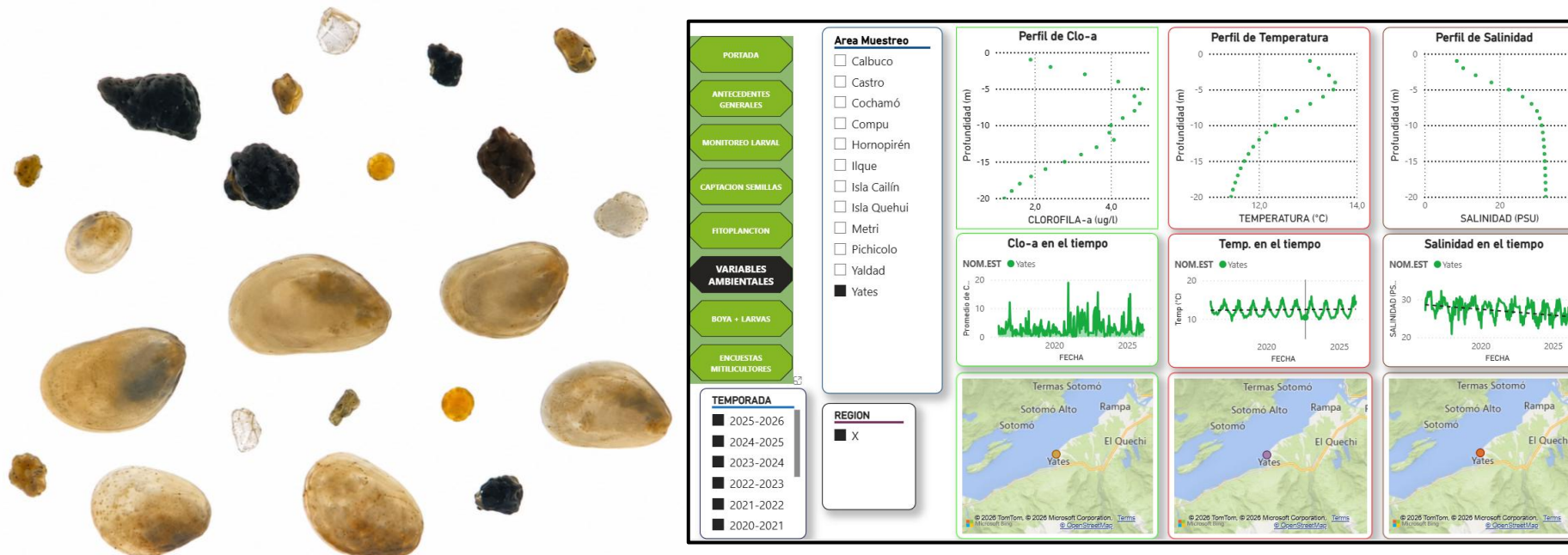




Señales ambientales y climáticas relevantes para la ocurrencia de larvas de mitílidos en sistemas contrastantes de importancia para la mitilicultura



Oscar Ramírez, Cristina Stuardo, Macarena Herrera, José Videla, Cristian Segura

Instituto de Fomento Pesquero

Putemún, Castro

Chile líder en exportaciones de mitílidos en el mundo
en torno a 350.000 a 400.000 ton

