

Caracterización bio-óptica del golfo San Jorge y sus implicancias en la estimación de clorofila-a por sensoramiento remoto de color del mar

Gabriela Williams (CESIMAR-CONICET)

Ana Dogliotti (IAFE-CONICET)

Pierre Larouche (UQAR-ISMER-IML)

Nora Glembocki (CENPAT-CONICET)

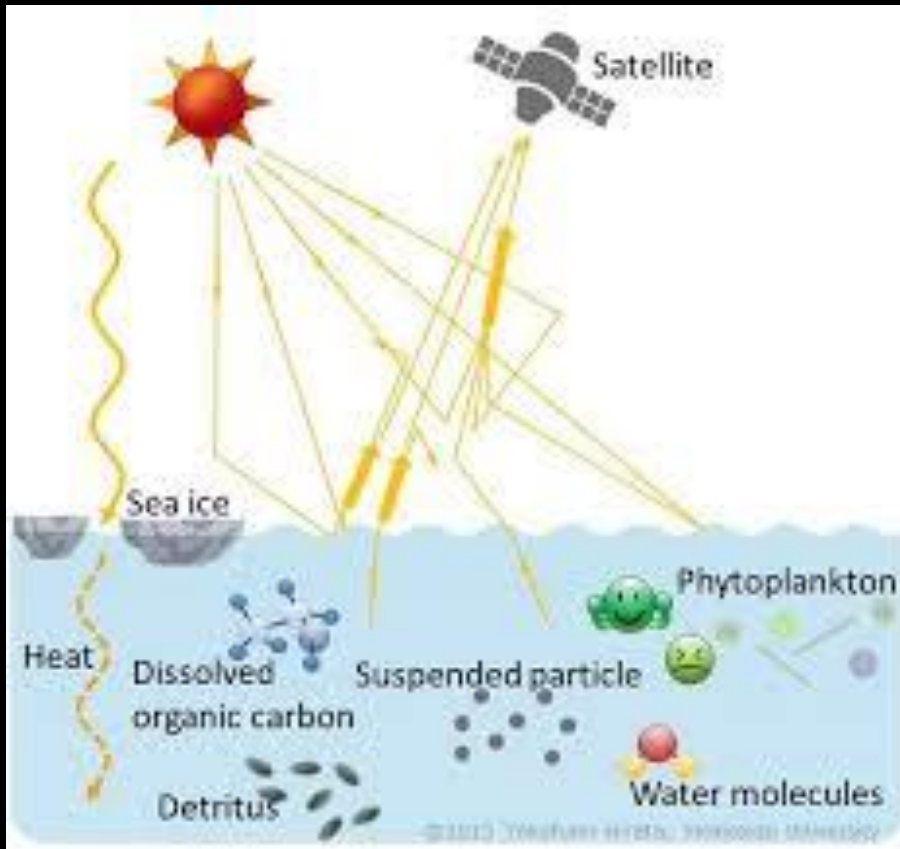
Miriam Solís (CESIMAR-CONICET)

Sandra Torrusio, Guillermo Ibañez, Ivanna Tropper (CONAE)



SENSORAMIENTO REMOTO DE COLOR DEL MAR

uso de **mediciones ópticas** realizadas desde aeronaves o satélites para obtener información sobre los **constituyentes de las aguas naturales** y **las IOPs** correspondientes, entre otras.



Mapeo de las concentraciones de clorofila

Medición de propiedades ópticas inherentes tales como absorción y retrodispersión.

Determinación de la fisiología del fitoplancton, fenología y grupos funcionales.

Estudios de ciclo y fijación de carbono oceánico.

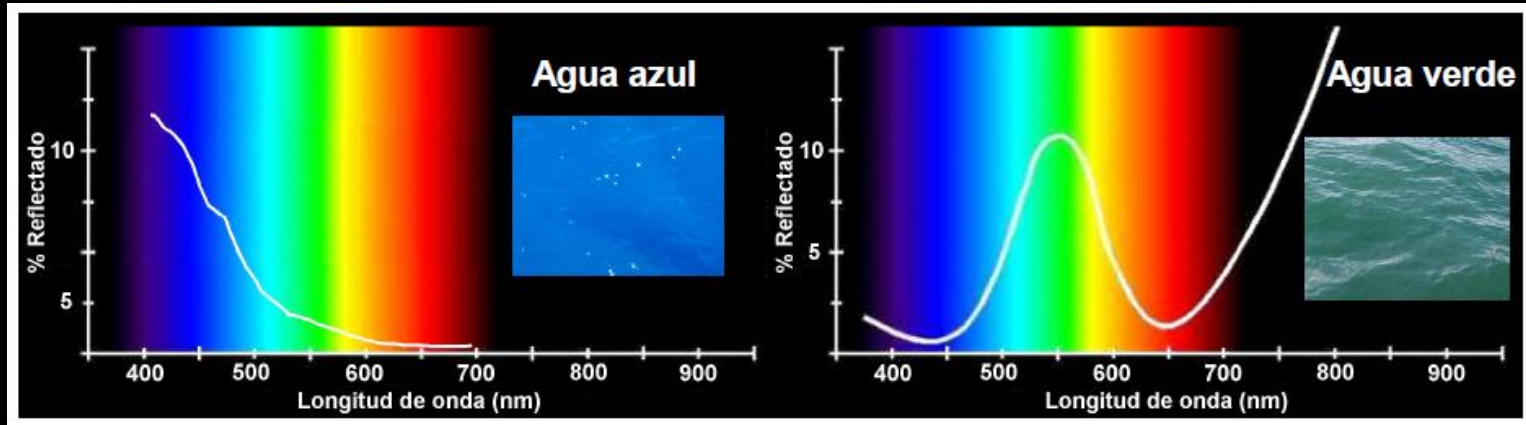
Seguimiento de los cambios en los ecosistemas resultantes del cambio climático.

Monitoreo de la calidad del agua para recreación.

Detección de florecimientos de algas dañinas y eventos de contaminación.

