

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE ECOSISTEMAS

- Clase 6. Ecosistemas marinos. Tipos, grupos biológicos principales y funcionamiento. Tipos de ambientes marinos, estructura y funcionamiento.

Jueves 25/5

I. Machado

imachado@cure.edu.uy

Ecosistemas marinhos

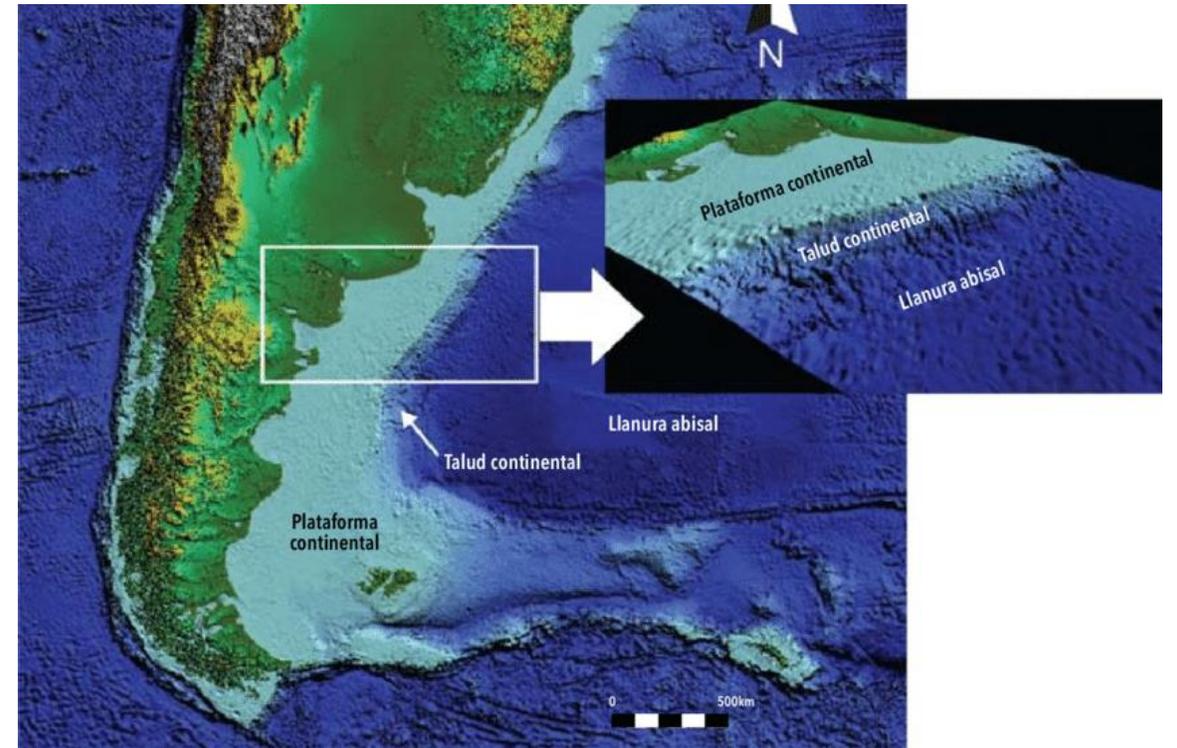
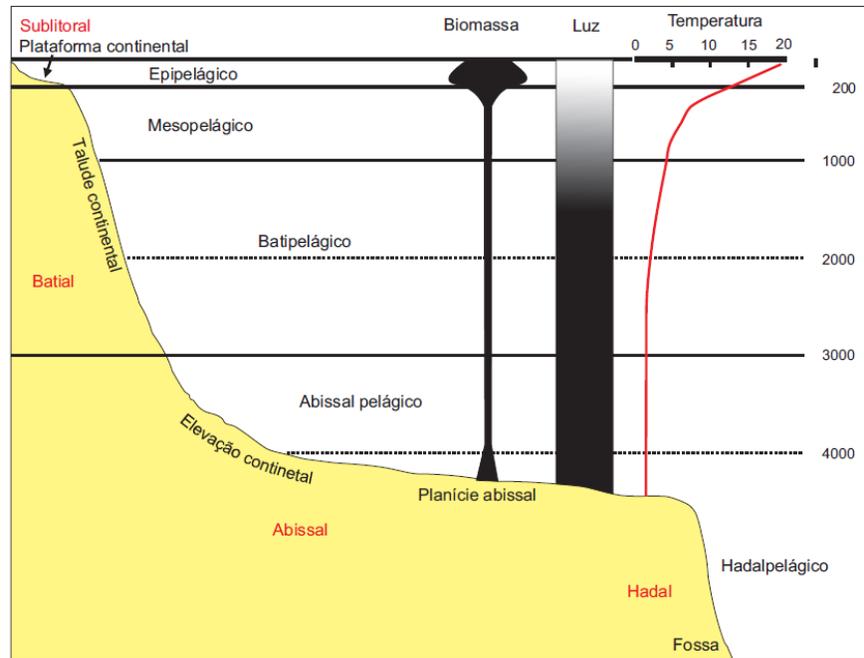


Figura 10.5 (a) Categorização espacial dos bentos de regiões entremarés e rasas e (b) categorização dos domínios bênticos e pelágicos em regiões oceânicas.

[Fonte: (a) do autor; (b) SILVA NETO, Inácio Domingos da; <<http://cifonauta.cebimar.usp.br/photo/7332/>>].

Tipo de organismos

- Estenohalinos: organismos que no toleran (o toleran poco) cambios en la salinidad. Pueden ser especies marinas, como el pez sable, anchoita, o límnicas, como algunos bagres o tarariras
- Eurihalinos: toleran cambios en la salinidad. Algunos están todo el tiempo dentro del estuario, ej. el pejerrey (*Odonthestes argentinensis*) y otros lo utilizan como áreas de cría, ej. la corvina (*Micropogonias furnieri*), o el camarón rosado. Otrs especies presentan una estrategia de exportación de larvas (sirí, cangrejo del barro)

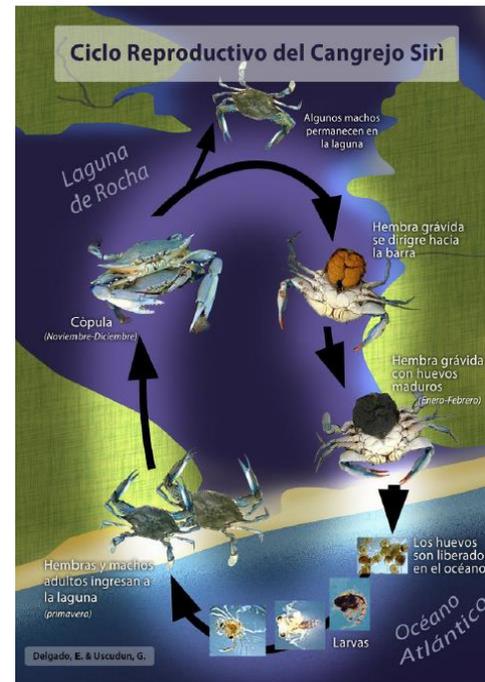
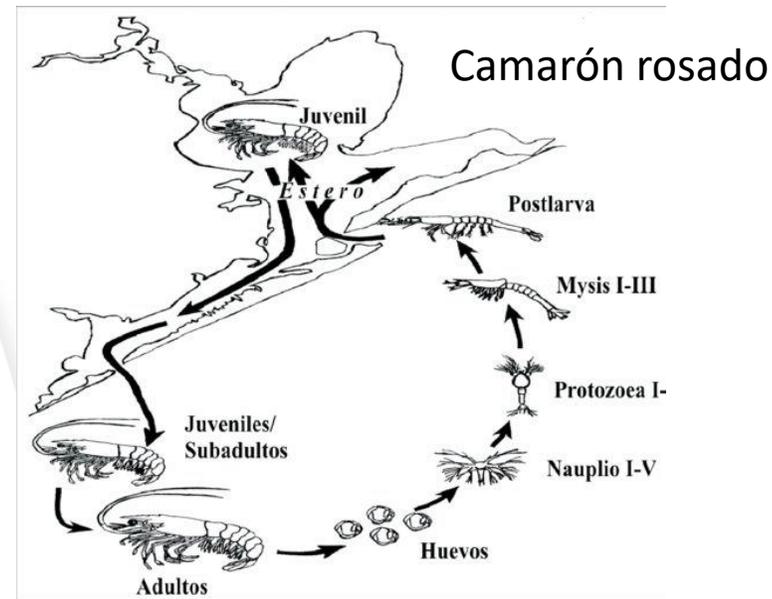


Figura 23. Ciclo de reproductivo de *Callinectes sapidus* en la Laguna de Rocha

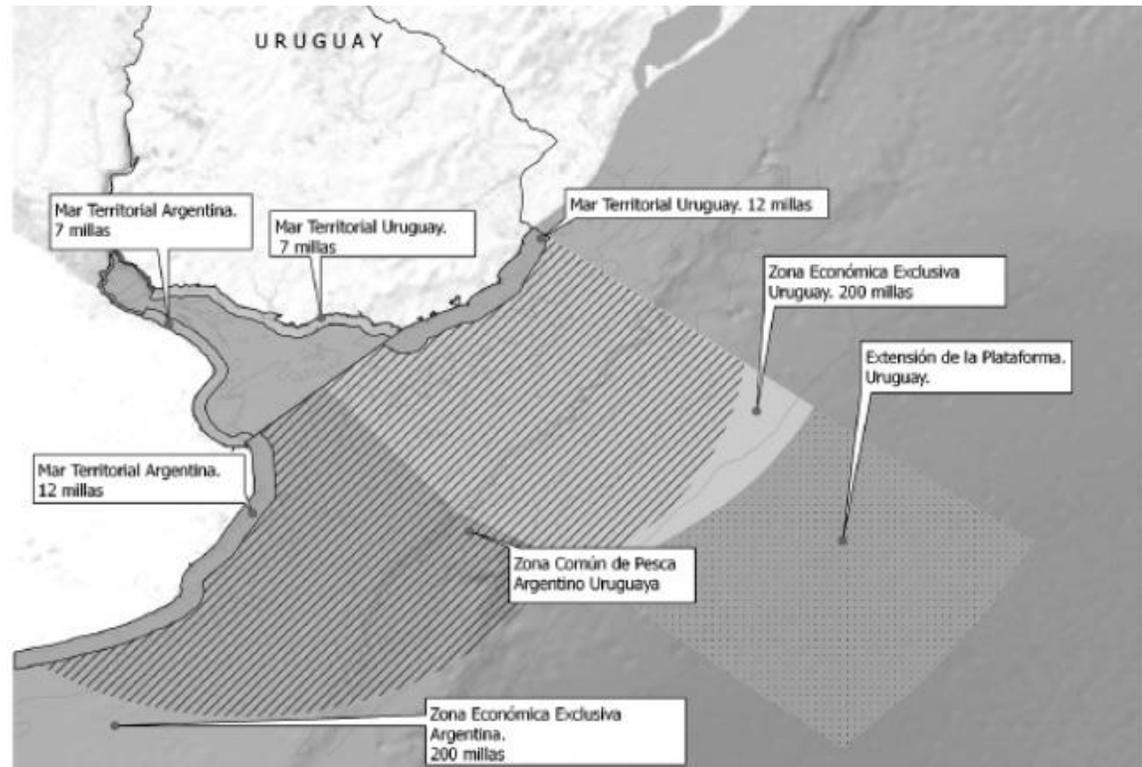
Uscudum 2014



Cangrejo del barro, violinistas, etc., con exportación de larvas

Territorio marino de Uruguay

- Ampliación del territorio en 2016
- Incluye el Río de la Plata, plataforma y talud



Estuários

- Un estuário es un cuerpo de agua semi-cerrado, teniendo conexión libre con el océano al menos intermitentemente, dónde la salinidad es diferente de la salinidad del mar adyacente (Matthias Tomczack, 2005)

Génesis de los estuários:

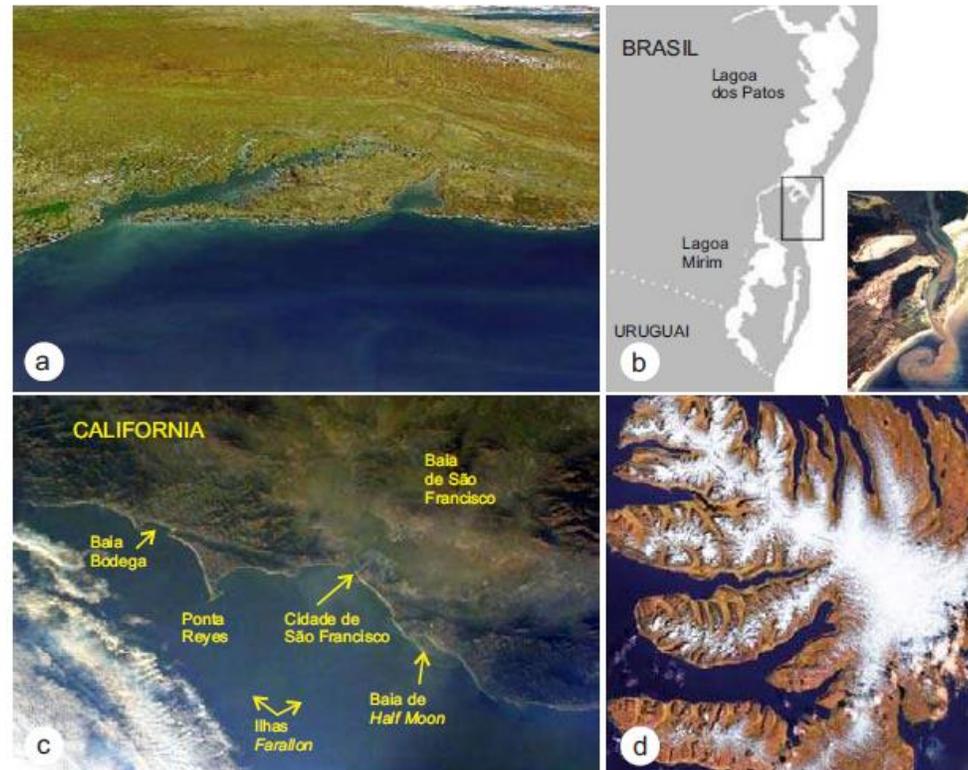
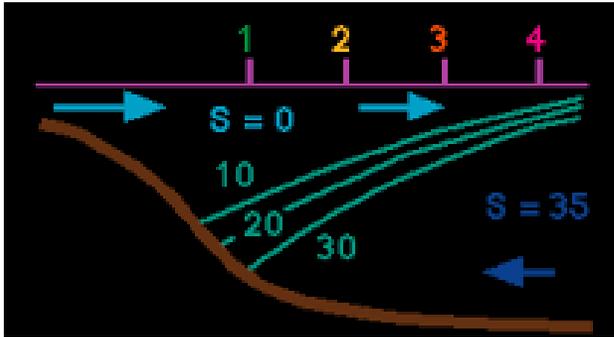


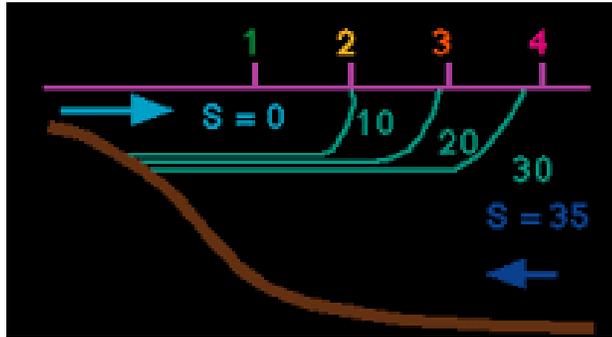
Figura 12.1 (a) Tipos de estuários segundo a morfologia: planície costeira; (b) baías semifechadas ou lagunas costeiras, às vezes estranguladas; (c) tectônicos e (d) de fiordes. [Fonte: (a) Chesapeake Bay. Disponível em: <http://en.wikipedia.org/wiki/Chesapeake_Bay>; (b) <http://www.praia.log.furg.br/praiasLog_experimento/experimento.html>; c) <spgucsd.edu>; d) Fiordes. Fonte: <<http://livingwithoutwarning.blogspot.com.br/>>].

