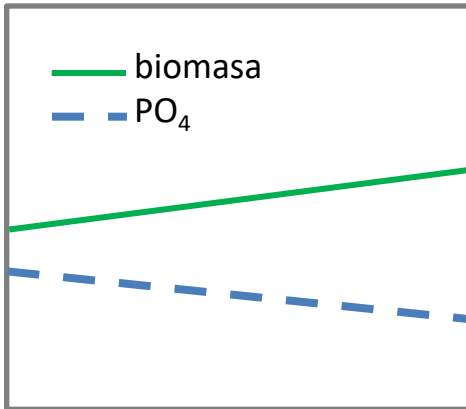
Estado nutricional



Crecimiento
Incorporación

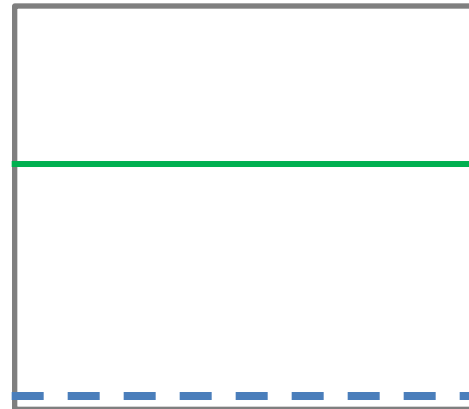
concentración

- Crecimiento **acoplado**
- No limitación



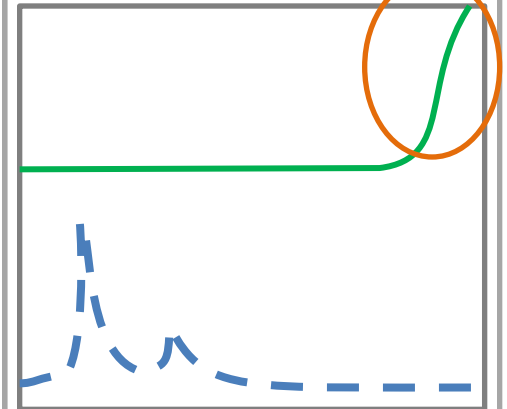
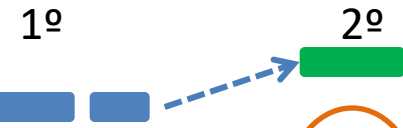
tiempo

- Limitación, estrés o **estado deficiente**
- No incorporación
- No crecimiento



tiempo

- Crecimiento **desacoplado** (reservas de P)

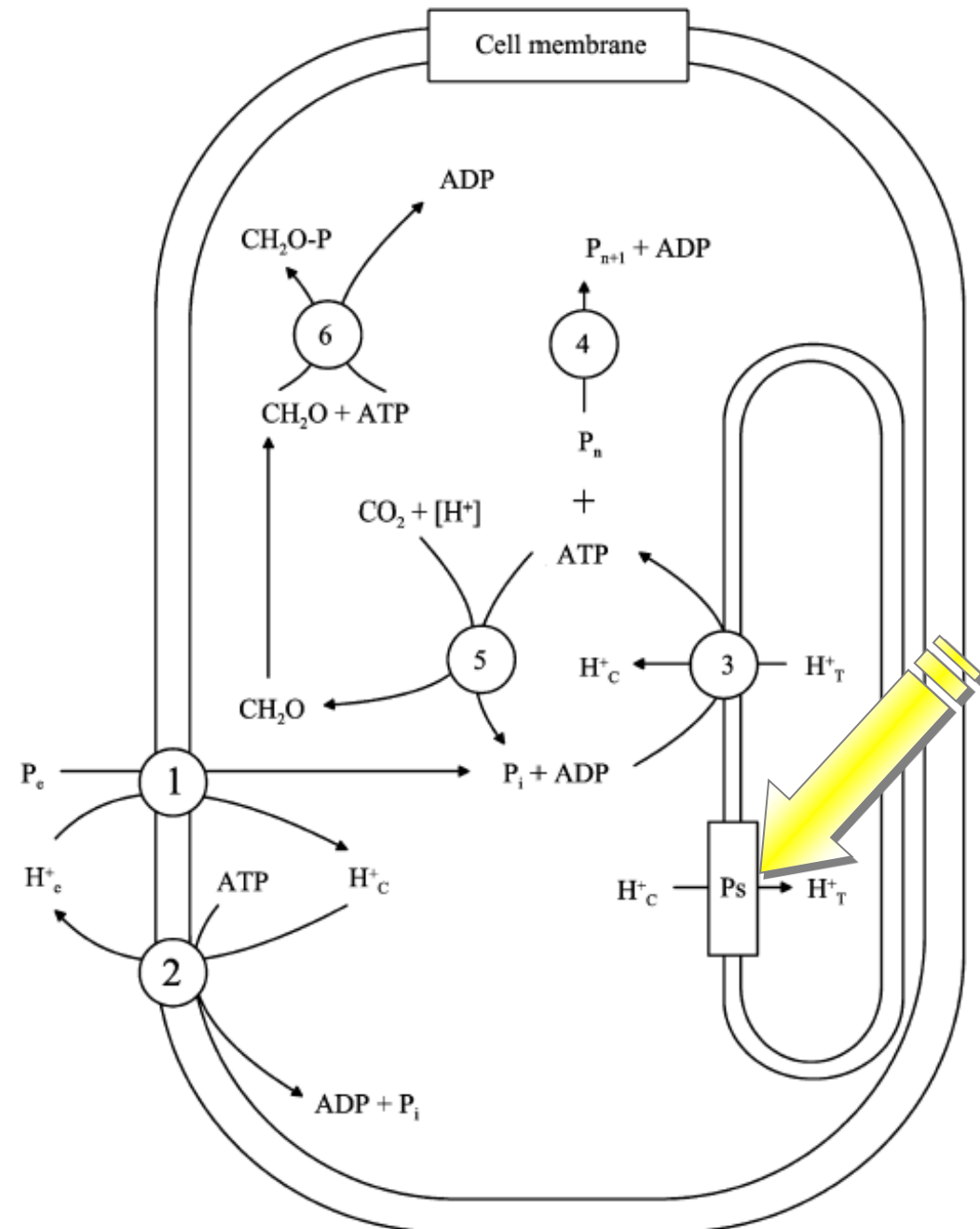
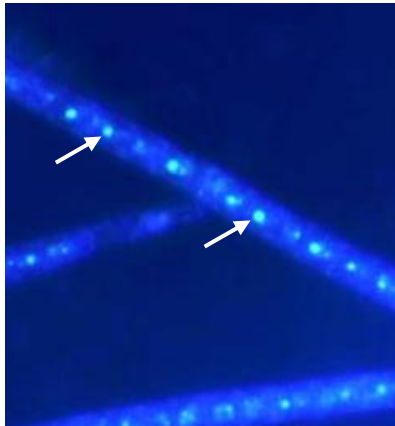