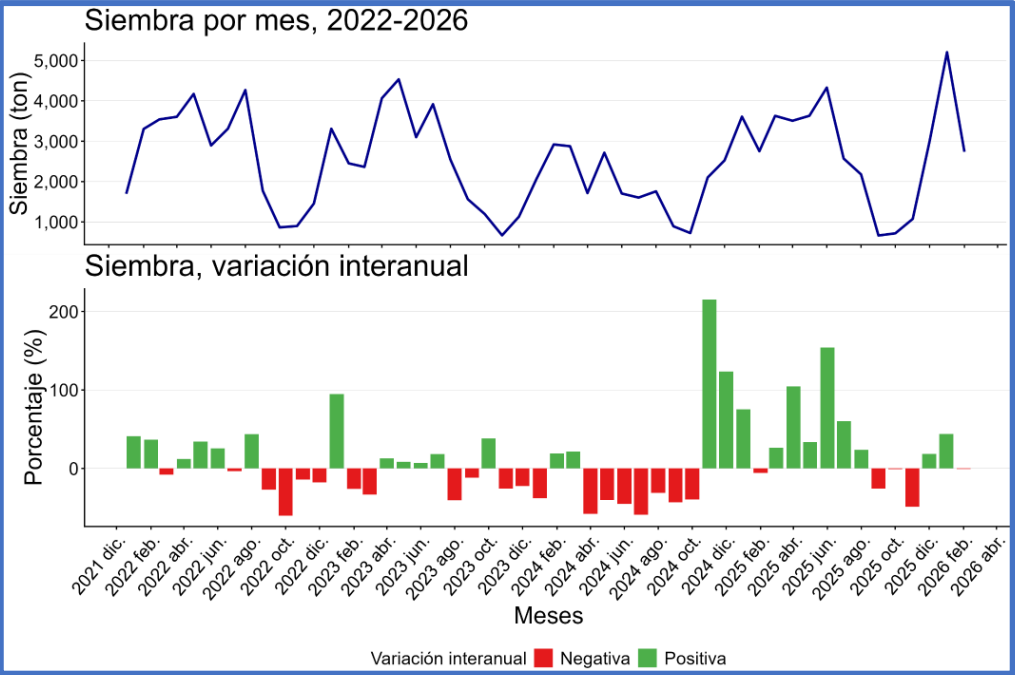


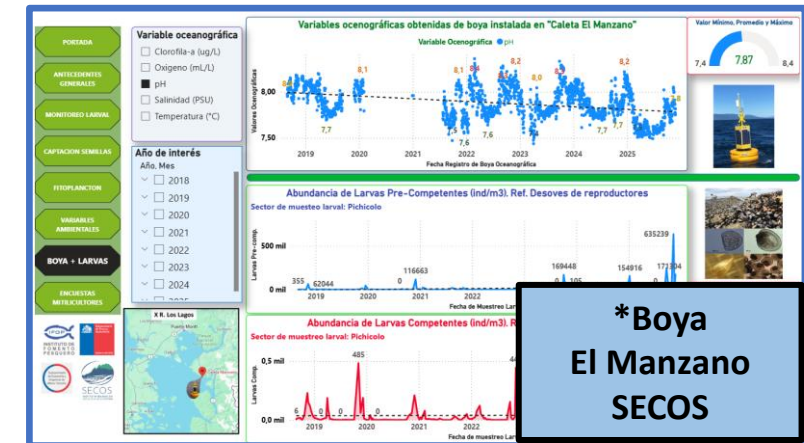
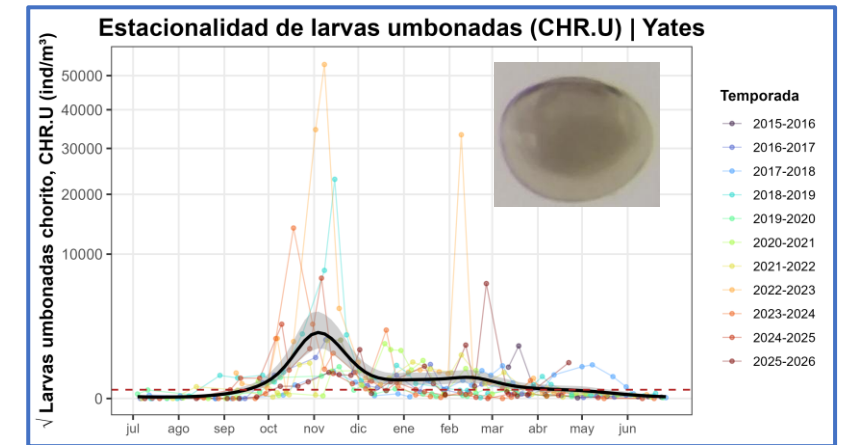
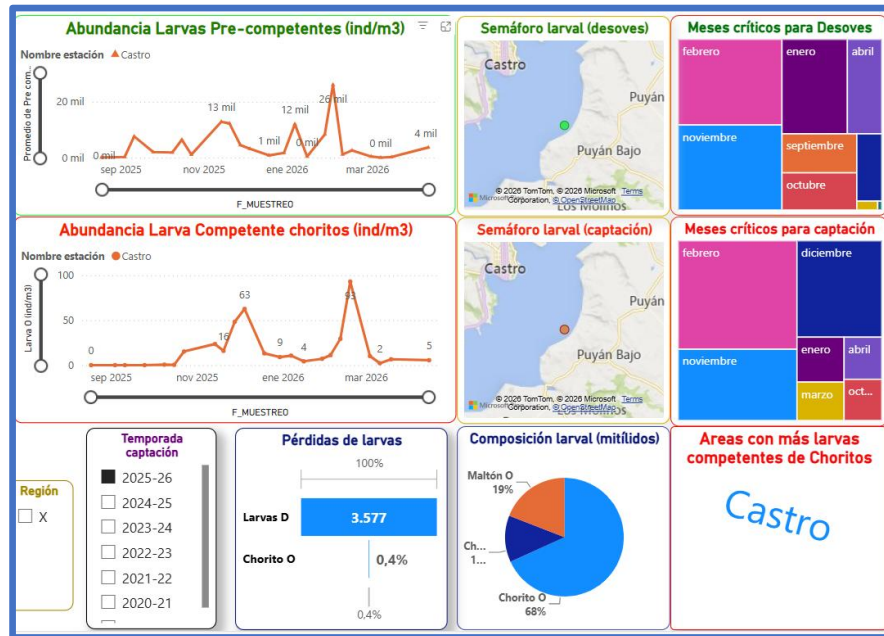
Figura 1.- Línea de tiempo de las problemáticas asociadas a la mitilicultura chilena.

- Causas
- Captura de larvas
 - Productivas
 - Ambiente

Programa de Monitoreo de Larvas de Mitílidos IFOP

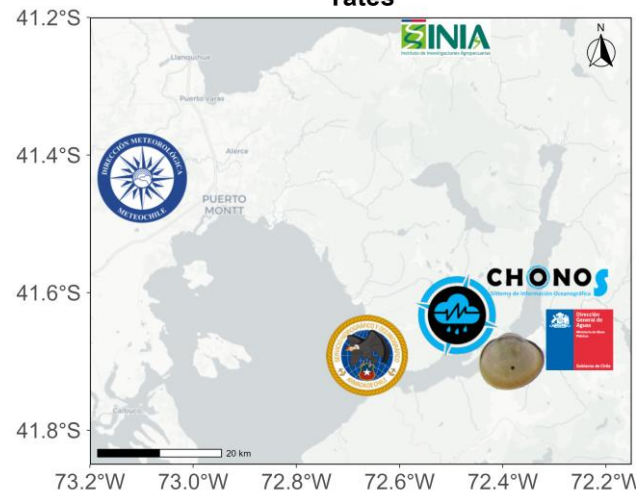
- Muestras mensuales/semanales de larvas de mitílidos en 16 estaciones.
- Microalgas. Muestra integrada 0-10 m.
- CTD. 20 metros

Plataforma pública e interactiva **Semilla Endémica**

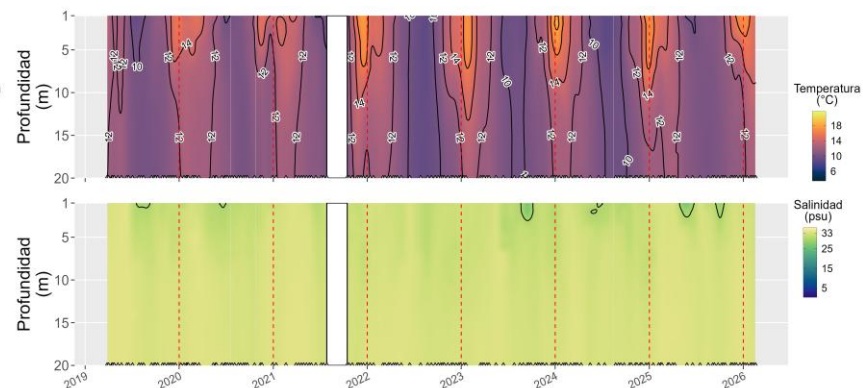
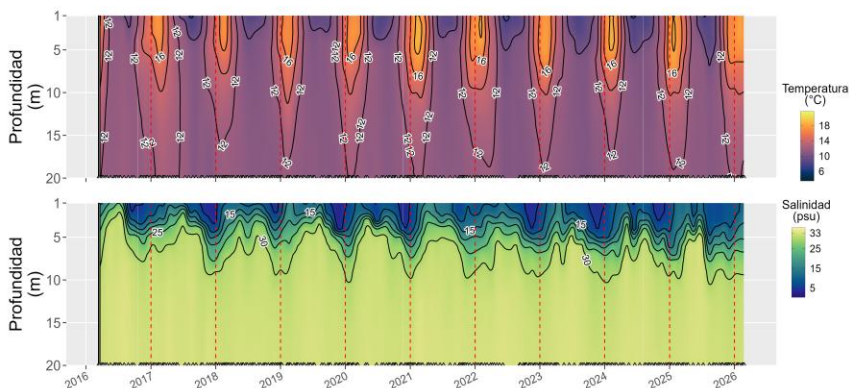


