

# Biología y Tecnologías en el estudio de Floraciones de Algas Nocivas

Clément Alejandro<sup>1</sup>, Muñoz Francisca<sup>1</sup>, Crescini Roberta<sup>2</sup>, Brito Carmen G<sup>3</sup>, Correa Nicole<sup>1</sup>, Sáez Stephanie<sup>1</sup>, Ramírez Bárbara<sup>1</sup>, Flores Carlos<sup>2</sup>, Jorquera Alvaro<sup>1</sup>, Colilef Andrea<sup>1</sup>, Tellez Carmen<sup>1</sup>, Teiguel Karenina<sup>1</sup>, Contreras Gustavo<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Plancton Andino, Puerto Varas, Chile. [aclement@plancton.cl](mailto:aclement@plancton.cl)

<sup>2</sup> Plancton Andino, Castro, Chile.

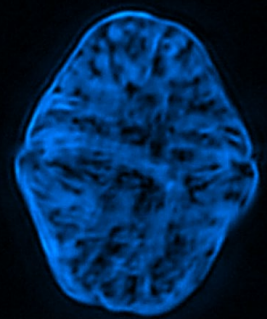
<sup>3</sup> Plancton Andino, Coyhaique, Chile.

**Plancton Andino SpA.** +56 65 2 23 50 46

Congreso de Ciencias del Mar.

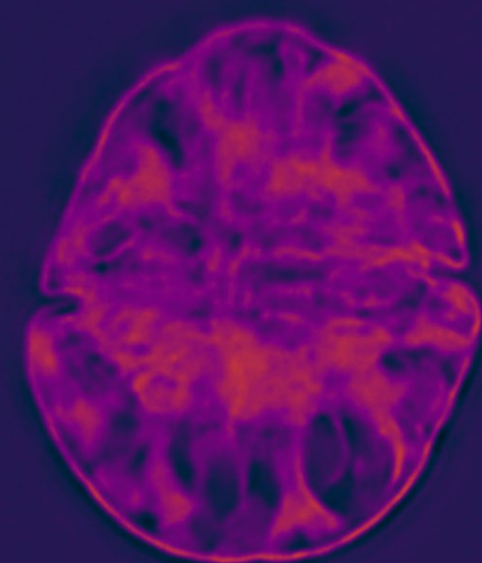
SIMPOSIO: Nuevas herramientas para la toma de decisiones frente a FANs: Más allá del monitoreo.

mayo 25, 2023



# Quienes somos:

*Un equipo de personas, especialmente mujeres apasionadas, trabajando alineadas y motivadas, es decir, un factor clave en la adecuada operación de la empresa.*



# INTRODUCCIÓN

---



1. Desde hace muchos años que experimentamos modalidades de monitoreo, análisis de células en tiempo cuasi real.
2. Hemos ejercitado con varios sensores bio-ópticos; como FRRF3, Trilux, citometría de flujos *in vitro*, percepción remota, etc.
3. Estos resultados se pueden complementar con otras disciplinas y obtener avances eco-fisiológicos de las FAN.
4. Aprovechando plataformas informáticas, IA/ML, BI entre otras, estamos trabajando proyecto interno ADICFITO, FlowCam online, etc.

# OBJETIVOS:

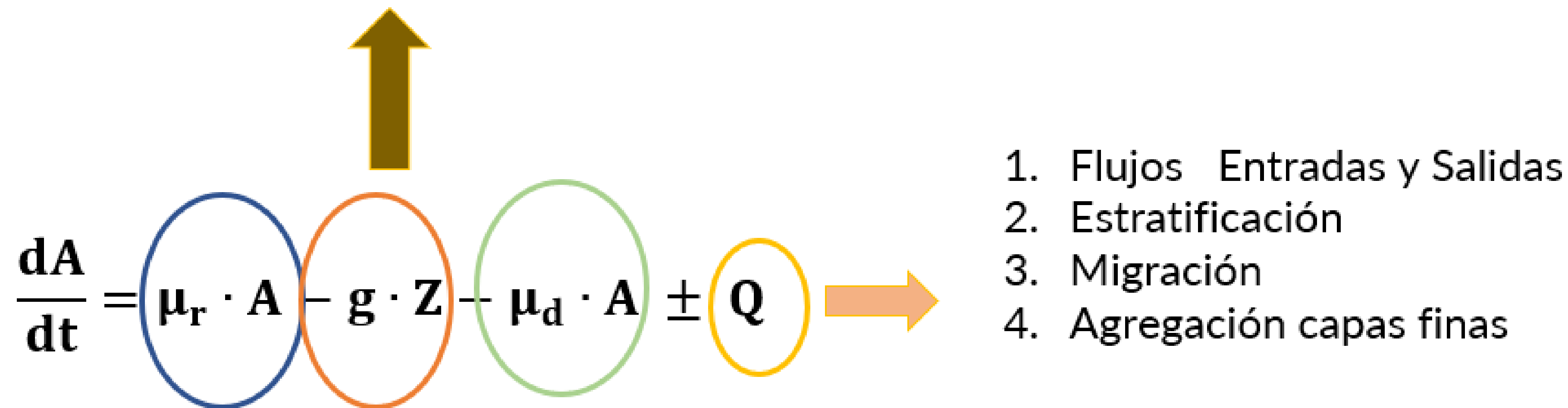
---



1. Compartir resultados de aplicaciones tecnológicas en el estudio y monitoreo de las FAN.
  2. Analizar y caracterizar frecuencias de FAN INDEX del sur de Chile, énfasis en especies y blooms producidos por flagelados fotosintéticos;  
p.e: *Pseudochattonella verruculosa*, *Alexandrium catenella*, *Heterosigma akashiwo*, *Prorocentrum micans* y *Lepidodinium chlorophorum*.
-

# INTRODUCCIÓN

Zooplancton; Abundancia de pellets fecales, detectados con FlowCam como indicador Pastoreo.

$$\frac{dA}{dt} = \underbrace{\mu_r \cdot A}_{\text{Crecimiento \& Fotosíntesis (Frrf3)}} - \underbrace{g \cdot Z}_{\text{Muerte celular (FlowCam, Frrf3)}} - \underbrace{\mu_d \cdot A}_{\text{Muerte celular (FlowCam, Frrf3)}} \pm \underbrace{Q}_{\text{Flujos Entradas y Salidas}}$$


1. Flujos Entradas y Salidas
2. Estratificación
3. Migración
4. Agregación capas finas

Crecimiento  
& Fotosíntesis (Frrf3)

Muerte celular (FlowCam, Frrf3)

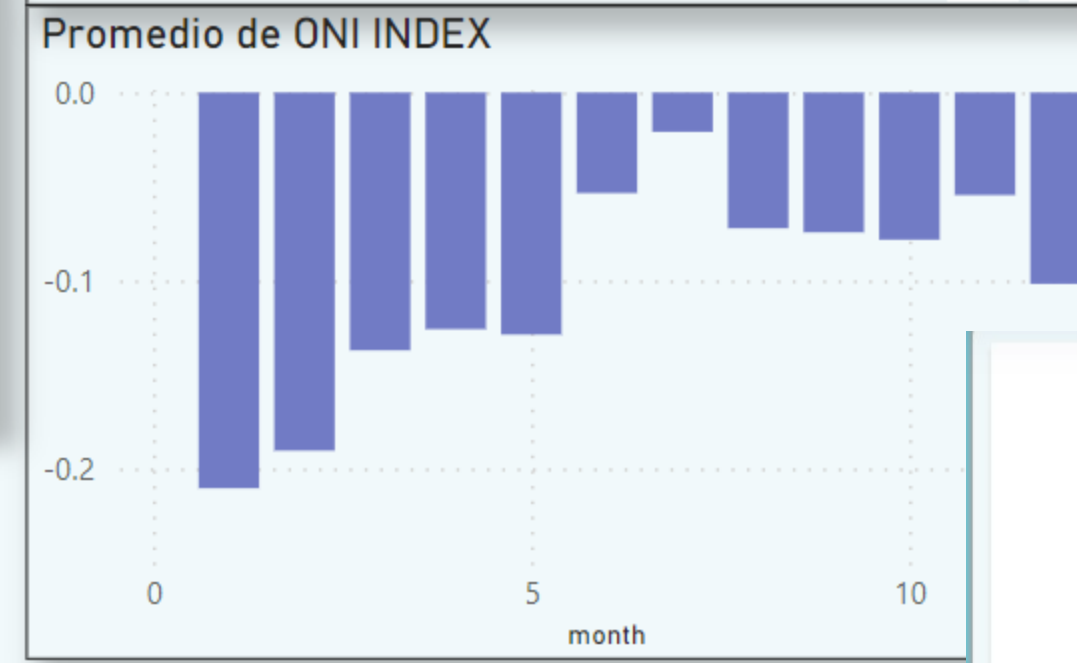
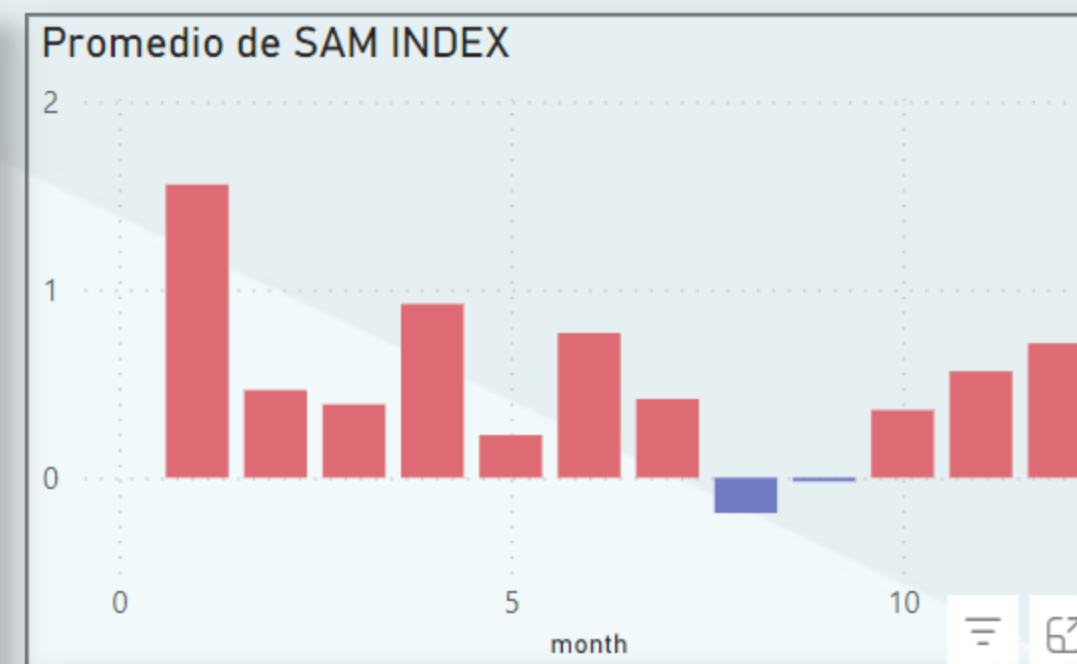
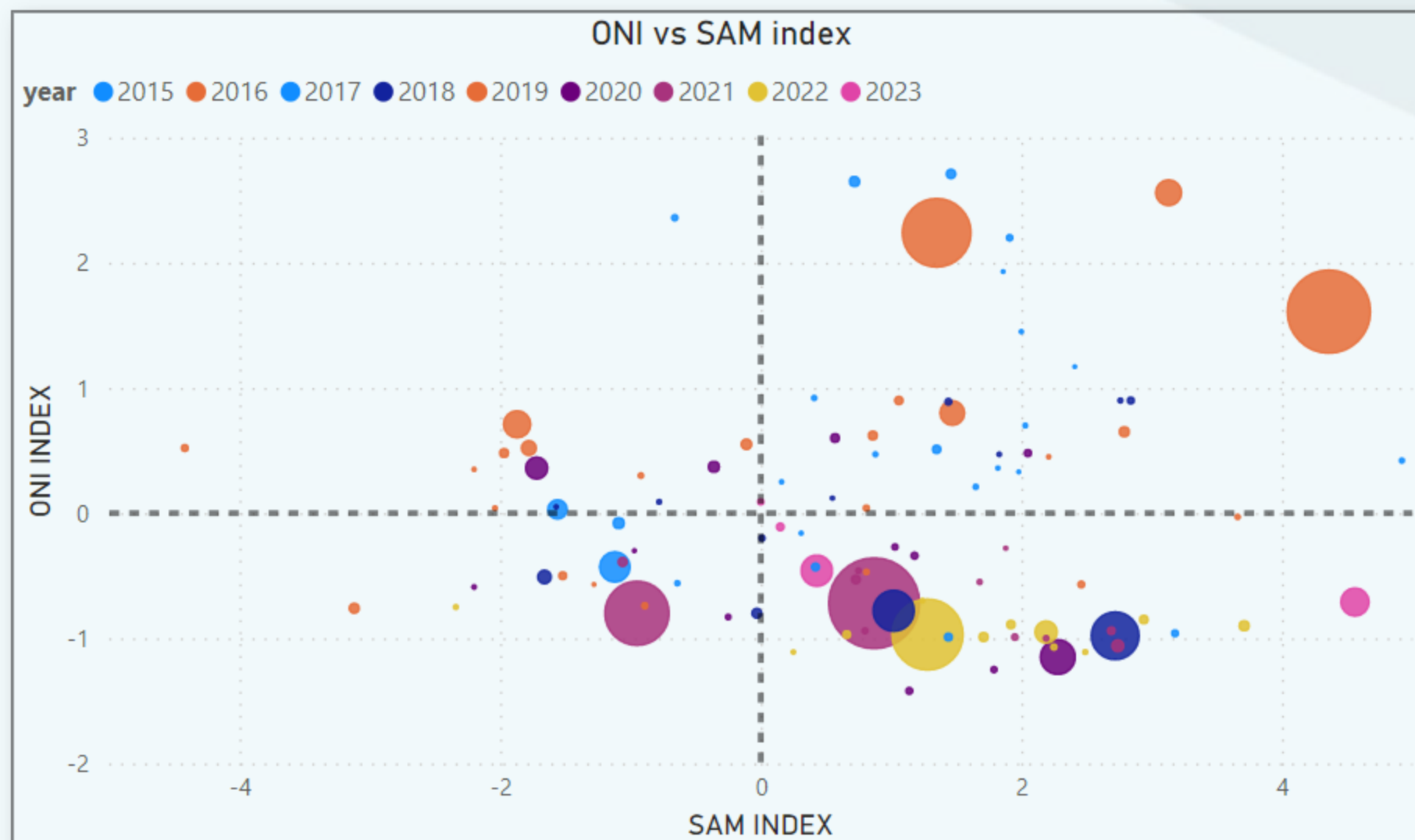
1. Luz
2. Nutrientes
3. Competencia
4. Y muchos más