tiempo

FÓSFORO

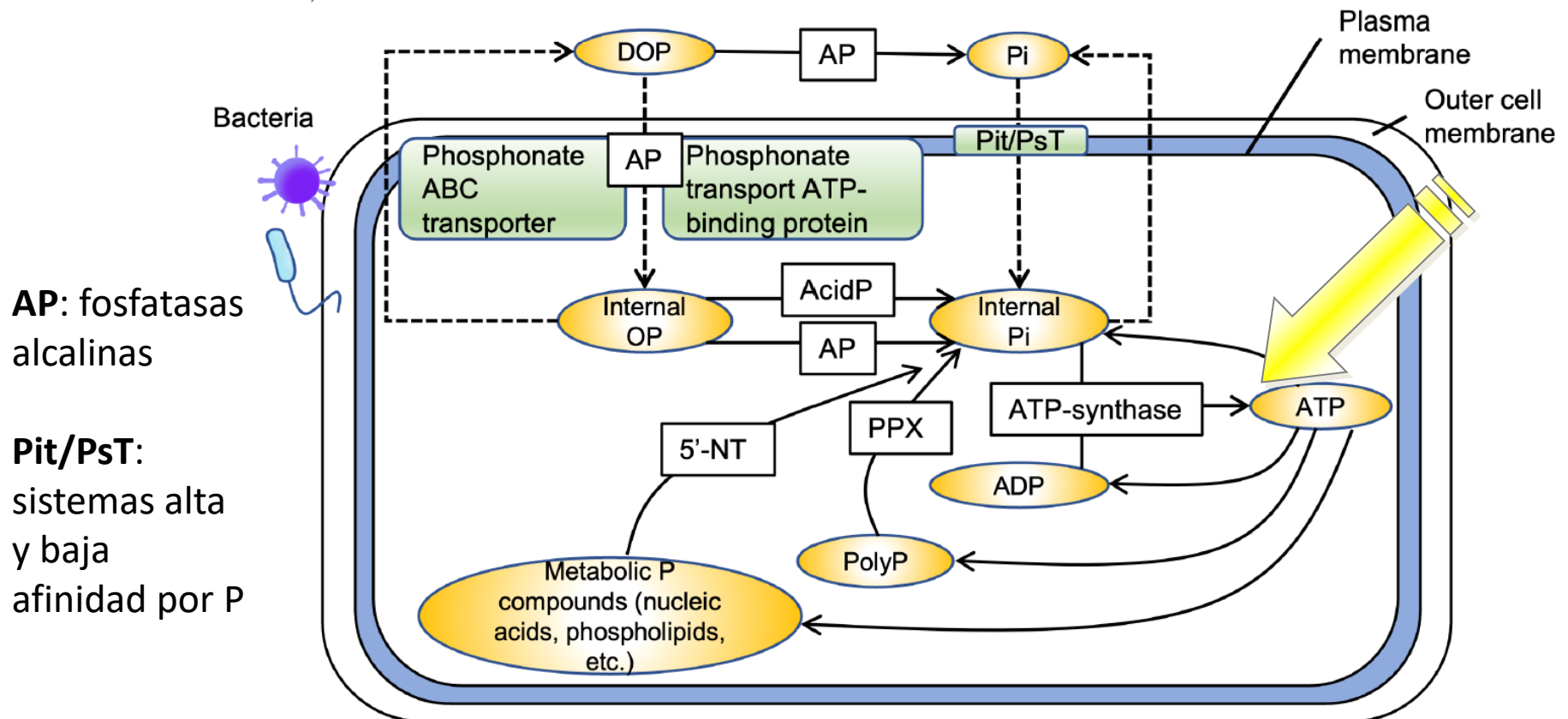
→ ácidos nucleicos, ATP, fosfolípidos

→ gránulos de polifosfato: cadenas de fosfato



Schindler's legacy: from eutrophic lakes to the phosphorus utilization strategies of cyanobacteria