Objetivo: Explorar las **señales hidróclimáticas** relevantes para la **presencia/abundancia** de **larvas D** en dos estaciones de muestreo contrastantes de importancia para la mitilicultura nacional

Yates



Castro

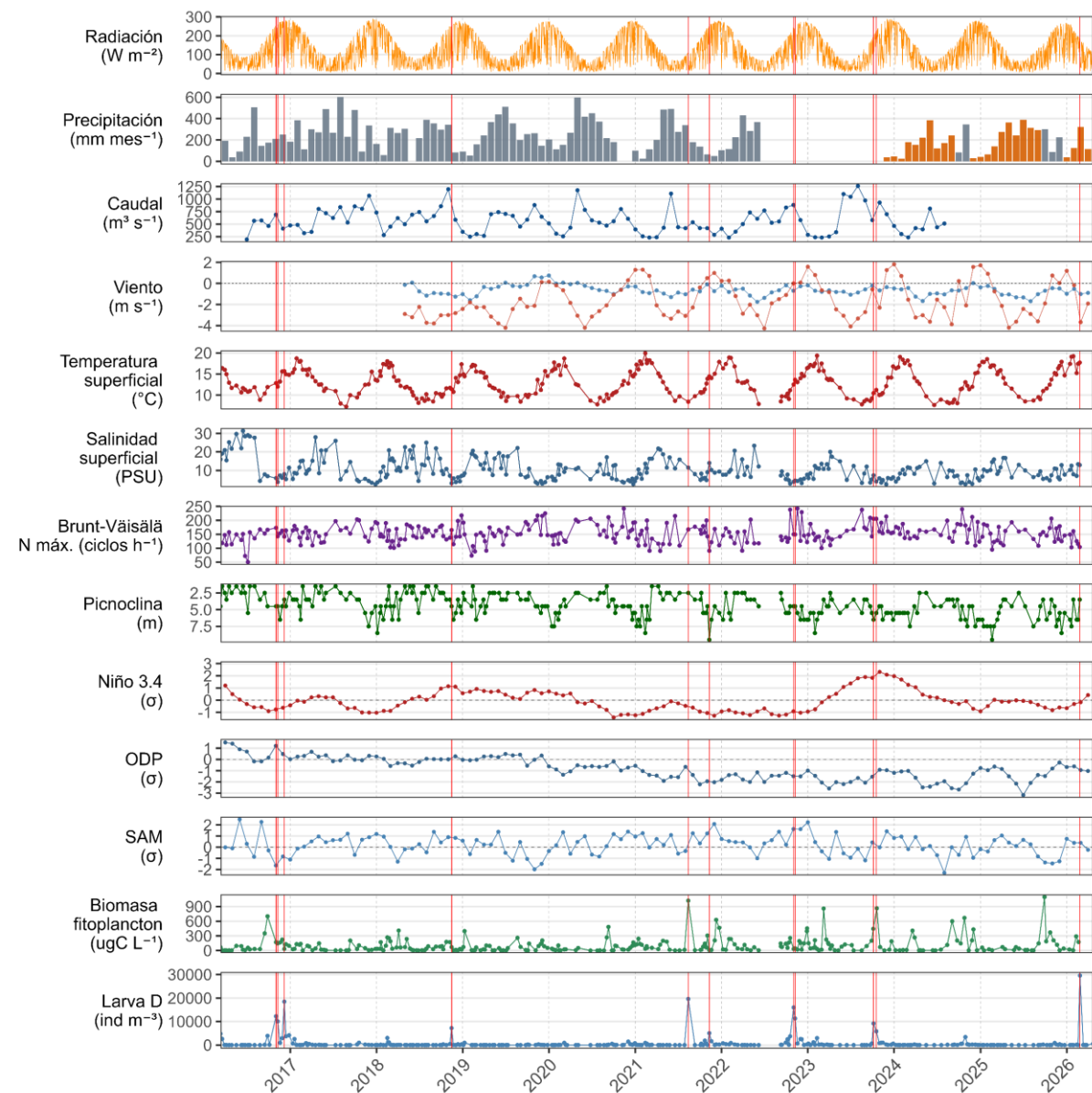


Variable	Yates	Castro
Temperatura	MIT-IFOP	MIT-IFOP
Salinidad	MIT-IFOP	MIT-IFOP
Fitoplancton	MIT y CREAM-IFOP	MIT y CREAM-IFOP
Irradianza	INIA Ensenada y Boya ACS1	INIA Quilquico
Viento	WRF-IFOP	INIA Quilquico
Precipitaciones	DGA Puelo + Boya ACS1	DGA Castro + INIA Quilquico
Caudal	DGA Puelo-Carrera Basilio	-
Altura de marea	WXTide32- La Arena	WXTide32- Castro
6 Índices climáticos (Niño 1+2, 3.4 RONI, IOS, ODP y SAM)	NOAA	NOAA

- **Correlaciones** cruzadas
- **Screening univariado GAM** (logit + gamma) con/sin estacionalidad
- **Modelo saturado**
- Validación cruzada **LOSO**

