



Limnología & Oceanografía

2018

Ciclo Profundización

Licenciatura en Gestión Ambiental

Modulo
Reclutamiento
Peces y decápodos

- Clase 2-

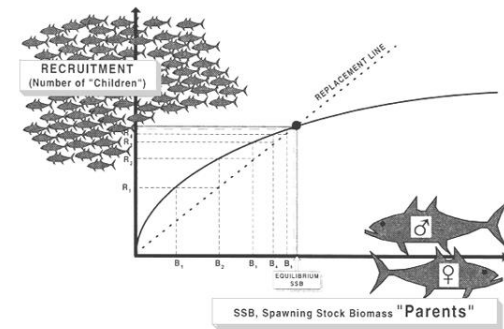
Irene Machado
ire.machado@gmail.com

Principales procesos físicos que ocurren en la zona costera y sus efectos en el reclutamiento de peces y decápodos:

Micro, meso y macro escalas espacio-temporales

Definición reclutamiento

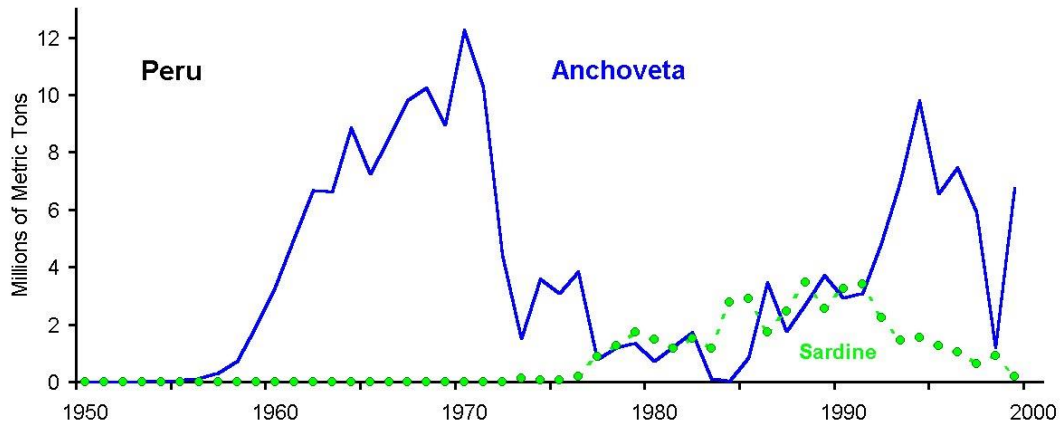
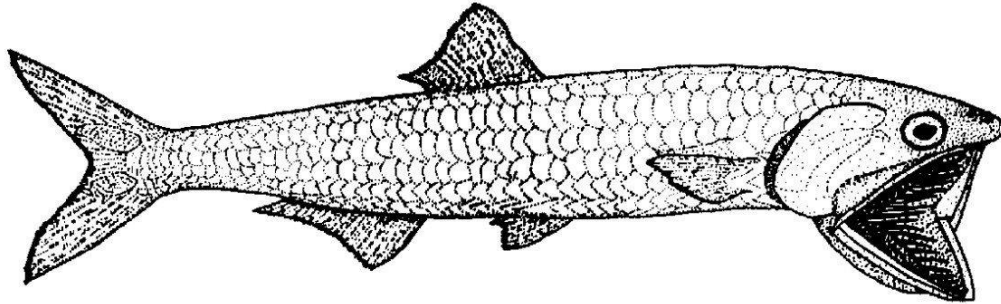
- Nuevos individuos que ingresan a la pesquería
- Individuos que inician la ETAPA REPRODUCTIVA
- Supervivencia de una COHORTE ANUAL al año de vida



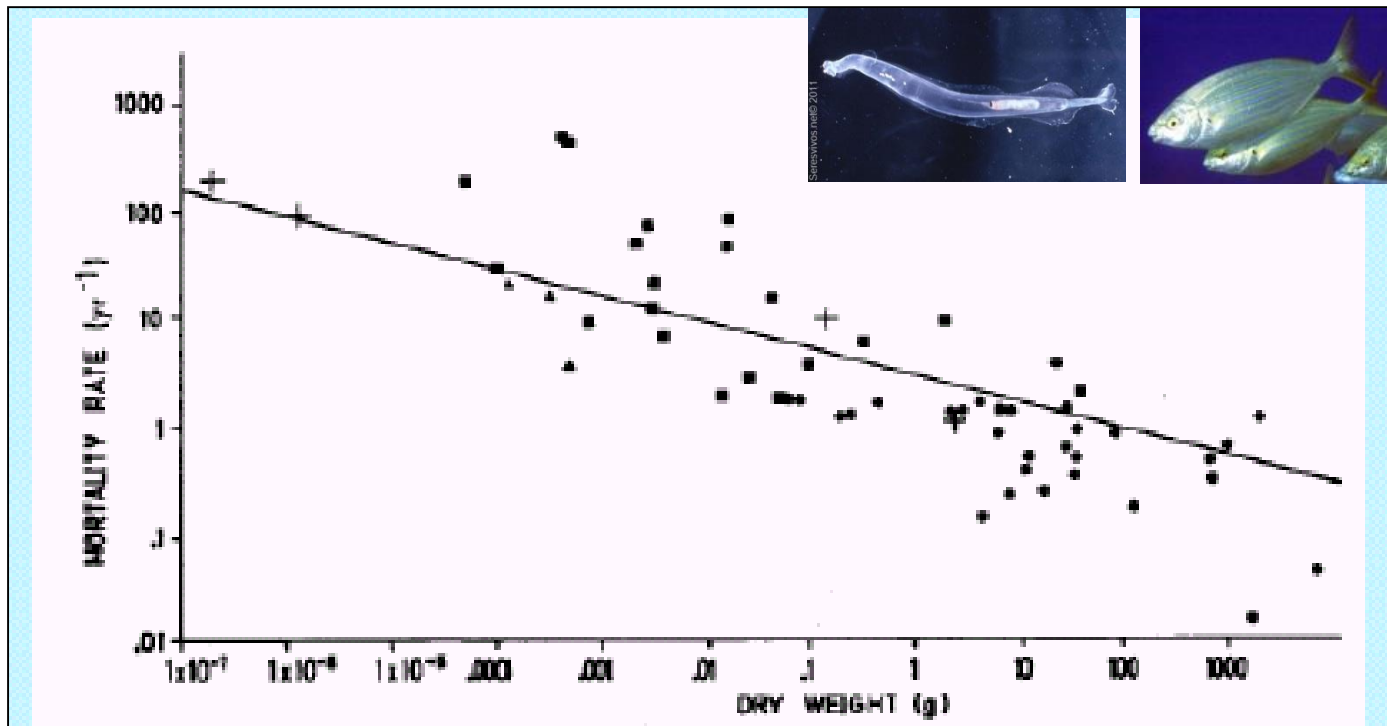
ENTONCES:

- La reproducción es crucial para el mantenimiento de las poblaciones
- Son importantes los procesos que ocurren en las etapas tempranas

FLUCTUACIÓN NATURAL EN POBLACIONES



- Elevada mortalidad en los estadíos tempranos



Instantaneous mortality rates of different species of fish and chaetognaths in relations to body weight. Plus symbols are early life stages of northern anchovy and adults. (from Peterman et al. 1988)

Procesos que afectan mortalidad y crecimiento en peces

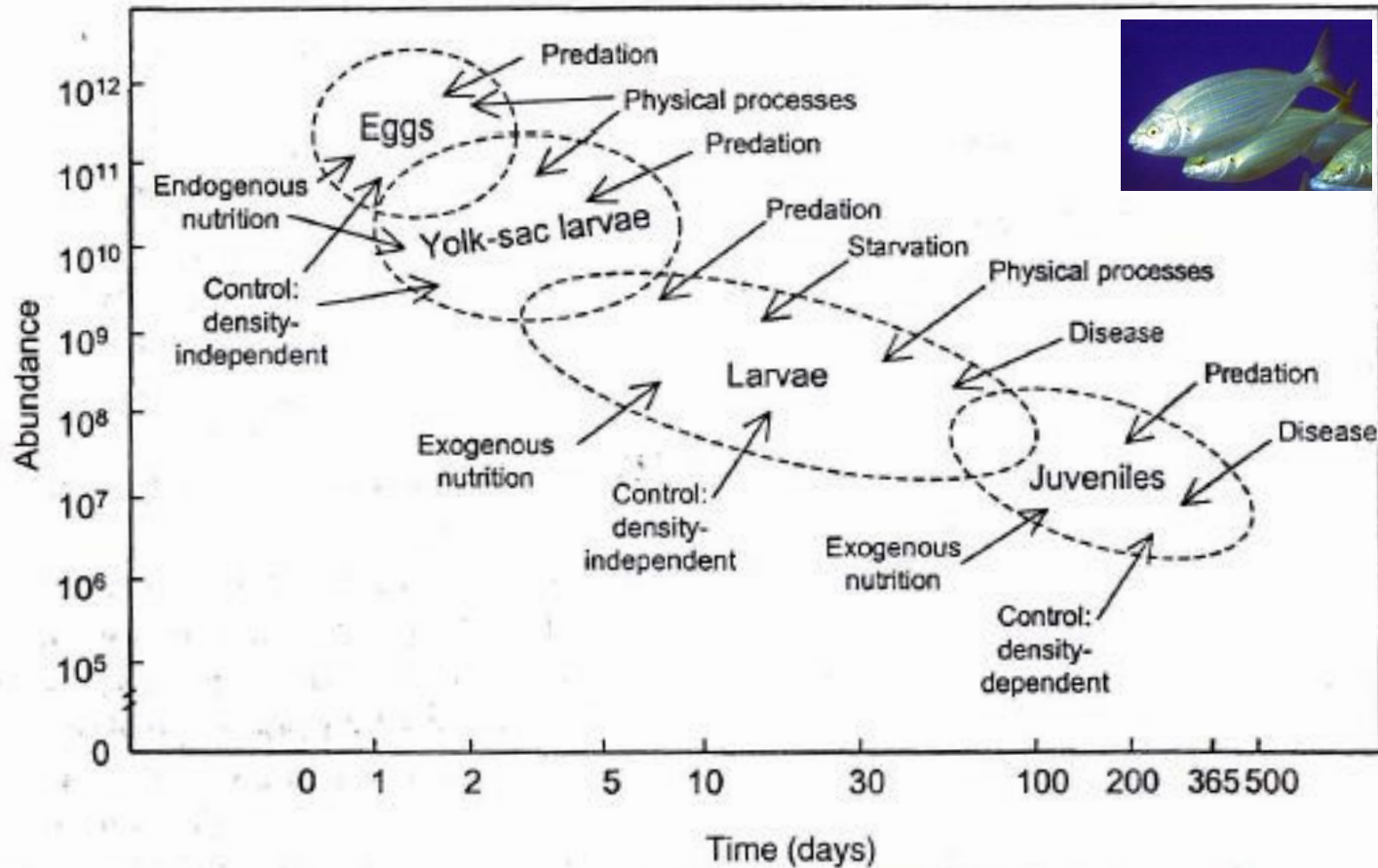
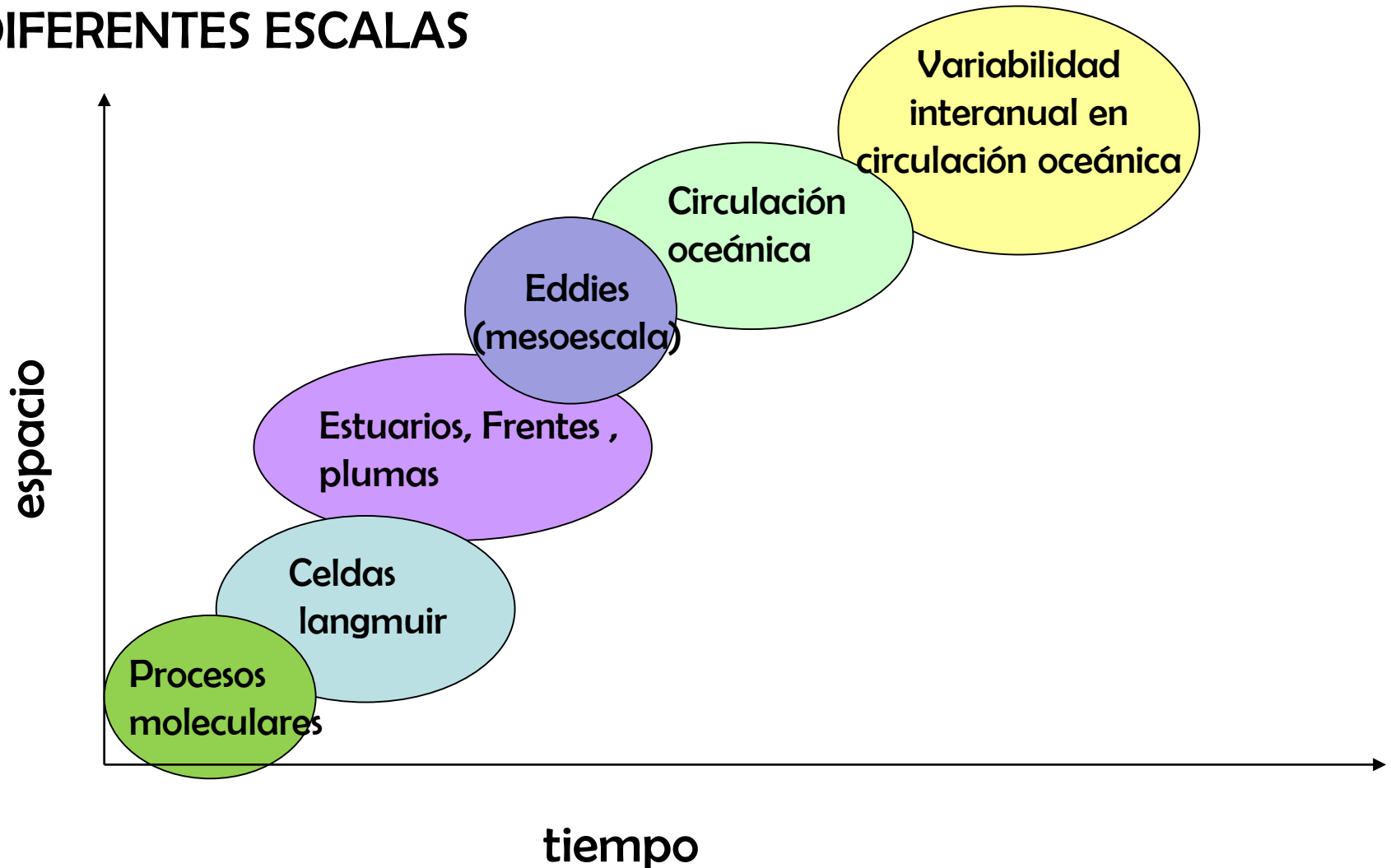


Figure 3.5 Survivorship curve conceptualizing the recruitment process in fishes, including factors that affect mortality and growth. Hypothesized mechanisms of control are indicated (reproduced from Houde 1987 with permission of the American Fisheries Society).

