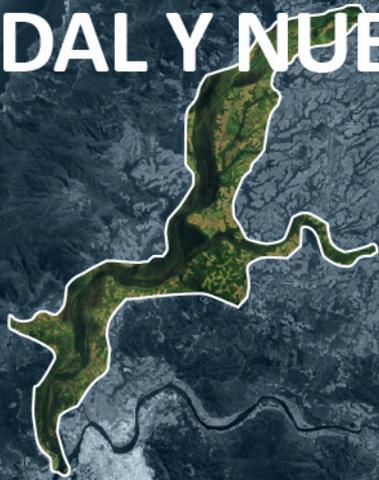
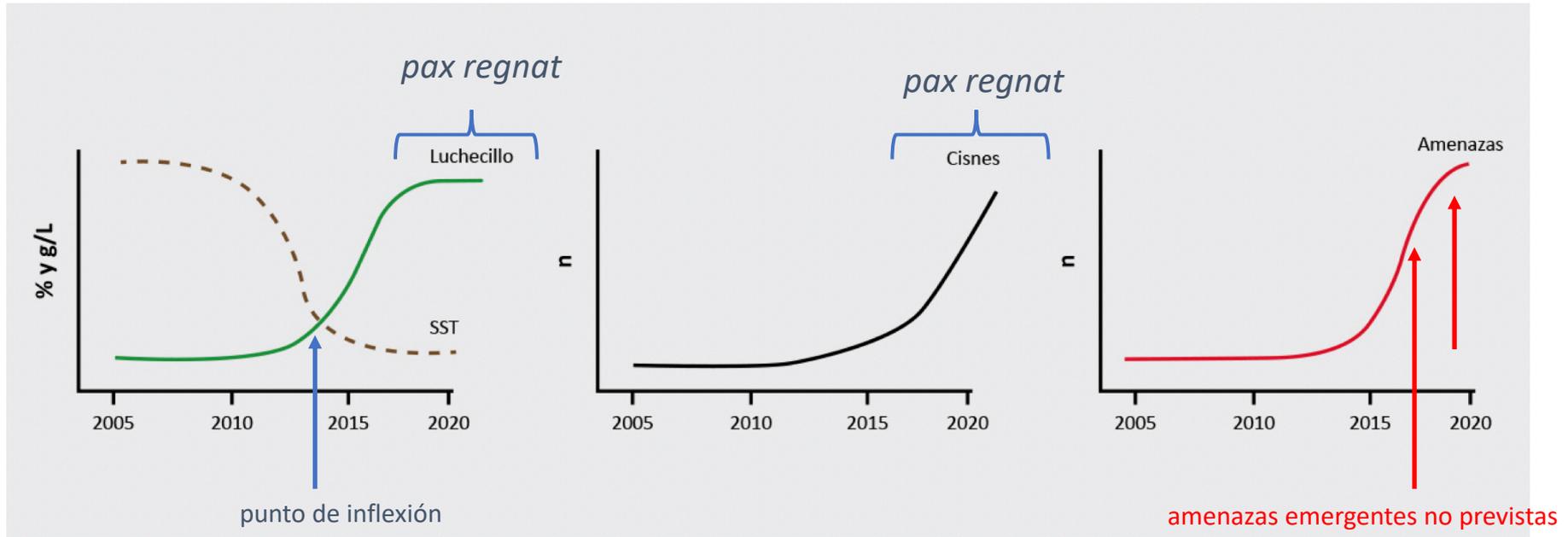


# DIFERENTES ESTADOS DEL HUMEDAL Y NUEVAS AMENAZAS



Presenta:  
Eduardo Jaramillo · Instituto de Ciencias  
de la Tierra, UACH

# PRIMAVERA 2004 AL INVIERNO 2020



Recovery of black-necked swans, macrophytes and water quality in a Ramsar wetland of southern Chile: Assessing resilience following sudden anthropogenic disturbances

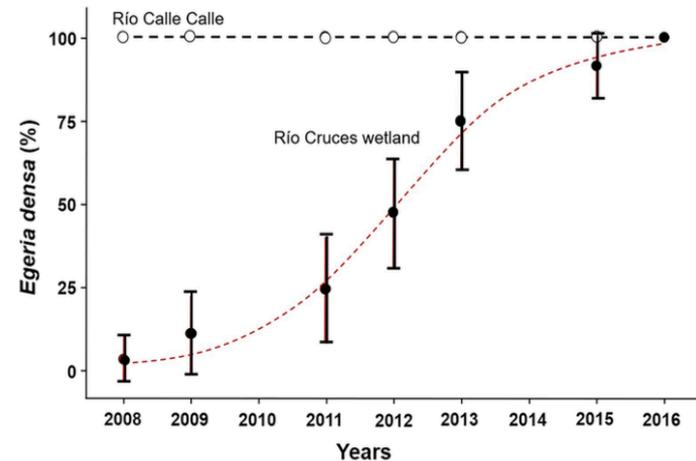
Eduardo Jaramillo <sup>a,\*</sup>, Nelson A. Lagos <sup>b</sup>, Fabio A. Labra <sup>b</sup>, Enrique Paredes <sup>c</sup>, Emilio Acuña <sup>a</sup>, Daniel Melnick <sup>a</sup>, Mario Manzano <sup>a</sup>, Carlos Velásquez <sup>a</sup>, Cristian Duarte <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Ciencias de la Tierra, Facultad de Ciencias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

<sup>b</sup> Centro de Investigación e Innovación para el Cambio Climático, Facultad de Ciencias, Universidad Santo Tomás, Santiago, Chile

<sup>c</sup> Instituto de Patología Animal, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile

<sup>d</sup> Departamento de Ecología y Biodiversidad, Facultad de Ecología y Recursos Naturales, Universidad Andrés Bello, Santiago, Chile



INVIERNO 2020

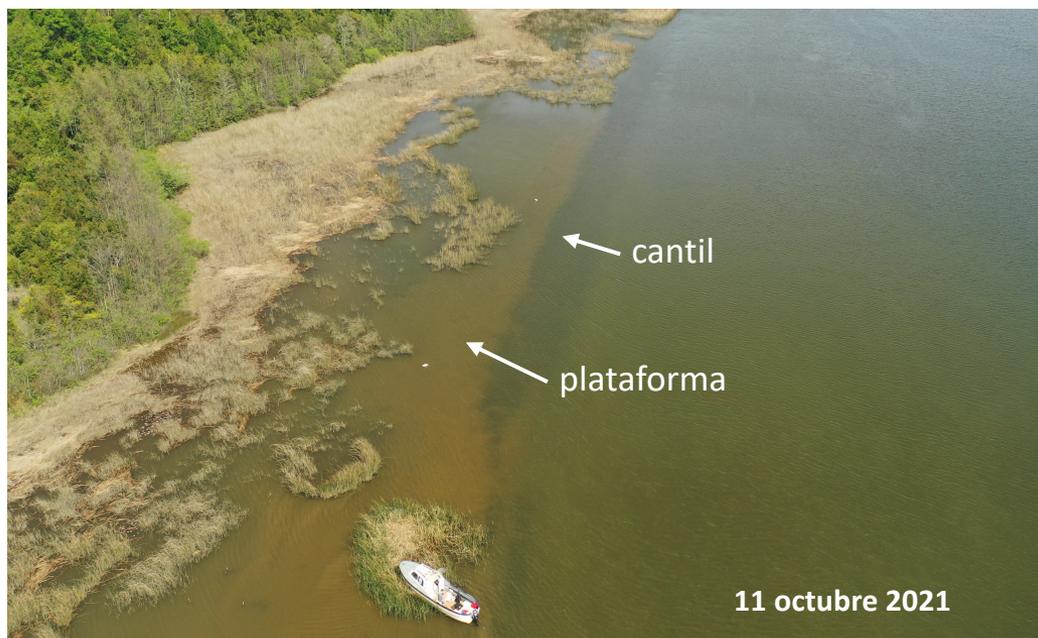
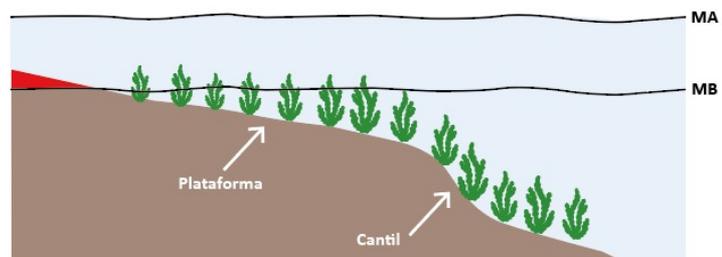
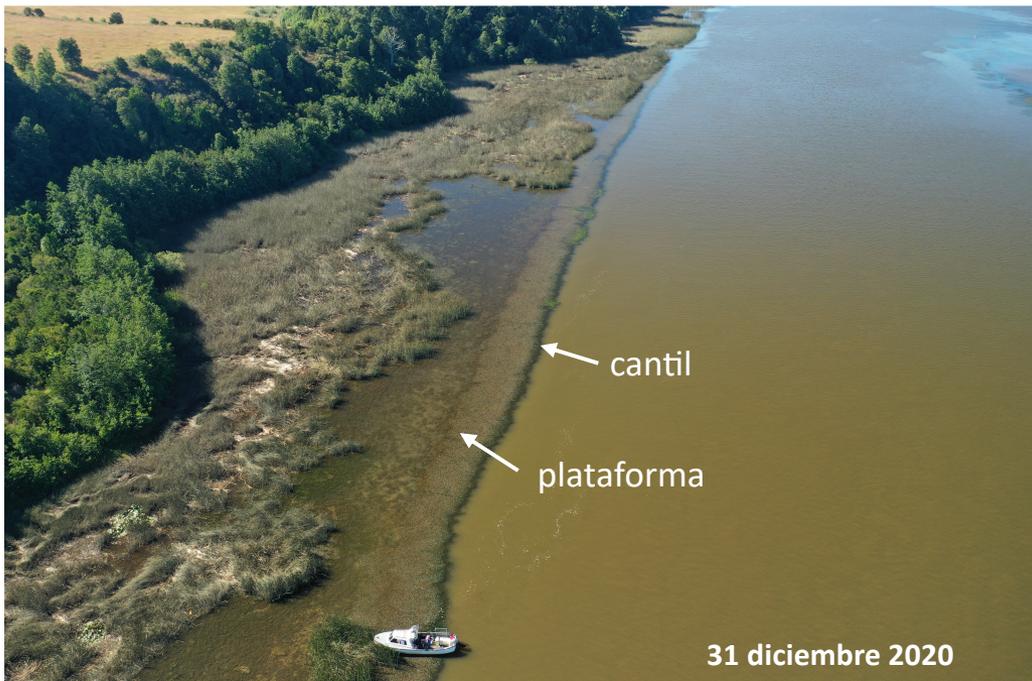
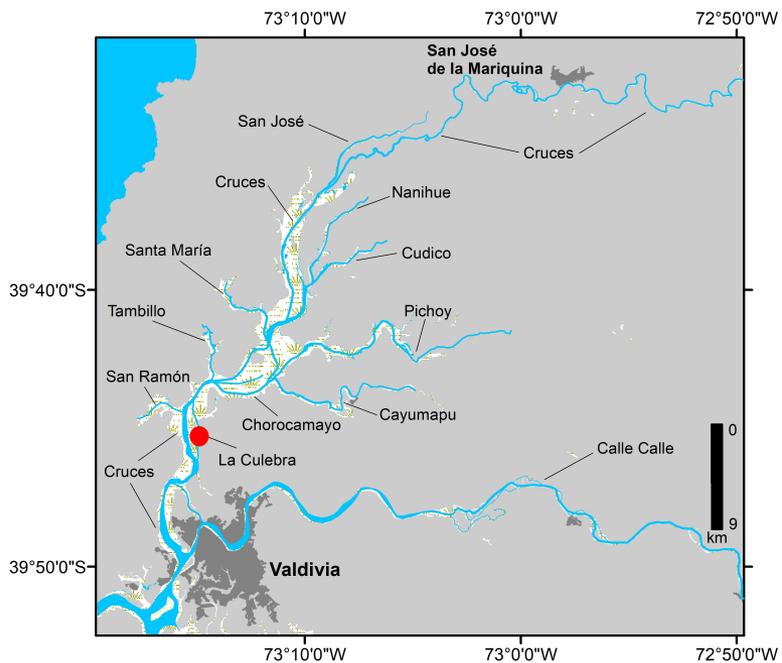


**FONDOS DE PROFUNDIDADES  
SOMERAS (CA. 1 M O MENOS) CON  
PERDIDA DE LUCHECILLO Y ESTE DE  
COLOR MARRÓN O CAFÉ OSCURO**

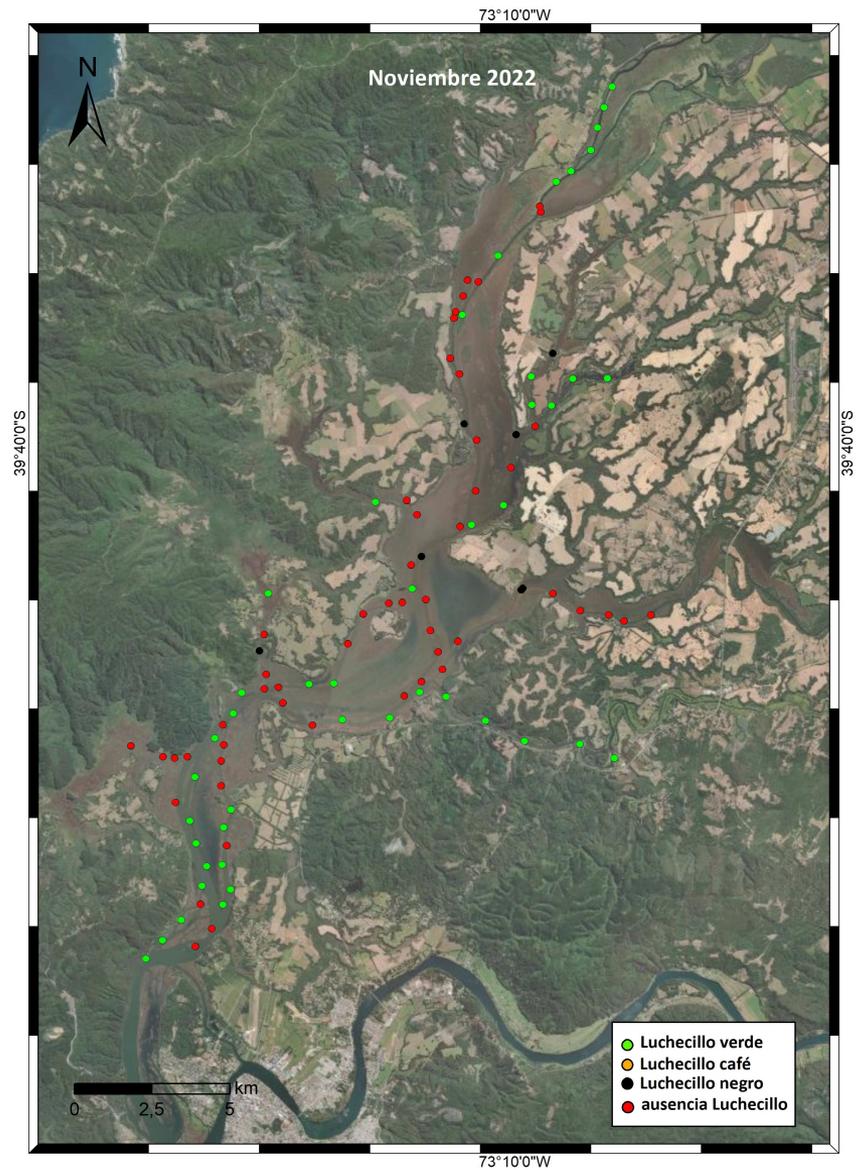
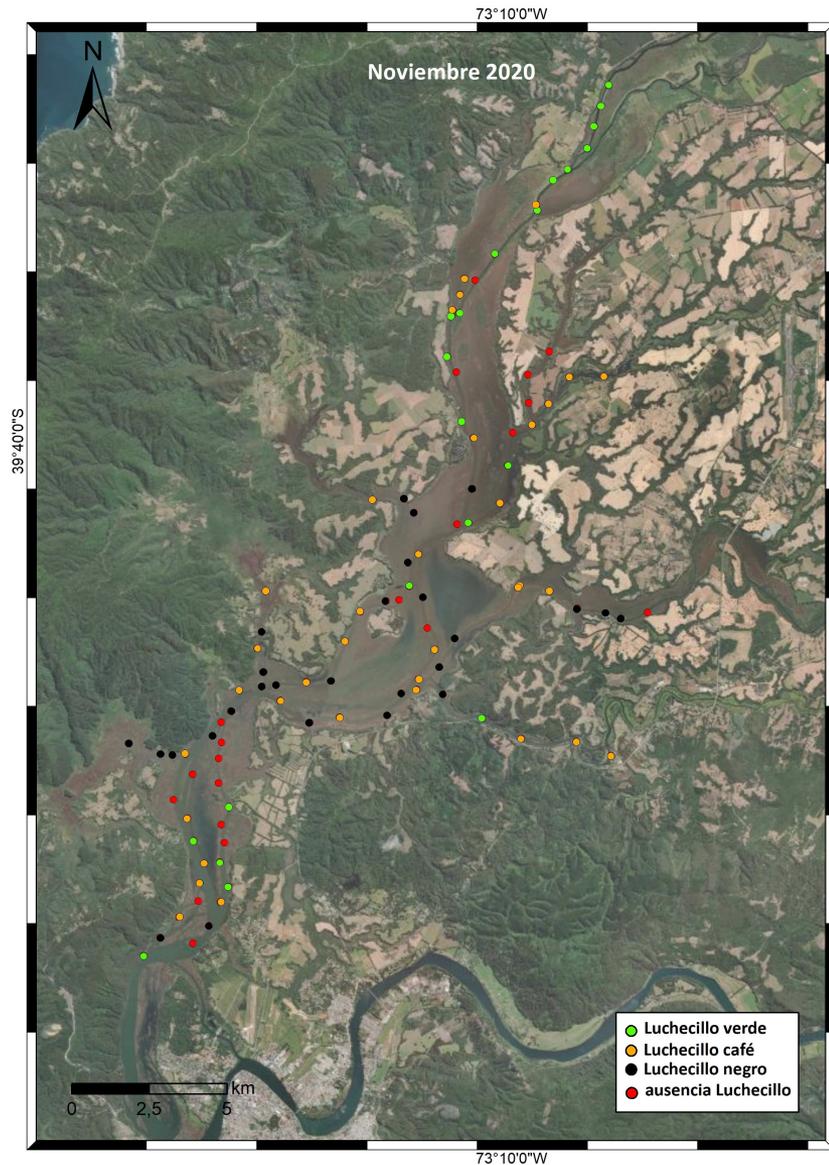


