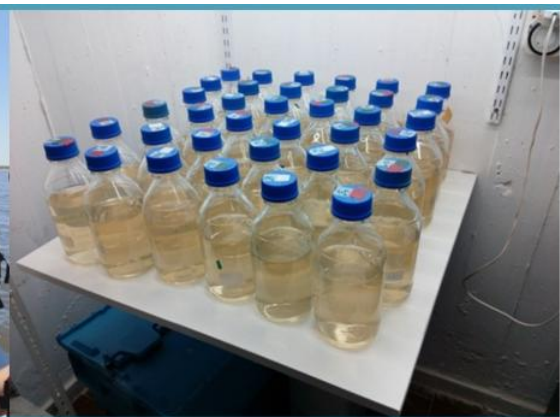


## Floraciones de cianobacterias en embalses del Río Negro

Luis Aubriot

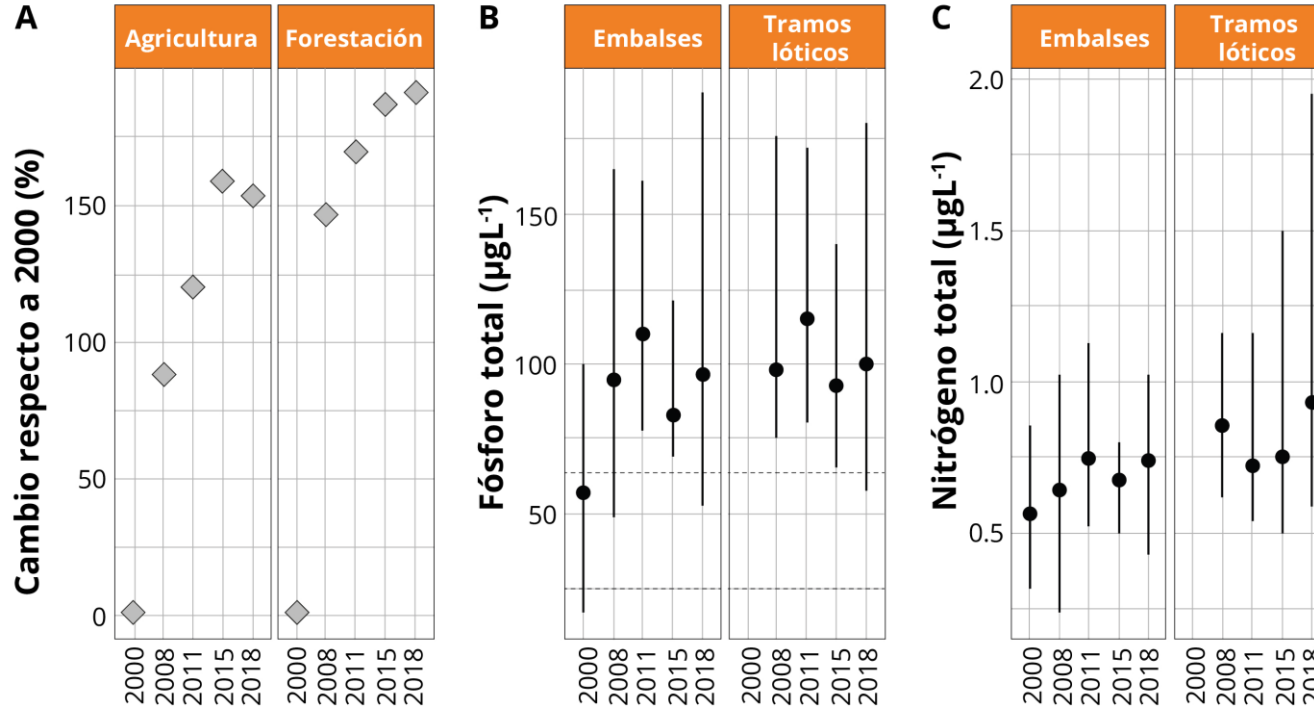
[laubriot@fcien.edu.uy](mailto:laubriot@fcien.edu.uy)



Lucila González-Etchebehere L., Hernán Olano, Sol De Giacomi, Elena Fukasawa Galvanese, Sylvia Bonilla, Bernardo Zabaleta, Signe Haakonsson

# Introducción

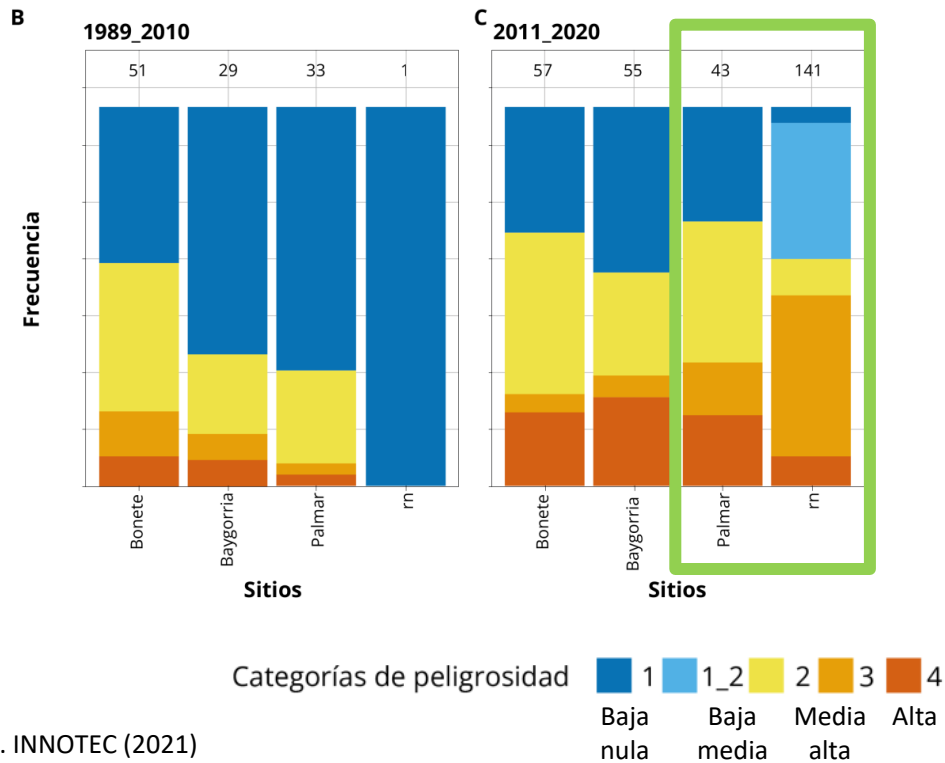
## Río Negro y embalses



Bonilla S., Aubriot L., Haakonsson S., Illarze M., Díaz I., Brena B.. INNOTECH (2021)