Diagrama de Flujo básico

# Aspectos Climáticos y FAN INDEX en línea

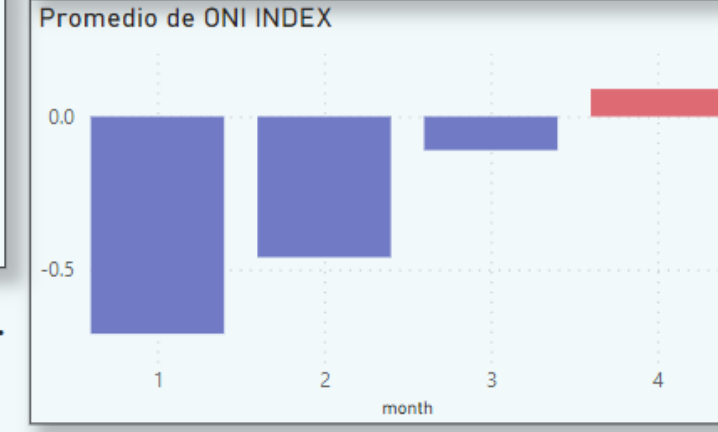
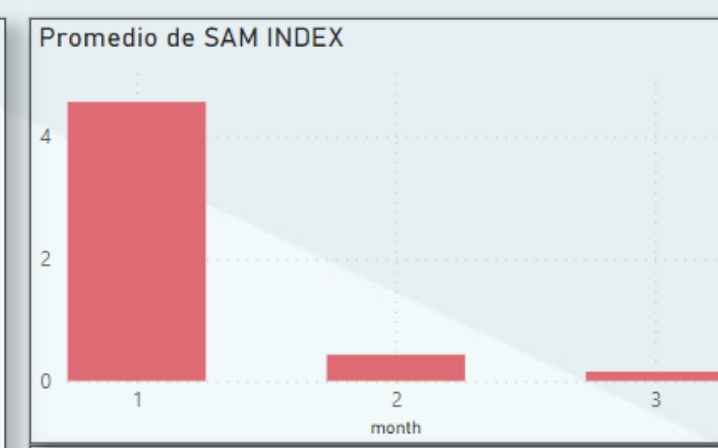
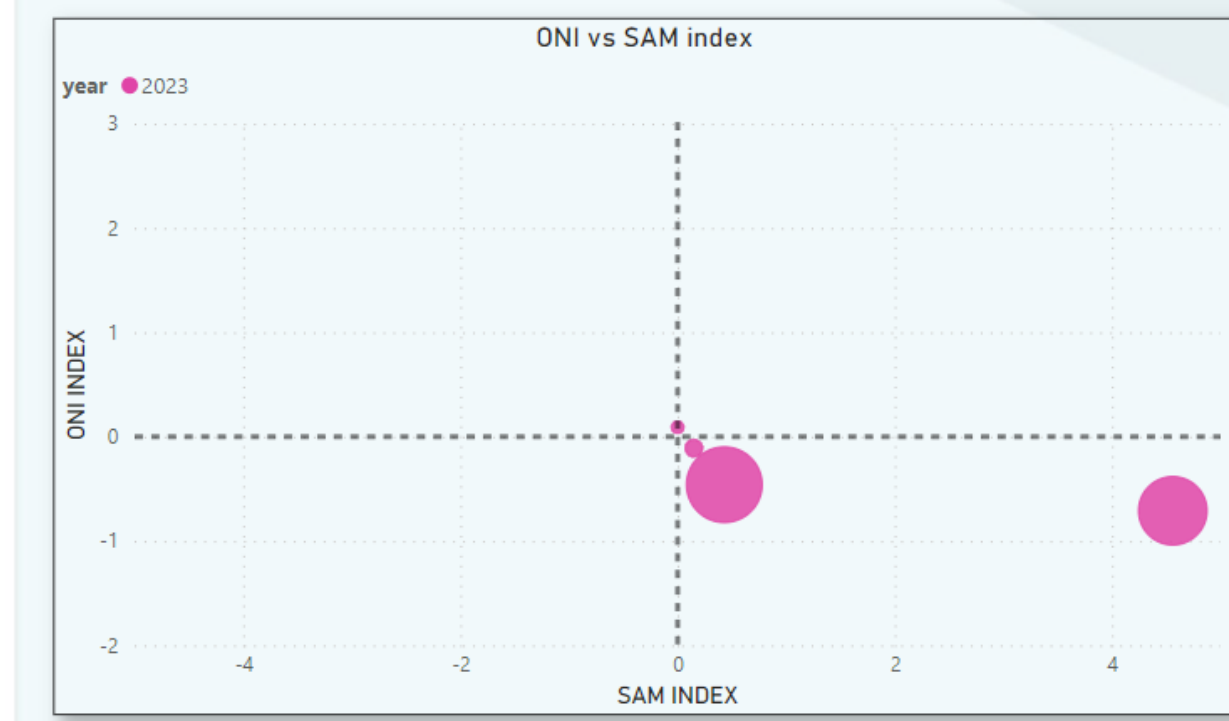


- Select all
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023



ONI vs SAM index. Tamaño de burbuja indica magnitud del FAN INDEX. El cuadrante superior derecho sería la condición mas favorable para eventos de FAN

- Select all
- 2015
- 2016
- 2017
- 2018
- 2019
- 2020
- 2021
- 2022
- 2023



ONI vs SAM index. Tamaño de burbuja indica magnitud del FAN INDEX. El cuadrante superior derecho sería la condición mas favorable para eventos de FAN

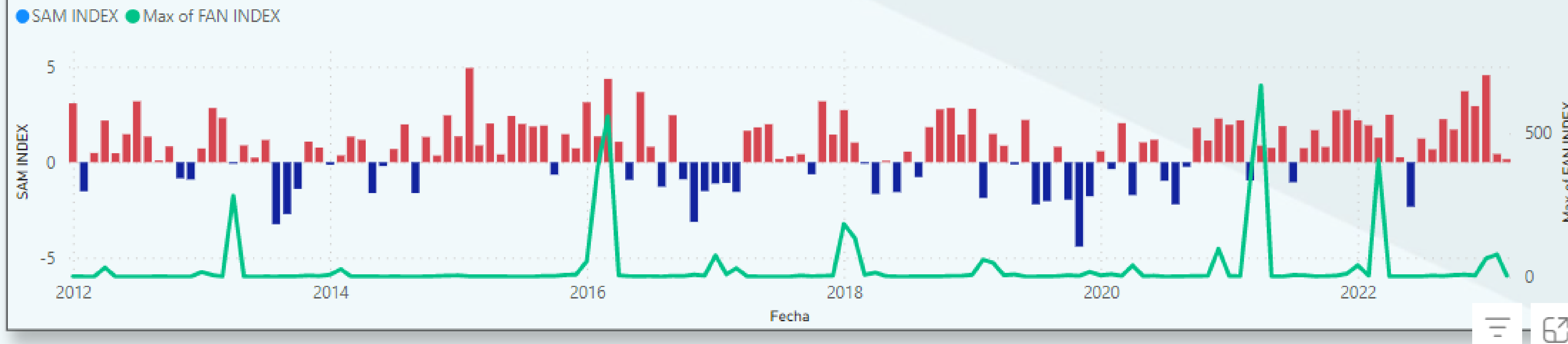
# RESULTADOS: FRECUENCIA DE FAN EN SUR DE CHILE



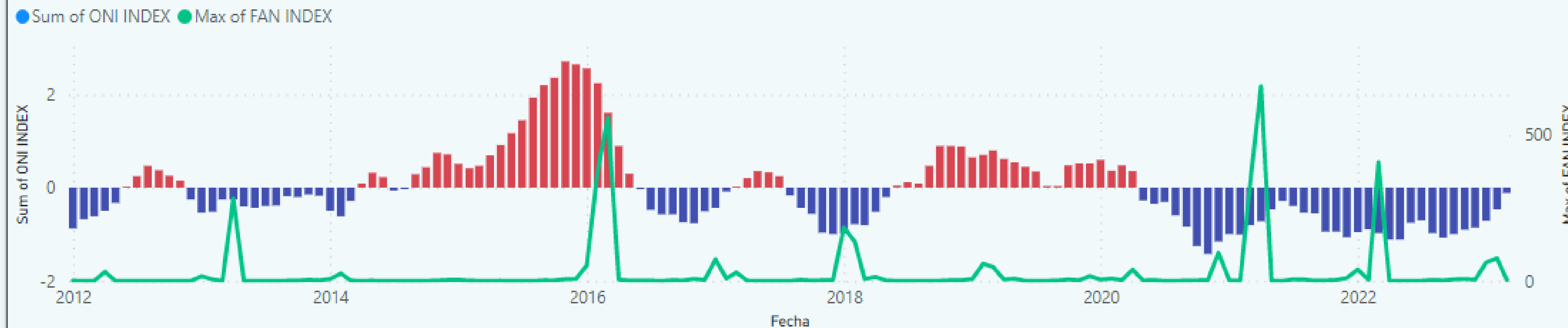
2012

2023

SAM INDEX and Max of FAN INDEX by Fecha

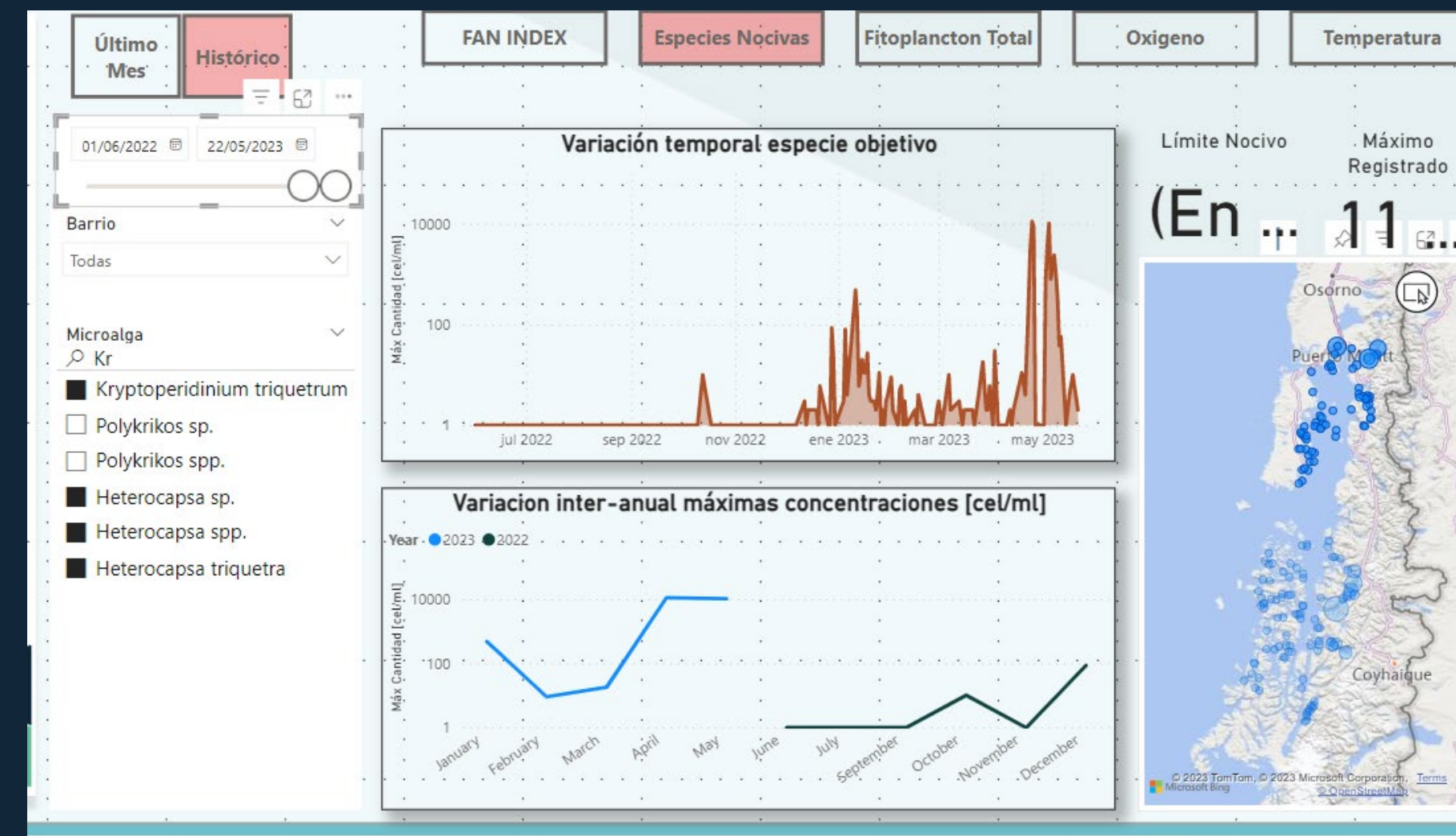
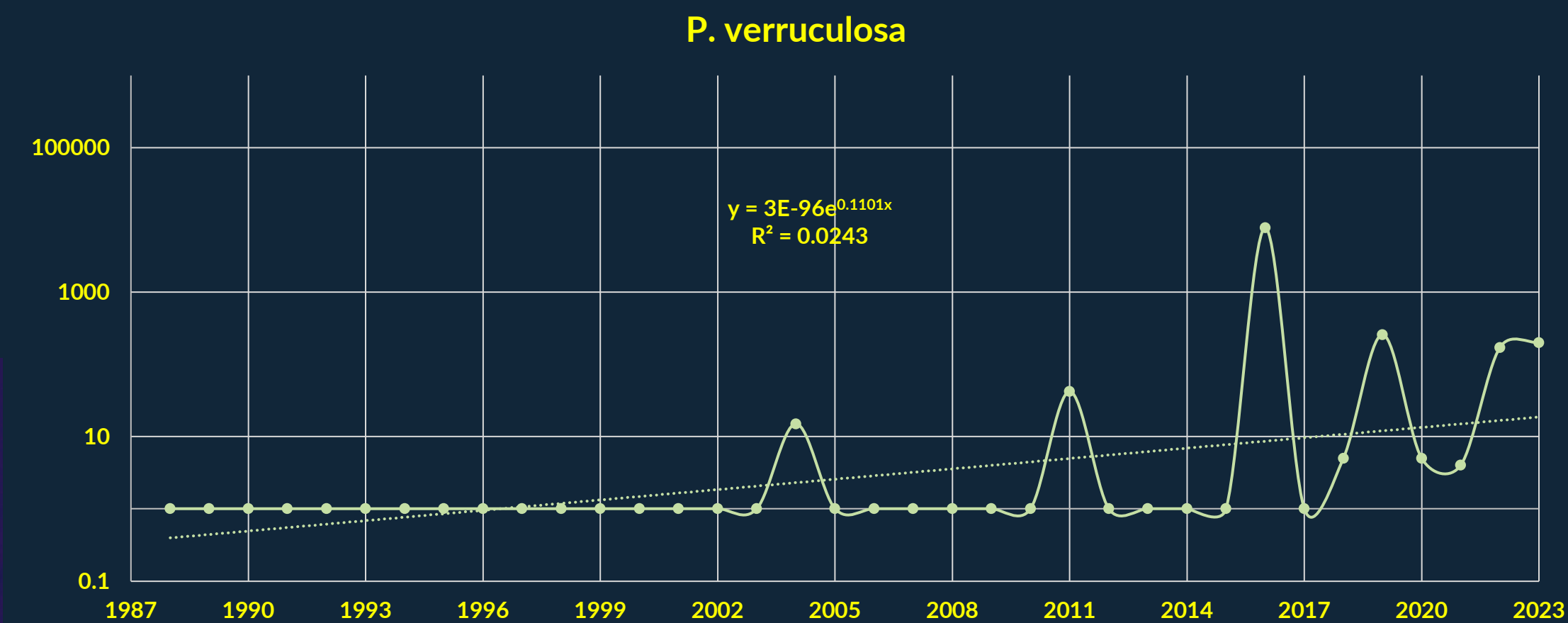
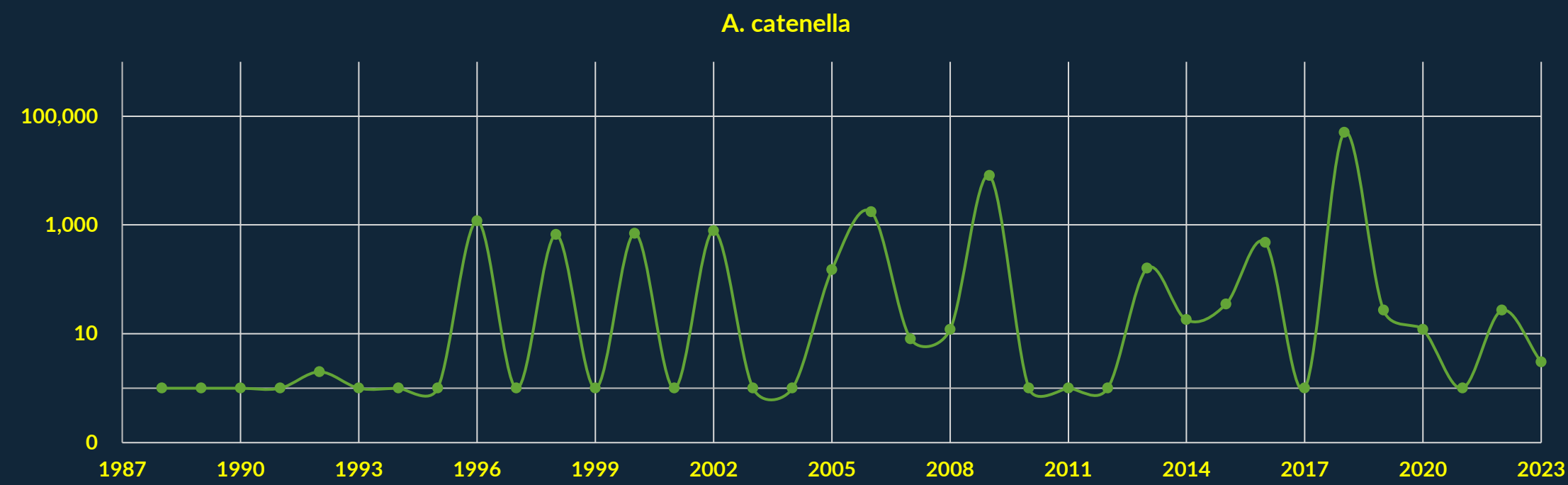
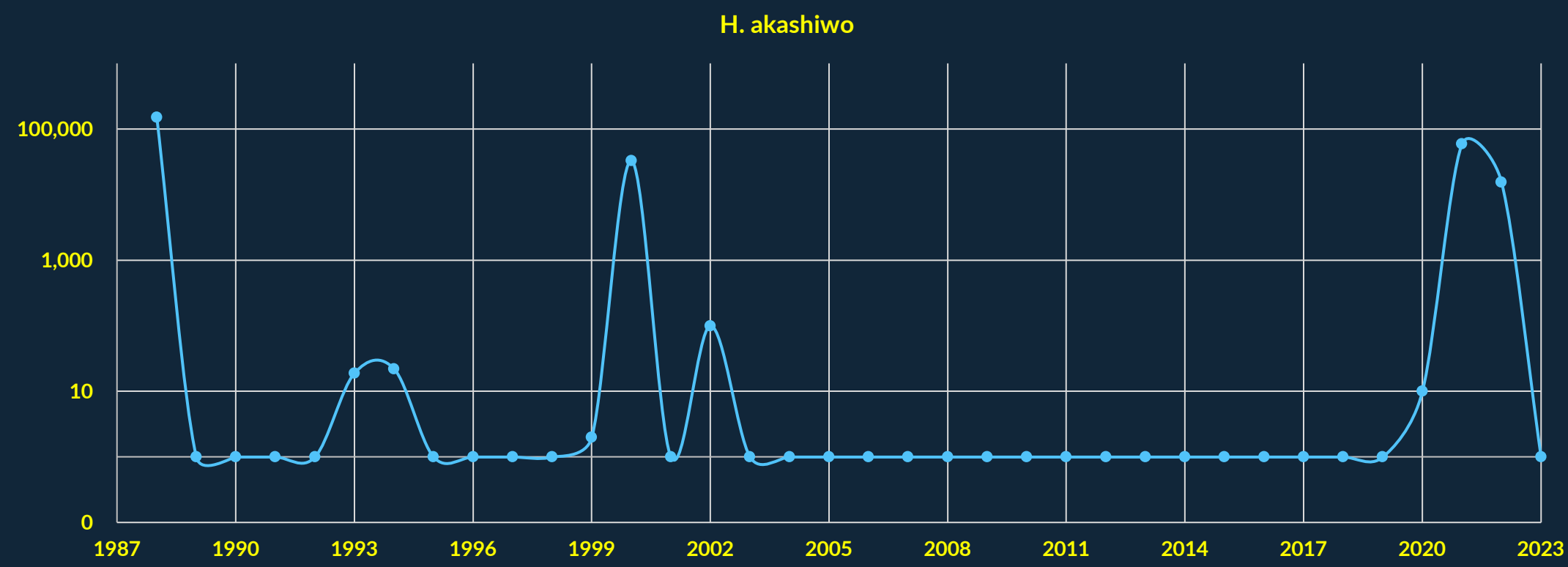