# PLATAFORMA Y CANTIL DE LAS RIBERAS

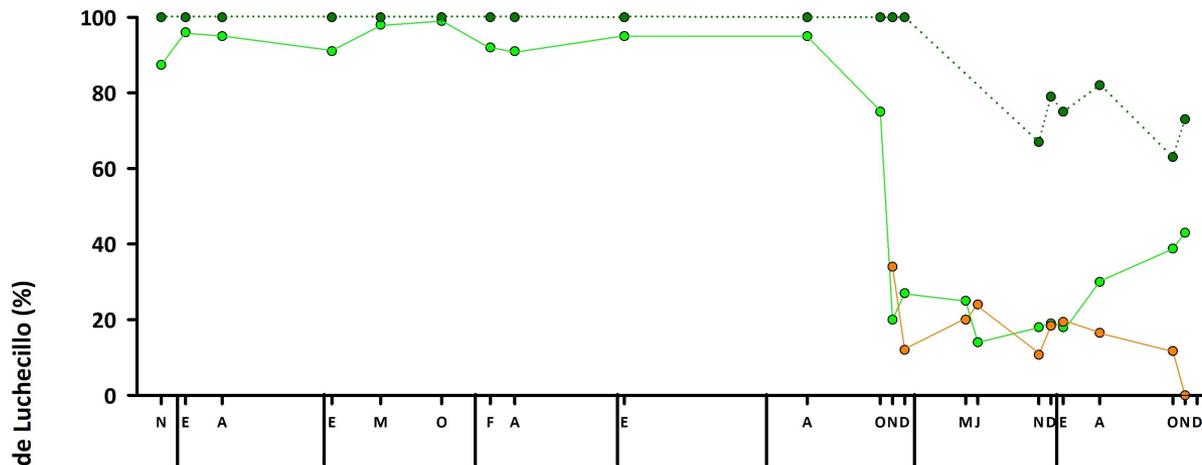
Río La Culebra, sector La Dehesa



# ESTADO DEL LUCHECILLO EN PLATAFORMA: NOVIEMBRE 2020 - NOVIEMBRE 2022 (103 puntos muestreados 10 veces)



# ESTADO DEL LUCHECILLO EN PLATAFORMA Y CANTIL: NOVIEMBRE 2020 - NOVIEMBRE 2022



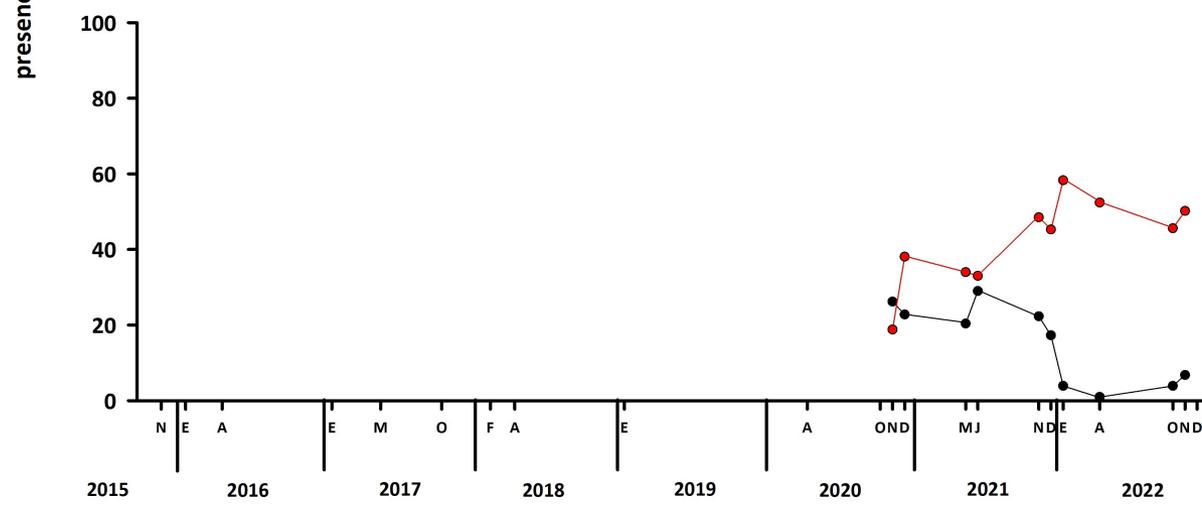
- Brusca disminución de la cobertura de Luchecillo verde, durante el segundo semestre del año 2020.

- Aparición de Luchecillo café el cual persiste hasta octubre 2022.

- Recuperación del Luchecillo durante el año 2022 (ca. 40% de cobertura).

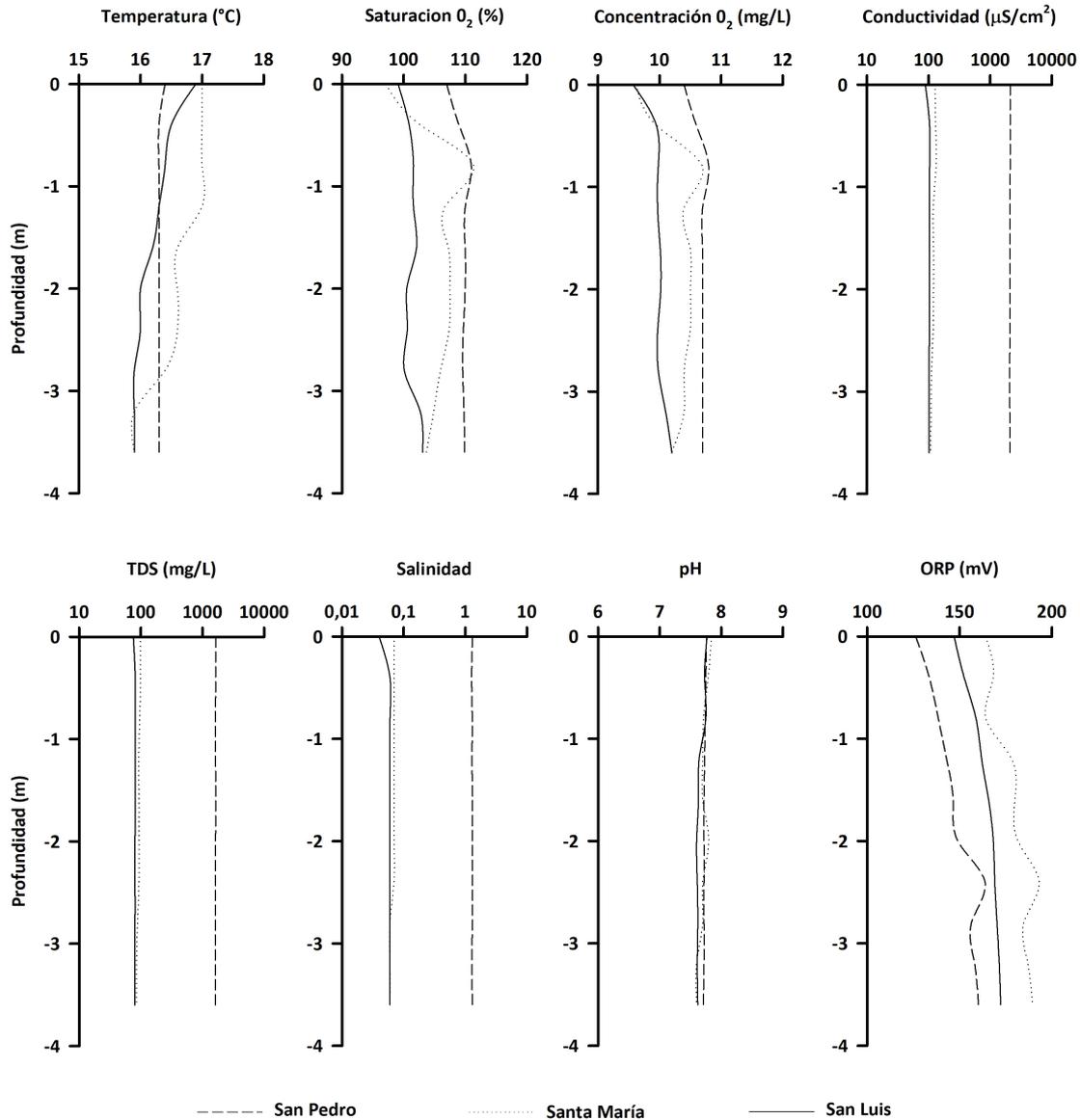
- El porcentaje promedio de plataformas sin Luchecillo, se mantiene en alrededor de 45 - 50%.

- El Luchecillo del cantil se mantiene en alrededor de un 80% de presencia.

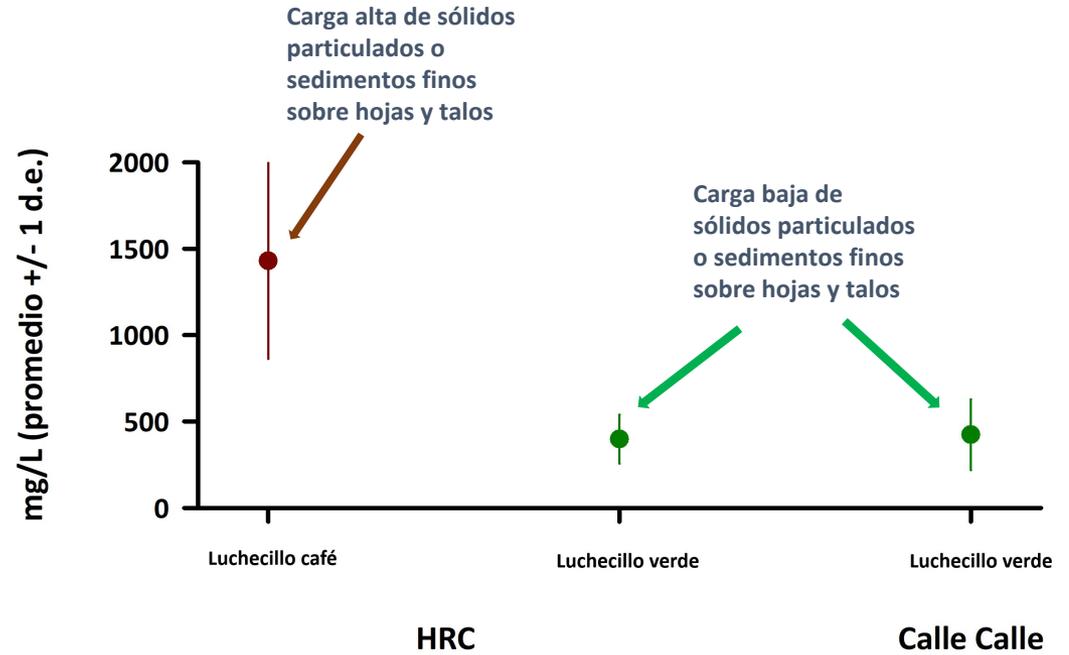


● Luchecillo en cantil   
 ● Luchecillo verde   
 ● Luchecillo café   
 ● Luchecillo negro   
 ● sin Luchecillo

# ESTRUCTURA DE LA COLUMNA DE AGUA EN EL HUMEDAL: VERANO 2022



## ¿ POR QUÉ EL COLOR CAFE ?



# COLOR CAFÉ DE LUCHECILLO Y RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS DURANTE MAREA VACIANTE



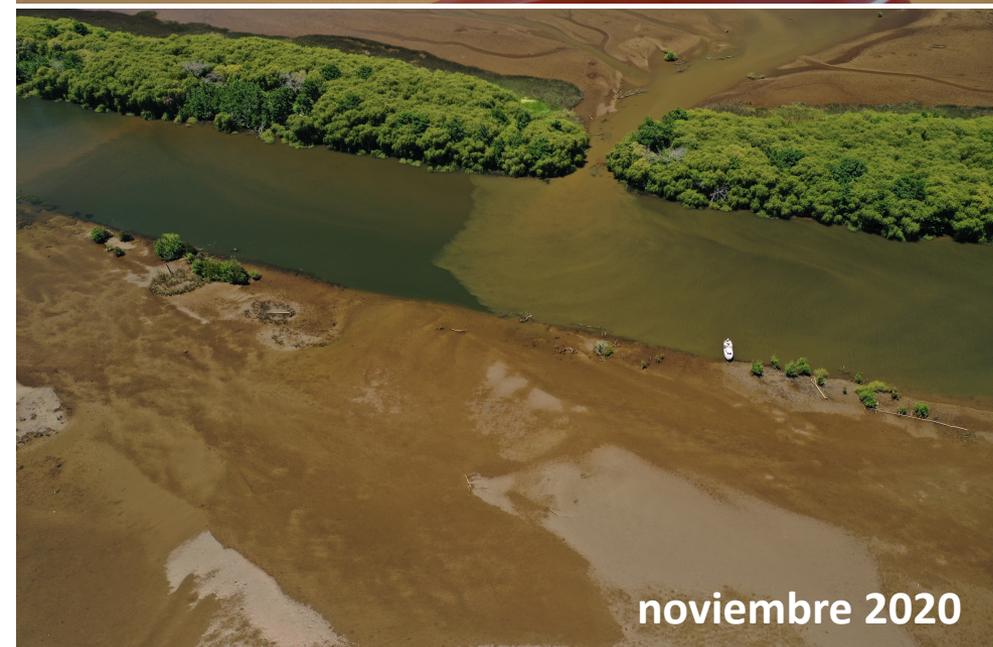
enero 2005

Fuente: Eduardo Israel



enero 2005

Fuente: Eduardo Israel



noviembre 2020



noviembre 2020

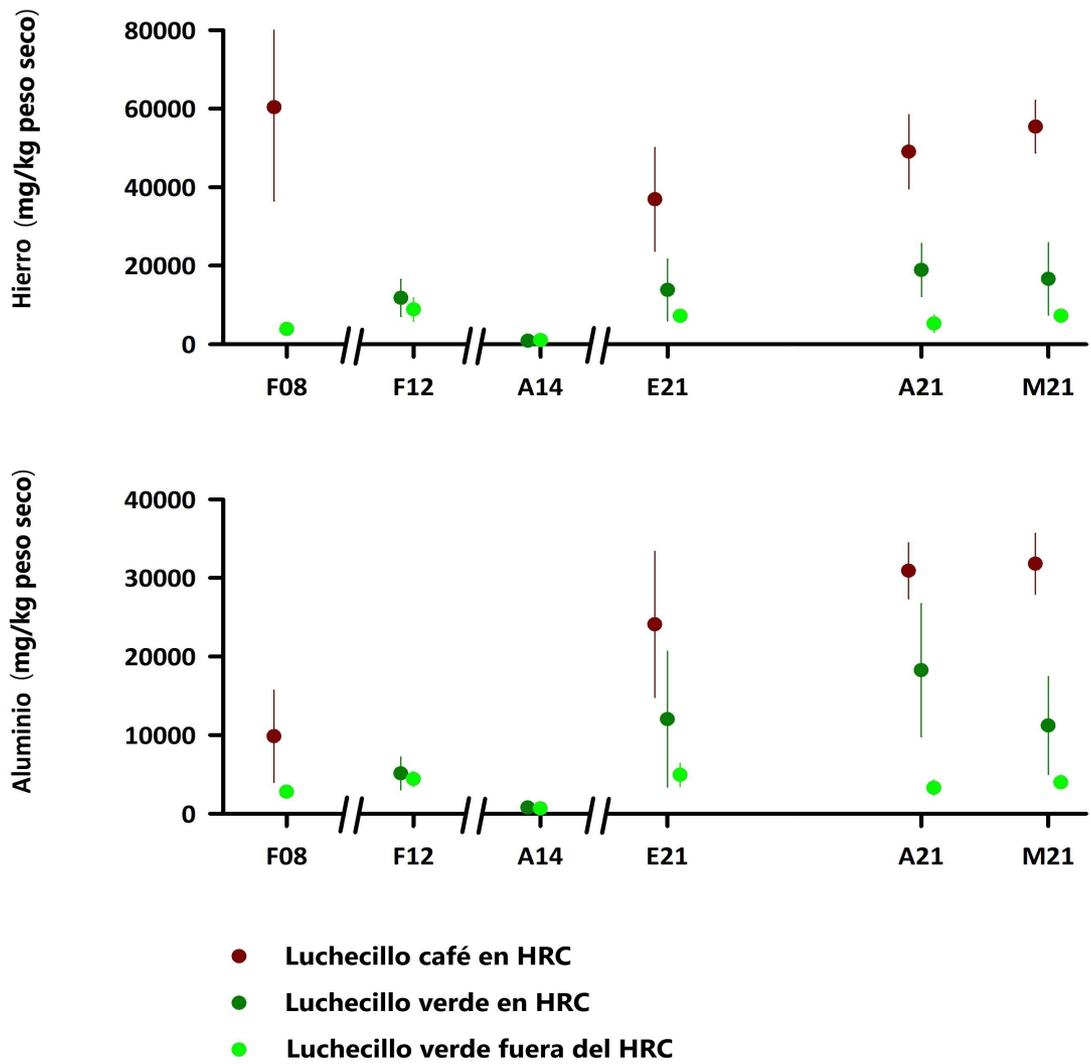
An aerial photograph of a wide river with a brownish, turbid water color. The river flows from the top left towards the bottom right. The banks are lined with dense green trees and shrubs. In the background, there are rolling green hills and some buildings. A small white boat is visible in the lower right part of the river. Two text labels indicate sediment concentrations: '44 mg/L SST' is located in the middle of the river, and '3 mg/L SST' is located in the lower right part of the river, near the boat.