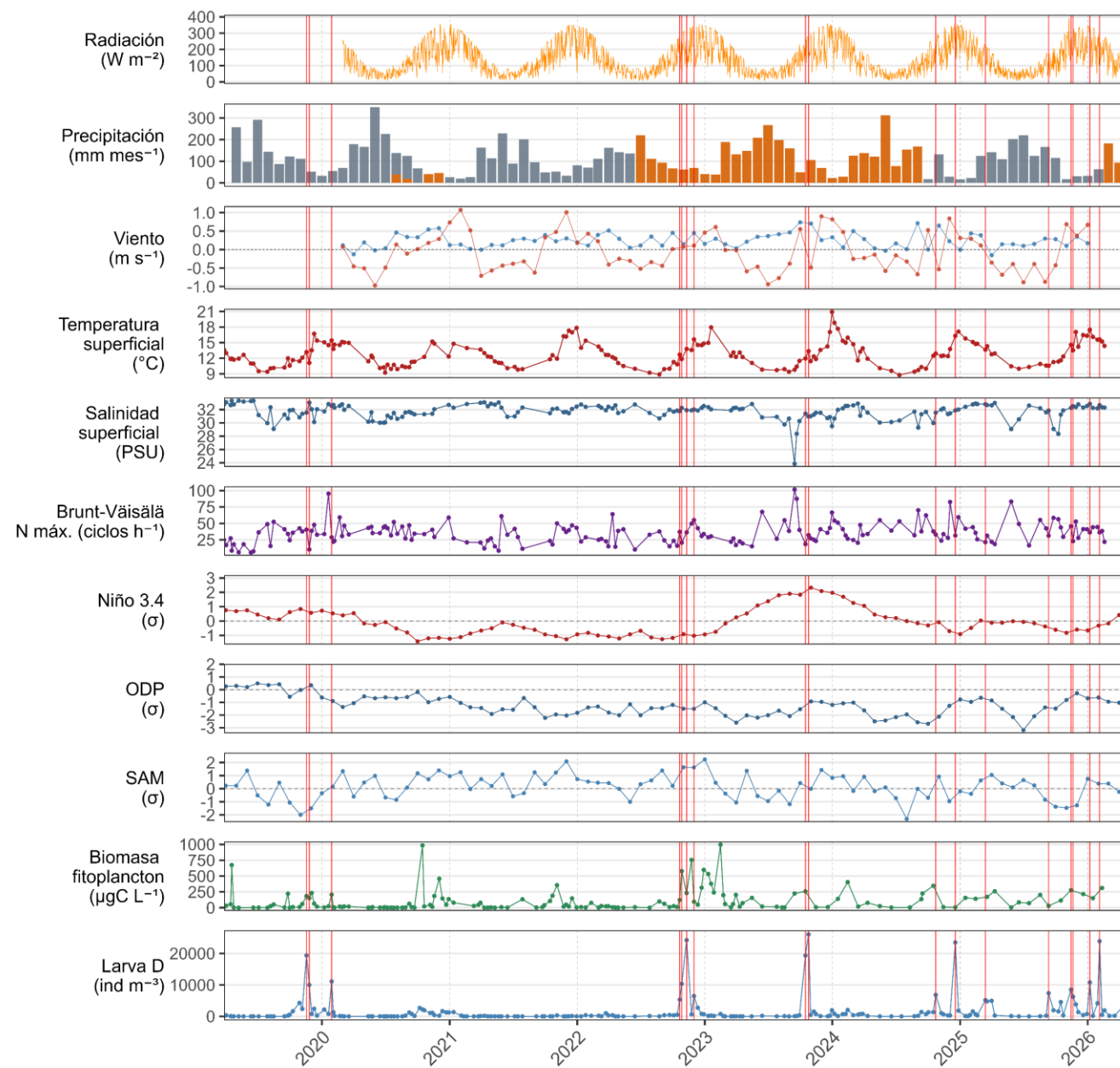
- * Estratificación Brunt-Vaisala (cph)
- * Prof. Pycnoclina (m)
- * Exploratorio: UTA (base 5°C). 2 m Castro y a 5 m Yates

Descripción general



Yates

Línea roja: 5000 larvas D/m³

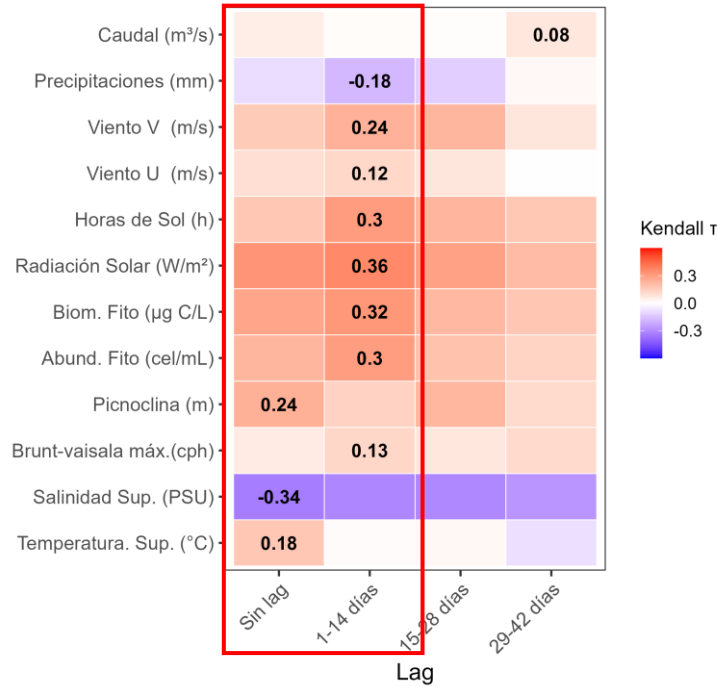


Castro

Línea roja: 5000 larvas D/m³

Las variables tienen efectos **desfazados** sobre las larvas..