# Introducción

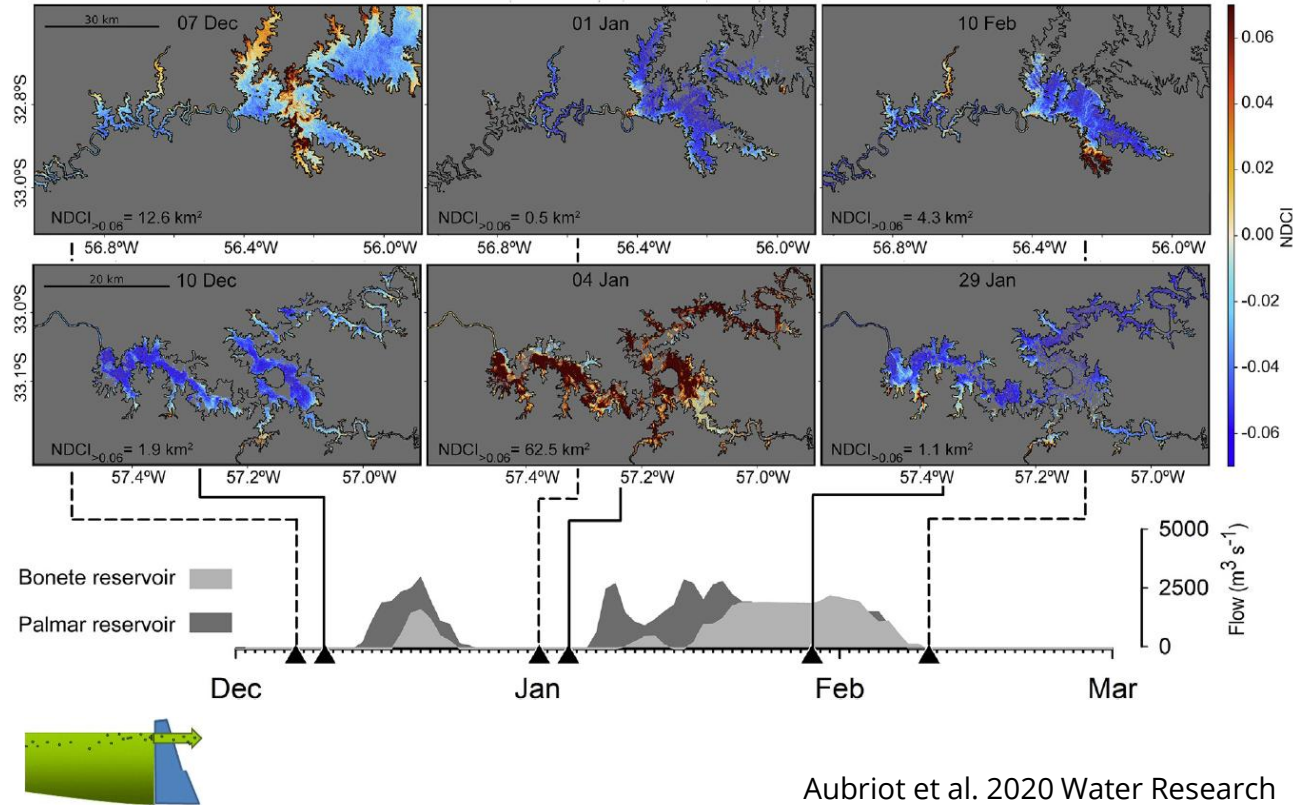
Frecuencia de registro de floraciones en el Río Negro.  
Categorías de peligrosidad de exposición a cianobacterias tóxicas



Bonilla et al. INNOTECH (2021)

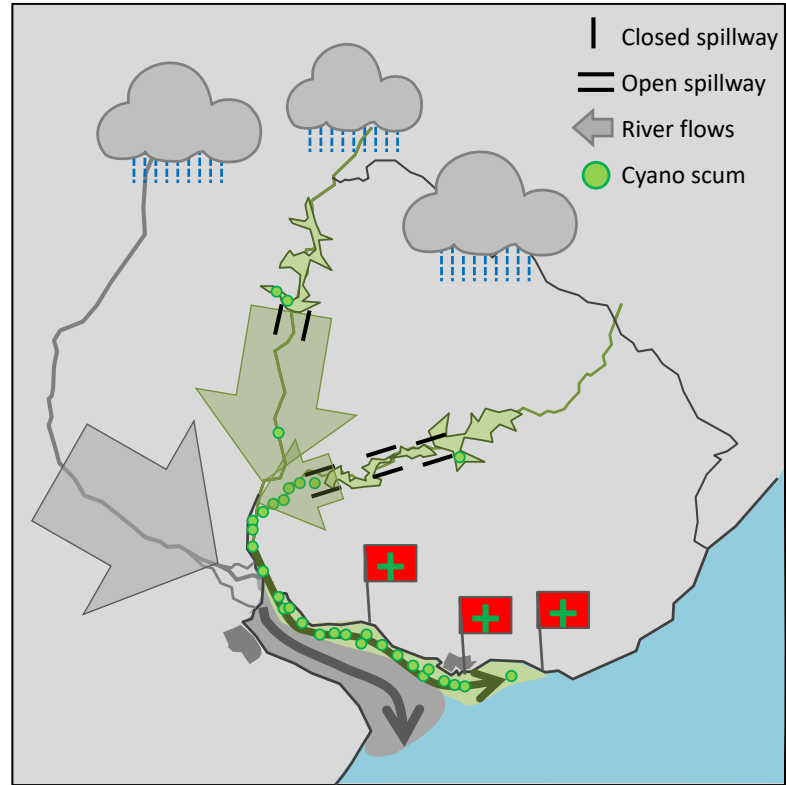
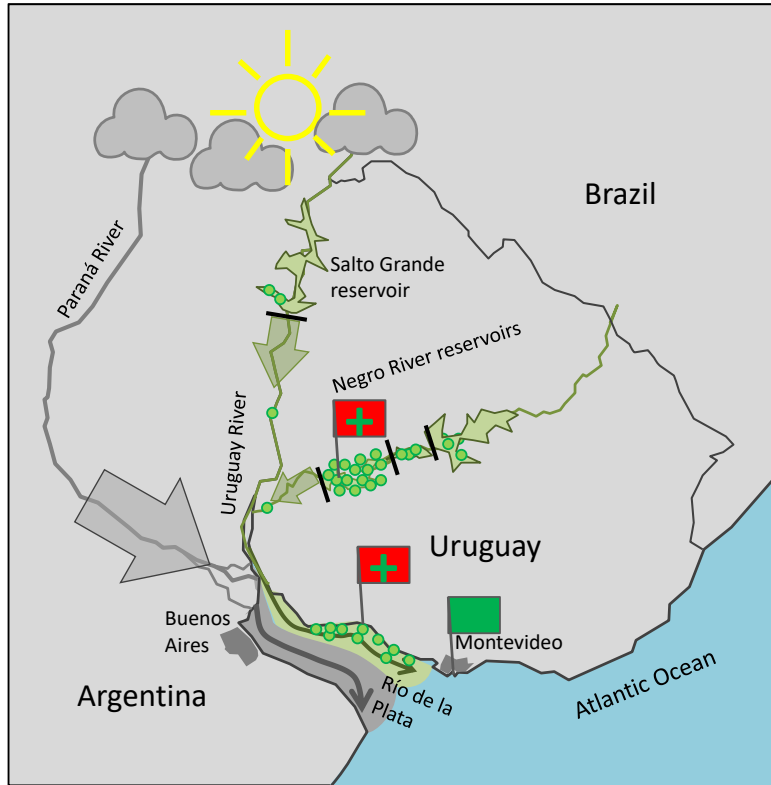
# Introducción

Verano 2019



Aubriot et al. 2020 Water Research

# Introducción



Modificado de: Aubriot et al. 2020 Water Research

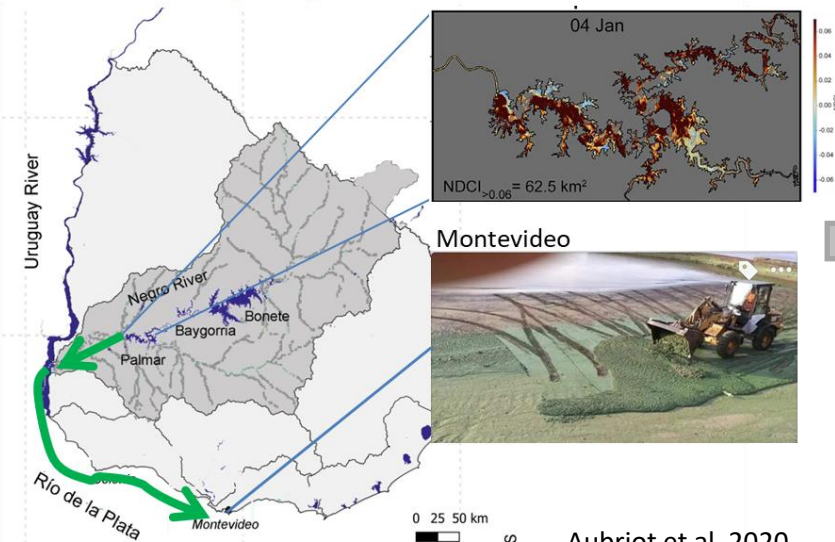
## Crecimiento de cianobacterias en embalses del Río Negro