**Sector San Luis & San Martín,  
canal mareal norte (31 diciembre 2020)**

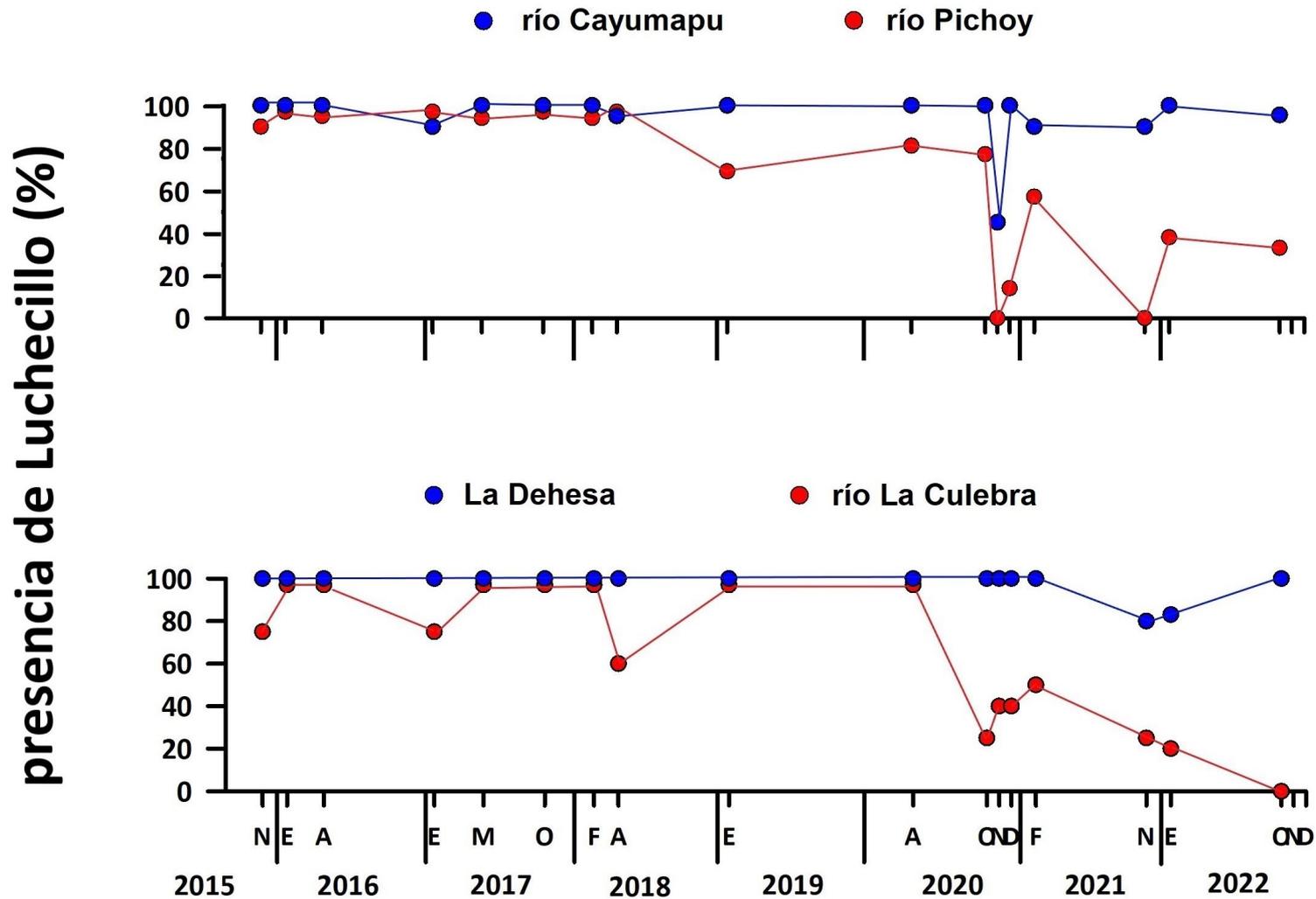
44 mg/L SST

3 mg/L SST

# UACH: contenidos de Hierro y Aluminio, son “proxies” de estado de salud del Luchecillo



A mayo 2021, las plantas de Luchecillo dentro del HRC mantienen una alta concentración de Hierro y Aluminio



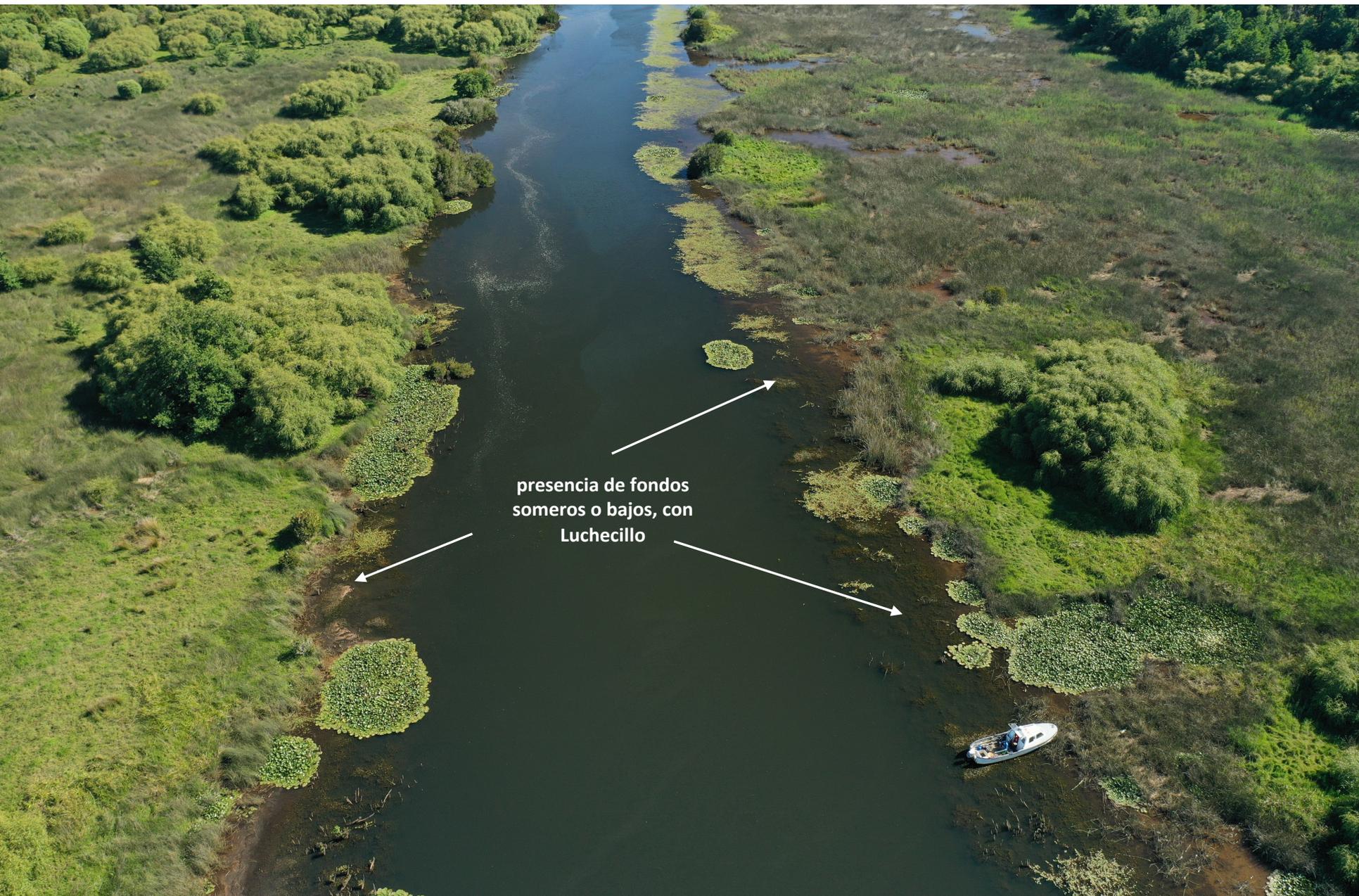
● RÍOS PICHÓY Y LA CULEBRA, CON PLANICIES SEDIMENTARIAS Y RESUSPENSIÓN DE SEDIMENTOS



río Pichoy

río Cayumapu





presencia de fondos someros o bajos, con Luchecillo

**Río San José; 2 diciembre 2020**

# LA CERCANÍA A PLANICIES SEDIMENTARIAS ... EL FUTURO INCIERTO

abril 2016



enero 2017



marzo 2018



enero 2019



enero 2020



febrero 2021



febrero 2022



RIO SANTA MARIA

## HITOS RELEVANTES

1

APROXIMADAMENTE DOS AÑOS DESPUÉS, DE LA AFECTACIÓN DEL LUCHECILLO DETECTADA DURANTE EL INVIERNO DEL AÑO 2020, SU COBERTURA PROMEDIO EN LA PLATAFORMA DE LAS RIBERAS DEL HUMEDAL ES DE APROXIMADAMENTE 50%. CON ANTERIORIDAD AL INVIERNO 2020, ERA *CIRCA* 90%.

2

NO OBSTANTE LO ANTERIOR; A NOVIEMBRE 2022, LAS PLANTAS DE LUCHECILLO EN LA MAYORÍA DE LAS PLATAFORMAS ESTABAN CON FLORES.

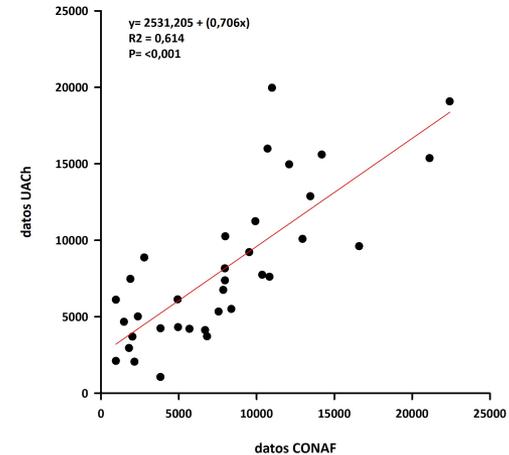
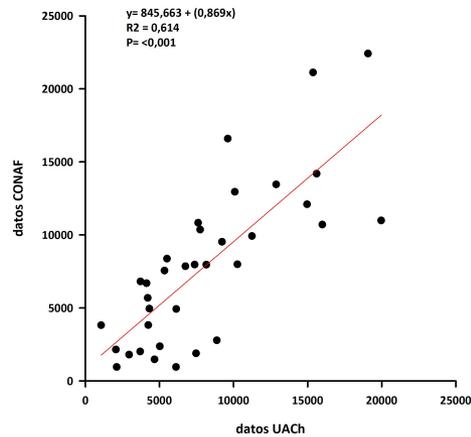
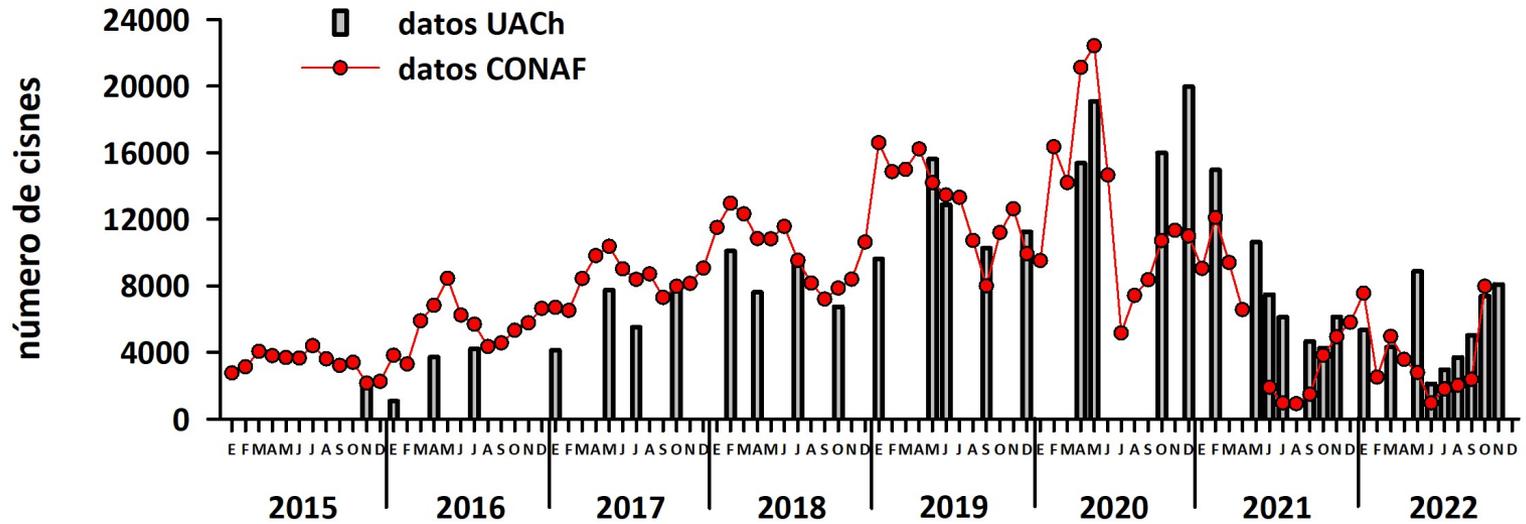
3

DURANTE EL MISMO PERÍODO ARRIBA MENCIONADO Y EN CONTRASTE A LO OBSERVADO EN LAS PLATAFORMAS, LA COBERTURA PROMEDIO DEL LUCHECILLO EN EL CANTIL DE LAS RIBERAS DEL HUMEDAL, ES DE APROXIMADAMENTE 90%.