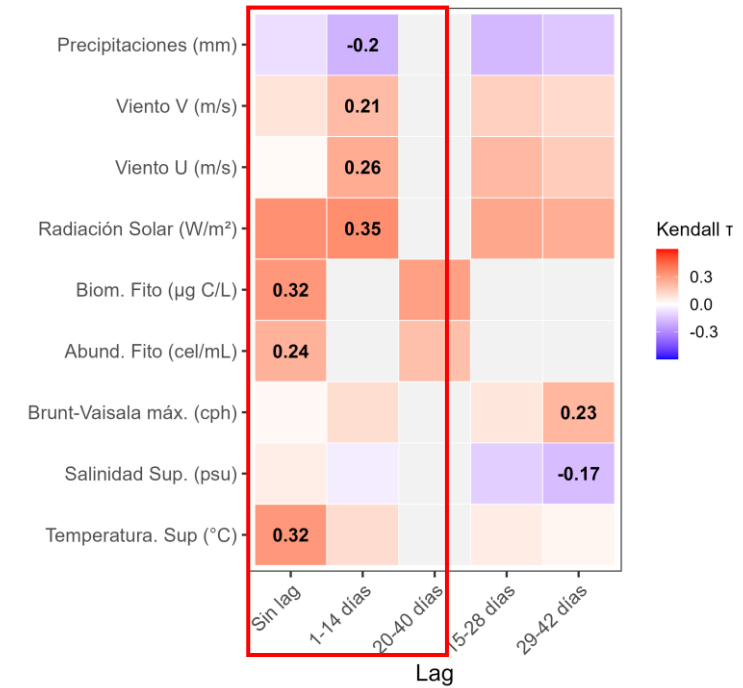
Presencia larvas D: Yates



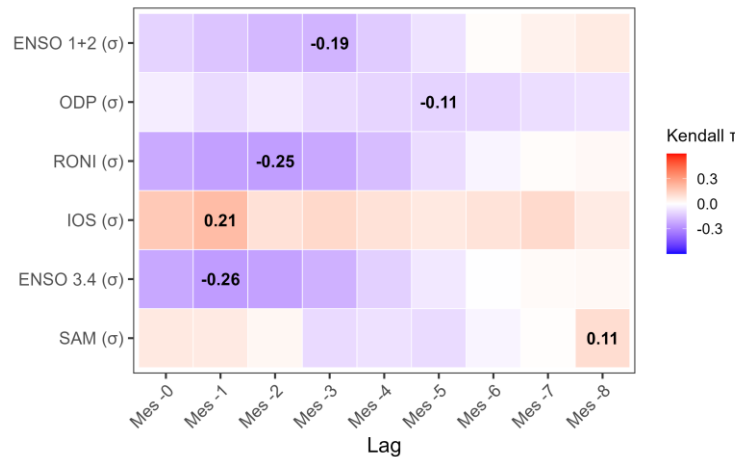
Correlaciones positivas de larvas D con la **radiación**, el **fitoplancton**, la **temperatura sup.**, la **estratificación** y los componentes **sur** y **oeste** del **viento**, y negativas con las **precipitaciones** y la **salinidad sup.**

En Yates, además, se observa una correlación positiva con la profundidad de la **pícnoclina** y el **caudal** del río Puelo.

Presencia larva D: Castro



Índices climáticos y presencia larvas D: Yates

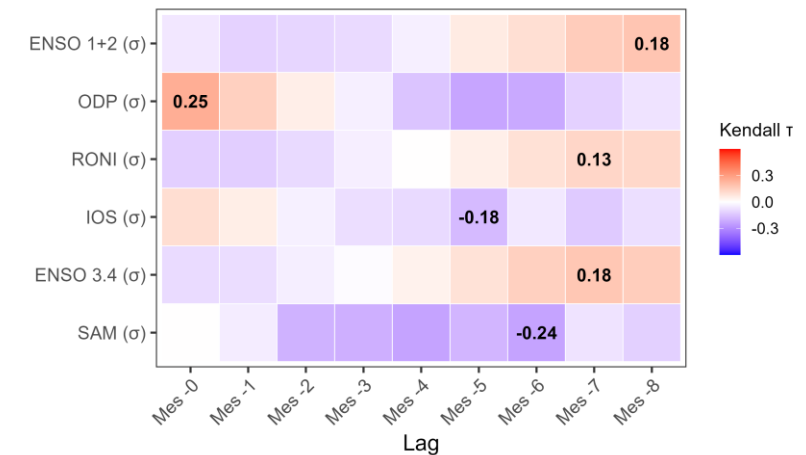


En **Yates** la correlación es negativa con **Niño** con desfases de 1 a 3 meses y con **ODP** con desfase 5 meses. Correlación positiva con **SAM** con desfase 8 meses.

En **Castro**, la correlación es positiva con **Niño** con desfases entre 5 a 8 meses y con **ODP** sin desfase. Correlación negativa con **SAM** con 6 meses de desfase.

Índices climáticos y presencia larva D: Castro

Corregido por pseudoreplicación (agregación mensual)