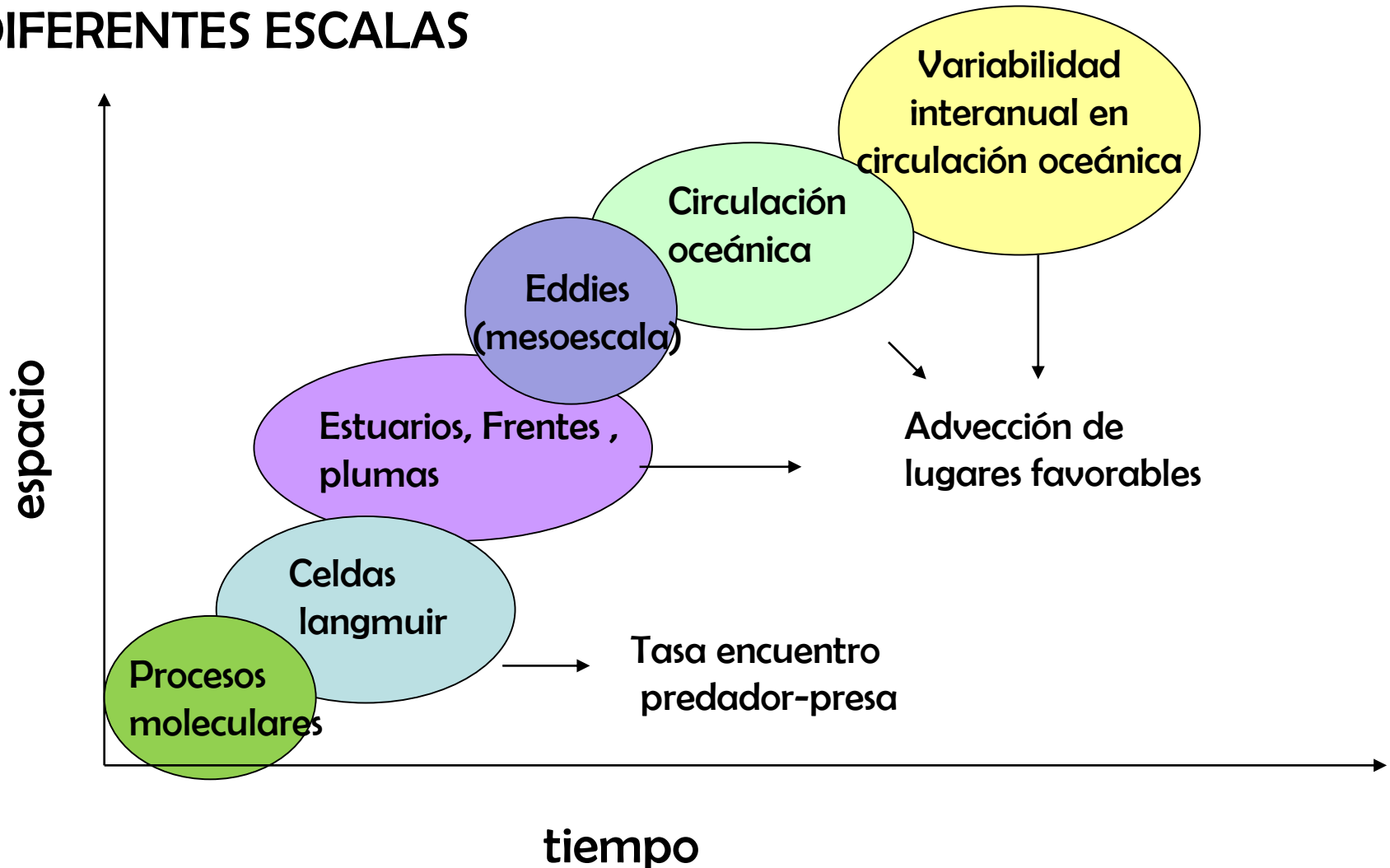
Procesos físicos que contribuyen a la variabilidad en el reclutamiento

DIFERENTES ESCALAS



Procesos físicos que contribuyen a la variabilidad en el reclutamiento

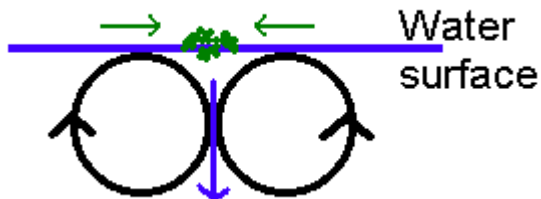
DIFERENTES ESCALAS



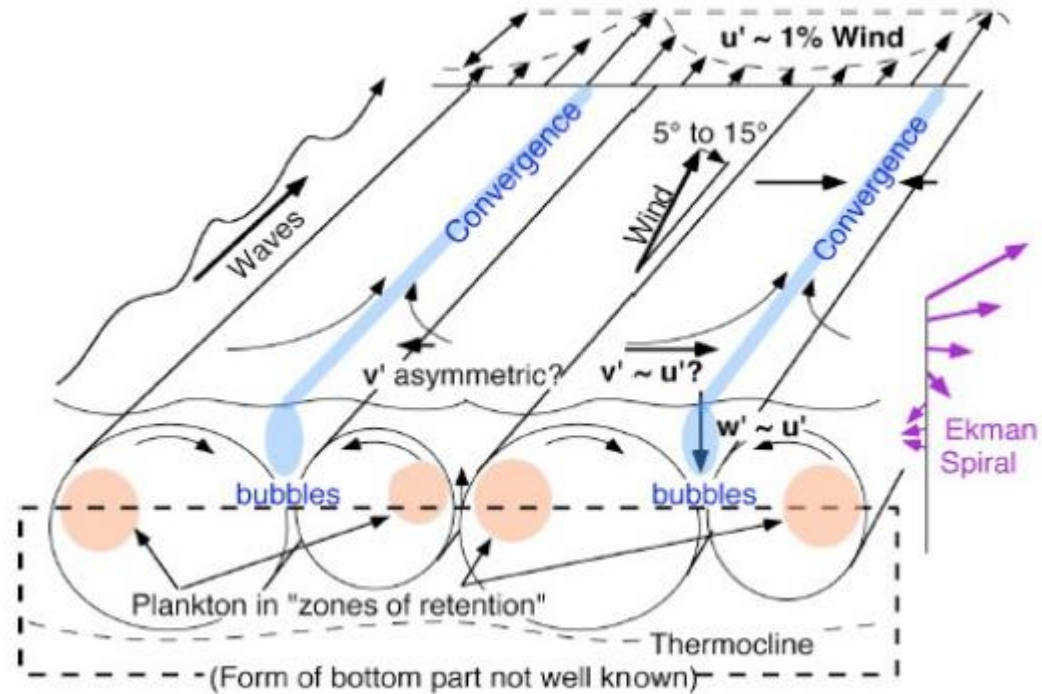
Procesos microescala

MICROTURBULENCIAS

- celdas verticales ~10 m diám.
- varios metros a kilómetros
- dirección que forma un ángulo de entre 0-20 grados a la derecha (izquierda) del viento en el H.N. (H.S)



Celdas de lagmuir



MICROTURBULENCIA

PREDADOR-PRESA

Hipótesis de Tasas de contacto del Plancton



encuentro



ataque



captura



ingestión

MICROTURBULENCIA

PREDADOR-PRESA

Hipótesis de Tasas de contacto del Plancton



encuentro



ataque



captura



ingestión

Rothschild y Osborn proponen que las larvas de peces pueden sobrevivir en condiciones de alimento relativamente bajas, si la tasa de encuentro entre las larvas y sus presas aumenta en función de turbulencia generada por viento, de pequeña escala.

MICROTURBULENCIA

PREDADOR-PRESA

Hipótesis de Tasas de contacto del Plancton
Modelo de Gerritsen-Strickler (1977)



encuentro



ataque



captura



ingestión

Tasa de encuentro (Z) = $D * A$

D = # presas por unidad de largo detectada por el predador

A = velocidad relativa del predador

MICROTURBULENCIA

PREDADOR-PRESA

Modelo de Gerritsen–Strickler (1977)

$$D = \pi R^2 N$$

$$A = (u^2 + 3v^2) / 3v$$

R = radio de contacto del predador (mm)

N = concentración de presas

u = velocidad presa (m s^{-1})

v = velocidad predador (m s^{-1})

Modelo asume:

- la distribución y movimiento del predador y la presa son aleatorios.
- R no es afectado por la velocidad de nado del predador o la presa

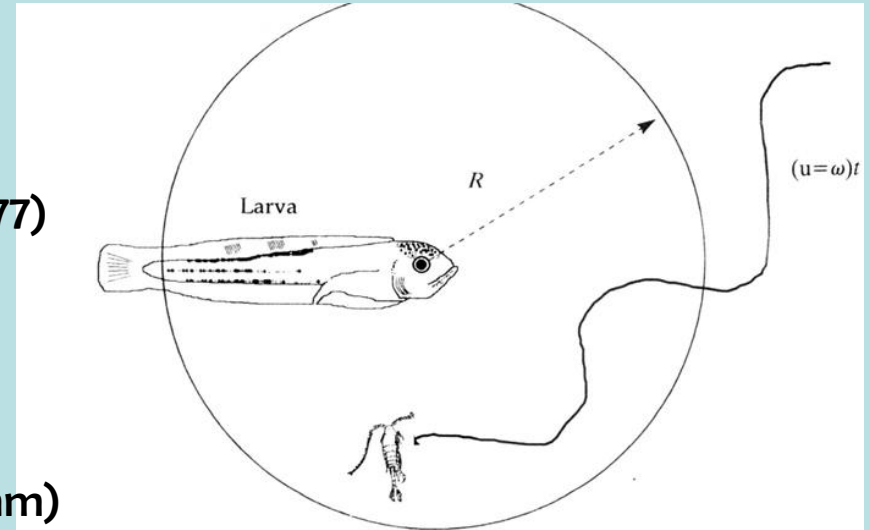


Figure 1 Schematic of the factors necessary for encounter. A larval fish is shown frozen in time. The larvae can see a distance R , which encompasses the area shown in this figure as a circle (note that this representation is highly simplified, as the actual search geometry is 3-dimensional and is likely not to be spherical). A prey organism is initially outside the reactive volume. However, during some period of time, t , it is moved (either under its own locomotion, by turbulence or by a combination of the two) so that it enters the reactive volume, hence leading to an encounter.

MICROTURBULENCIA

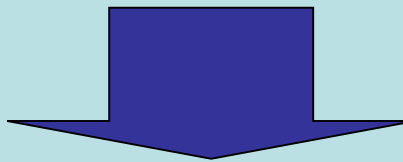
PREDADOR-PRESA + MICROTURBULENCIAS

Modelo de Rothschild y Osborn (1988)

Basado en el modelo de Gerritsen-Strickler

Incluyen en la ecuación de A, un componente que representa a la microturbulencia expresada como velocidad

$$A = (u^2 + 3v^2 + 4w^4) / \sqrt{3(v^2 + w^2)} \quad w = \text{velocidad adicional}$$



las larvas pueden sobrevivir en el mar bajo densidades de alimento inferiores a las esperadas si las tasas de encuentro larvas-presas aumentan como una función a pequeña escala de turbulencia

Procesos mesoescala

ESTUARIOS

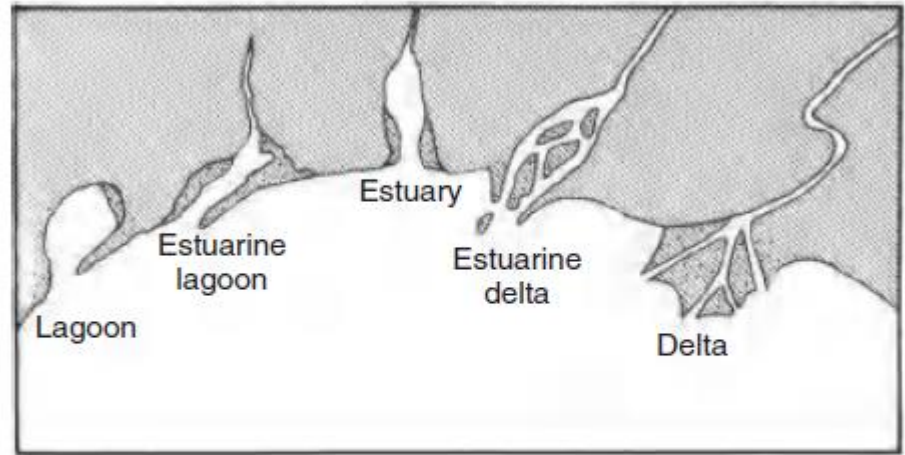


FIGURE 2.2 Schematic representation of the continuum of inlet types from lagoons to deltas. *Source:* Modified from Davies, 1973.

Sistema costero que tiene una conexión restringida con el océano, pero que está conectado al mismo al menos intermitentemente (Day 2013)

un cuerpo de agua costero semi-cerrado que presenta conexión con el mar abierto al menos intermitentemente, y en el cuál la salinidad del agua es distinta de la salinidad del mar abierto adyacente (Tomczack 1998)

Clasificación según origen

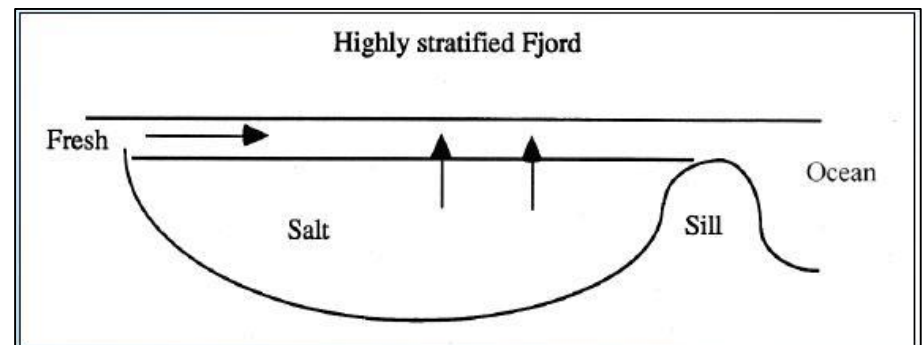
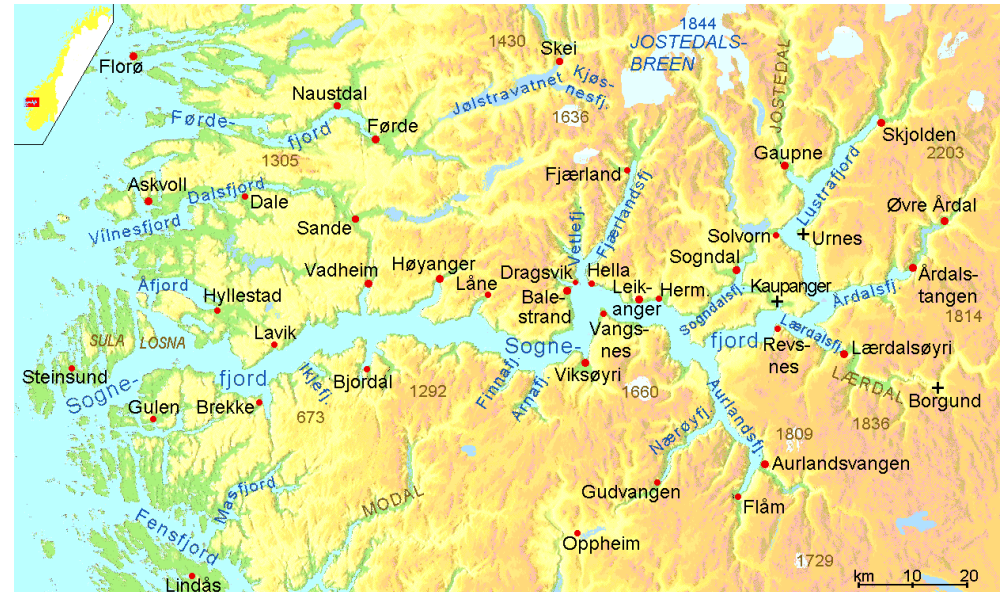
- **Fiordos**
- Estuarios de planicie costera
- *Bar-built*
- Estuarios tectónicos
-



Producidos en la última
glaciación (100.000 -
12.000 años)

Sognefjord, Noruega

- Largo= 205 km
- Zmax= 1308 m
- Zboca= 100m
- Ancho= 4.5 km



Clasificación según origen

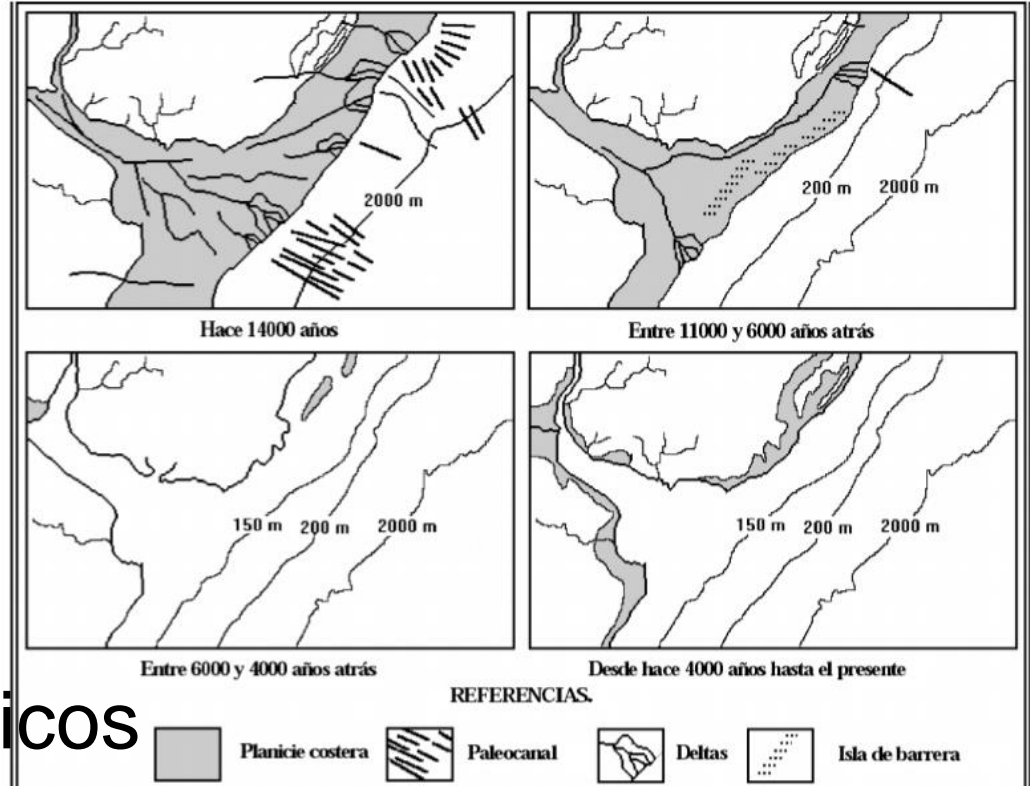
- Fiordos
- **Estuarios de planicie costera**
- *Bar-built*
- Estuarios tectónicos
-

Chesapeake Bay, NWA



Clasificación según origen

- Fiordos
- Estuarios de planicie costera
- *Bar-built*
- Estuarios tectónicos
-



Clasificación según origen

- Fiordos
- Estuarios de planicie costera
 - *Bar-built*
- Estuarios tectónicos
-