Estuarios

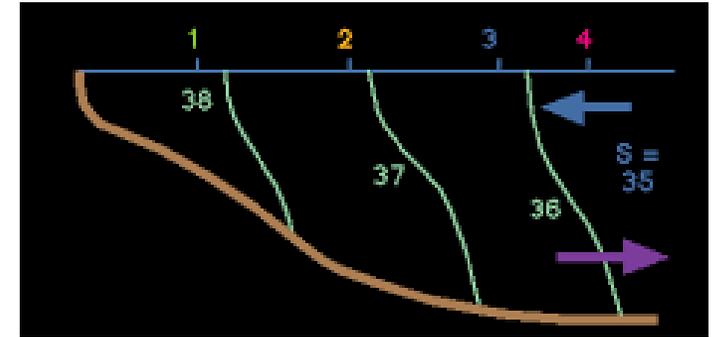
- Tipos de estuarios según la relación entre descargas fluviales y mareas



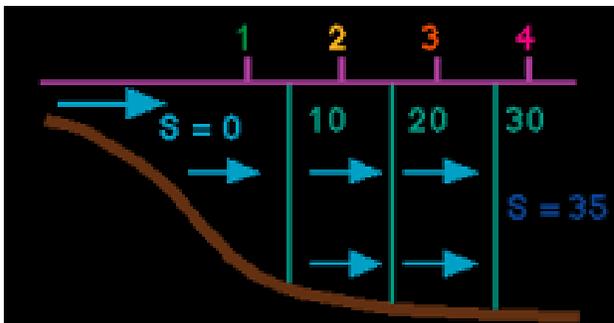
1 Cuña salina



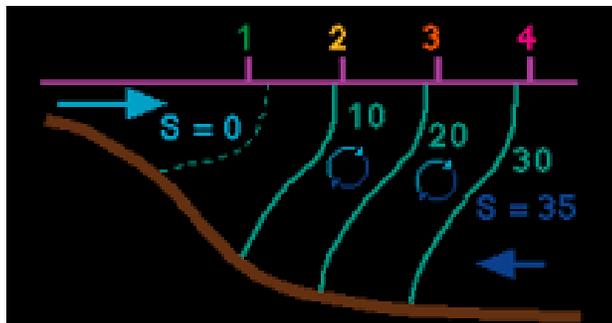
2. Altamente estratificado



3. levemente estratificado



4. Mezclado verticalmente



5. Inverso

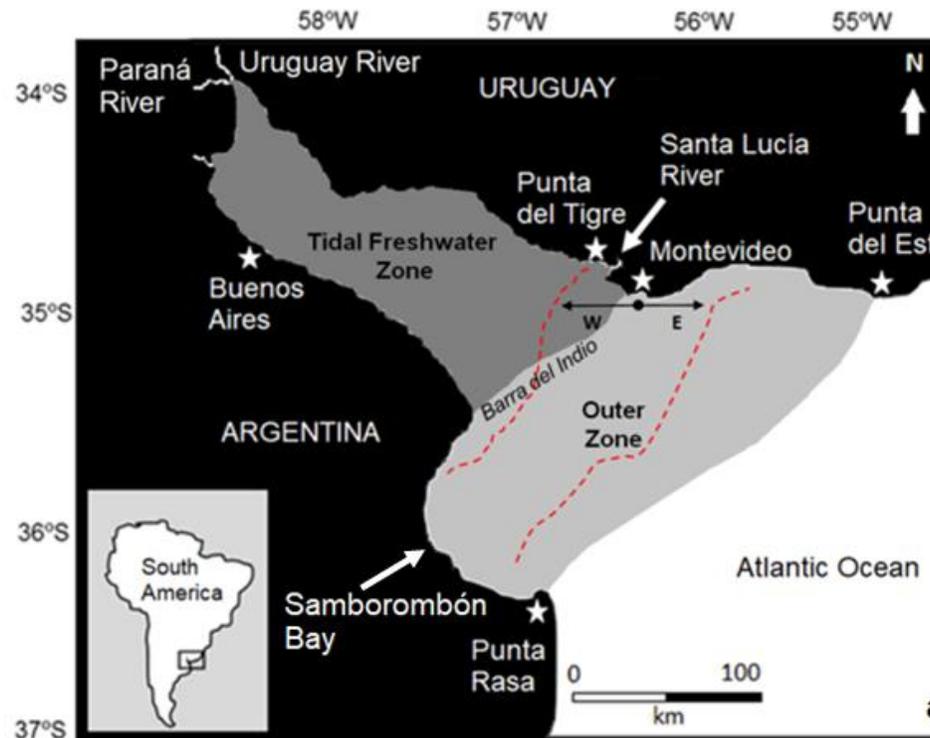


6. Intermitente

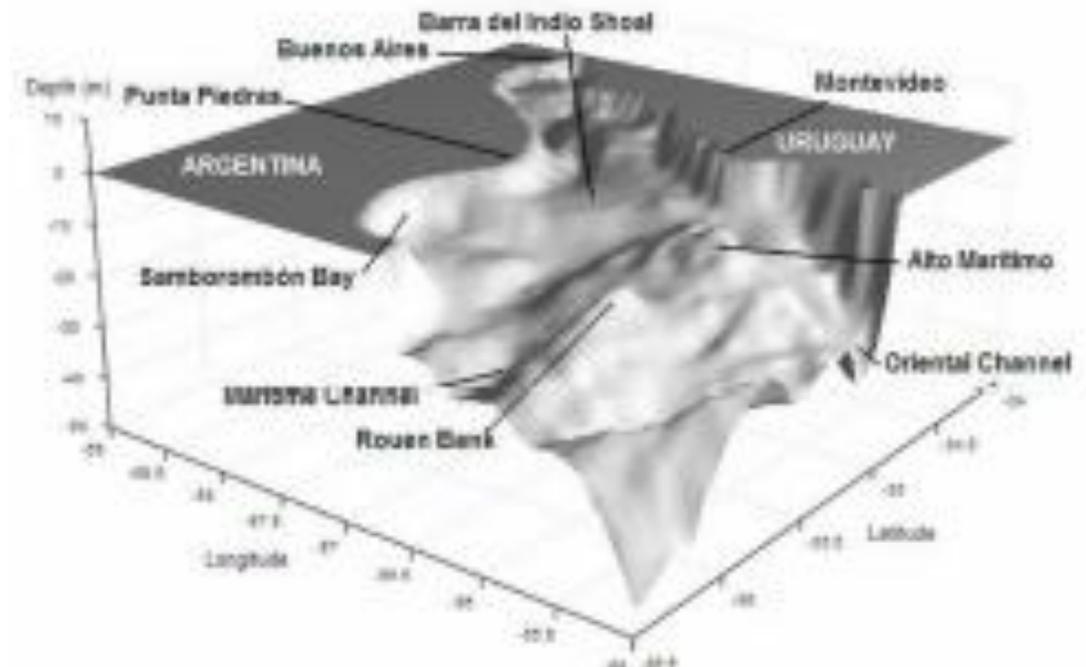
Tomczack 2005

Río de la Plata

- Descarga media 23000 m³/s (2ª. cuenca de Sudamérica)
- Se divide en zona interna (salinidad < 5, somera) y externa (salinidad > 5, mas profunda), separadas por Barra del Indio
- Canal Oriental sobre la costa uruguaya
- Márgenes densamente poblados e industrializados (Montevideo y Buenos Aires)



Muñoz et al. In prep

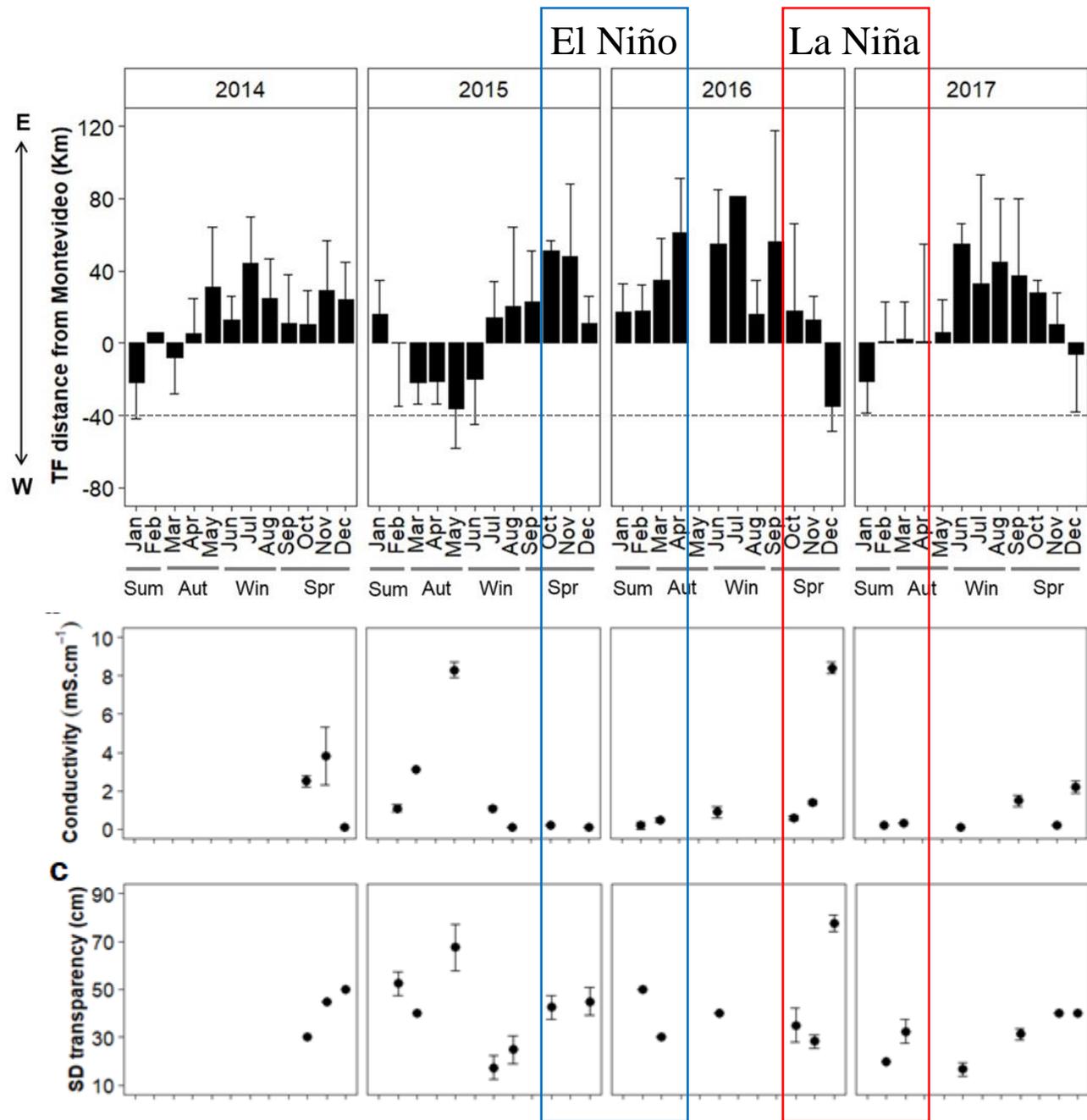


Simioniato et al. 2001

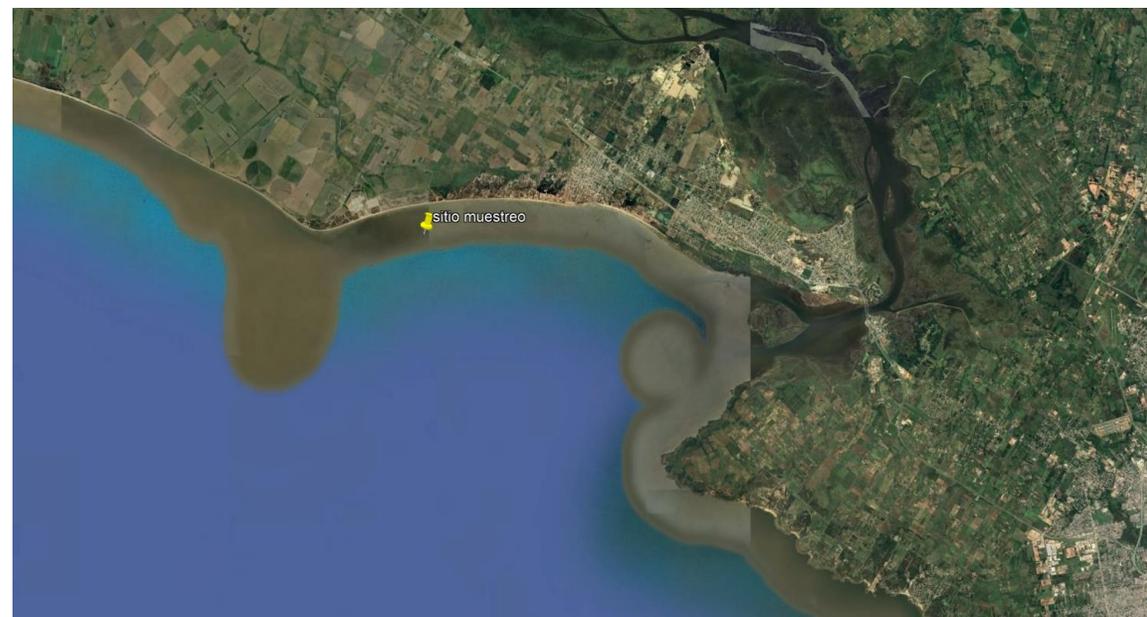
Río de la Plata

- Frente de salinidad y de turbidez (floculación) “dividen” la parte interna y externa del estuario
- Tipo de estuario: de cuña salina/ salt wedge