COLOR DEL MAR

Determinado por la **variación espectral de la reflectancia** en la región visible del EEM que proviene de la superficie del agua



Dogliotti

Determinado por las propiedades ópticas inherentes

(IOPs, Preisendorfer, 1976)

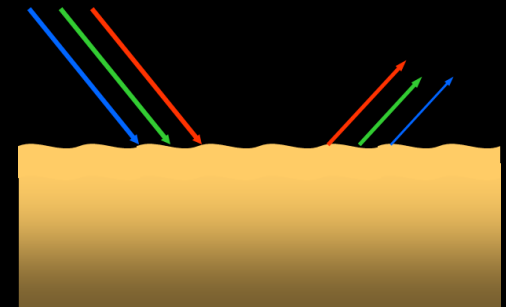
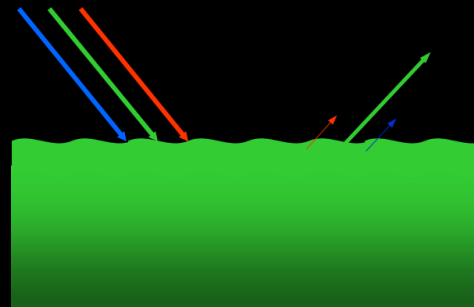
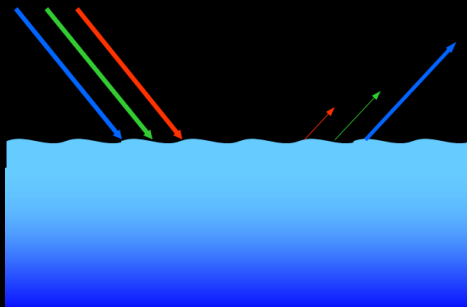
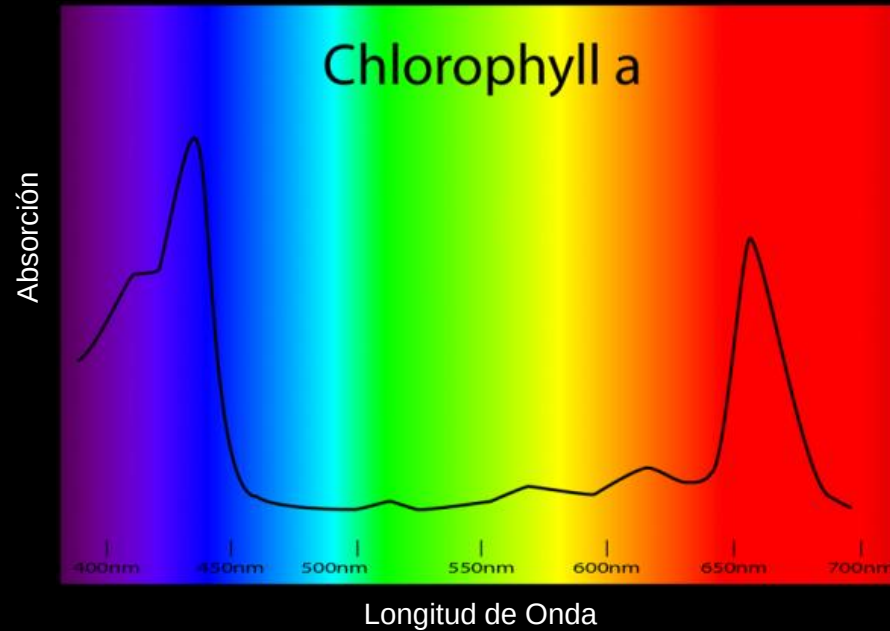
Dependen únicamente del tipo y concentración de sustancias

Coeficiente de Absorción

Coeficiente de dispersión

Coeficiente de Atenuación

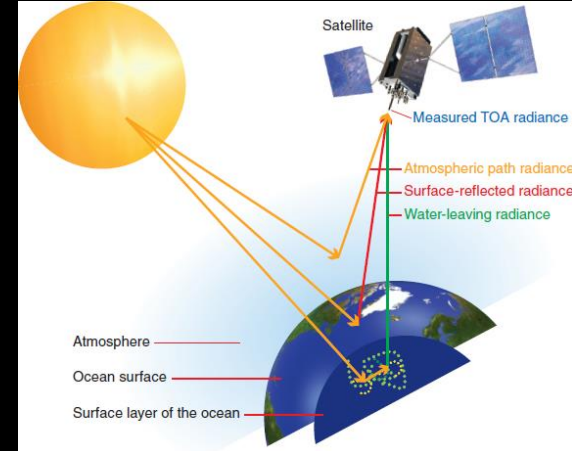
La **clorofila-a** es uno de los componentes activos que determinan las **IOPs**.



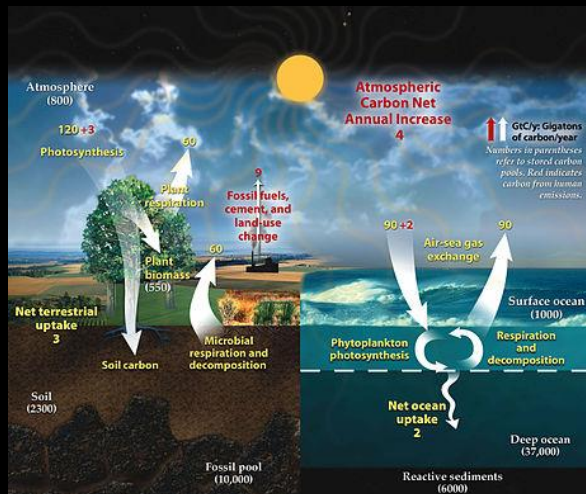
¿POR QUE ESTUDIAR LAS IOPs?



cambios en masas de agua o en sus constituyentes.



optimizar el uso del sensoramiento remoto del color del mar .



productos mejorados y confiables relacionados con la biogeoquímica de los océanos .



influyen en los procesos relacionados con la luz (fotosíntesis) (Williams et al., 2002; Astoreca et al., 2012).

¿GOLFO SAN JORGE?