Laguna Garzón



Clasificación según origen

- Fiordos
- Estuarios de planicie costera
 - *Bar-built*
- **Estuarios tectónicos**
-

San Francisco Bay



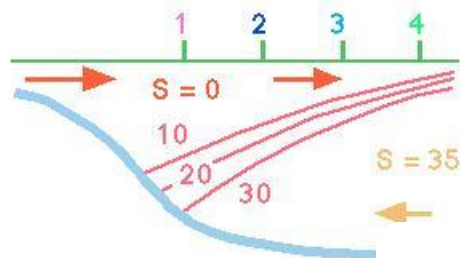
Clasificación según características hidrográficas

Según la razón entre el volumen de descarga del río durante un ciclo de marea (R) y el volumen de marea (V)

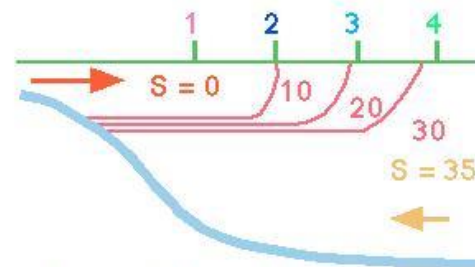
- Estuario de cuña salina
- Estuario altamente estratificado
- Estuario levemente estratificado
- Estuario mezclado verticalmente
- Estuario inverso

Agua dulce vs agua salada

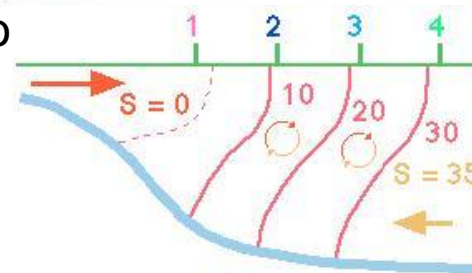
R (volumen descarga río)



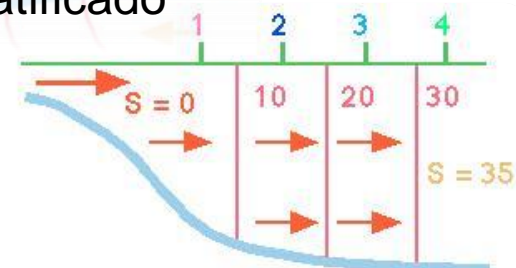
Cuña salina



muy estratificado



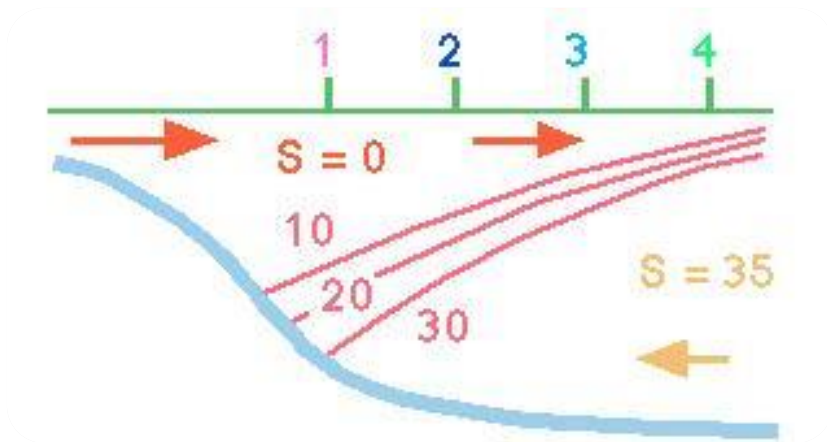
Poco estratificado



Mezclado verticalmente

V (volumen marea)

R (volumen descarga río)



Cuña salina

$R \gg V$



V (volumen marea)

R (volumen descarga río)



$$R > V$$

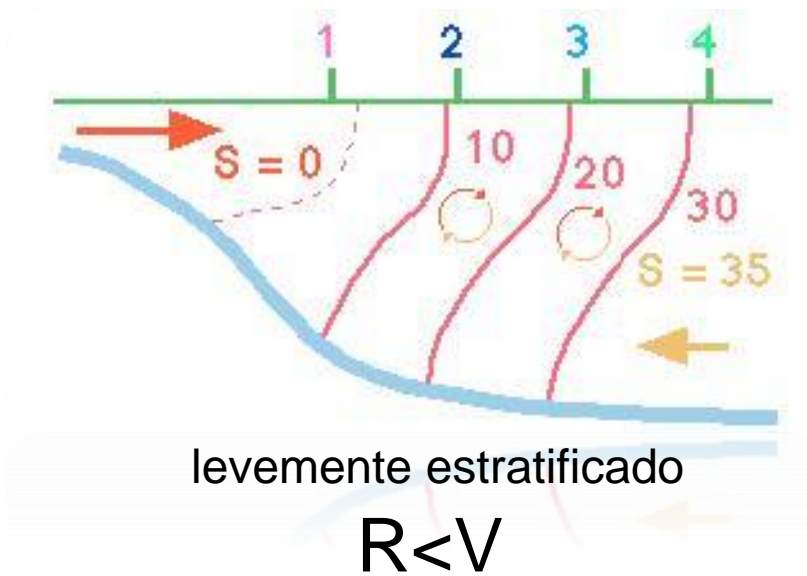
Fiordo,
Noruega



V (volumen marea)

R (volumen descarga río)

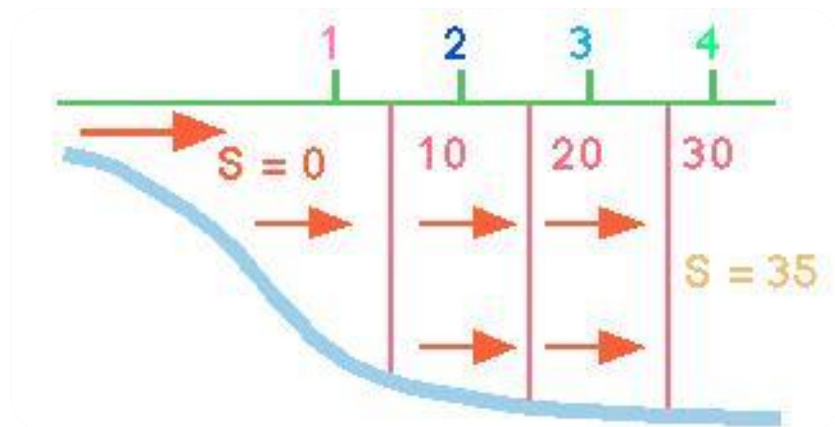
V (volumen marea)



R (volumen descarga río)



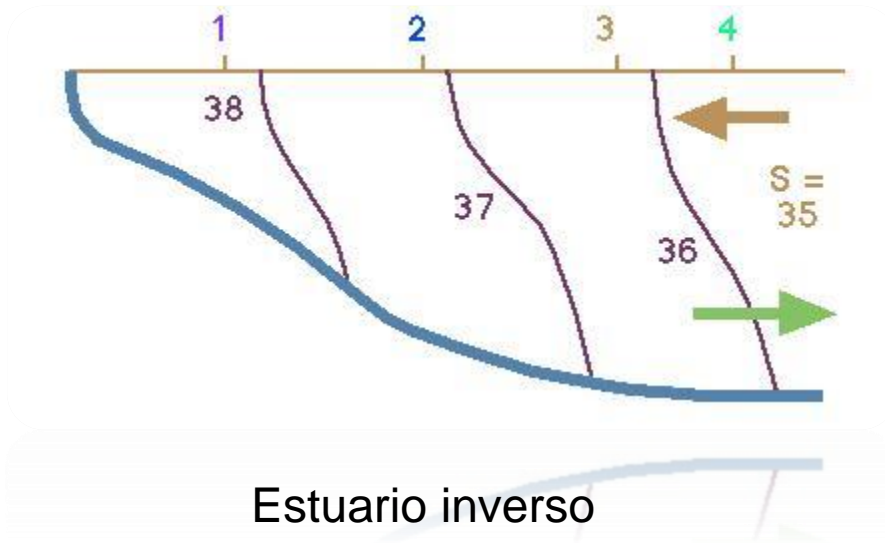
Severn, UK



$R \ll V$

Mezclado verticalmente

V (volumen marea)



Sin descarga al
menos
temporalmente

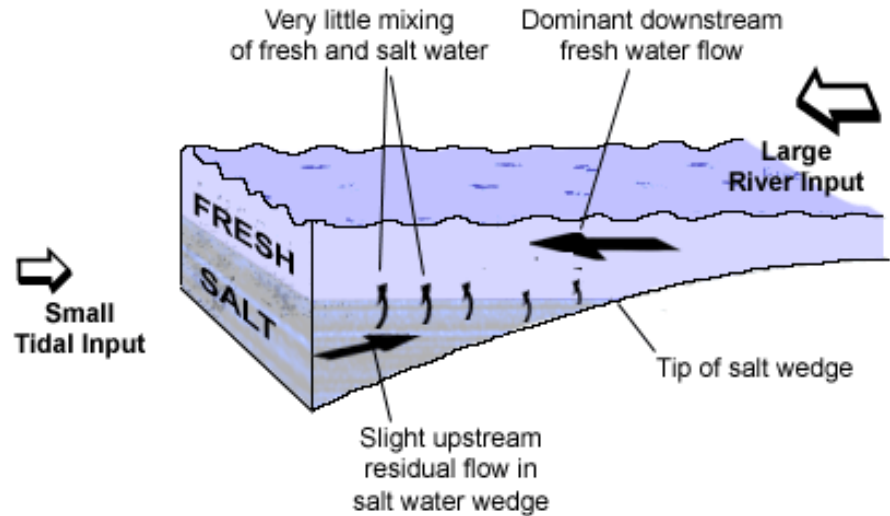
Estuario intermitente:

Es cuando pasa a no tener descarga y
luego de Fuertes precipitaciones queda
muy estratificado (varía temporalmente)

Procesos mesoescala

CIRCULACION ESTUARINA

http://tallex.at.fcen.uba.ar/index_archivos/image271.gif



A Salt Wedge Estuary

ESTUARIO: AREAS DE CRIA DE ALGUNAS ESPECIES

Mayor produccion

Refugio predadores

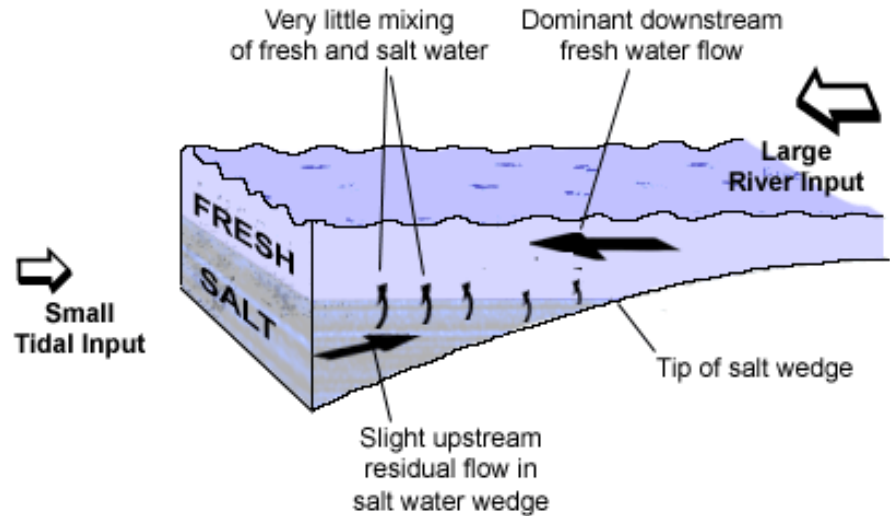
Especies anadromas/catadromas



Procesos mesoescala

CIRCULACION ESTUARINA

http://tallex.at.fcen.uba.ar/index_archivos/image271.gif



A Salt Wedge Estuary

ESTUARIO: AREAS DE CRIA DE ALGUNAS ESPECIES

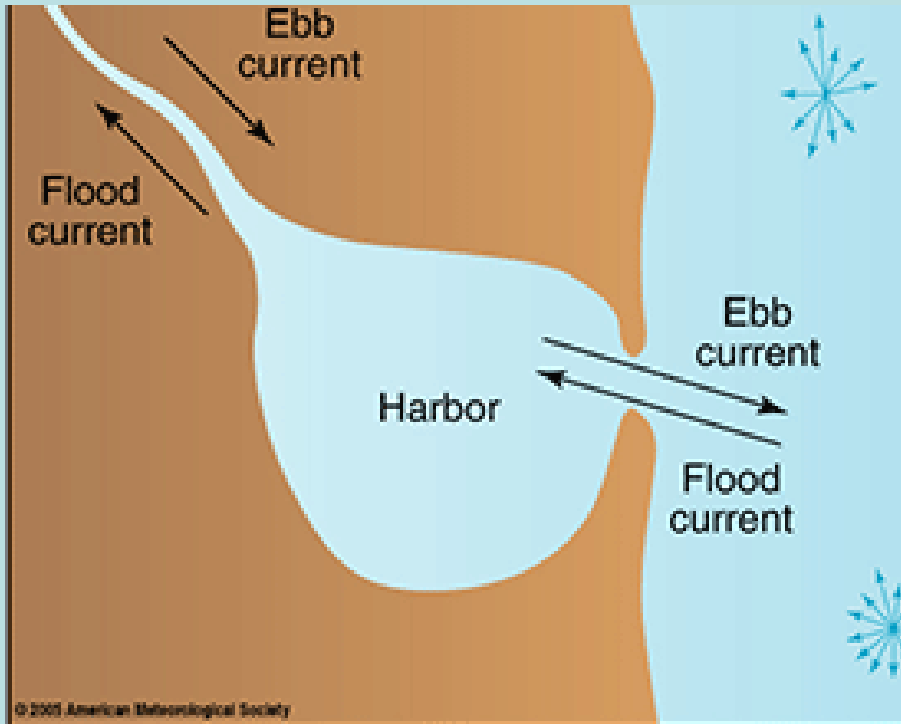
Mayor produccion

Refugio predadores

Especies anadromas/catadromas



CIRCULACION ESTUARINA + MAREAS



MICROMAREAS (<1m)

MESOMAREAS (<2m)

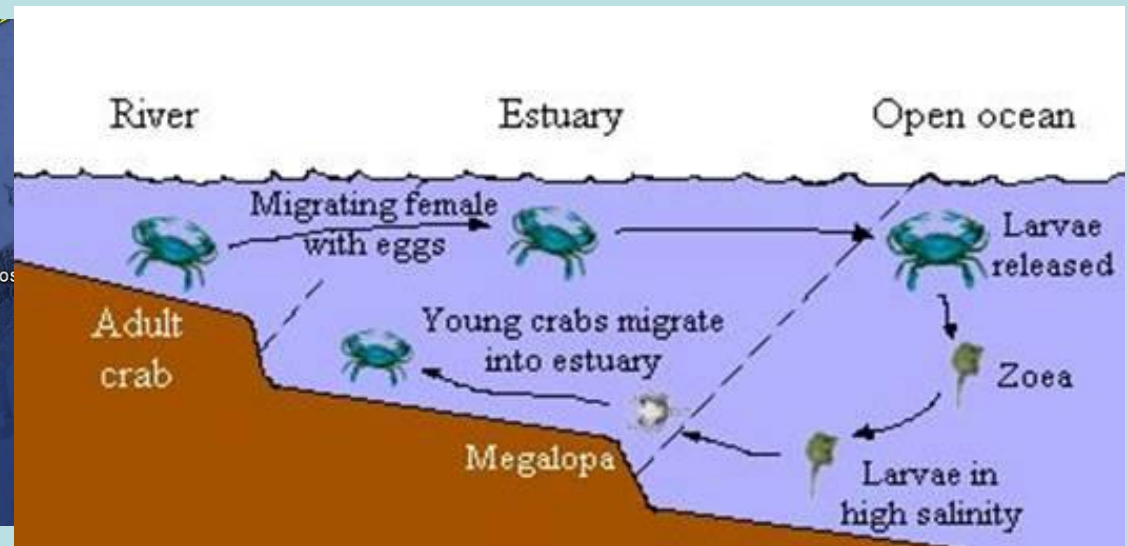
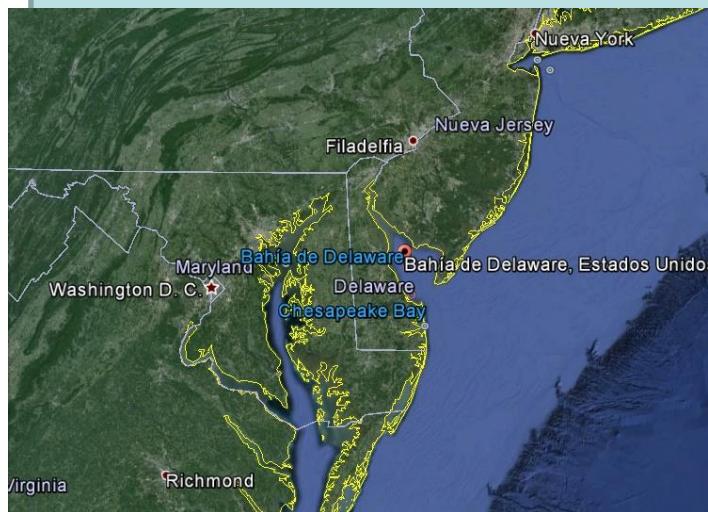
MACROMAREAS (>3m)

- Diferentes corrientes asociadas a mareas altas/bajas
- A mayor amplitud de marea, mayor el efecto
- Los organismos hacen uso selectivo de estas corrientes (selective tidal stream)



Ejemplo: cangrejo siri (*Callinectes sapidus*)

- Migraciones verticales de las larvas y megalopas para entrar al estuario y mantenerse en el (Natunewicz et al 2001). Delaware Bay, USA.
- Uso de corrientes de marea por hembras ovígeras para moverse dentro del estuario (Carr et al. 2004).