- Bahía Santa Lucía (zona interna del RDP)
- Salinidad y frente de turbidez altamente variable en su ubicación geográfica
- Responden a descargas del RDP (influencia del ENSO)



Muñoz et al. In prep
Informe UTE-IMFIA

Río de la Plata

- Productores primarios suelen estar limitados por luz en la zona interna del RDP y es mayor en la zona externa
- Los productores secundarios disponen de mayor alimento en la zona externa



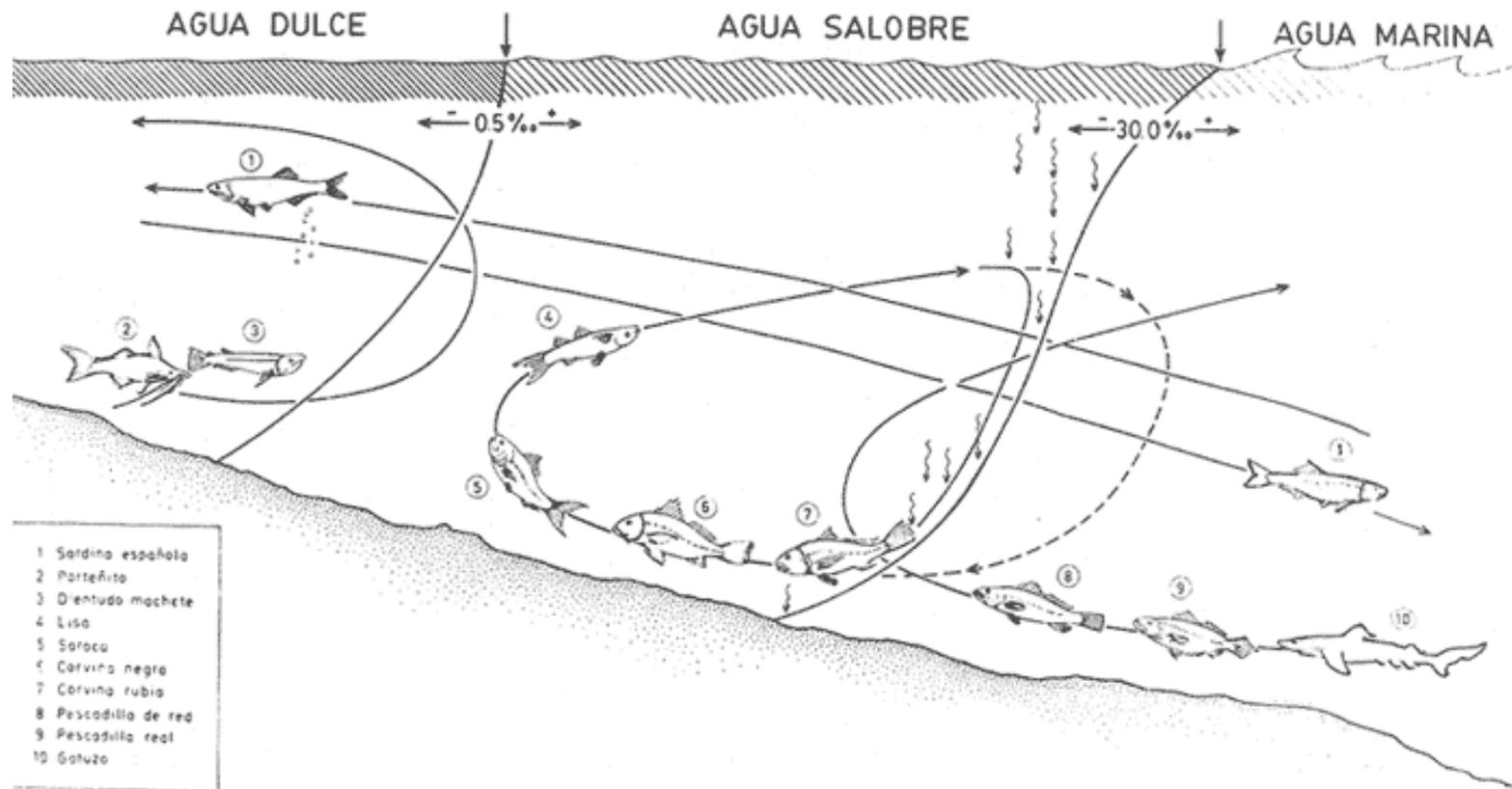
12/5/2019



17/5/2023

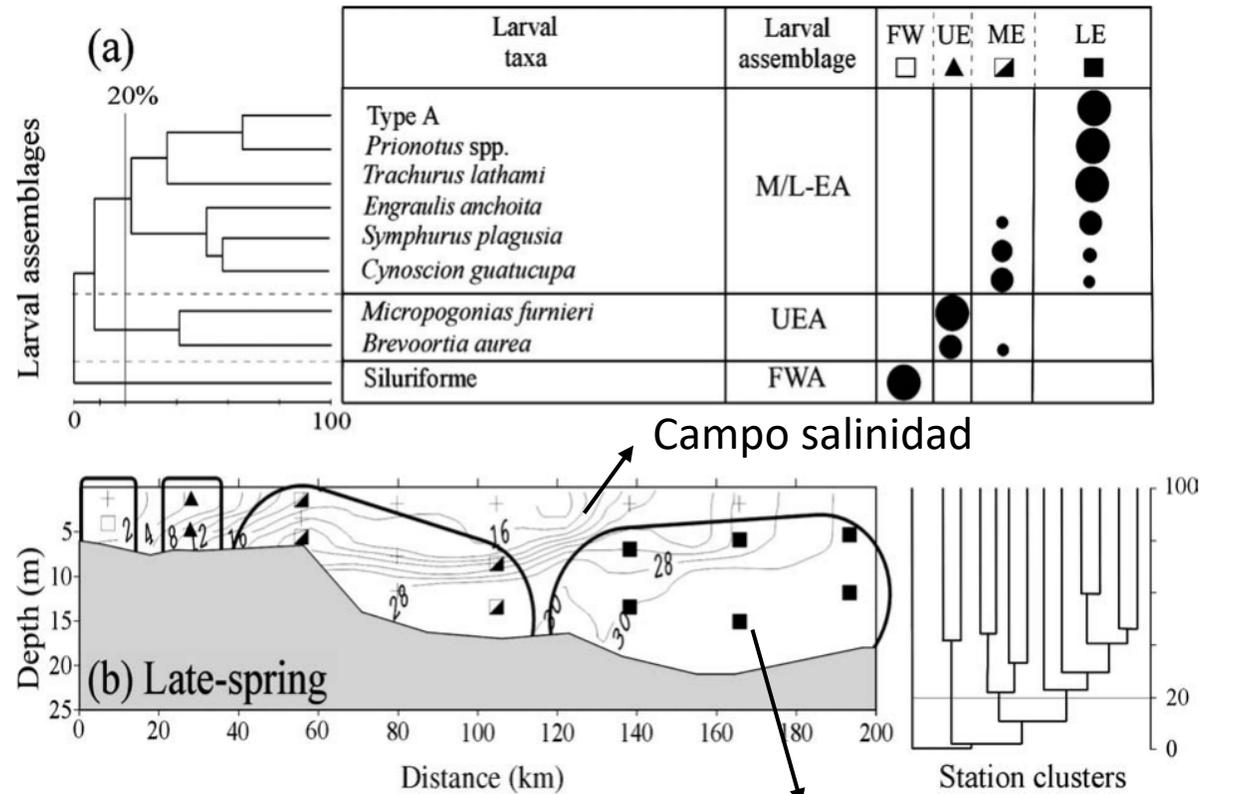
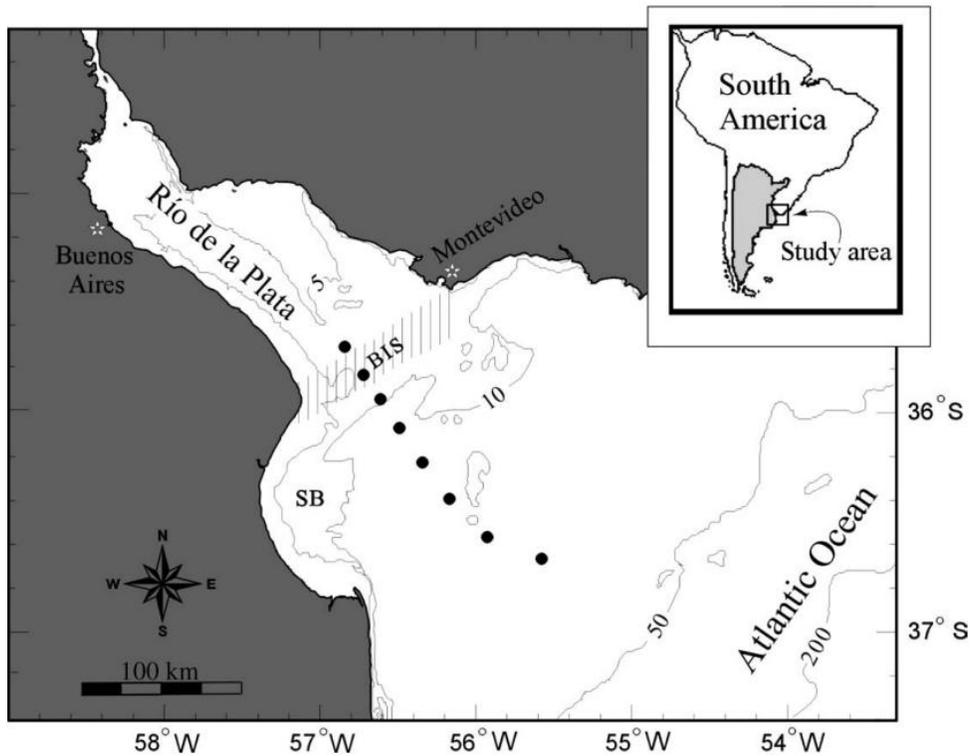
Río de la Plata

- Uso diferencial de los peces en el RDP
- Los peces se mueven de acuerdo a la distribución espacial de la salinidad



Río de la Plata

- Estratificación vertical (cuña salina)
- Comunidad y abundancia de ictioplancton a lo largo de un gradiente salino (diferentes abundancias, diferentes grupos ecológicos o ensambles)



Desembocadura de arroyos

- Desembocaduras de arroyos conectados con Río de la Plata (Sub-estuarios)
- Desembocaduras de arroyos conectados con O. Atlántico



A. Solís Grande

- Grandes variaciones en la salinidad y temperatura debido al intercambio con el agua adyacente del RDP y de organismos planctónicos

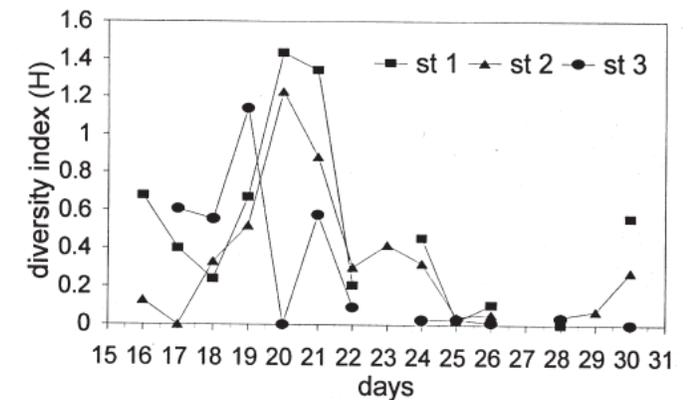
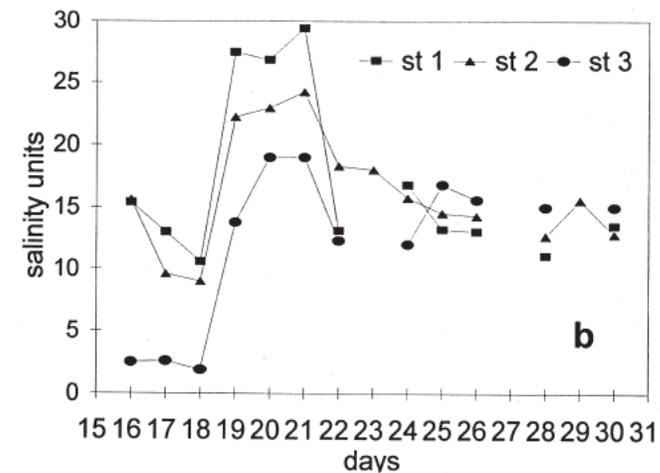
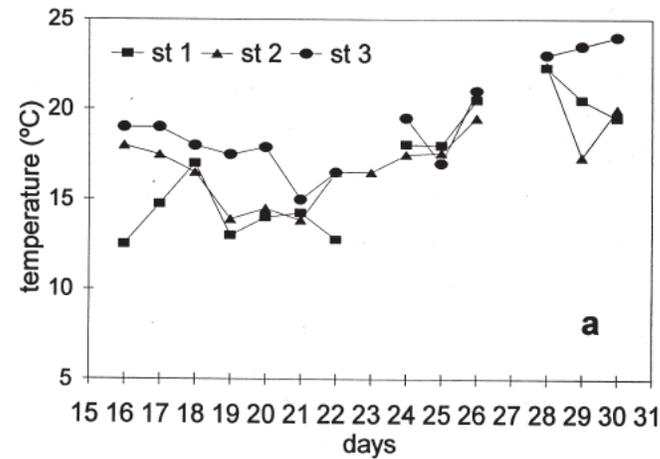
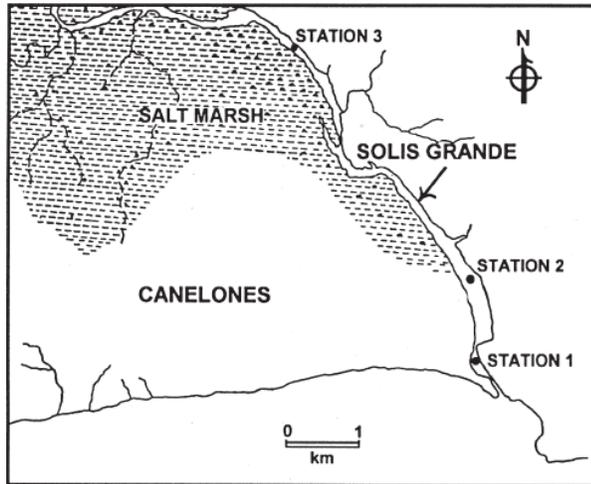


FIG. 4. - Changes of the diversity H by sampling stations.