Sum of ONI INDEX and Max of FAN INDEX by Fecha



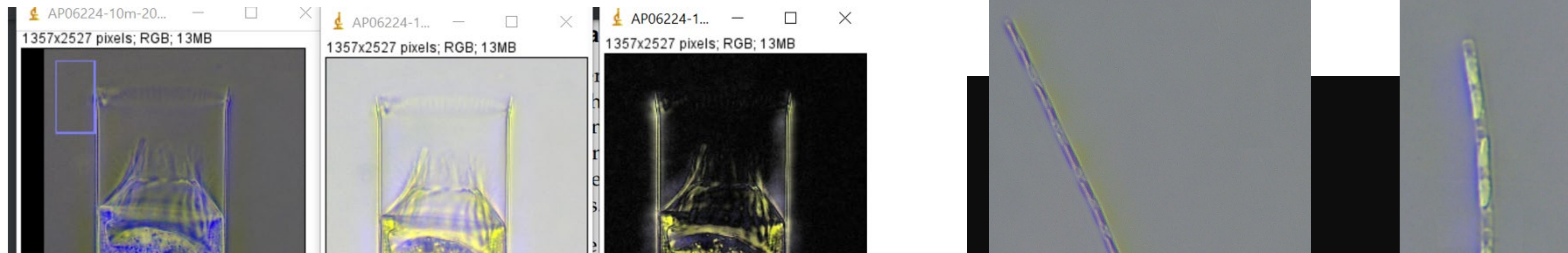


# PLANCTON ANDINO





# DATA SET Y PROCESAMIENTO DE IMAGENES Y CLASES. PROYECTO ADICFITO, ImageJ & Azure y Programación.



Análisis Digital de Imágenes de Células del Fitoplancton

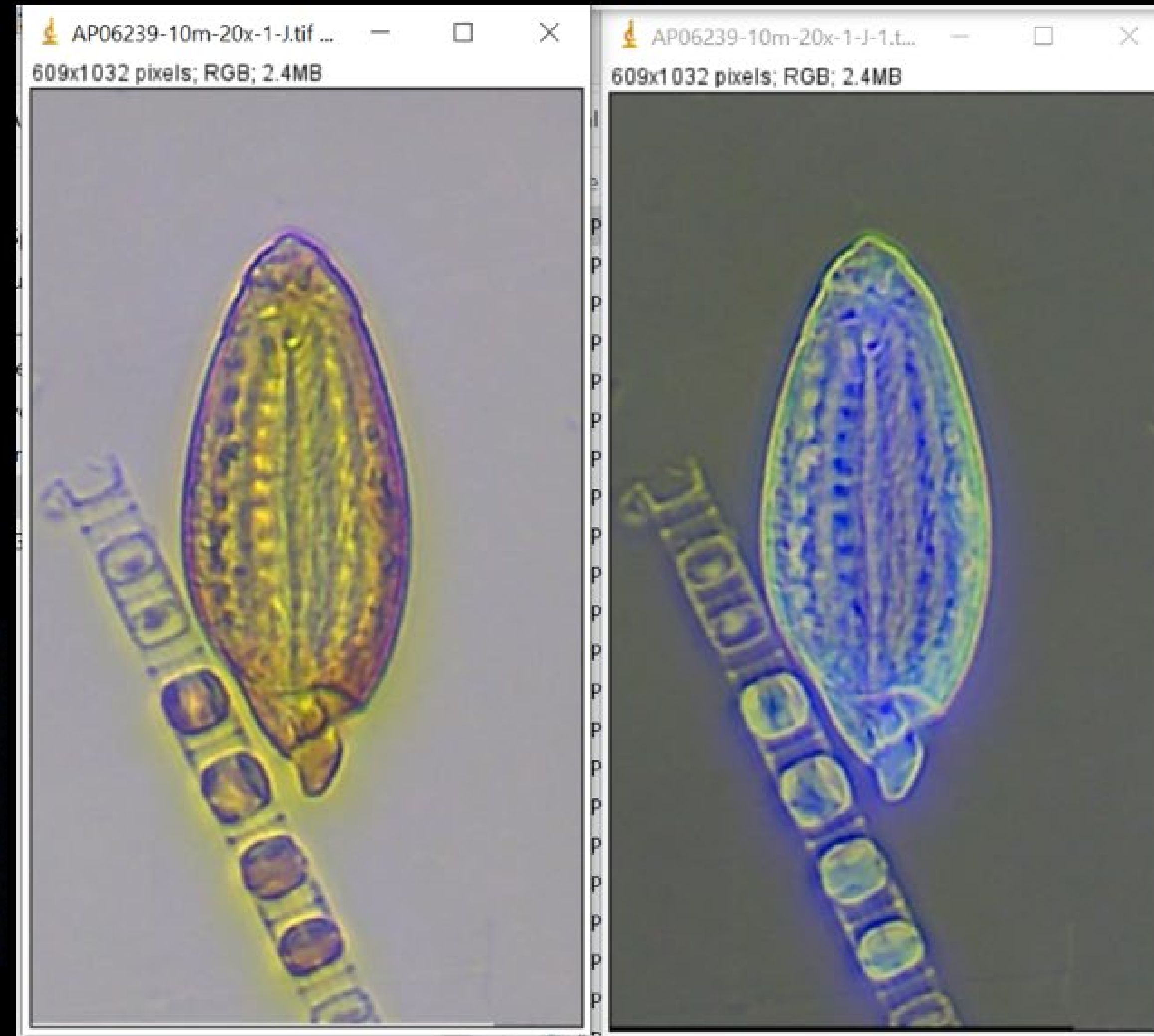
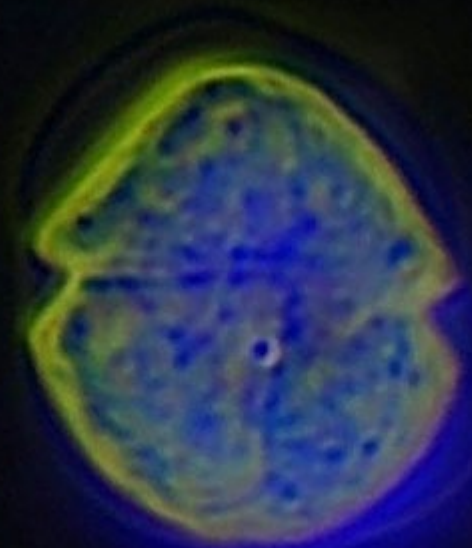
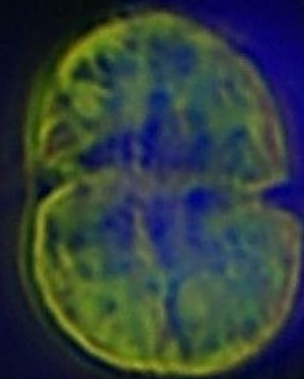
(#ADICFITO)

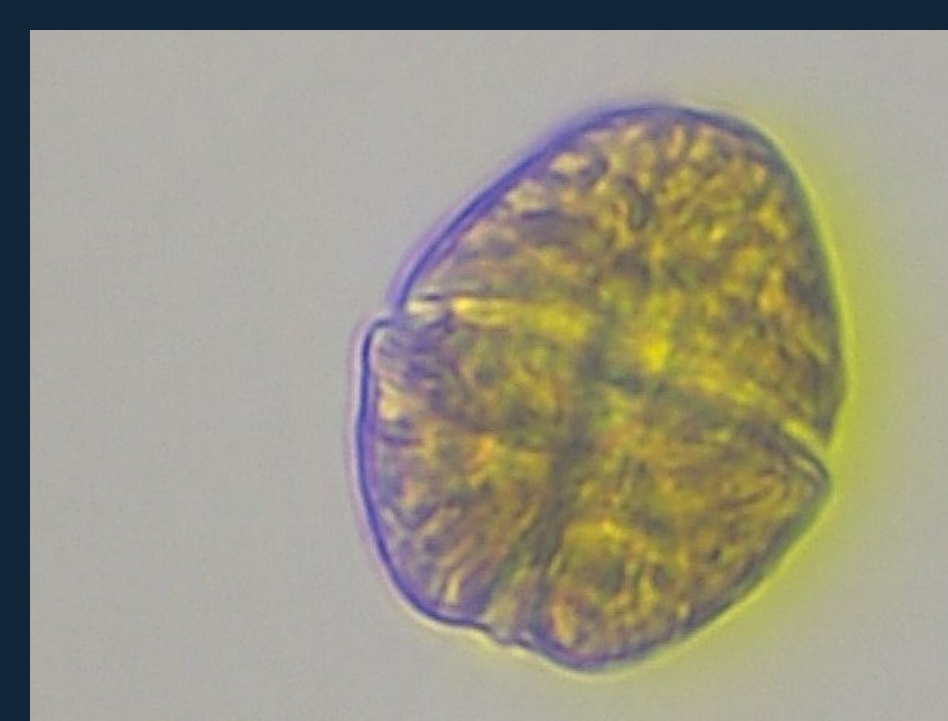
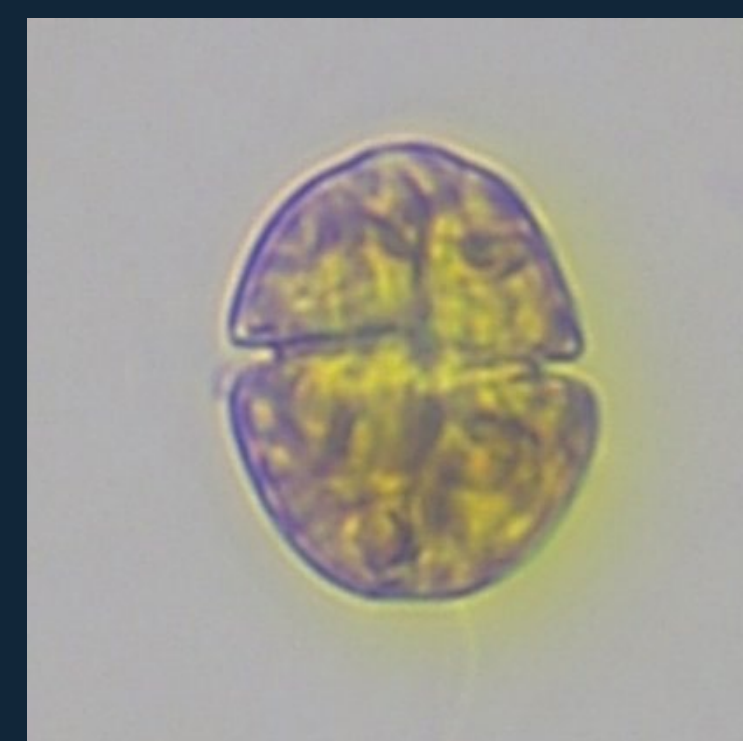
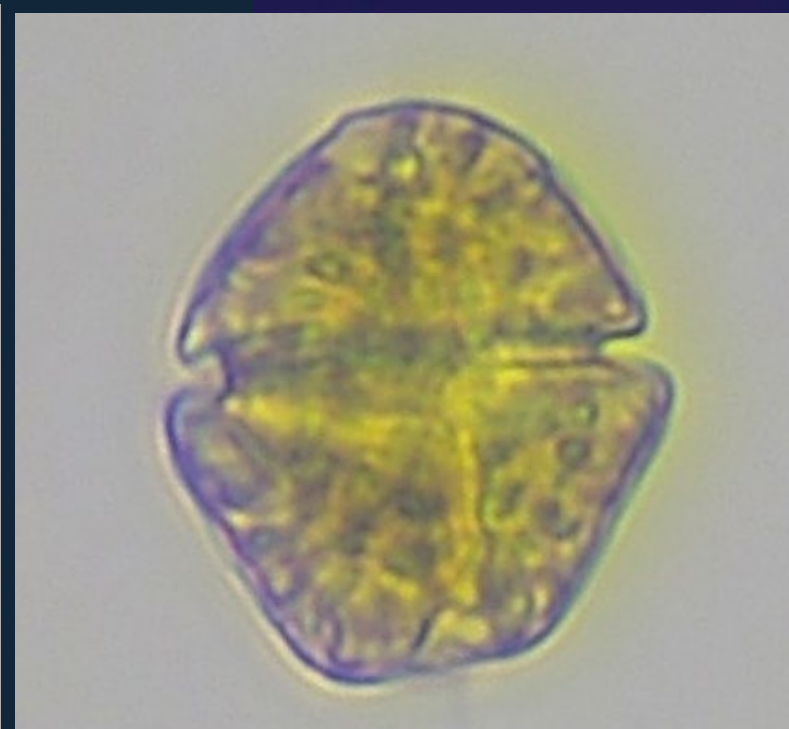
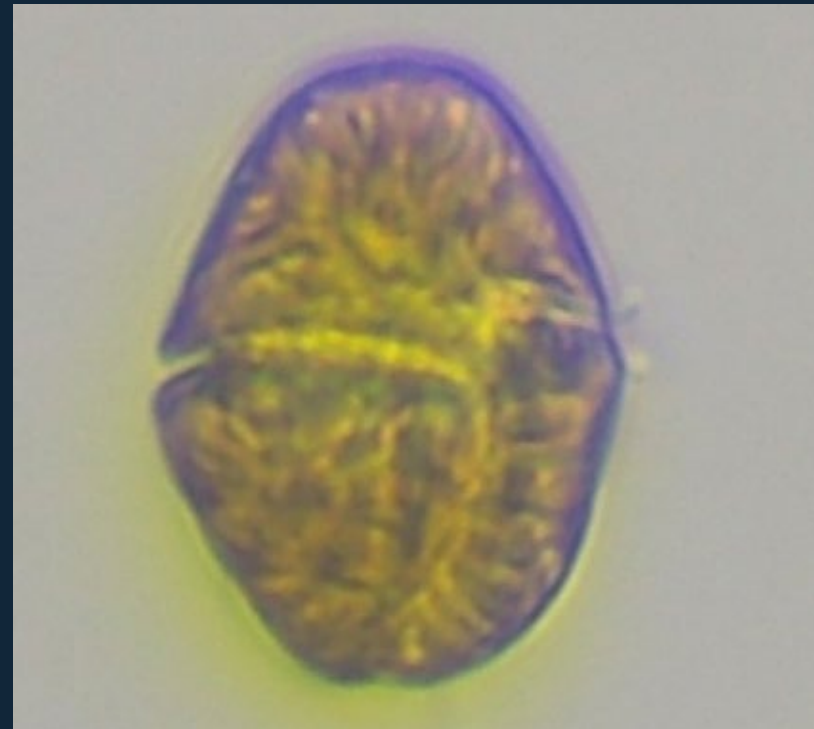
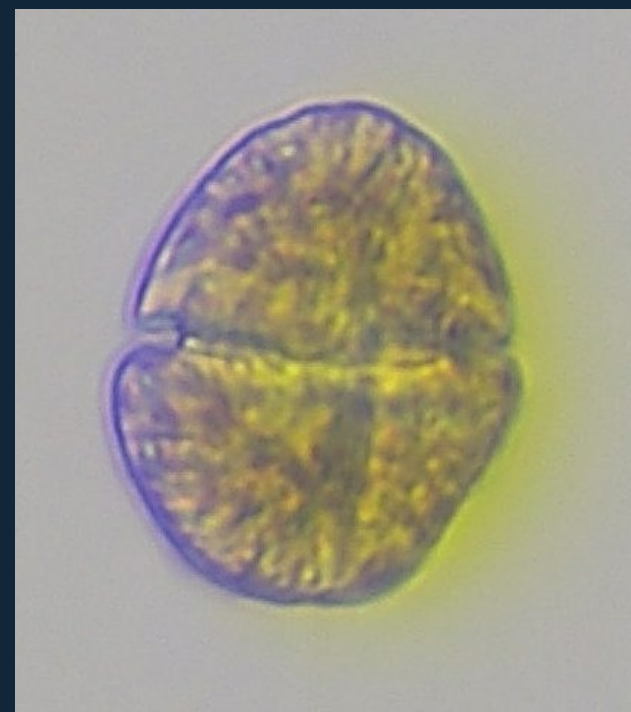
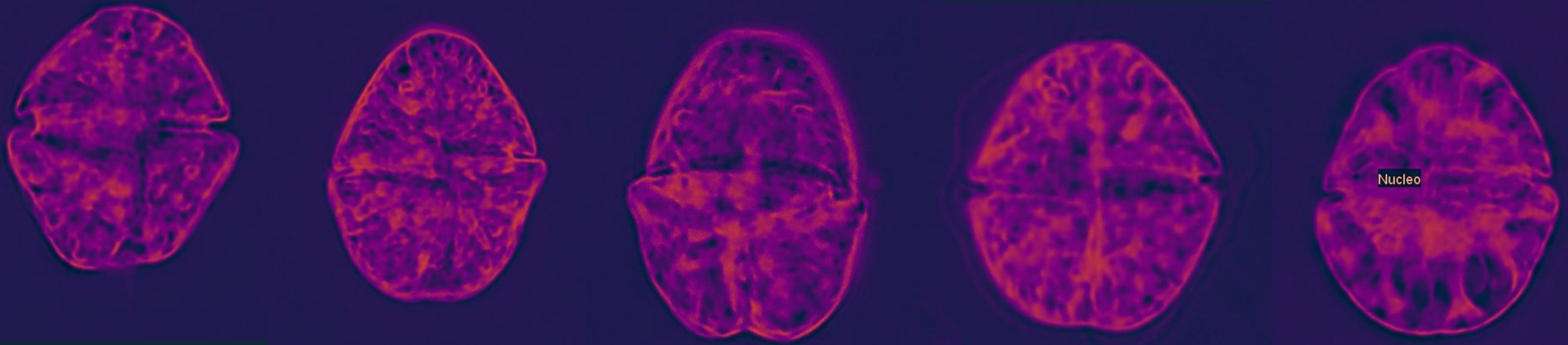
Puerto Varas, mayo 2, 2022