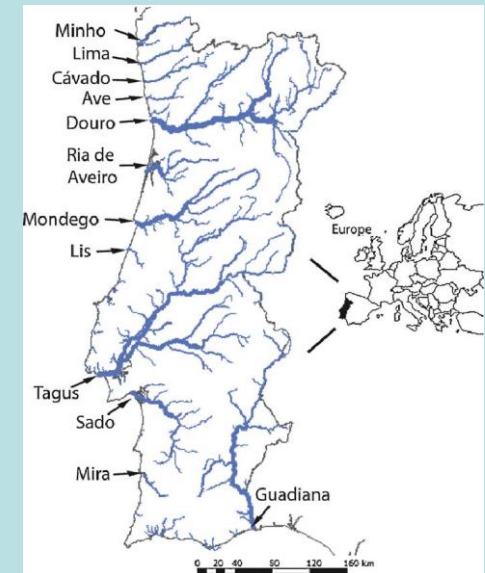
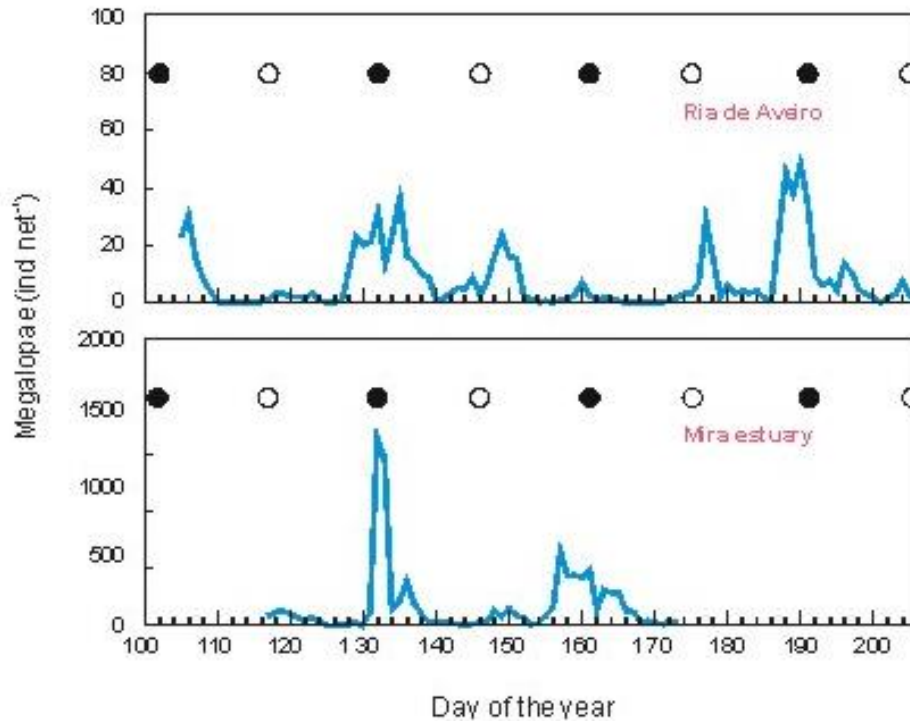


Ejemplo Reclutamiento larval en estuarios:

- Selective tidal stream (STS)



Portugal, mareas semi-diurnas, 3 m de amplitud (ambiente macro-mareal)



- Megalopas de *Carcinus maenas* usa las diferentes corrientes generadas por la variación de la marea para ingresar a los estuarios
- Mareas: periódicas

Queiroga et al 2006

Ejemplo Reclutamiento larval en estuarios:

Es menos conocido lo que ocurre en ambientes con escasa influencia de la marea

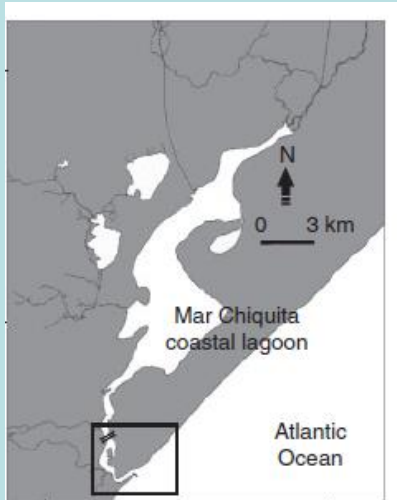


Necesidad de realizar estudios a nivel local para entender los mecanismos que operan



GESTIÓN ADECUADA DE NUESTROS RECURSOS

Ejemplo Reclutamiento larval en estuarios:



Argentina, Ambiente micromareal

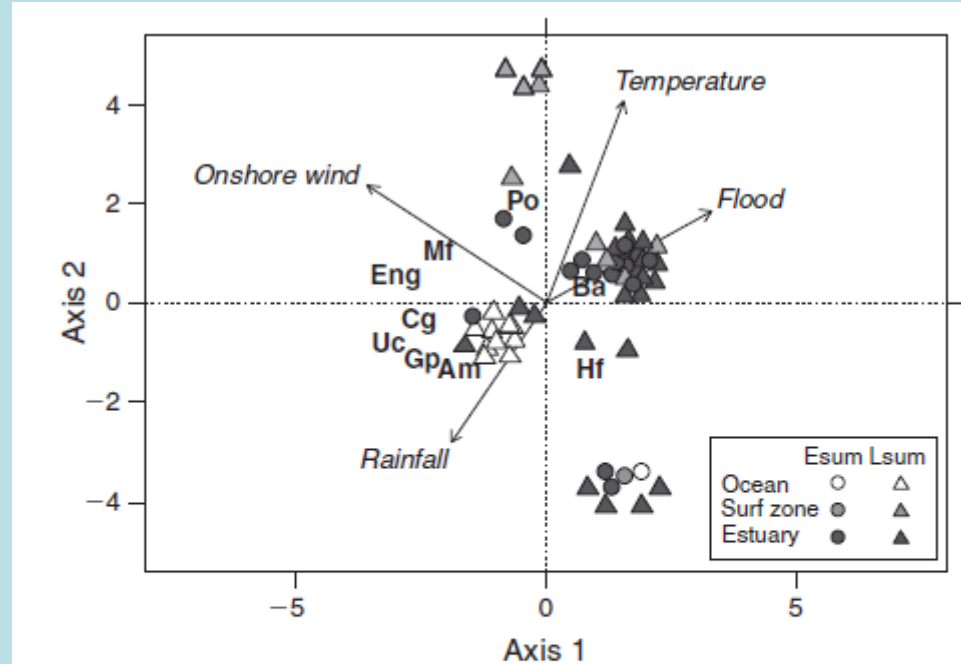
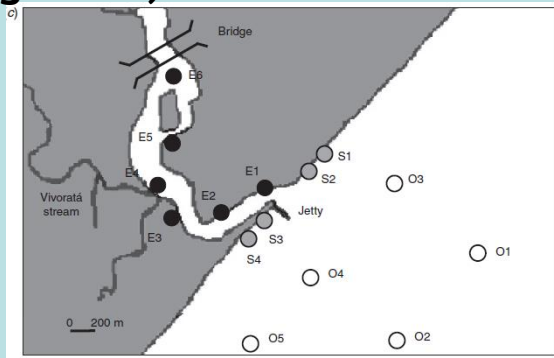


Fig. 7. Ordination diagram (triplet) of the CCA analysis. Arrows represent environmental variables. Principal species incorporated in CCA are abbreviated as: Ba, *Brevoortia aurea*; Eng, Engraulidae family; Hf, *Hyleurochilus fissicornis*; Mf, *Micropogonias furnieri*; Po, *Paralichthys orbignyanus*; Am, *Anchoa marinii*; Gp, *Gobiosoma parri*, Cg, *Cynoscion guatucupa* and Uc, *Umbrina canosai*.

Dir. Viento, Temperatura, estado de la marea, precipitaciones: fictivas
 Dirección del viento presenta mayor importancia (onshore, > 10 m/s)
 Viento: poco predecible

CIRCULACIÓN ESTUARINA



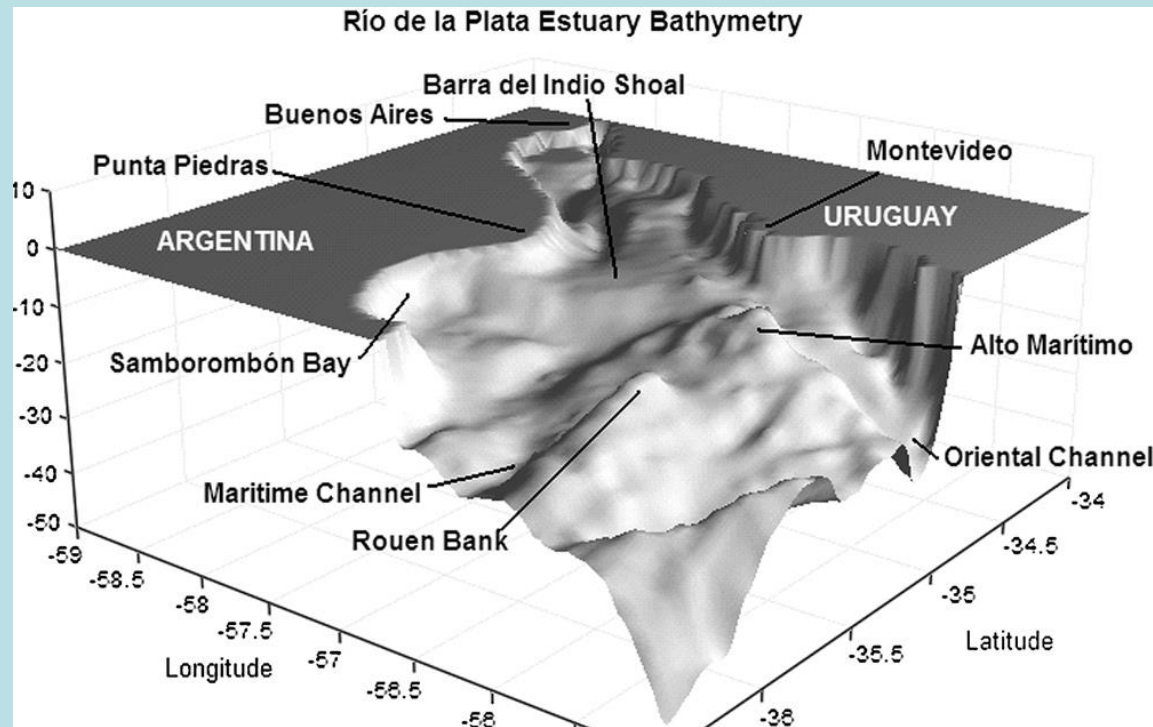
Ejemplo: corvina en Río de la Plata

Modelo de dispersión/retención larval

- Dinámica Río de la Plata muy relacionada con viento.
- Mucha variabilidad de dirección del viento a una escala intra-estacional.
 - Varía principalmente entre los componentes N y S
- Aplican simulaciones numéricas en el cuál partículas neutras (simulan H y L de peces) del frente salino de fondo son dirigidas por diferentes condiciones de viento (en una escala intra-estacional).