Juncal y áreas de inundación

- Estos ambientes presentan heterogeneidad espacial y son muy importante para los cangrejos típicos estuarinos
- Los cangrejos son bioturbadores, sus cuevas remueven y oxigenan el sedimento



Humedal de Santa Lucía



Arroyo Solís Chico
Sitio de Monitoreo de Cangrejal

Los cangrejos son especies clave y la base de la cadena alimenticia del humedal. Su conservación es fundamental para la salud del ecosistema.

La Dirección Nacional de Recursos Acuáticos resuelve:

- Que no se estraguen hembras vírgenes.
- Sólo se podrán extraer hasta 20 cangrejos por persona en forma diaria.
- Se tramita un permiso en caso de extracciones mayores.

1) Fijese una veda para la extracción de *Uca uruguayensis* (cangrejo violinista) en toda la costa uruguaya, hasta nueva resolución en contrario.

2) La extracción de *Neohelice granulata* (cangrejo de juncal) podrá autorizarse siempre que se cumplan las siguientes condiciones:

- Que no se utilicen palas y otros implementos para cavar, ni baterías eléctricas u otros elementos afines para generar la emergencia de los cangrejos de sus cuevas.

3) La infracción a la presente resolución será sancionada conforme a la Ley N° 19.175 del 20 de diciembre de 2011.

Resolución N° 036/1020
26 de febrero de 2020
DINARA-MGAP

Cangrejo de juncal
Neohelice granulata

Las hembras tienen el abdomen en forma redondeada.

El macho presenta las pinzas más robustas que las hembras.

Cangrejo Violinista
Uca uruguayensis

El macho siempre presenta una pinza más grande que la otra, que utiliza en el cortejo para atraer a la hembra con movimientos sincronizados.

Logos: Gobierno de Canelones, La Florida Municipio Solís Chico, CSRE, and the local community organization.

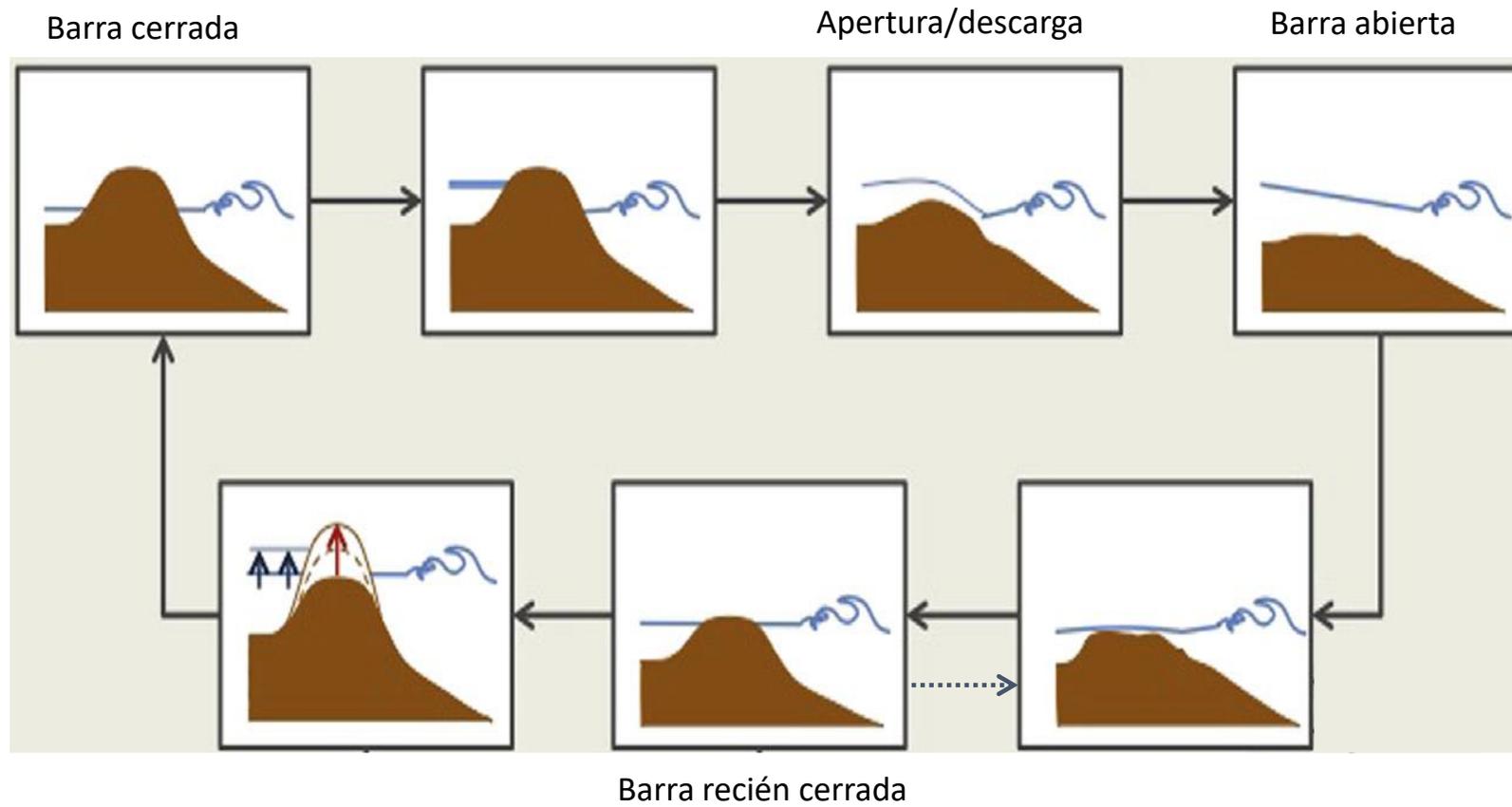
Lagunas costeras



- Formadas por las oscilaciones del mar en los últimos miles de años
- Subtropical, con poca influencia de mareas
- Lagunas costeras muy someras, con conexión periódica al mar



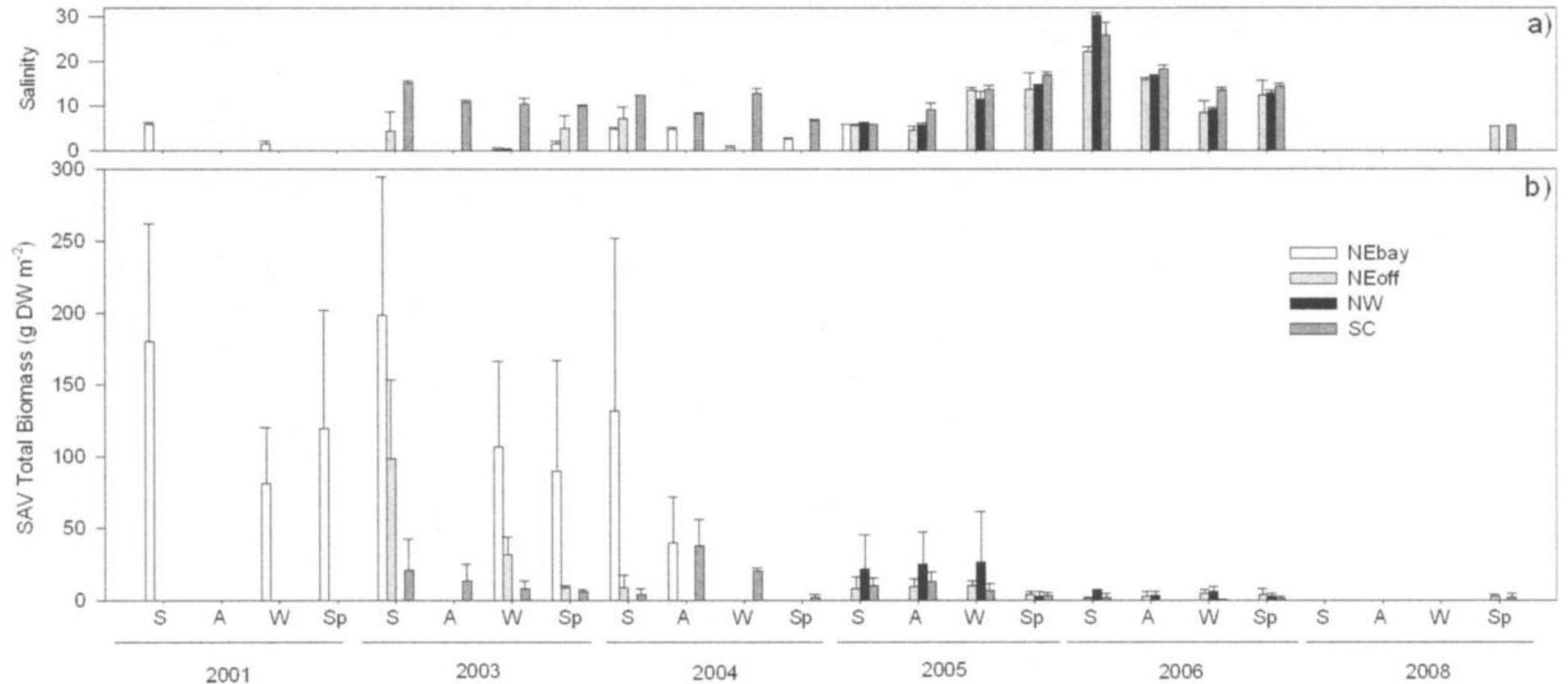
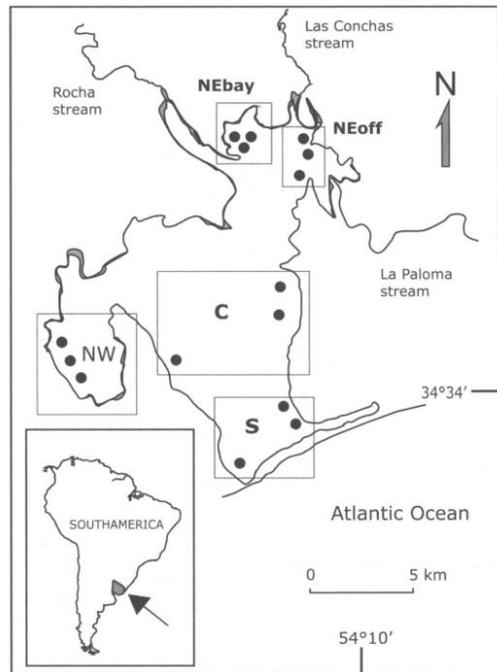
Conectividad laguna-océano

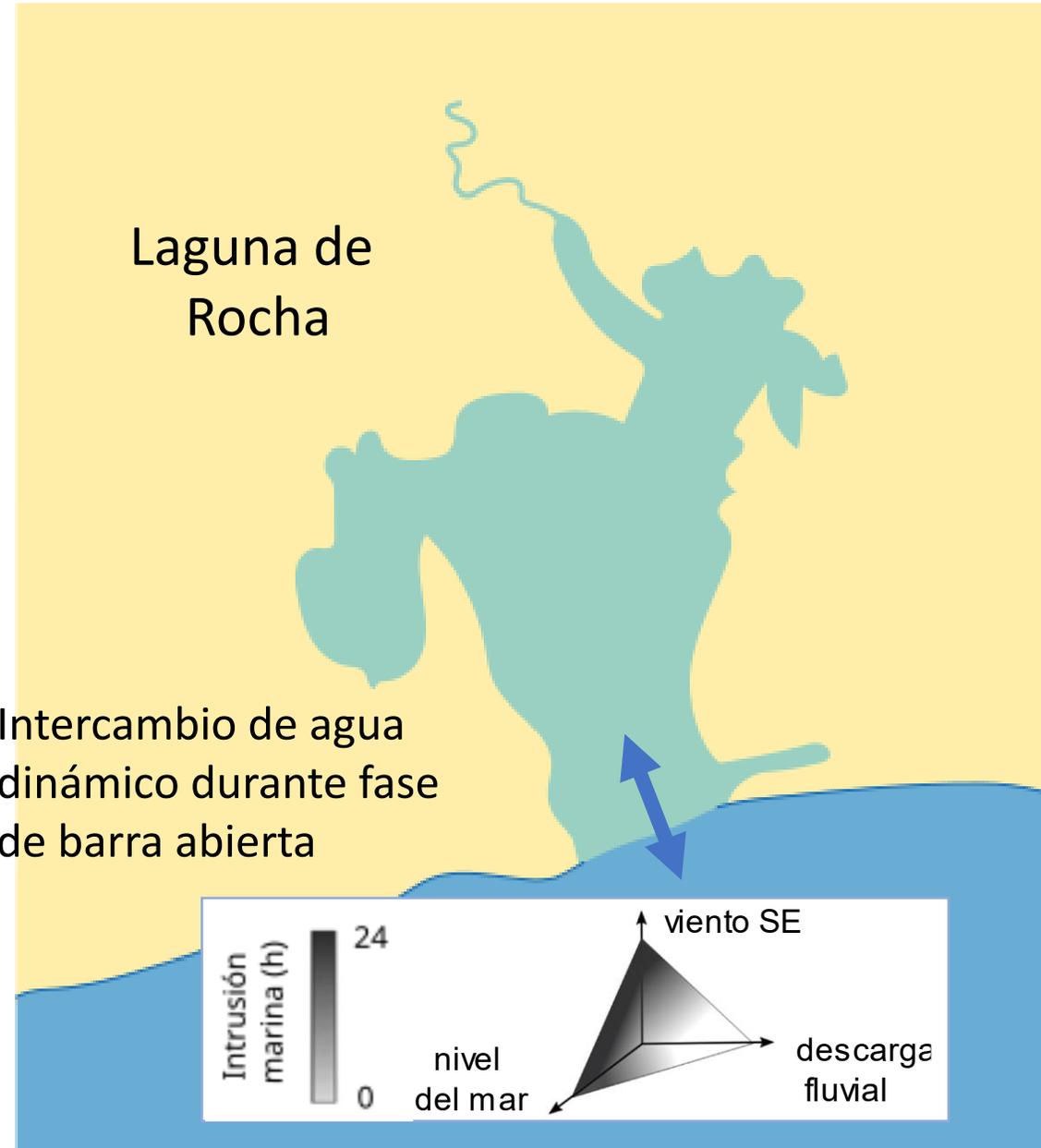


- Se generan gradientes espaciales y temporales en las condiciones ambientales

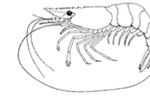
Laguna Rocha

- Variación en la salinidad y plantas sumergidas a lo largo del tiempo
- Mayor salinidad en el sur, con alguna excepción (verano 2006)
- Mayor vegetación en el noreste, cerca del principal tributario
- Menor vegetación en años de mayor salinidad