## RESULTADOS

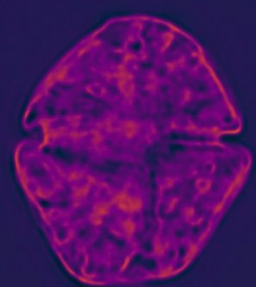
Debe existir adecuada bibliografía de aspectos morfológicos y de imágenes de fitoplancton. Además, de los accesos en línea disponibles en internet.

(Gómez et al., 2016)(Larsen, 1994) efectúan una buena descripción de dinoflagelados atecados, de géneros Torodinium, Gyrodinium entre otros.

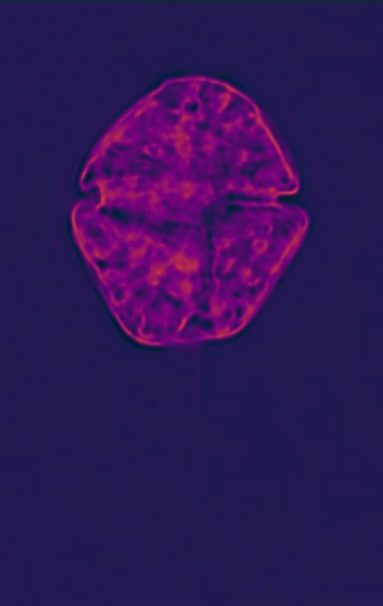
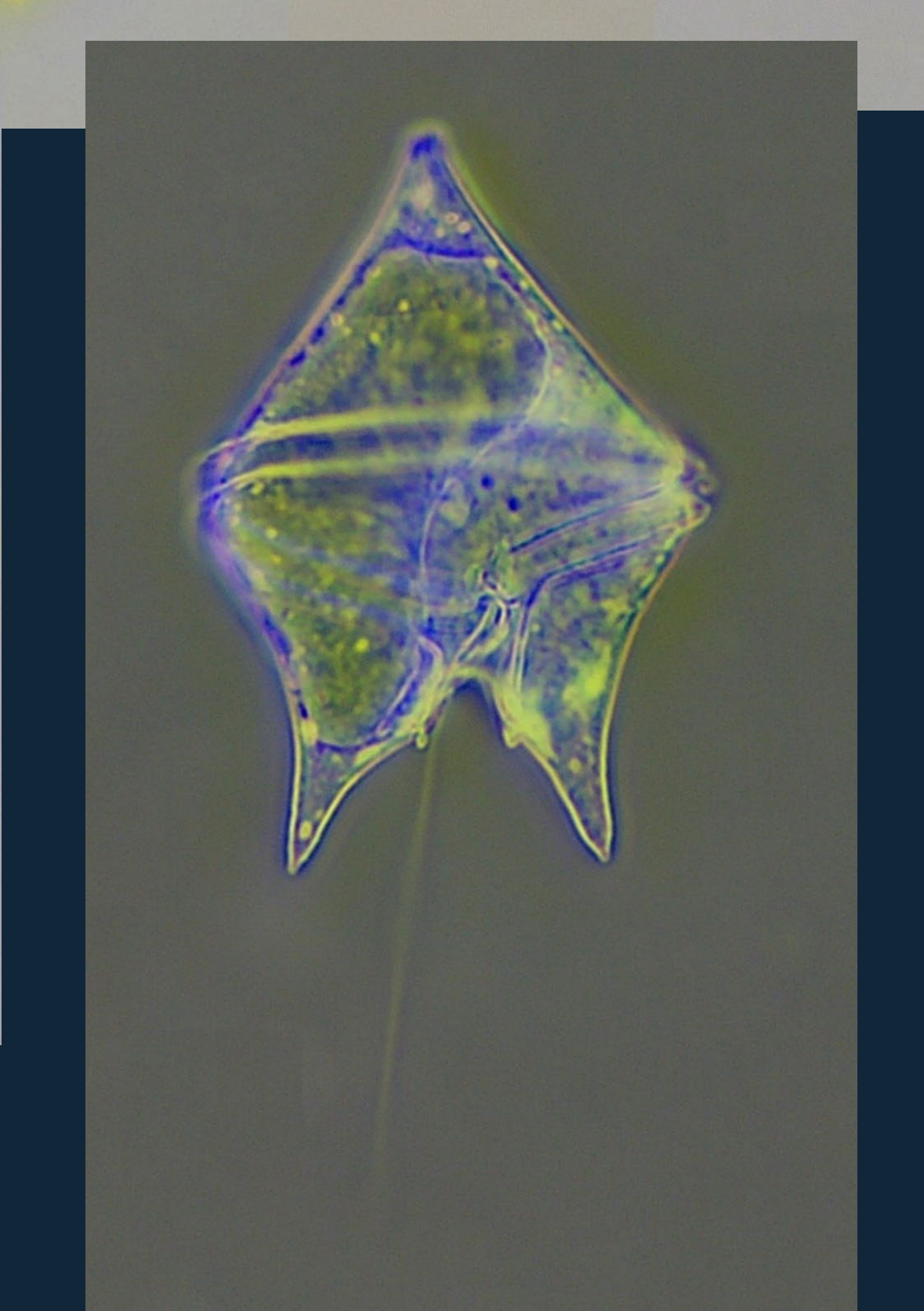
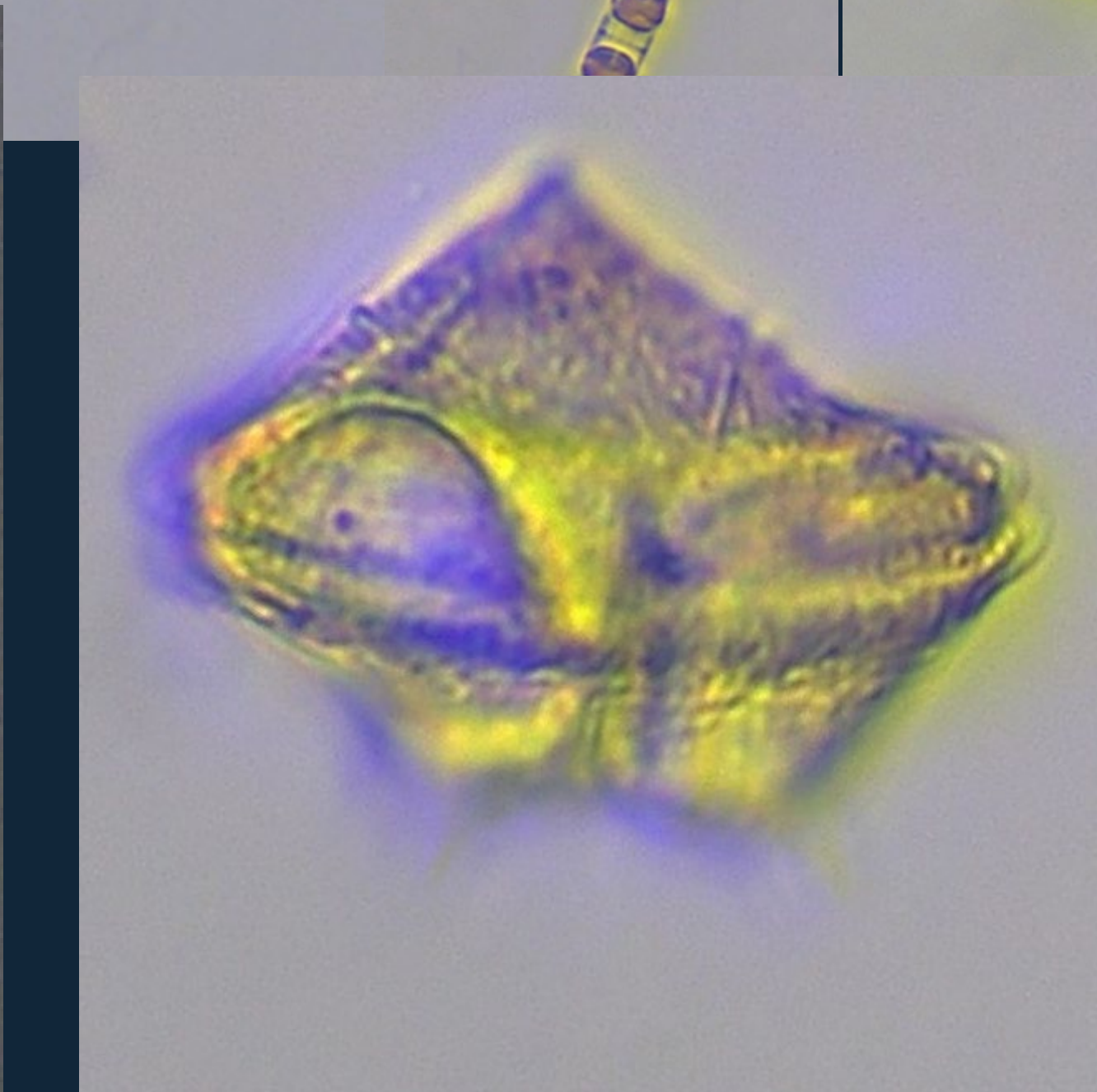
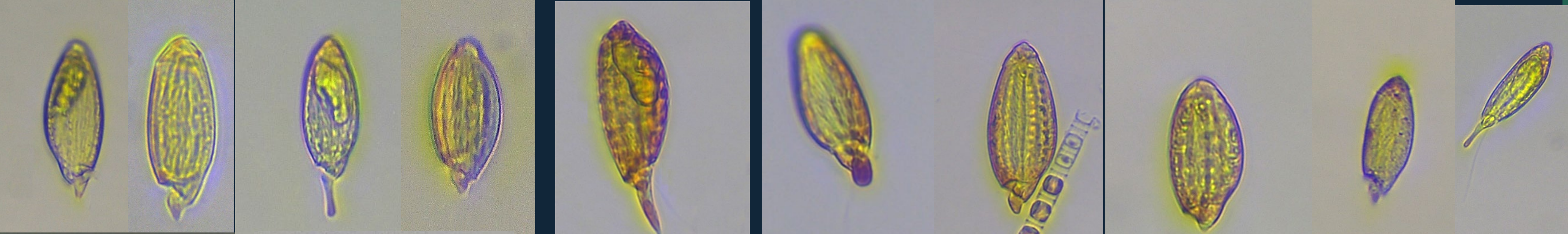