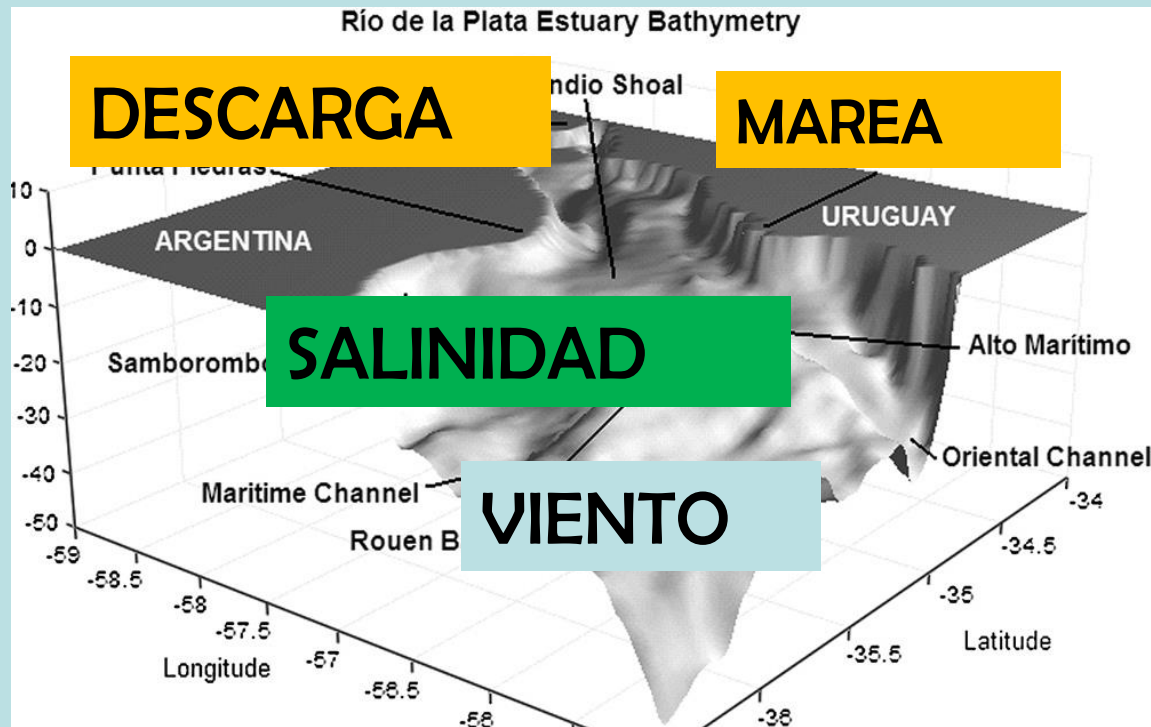
CIRCULACIÓN ESTUARINA

Ejemplo: corvina en Río de la Plata

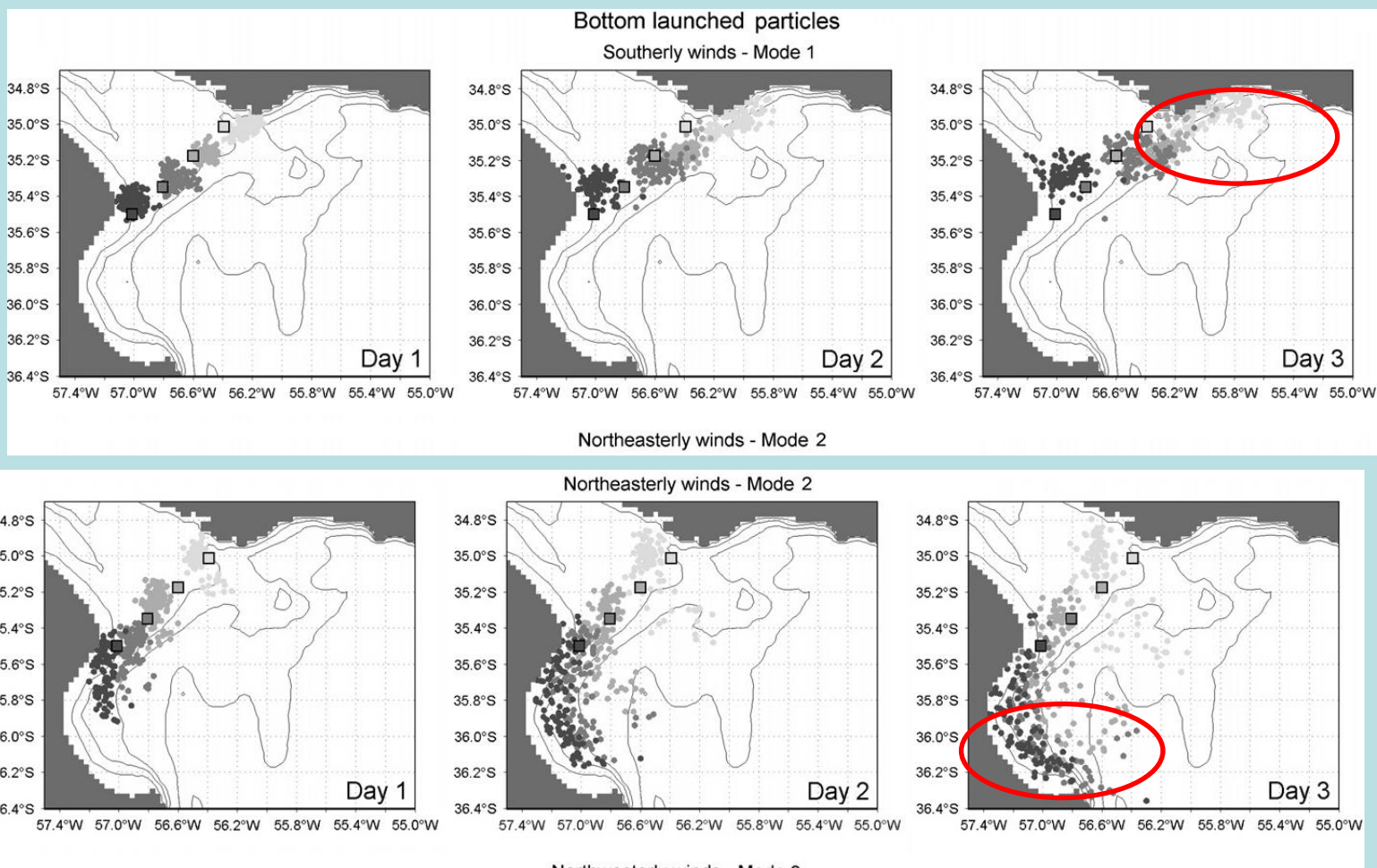


CIRCULACIÓN ESTUARINA

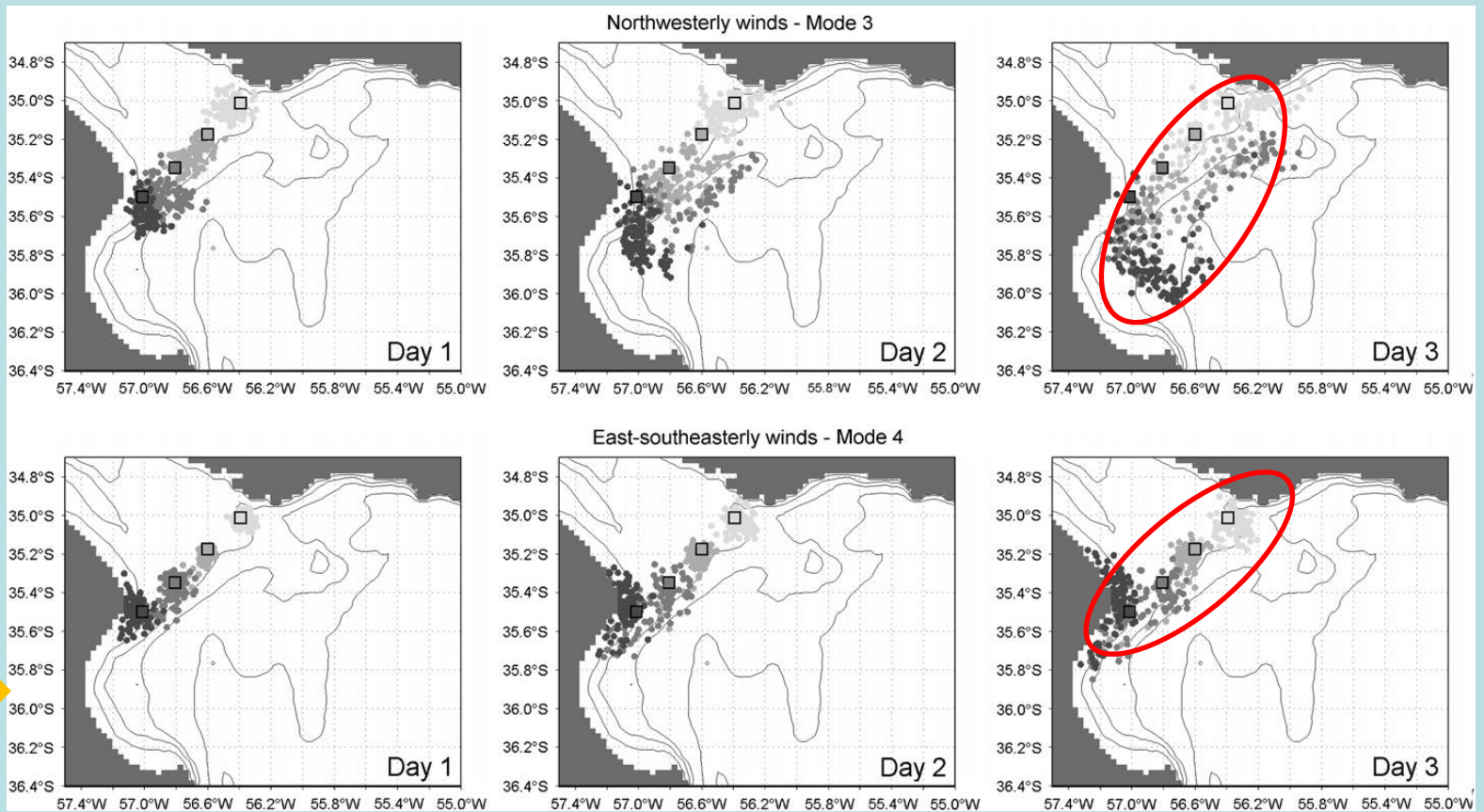
Ejemplo: corvina en Río de la Plata



Resultados bajo \neq condiciones de viento



Resultados bajo \neq condiciones de viento



Los H se mantienen cerca de la posición inicial o se distribuyen a lo largo de la barra del indio

Simioniato et al. 2007

Procesos mesoescala

DESCARGAS RIOS/PLUMAS

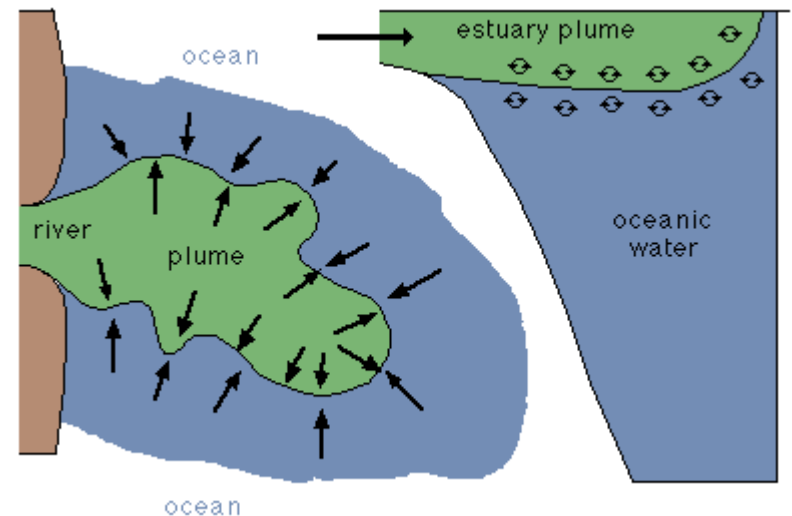


Rio de la Plata, Uruguay



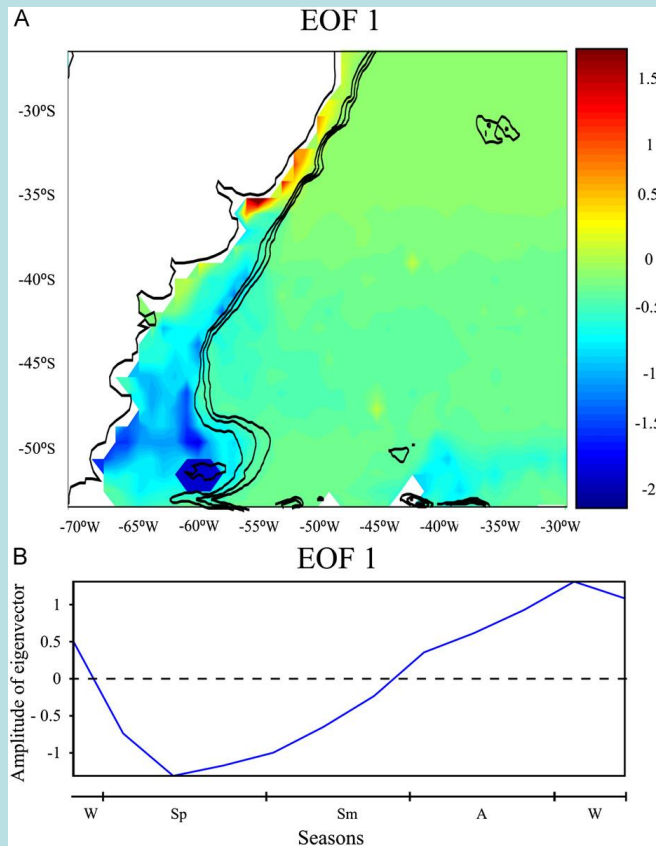
Rio Motueka, Nueva Zelanda

- Estabiliza columna de agua
- Exporta nutrientes desde la cuenca



DESCARGAS RIOS/PLUMAS

PLUMA RIO DE LA PLATA



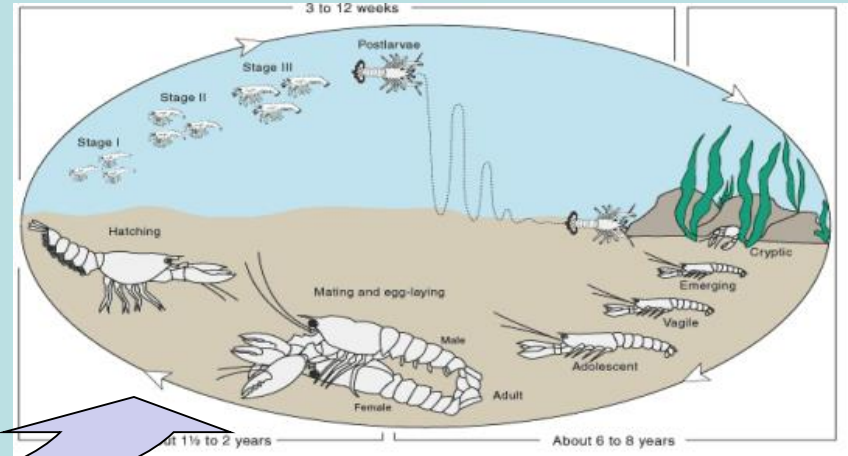
Mayor clorofila-a en invierno

Menor clorofila-a en verano (estratificación impide recarga de nutrientes)

Machado et al. (2013)

DESCARGAS RIOS/PLUMAS

Langosta americana (*Homarus americanus*)



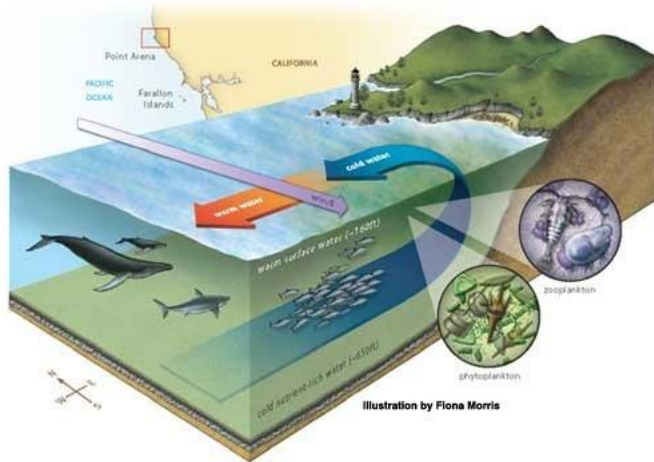
Mayor reclutamiento cuando ocurrió mayor descarga en el Golfo St. Lawrence, Canadá.

Mayor productividad → mayor reclutamiento

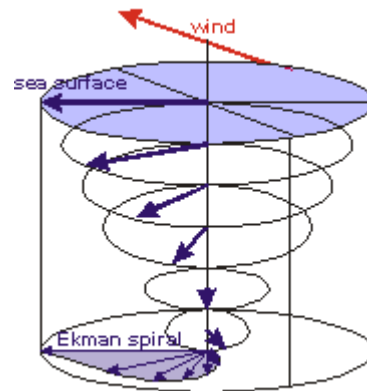
Sutcliffe (1973)

Procesos mesoescala

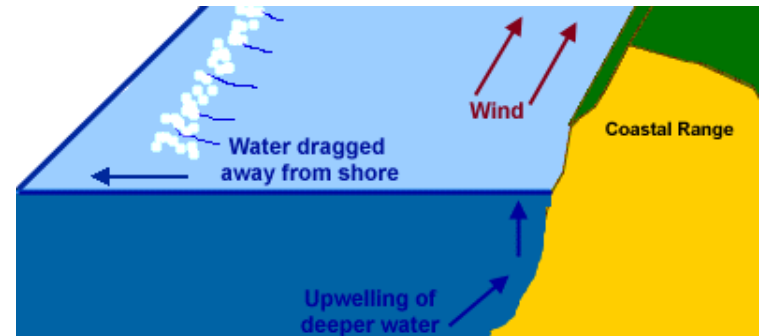
- **SURGENCIAS**



Hemisferio Norte



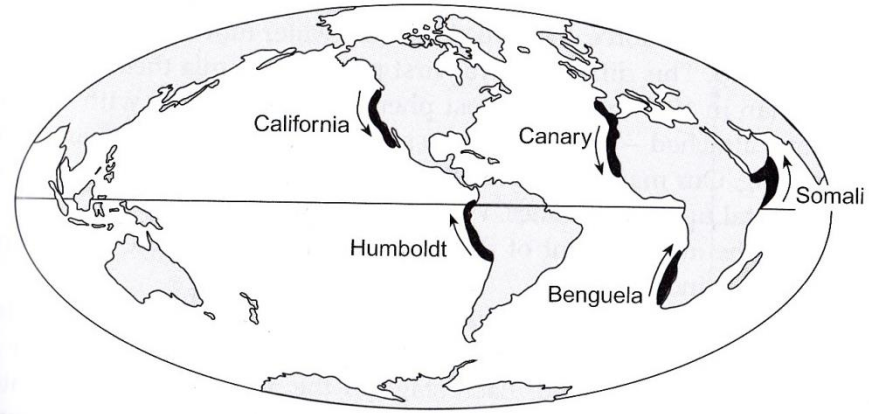
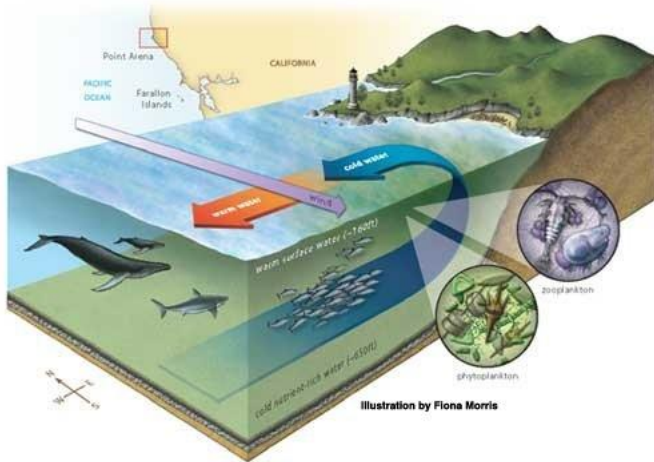
Southern Hemisphere



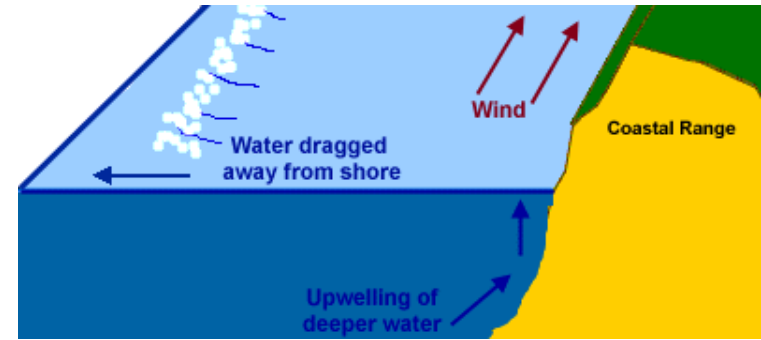
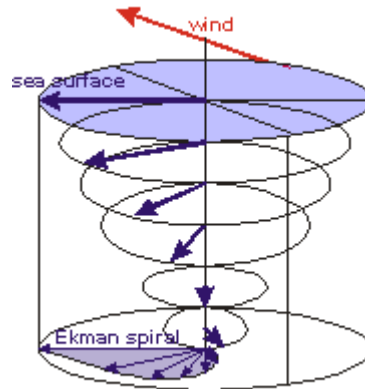
Hemisferio Sur