Desove y área de cría especies estuarinas



P. argentinus



Pejerrey



lacha



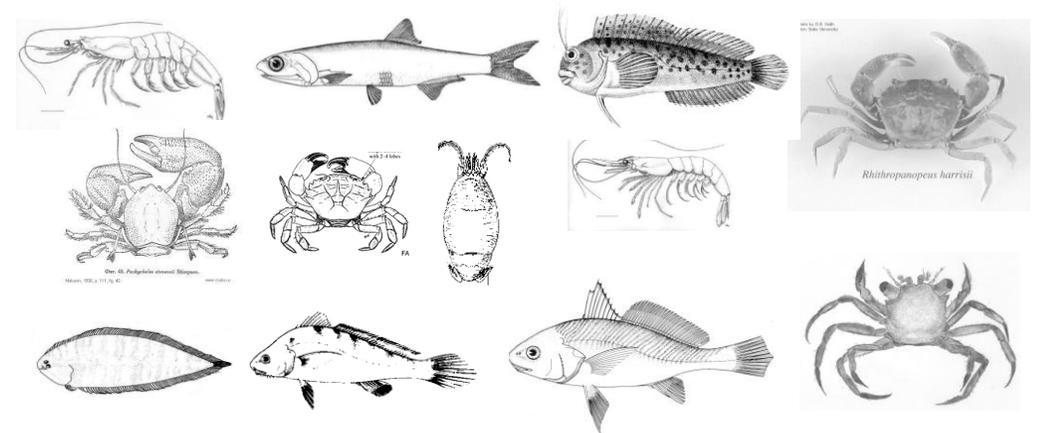
aguja

Liberación de embriones de especies exportación de larvas



Sirí, camarón rosado, cangrejo de las rocas, del barro

Área de cría de especies marinas, marina estuarinas, con exportación de larvas.

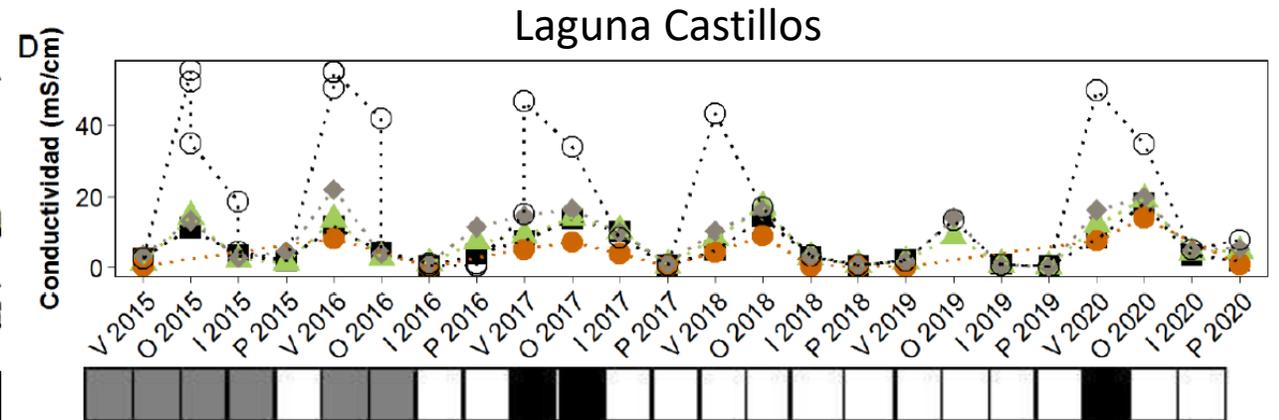
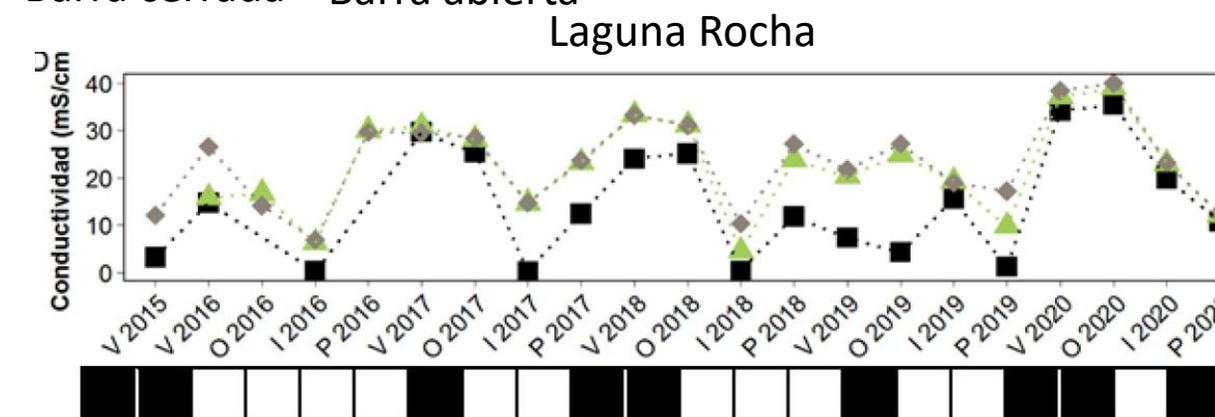
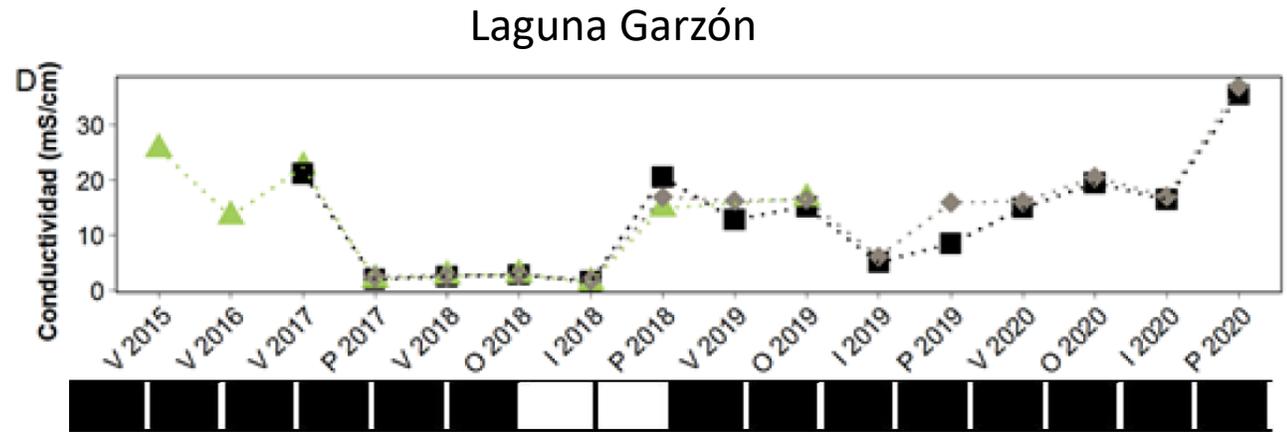
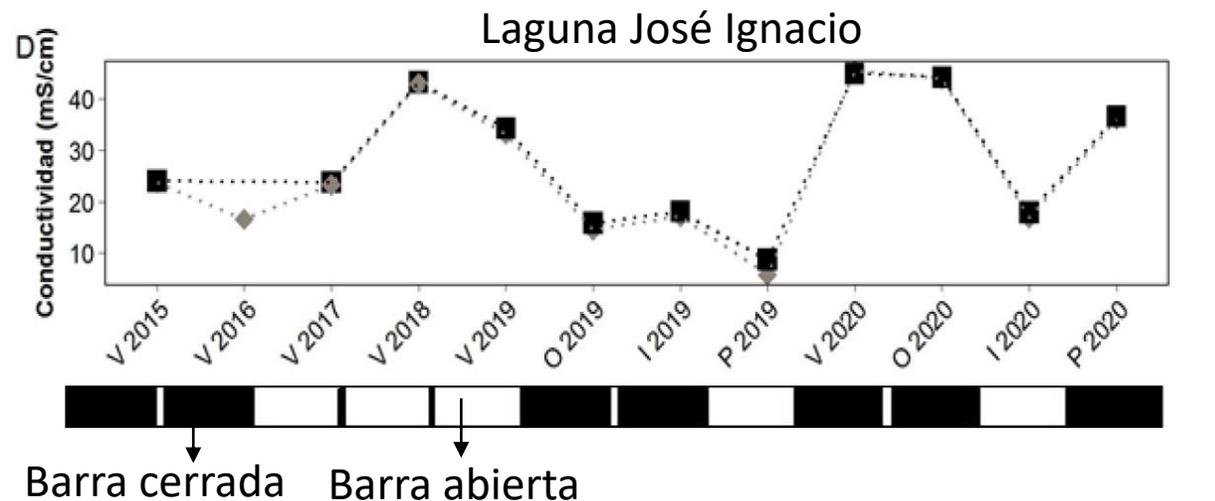


Machado 2022, Fabiano et al. 2006

Transporte larval hacia áreas de cría vs advección (fuertes descargas o intrusiones marinas fuertes)

Diferencias entre lagunas costeras

- Aumenta el tamaño desde J. Ignacio hasta Laguna de Castillos
- Diferencias en el área de la cuenca
- Régimen de conectividad laguna-océano es diferente
- Se encuentran diferencias en la actividad de algunos organismos (L. Rocha y Castillos: áreas de desove de peces, L. Garzón: carpa)



Pesquerías asociadas a lagunas y especies objetivo

En todas las lagunas:



corvina



pejerrey



lenguado



lisa

Laguna de Rocha y Castillos:



Sirí



camarón

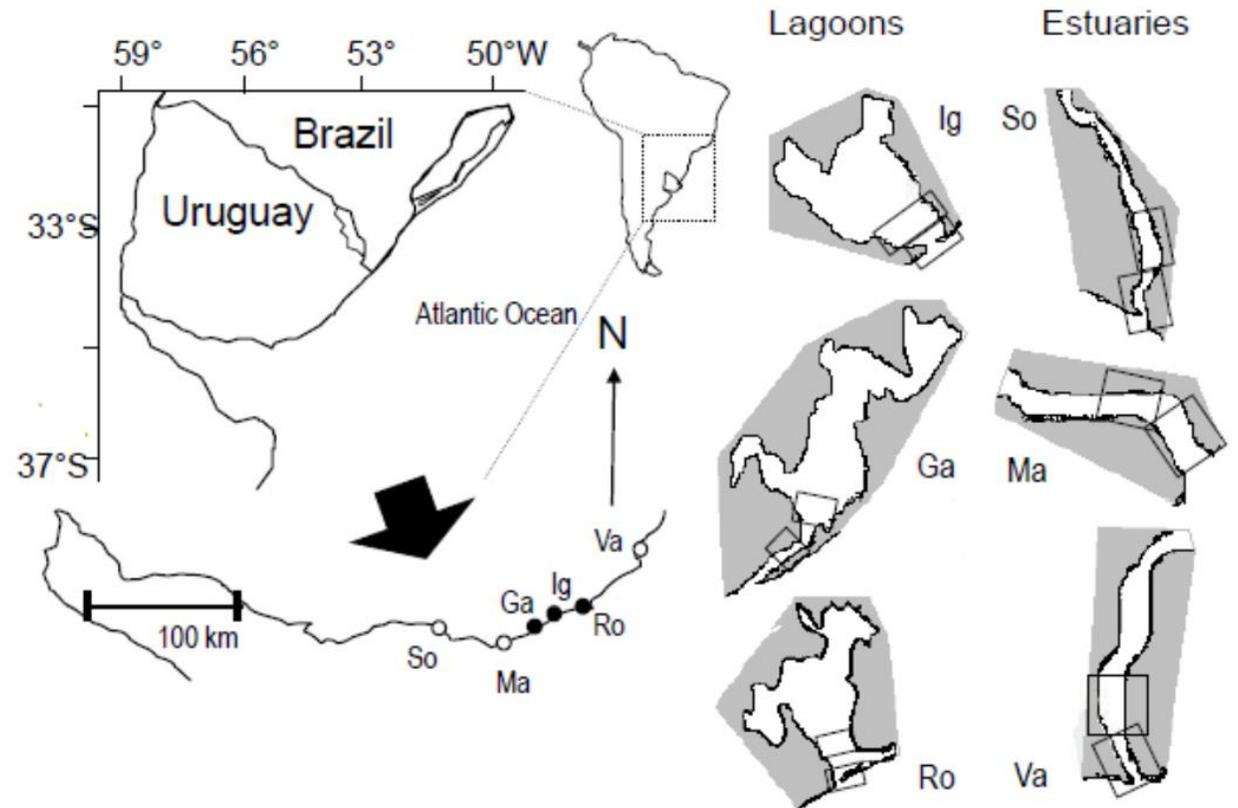
Laguna Garzón:



carpa

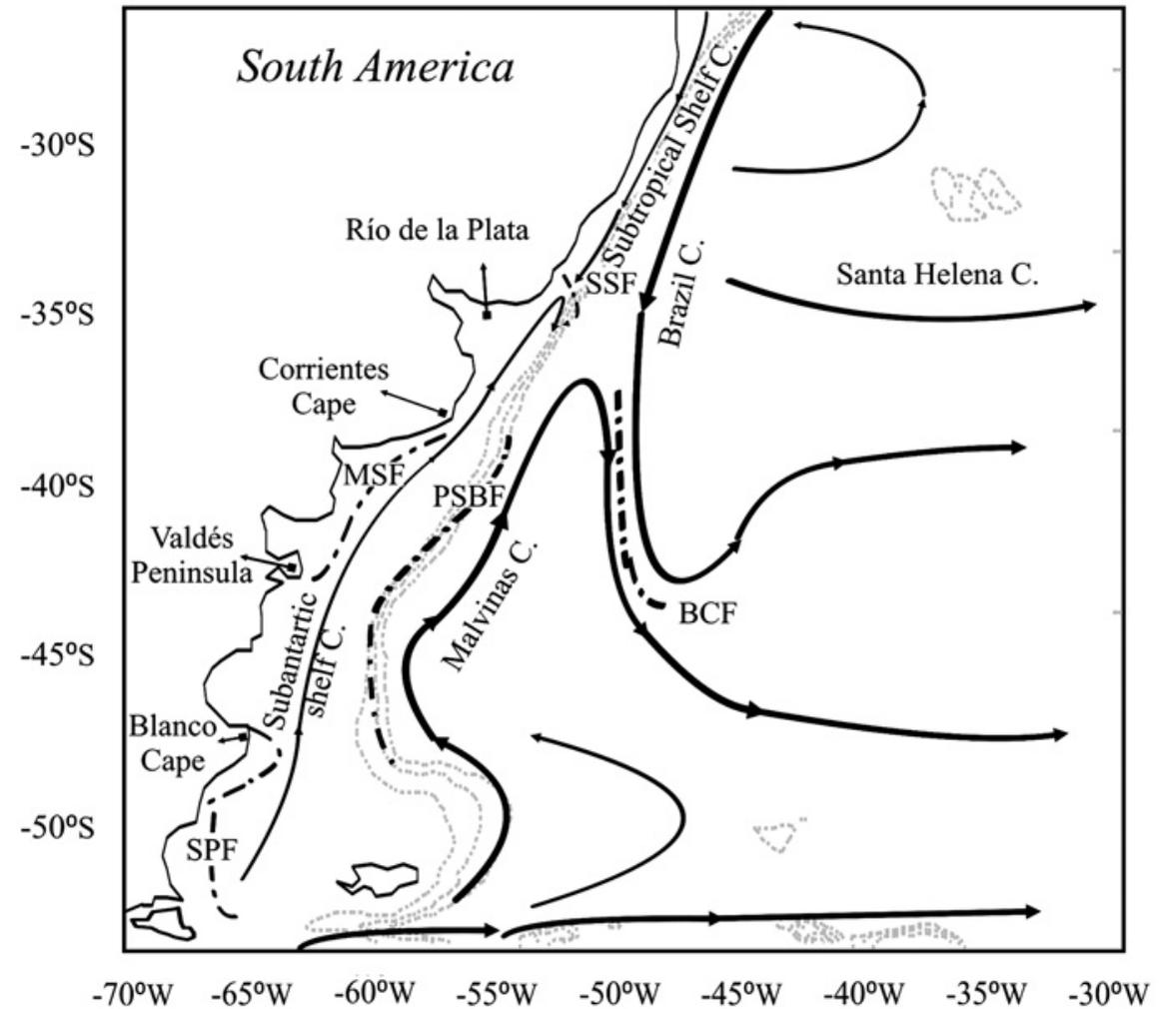
Lagunas costeras vs arroyos costeros

- Las lagunas difieren de los arroyos en que la composición de especies bentónicas varia mas entre sitios en el primer caso
- Las lagunas tienen mayor variabilidad en el tipo de sedimento (arenas finas, arenas gruesas)
- Las lagunas presentan mayor heterogeneidad espacial y aumentan la diversidad regional
- El tipo de sedimento es clave



Circulación oceánica en Atlántico Sudoccidental

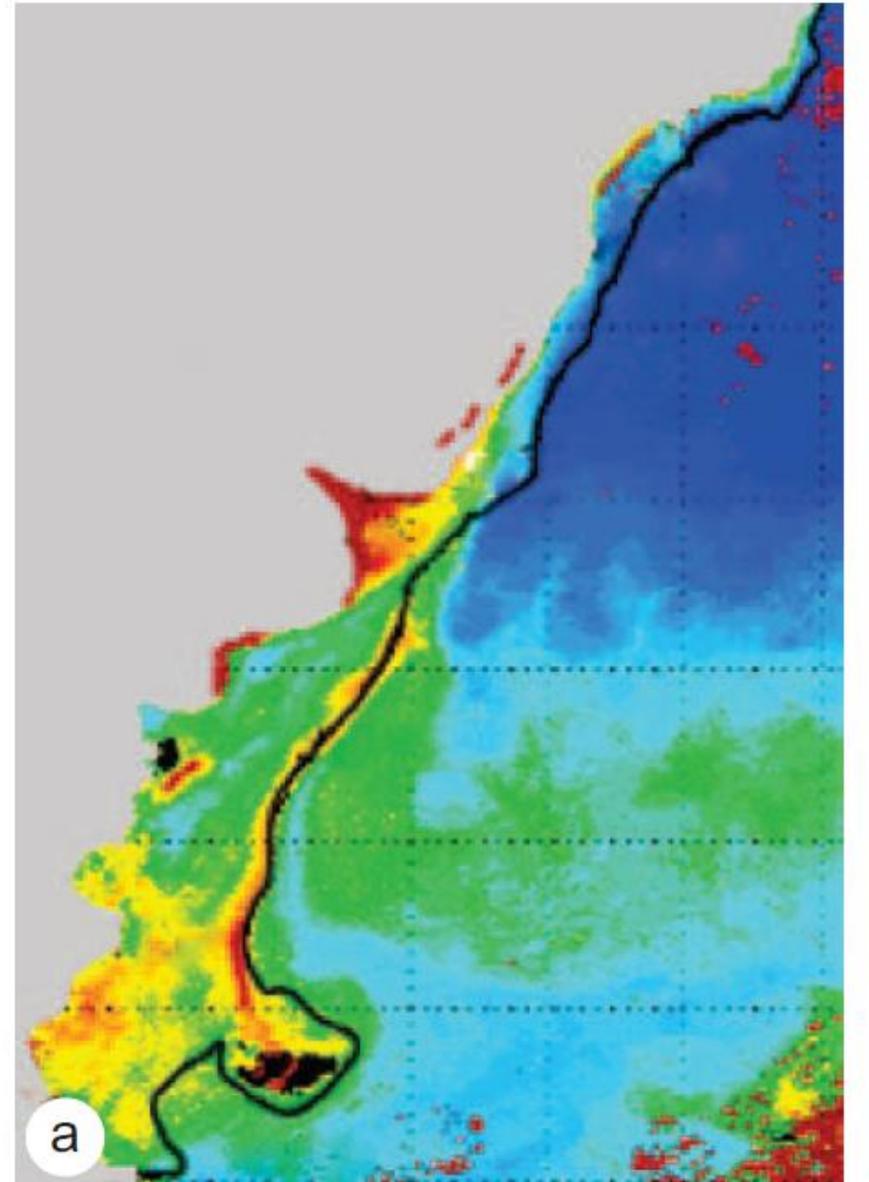
- Corriente de Brazil, cálida y más salina, en dirección al polo
- Corriente de Malvinas, fría y más diluida en dirección al trópico
- Confluencia Malvinas-Brazil es muy importante
- Frentes de menor escala sobre la Plataforma
- Pluma de descarga del RDP



Machado et al. 2013

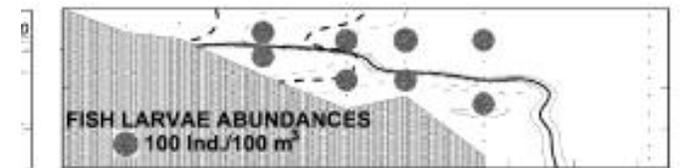
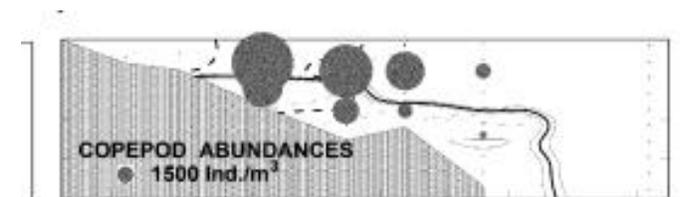
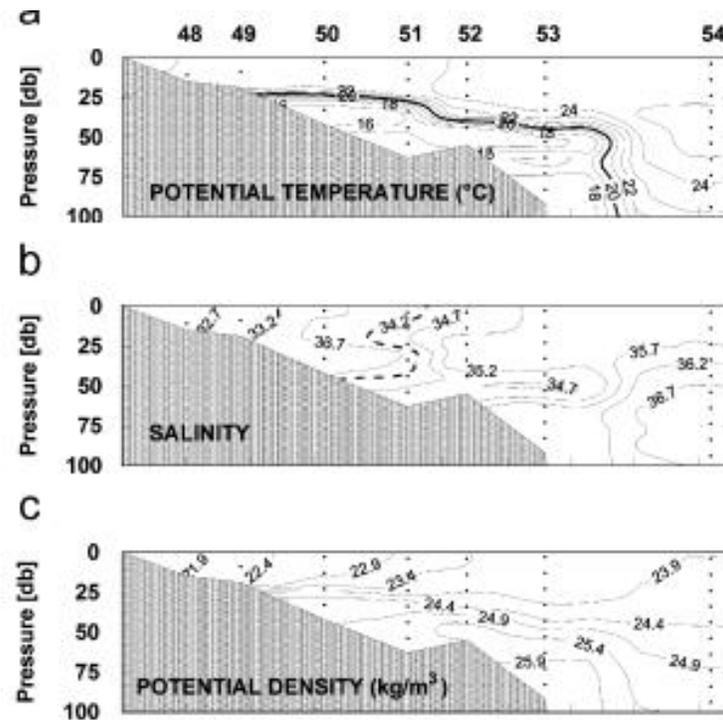
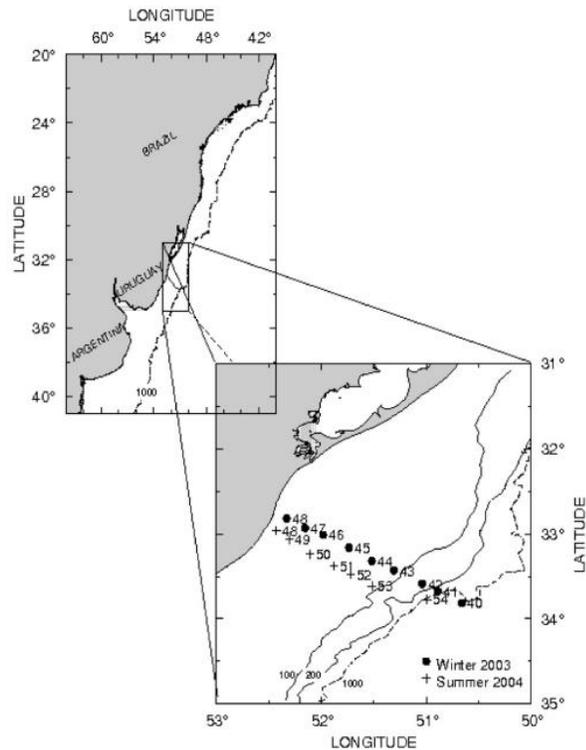
Plataforma continental vs océano abierto

- Mayor productividad en Plataforma
- Surgencias en el talud
- Pesquerías asociadas a zonas de surgencias y frentes



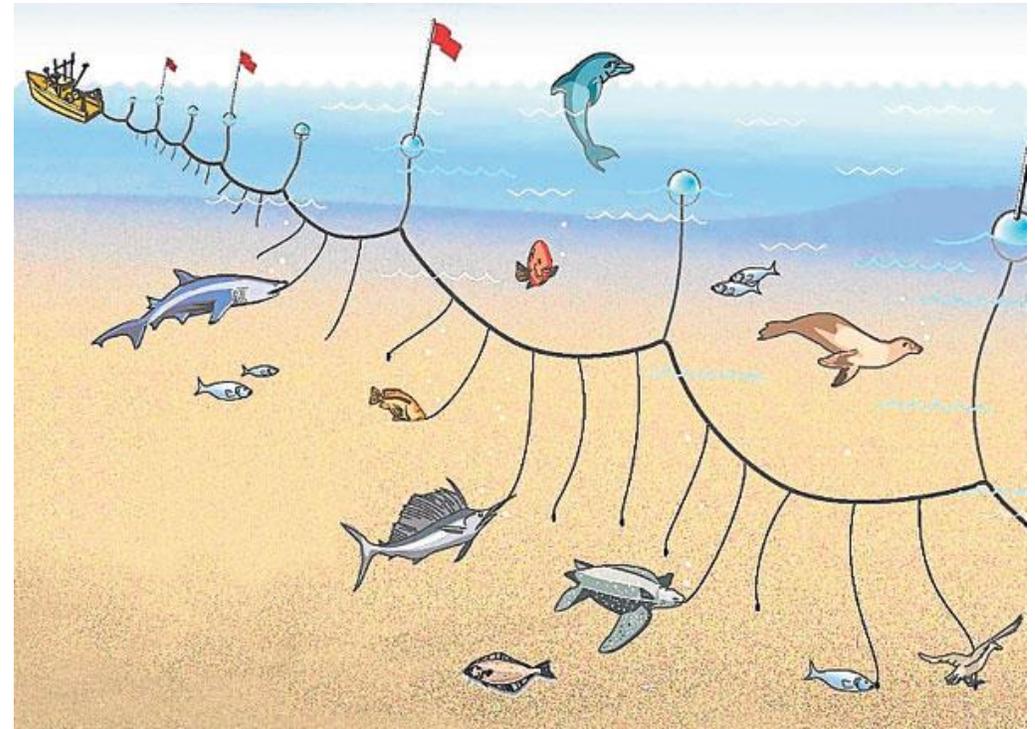
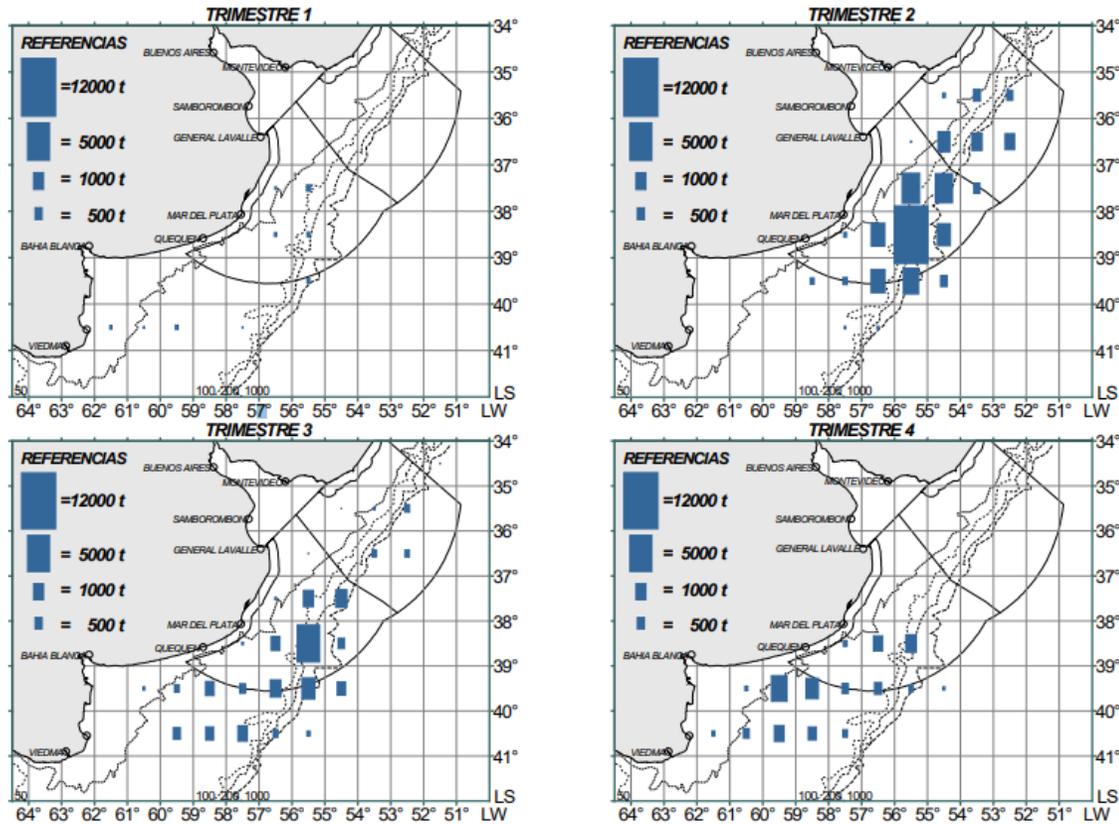
Plataforma continental vs océano abierto