1. Factores ambientales que controlan el crecimiento
2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización
3. Inicio temprano de las floraciones (primavera) y persistencia (invierno)

# 1. Factores ambientales que controlan el crecimiento

Efecto de aporte de nutrientes y temperatura

## Floraciones masivas en el Río de la Plata (2019)



## Monitoreo y ensayos de laboratorio

### Metodología general

#### 1. Estudio de campo



Monitoreo de los 3 embalses  
(2021-2023)

#### 2. Bioensayos



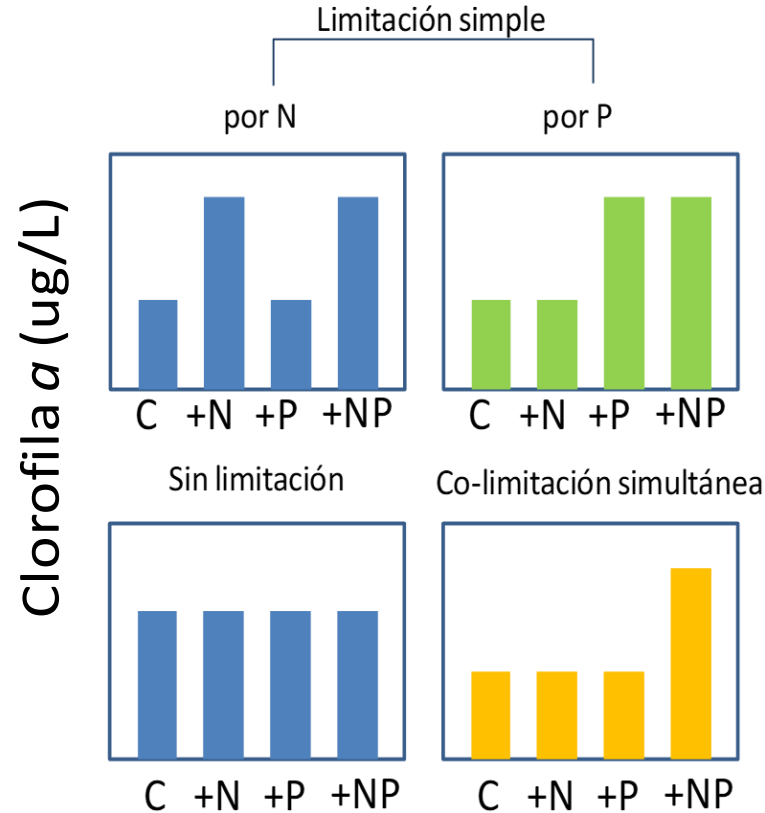
11 experimentos x 3 embalses x 4  
tratamientos: Control, +P, +N, y +NP  
adiciones

Convenio MA DINACEA - UDELAR Facultad de Ciencias.



# 1. Factores ambientales que controlan el crecimiento

## Metodología



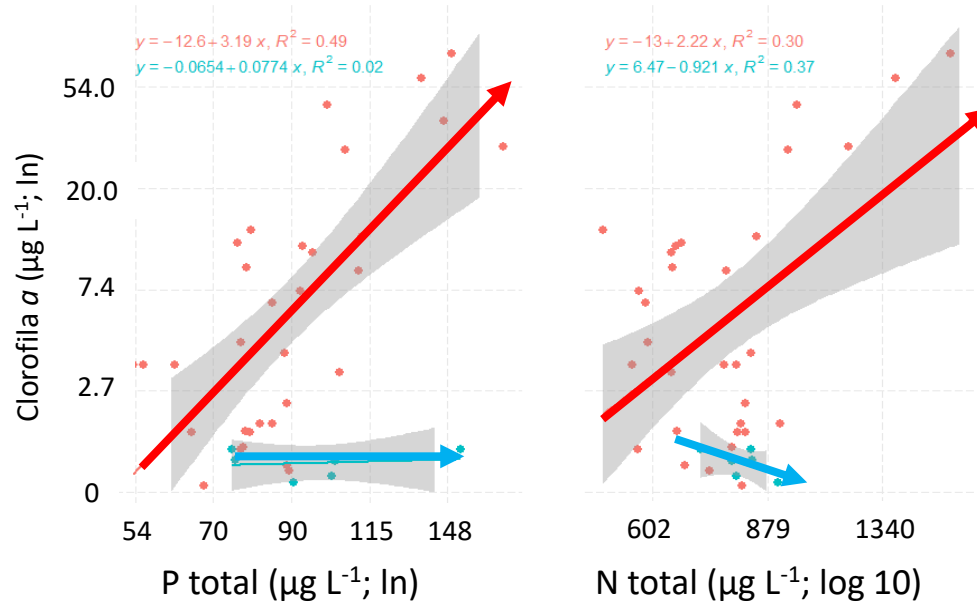
Temperatura  
e hidrología  
variable

Kolzau et al. 2014



# 1. Factores ambientales que controlan el crecimiento

## Resultados



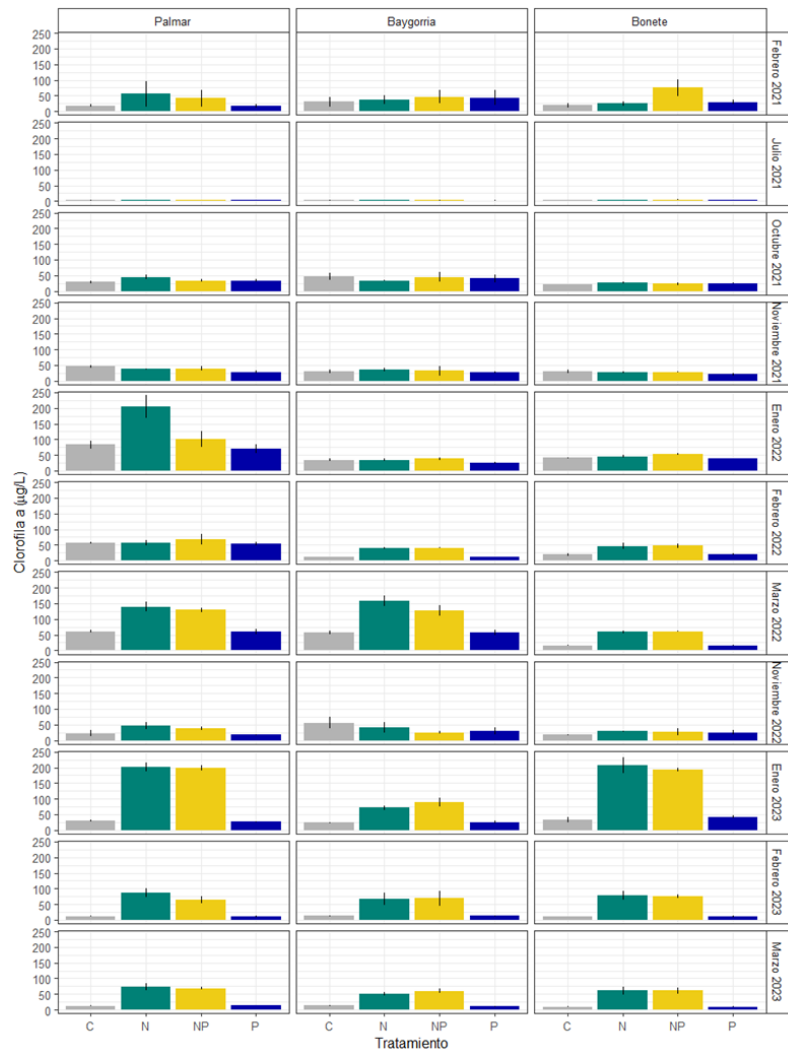
Los tres embalses:

Incremento de la clorofila- $a$  a medida que aumenta el P y N en período cálido.