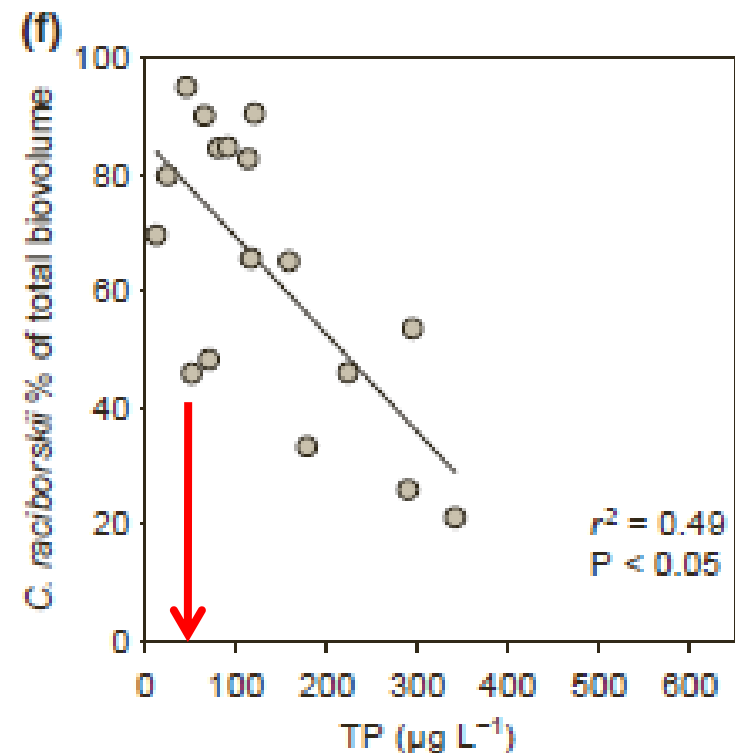
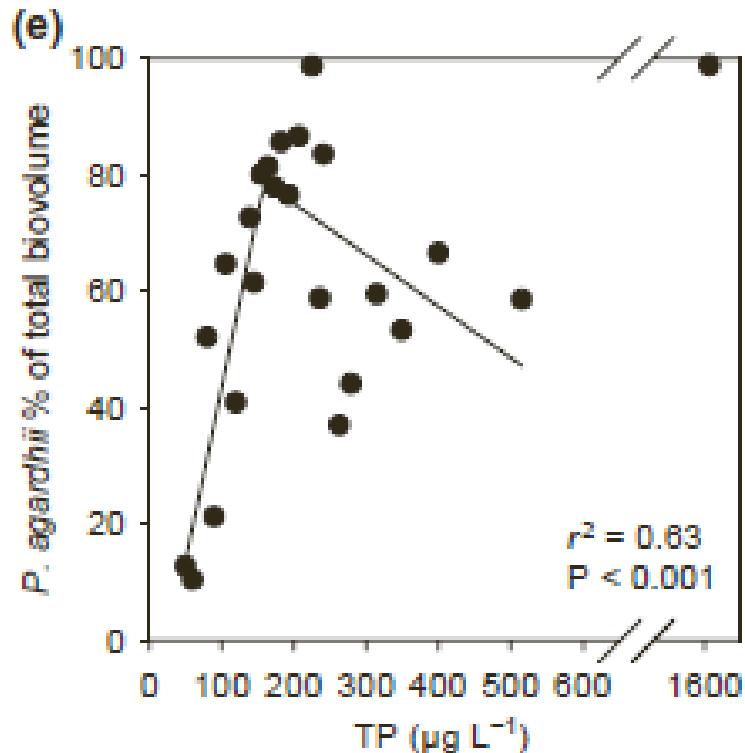
Man Xiao^{1,2,*}, Michele A. Burford¹, Susanna A. Wood³, Luis Aubriot⁴, Bas W. Ibelings⁵, Matthew J. Prentice¹, Elena F. Galvanese^{6,7}, Ted D. Harris⁸, David P. Hamilton¹



RESEARCH ARTICLE

What drives the distribution of the bloom-forming cyanobacteria *Planktothrix agardhii* and *Cylindrospermopsis raciborskii*?

Sylvia Bonilla¹, Luis Aubriot¹, Maria Carolina S. Soares², Mauricio González-Piana¹, Amelia Fabre¹, Vera L.M. Huszar³, Miquel Lüring^{4,5}, Dermot Antoniades¹, Judit Padisák⁶ & Carla Kruk¹



Fósforo: efecto de pulsos en crecimiento

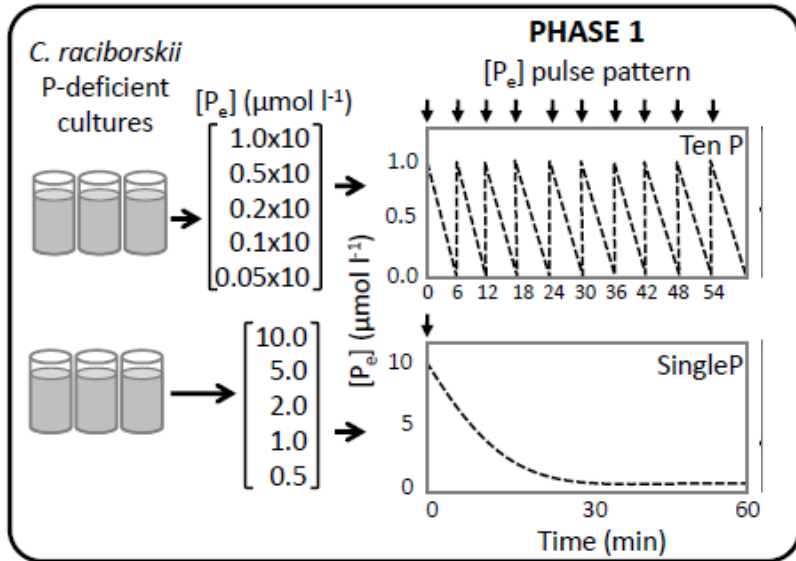
Eur. J. Phycol. (2014), 49(1): 134–141



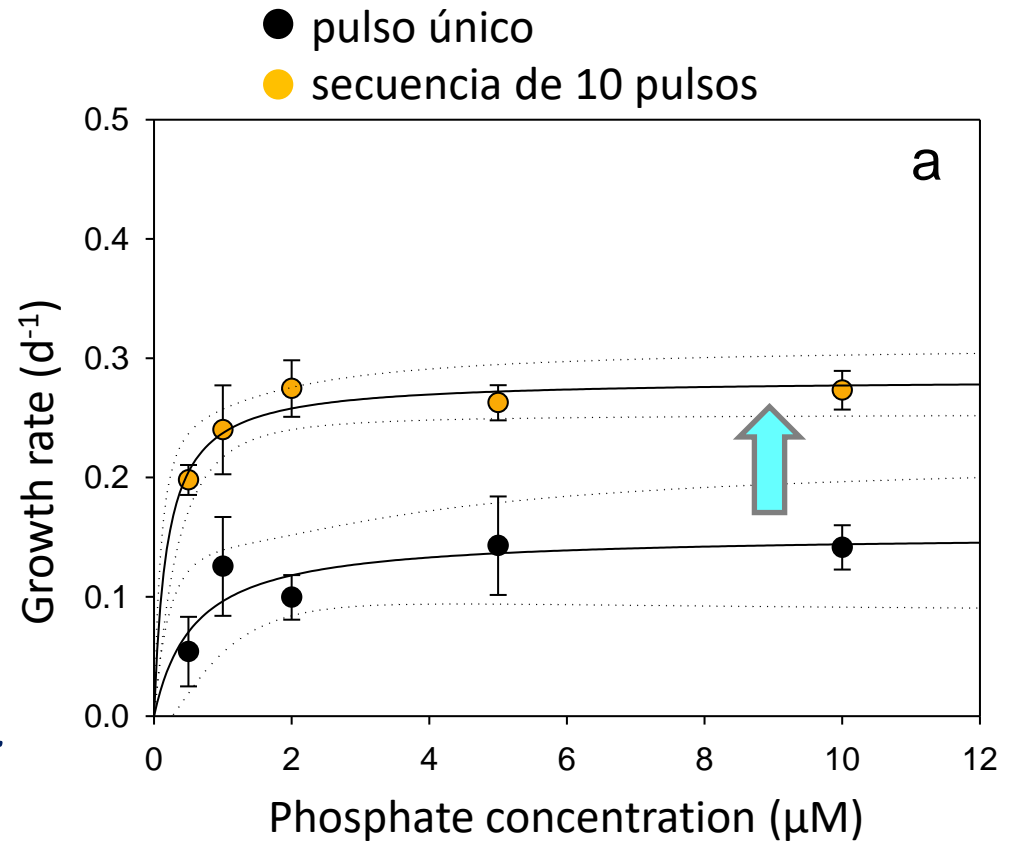
Growth optimization of the invasive cyanobacterium *Cylindrospermopsis raciborskii* in response to phosphate fluctuations