- Mayor productividad en plataforma
- Surgencias en el talud



Recursos pesqueros pelágicos

Merluza, tiburón Moro, Tiburón Martillo, Atún Aleta Amarilla y Pez Espada



Captura merluza 1987

Pluma del RDP

- Influencia de la pluma en la zona costera alcanza el sur de Brasil
- La extensión de la misma depende de descarga y dirección del viento
 - Invierno (viento del SW) se extiende
 - Verano (viento del NE) se retrae

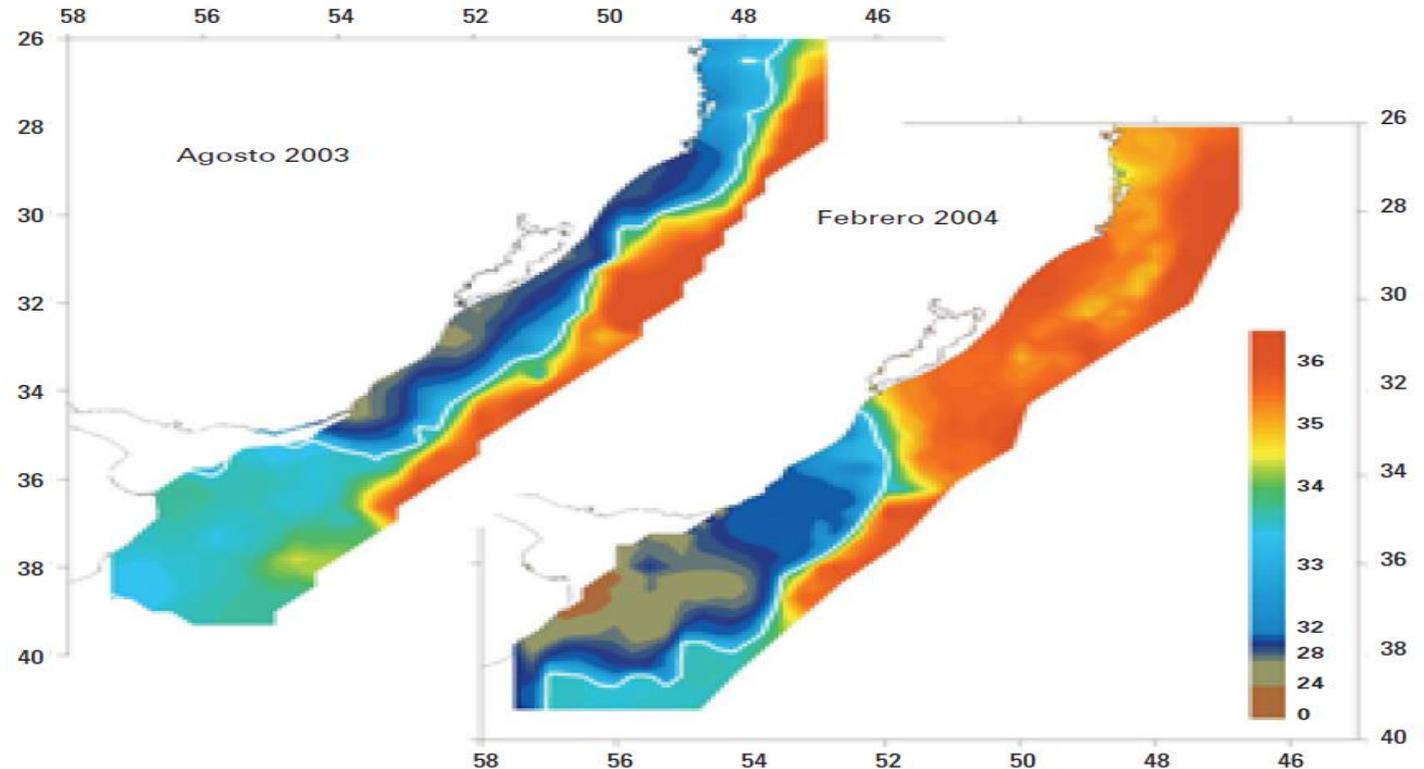
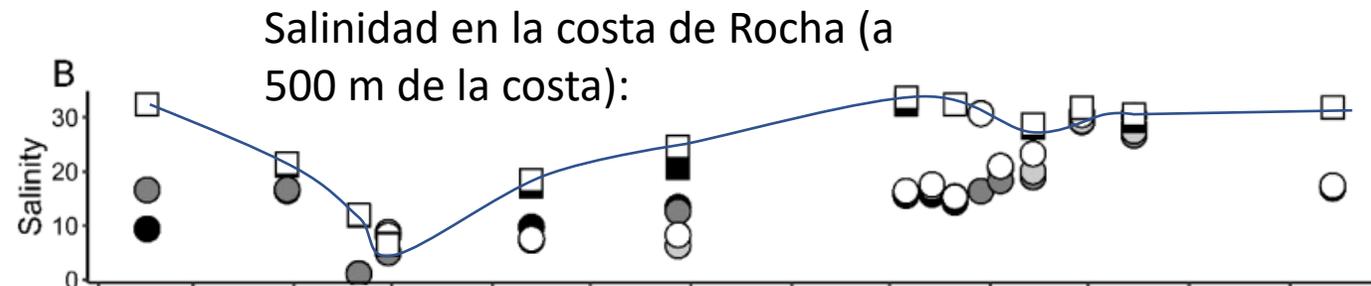


Figura 4. La salinidad superficial en las áreas de influencia del Plata en agosto de 2003 (izquierda) y febrero de 2004 (derecha). Las aguas de menor salinidad se indican con los tonos marrón y azul (ver escala de colores a la derecha). Nótese, en invierno, la extensión de las aguas diluidas por el Plata, más allá de 26°S.

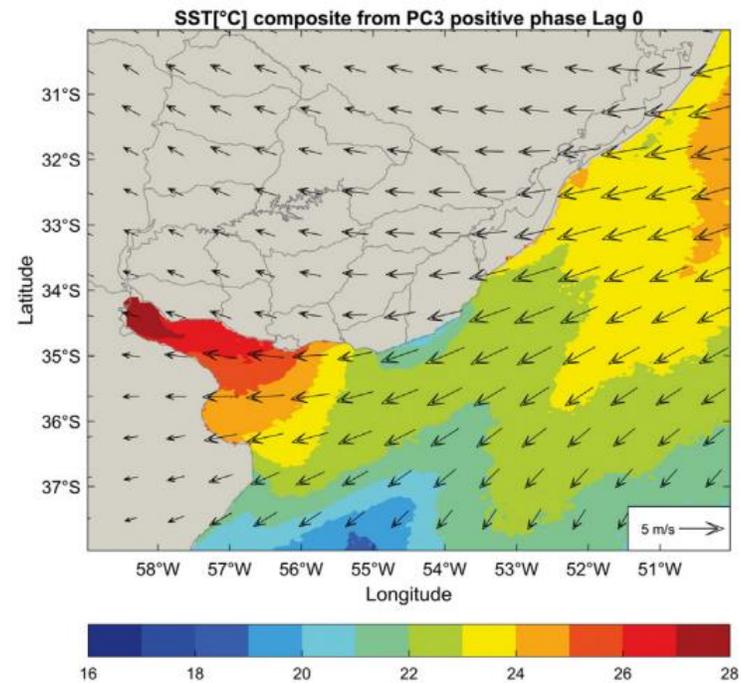
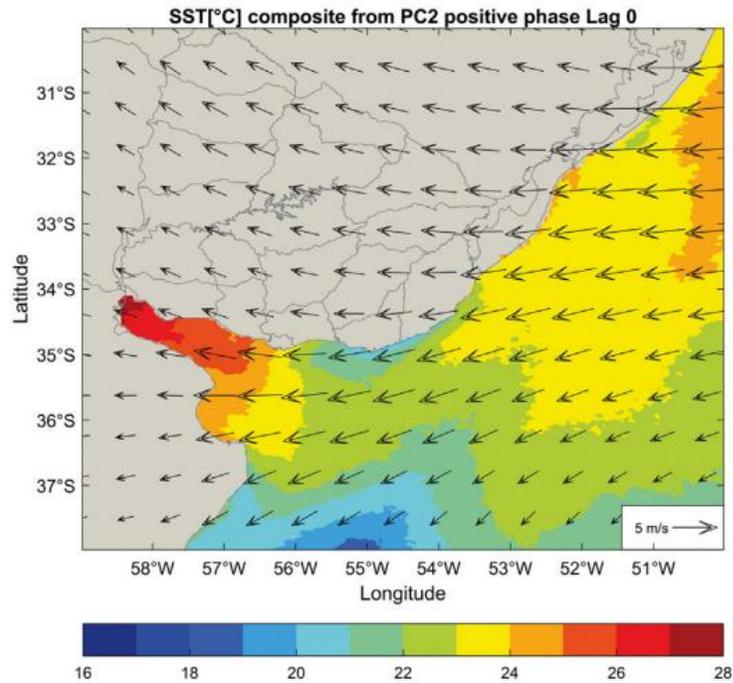
Piola et al. 2008



Machado et al. 2021

Surgencias costeras

- Viento del Este, disminuye el nivel del mar en la zona costera de Maldonado y genera surgencias en verano
- Viento del NE, genera lo mismo en la costa de Rocha
- Influye la dirección del viento y orientación de la costa



Recursos pesqueros costeros

- Cazón
- Gatuso
- Corvina
- Brótola



Áreas protegidas de Uruguay (SNAP)

- La mayoría han ido ingresando en los últimos 15 años
- Muy pocos presentan plan de manejo
- Se está evaluando el ingreso de mas áreas (ej. Islas de Lobos)



Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Eutrofización y floraciones de cianobacterias

- Nutrientes provienen de fuentes difusas y puntuales
- Cianobacterias se acumulan en embalses y luego se dispersan
- Algunas especies pueden tolerar cierta salinidad
- Fenómeno en Uruguay en verano 2019 fue inédito

2019



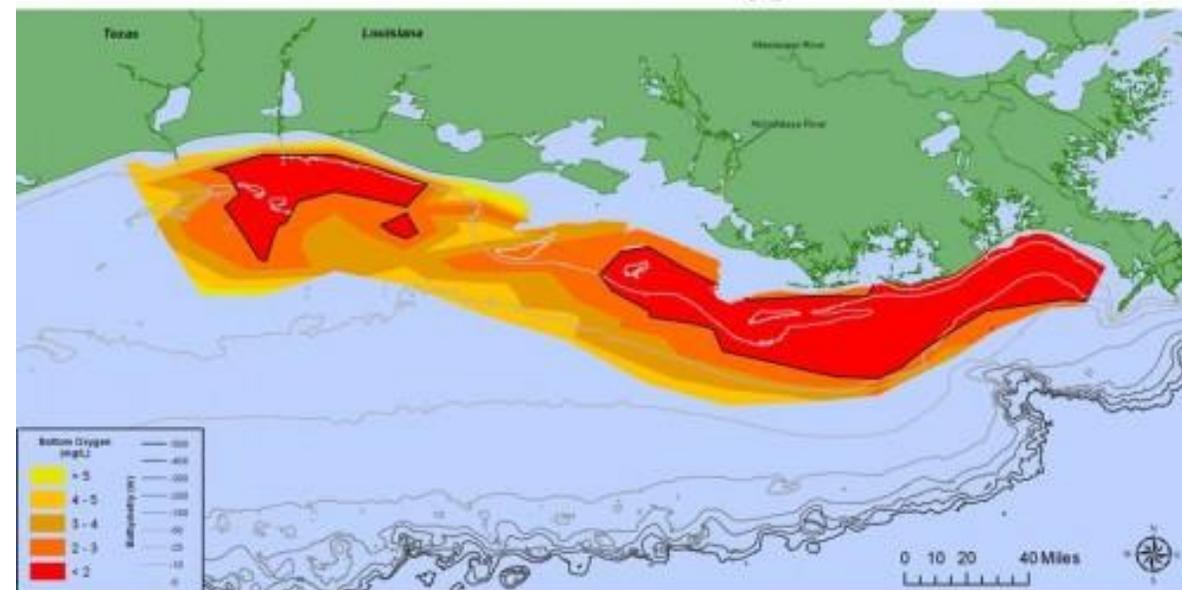
Kruk et al. 2020

Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Disminución de oxígeno?

- El alto consumo de materia orgánica sedimentado en el fondo puede generar episodios de anoxia en lagos, pero también se ha observado en otras regiones del mundo
- Puede causar mortandad de especies bentónicas y de peces
- Ejemplo de la desembocadura del Río Mississippi (USA) conocida como *dead zone*

Bottom-water Dissolved Oxygen – 2014



Distribution of bottom-water dissolved oxygen July 27-August 1 (west of the Mississippi River delta), 2014. Black line indicates dissolved oxygen level of 2 mg/L.