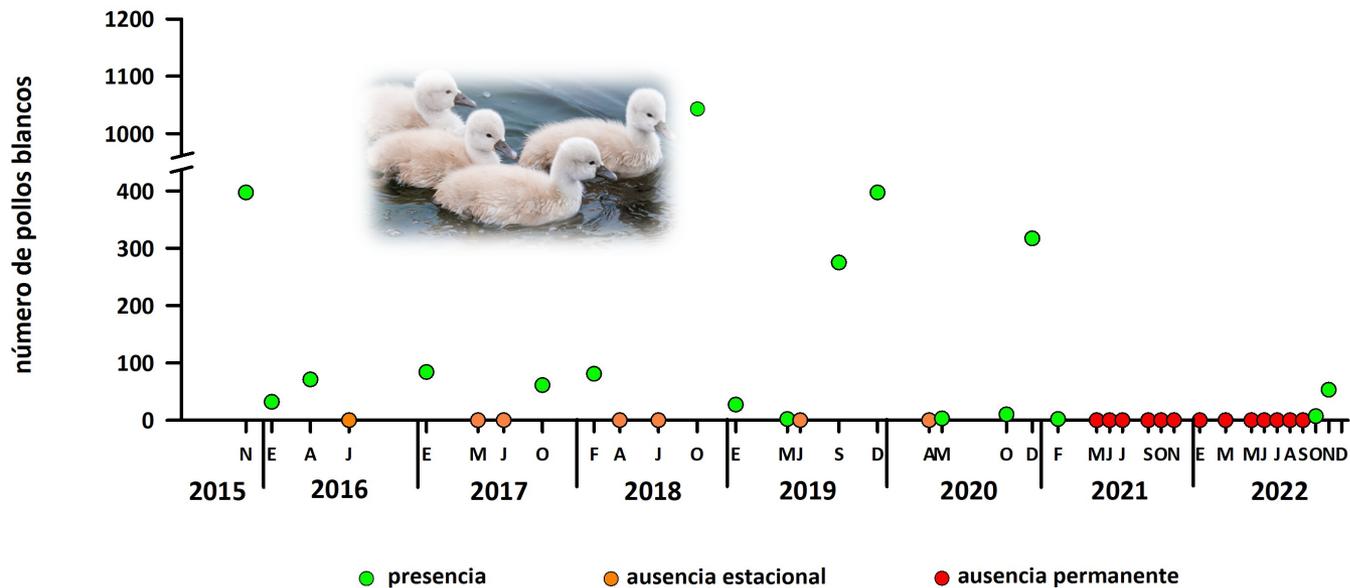
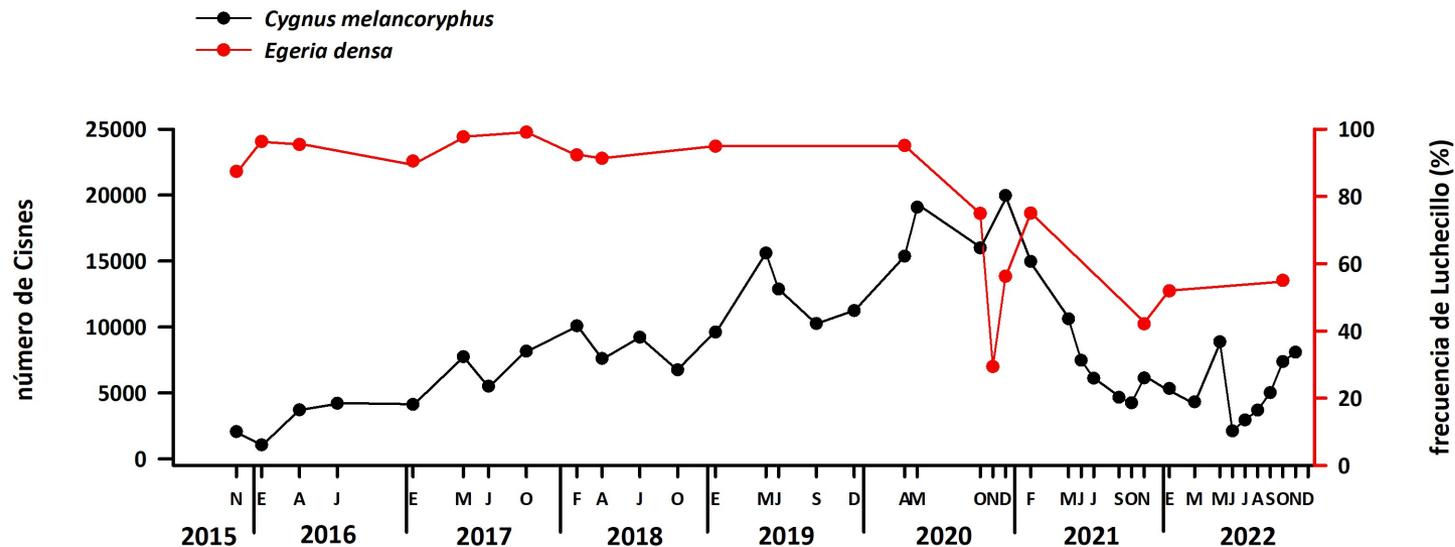
4

LA AFECTACION DIFERENCIAL DEL LUCHECILLO, DURANTE EL INVIERNO DEL AÑO 2020 NO DICE RELACIÓN CON CARACTERÍSTICAS DE LA COLUMNA DE AGUA, YA QUE ESTA ES HOMOGÉNEA A TRAVÉS DE TODA SU EXTENSIÓN.

## VARIABILIDAD POBLACIONAL DE GRAN ESCALA



# VARIABILIDAD POBLACIONAL CISNES Y LUCHECILLO



## HITOS RELEVANTES

1

A PARTIR DEL AÑO 2020, LA ABUNDANCIA DE LOS CISNES COMENZÓ A DISMINUIR; DESDE *CIRCA* 20.000 AVES EN EL OTOÑO 2020 A SOLO 4.000 CISNES, DURANTE LOS INVIERNOS DE LOS AÑOS 2021 Y 2022.

2

LA DISMINUCION EN LAS ABUNDANCIAS DE LOS CISNES, FUE CONTEMPORÁNEA CON LA DISMINUCIÓN EN LA COBERTURA DEL LUCHECILLO.

3

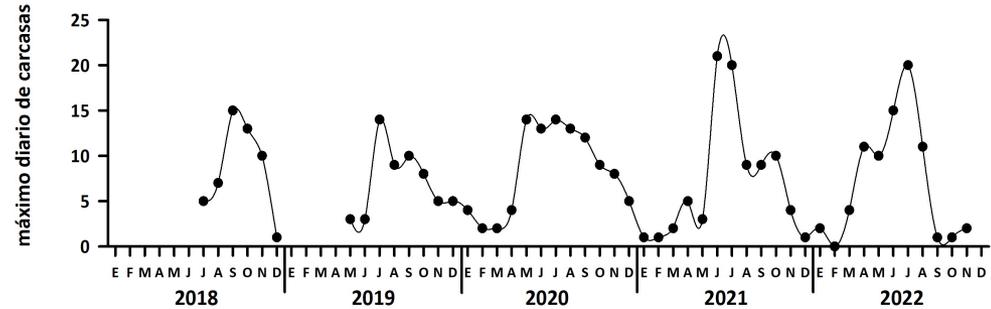
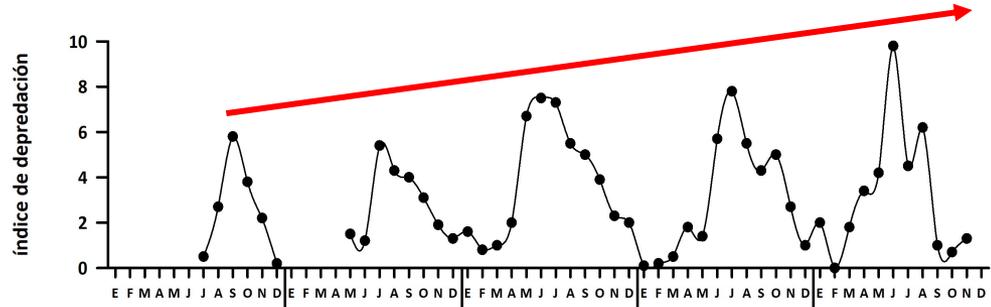
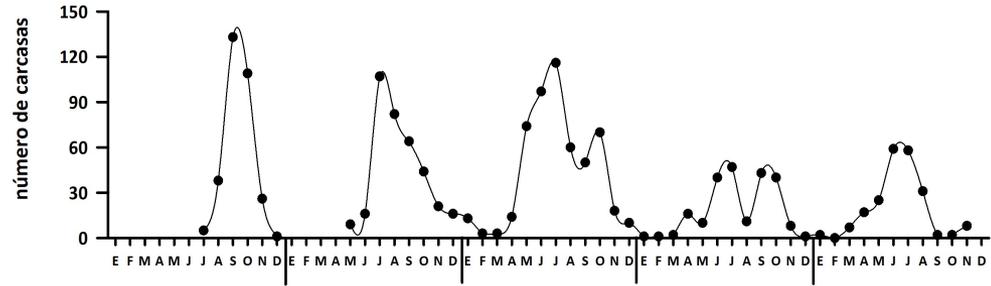
AUN CUANDO LA BIOMASA EN PIE DE LUCHECILLO, DISMINUYO DRASTICAMENTE ENTRE EL INVIERNO DEL AÑO 2020 Y LA PRIMAVERA DEL AÑO 2022, NO SE HAN ENCONTRADO CISNES MUERTES CON SIGNOS DE EMACIACIÓN.

4

A PARTIR DE OCTUBRE PASADO, SE HAN DETECTADO POLLUELOS DE CISNES EN EL HUMEDAL. ESTO COINCIDE, CON LA APARENTE RECUPERACION DE LA BIOMASA EN PIE DE LUCHECILLO Y DE LAS ABUNDANCIAS DE LOS CISNES.

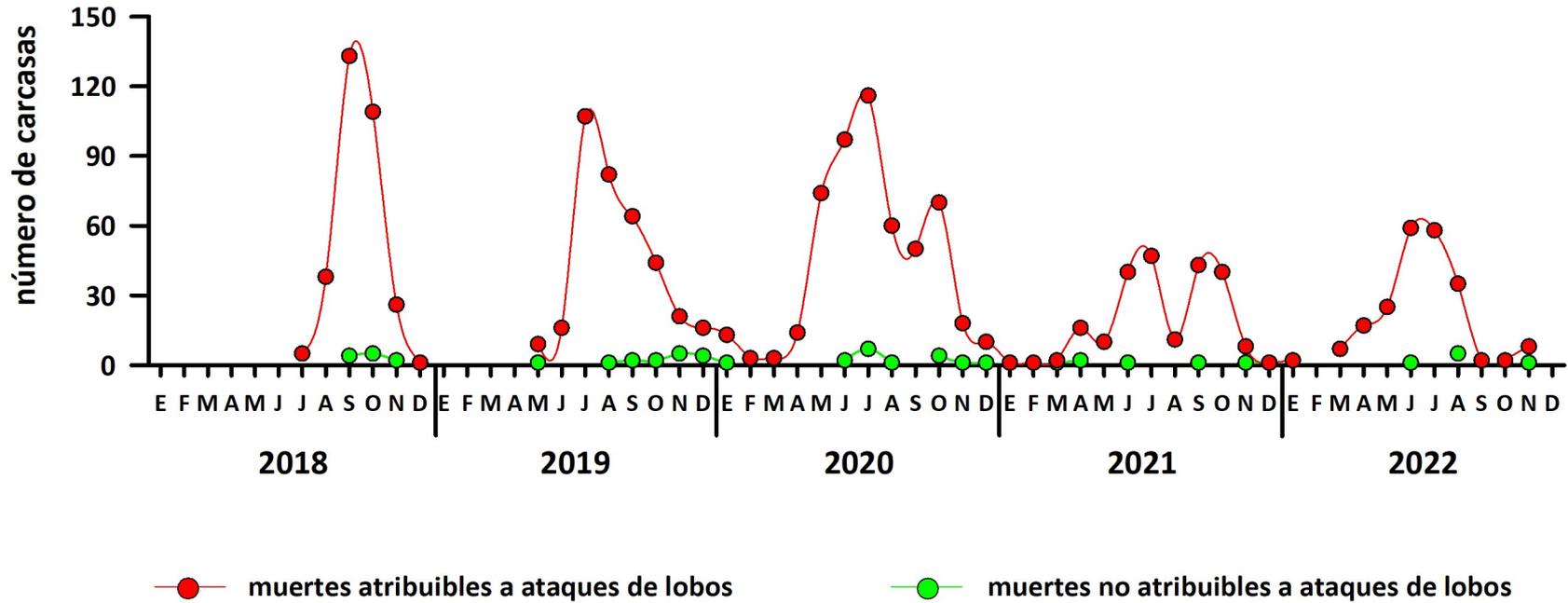
# LOBOS DE MAR Y CISNES A NOVIEMBRE 2022

## INVIERNO 2018: INICIO DE LA DEPREDACION DE LOBOS MARINOS SOBRE CISNES



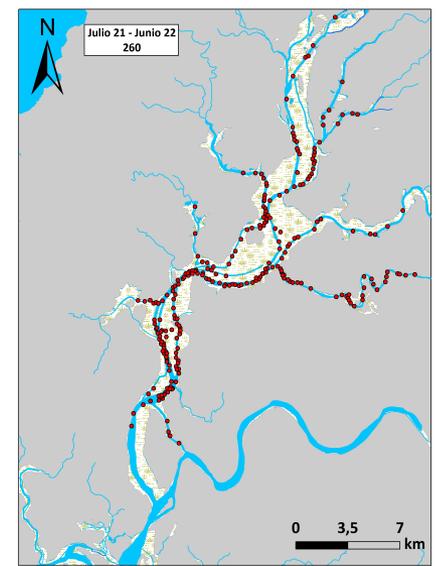
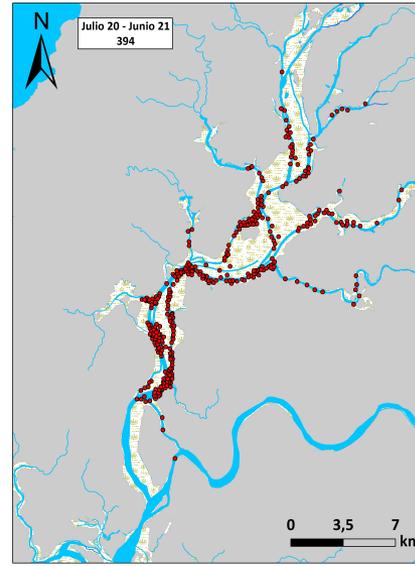
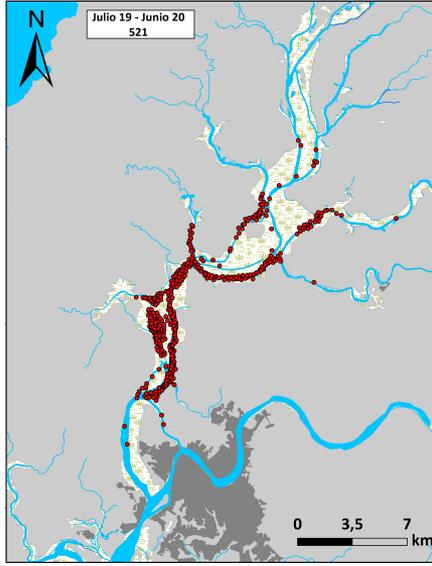
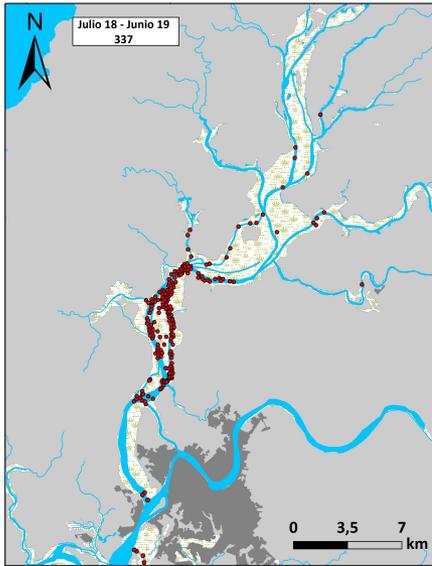
- DEPREDACIÓN CON MARCADO COMPONENTE ESTACIONAL

• MORTALIDAD DIFERENCIAL DE CISNES

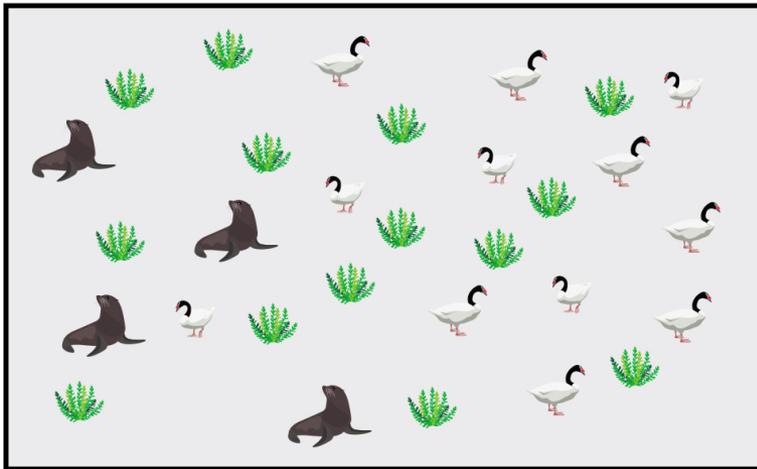


$1624 / 57 = 28,7$

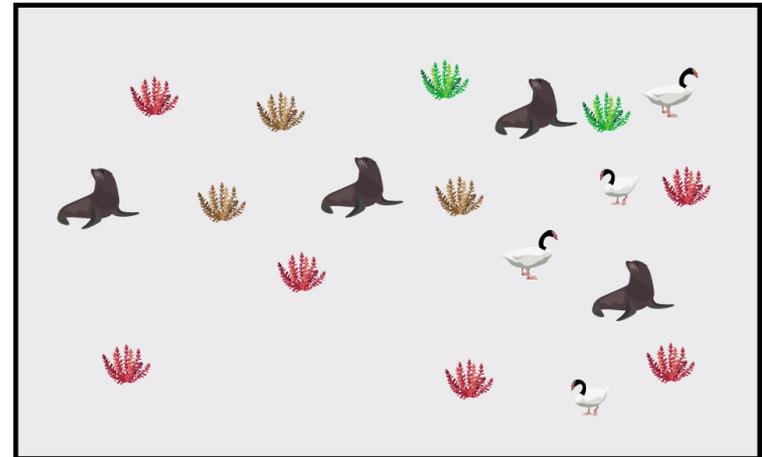
# VARIACION INTER ANUAL DE CARCASAS DE CISNES