Procesos mesoescala

- **SURGENCIAS**



Hemisferio Norte

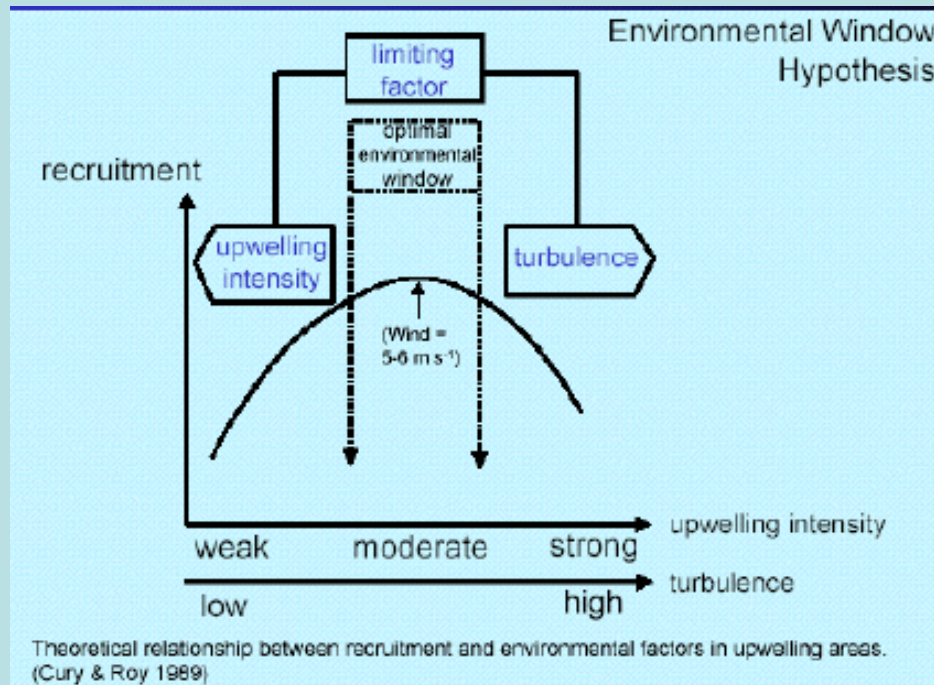


Hemisferio Sur

SURGENCIAS

Cury y Roy (1989). Hipótesis ventana ambiental óptima (peces)

Evaluar reclutamiento de anchoita peruana *Engraulis ringens* y la sardina del pacífico *Sardinops sagax* vs intensidad de surgencia



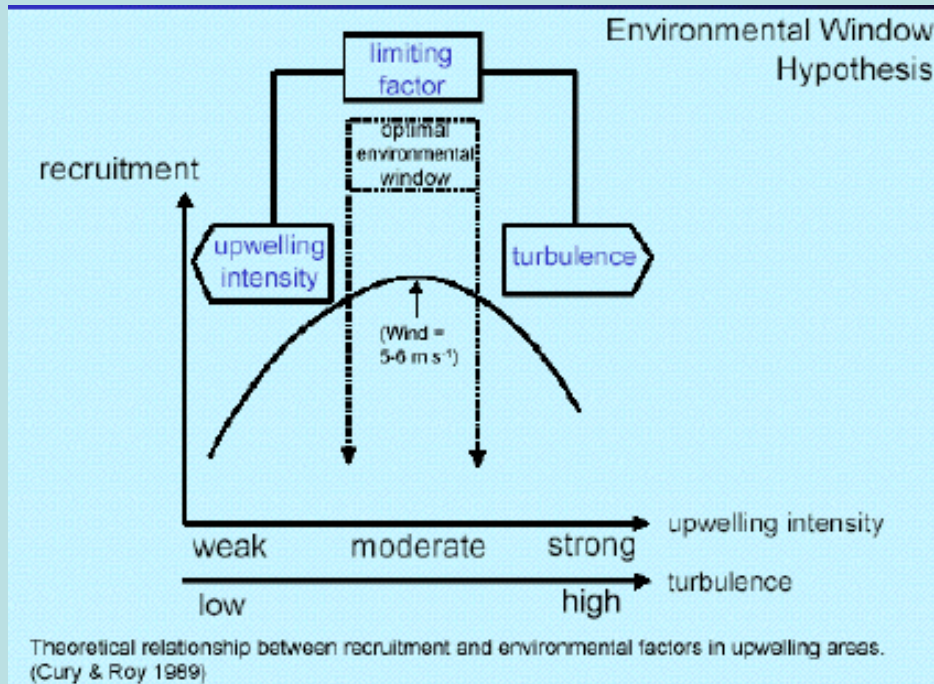
Incremento de la intensidad de la surgencia de débil a moderado ($5-6 \text{ m s}^{-1}$) tiene un efecto positivo sobre el reclutamiento (> disponibilidad alimento)

Una surgencia fuerte tendría un efecto negativo en el reclutamiento

SURGENCIAS

Cury y Roy (1989). Hipótesis ventana ambiental óptima (peces)

¿Porqué?



Mayor producción – mayor disponibilidad de alimento

Mayor alimentación por microturbulencias

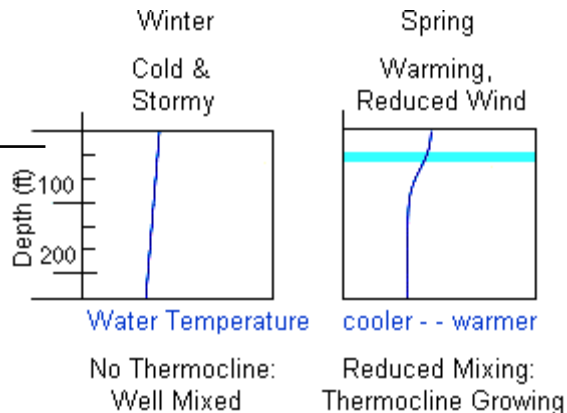
Mayor ocurrencia de períodos calmos (menor a 10 m s⁻¹ por 4 días)

Procesos mesoescala

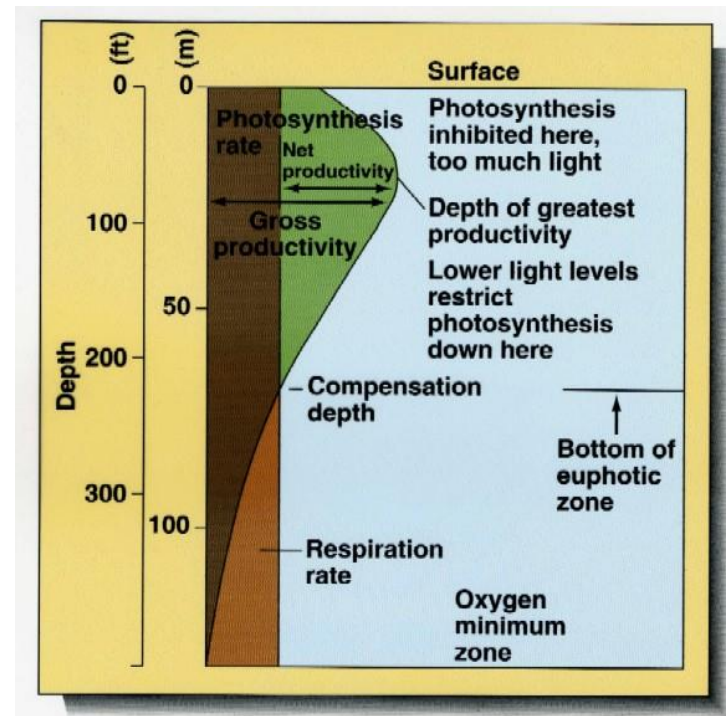
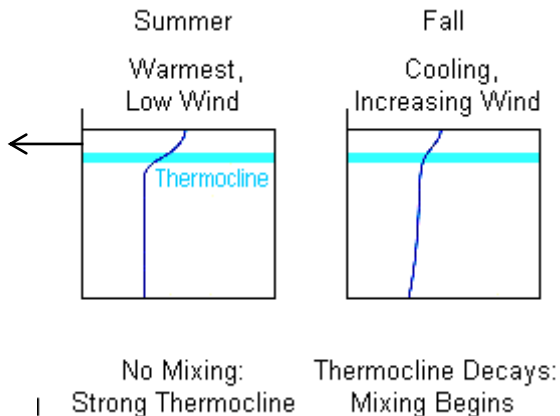
- Ciclo de estabilidad de la columna de agua y su relación con la producción primaria en ambientes SUBTROPICALES Y TEMPLADOS

Ambientes templados:

Capa mezcla profunda

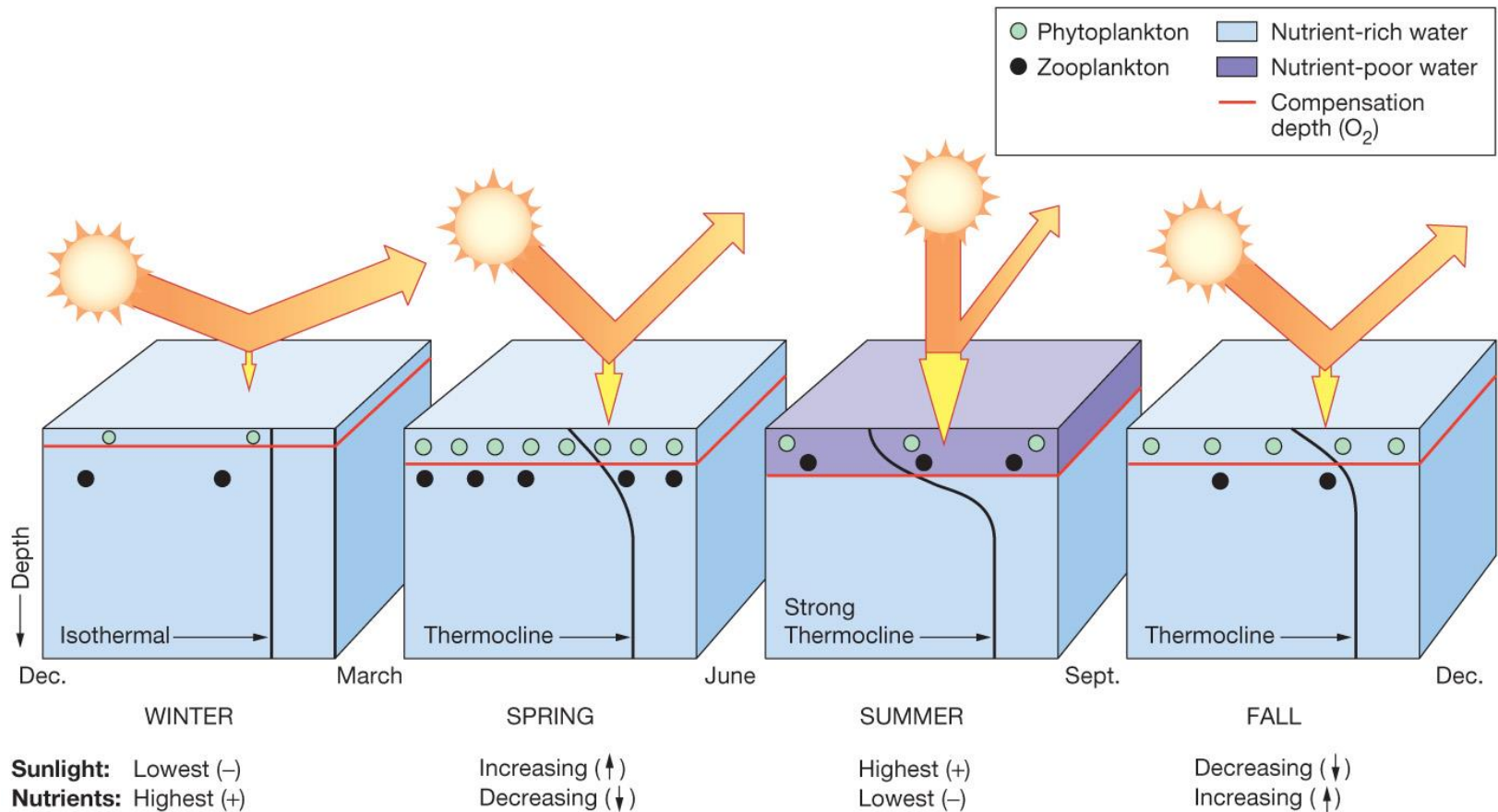


Capa mezcla somera (estratificación)



Procesos mesoescala

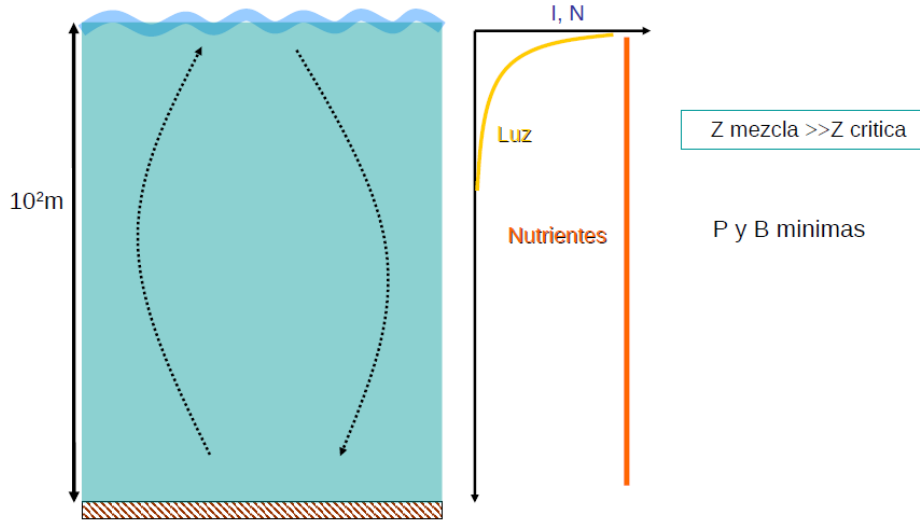
- Estabilidad de la columna, luz y nutrientes modulan la producción primaria en ambientes SUBTROPICALES Y TEMPLADOS



(b)

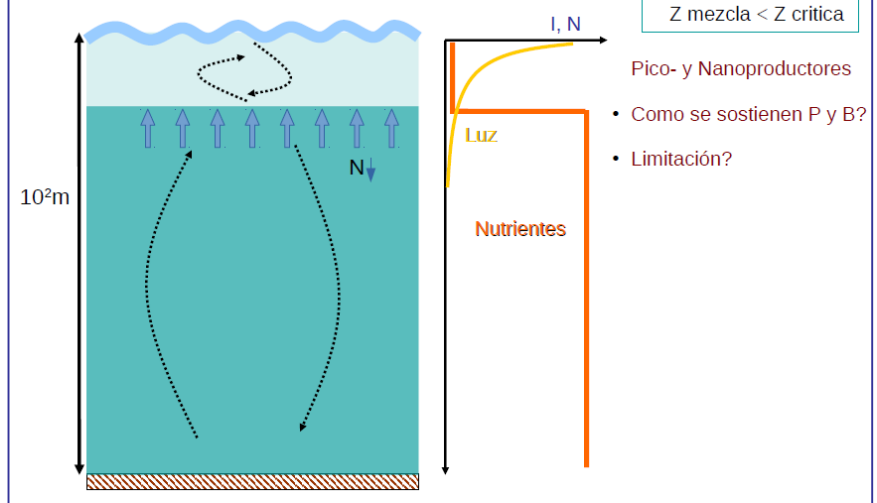
Situación: Fuerte mezcla

Restricciones producción, nivel de biomasa y tipo productores



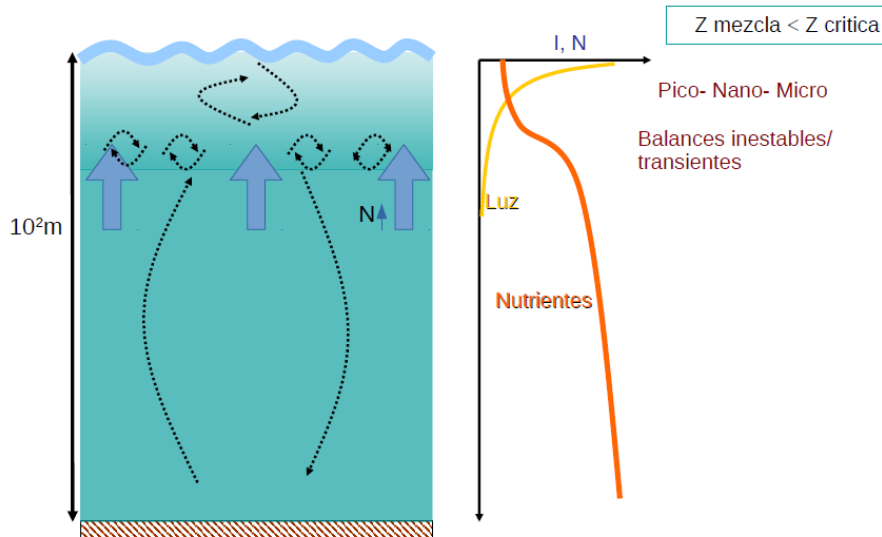
Situación: Fuerte estratificación

Restricciones producción, nivel de biomasa y tipo productores



Situación: Débil estratificación

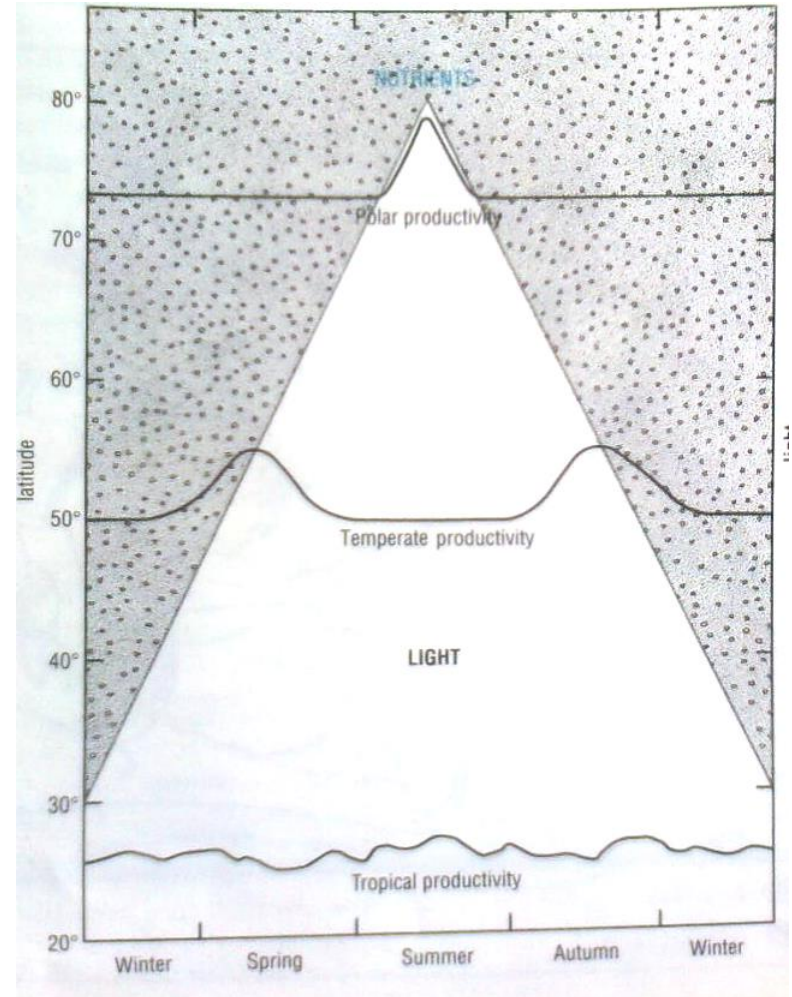
- Restricciones producción, nivel de biomasa y tipo productores