Data source: Nancy N. Rabalais, LUMCON, and R. Eugene Turner, LSU

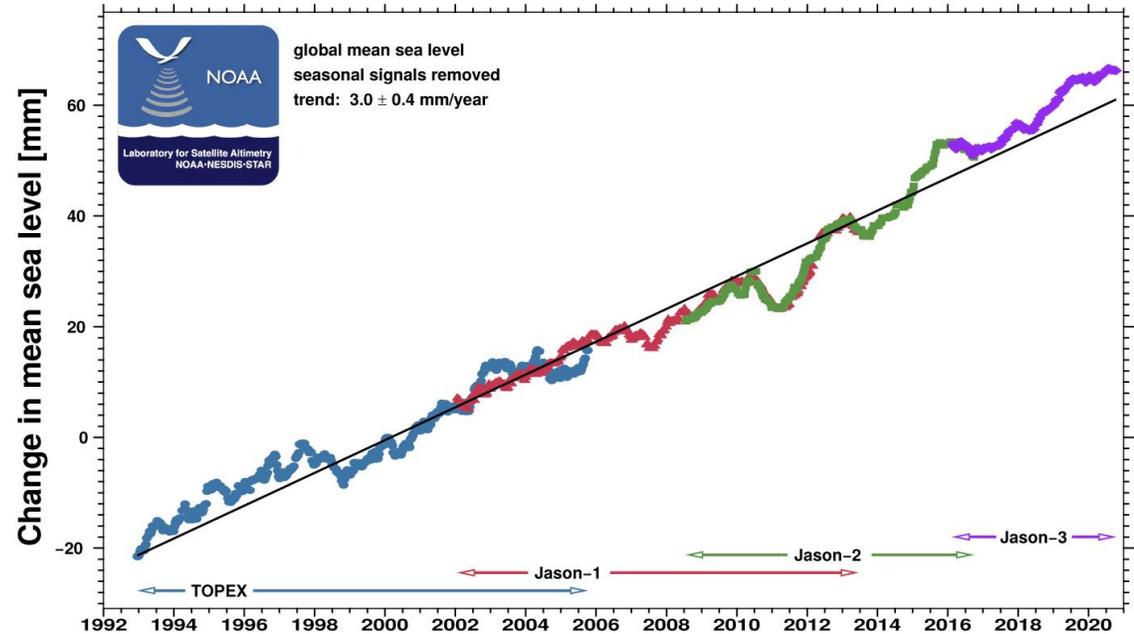
Funding sources: NOAA Center for Sponsored Coastal Ocean Research and U.S. EPA Gulf of Mexico Program



<https://www.msrivercollab.org/focus-areas/dead-zone/>

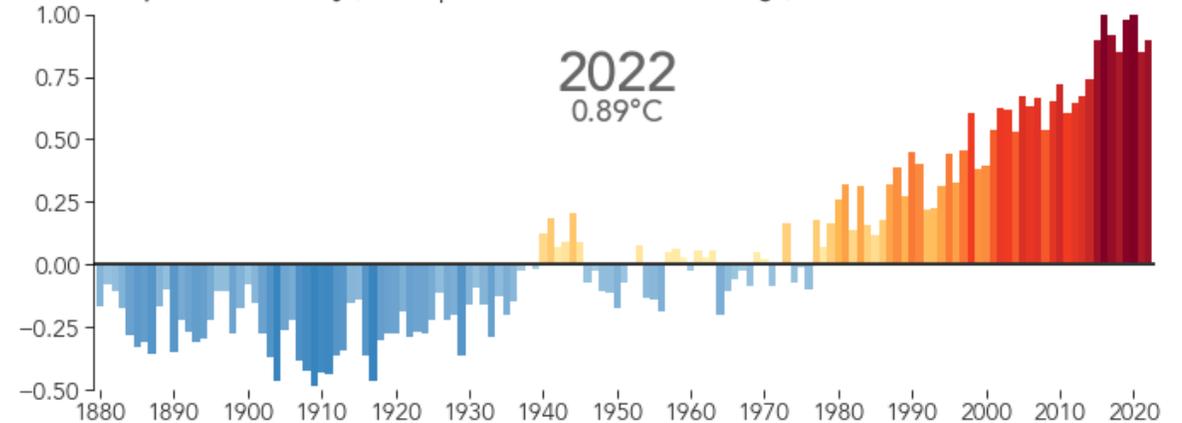
Principales amenazas de sistemas marinos

- Cambio climático: aumento del nivel del mar, aumento de la temperatura, cambios en el régimen de precipitaciones y vientos



Last 9 Years Warmest on Record

Global Temperature Anomaly (°C compared to the 1951-1980 average)



Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Especies invasoras

- Ingresan generalmente en barcos transoceánicos
- También pueden ser transportadas por corrientes
- Pérdida de biodiversidad
- Cambios ecosistémicos
- Pérdidas económicas y daños



“La principal estrategia debería ser prevenir, generalmente cuando ingresan tienen un período de latencia, uno casi no nota efectos negativos. Cuando comienzan a crecer y hay una fase de expansión, ya es tarde, es carísimo y muy complicado”, explicó Brazeiro.

Brugnoli contó que “el mejillón dorado, que proviene del sudeste asiático, está ampliamente distribuido en Uruguay. Está afectando la fauna, las tramas tróficas, pero también tuberías y plantas de potabilización hidroeléctricas”.

<https://sobreciencia.uy/biodiversidad-en-peligro-especies-exoticas-invasoras-en-uruguay/>

Base de datos sobre especies invasoras en UDELAR y MA:

<https://siei.udelar.edu.uy/base-dados-nacional>

<https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/eei>

Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Contaminación en sedimentos con metales pesados y derivados del petróleo

- Puertos y zonas de navegación
- Desembocaduras de ríos donde están ubicados polos industriales
- Afecta a la biodiversidad
- Se puede transmitir a través de la cadena trófica (ej. peces)
- Draga para profundización de puertos y rutas de navegación
- La zona de la Bahía de Montevideo ha sido muy estudiada en los últimos años, incluyendo indicadores de calidad ambiental (ej. Muniz et al. 2006 y referencias citadas en Bases para conservación y manejo de la costa Uruguaya)

Ranges of heavy metal concentrations in sediments determined in different marine and estuarine environments of Latin America

Location	Cd	Zn	Cu	Cr	Ni	Pb	Ag	Hg	References
<i>Uruguay</i>									
Montevideo Coastal Zone	41–231	2.4–105	1.3–4.0	n.a	n.a	40–148	n.a	n.a	Moyano et al., 1993
Montevideo Bay	0.1–0.2	n.a	10–112	n.a	n.a	40–148	n.a	n.a	Moresco and Dol, 1996
Montevideo Bay	109	300	150	300	n.a	81	n.a	n.a	Cranston et al., 2002
Montevideo Bay	n.a	n.a	n.a	68–1062	n.a	99–365	n.a	n.a	Muniz et al., 2002
Montevideo Coastal Zone	n.a	n.a	n.a	37–50	n.a	38–56	n.a	n.a	Muniz et al., 2002
Montevideo, Carrasco Creek				10–807		17–73			Lacerda et al., 1998
<i>Brazil</i>									
Patos Lagoon	0.1–20	20–214	0.8–20	8–337	n.a	8–267	n.a	n.a	Baisch et al., 1988
Patos Lagoon	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0.05 (bl)	Mirlaen et al., 2001
Patos Lagoon								0.02–17	Mirlaen et al., 2003
Coastline of RJ State	n.a	14–795	11–166	18–121	11.2	10–83	n.a	n.a	Lacerda et al., 1982
Jurujuba Sound	n.a	15–337	5–213	10–223	15–79	5–123	n.a	n.a	Baptista Neto et al., 2000
Mangroves in RJ	n.a	26–610	18–80	n.a	6–12	20–130	n.a	n.a	Machado et al., 2002
<i>Argentina</i>									
Bahía Blanca	0.44	35.5	7.3	n.a	n.a	17	n.a	n.a	Villa, 1988
<i>Venezuela</i>									
Coral reef sediments	n.a	36–77	6–40	18–32	n.a	17–36	n.a	0.2–0.33	Bastidas et al., 1999
<i>Chile</i>									
Southern Fjords	0.1–0.5	91–122	16–22	49–82	24–31	26–29	n.a	n.a	Ahumada and Contreras, 1999
<i>Mexico</i>									
Baja California	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	0.3–0.8	0.04–0.2	Carreón-Martínez et al., 2001

All concentrations are given in $\mu\text{g g}^{-1}$. n.a = not analysed, (bl) = background level.

Muniz et al. 2004

Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Contaminantes emergentes

- Pocos estudio en Uruguay
- Los CE parecen ser bastante comunes y pueden afectar a la biota
- Se desconoce los efectos ecosistémicos que pueda generar

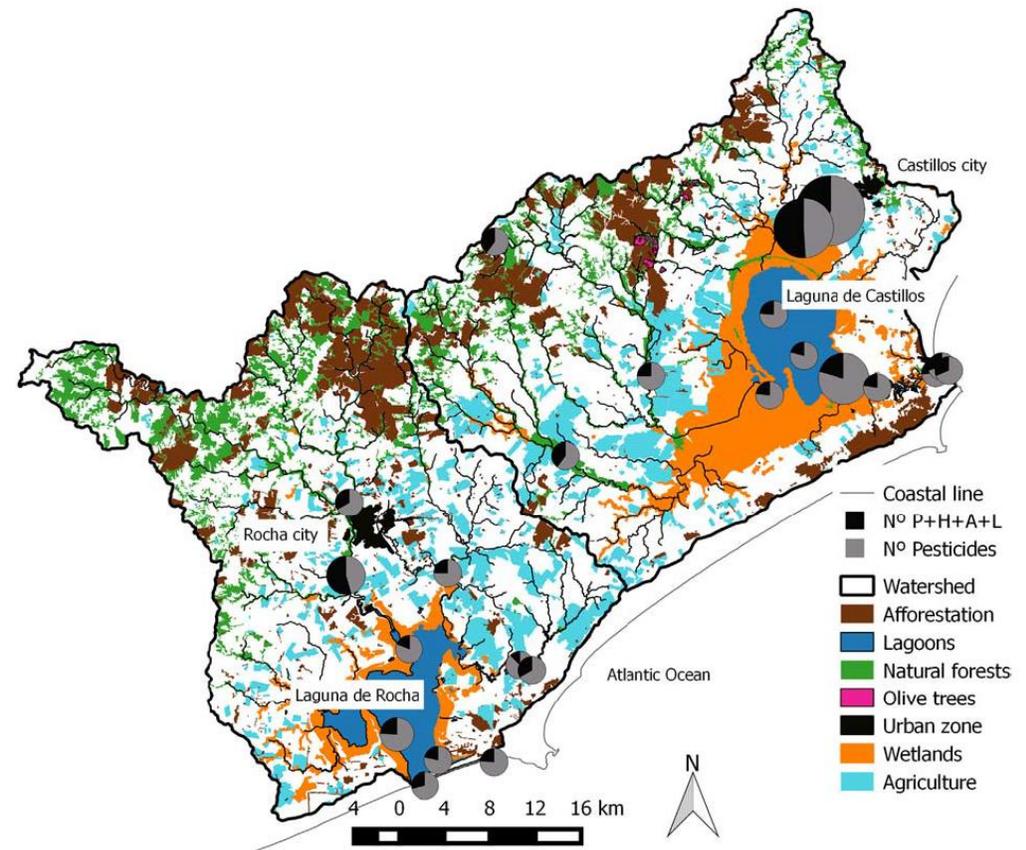


Fig. 3. Land use, land cover and spatial distribution of identified emerging contaminants along basins of Laguna de Rocha and Castillos. Circle size represents total number of emerging contaminants.

Principales amenazas de sistemas marinos y costeros

Pesca no sustentable

- Los recursos más frecuentes están plenamente explotados o sobreexplotados (ej. corvina, pescadilla, gatuso)
- La sobreexplotación genera impactos en los ecosistemas y tramas tróficas
- Redes de arrastre puede impactar el fondo marino

TABLA 1.1. Diagnóstico de las principales pesquerías de peces costeros de Uruguay. Se incluyen definiciones de acuerdo a su distribución, grado de mecanización y fase de desarrollo pesquero. Las especies se listan en orden descendente de acuerdo a las capturas del año 2006. FM: Frente Marítimo; RP: Río de la Plata.

Especie	Distribución	Mecanización	Fase pesquera
Corvina (<i>Micropogonias furnieri</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	Plenamente explotada
Pescadilla (<i>Cynoscion guatucupa</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	Plenamente explotada
Pescadilla de red (<i>Macrodon ancylodon</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	En explotación
Pargo blanco (<i>Umbrina canosai</i>)	FM	Industrial-artesanal	En explotación
Gatuso (<i>Mustelus spp.</i>)	FM	Industrial-artesanal	Sobreexplotada
Corvina negra (<i>Pogonias cromis</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	En explotación
Lisa (<i>Mugil platanus</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	Subexplotada
Angelito (<i>Squatina spp.</i>)	FM	Industrial-artesanal	En explotación
Anchoa de banco (<i>Pomatomus saltatrix</i>)	FM	Industrial-artesanal	En explotación
Mochuelo (<i>Netuma barbuis</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	En explotación
Brótola (<i>Urophycis brasiliensis</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	Subexplotada
Cazón (<i>Galeorhinus galeus</i>)	FM	Industrial-artesanal	Sobreexplotada
Rayas ¹	FM	Industrial-artesanal	Plenamente explotadas
Chucho (<i>Myliobatis goodiei</i>)	FM	Industrial-artesanal	Subexplotada
Palometa (<i>Parona signata</i>)	FM-RP	Industrial	En explotación
Lenguados (<i>Paralichthys spp.</i>)	FM-RP	Industrial-artesanal	Sobreexplotada
Pez sable (<i>Trichiurus lepturus</i>)	FM	Industrial	No explotada ²
Sargo (<i>Diplodus argenteus</i>)	FM	Industrial	En explotación
Sábalo (<i>Prochilodus lineatus</i>)	RP	Artesanal	Subexplotada
Mero (<i>Polyprion americanus</i>)	FM	Industrial	Subexplotada
Lacha (<i>Brevoortia spp.</i>)	RP	Artesanal	Subexplotada
Bagre (<i>Pimelodus spp.</i>)	RP	Artesanal	Subexplotada
Boga (<i>Leporinus spp.</i>)	RP	Artesanal	Subexplotada

Defeo et al. 2009



Principales amenazas de desembocadura de arroyos

- Urbanización y deterioro de la vegetación riparia y humedales salinos
- Acumulación de sustancias provenientes de efluentes industriales
- Balance hídrico (represamientos, etc)
- Construcciones viales



Principales amenazas de Lagunas costeras

- Manejo de la barra y conexión al océano
- Balance hídrico (represamientos, etc)
- Construcciones viales



Principales amenazas de plataforma

- Redes de arrastre
- Pesca no sustentable y captura incidental
- Prospecciones sísmicas para búsqueda de hidrocarburos (contaminación sonora)