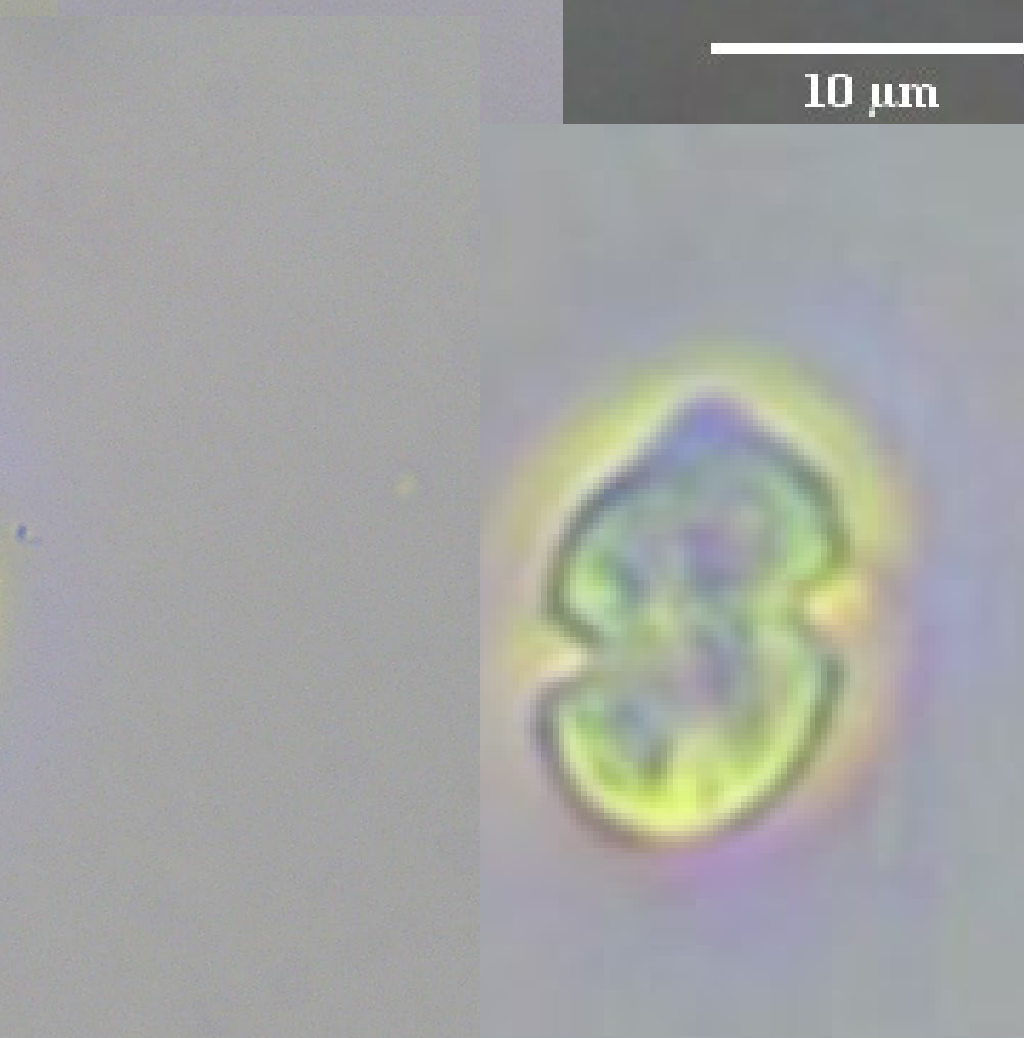
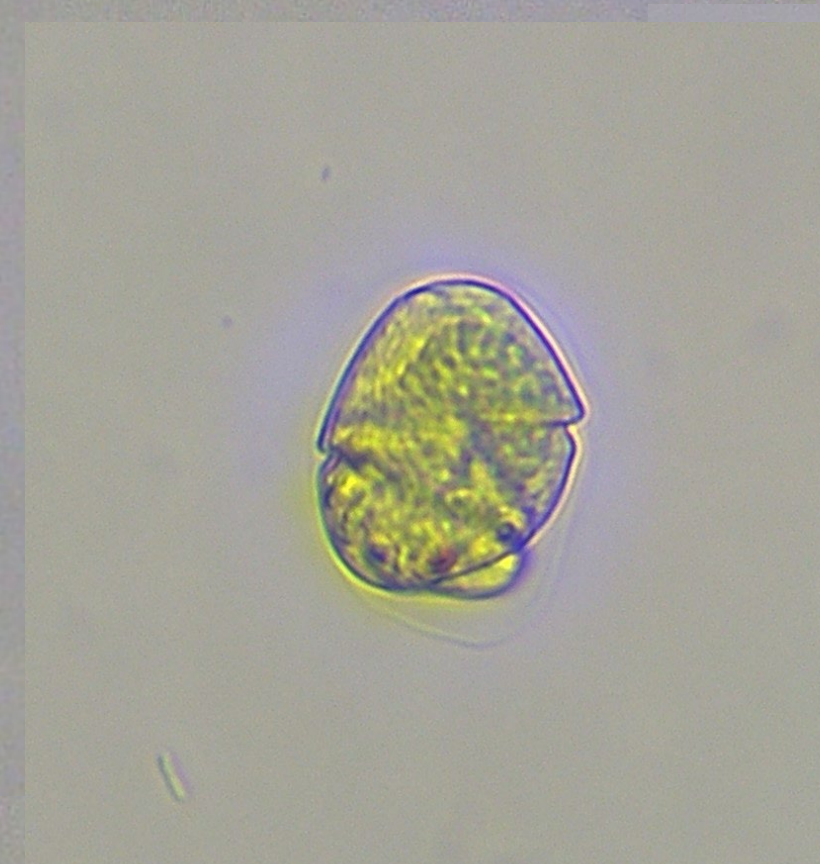
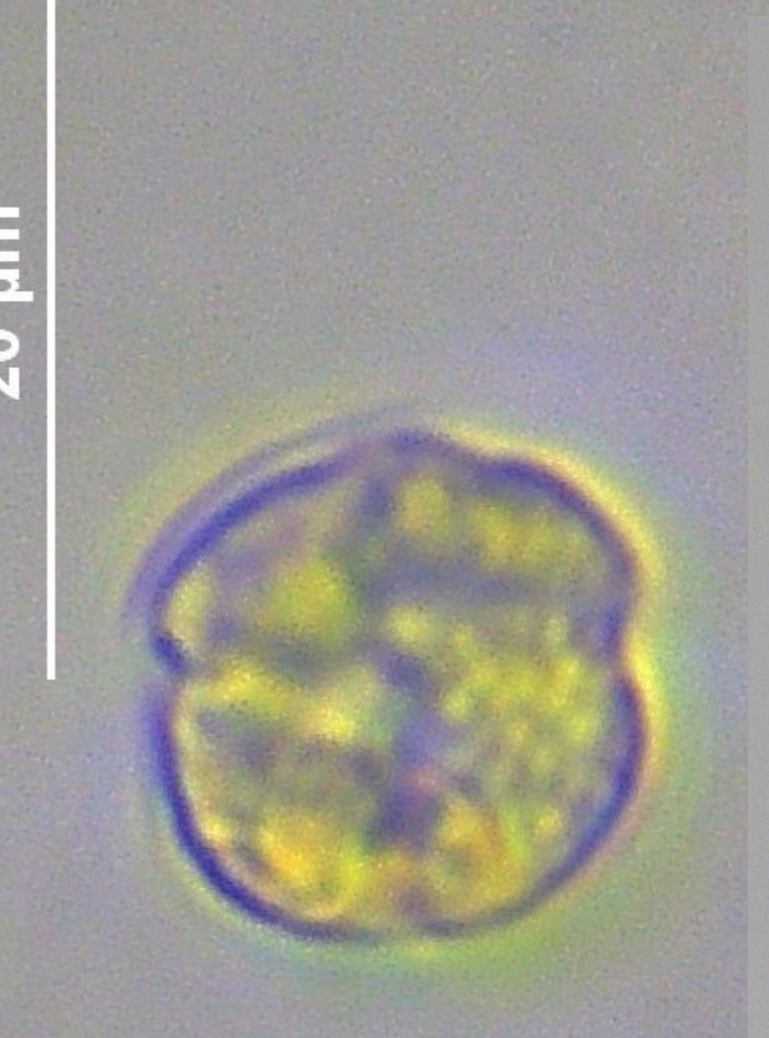
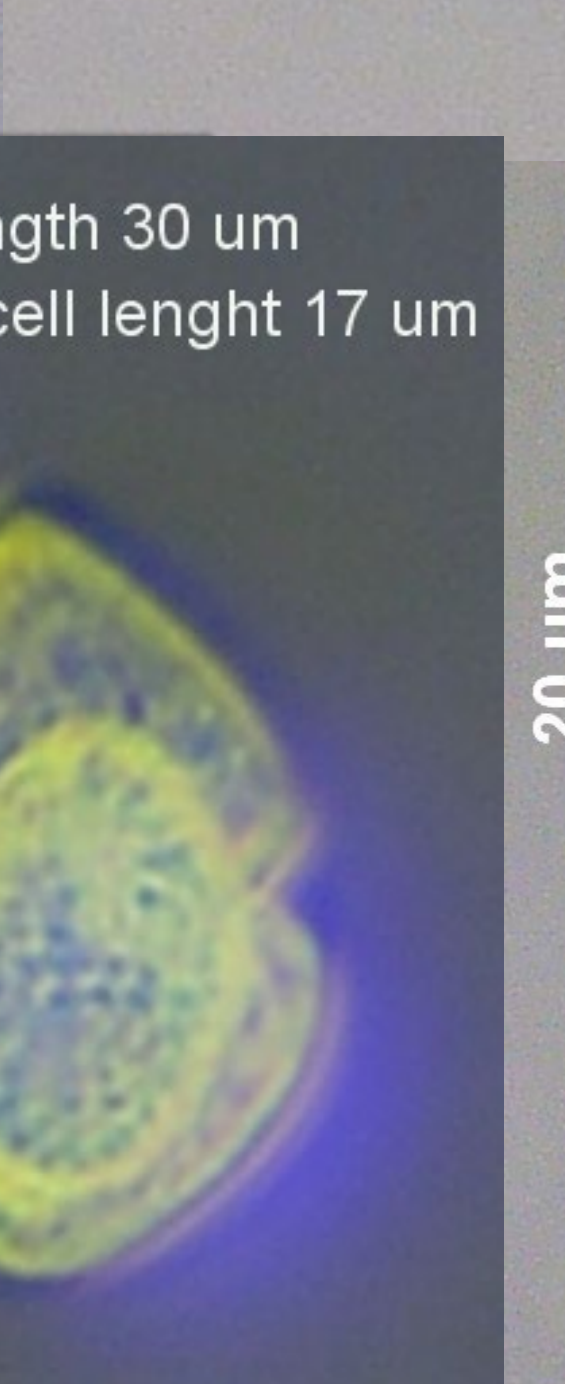
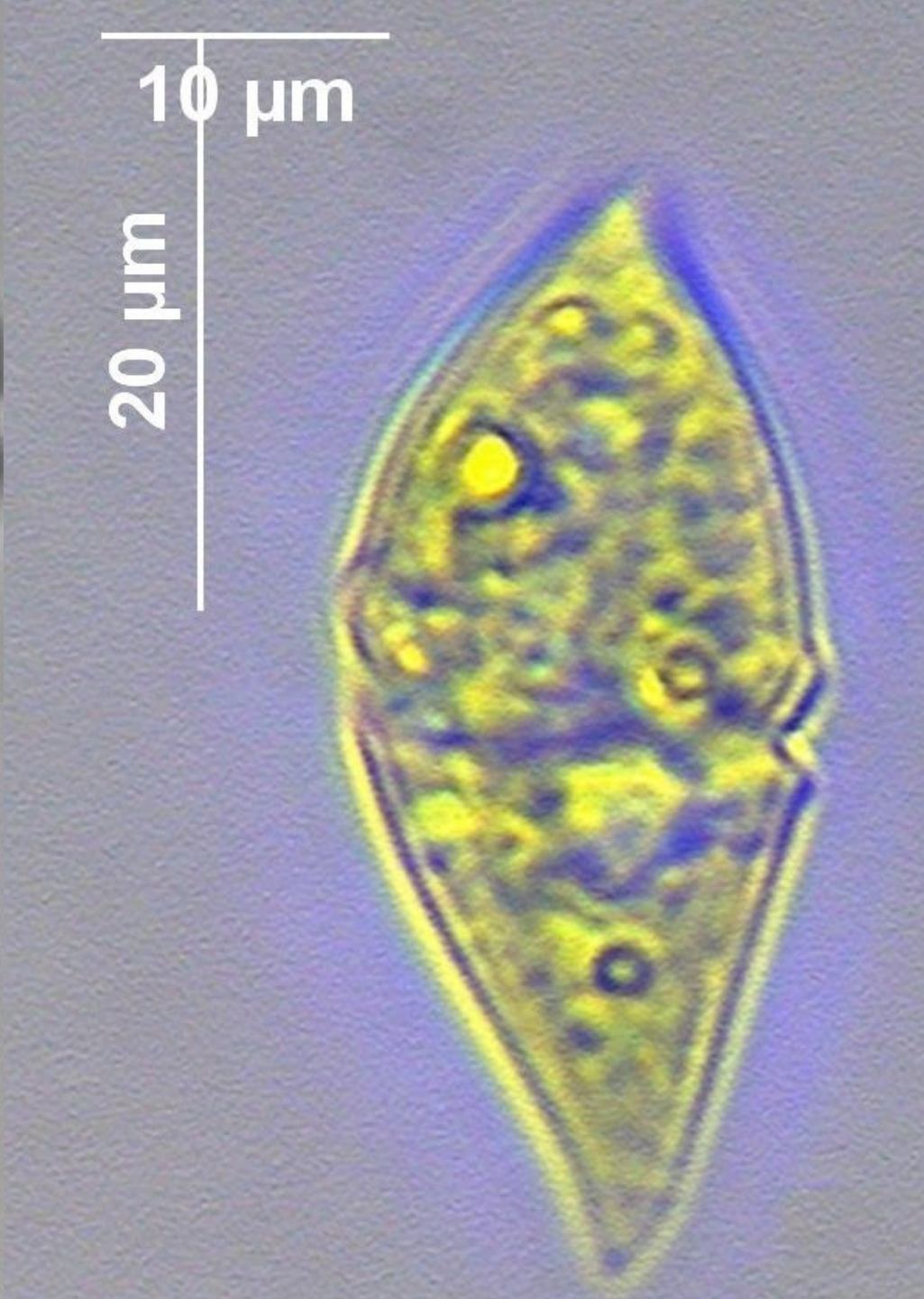
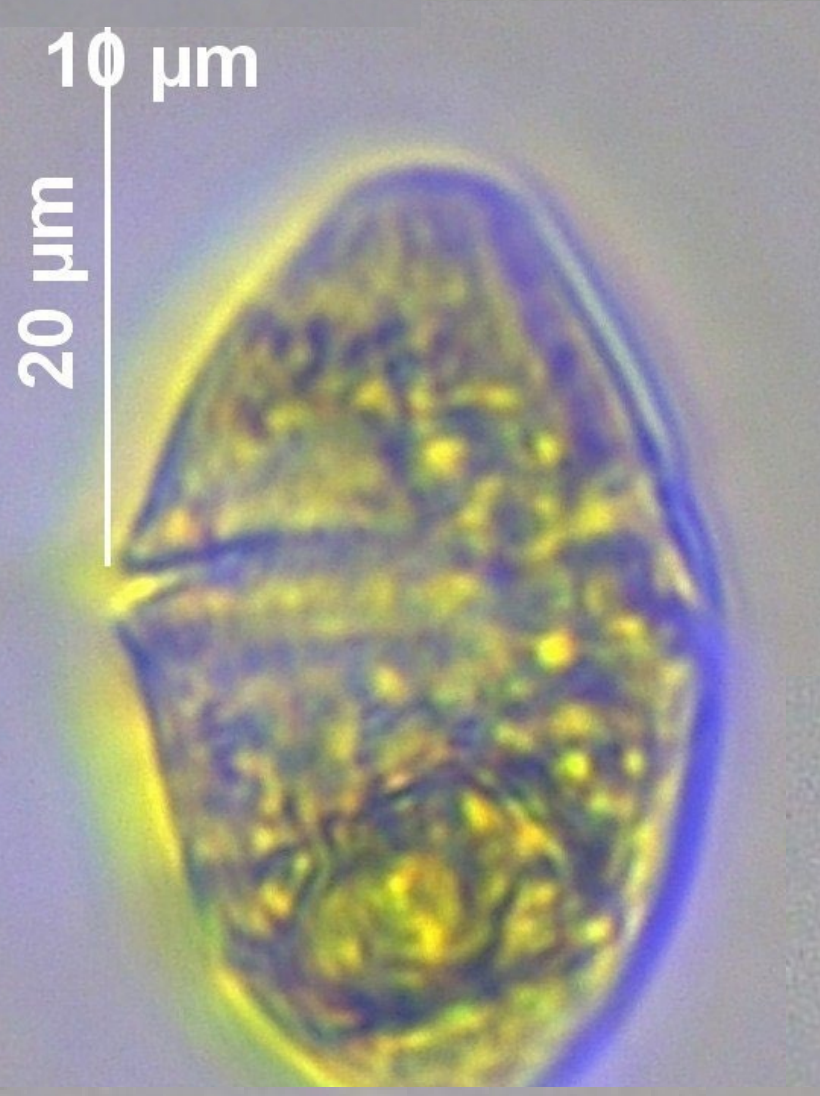
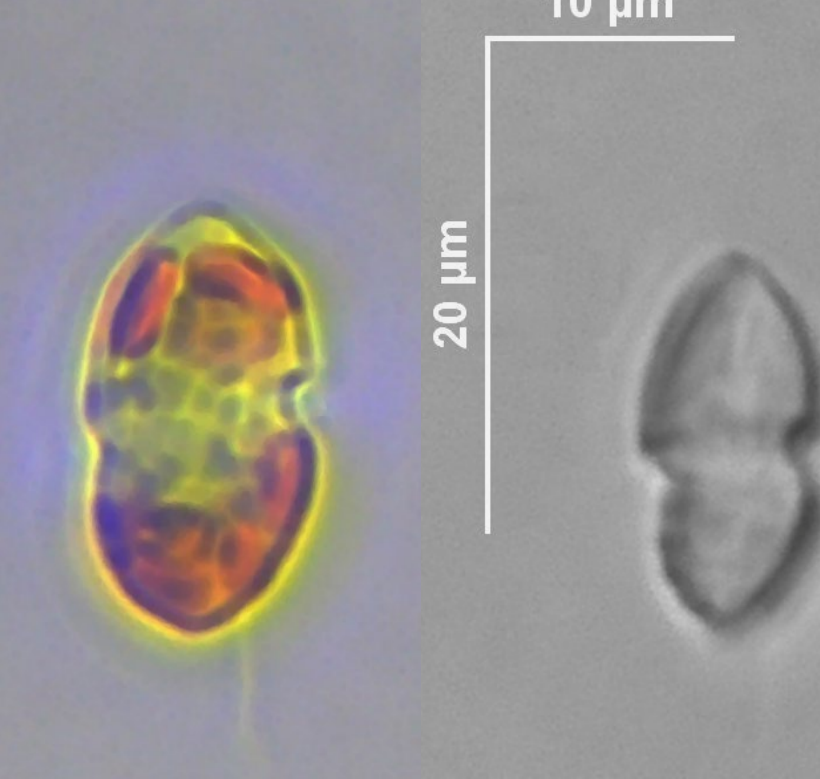
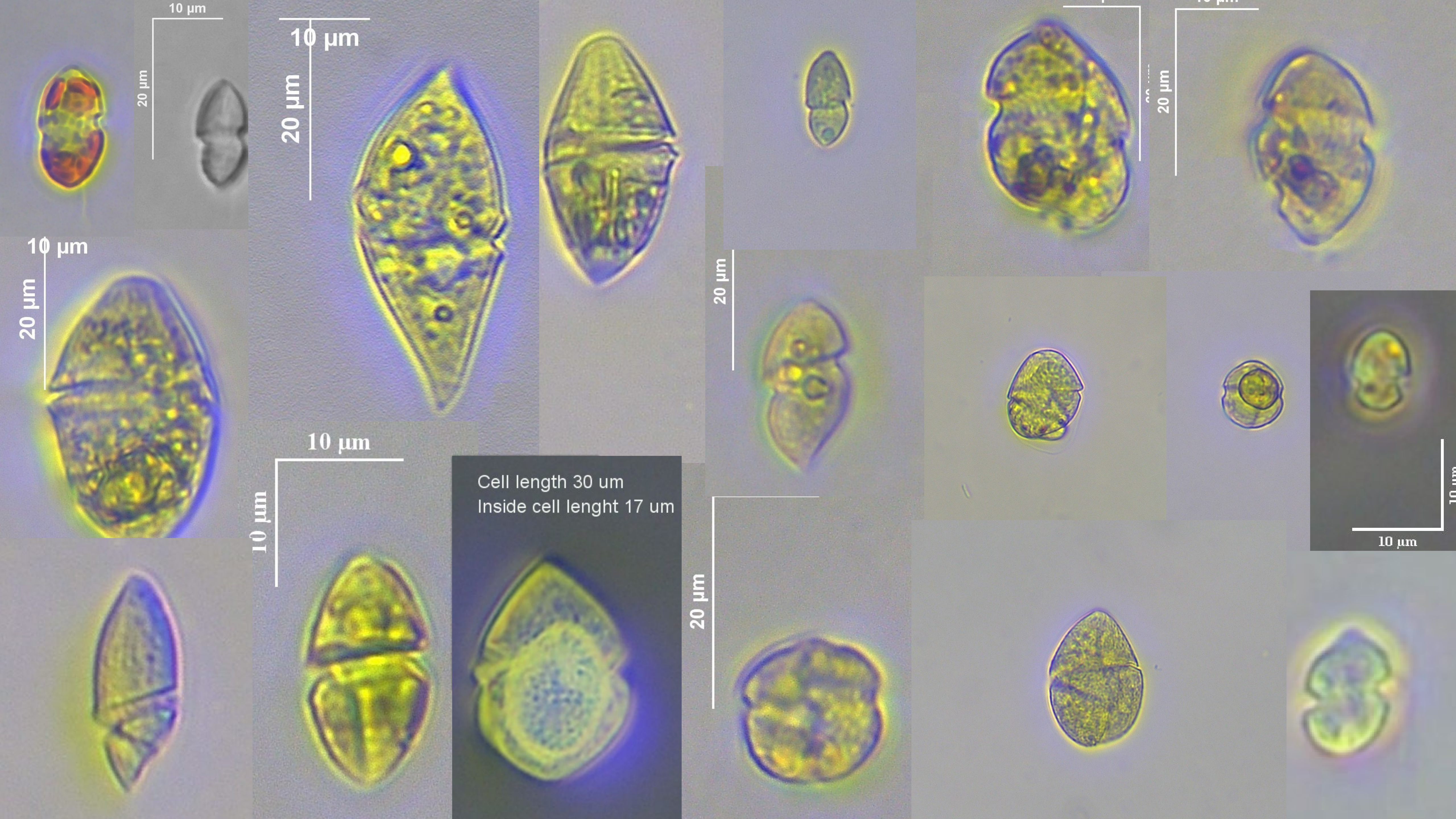