Clasificación binaria de aguas marinas

Morel y Prieur (1977) y Gordon y Morel (1983)

¿Cuál es el desempeño de los algoritmos satelitales de color del mar?

¿Cuál es la relación entre los componentes ópticamente activos?



¿Que características presenta el ciclo espacio temporal del fitoplancton?

OBJETIVOS

- (1) Determinar las características ópticas de los principales componentes del agua de mar (i.e., fitoplancton, detrito, y materia orgánica coloreada disuelta).
- (2) evaluar la calidad de las estimaciones de clorofila-a por sensoramiento remoto de color del mar utilizando datos “de campo”.
- (3) Aplicar el uso de imágenes satelitales de color del mar en el estudio espacio-temporal de la biomasa fitoplanctónica.

METODOLOGIA



Reflectancia



Turbidez



Flavio Paparazzo

Sólidos Suspendidos Totales

Clorofila-a

Cuantificación

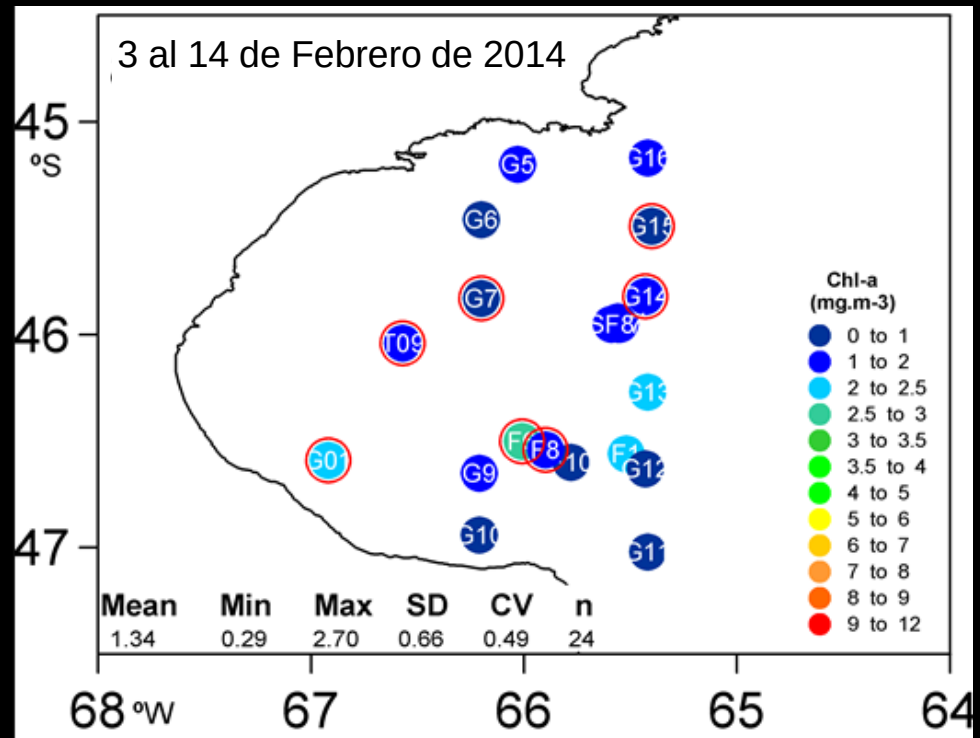
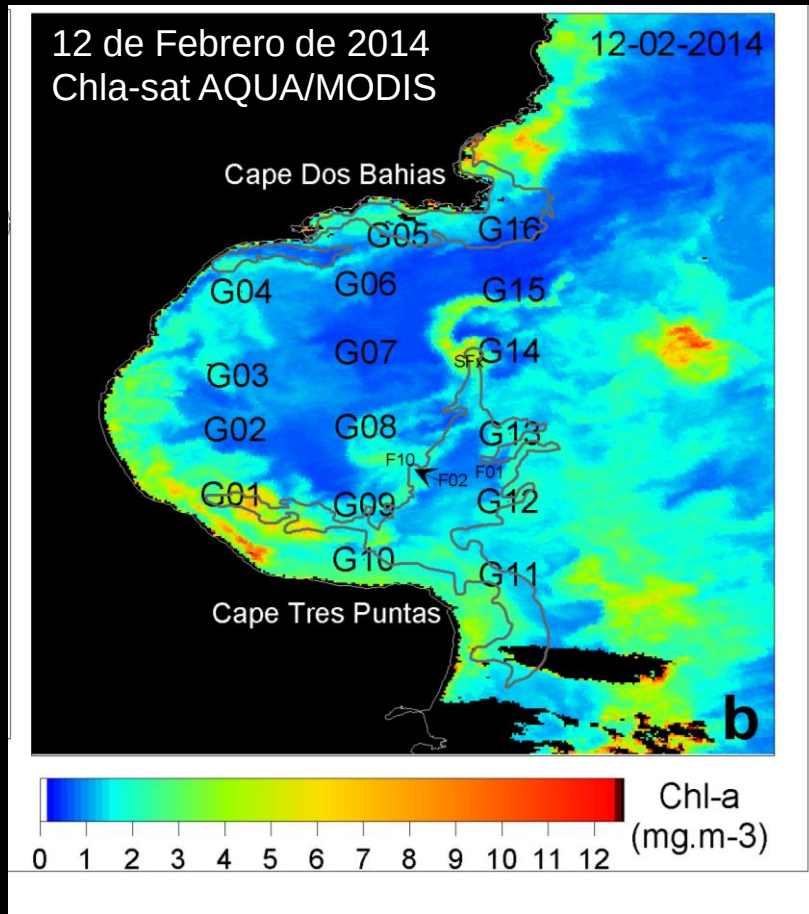
Material particulado

Fitoplancton + NAP

Caracterización
Espectral

Materia orgánica
coloreada disuelta (CDOM)

MARES (B/O Coriolis II) Febrero 2014



PRESUPUESTO DE ABSORCIÓN

El coeficiente de absorción (Total non-water absorption coefficient) está claramente dominado por CDOM a todas las longitudes onda en las que trabaja el sensor MODIS (>48%).