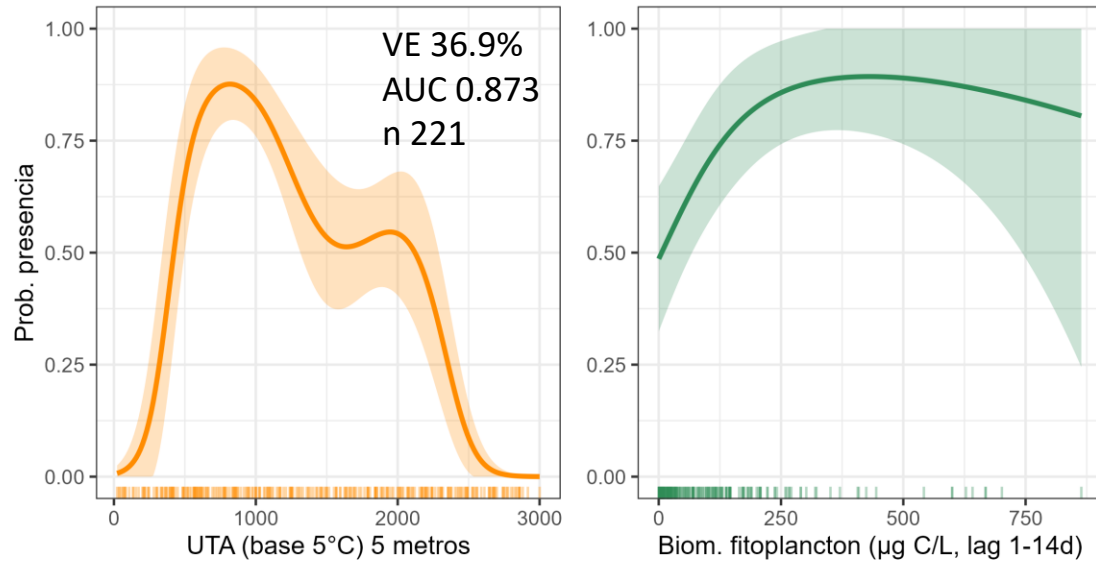


Castro umbral presencia: 210 larvas

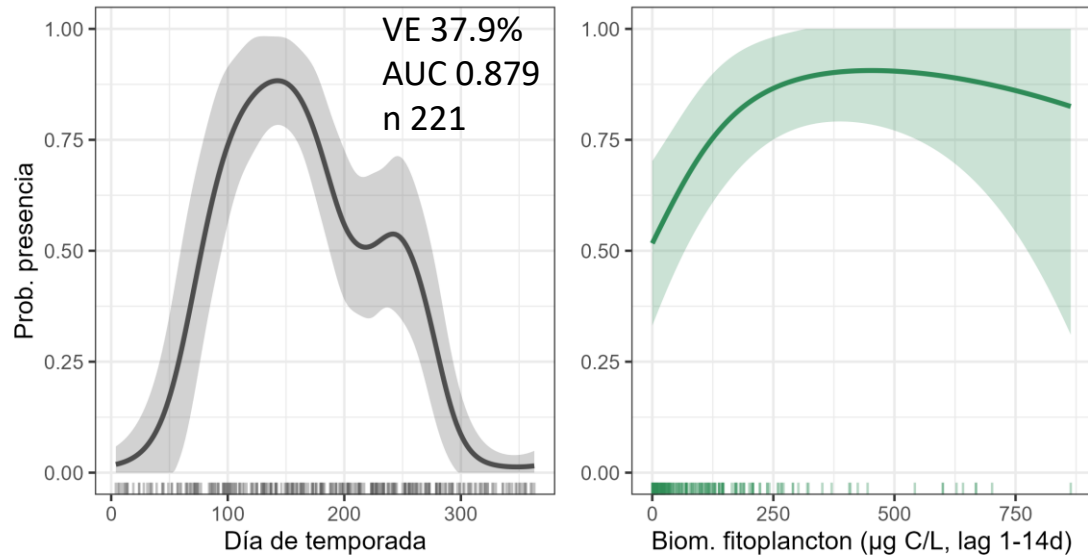
Yates umbral presencia: 32 larvas

Modelos Presencia

Efectos parciales — Yates Binomial final



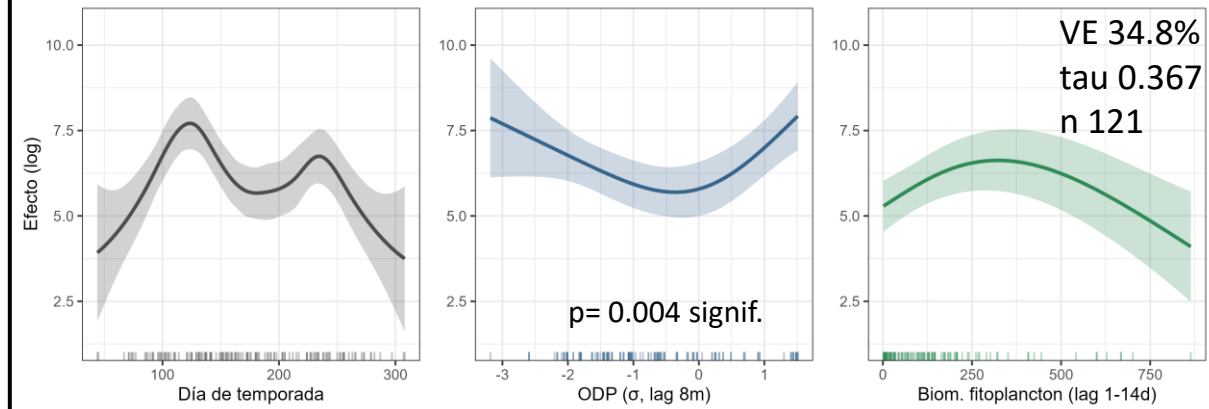
Efectos parciales — Yates Binomial estacional