VALENTINA AMARAL*, SYLVIA BONILLA AND LUIS AUBRIOT

Sistema “sensor” de P ambiental



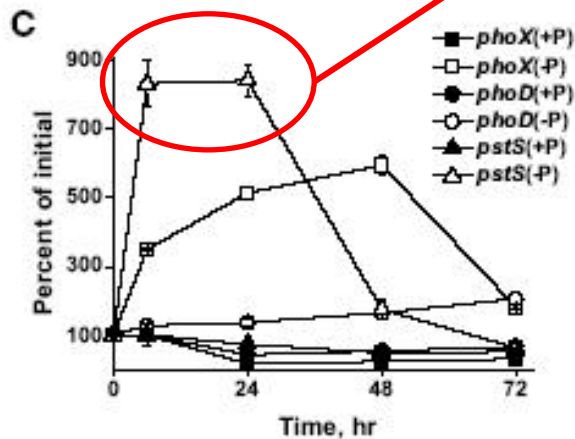
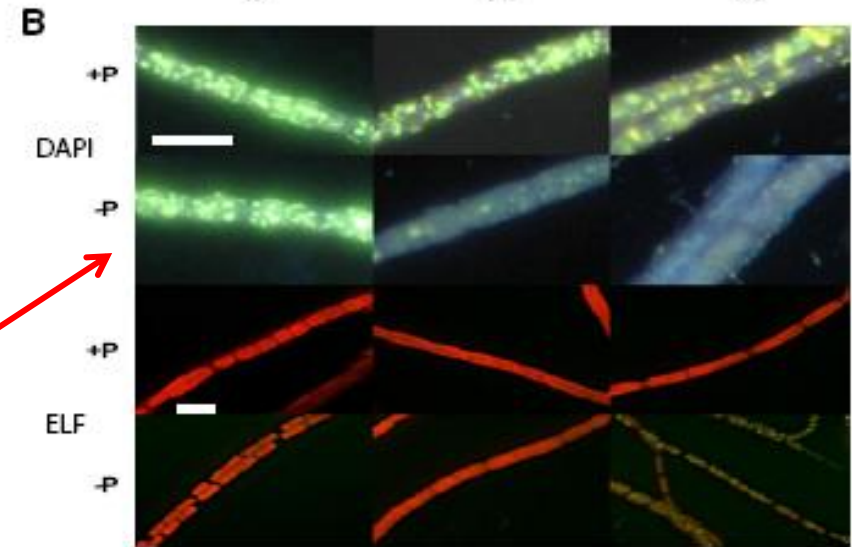
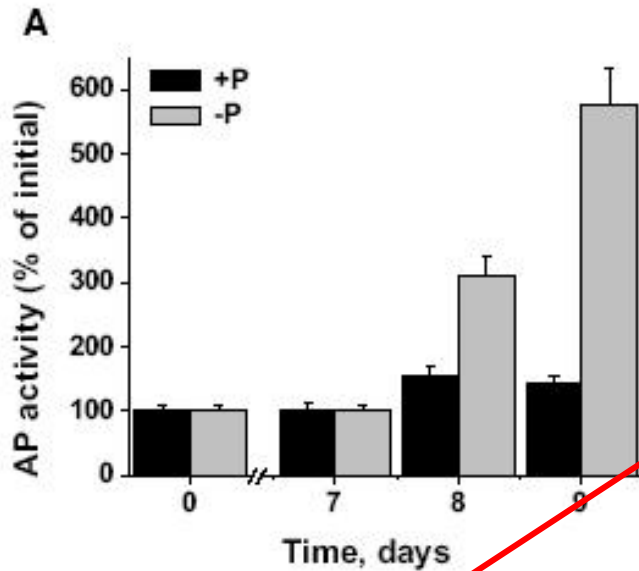
Cylindrospermopsis raciborskii
MVCC19



FÓSFORO

Expresión génica de **fosfatasa alcalinas PhoA** y **transportadores de alta afinidad por P pstS**