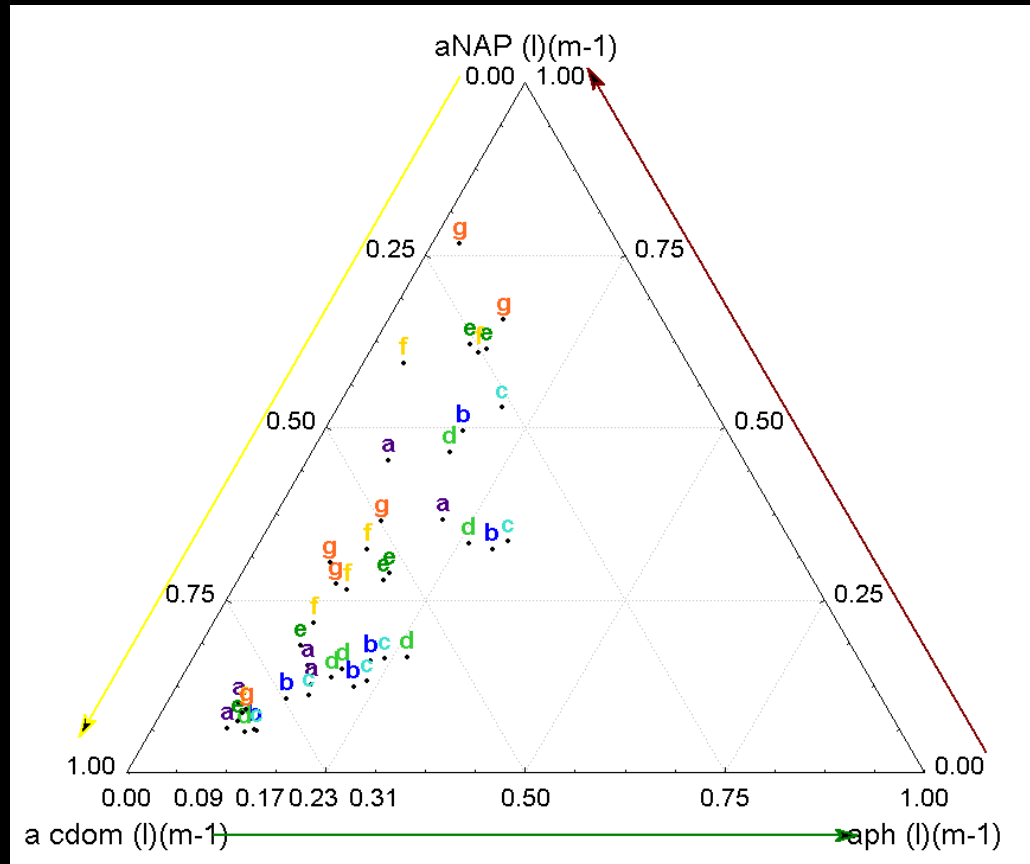
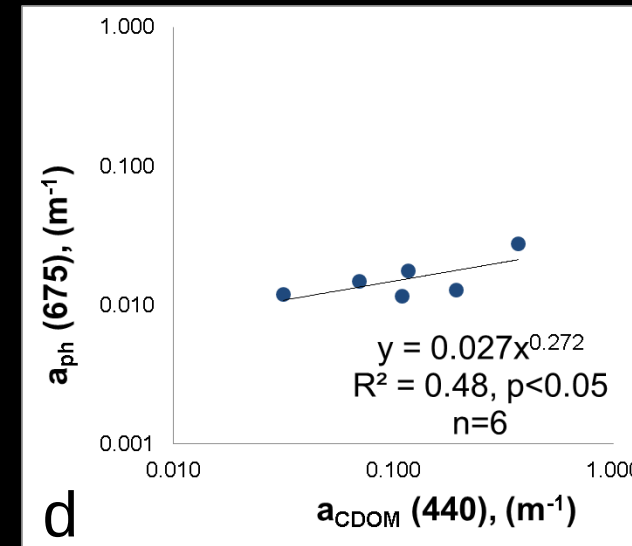
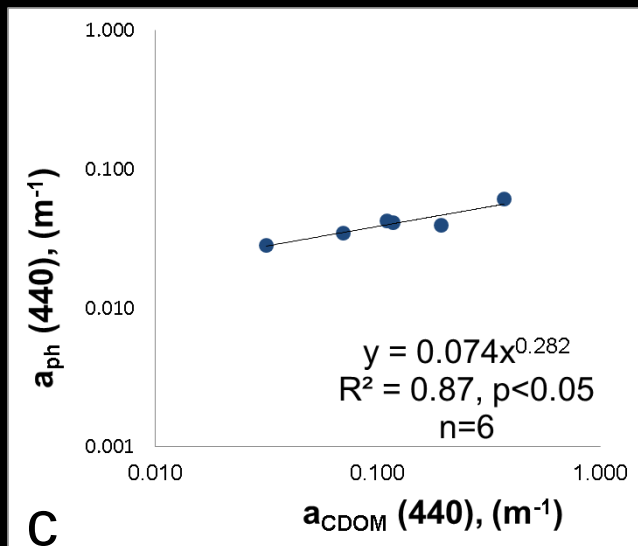
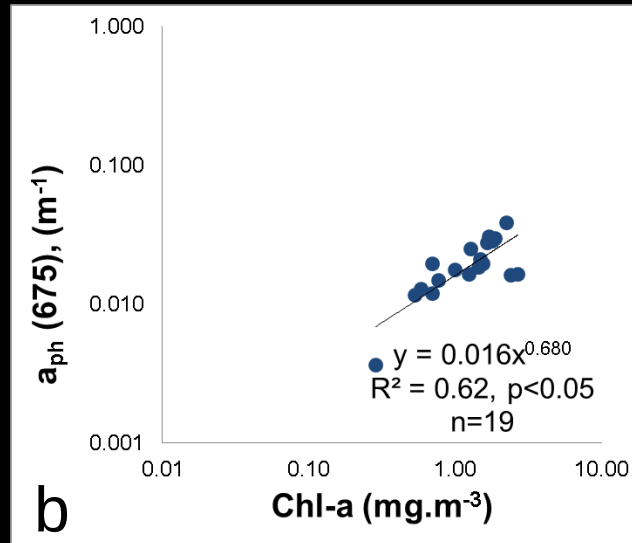
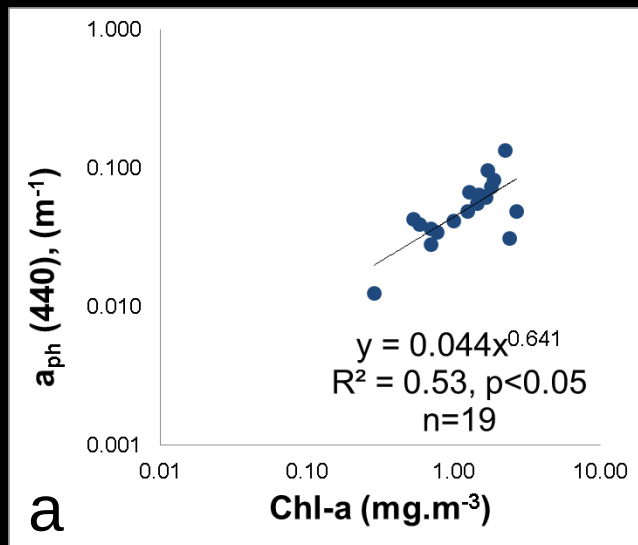