1. File Processing with Imagej
2. Image 8 bits
3. Smoothing
4. Background subtraction
5. LUT and Gem color



**PLANCTON**  
ANDINO





Cell length 30 um  
Inside cell length 17 um

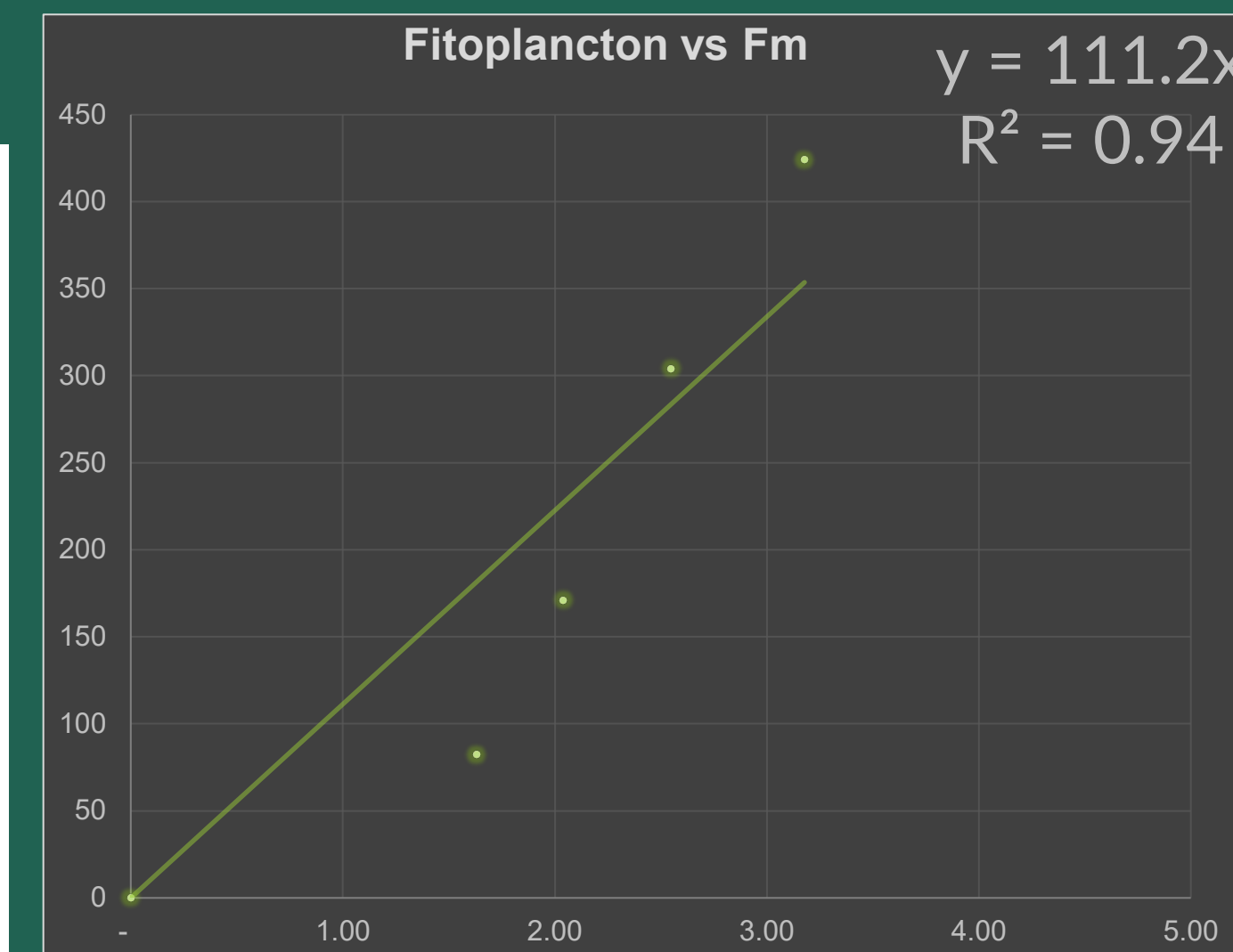
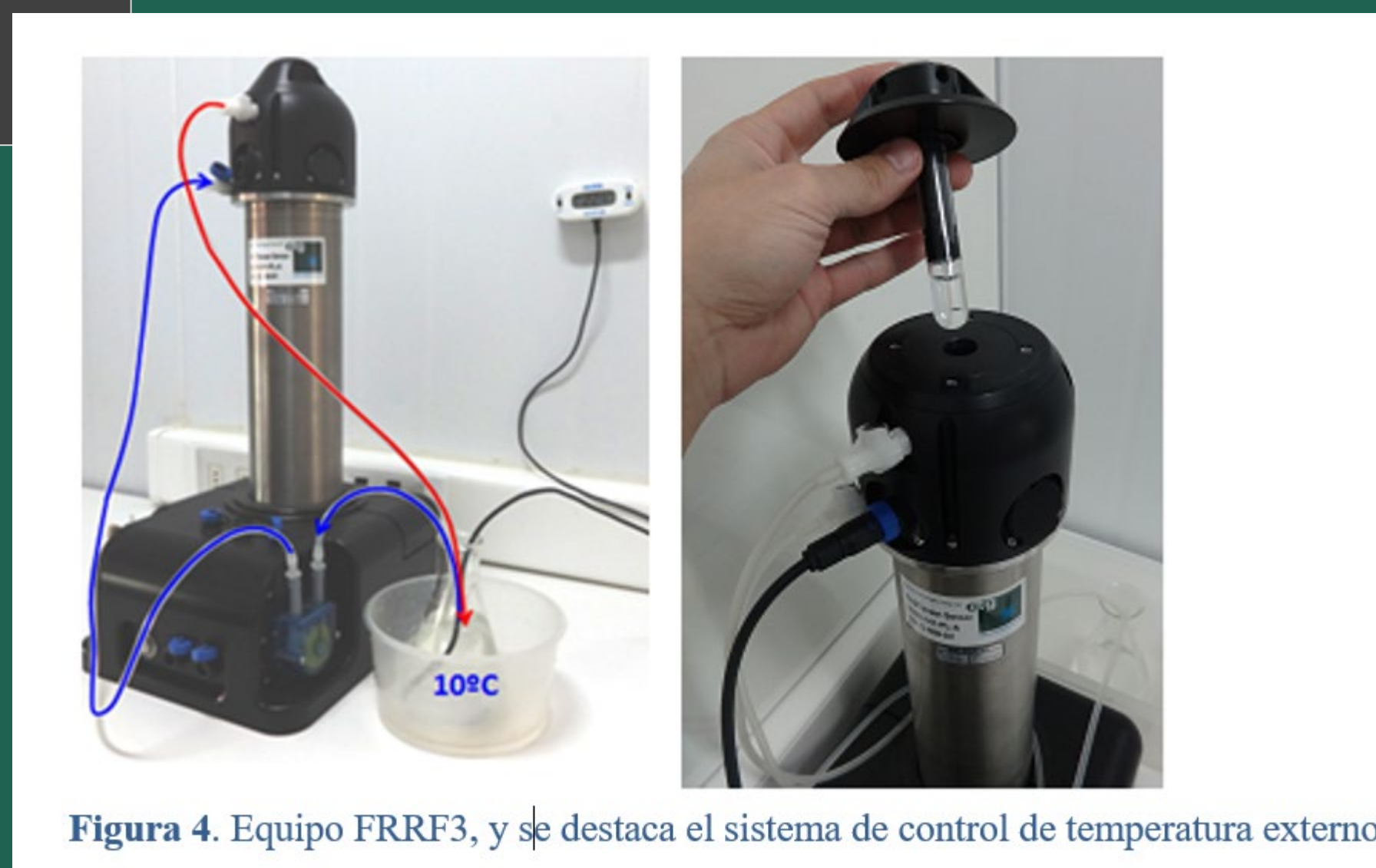
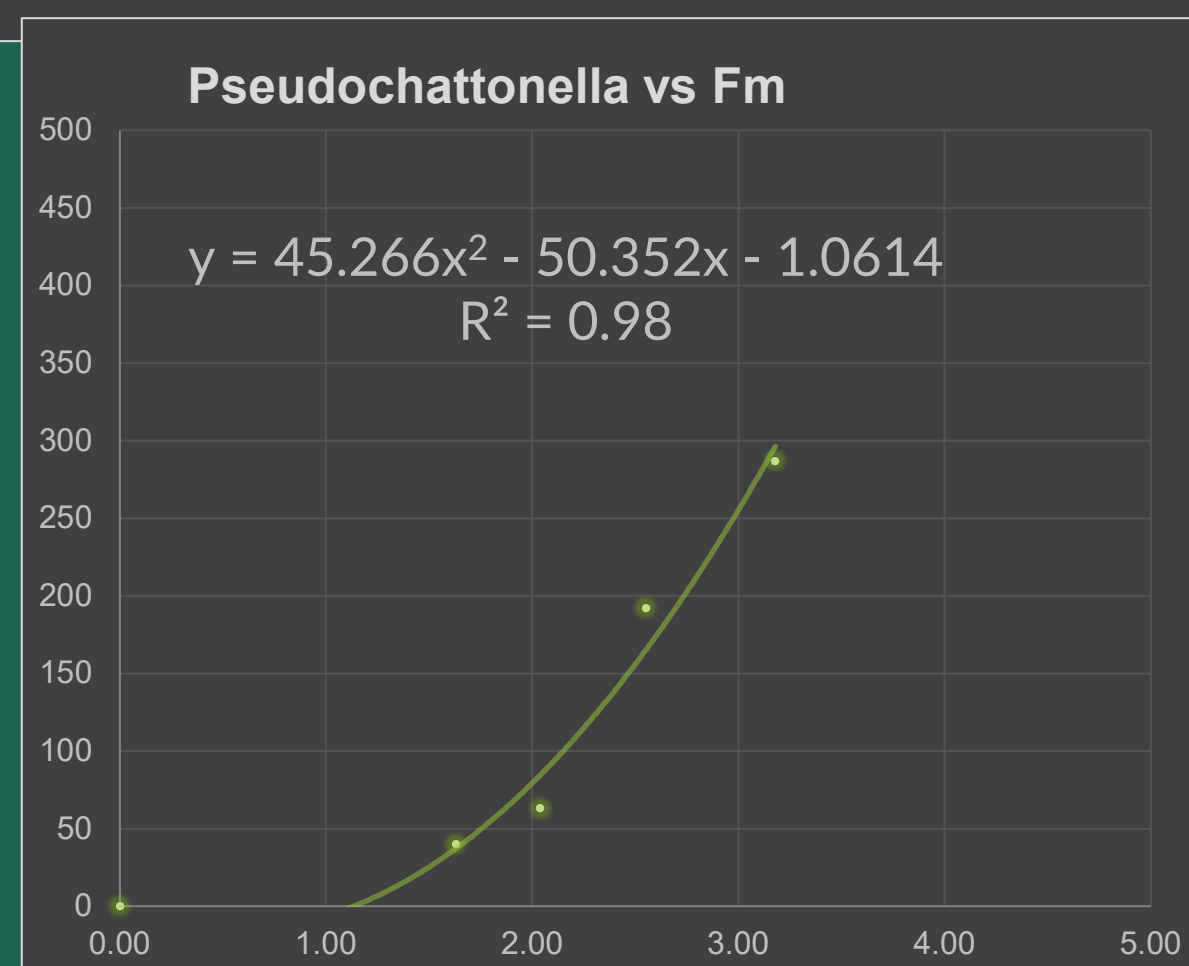
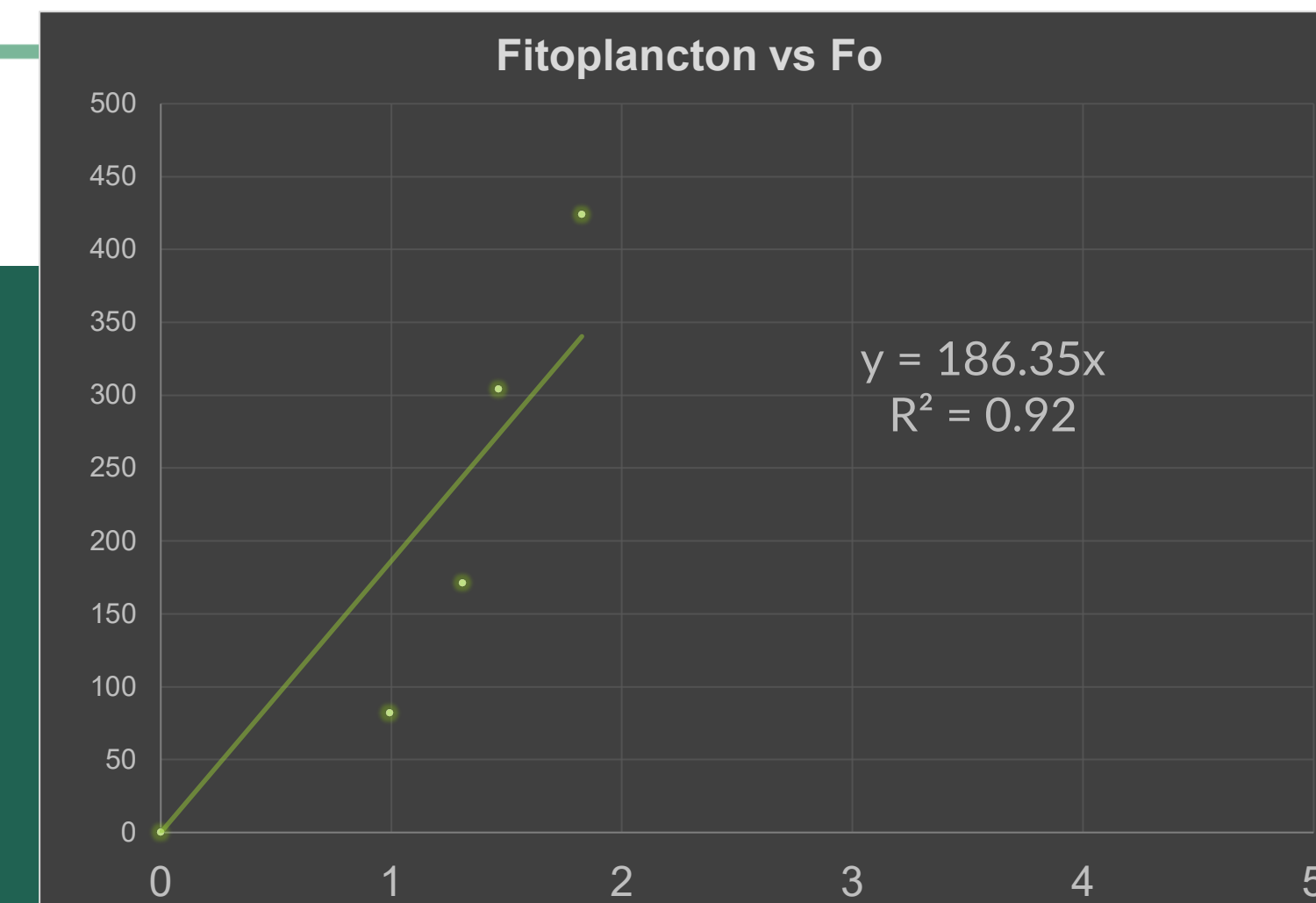
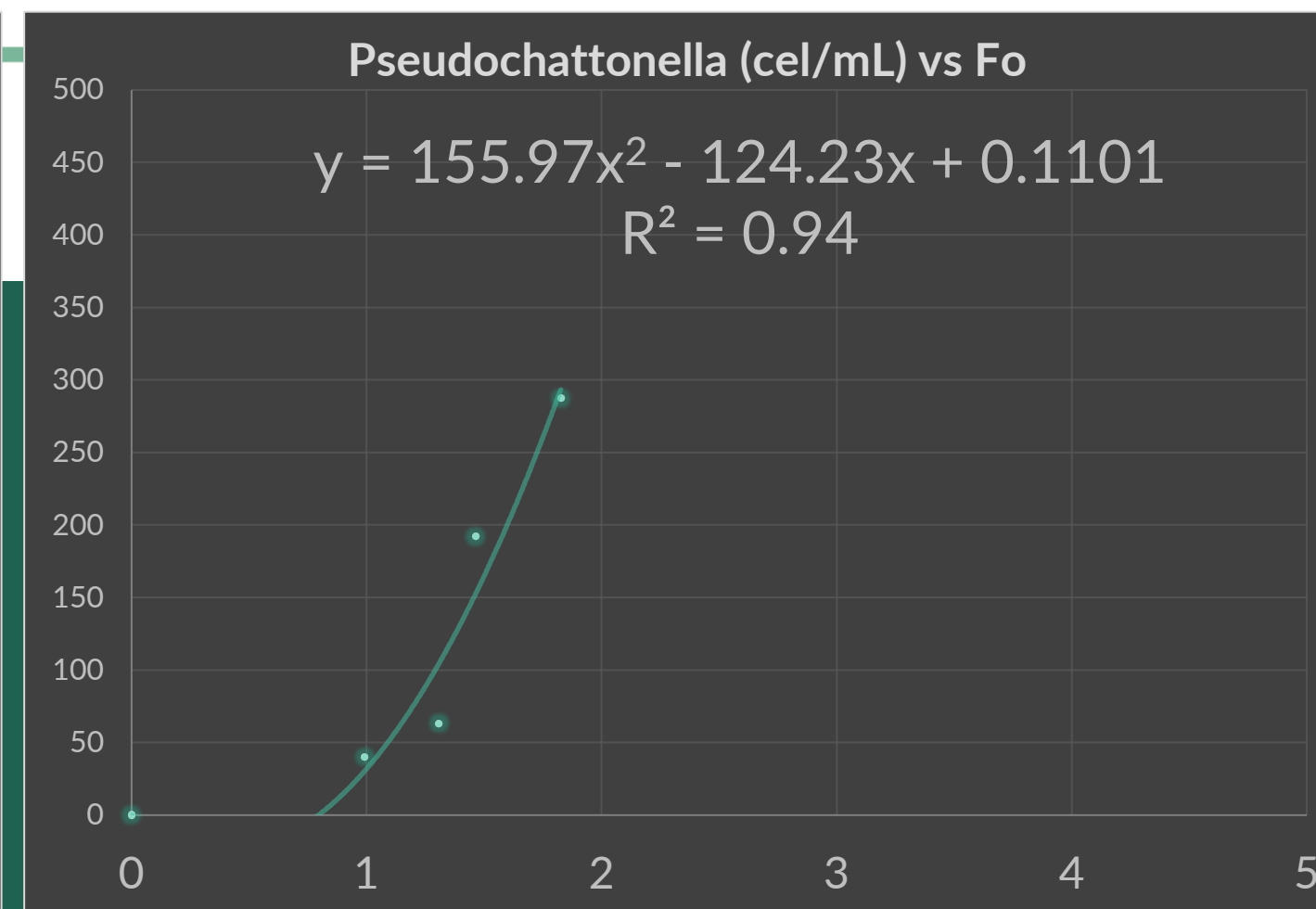
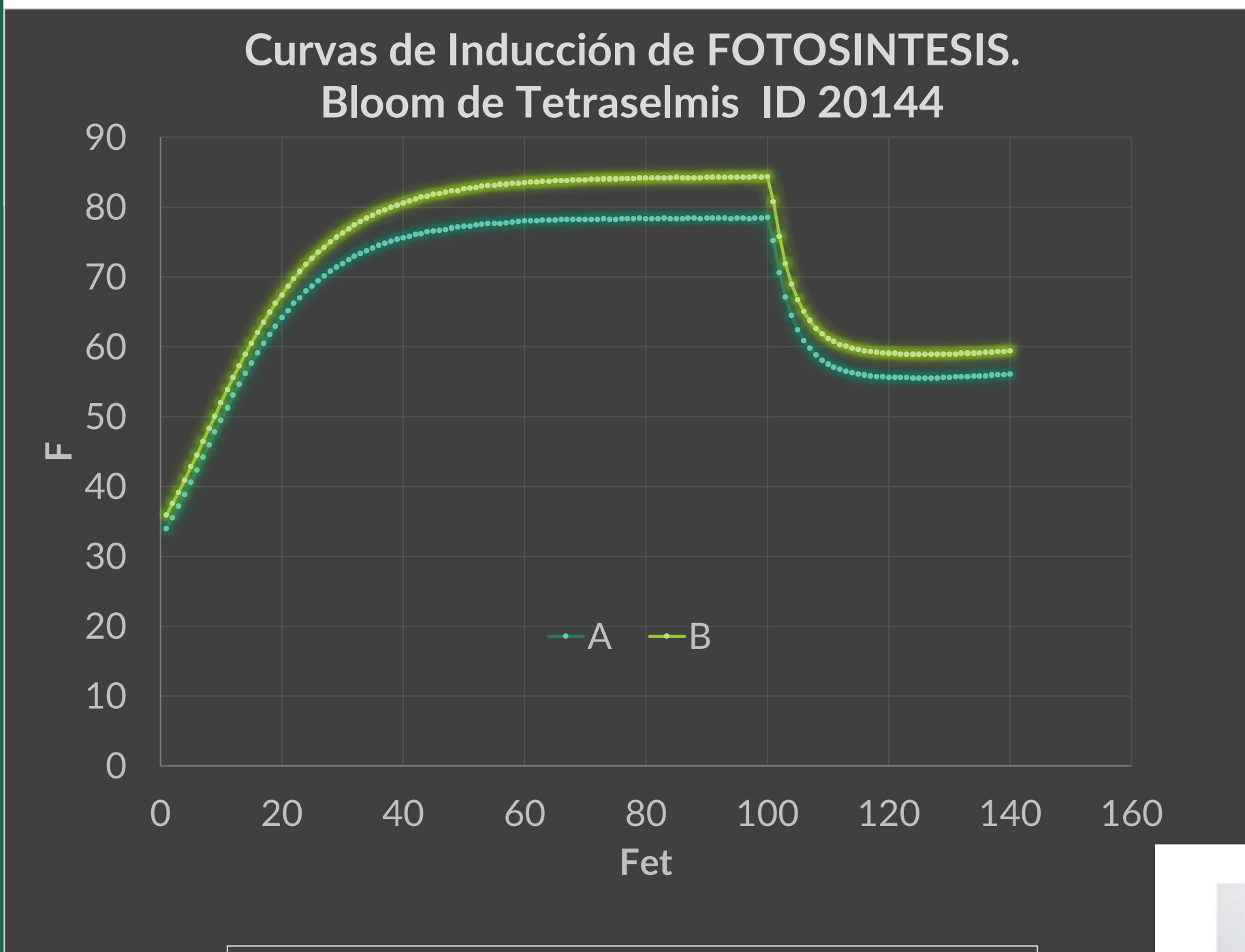
# Pronóstico del FAN INDEX (1/2)