Yates

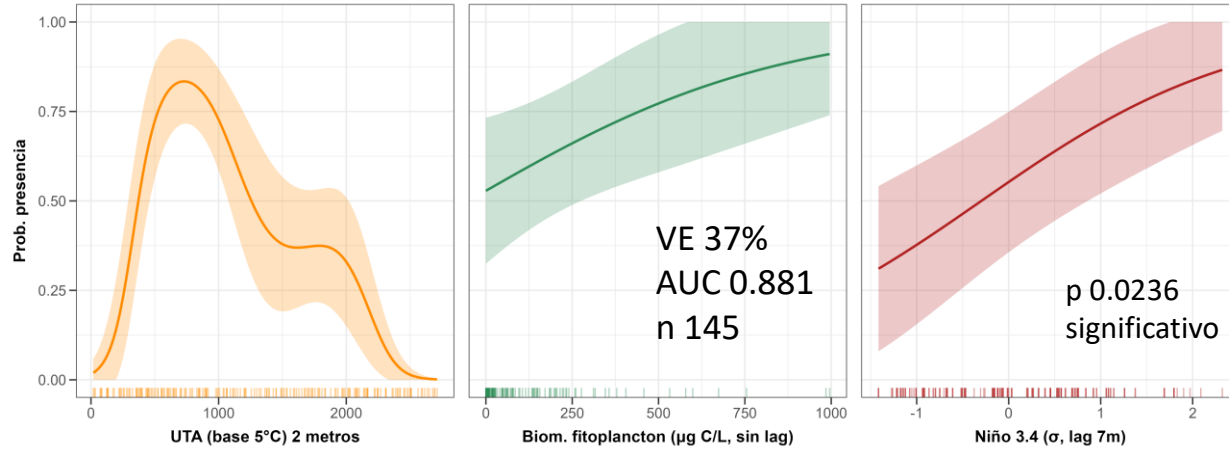
Modelo Abundancia

Efectos parciales — Yates Gamma estacional

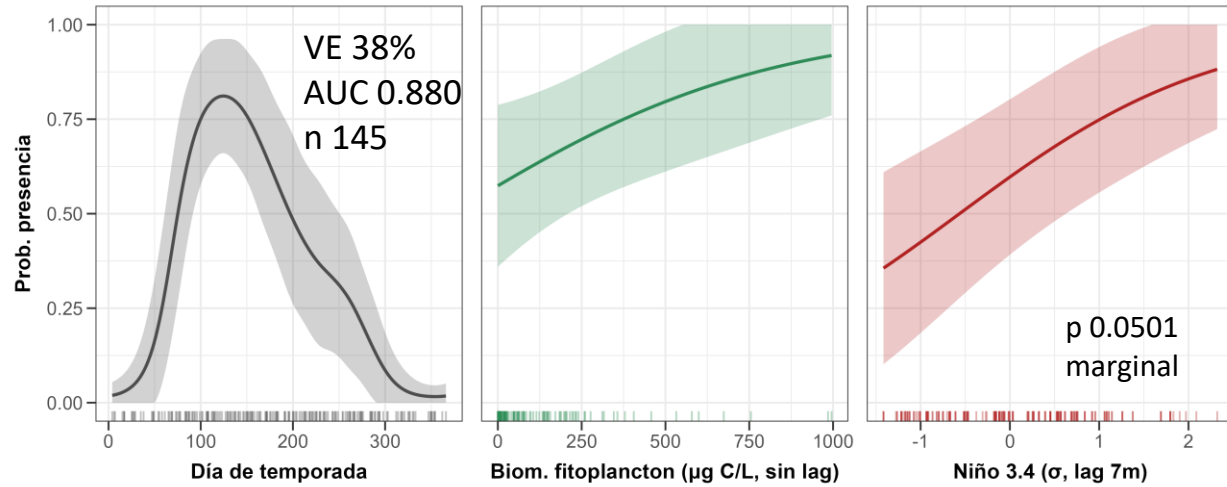


Modelos Presencia

Efectos parciales — larva D Castro Binomial



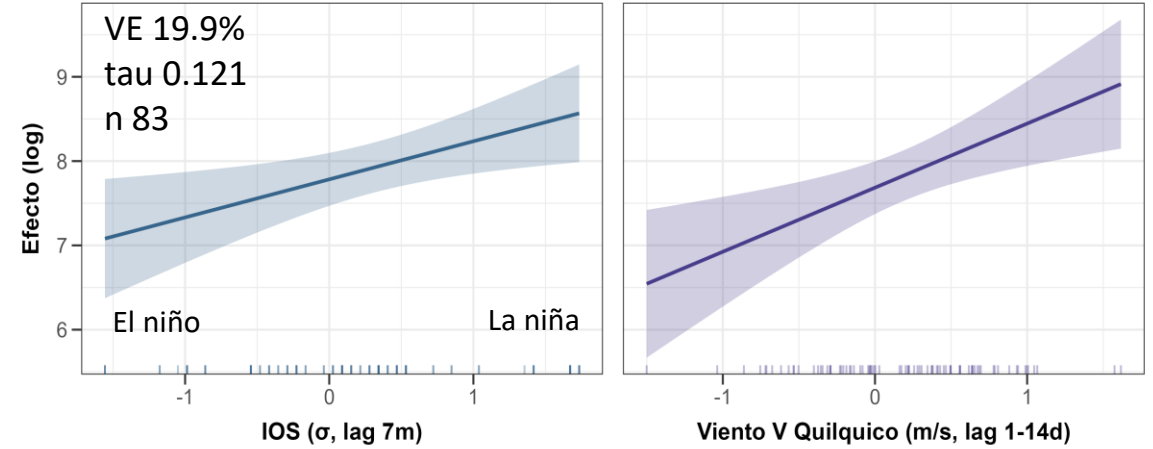
Efectos parciales — larva D Castro Binomial estacional



Castro

Modelo Abundancia

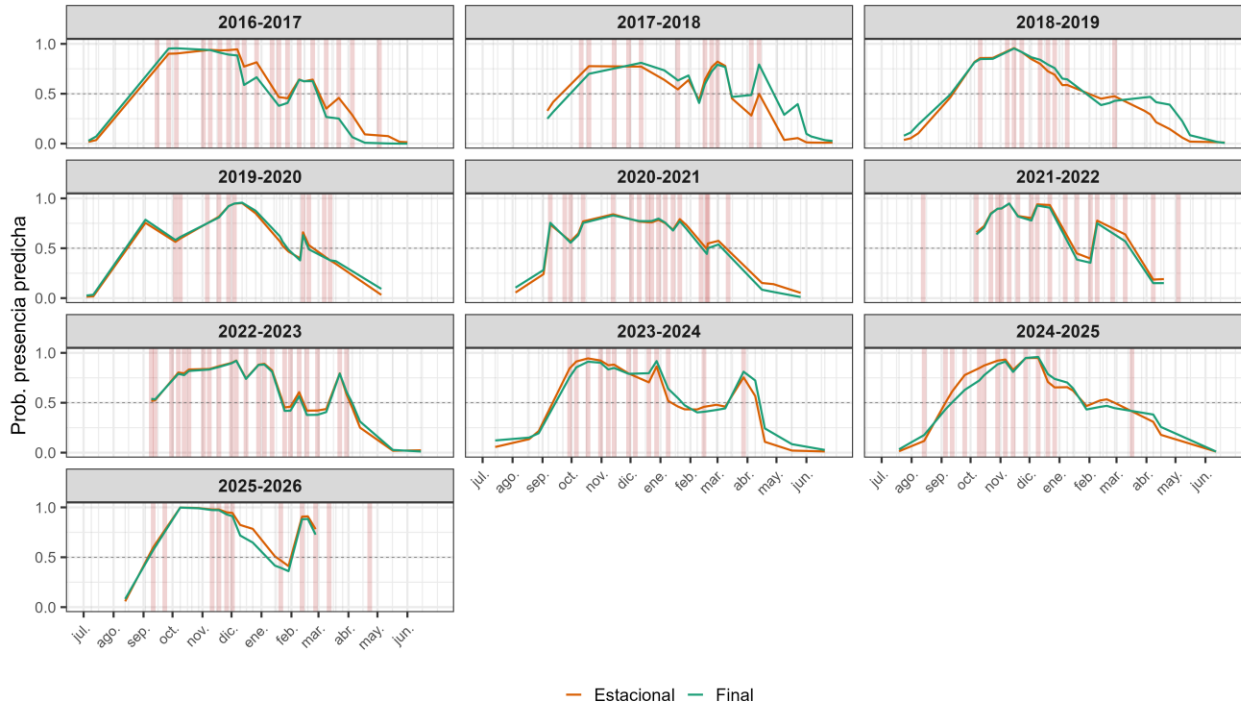
Efectos parciales — larva D Castro Gamma