(Tomada del módulo El Niño- D. Calliari)

VARIACION ESTACIONAL PRODUCTIVIDAD

- Existen variaciones latitudinales y estacionales en la productividad debido a diferencias en la disponibilidad de luz y nutrientes
- Producción primaria: tasa a la cual la energía es almacenada como materia orgánica
- El incremento en la productividad primaria conlleva a aumento en la biomasa de fitoplancton



HJORT (1914) TEORÍA DEL PERÍODO CRÍTICO

- Peces desovan momentos y lugares relativamente fijos (clase anterior)
- Puede ocurrir mortalidad masiva de las larvas que consumieron el vitelo y pasan a tener alimentación exógeno
- Esta mortalidad ocurre si no encuentran el alimento adecuado

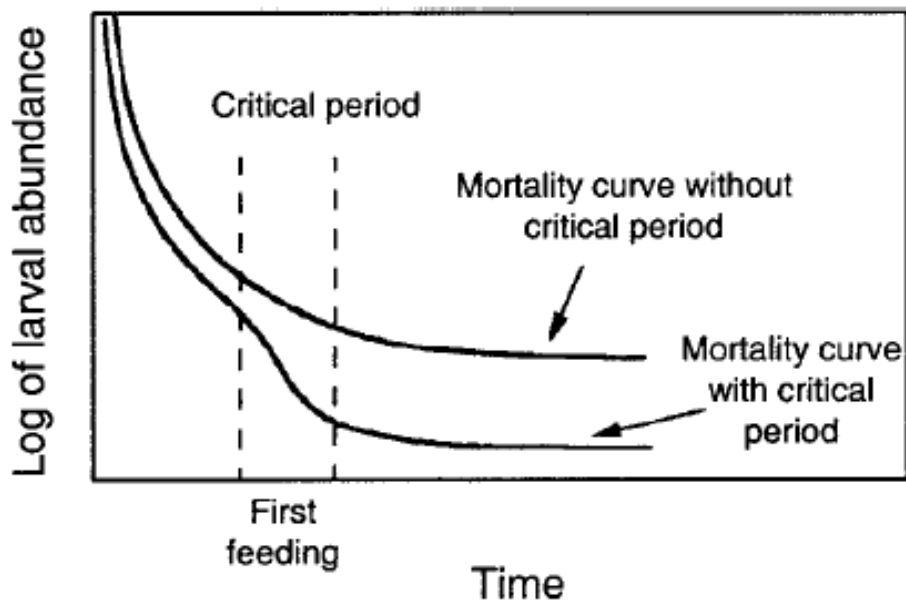


Figure 4.2 Schematic representation of Hjord's Critical Period Hypothesis illustrating the link between survival at the time of first feeding and subsequent year-class success (from Leggett & Deblois 1994 with permission from Elsevier Science)

VARIACION ESTACIONAL PRODUCTIVIDAD

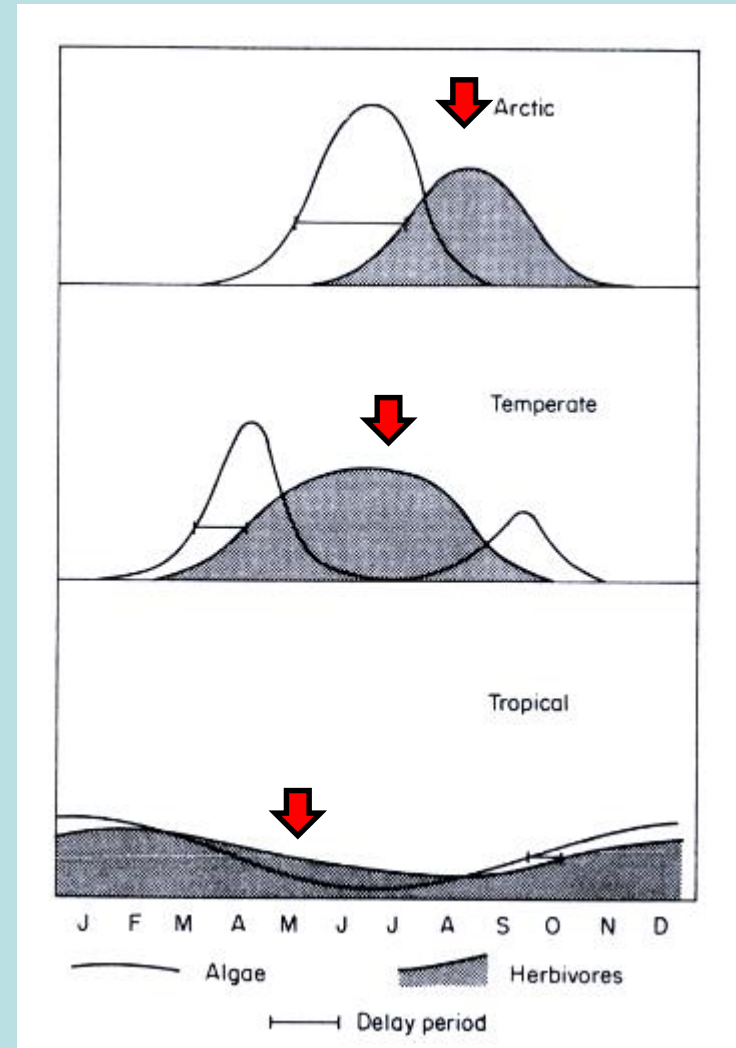
Cushing 1975. Hipótesis ajuste/desajuste (peces).

- Existen variaciones latitudinales y estacionales en la productividad debido a diferencias en la disponibilidad de luz y nutrientes

- Producción primaria: tasa a la cual la energía es almacenada como materia orgánica

- Los procesos biológicos pueden modificar la producción primaria

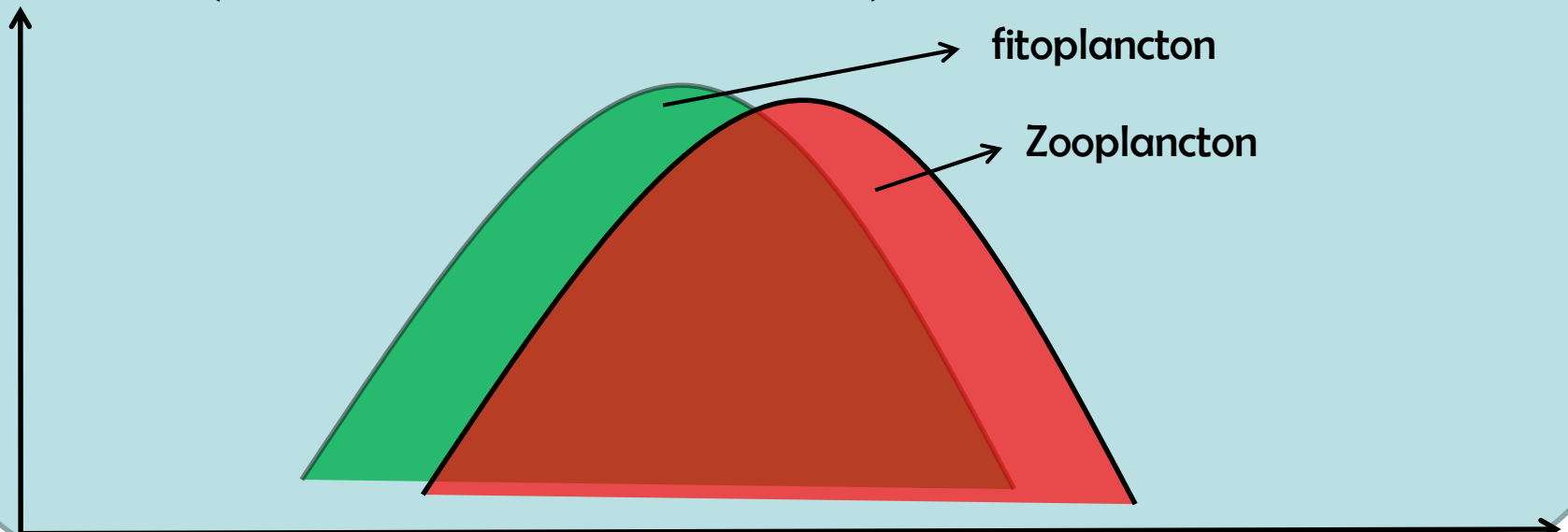
- Los propios productores primarios compiten por los recursos
 - Herbivoría



Cushing 1975

CUSHING (1975) TEORÍA AJUSTE/ DESAJUSTE

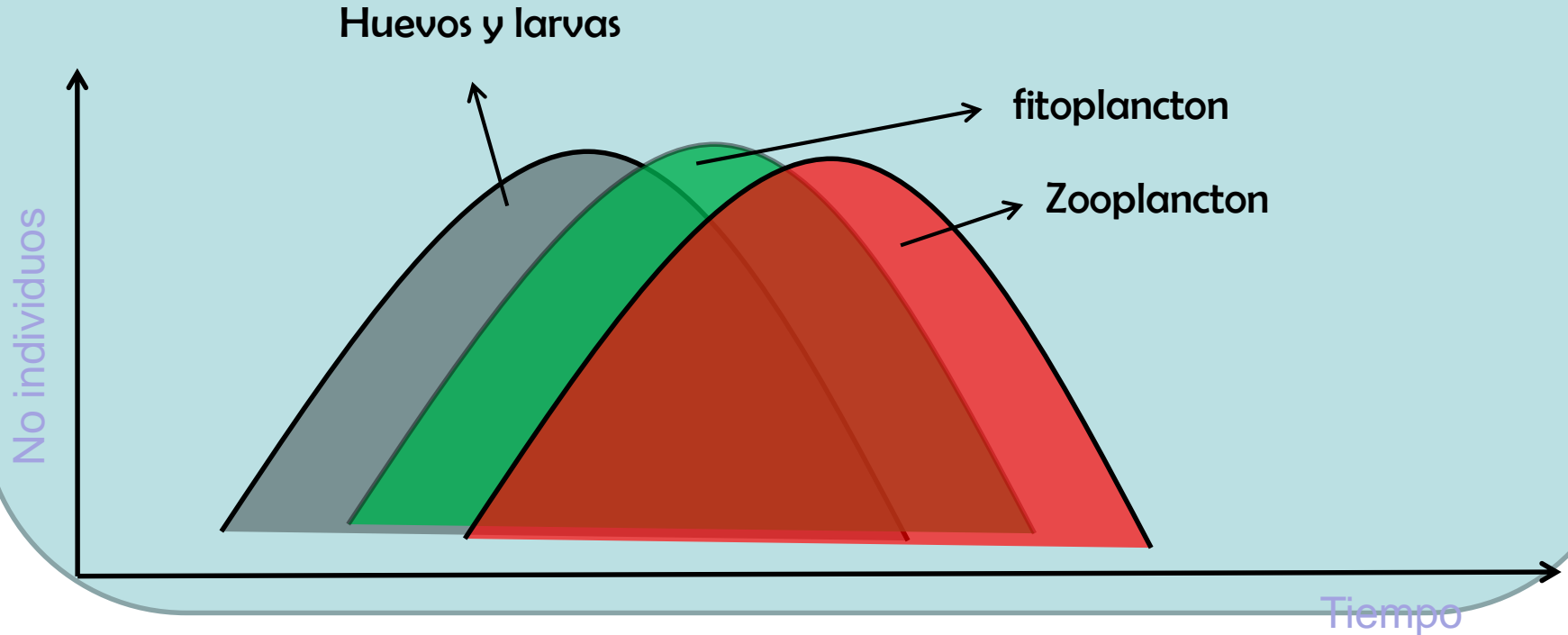
- Peces desovan momentos y lugares relativamente fijos (clase anterior)
- Momentos del desove coincide con picos en la producción secundaria
 - Ej. todo el año, en primavera
- Pico en producción secundaria es variable (estratificación/desestratificación)



CUSHING (1975) TEORÍA AJUSTE/ DESAJUSTE

Esta teoría se extiende a todo el período larval (no solo al período crítico)

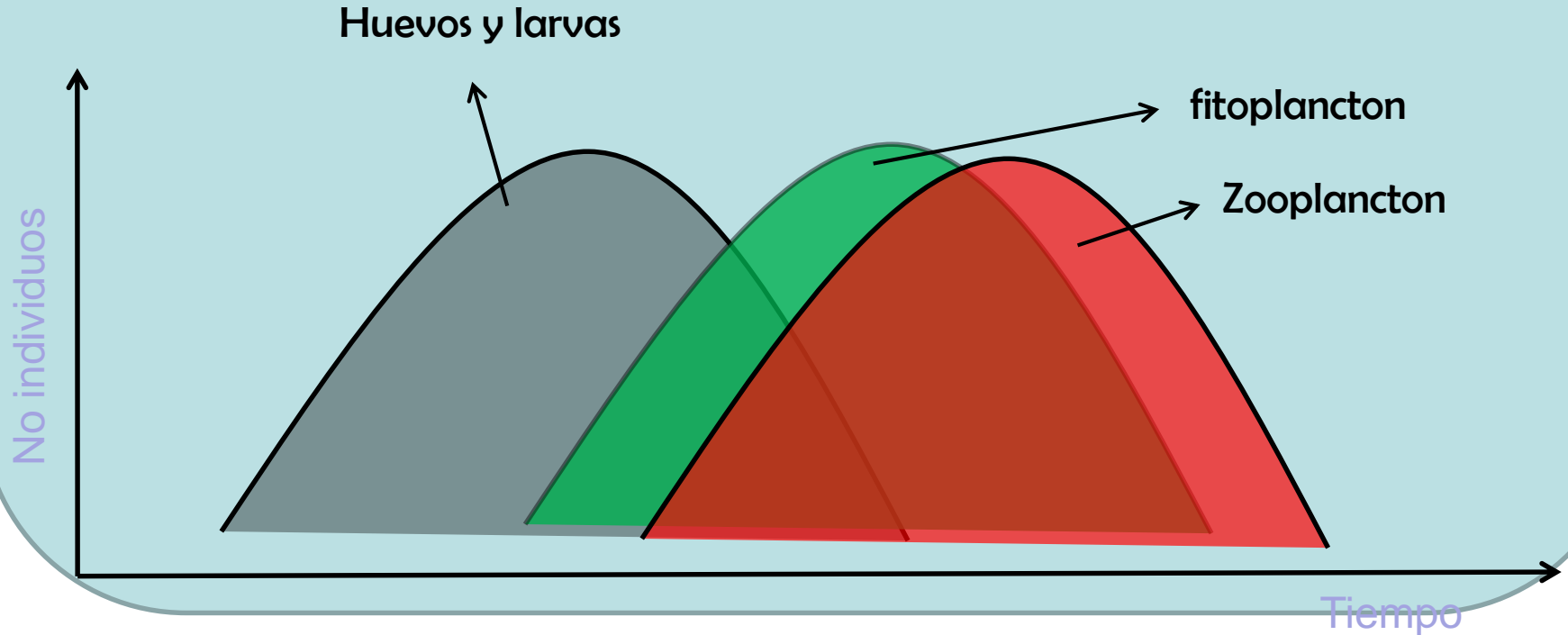
AJUSTE



CUSHING (1975) TEORÍA AJUSTE/ DESAJUSTE

Esta teoría se extiende a todo el período larval (no solo al período crítico)

DESAJUSTE



The match/mismatch hypothesis and the feeding success of fish larvae in ice-covered southeastern Hudson Bay*

Louis Fortier¹, Dominique Ponton², Michel Gilbert³

¹Département de biologie, Université Laval, Ste-Foy, Québec, Canada G1K 7P4

²ORSTORM, Route de Montabo, CP 165, 97323 Cayenne, Guyane française

³Institut Maurice-Lamontagne, Ministère des Pêches et des Océans, CP 1000, Mont-Joli, Québec, Canada G5H 3Z4