Resultado incierto..  
Son los dos? N y P?

Aubriot et al. en prep.

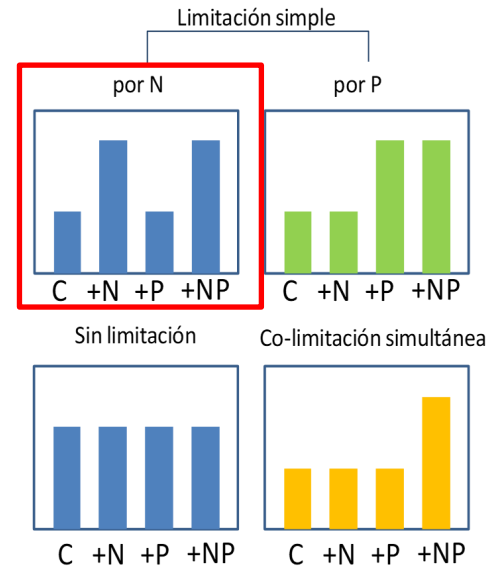
# Resultados



2021

2022

2023

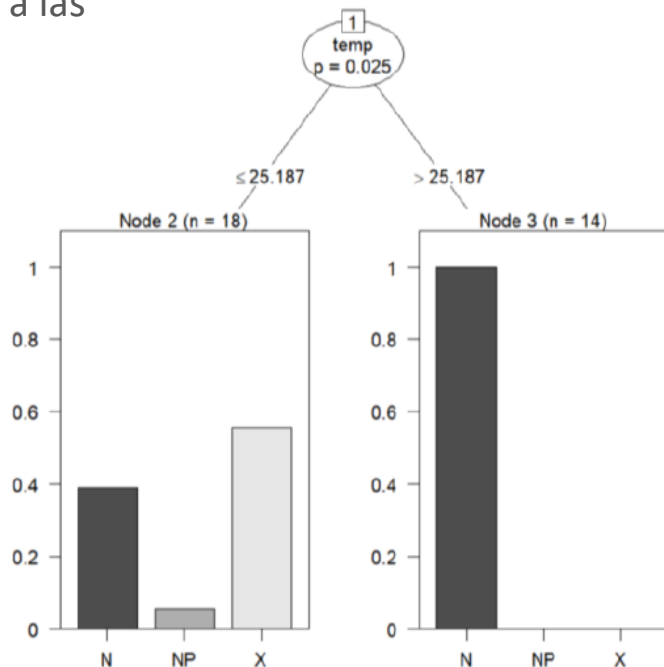
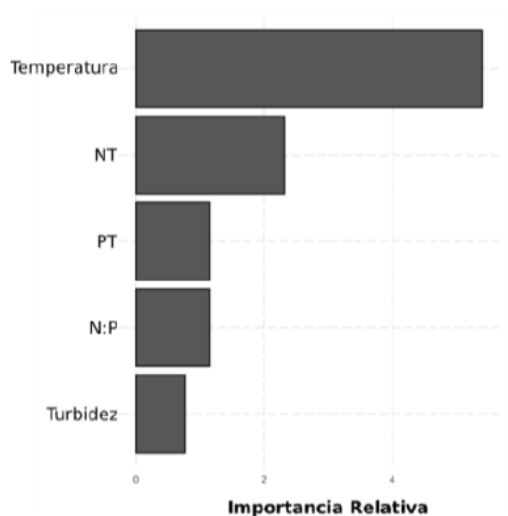


Cuando la temperatura es  $\geq 25.2^{\circ}\text{C}$  hay respuesta al N

Aubriot et al. en prep.

## Resultados

Factores ambientales asociados a las respuestas al N y P



El N estimula más el crecimiento a temp. > 25°C

N: respuesta al N  
P: repuesta al P  
NP: respuesta a ambos  
X: sin respuesta

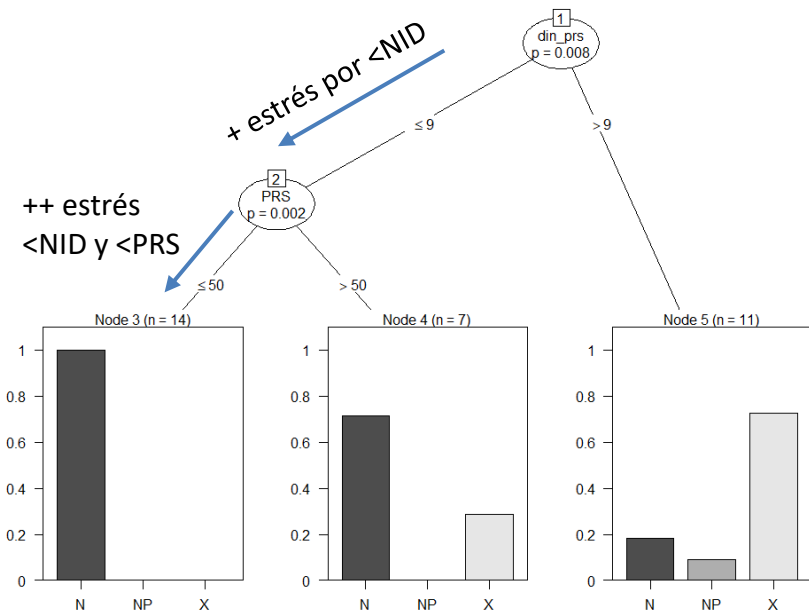
Aubriot et al. en prep.

# Resultados

## Factores ambientales asociados a las respuestas al N y P

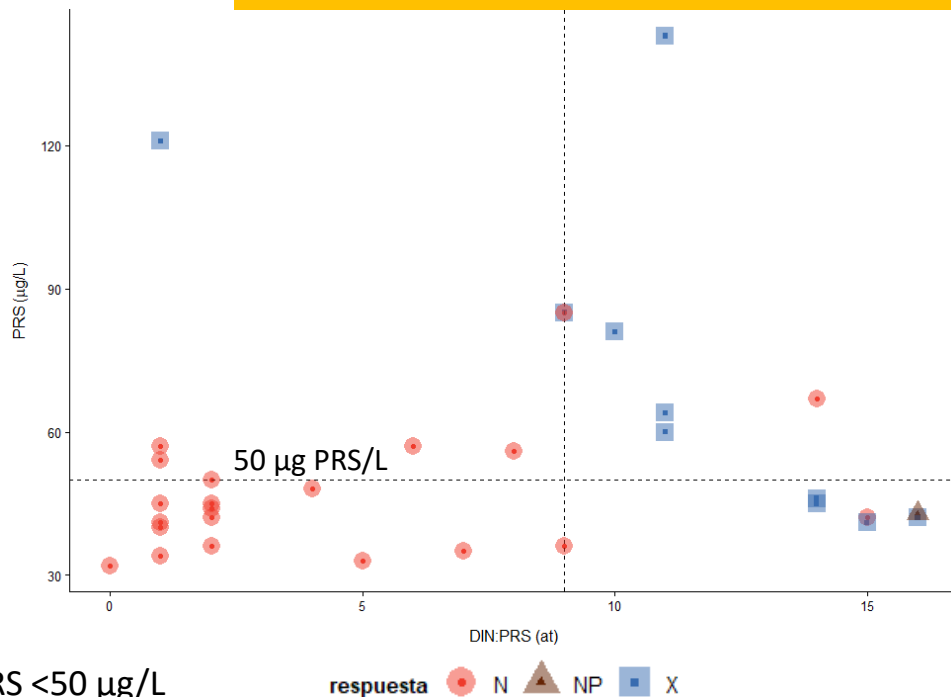
din\_prs: relación atómica “N inorgánico disuelto/fosfato”