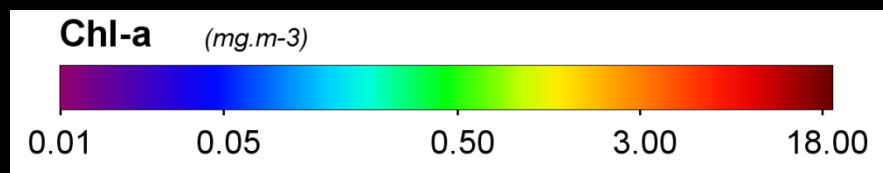
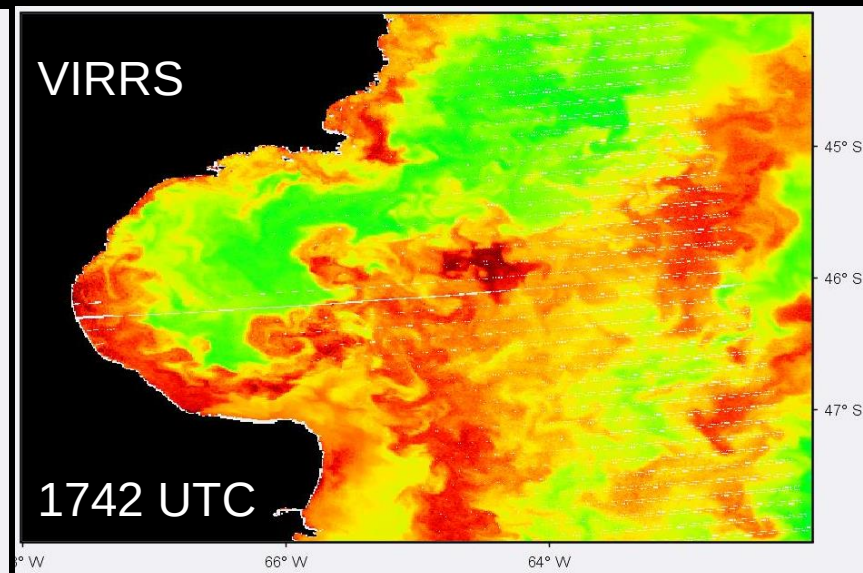
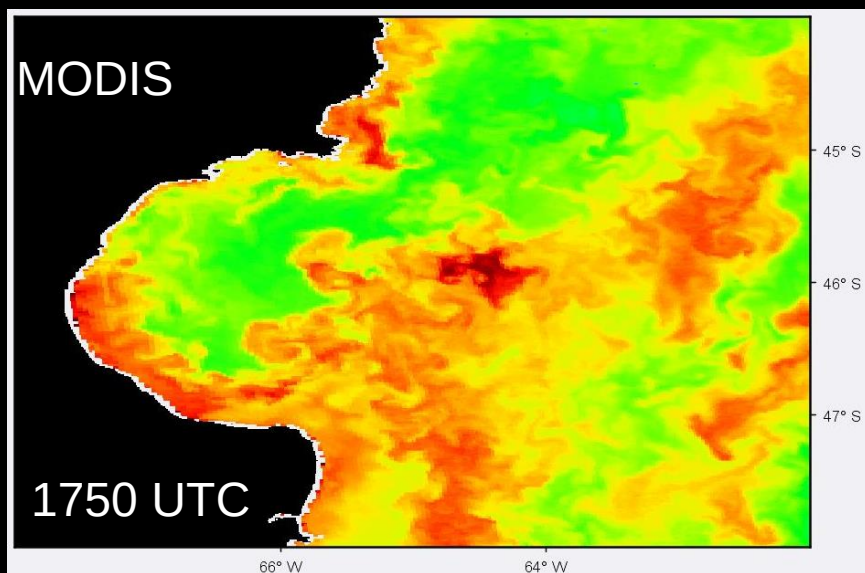
Gráfico ternario de absorción de fitoplancton (a_{ph}), detrítico (partículas no algales: a_{NAP}), y materia orgánica coloreada disuelta (a_{CDOM}) a 7 longitudes de onda del sensor MODIS wavelengths (a: 412 b:443 c:469 d:488 e:531 f:547 g:555 (n=8).