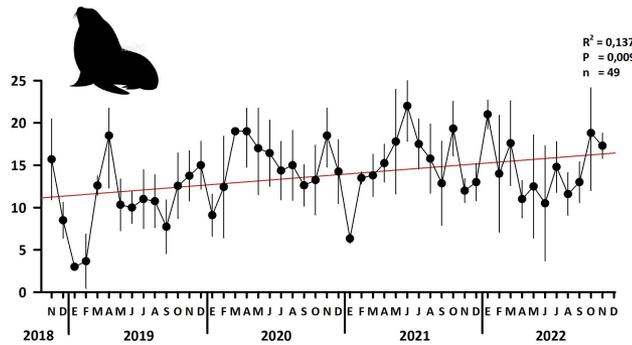
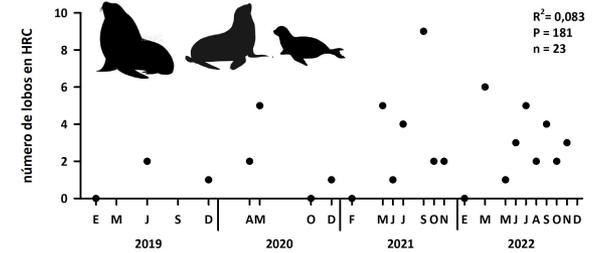
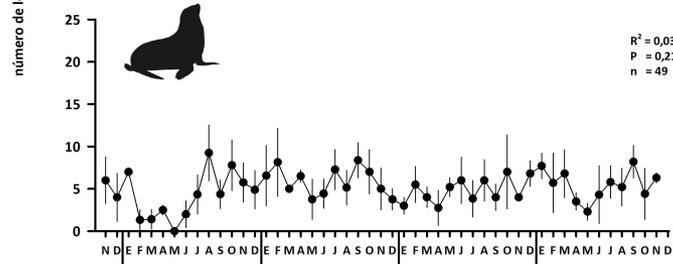
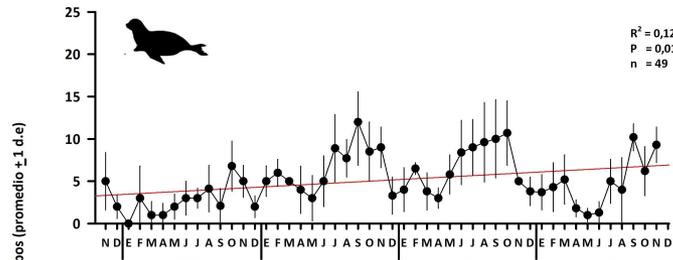
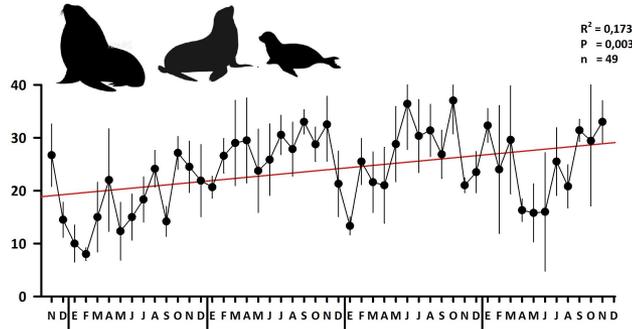
julio 2018 - julio 2020



mayo 2021 - octubre 2021

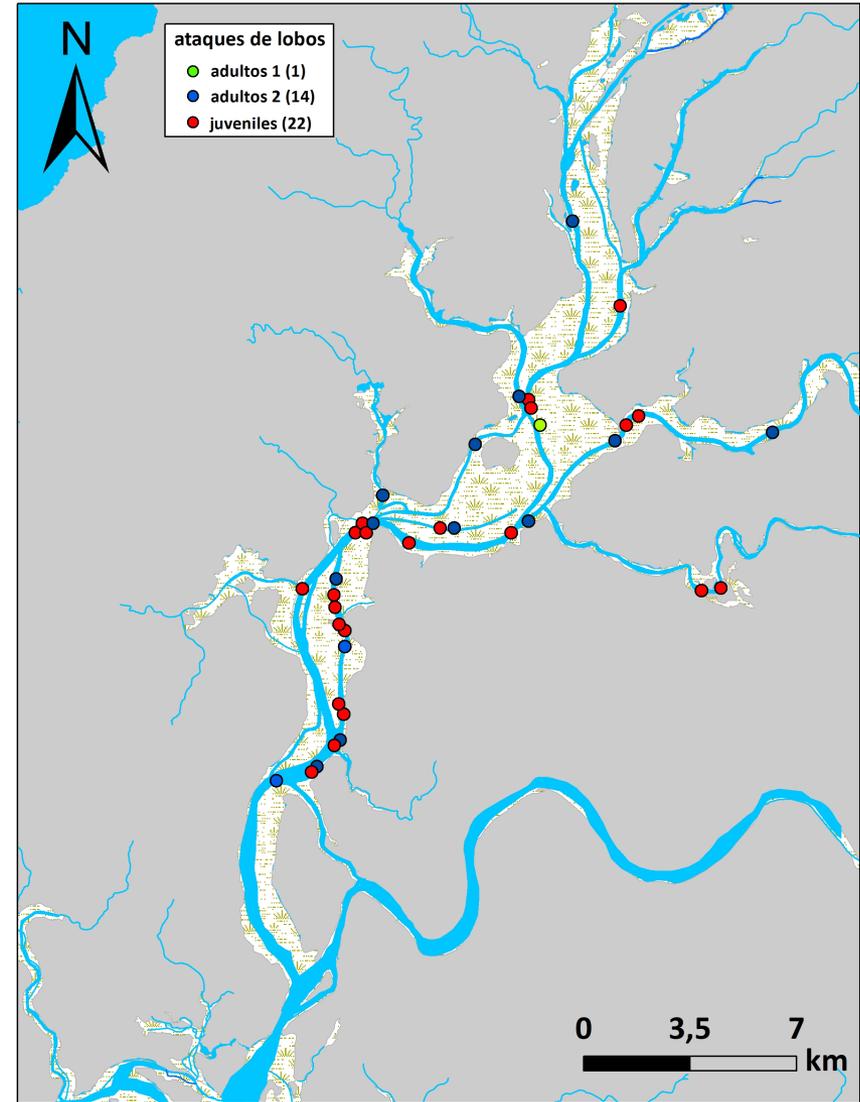
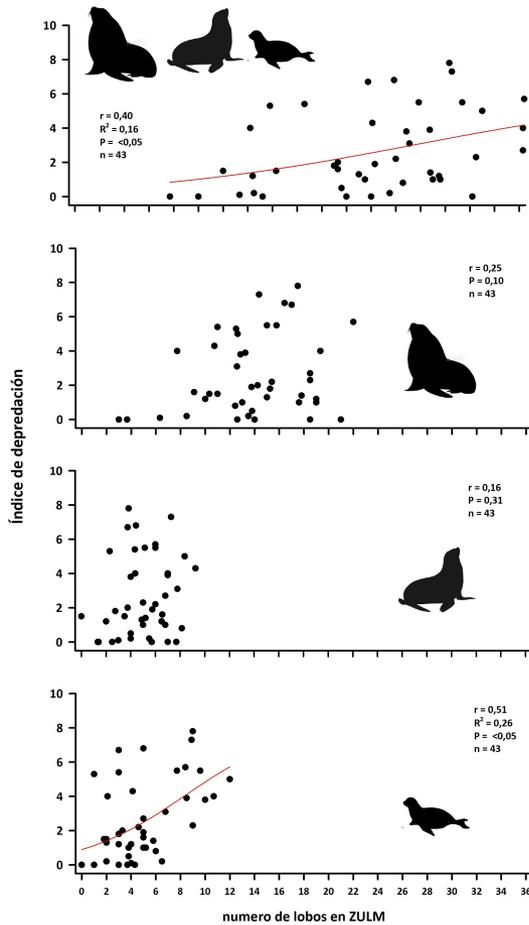
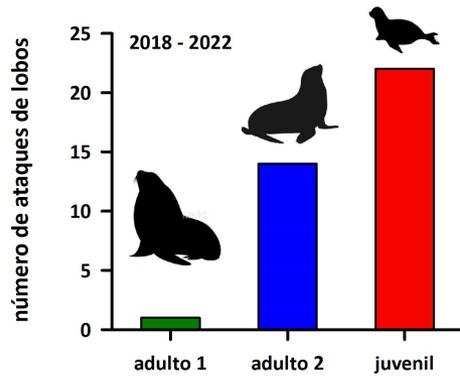


# NUMERO DE LOBOS EN COSTANERA DE VALDIVIA Y EN EL HUMEDAL



• LOBOS ADULTOS Y JUVENILES TIENDEN A AUMENTAR

# ATAQUES DE LOBOS EN EL HUMEDAL





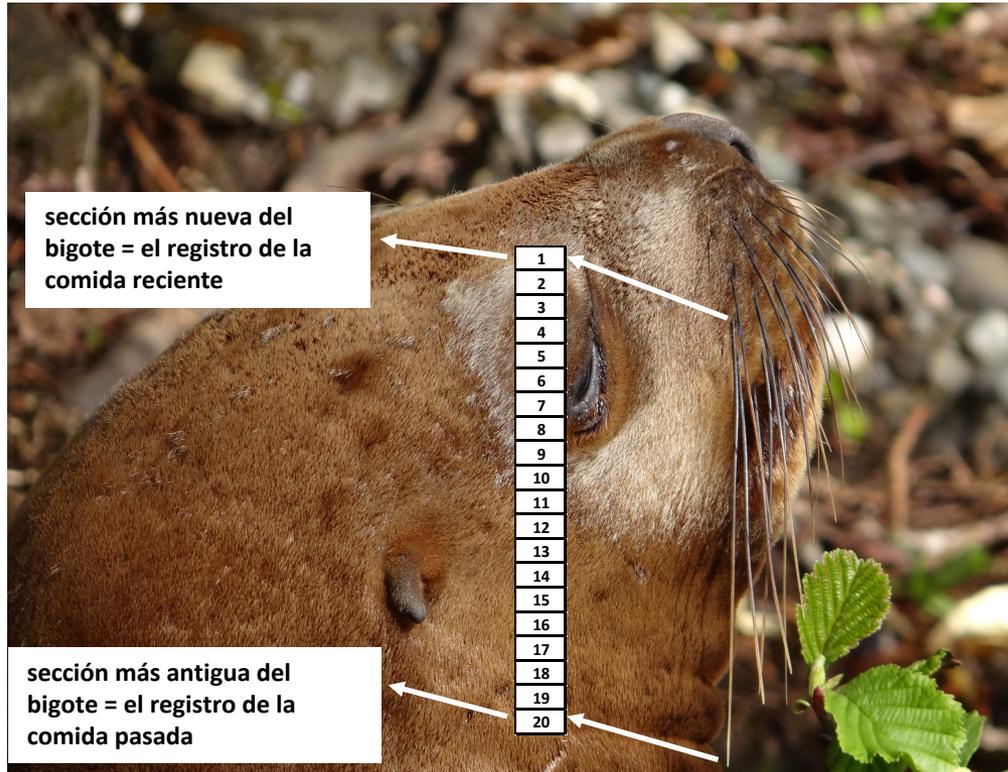
RESEARCH ARTICLE  
 Using Satellite Tracking and Isotopic Information to Characterize the Impact of South American Sea Lions on Salmonid Aquaculture in Southern Chile

Martín Sepúlveda<sup>1\*</sup>, Seth D. Newsome<sup>2</sup>, Guido Pavez<sup>2</sup>, Doris Oliva<sup>1</sup>, Daniel P. Costa<sup>3</sup>, Luis A. Hückstädt<sup>4</sup>



<sup>1</sup> Centro de Investigación y Gestión de Recursos Naturales (CIGREN), Instituto de Biología, Facultad de Ciencias, Universidad de Valparaíso, Valparaíso, Chile, <sup>2</sup> Biology Department, University of New Mexico, Albuquerque, United States of America, <sup>3</sup> University of California Santa Cruz, Ecology and Evolutionary Biology, Santa Cruz, California, United States of America

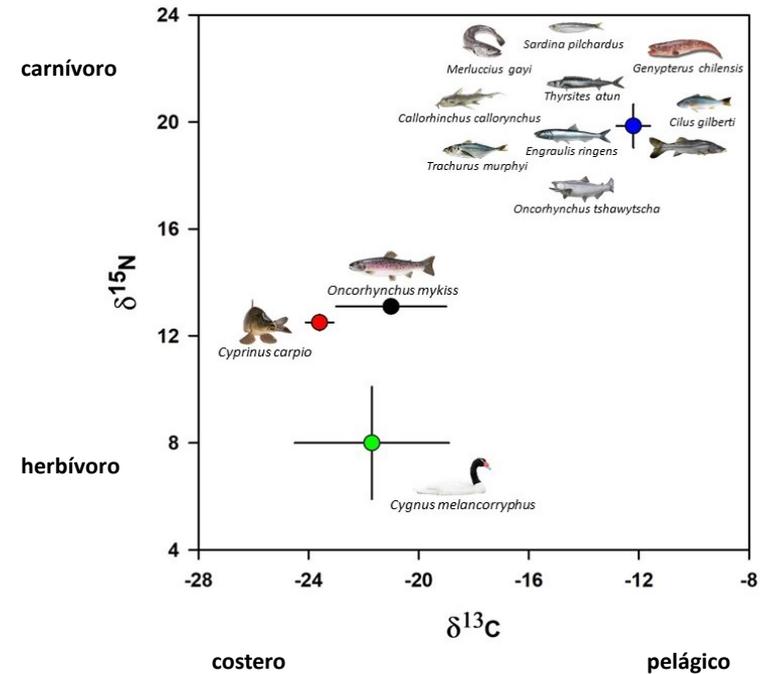
\* martin.sepulveda@ucv.cl



El crecimiento del bigote es de 0,16 mm día (Sepúlveda *et al.* 2017). Por lo tanto cada sección de 3 mm equivale a 19 días.

## lobos encontrados muertos: noviembre 2018 - agosto 2019

- 1 Río Valdivia, ca. Estancilla
- 2 Río Valdivia, ca. Río Cruces
- 3 Río Valdivia, Restaurante Flotante
- 4 Río Valdivia, ca. Gobernación Marítima
- 5 Río Valdivia, ca. Muelle CONAF
- 6 Punta Lavapie
- 7 Pilolcura
- 8 Río Valdivia, bajo Puente Pedro de Valdivia
- 9 HRC, río La Culebra
- 10 Río Valdivia, Club de Yates
- 11 HRC, entre Punucapa y San Ramón
- 12 HRC, entre Punucapa y San Ramón
- 13 HRC, entre Punucapa y San Ramón



## Valores de isótopos estables de N y C para presas de lobos y CCN

Isótopos estables son formas no radiactivas de los átomos de un elemento químico. Si hay más de 84 protones en el núcleo del átomo, el isótopo es inestable.

Los isótopos estables de Carbono ( $\delta^{13}\text{C}$ ) y Nitrógeno ( $\delta^{15}\text{N}$ ) son ampliamente utilizados como marcadores tróficos, para analizar las rutas de flujo de materia orgánica en diferentes cadenas alimentarias.

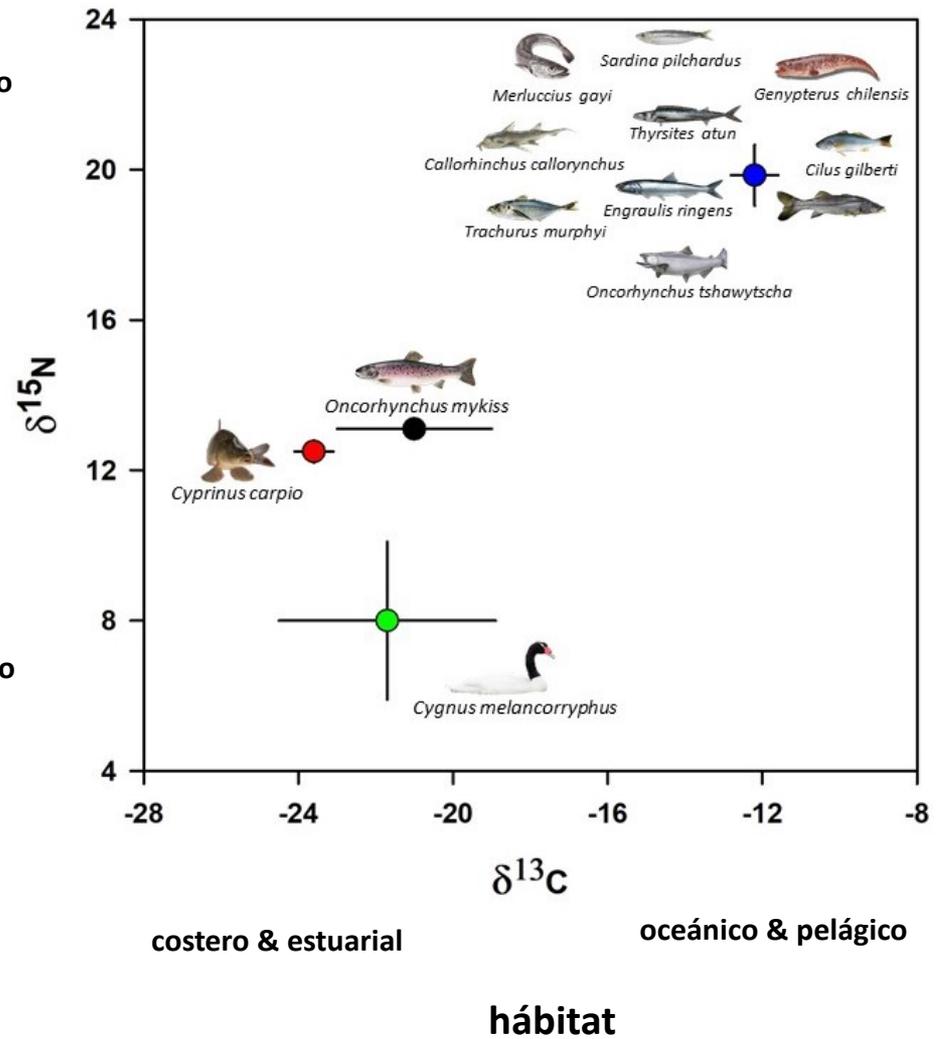
Se asume que la composición isotópica de un organismo está determinada por su dieta.