PRS: fosfato reactivo soluble



Mayor estrés nutricional por <NID a PRS <50 µg/L

Respuesta al N es mayor cuando NID:PRS < 9 y cuando PRS < 50 µg/L



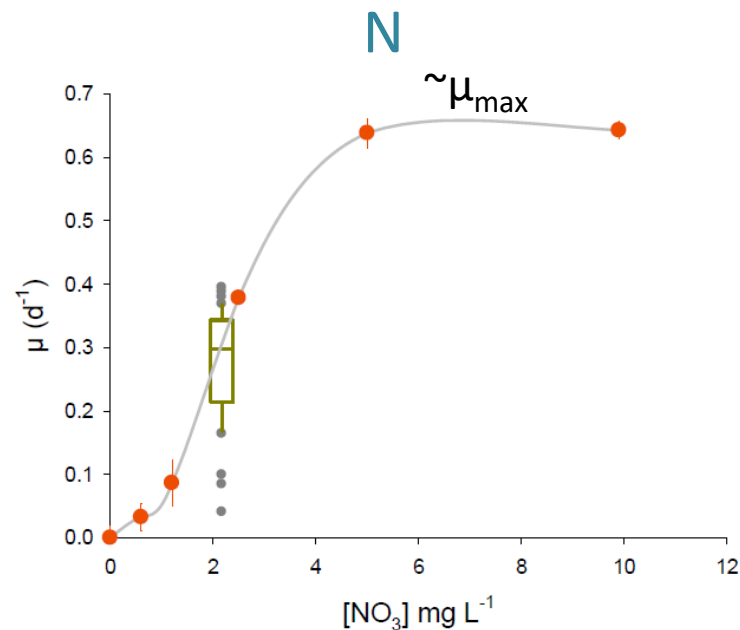
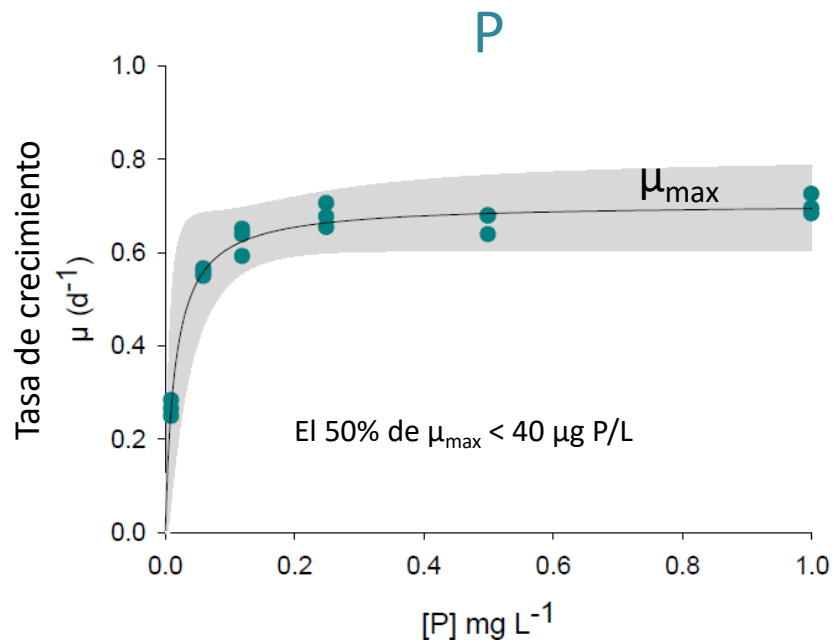
Aubriot et al. en prep.

LIMNOLOGÍA

Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton. IECA

## Resultados

Ensayos con cultivos de *Microcystis aeruginosa* MVCC42  
deficiente por P y N

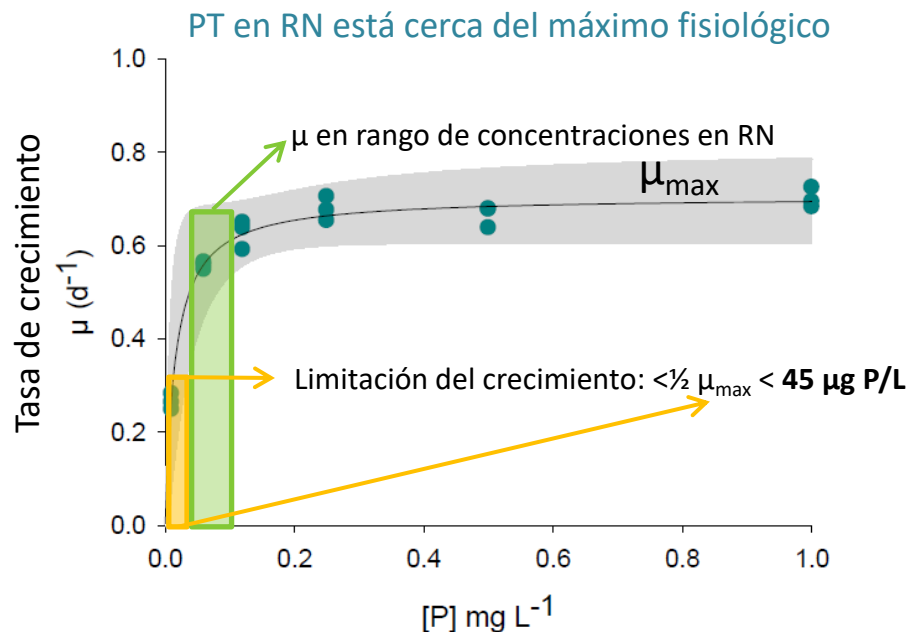


Aubriot et al. en prep.

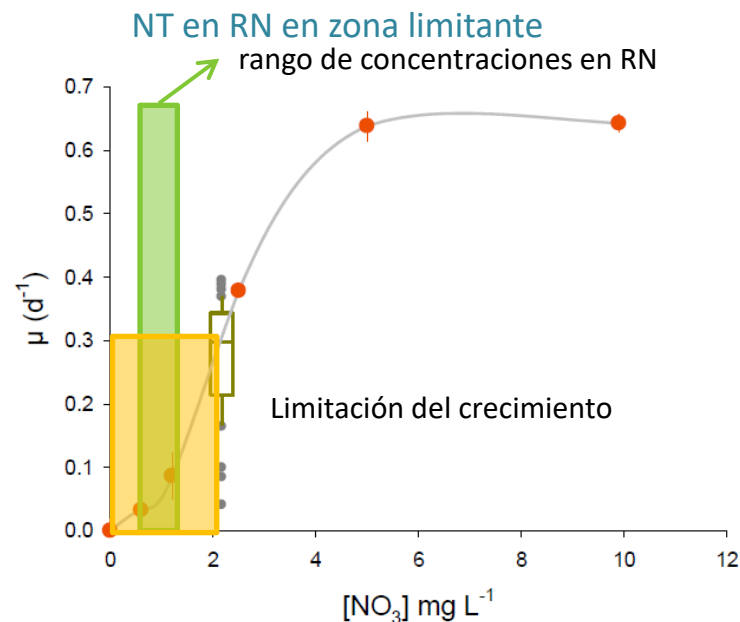
## Resultados

Ensayos con cultivos de *Microcystis aeruginosa* MVCC42  
deficiente por P y N

P



N



Aubriot et al. en prep.

## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización



Posdoc PEDECIBA de  
Dra. Signe Haakonsson.  
Responsable L. Aubriot

### Temperaturas extremas aumentan la frecuencia de las floraciones de cianobacterias en embalses subtropicales\*

Haakonsson, S<sup>1</sup>., Montesino Y.<sup>2</sup>, Renom, M.<sup>2</sup>, Aubriot, L<sup>1</sup>.