Respuesta de *Aphanizomenon*



Sistema “sensor” de P ambiental

Bar-Yosef et al. 2010 Current Biology

Interacciones N y P

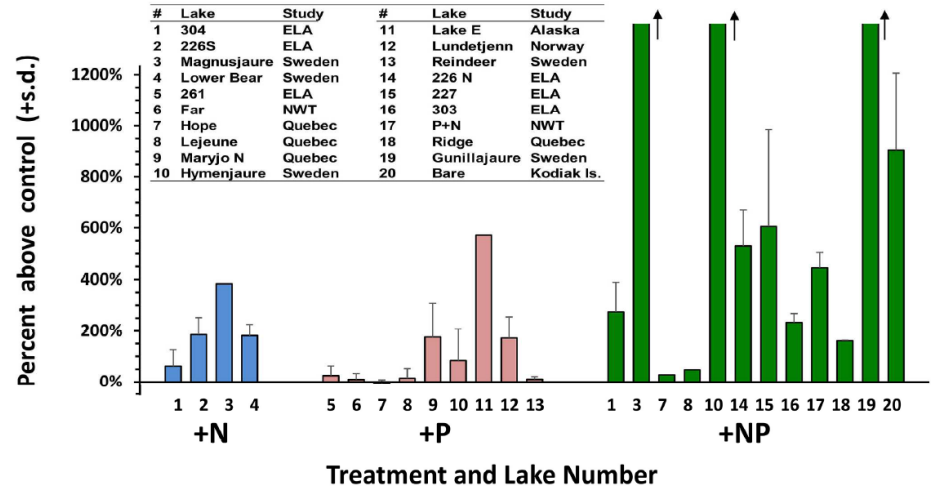
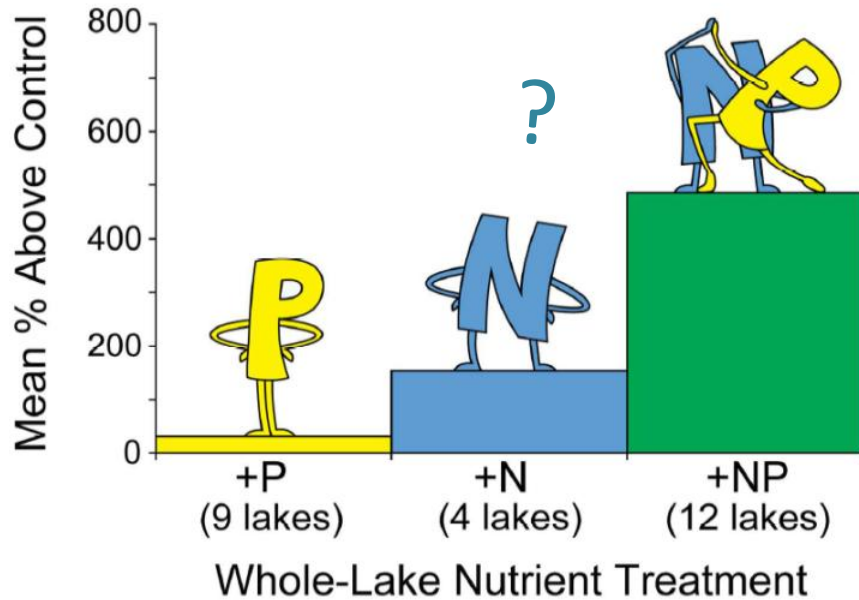


Subscriber access provided by UNIV NEW ORLEANS

Policy Analysis

It takes two to tango: When and where dual nutrient (N & P) reductions are needed to protect lakes and downstream ecosystems

Hans W. Paerl, J. Thad Scott, Mark J. McCarthy, Silvia E. Newell, Wayne Gardner, Karl E. Havens, Daniel K Hoffman, Steven W. Wilhelm, and Wayne A. Wurtsbaugh



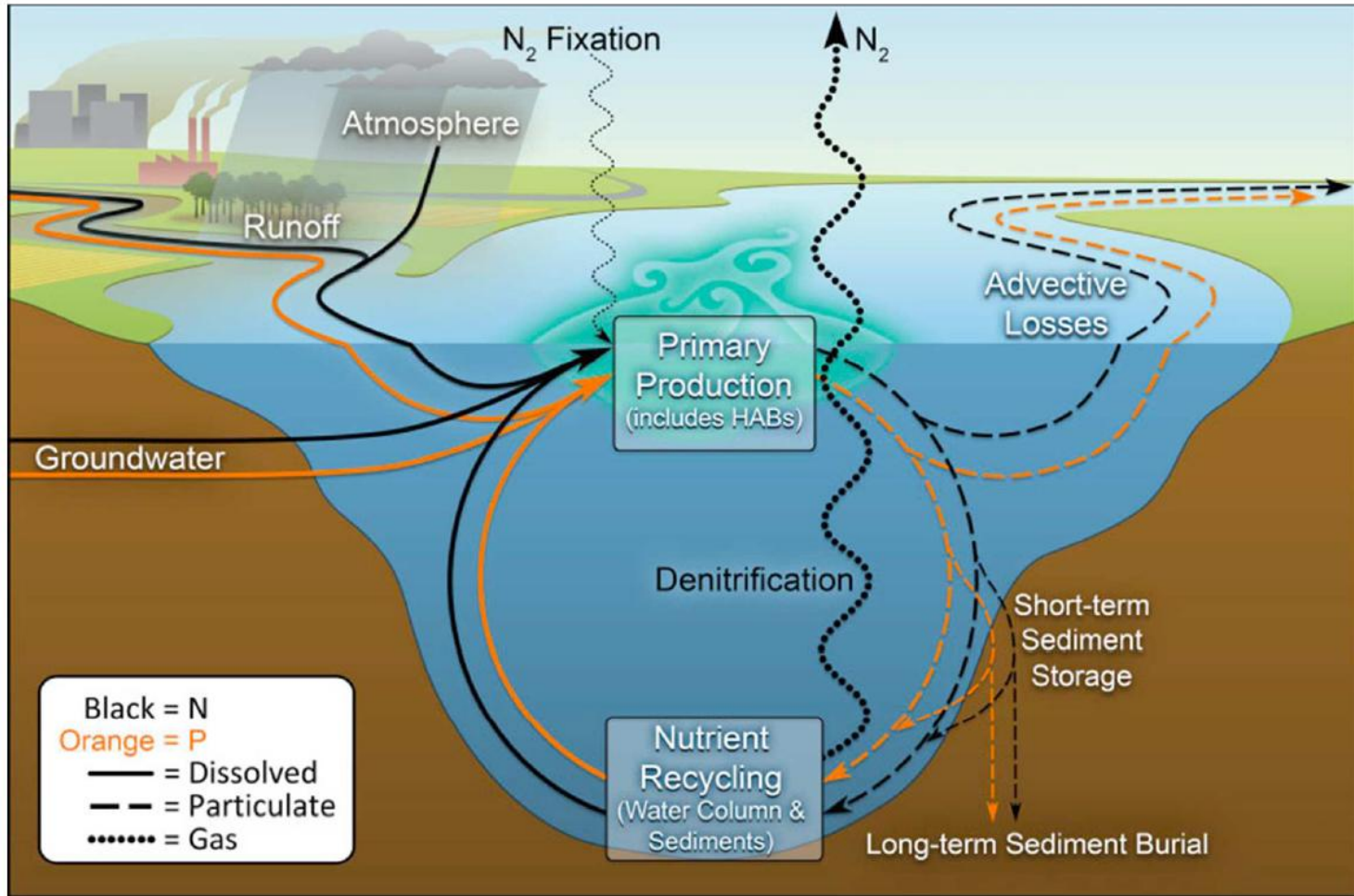
Mayor frecuencia de limitación por N en lagos eutróficos.