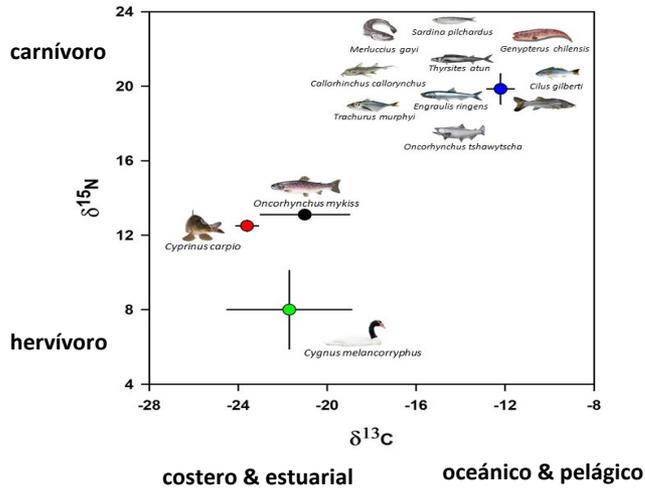
Debido a la acumulación del isótopo estable más pesado ( $^{13}\text{C}$  y  $^{15}\text{N}$ ) y la excreción diferencial del isótopo más ligero ( $^{12}\text{C}$  y  $^{14}\text{N}$ ), hay un enriquecimiento en la proporción isotópica del depredador sobre su presa.

carnívoro

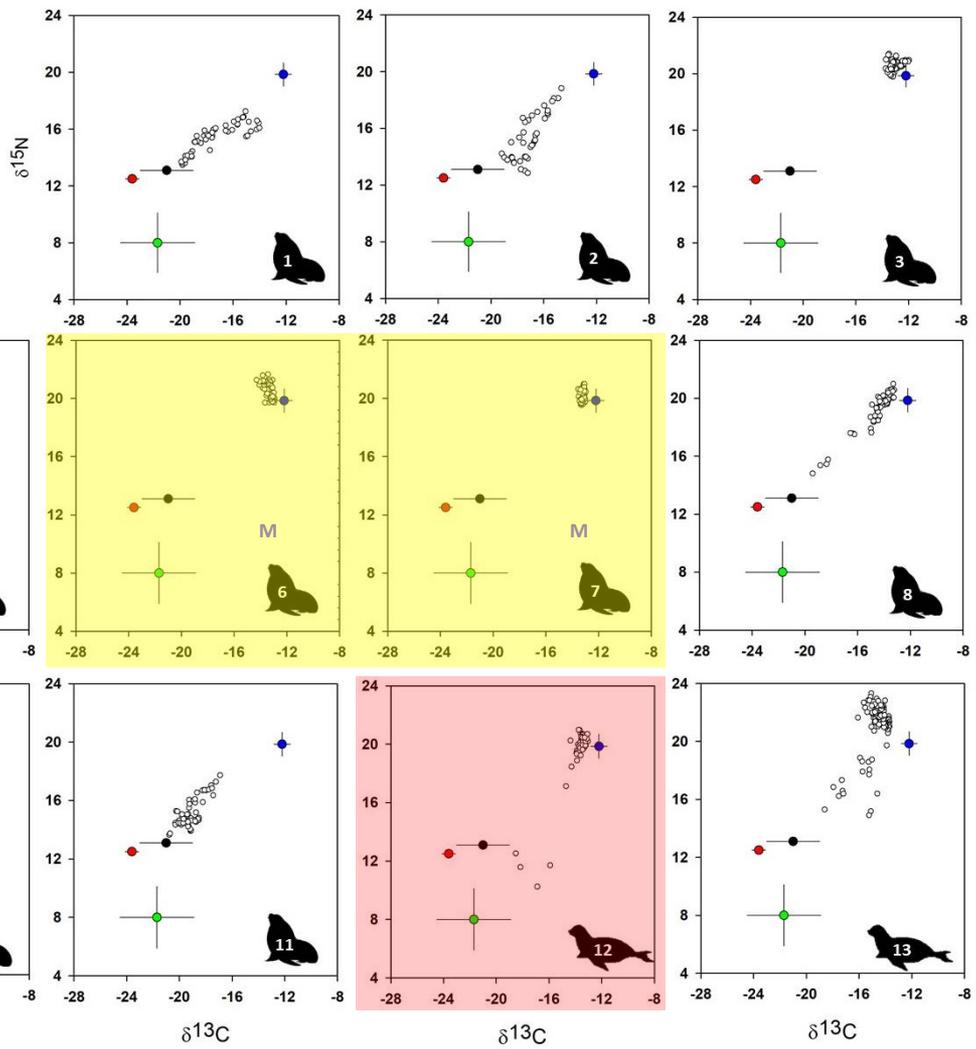
posición trófica

hervívoro

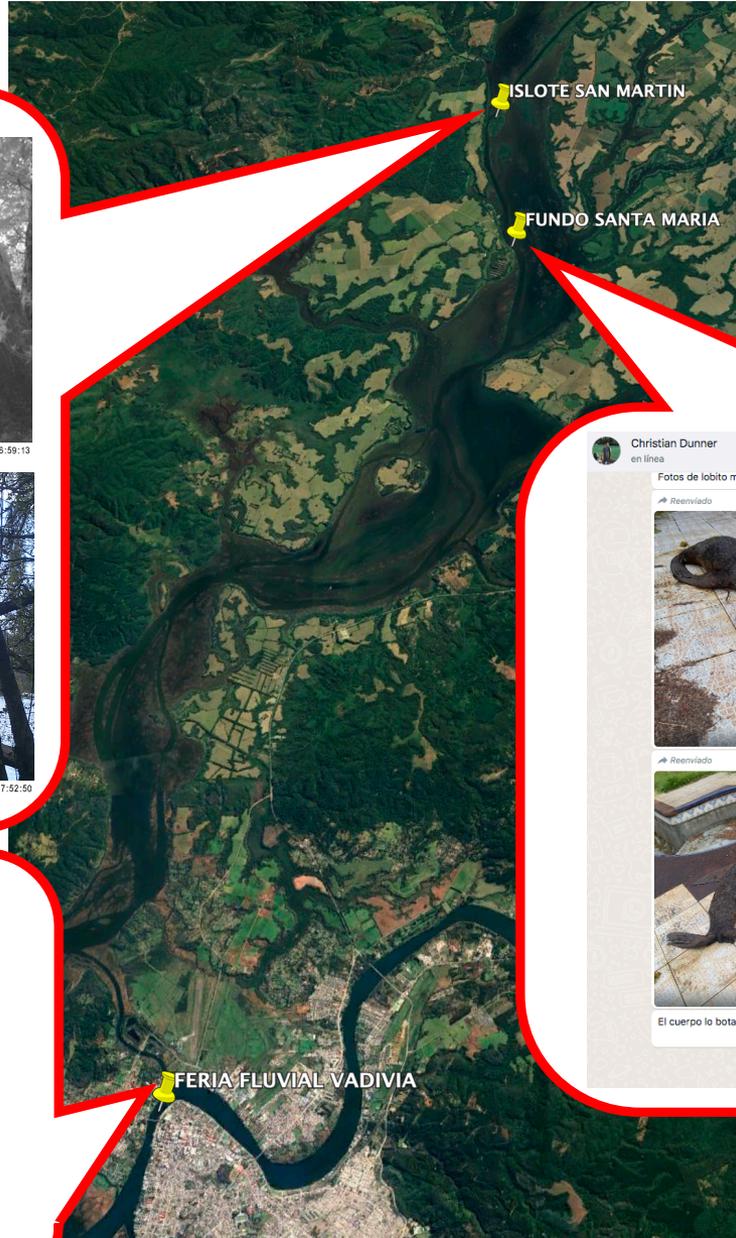




- 1 Río Valdivia, ca. Estancilla
- 2 Río Valdivia, ca. Río Cruces
- 3 Río Valdivia, Restaurante Flotante
- 4 Río Valdivia, ca. Gobernación Marítima
- 5 Río Valdivia, ca. Muelle CONAF
- 6 Punta Lavapie
- 7 Pilolcura
- 8 Río Valdivia, bajo Puente Pedro de Valdivia
- 9 HRC, río La Culebra
- 10 Río Valdivia, Club de Yates
- 11 HRC, entre Punucapa y San Ramón
- 12 HRC, entre Punucapa y San Ramón
- 13 HRC, entre Punucapa y San Ramón



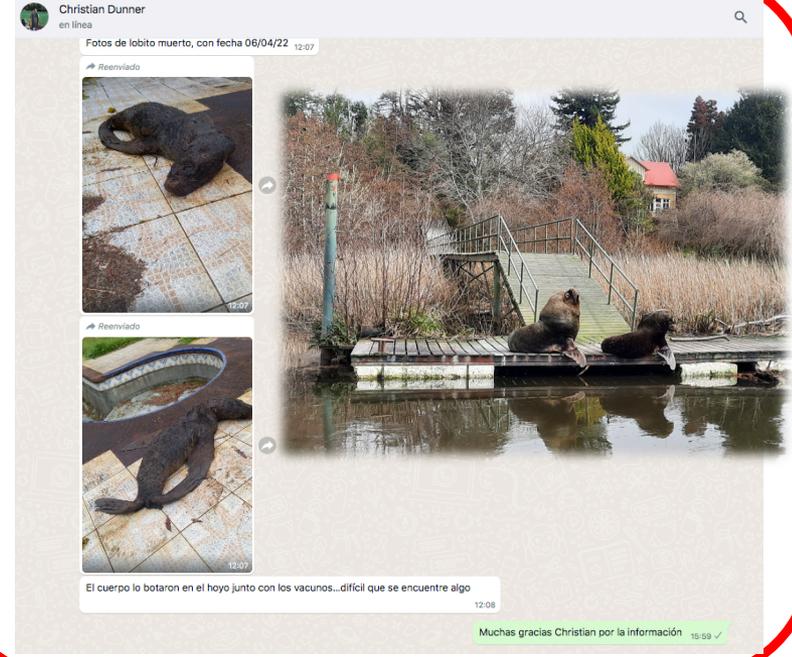
# LOS LOBOS SE HAN ESTABLECIDO Y REPRODUCIDO EN EL HUMEDAL



Camera Name0 30.071n+ 45F 11-04-2020 08:59:13



Camera NameC 30.031n+ 62F 10-10-2020 17:52:50



## CONCLUSIONES

1

DESDE JULIO 2018 A NOVIEMBRE 2022, LA DEPREDACION DE CISNES HA CONTINUADO, CON TENDENCIA A IR AUMENTANDO DURANTE EL PERÍODO INVERNAL.

2

LAS AREAS DE ATAQUES A CISNES OCURREN EN PRACTICAMENTE TODO EL HUMEDAL, CON EXCEPCION DEL SECTOR CERCANO A SAN LUIS

3

HAY DIVERSOS TIPOS DE EVIDENCIAS (CONTACTOS VISUALES, EVALUACIONES ESTADÍSTICAS Y ESTUDIOS DE LA RELACIÓN ISÓTOPOS ESTABLES DE NITROGENO Y CARBONO, EN EL SENTIDO DE QUE SON JUVENILES LOS RESPONSABLES PRIMARIOS DE LA DEPREDACIÓN DE CISNES EN EL HUMEDAL.

4

HAY EVIDENCIA VISUAL DE QUE LA ACTIVIDAD DEPREDATORIA DE LOS LOBOS TAMBIÉN AFECTA A LOS CISNES, VIA "CORRIMENTO" DE LOS MISMOS DE SUS ÁREAS MÁS COMUNES DE NIDIFICACIÓN.

5

LOS LOBOS SE HAN ESTABLECIDO Y REPRODUCIDO DENTRO DEL HUMEDAL.... SI CONTINUA LA DEPREDACION DE CISNES POR LOBOS MARINOS, ESTA SE VERA FAVORECIDA YA QUE LOS JUVENILES DE LOBOS ESTARÁN MÁS CERCA DE LOS CISNES

# ¿ CUAL ES EL ORIGEN DE LOS CAMBIOS DE ESTADO DEL HUMEDAL, DURANTE EL 2020 ?

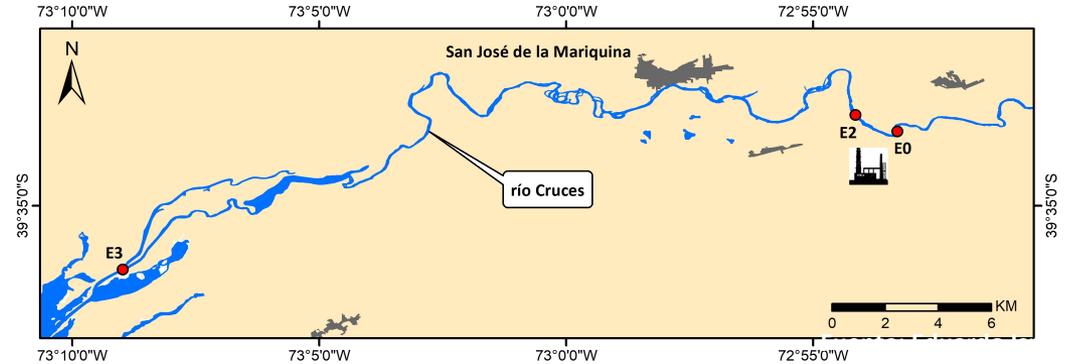


En igualdad de condiciones, la explicación más sencilla es generalmente la correcta

## EL RIL o efluente de ARAUCO



## El río Cruces o cuerpo hídrico receptor

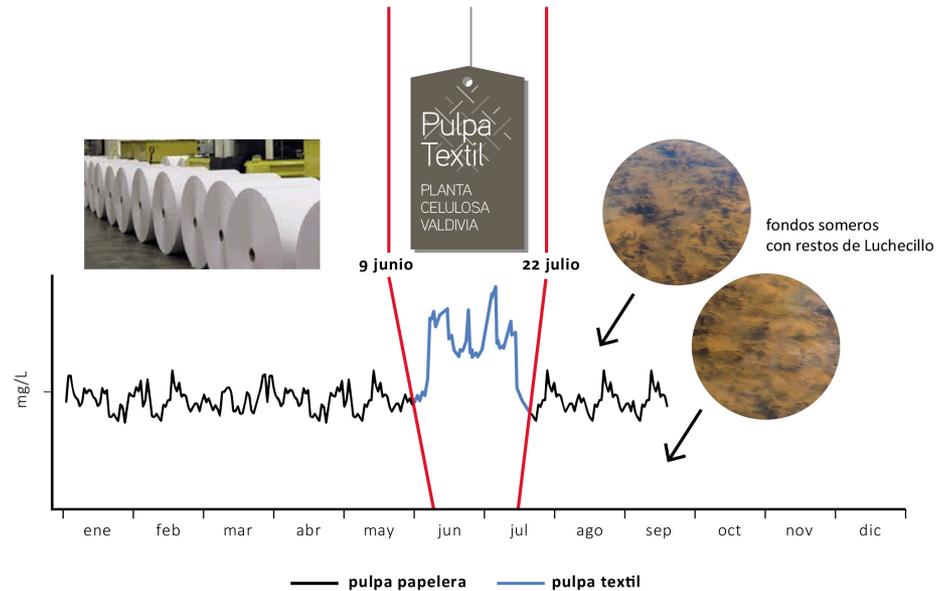


## LA HIPOTESIS INDUSTRIAL:

“EL CAMBIO DE PRODUCCION DE PULPA PAPELERA A PULPA TEXTIL DURANTE EL AÑO 2020, RESULTÓ EN MODIFICACIONES DE LAS CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL RIL O EFLUENTE DE LA PLANTA VALDIVIA, LO QUE SE TRASMITIÓ AL CUERPO RECEPTOR, AFECTANDO ASI LA PRESENCIA Y COBERTURA DEL LUCHECILLO”

**Premisa básica:** los datos utilizados para poner a prueba las consecuencias de la hipótesis, representan adecuadamente - en el tiempo y el espacio - las respuestas del medio acuático receptor al ingreso del ril al río Cruces....