Validación cruzada LOSO

LOSO Yates — todas las temporadas

Banda roja = presencia observada | línea gris = muestreo sin presencia

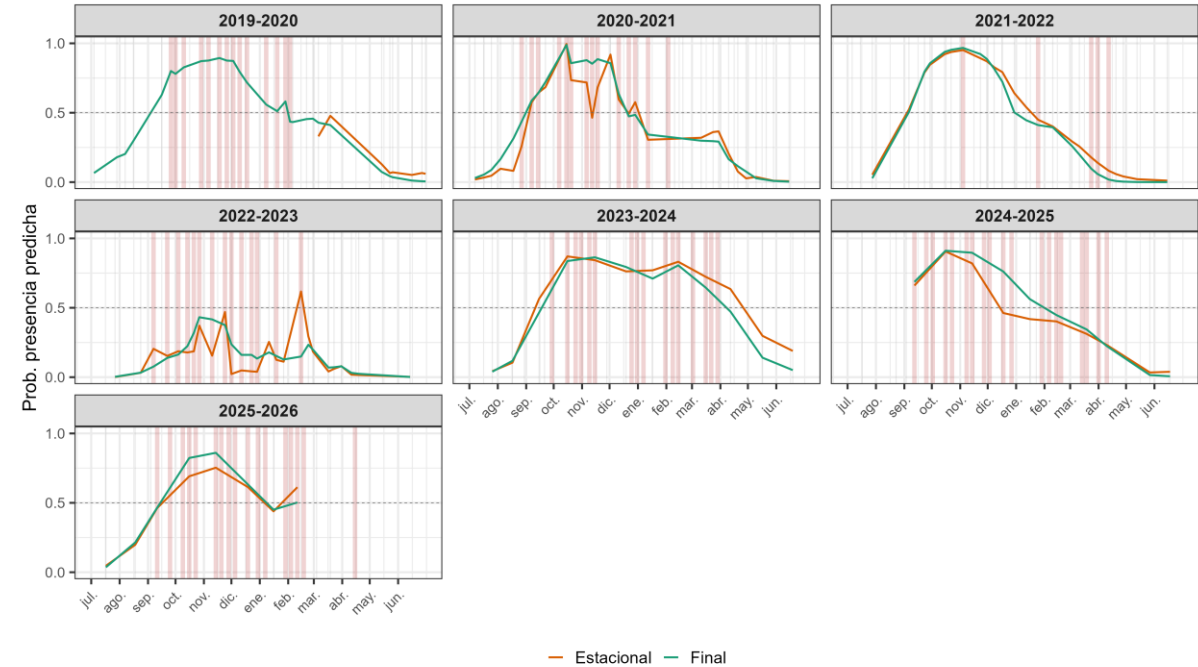


Mejor desempeño LOSO **Estacional**

En Yates los modelos anticipan la presencia mejor que en Castro

LOSO Castro — todas las temporadas

Banda roja = presencia observada | línea gris = muestreo sin presencia



Mejor desempeño en LOSO **No estacional**.

En Castro falló claramente en:

2021-2022 Pocos registros de desoves.

2022-2023 la niña, modelo predijo menor probabilidad de presencia

Discusión

Predictores locales de presencia y abundancia larval



UTA vs. radiación solar

UTA (unidades térmicas) es el mejor predictor individual de presencia, superando a la **radiación solar**, pero colapsa frente al calendario, ya que comparten la misma señal.



Biomasa de fitoplancton

Único predictor local robusto en Yates (**presencia y abundancia**), incluso controlando por calendario. En Castro solo se mantuvo en los modelos de presencia (n limitante).



Presencia vs. abundancia

Los modelos de **abundancia** condicional son sistemáticamente **más débiles** que los de **presencia**, en ambos sitios de estudio.



Índice climático ≠ entre sitios

El índice relevante para abundancia difiere por localidad: **ODP** en Yates, **ENSO** en Castro. Sin evidencia de efecto para **SAM**.

Discusión

Mecanismos climáticos detrás de los hallazgos



La Niña + ODP(-)

Aumentan la descarga de ríos y la estratificación en la Patagonia norte, favoreciendo la **productividad de fitoplancton** y la **retención larval** en los fiordos (León-Muñoz, 2013).



IOS en Castro

El Índice de Oscilación del Sur **IOS** en fase La Niña, desfase 7 meses, sería favorable para la abundancia en Castro.



ODP en Yates

La abundancia larval disminuiría en fases neutras del **ODP**



Niño 3.4 (+7 meses)

En fase positiva y con desfase de 7 meses, favorecería la **presencia larval** en Castro: posible "gatillante térmico" para la maduración y el desove de los adultos.

Conclusiones



El Niño 2026–2027

Con registros limitados de eventos cálidos, el próximo **El Niño 2026-2027** es una oportunidad científica crucial



Acople complejo y local

La dinámica larval responde al acople entre **señales climáticas** de gran escala y la variabilidad **hidroclimática local**, generando respuestas sitio-específicas



Monitoreo continuo

Se debe mantener y ampliar el **Monitoreo de larvas de mitílicos**, complementado con otras variables hidrometeorológicas, para comprender impactos en la mitilicultura de Los Lagos.



Proyecciones:

1. Evaluar **otras estaciones** (Hualaihué, Seno Reloncaví, Chiloé Sur)
2. Explorar **interacciones** acotadas entre forzantes
3. **Integrar** indicadores productivos y de bancos naturales (p.e. IC o IG)
4. Incorporar fases larvales y variables **hidrodinámicas**
5. Hilar “más fino” con nuevas fuentes de variables y formatos (p.e. grupos de fitoplancton).

Agradecimientos

El estudio forma parte del Programa Permanente en Pesca y Acuicultura (Ley de Pesca 20.657), el cual se realiza en virtud del convenio que se suscribe anualmente entre la Subsecretaría de Economía y Empresas de Menor Tamaño y el Instituto de Fomento Pesquero.

La contraparte científico técnica del Programa Permanente y de cada uno de sus estudios, es la Subsecretaría de Pesca y Acuicultura a la cual se agradece su apoyo y gestión.





Gracias