RELACIÓN ENTRE VARIABLES

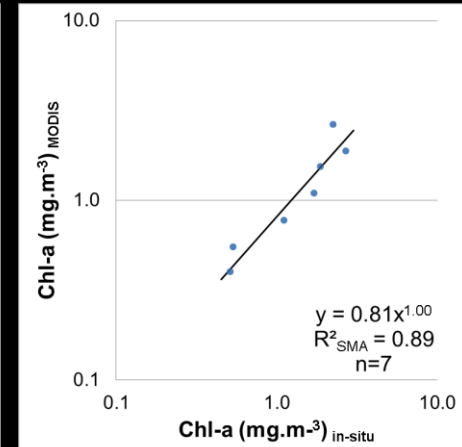
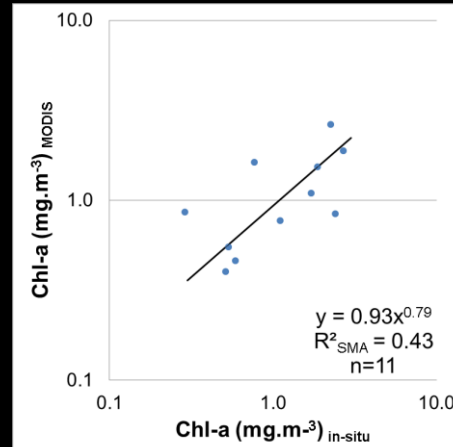
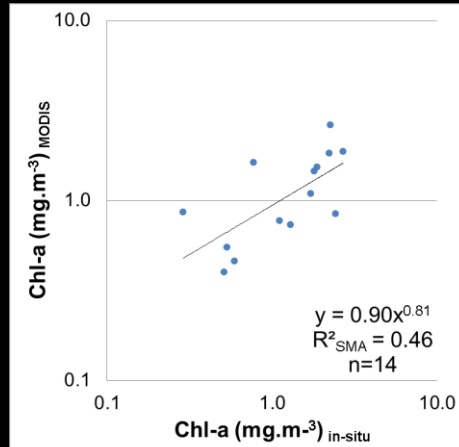
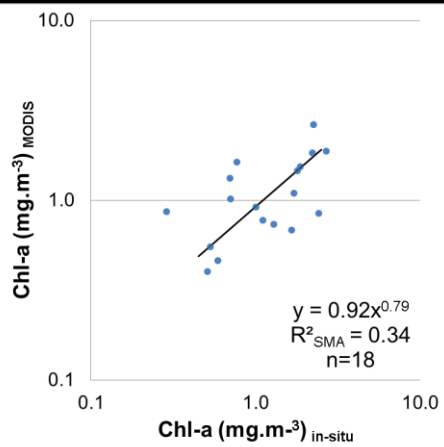


Gráficos de dispersión de (a) Chl-a vs $a_{ph}(440)$, (b) Chl-a vs $a_{ph}(675)$, (c) $a_{CDOM}(440)$ vs $a_{ph}(440)$ and (d) $a_{CDOM}(440)$ vs $a_{ph}(675)$.

Febrero 2014, 14



Chl-a in situ vs. MODIS

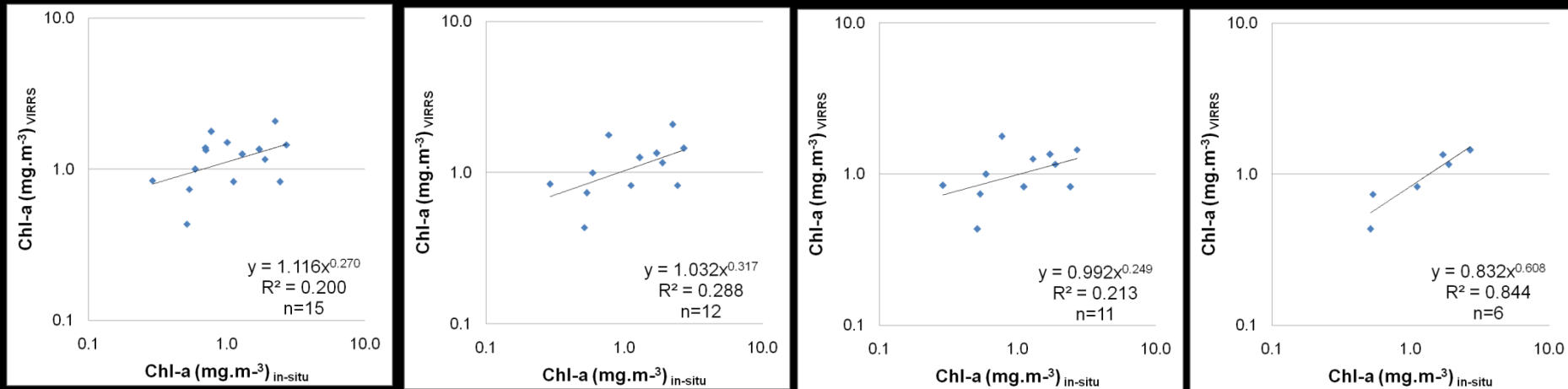


Chla-sat (OC3) vs Chla_{in-situ} para ventanas temporales de 20, 12, 6 and 3 horas.

Resultados estadísticos de la comparación entre chla in-situ vs el algoritmo OC3. La correlación lineal fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Ventana temporal	Pendiente	Ordenada al origen	n	r ²	p	RPD	RMSE	APD
20 h	0.79	-0.036	18	0.34	0.012	26.72	68.1	50.4
12 h	0.90	-0.046	14	0.46	0.008	26.22	65.0	48.1
6 h	0.79	-0.032	11	0.43	0.029	25.30	68.8	50.0
3h	1.00	-0.091	7	0.89	0.010	25.77	28.2	19.5