**Por lo tanto:** las conclusiones están acotadas, al universo de datos a disposición y a la ventana de tiempo analizada



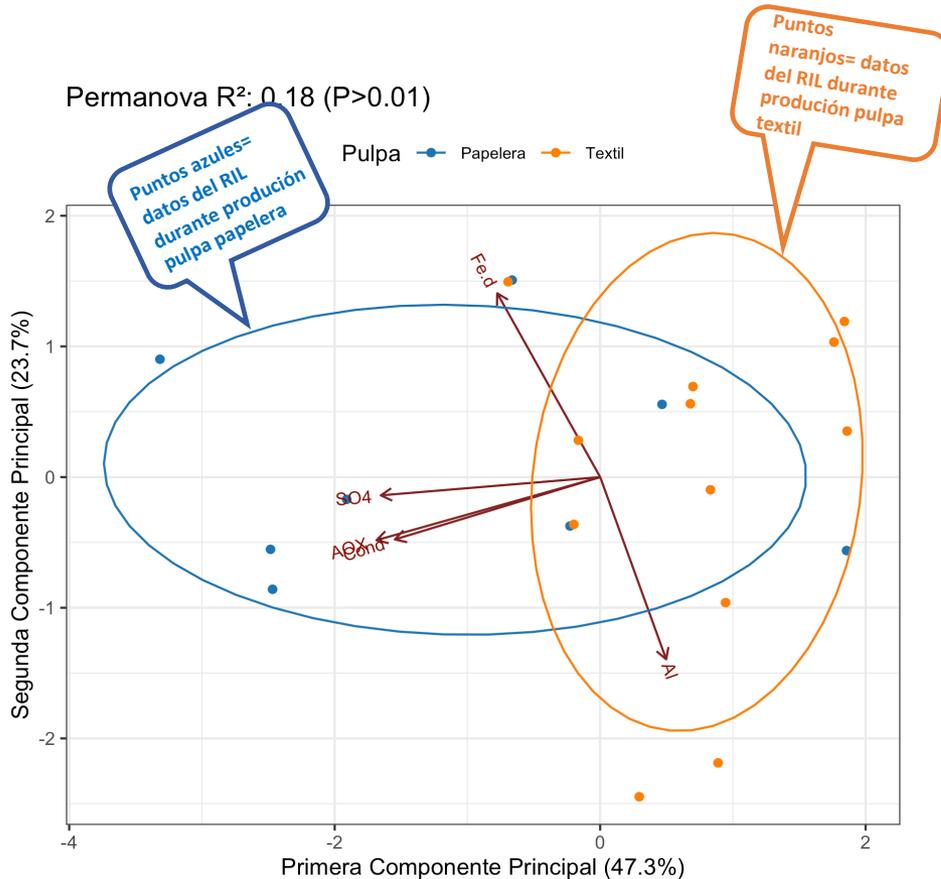
durante producción de pulpa papelera		
	promedio en RIL / promedio en agua en E2	promedio en RIL / promedio en agua en E3
Conductividad	15,8	15,4
Hierro	0,3	0,3
Aluminio	8,0	8,0
Sulfato	20,0	29,1
AOX	21,6	31,3

durante producción de pulpa textil		
	promedio en RIL / promedio en agua en E2	promedio en RIL / promedio en agua en E3
Conductividad	14,0	15,0
Hierro	0,6	0,4
Aluminio	6,2	6,2
Sulfato	53,2	57,3
AOX	28,5	39,5

- Durante ambos procesos productivos - pulpa papelera y pulpa textil - las concentraciones de Sulfato y AOX, disminuyen notoriamente aguas abajo (E2 y E3) del punto del descarga del RIL en el cuerpo hídrico receptor.
- Lo anterior es más acentuado durante la producción de pulpa textil.



### Permanova: Permutational multivariate analysis of variance



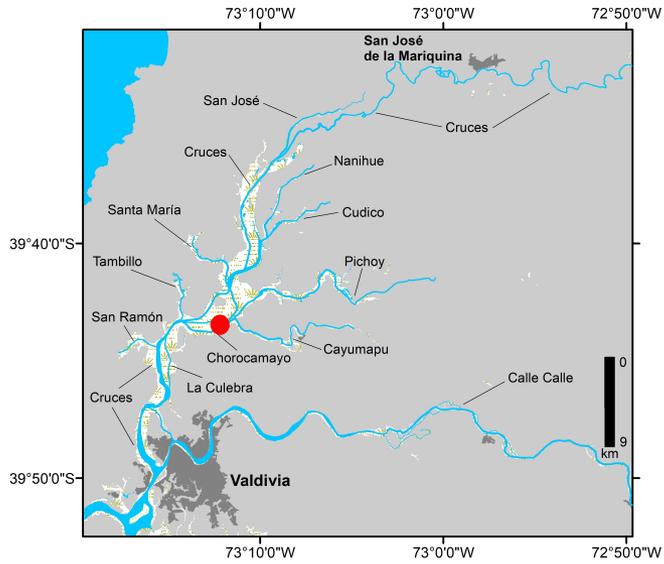
- No se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ) entre las concentraciones de elementos y compuestos químicos del RIL, durante ambos periodos de producción.

- La conductividad y concentraciones de Sulfatos Y AOX, fueron más altas en el Ril descargado durante la producción de pulpa papelera.

- Se rechaza la hipótesis planteada en este estudio: en otras palabras, el cambio de producción de pulpa papelera a pulpa textil, no ha resultado en cambios significativos en las características físico-químicas del agua del cuerpo receptor en el área de estudio.

**¿ HEMOS USADO EQUIVOCADAMENTE EL PRINCIPIO  
DE PARSIMONIA ? DEBEMOS MIRAR MAS ALLA DEL HRC ?**

# PARA MUESTRA UN BOTON ...



## Río Chorocamayo, sector CCU



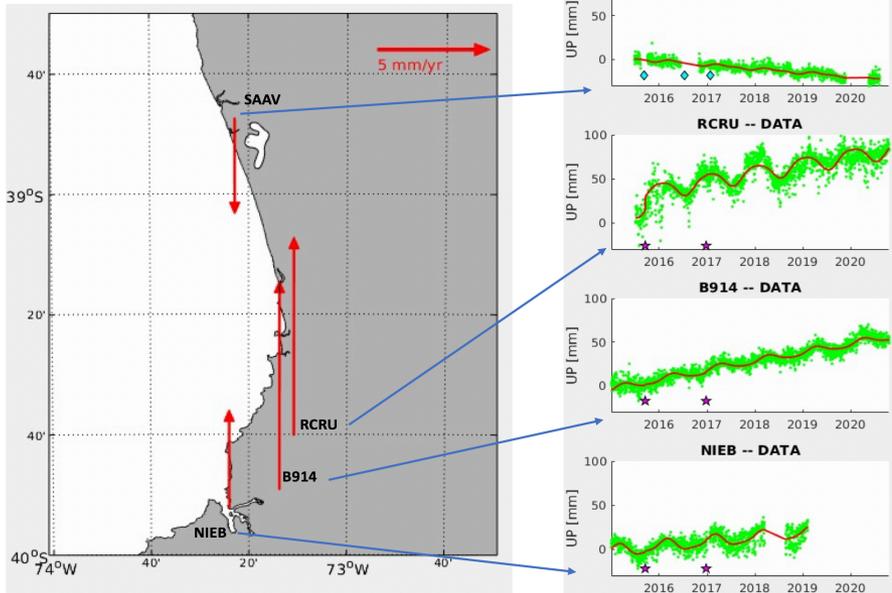
6 diciembre 2020



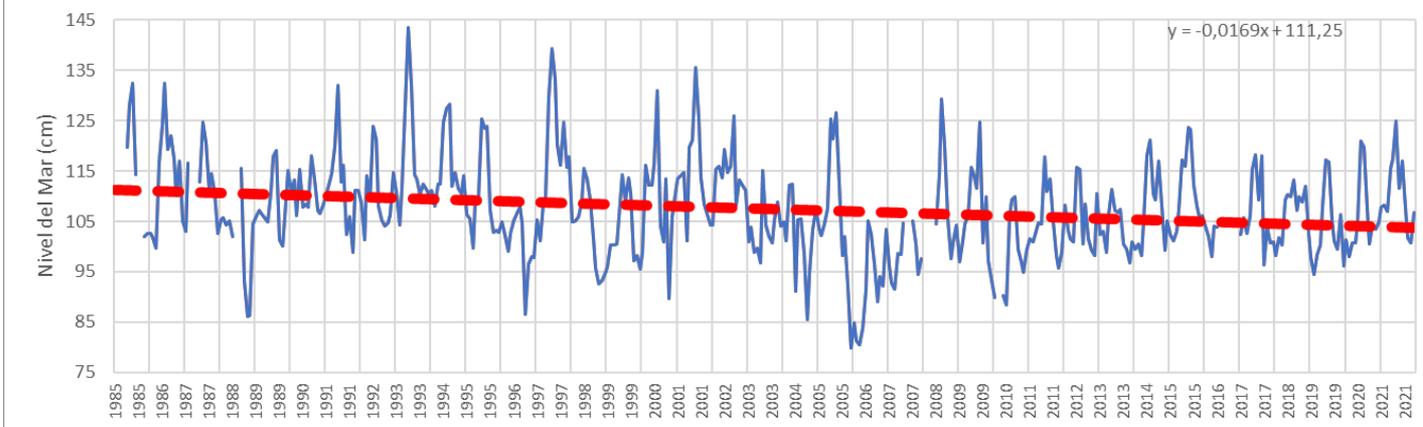
11 octubre 2021

# VARIABILIDAD DE LA CORTEZA Y DE LA ALTURA DEL MAR EN CORRAL

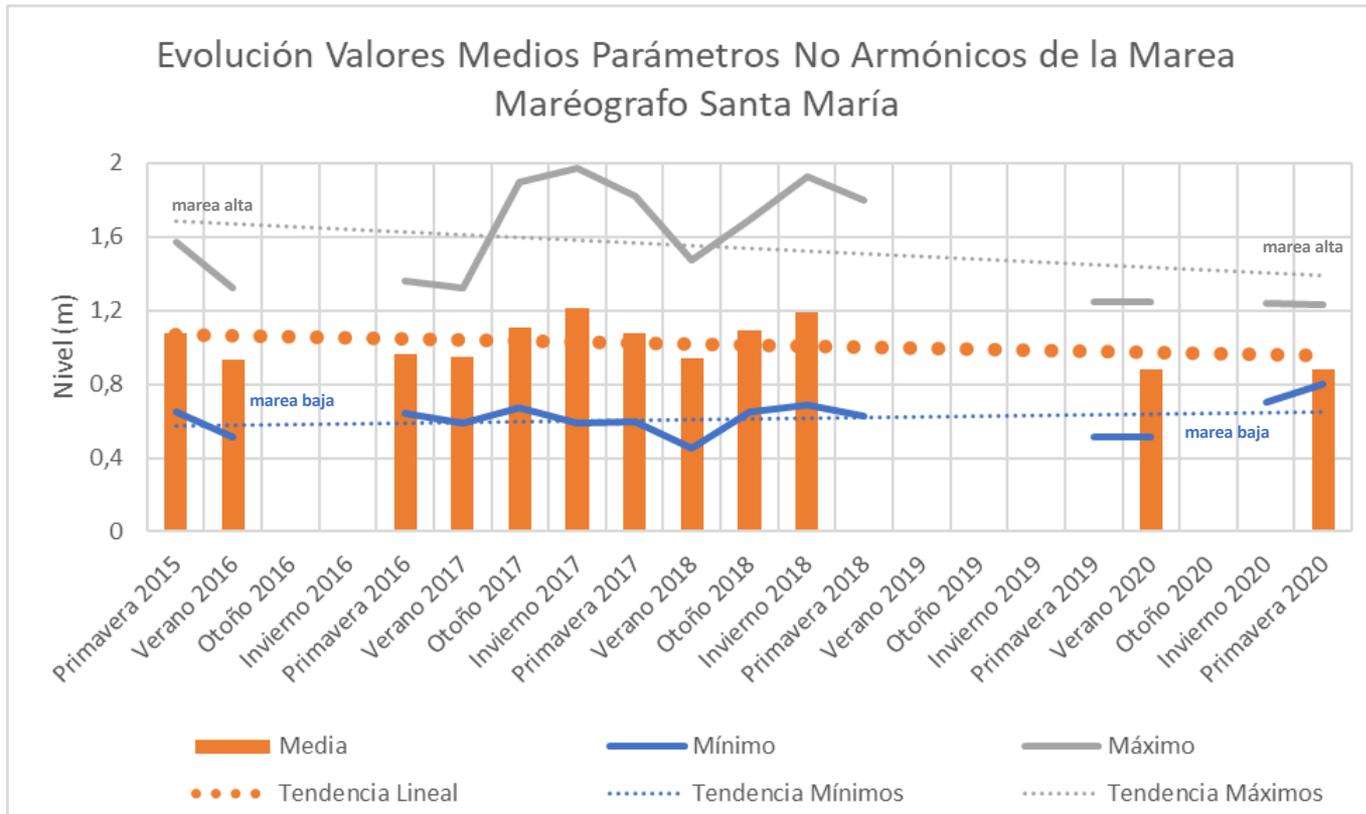
GPS muestran que el movimiento vertical de la corteza difiere regionalmente



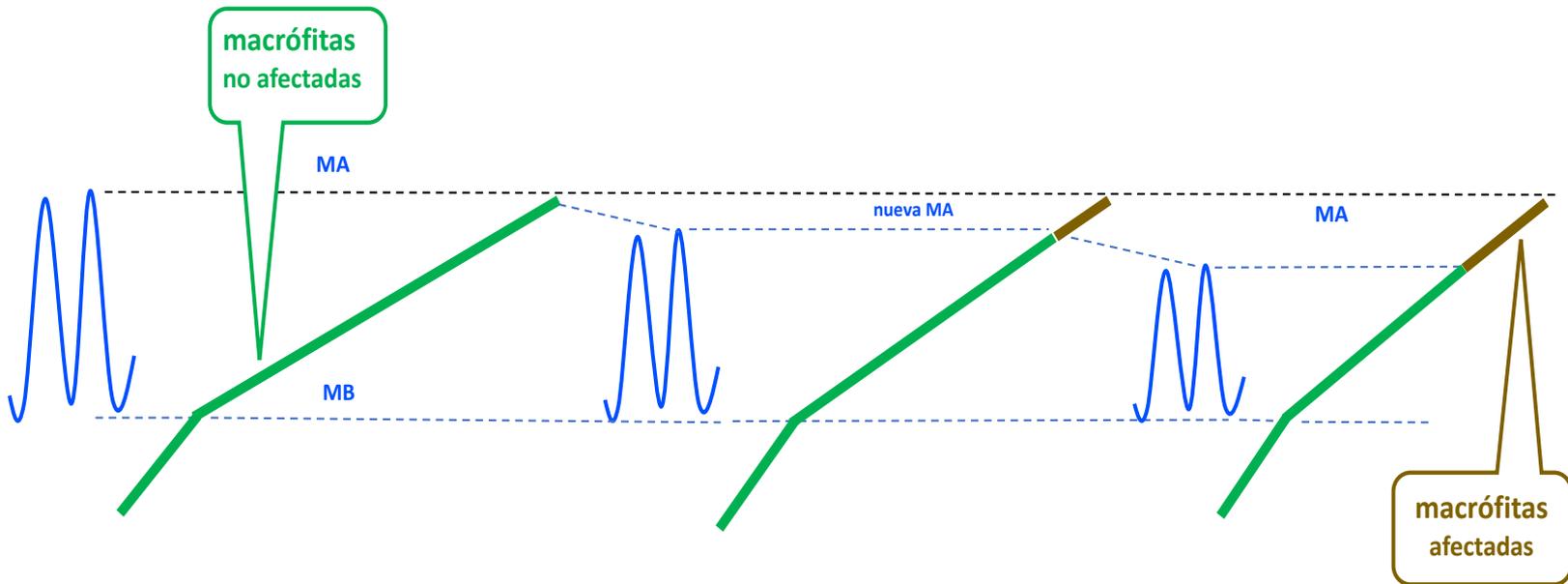
Tendencia Nivel del Mar Mensual Corral (cm) 1985 - 2021



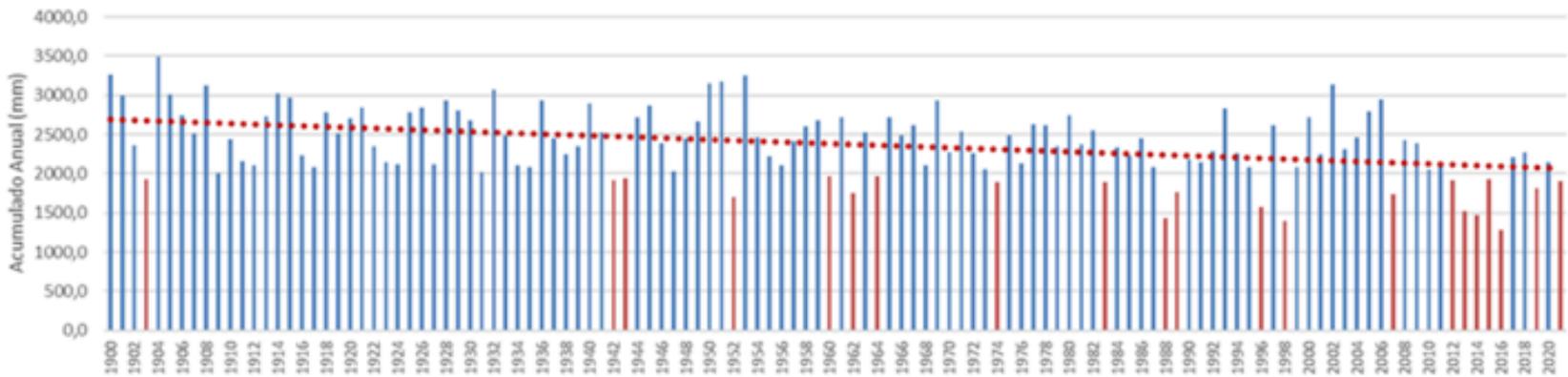
# REGISTRO MARÉOGRAFO SANTA MARÍA (HRC)