1. Efecto capacidad de carga: un nutriente aumenta biomasa hasta que el otro falta.
2. Efecto fisiológico: alivio de limitación por un nutriente facilita acceso al otro.

Policy Analysis

It takes two to tango: When and where dual nutrient (N & P) reductions are needed to protect lakes and downstream ecosystems

Hans W. Paerl, J. Thad Scott, Mark J. McCarthy, Silvia E. Newell, Wayne Gardner, Karl E. Havens, Daniel K Hoffman, Steven W. Wilhelm, and Wayne A. Wurtsbaugh



Interacciones N y P



Subscriber access provided by UNIV OF DURHAM

Environmental Processes

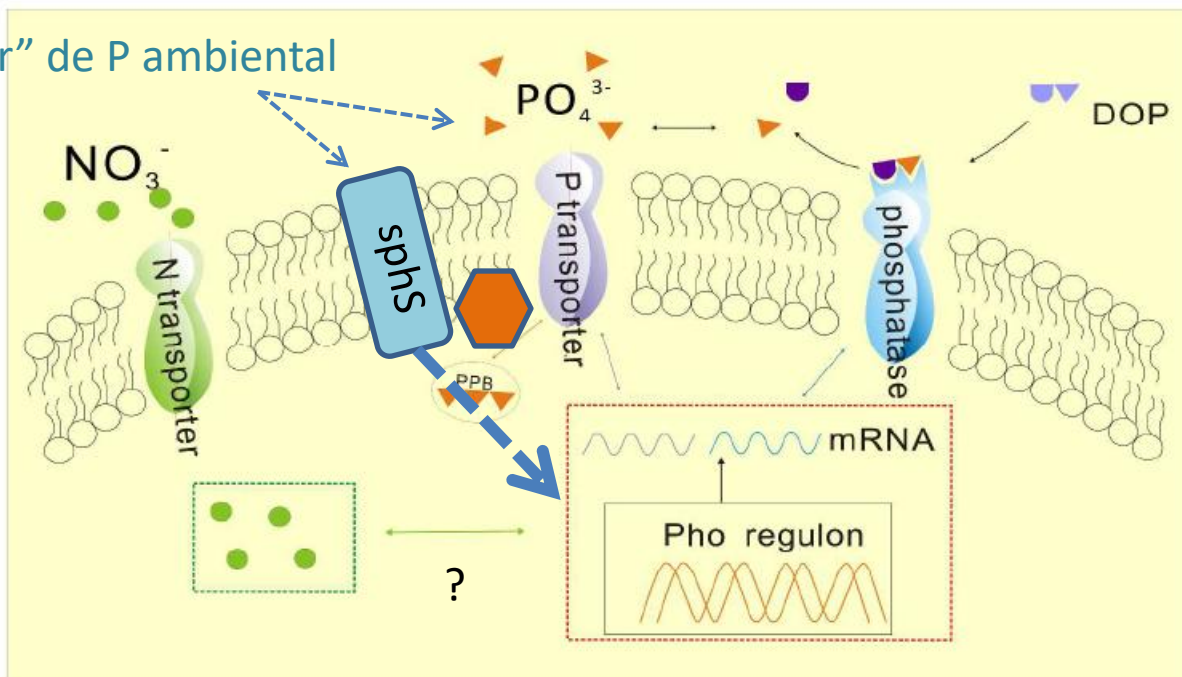
Mutual dependence of nitrogen and phosphorus as key nutrient elements: one facilitates Dolichospermum flos-aquae to overcome limitation by the other

Siyang Wang, Jian Xiao, Lingling Wan, Zijun Zhou, Zhicong Wang, Chunlei Song, Yiyong ZHOU, and Xiuyun Cao

Environ. Sci. Technol., Just Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/acs.est.7b04992 • Publication Date (Web): 24 Apr 2018