Chl-a in-situ vs. VIRRS

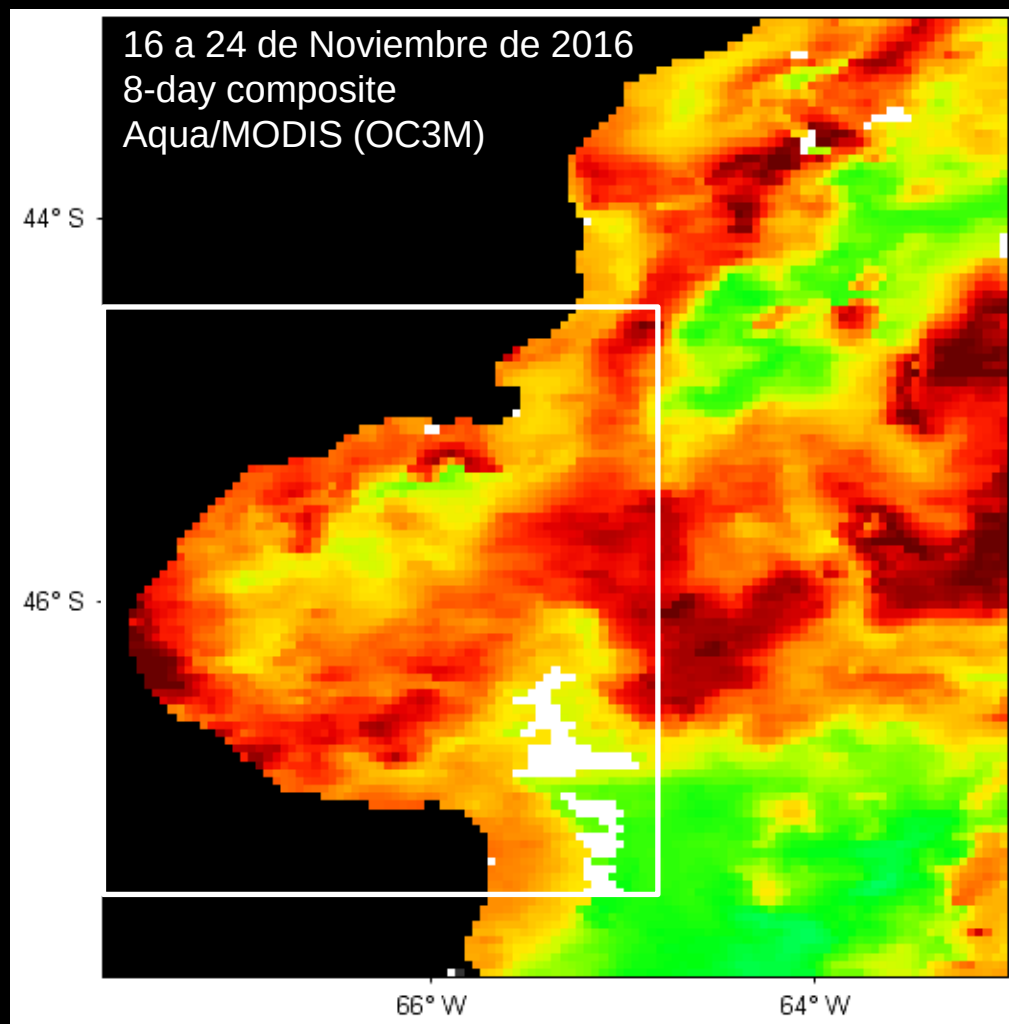


Chla-sat (OC3) vs Chl-a_{in-situ} para ventanas temporales de 20, 12, 6 and 3 horas.

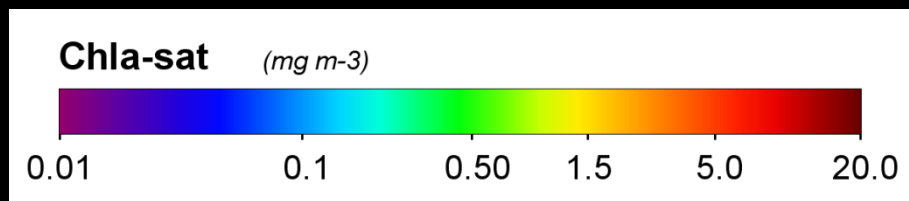
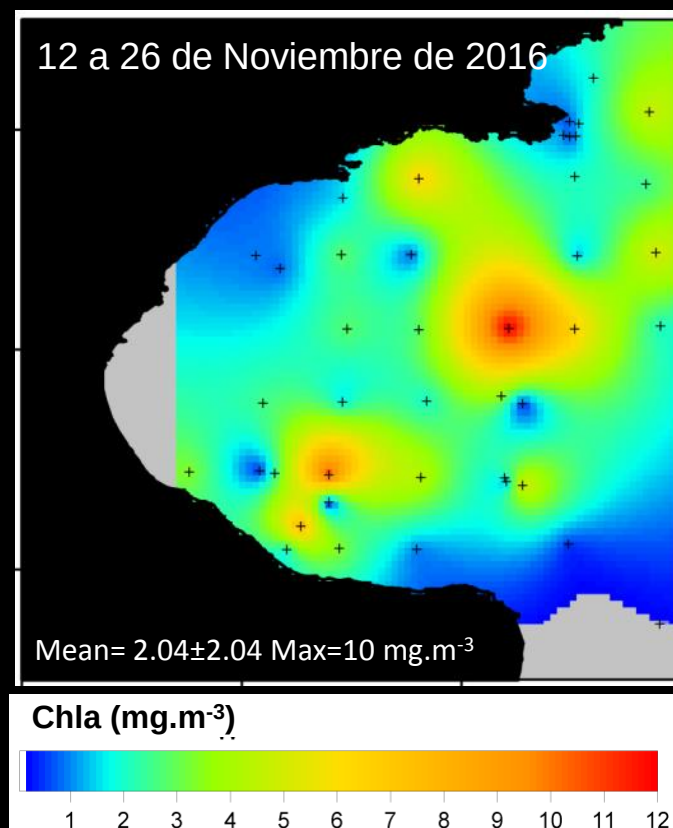
Resultados estadísticos de la comparación entre chl-a in-situ vs el algoritmo OC3. La correlación lineal fue estadísticamente significativa ($p < 0.05$).