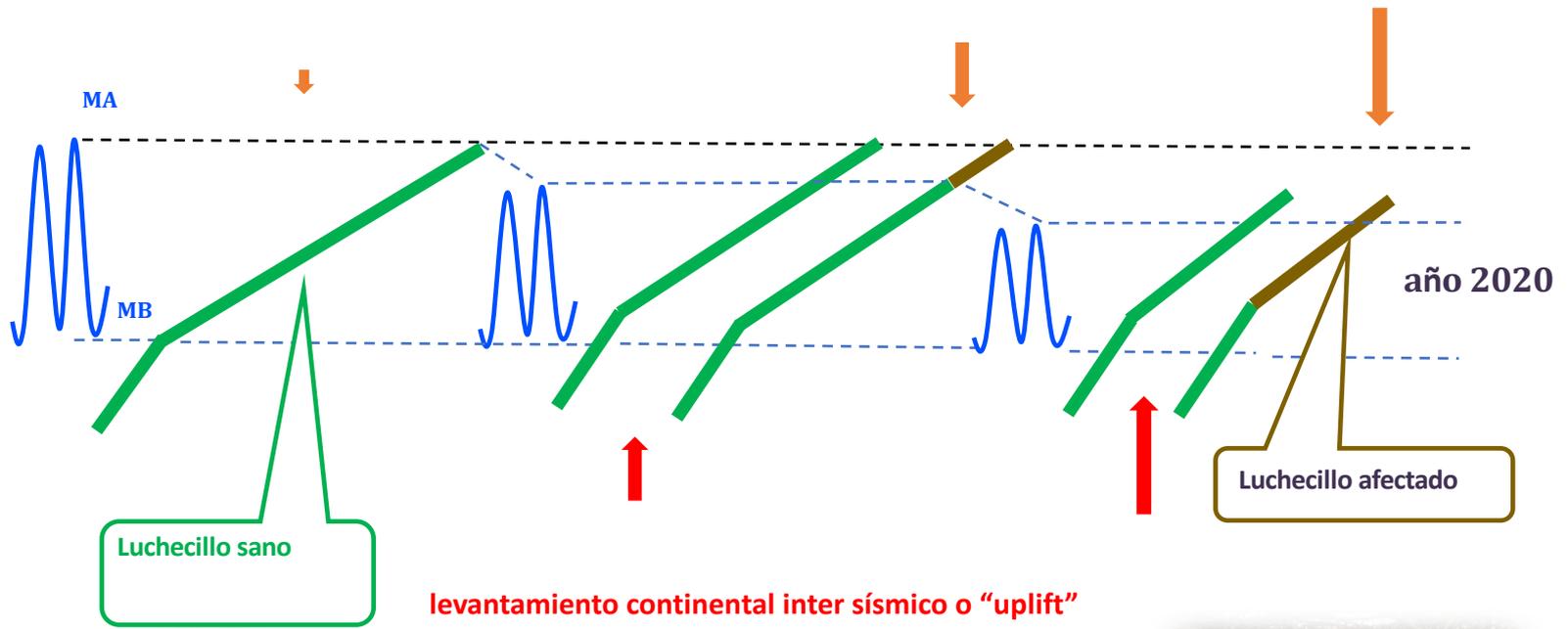
- Disminución continua del nivel medio de las mareas (escala eje Y en m), coherente con lo observado en Corral (descenso del nivel del mar)
- Cambios en la amplitud de las mareas: mareas altas son cada vez “menos altas” con respecto al nivel medio y mareas bajas son cada vez “menos bajas” con respecto al nivel medio

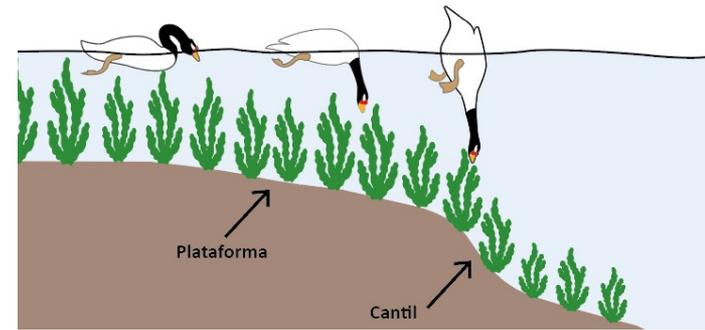
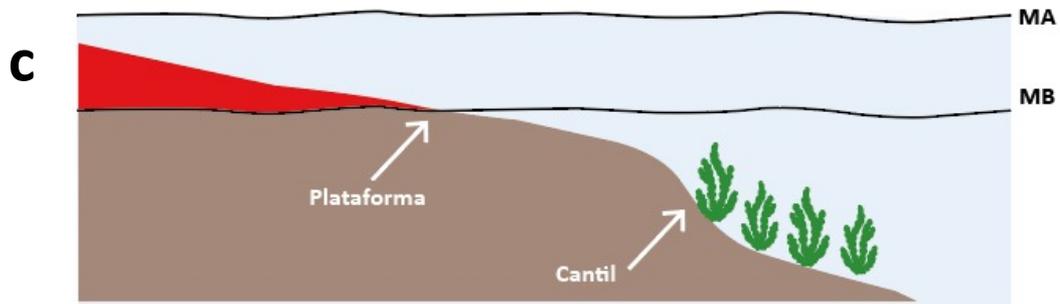
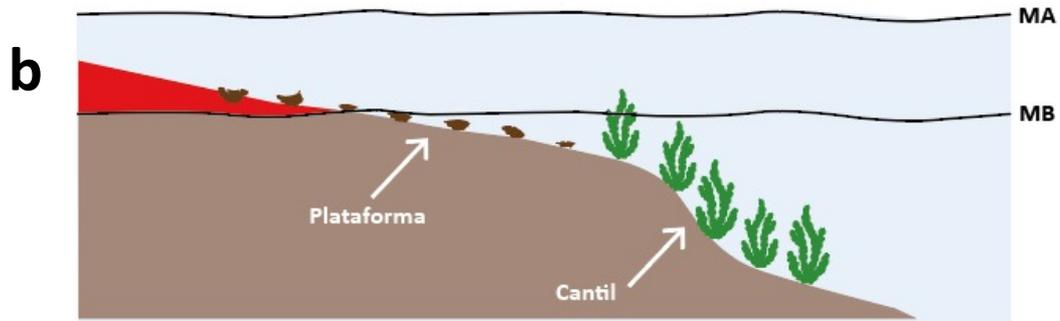
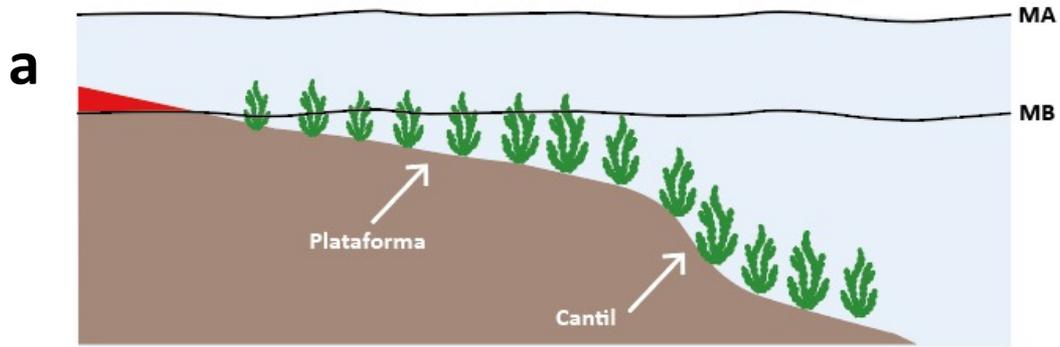


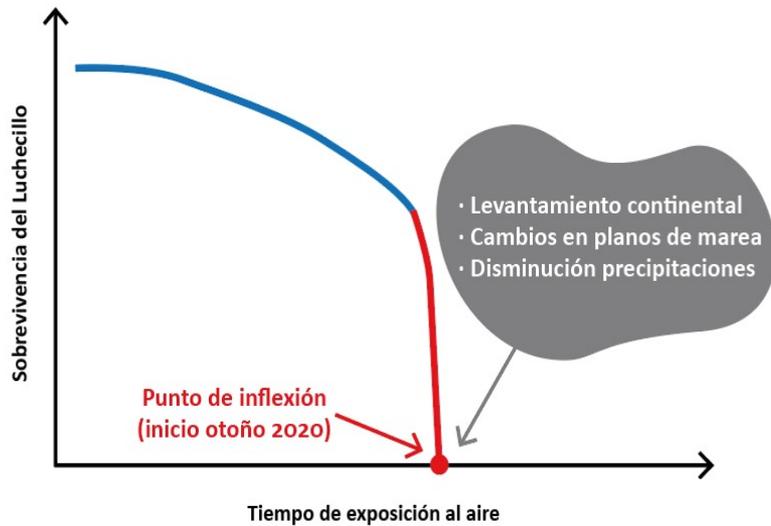
Evolución Precipitaciones Anuales en Valdivia 1900 - 2021



disminución de las precipitaciones y nivel del agua







### LA HIPOTESIS MULTICAUSAL:

***“EL EFECTO COMBINADO DE LEVANTAMIENTO CONTINENTAL, DISMINUCION DEL NIVEL DEL MAR EN COSTA ADYACENTE AL HRC Y DISMINUCIÓN DE LOS PLANOS DE MAREA O INUNDACION MAREAL Y TASAS DE SEDIMENTACION, INFLUYE EN LA ESTABILIDAD AMBIENTAL DEL HUMEDAL; POR EJEMPLO, AFECTANDO LAS PRADERAS INTERMAREALES DE LUCHECILLO”***



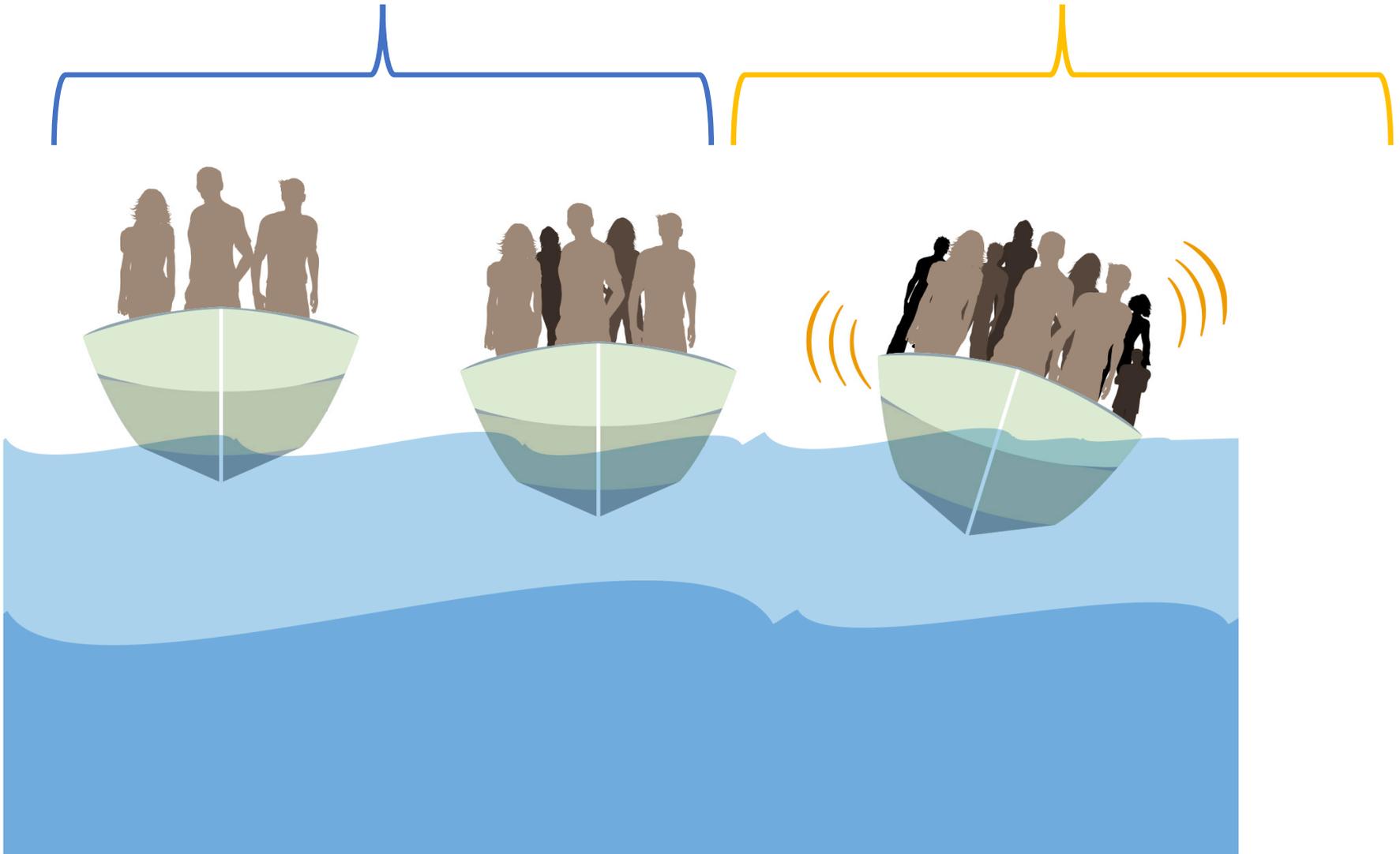
**DICIEMBRE 2020: MORTANDAD MASIVA DE TOTORA**

# DISMINUCION Y MORTALIDAD DE TOTORA = ZONAS ALEDAÑAS A RIBERAS SE SECAN



2015 - 2020

2020 → ?



# NUEVAS AMENAZAS

# EL NUDO GORDIANO LOBOS MARINOS & CISNES DE CUELLO NEGRO.. CUARTA TEMPORADA....

**IL BUONO  
IL BRUTTO  
IL CATTIVO**

El Bueno



Agravante: especie no protegida

El Malo



Atenuantes: especie protegida

Y EL FEO ??? O LO INCOMPENSIBLE ?



LA RESPUESTA ?

LA CIENCIA HABLO EN NOVIEMBRE DEL 2018.....







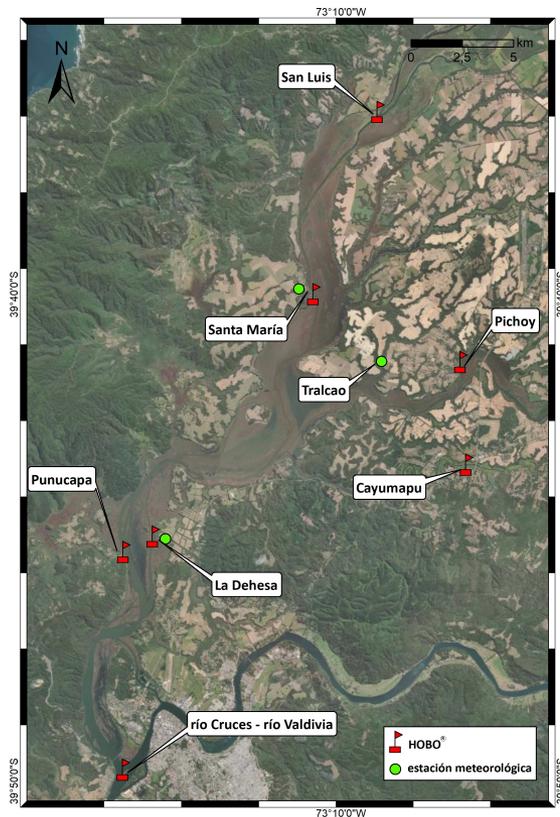
***“NECESITAMOS TIEMPO PARA HACERNOS LAS PREGUNTAS QUE NO NOS HABIAMOS HECHO....NECESITAMOS TIEMPO PARA DIVAGAR, PARA CONVERTIR HIPOTESIS EN HECHOS COMPROBADOS....NECESITAMOS TIEMPO PARA AUN ALUCINAR Y TRATAR DE ENTENDER LOS MENSAJES DE LA NATURALEZA...***

***TENEMOS QUE PERDER TIEMPO EN LO ANTERIOR.... TENEMOS QUE PERDER TIEMPO EN NO SABER Y MUCHAS VECES RESPONDER LO QUE NO SABEMOS...SOLO ASI ENTENDEREMOS LOS MENSAJES DE LA NATURALEZA...”***

# SINERGIA DE FORZANTES AMBIENTALES DE GRAN ESCALA: VARIABILIDAD DEL NIVEL DEL MAR Y MAREAS, CICLO SISMICO Y TASAS DE SEDIMENTACION

LA RESPUESTA ? INSTRUMENTALIZACION DEL HUMEDAL Y NUEVAS MEDICIONES

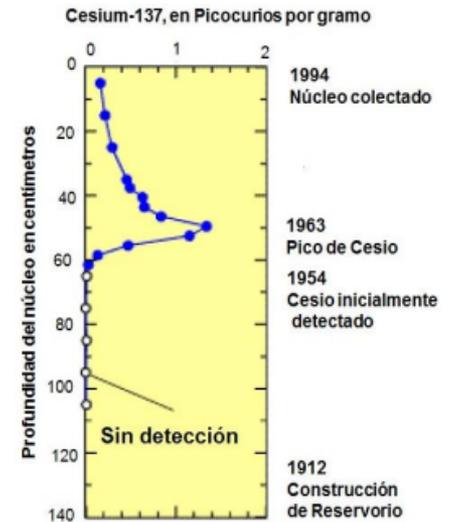
alturas espejo de agua (mareas) y meteorología



ciclo sísmico



tasas de sedimentación



FONDECYT 1221153 (2022-2025)





EL HUMEDAL NO ES SOLO CISNES  
Y GARZAS, SINO TAMBIÉN  
MACROFITAS ACUATICAS Y OTROS  
ORGANISMOS, ADEMAS DE AGUA  
Y SEDIMENTOS

LA ALTURA DEL ESPEJO VARIA  
ACORDE VARIABILIDAD MAREAL:  
ESTE SUBE Y BAJA CADA SEIS  
HORAS

LA ZONA DONDE SE UBICA EL HUMEDAL ESTA  
LEVANTANDOSE DEBIDO AL CICLO SISMICO, LO  
QUE JUNTO A LA DISMINUCION DE LA LLUVIA  
AFECTA LOS PLANOS DE MAREA Y A LAS  
MACROFITAS ACUATICAS