[shaakonsson@fcien.edu.uy](mailto:shaakonsson@fcien.edu.uy)

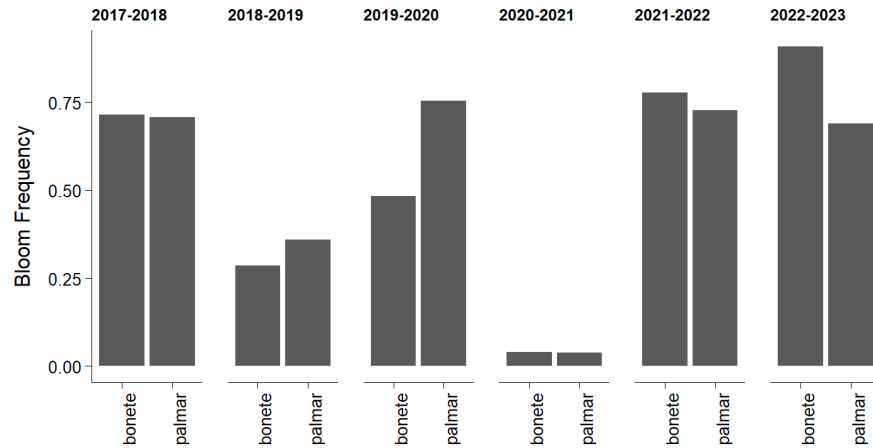
<sup>1</sup>Sección Limnología, Facultad de Ciencias, UDELAR.

<sup>2</sup>Departamento de la Atmósfera y Física de los Océanos, Facultad de Ciencias, UDELAR.



## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización

### Frecuencia de floraciones (Diciembre-Junio) 2017-2023

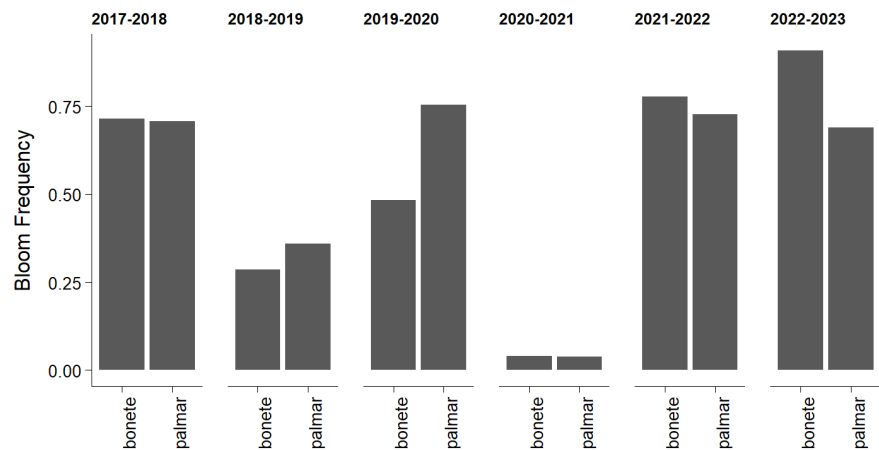


Haakonsson et al. enviado.

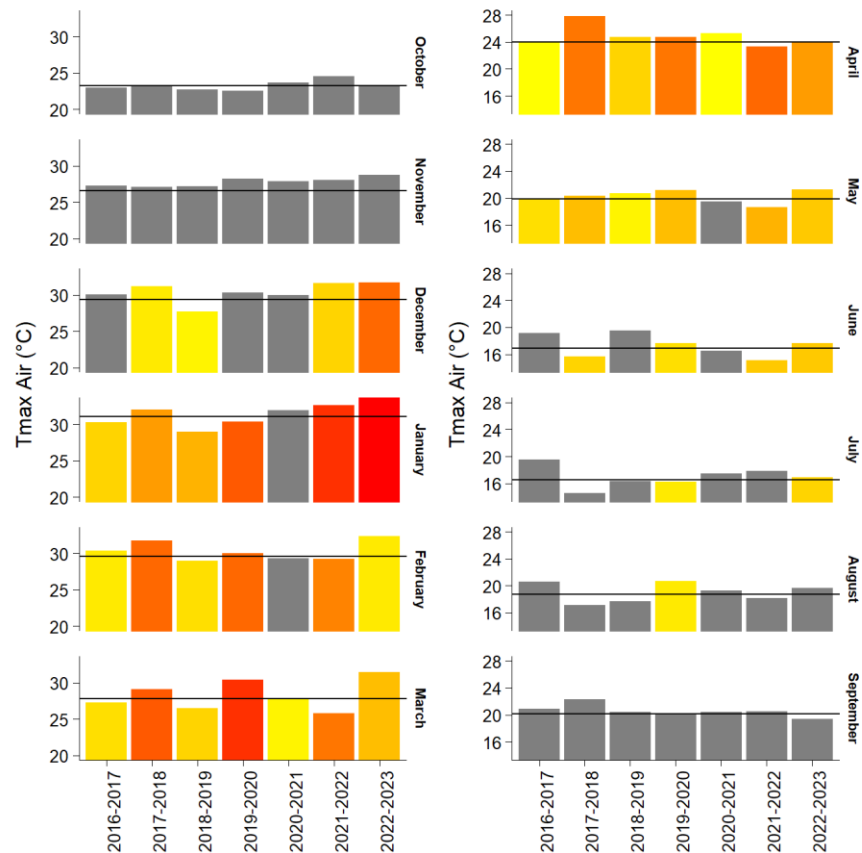
## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización

### Frecuencia de floraciones

322 imágenes satelitales con floraciones  
entre (diciembre-Junio) 2017-2023



Días con floraciones 5 10 15



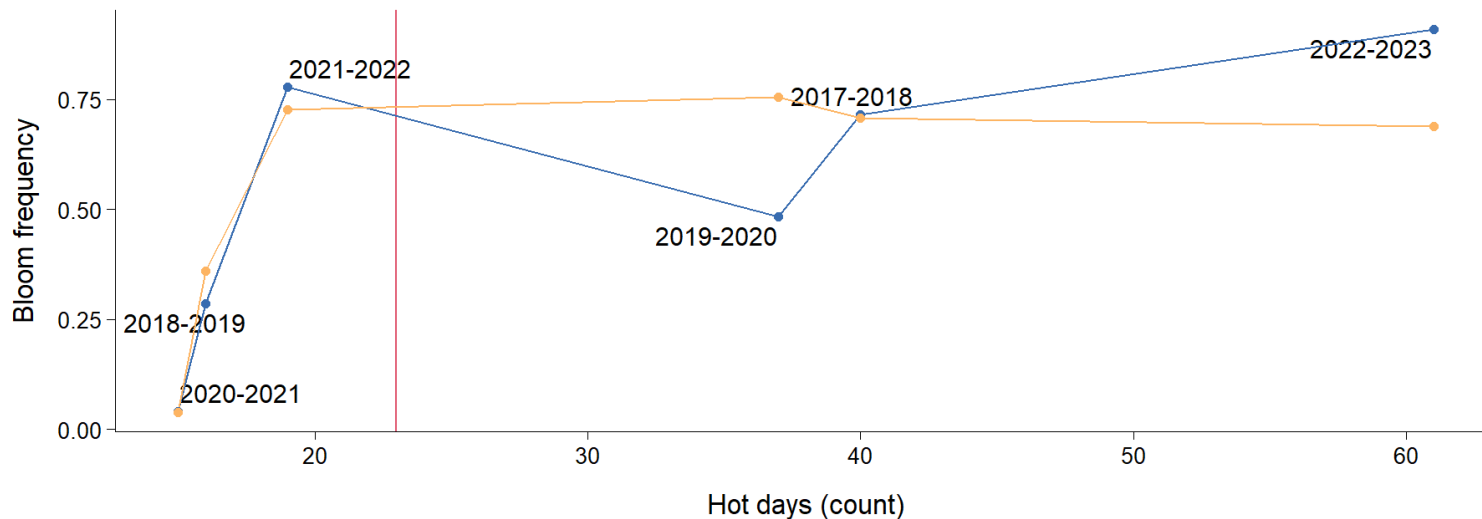
Haakonsson et al. enviado.