Proyecto de Pronósticos del FAN INDEX  
FAN-INDEX-ALERT

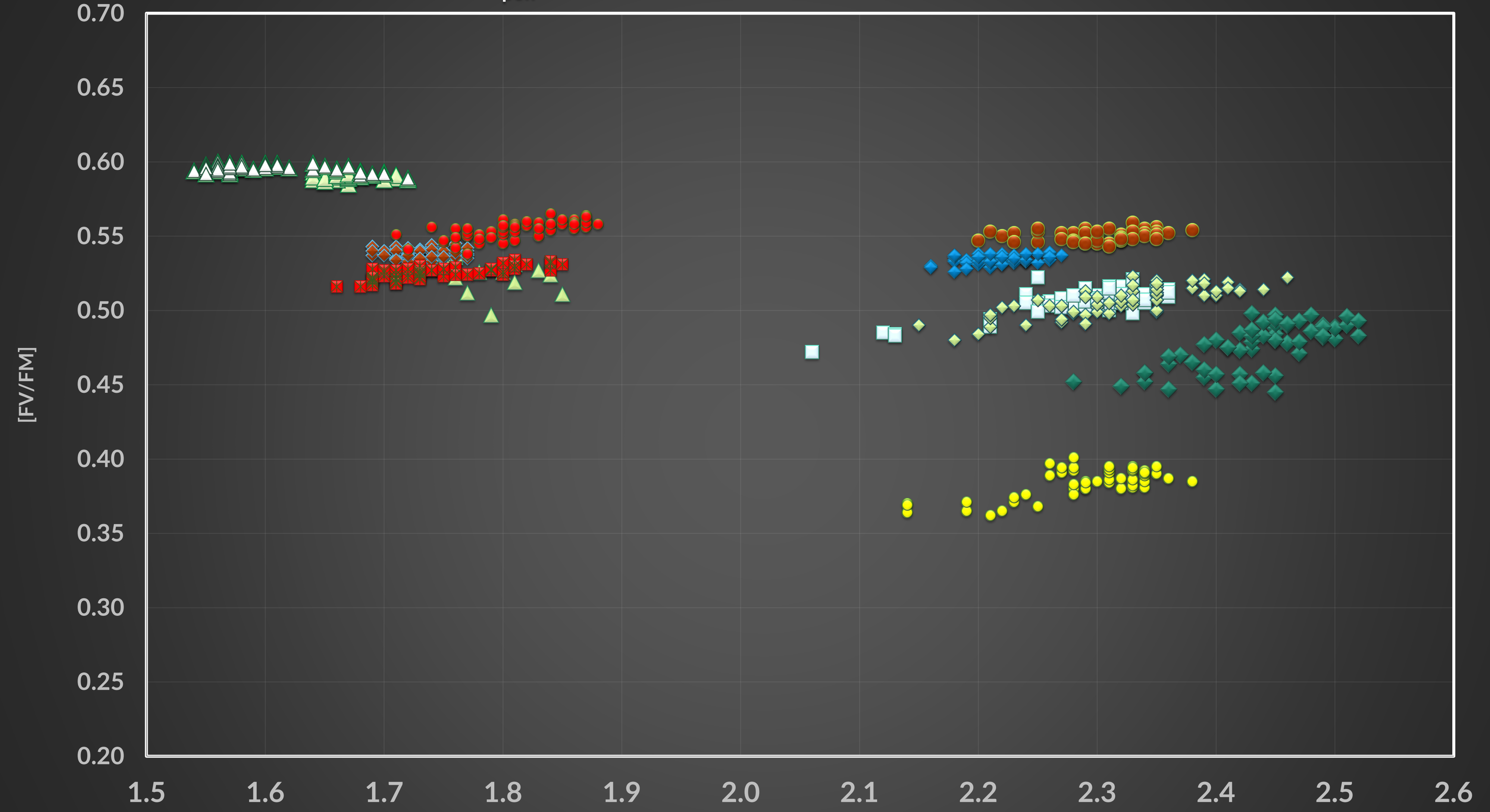
1. Proyecto se origina 2021 colaboración entre Plancton Andino, Skretting Chile y Adapty.
2. Objetivo predecir FAN INDEX usando data-science, modelos y herramientas de Machine Learning (ML).
3. Predicción consiste en correr modelos ML ajustado a dataset histórico del POAS de barrios 2 y 10.
4. Variables entrada Temperatura, Radiación vector del viento, entre otras.
5. También utiliza datos POAS variables bióticas del fitoplancton; Grupos Funcionales, como diatomeas y dinoflagelados, diversidad de especies, entre otras.