Downloaded from <http://pubs.acs.org> on April 24, 2018

Sistema “sensor” de P ambiental



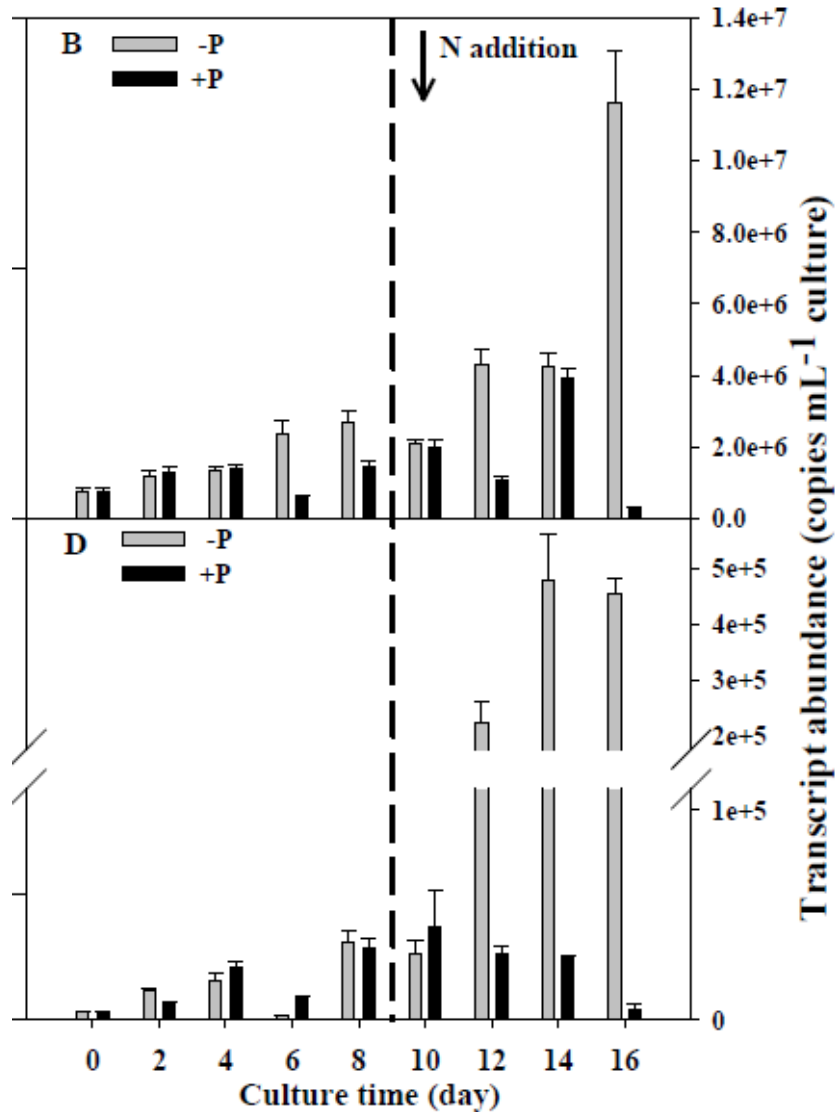
Interacciones: N + P

Mutual dependence of nitrogen and phosphorus as key nutrient elements: one facilitates *Dolichospermum flos-aquae* to overcome limitation by the other

Siyang Wang, Jian Xiao, Lingling Wan, Zijun Zhou, Zhicong Wang, Chunlei Song, Yiyong ZHOU, and Xiuyun Cao

Environ. Sci. Technol., Just Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/acs.est.7b04992 • Publication Date (Web): 24 Apr 2018

Downloaded from <http://pubs.acs.org> on April 24, 2018



2. The expression levels of *pstS* (A) and *phoD* (C) genes in the low phosphorus (-P) cultures relative to those of the high phosphorus (+P) cultures, and a time series of *pstS* (B) and *phoD* (D) gene transcript abundance with low phosphorus (-P) and high phosphorus (+P) concentrations in cultures of *Dolichospermum flos-aquae* CHB 245.

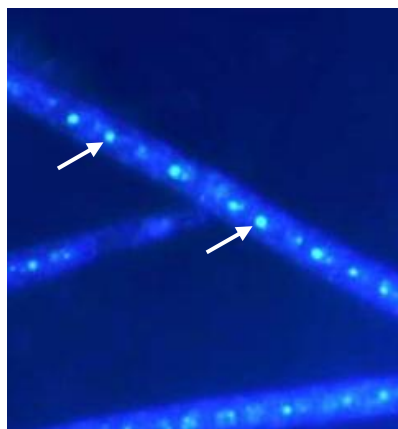
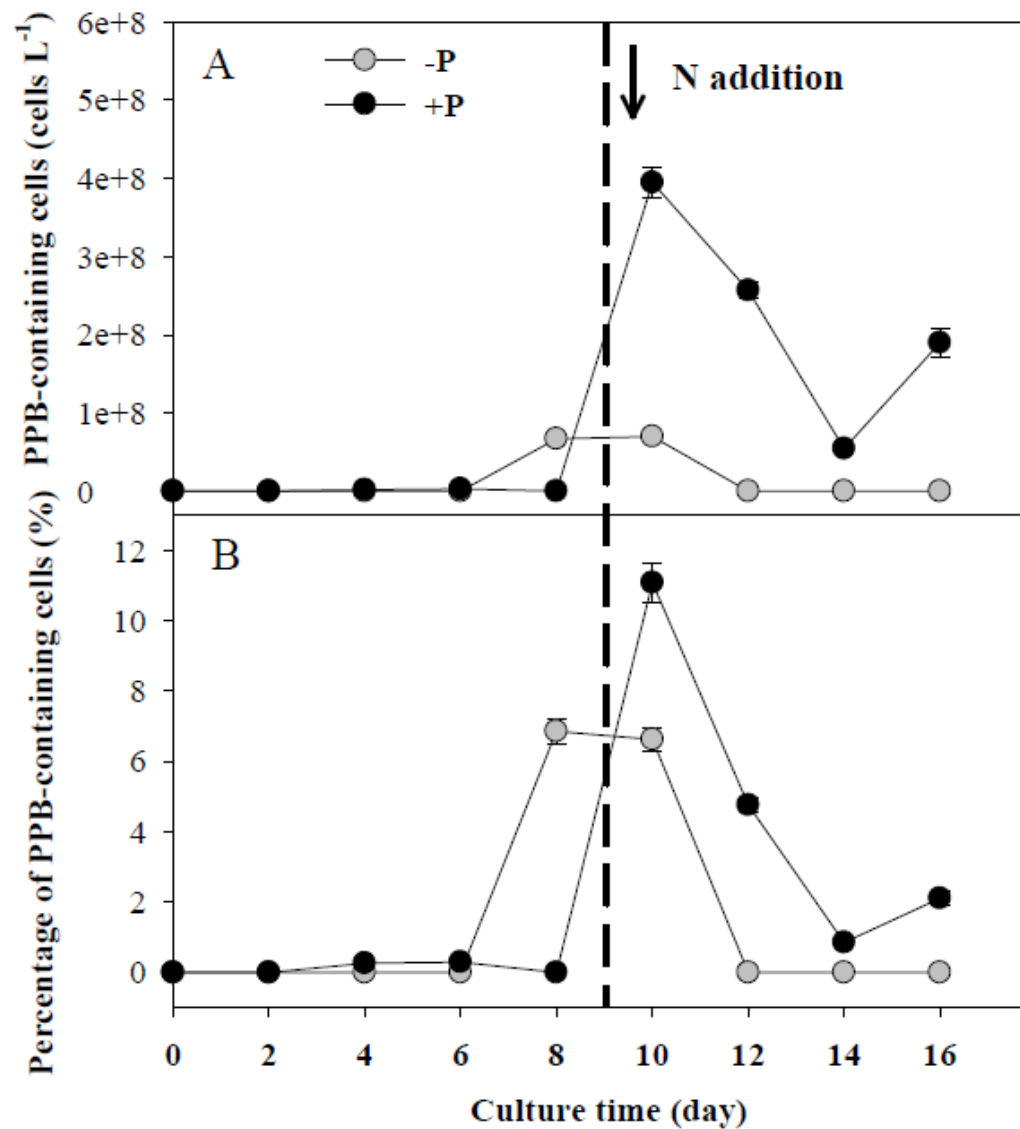
Interacciones: N + P