Ventana temporal	Pendiente	Ordenada al origen	n	r ²	p	RPD	RMSE	APD
20 h	0.60	0.046	15	0.20	0.054	2.69	66.56	50.06
12 h	0.59	0.005	12	0.30	0.065	12.65	71.10	51.75
6 h	1.85	0.008	11	0.21	0.053	18.24	74.23	55.81
3h	0.66	-0.084	6	0.84	0.098	30.98	48.66	42.53

PAMPA AZUL (B/O Pto. Deseado) Noviembre de 2016



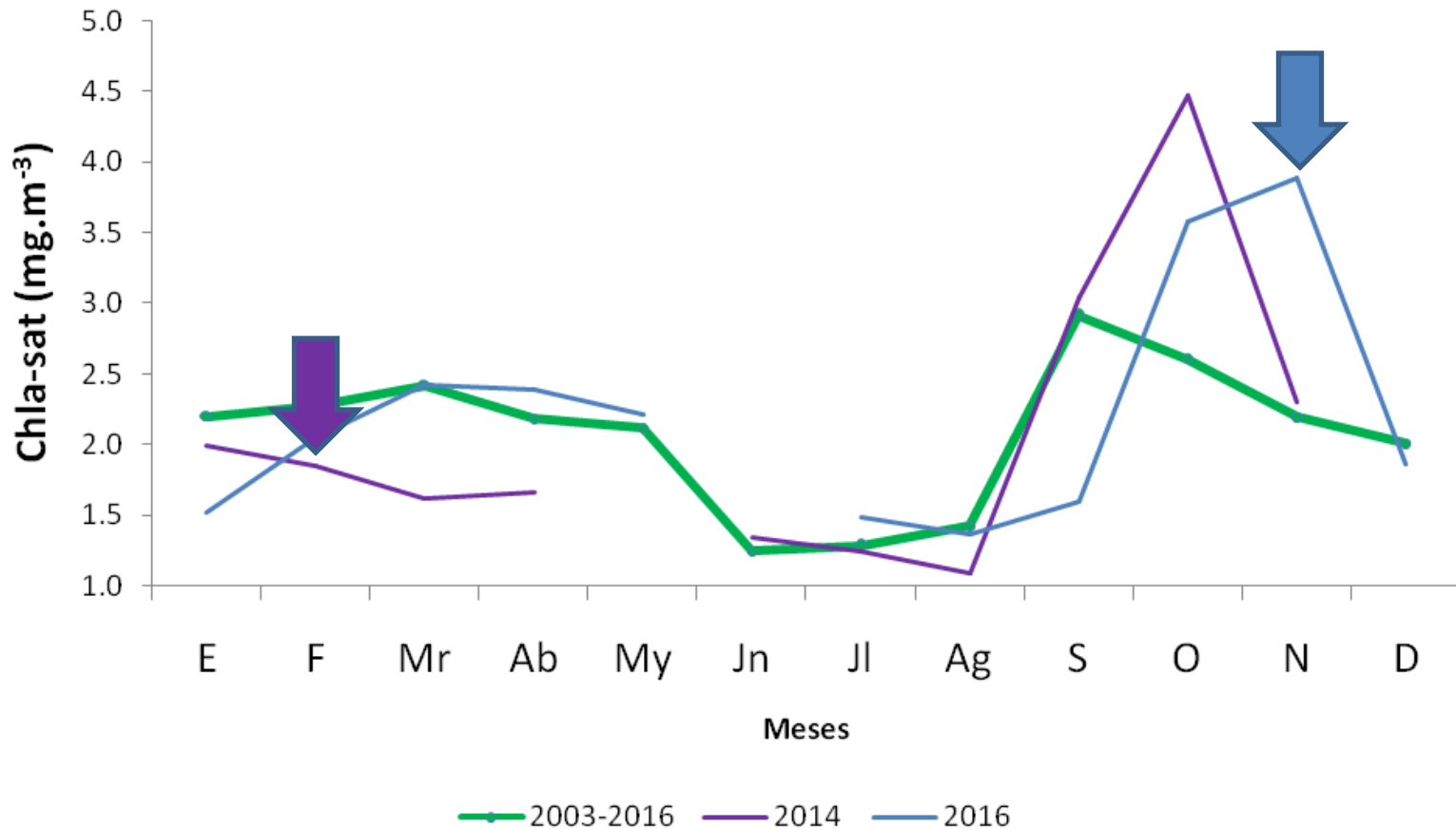
Datos Chl-a (Fluorometría)



CLIMATOLOGIA DE Chla-sat (OC3M)

MODIS Serie temporal (2003-2016)

Ciclo anual climatológico de Chla-sat (AQUA/MODIS)



CONCLUSIONES

- Se observó una gran variabilidad espacial en los parámetros bioópticos medidos.
- Hacia fines de verano (Febrero 2014) la absorción estuvo dominada por CDOM.
- La evaluación del algoritmo OC3M en el golfo San Jorge ha demostrado un desempeño relativamente bueno hacia fines de verano (Febrero 2014).
- Las correlaciones entre CDOM y absorción del fitoplancton a 440 y 675 nm contribuyen a explicar el buen desempeño del algoritmo MODIS OC3v5.

CONCLUSIONES

- El ciclo de Cl-a para el área del GSJ corresponde a un ciclo típico de aguas templadas (Mann y Lazier, 2006) con dos máximos anuales, uno en primavera y en otoño, y concentraciones bajas en verano e invierno cuando las concentraciones de nutrientes y la luz limitan el crecimiento del fitoplancton, respectivamente.

- A diferencia de otras regiones costeras y regiones de plataforma, no hay ríos que fluyan hacia el GSJ y **en principio** el aporte continental sería insignificante.

Proponemos que los frentes térmicos estacionales en el GSJ condicionan la variabilidad espacial y temporal de sus propiedades bio-ópticas.

PERSPECTIVAS

- Composición fitoplanctónica.
 - Composición de pigmentos (HPLC).
- 
- Determinación de la fisiología del fitoplancton, fenología y grupos funcionales.

GRACIAS

Acknowledgment

The OBPG (Code614.2) at the GSFC is thanked for the distribution of the ocean color data. This work was supported by grants from: CONICET (PIP 112 20120100350), ANPCyT (PICT 2013-0687), MARES project and Bec.AR program. We thank J. I. Gossn , G. Ibañez and Ivanna Tropper for their help with sampling, Valerie for chlorophyll-a data measurement and V. Lutz, G. Ruiz and V. Segura for helping with the absorption measurements.