# Ecofisiología de blooms y FANs; Eficiencia de Fotosíntesis y Absorción fotoquímica. Modelos simples



# Photosynthetic Efficiency vs Absorption Cross Section of PSII photochemistry


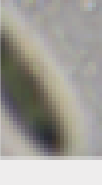

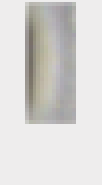
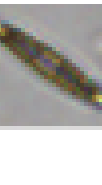
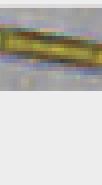

( $\sigma_{psii}$  m<sup>2</sup>) of Different Blooms (HABs)



- Pseudochattonella
- Criptoficea
- ▲ L. cf. chlorophorum
- P. cf. cordatum
- ▲ Tetraselmis A
- ◆ Heterosigma 28-3-21-00
- Heterosigma 3-4-2021-05
- ▲ Tetraselmis B
- Heterosigma 20-4-2021-06
- ◆ Gymnodinium sp4.
- ◆ Gymnodinium sp4-b
- ◆ Gymnodinium sp4-c



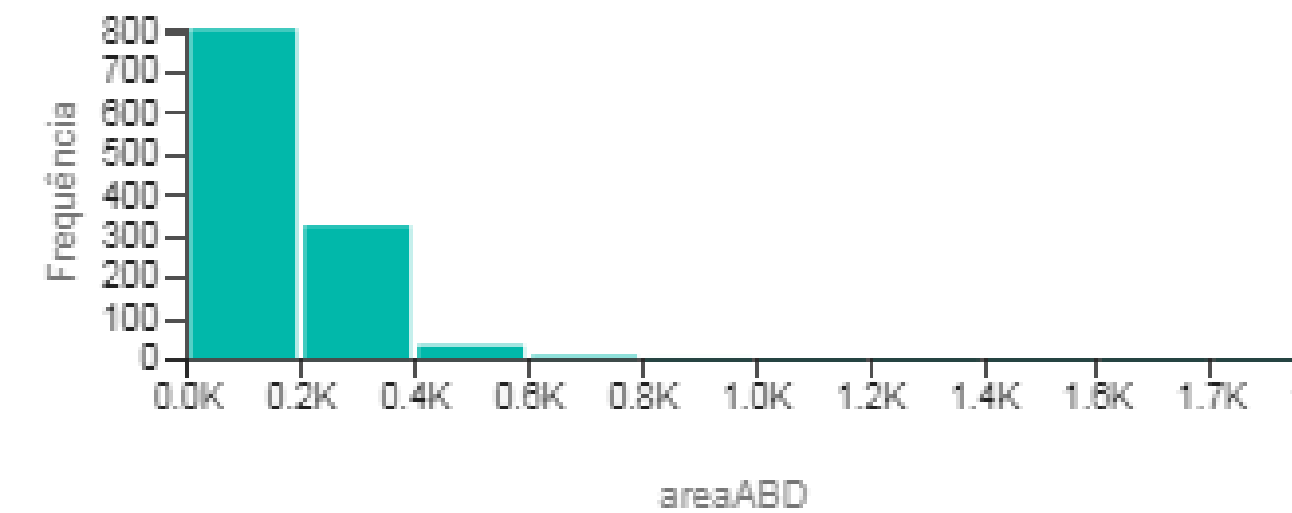
# Resultados de FlowCam en línea y en formato de base datos SQL

name	particle_id	Imagen Flowcam	areaABD	aspectRatio	lenght	width	circularity
<input type="checkbox"/> 21868-00	25346		30,6	0,09	31,35	2,31	0,16
<input type="checkbox"/> 21868-00-b							
<input type="checkbox"/> 21868-00-b-sk							
<input type="checkbox"/> 21868-05	25749		29,7	0,11	28,71	1,98	0,18
<input type="checkbox"/> 21868-05-b							
<input type="checkbox"/> 21868-10							
<input type="checkbox"/> 21868-10-b							
<input type="checkbox"/> 21878-00	25129		30,3	0,17	17,49	2,31	0,42
<input type="checkbox"/> 23514-05b							
<input type="checkbox"/> 23516-05b							
<input type="checkbox"/> 24768-00	25341		20,6	0,18	16,17	1,98	0,38
<input type="checkbox"/> 24768-00-v5.4							
<input type="checkbox"/> 24768-05-v5.4							
<input type="checkbox"/> 24768-10-v5.4							
<input type="checkbox"/> 24839-00-v5.4	25155		119,4	0,21	30,03	6,27	0,39
<input type="checkbox"/> 24839-00-v5.4-1-b							
<input type="checkbox"/> 24839-05-v5.4	25920		158,9	0,21	32,67	5,61	0,42
<input type="checkbox"/> 24839-05-v5.4-1-b							
<input type="checkbox"/> 24839-10-v5.4							
<input type="checkbox"/> 24839-10-v5.4-1-b							
<input type="checkbox"/> 26252-00	25993		136,3	0,21	30,69	4,95	0,47
<input type="checkbox"/> 26252-05							
<input type="checkbox"/> 26252-10							
<b>Total</b>			<b>184,8</b>	<b>0,53</b>	<b>23,26</b>	<b>10,53</b>	<b>0,60</b>

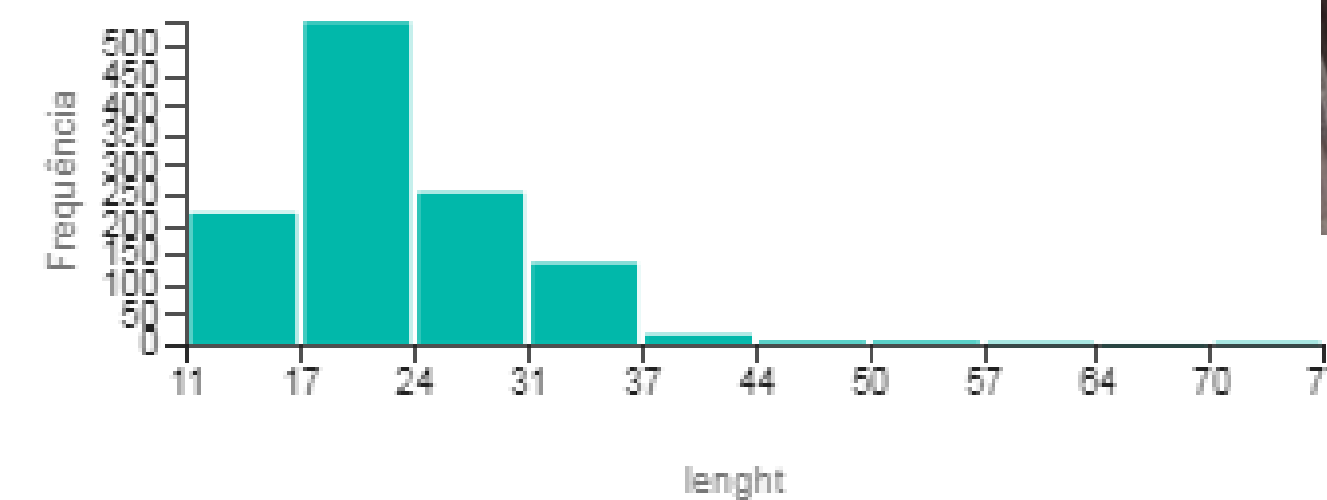
Numero de células

1174

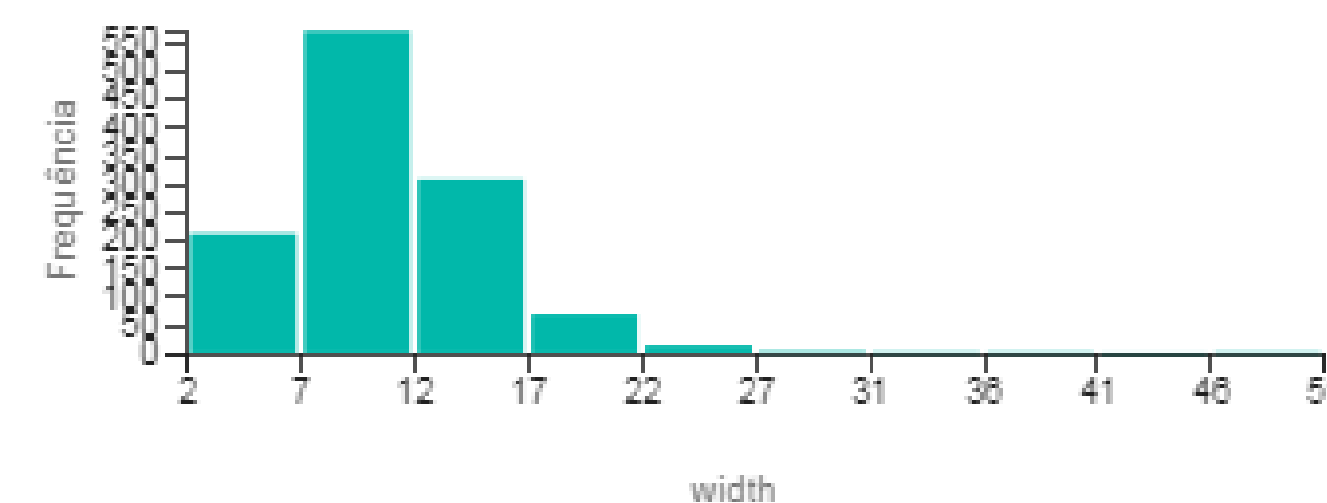
Contagem de particle\_ID por areaABD



Contagem de particle\_ID por lenght



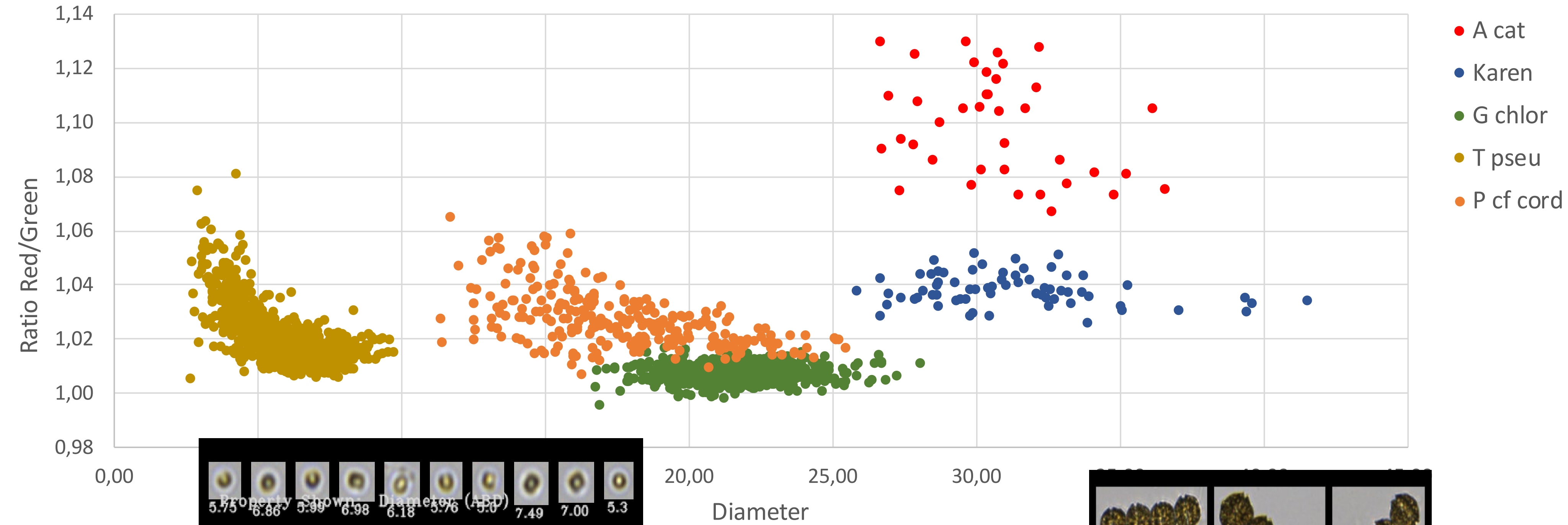
Contagem de particle\_ID por width



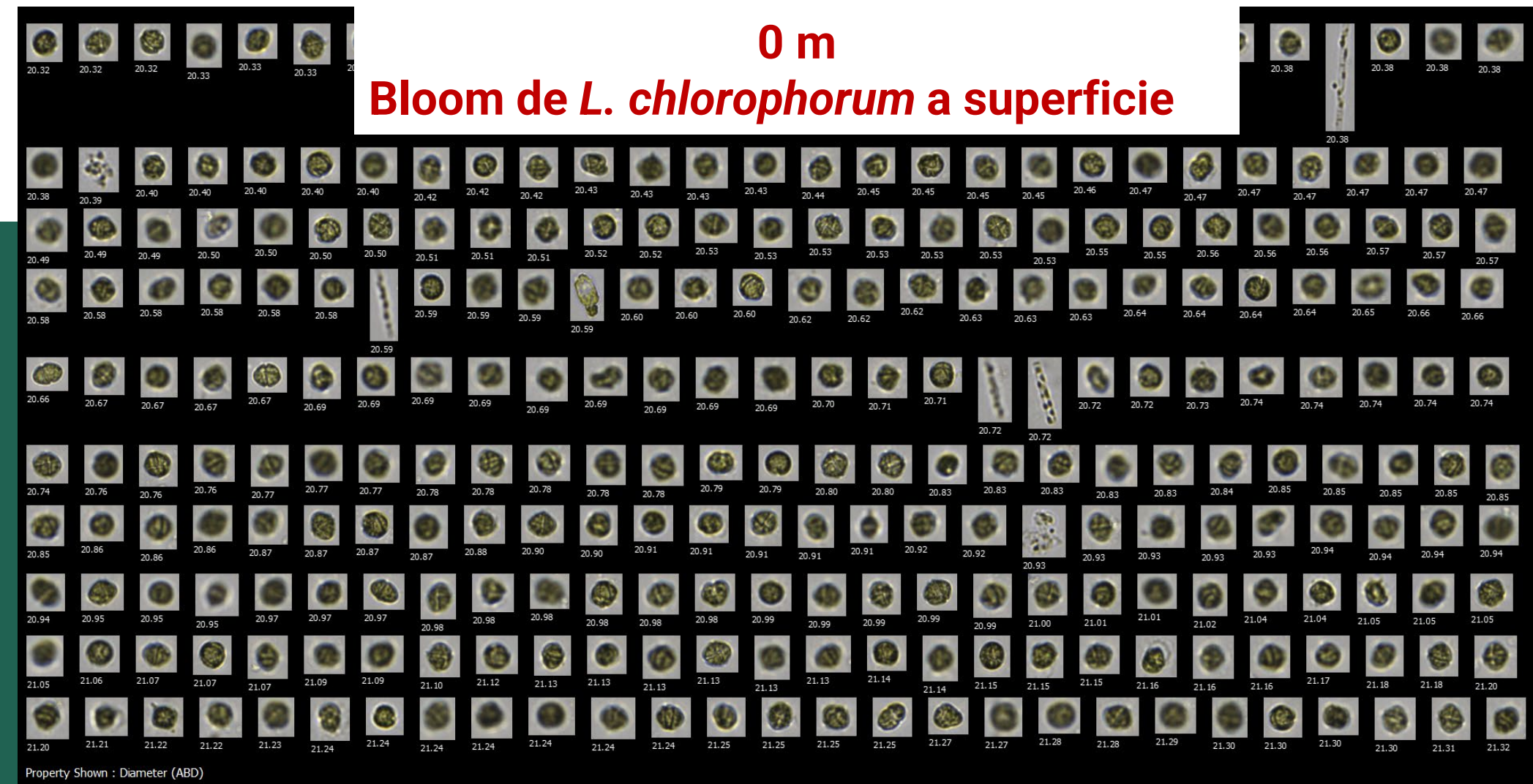
# Ratio of Red/green of laser signal vs cell diameter

## FlowCam

Ratio Red / Green X Diameter



# RED trófica en la columna de agua por FlowCam



# Observaciones Finales

---



1. Esta temporada se registró FAN INDEX máximo de 78, es decir, nivel de riesgo bajo, y tampoco se observaron aumentos relevantes de algas tóxicas, como *A. catenella* en mar interior de regiones de Los Lagos y Aysén.
2. No obstante, hubo crecimientos locales de mediana escala; bloom atípicos, estocásticos e inofensivos;
  - *Kriptoperidinium triquetrum* en mar interior norte.
  - Nuevamente se observa bloom frecuente del dino verde *Lepidodinium chlorophorum*.
3. *Pseudochattonella* se detectó con mediana frecuencia en concentraciones < de 5 cel/mL, aunque, formas pequeñas se observaron en varios sectores del mar interior (200 cel/mL).
4. Proyecto ADICFITO está en proceso de producción y en unos 15 meses deberíamos poner a disposición un repositorio y algoritmos de identificación usando ML en Azure.
5. Tecnologías bio-ópticas como FRRf3 y FlowCam, nos permiten generar “fingerprint” de blooms y células de algas para automatizar el monitoreo.
6. Está corriendo modelo de Pronósticos de FAN usando ML, en fase experimental y se pretende compartir con usuarios a fines de año. Claramente son tareas complejas, y debemos observar aspectos de ecología clásica, mas que perturbaciones climáticas

## Rango del FAN ÍNDEX y Alerta Temprana V1

CÓDIGO	COLOR	RANGO	RIESGO
1	VERDE	0,00 - 1,00	<u>NULO</u>
2	AMARILLO	1,01 - 3,00	LEVE
3	NARANJO	3,01 - 25,00	MEDIO ALTO
4	ROJO	> 25,01	ALTO

[www.plancton.cl](http://www.plancton.cl)