Mutual dependence of nitrogen and phosphorus as key nutrient elements: one facilitates *Dolichospermum flos-aquae* to overcome limitation by the other

Siyang Wang, Jian Xiao, Lingling Wan, Zijun Zhou, Zhicong Wang, Chunlei Song, Yiyong ZHOU, and Xiuyun Cao

Environ. Sci. Technol., Just Accepted Manuscript • DOI: 10.1021/acs.est.7b04992 • Publication Date (Web): 24 Apr 2018

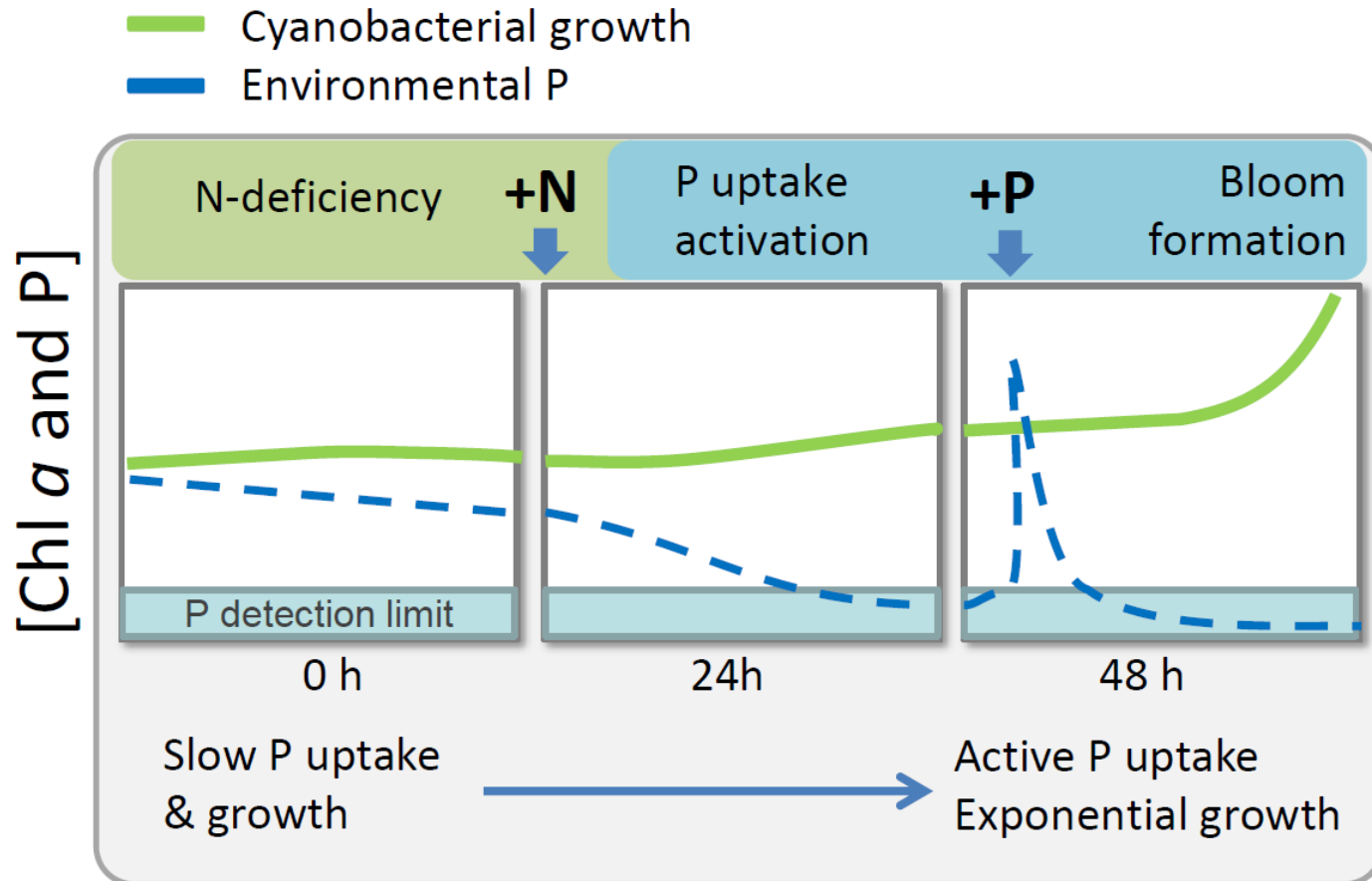
Downloaded from http://pubs.acs.org on April 24, 2018



RESEARCH ARTICLE

Nitrogen availability facilitates phosphorus acquisition by bloom-forming cyanobacteria

Luis Aubriot*



¿Qué sabemos y cuáles son los gaps de conocimiento para mejorar las estrategias de control?

Posibles gaps:

Factores que ayudan a explicar la sobrevivencia al estrés y que favorecen el crecimiento

- Interacciones entre nutrientes: N, P, Fe..
- Papel de formas orgánicas disueltas: reserva de P, N, inhibición
- Interacciones entre nutrientes y factores físicos: temperatura, luz, hidrología
- Interacciones entre cianobacterias y ciano-bacterias: inhibición, facilitación a acceso a nutrientes

Estrategias de control:

1. Disminución de fuentes difusas y puntuales de P, N y MO...
2. Si se cumple (1) (generalmente funciona con las puntuales).

Control de P interno de lagos y embalses:

- **Estrés nutricional:** geoingeniería (La, Al, Ca, Fe), aireación. Obj: atrapar P en sedimentos.

P: difícil de disminuir biomasa por sistemas de alta afinidad y acumulación de pulsos de P.

N: más efectivo pero estimula el crecimiento de fijadoras de N_2 .

Aireación: facilitar co-precipitación de óxidos Fe-P, pero si hay mucho SO_4 secuestra el Fe.. FeS .

- **Floculación y precipitación:** varios elementos y combinaciones. Efecto “rebote”.
- **Ultrasonido:** llave en mano, sin éxitos, solo in vitro.
- **Oxidación:** Peróxido de hidrógeno H_2O_2 : costoso y técnico, lisis celular, liberación de toxinas.
- **Lavado:** Tiempo de residencia (embalses).
- Medias anteriores combinadas.

¿Qué sabemos y cuáles son los gaps de conocimiento para mejorar las estrategias de control?