LIMNOLOGÍA

Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton. IECA

## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización

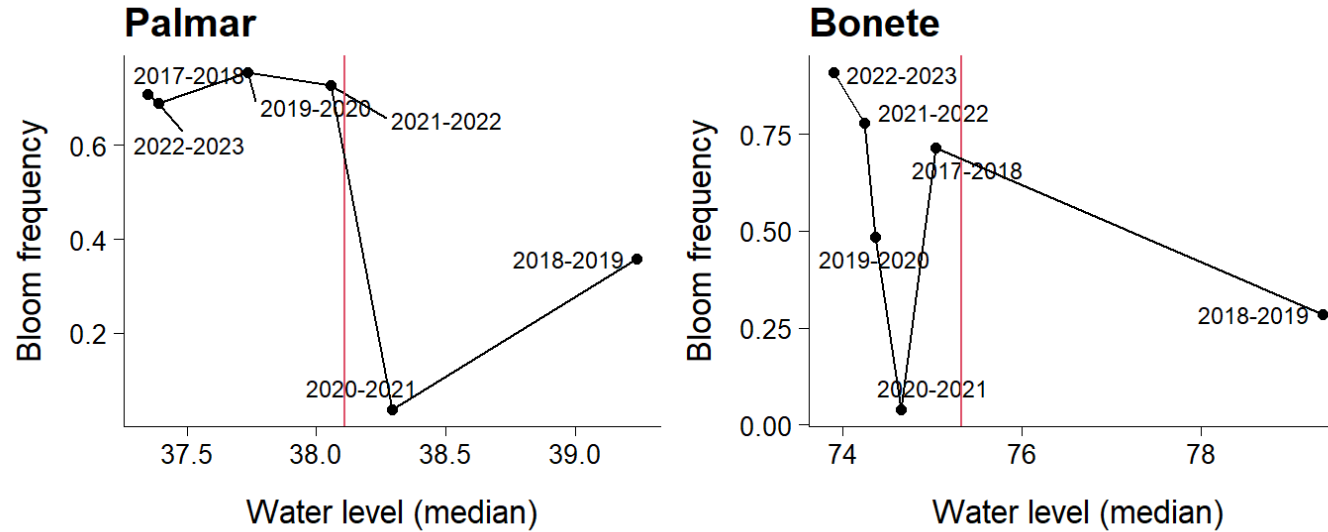
Frecuencias de floración y número de días cálidos anómalos (Tmax > percentil 90) durante el período diciembre-junio



La línea roja: número total promedio de días cálidos en el período 1982-2023.

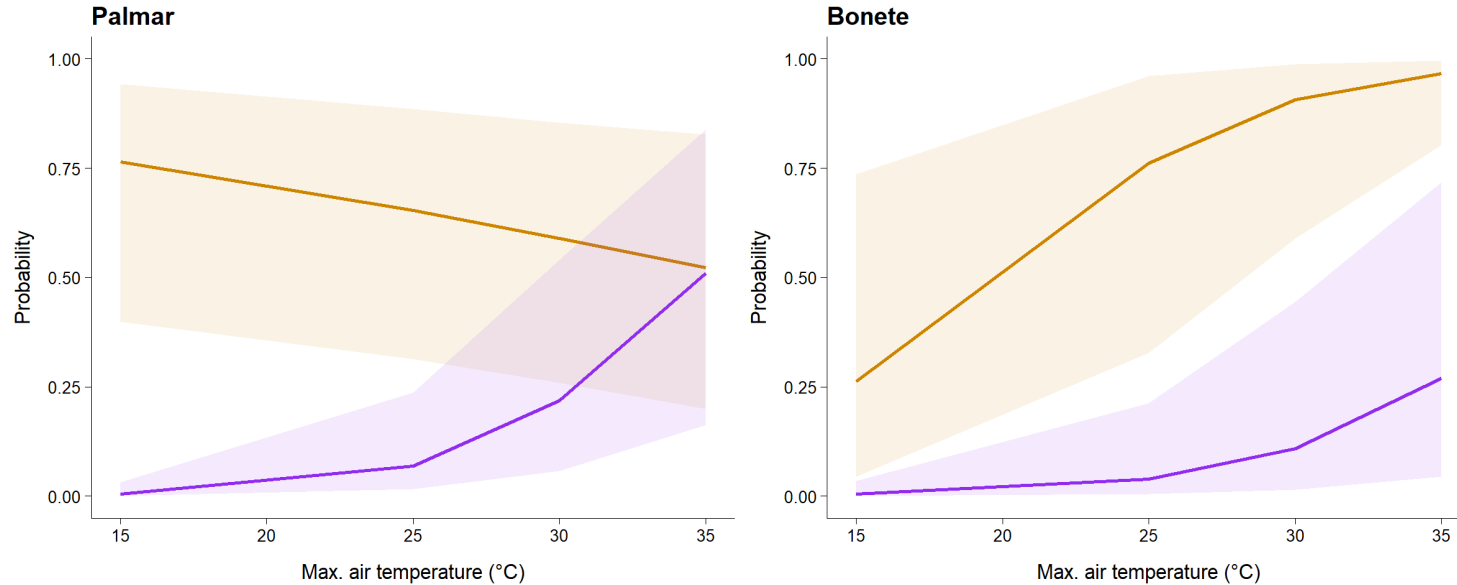
embalse — bonete — palmar

## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización



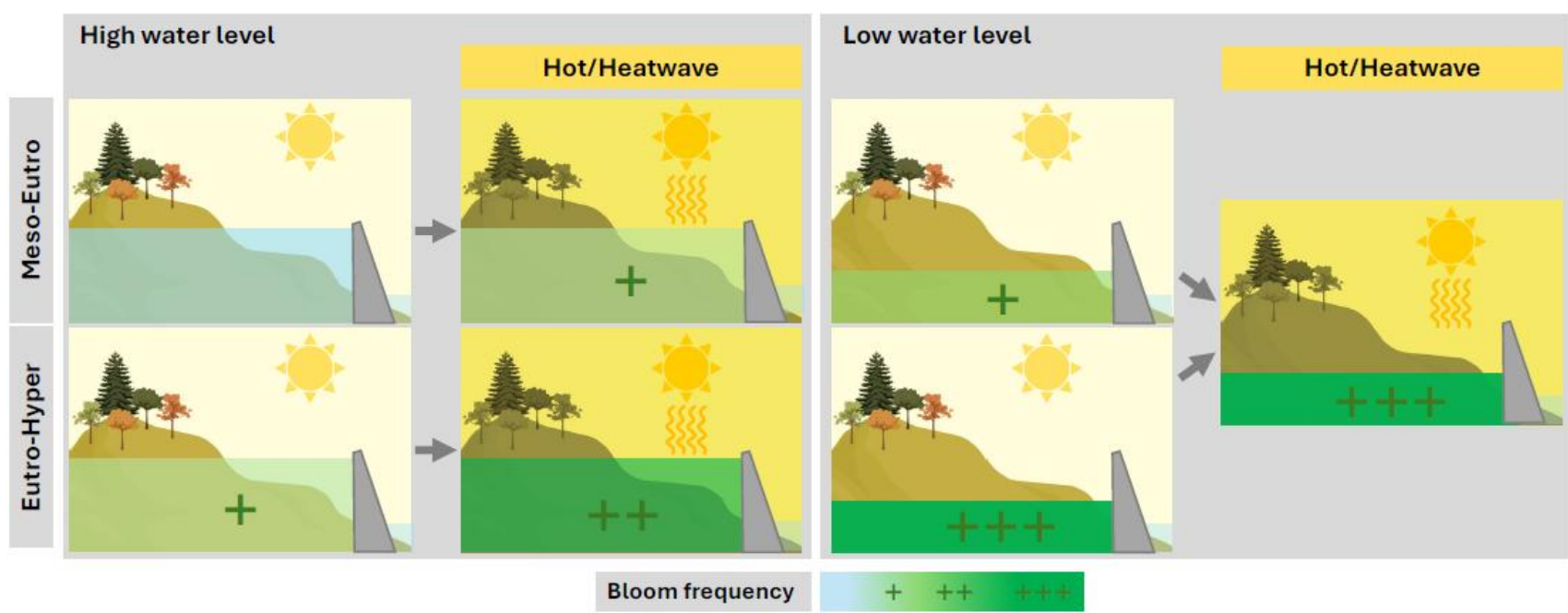
Frecuencias de floración y cotas medias de embalses durante el periodo diciembre-junio. La línea roja indica el nivel medio de agua durante el periodo.

## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización



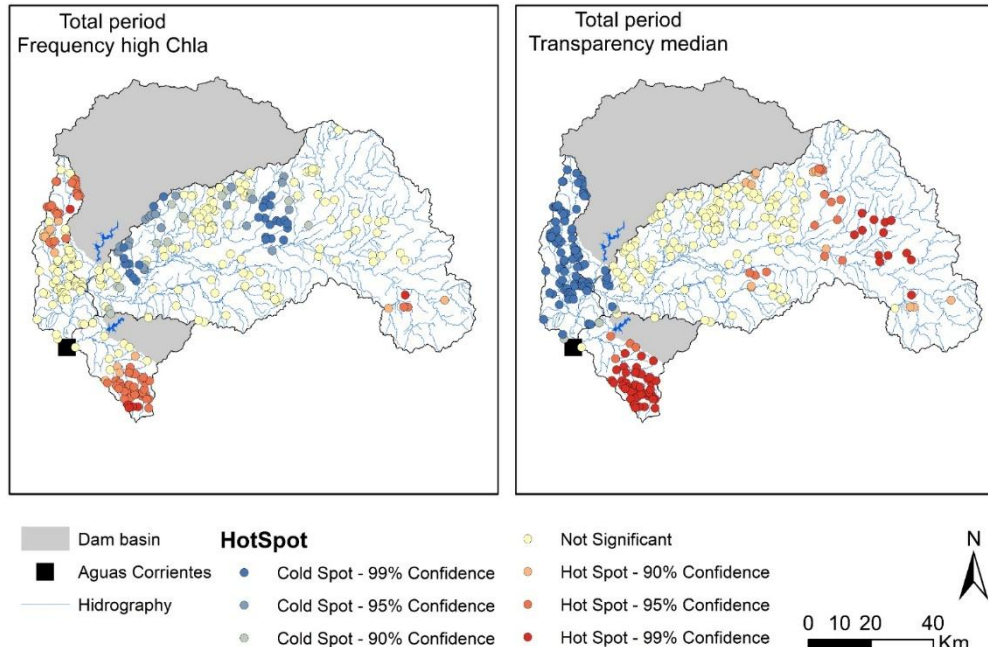
Probabilidad de ocurrencia de floraciones en los embalses Palmar y Rincón del Bonete en función de la temperatura máxima del aire, en condiciones de cota baja (percentil 10, naranja) y alta (percentil 90, violeta).

## 2. Efectos combinados de clima, hidrología y eutrofización



### 3. Inicio temprano de las floraciones (primavera) y persistencia (invierno)

- Temperaturas anómalas en primavera y otoño vs cotas
- Identificación de “focos” de floraciones: Ej. monitoreo satelital de puntos calientes embalses productivos de la cuenca del Río Santa Lucía



Zabaleta et al. 2023  
Zabaleta et al. 2025  
[bzabaleta@fcien.edu.uy](mailto:bzabaleta@fcien.edu.uy)

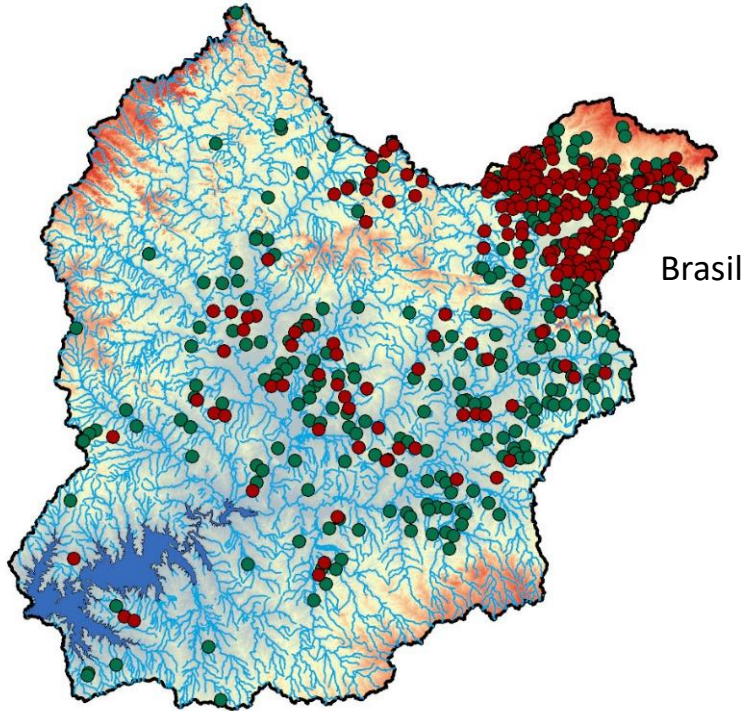


### 3. Inicio temprano de las floraciones

#### Identificación de “focos” de floraciones

Subcuenca de  
Bonete

- + Turbios
- + Clorofila



Sources: Maxar, Airbus DS, USGS, NGA, NASA, CGIAR, GEBCO, N Robinson, NCEAS, NLS, OS, NMA, Geodatastyrelsen and the GIS User Community

Posdoctorado UTEC 2025-2027:  
“Aportes de la teledetección a la gestión  
de los recursos hídricos del Uruguay”

Dr. Bernardo Zabaleta  
[bzabaleta@fcien.edu.uy](mailto:bzabaleta@fcien.edu.uy)

Tutora: Dra. Natalie Aubet  
Cotutor: Dr. Luis Aubriot

Desarrollo y la exportación de floraciones de  
fitoplancton bajo incremento en temperatura,  
variaciones en precipitaciones y cambios en el uso del  
suelo.

## Algunas consideraciones finales

1. En embalses de RN: rangos limitantes de floraciones a  $PT < 50 \mu\text{g/L}$  (baja probabilidad si aumenta N)
2. El N regula el crecimiento de cianobacterias a temp.  $> 25^\circ\text{C}$  y el P define la capacidad de carga
3. Temperaturas extremas y cotas bajas aumentan la probabilidad de floraciones
4. Menor efecto a mayor estado trófico
5. Floraciones más frecuentes durante olas de calor
6. Perspectiva: incidencia de embalses agropecuarios en el aporte de cianobacterias a Bonete o “infección” del embalse.



UNIVERSIDAD  
DE LA REPÚBLICA  
1986-2024



FACULTAD DE  
**CIENCIAS**  
UDELAR | [fcien.edu.uy](https://fcien.edu.uy)



PEDECIBA  
MEC-UDELAR




UTEC  
Universidad Tecnológica



Ministerio  
de Ambiente

# LIMNOLOGÍA

Grupo de Ecología y Fisiología de Fitoplancton. IECA

 @cianolab.uy

**Muchas gracias**