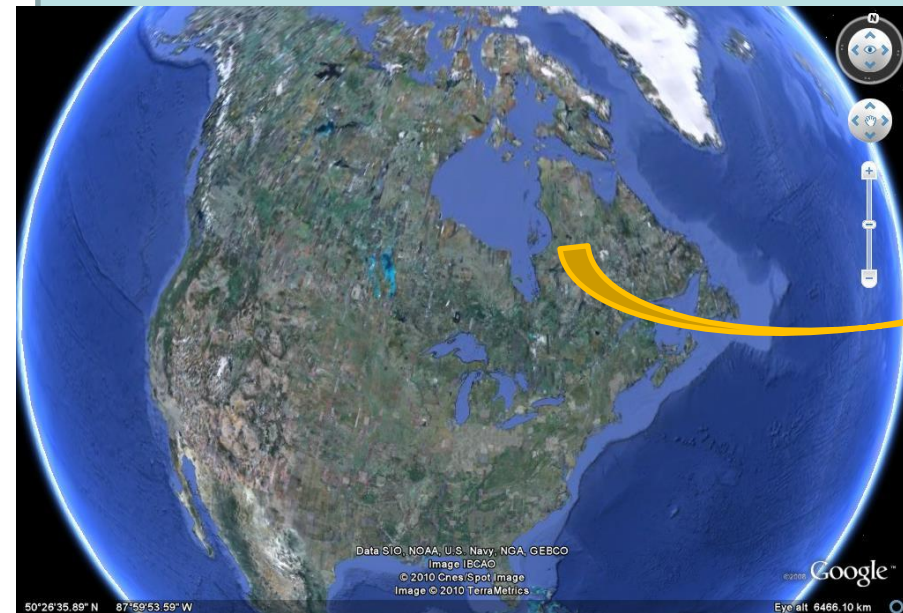
Hudson Bay
(Great Whale River)



Bacalo artico



anguila de arena





Desovan en el mismo momento en los años 1988,1989 1990



Variabilidad en abundancia y en el tiempo



Relacionado a la abundancia de hembras

Ambientes subtropicales, calidad vs cantidad presas

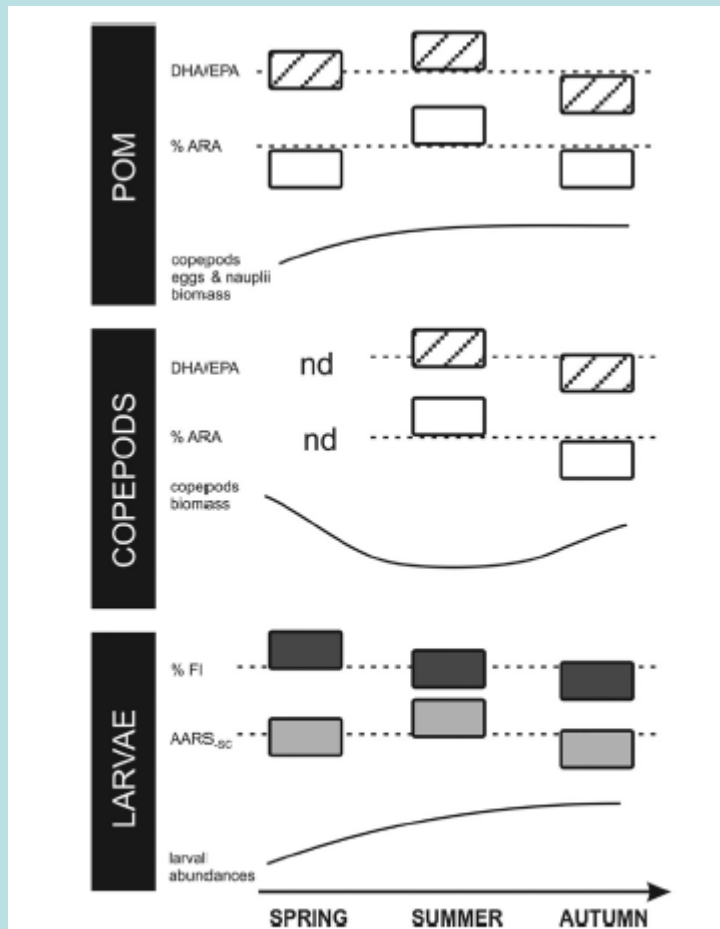


Fig. 7. Summary scheme. Relative differences in prey quality (DHA/EPA and %ARA) and availability (biomass), larval abundances and nutritional condition (%FI and AARS-sc) among periods. %ARA: arachidonic acid (20:4 ω -6). DHA/EPA: docosahexaenoic acid (22:6 ω -3) and eicosapentaenoic acid (20:5 ω -3) ratio. %FI: feeding index. AARS_{sc}...

En ambientes subtropicales la condición nutricional en larvas de peces es similar en primavera, verano y otoño debido a la complementariedad entre diversidad, abundancia y calidad de las presas

Alimentación

Calidad del alimento también es necesario para una óptimo desarrollo larval

Ácidos grasos esenciales altamente insaturados (HUFA)

- Estudios experimentales indican que una dieta rica en HUFA aumentan la sobrevivencia larval

ácido docosahexaenoico (DHA, 22:6n-3)
 ácido α linolénico (EPA, 20:5n-3)
 ácido araquidónico (AA, 20:4n-6)

Figure 4. Effect of dietary arachidonic acid levels on survival of larval gilthead seabream (Bessonart et al. 1999).

Es importante la proporción de los AGE

- Dieta con mayor DHA/EPA: mayor crecimiento larval

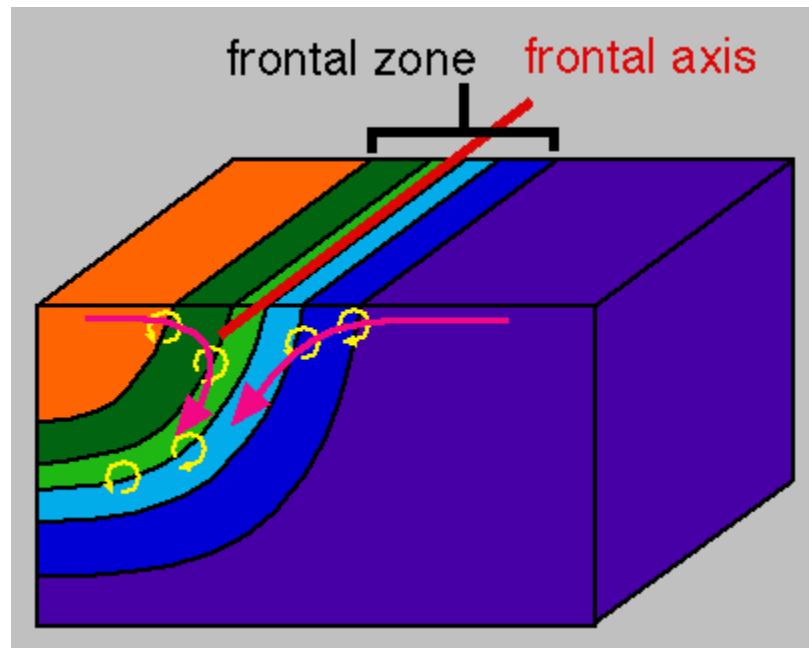
Bell y Sargent 1992, Salhi 1997, Bessonart et al. 1999, St John et al. 2000

(Clase anterior)

Procesos mesoescala

- **FRENTES**

Ej. 1 Una propiedad que genera gradiente

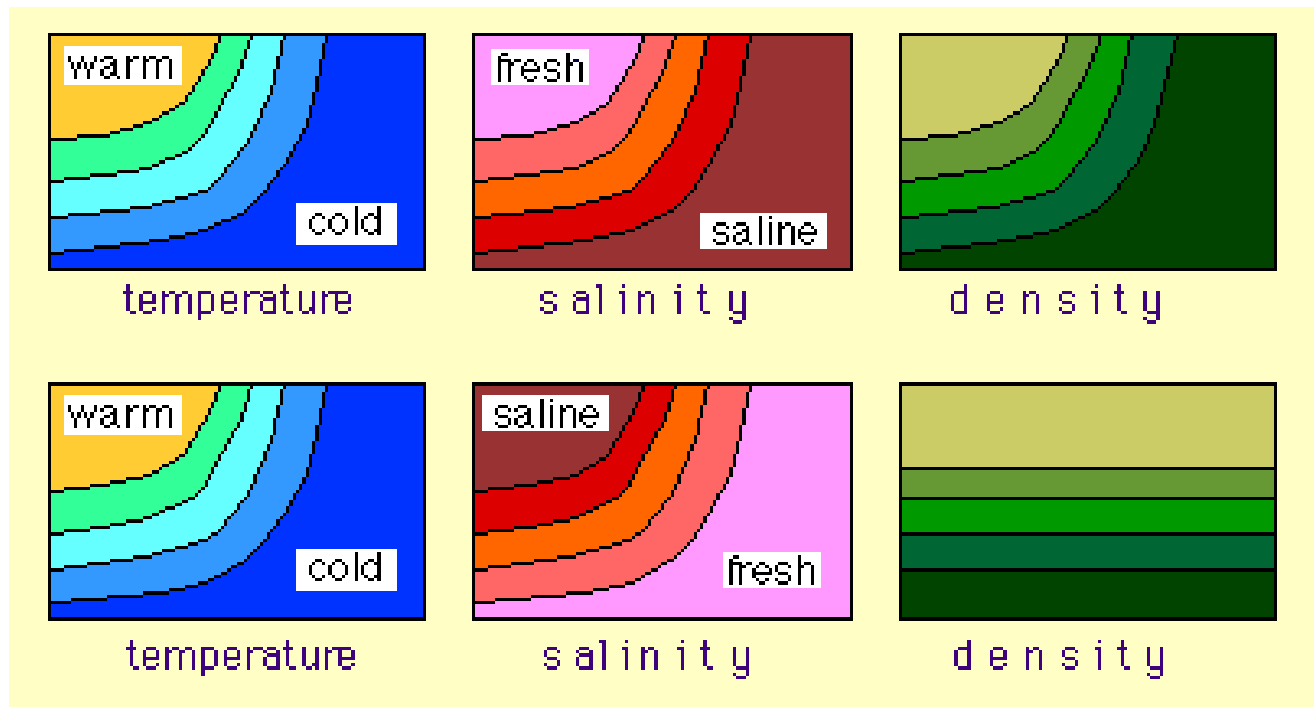


Zonas con gradientes horizontales en las propiedades hidrográficas (ej. Salinidad, temperatura)

Procesos mesoescala

- FRENTEs

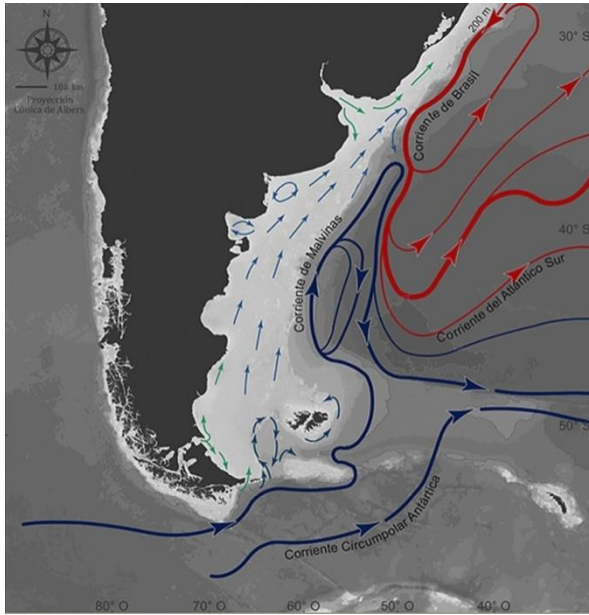
Ej 2. Dos propiedades que generan gradientes



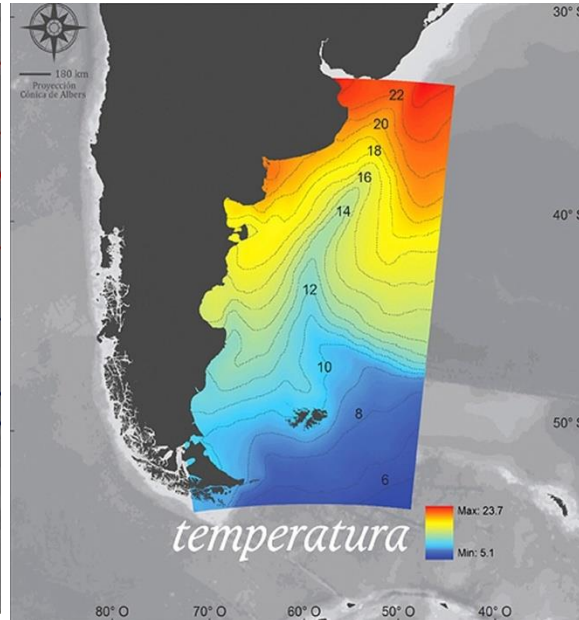
Estructura hidrográfica del frente de densidad y frente densidad-compensado

Procesos mesoescala

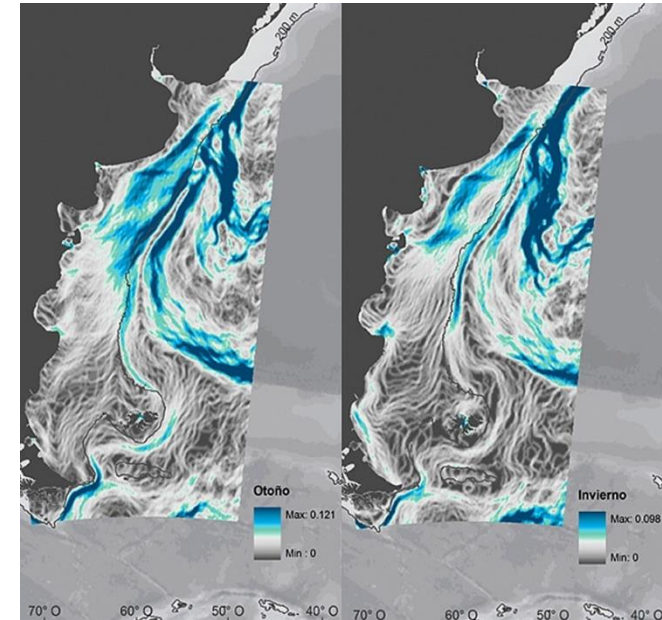
- FRENTE



Corrientes oceánicas



Temperatura superficie mar



Frentes térmicos

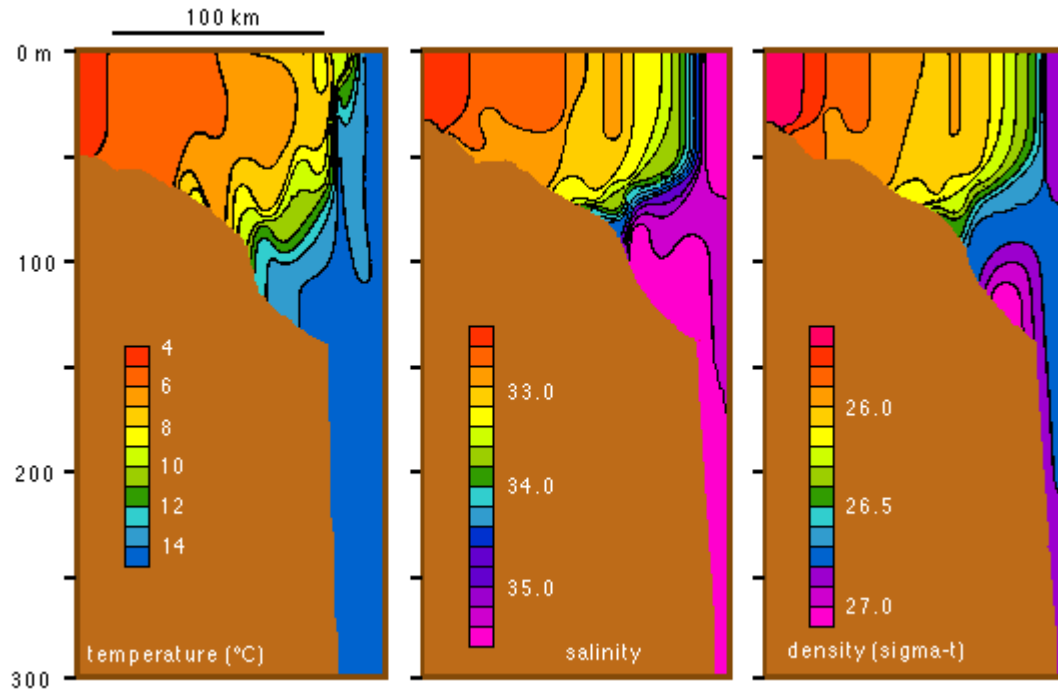
Zonas con gradientes horizontales en las propiedades hidrográficas (ej. Salinidad, temperatura)

Fotos tomadas de Falabella et al. 2009. Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios.

Procesos mesoescala

- **FRENTES**

Frente en el quiebre de plataforma



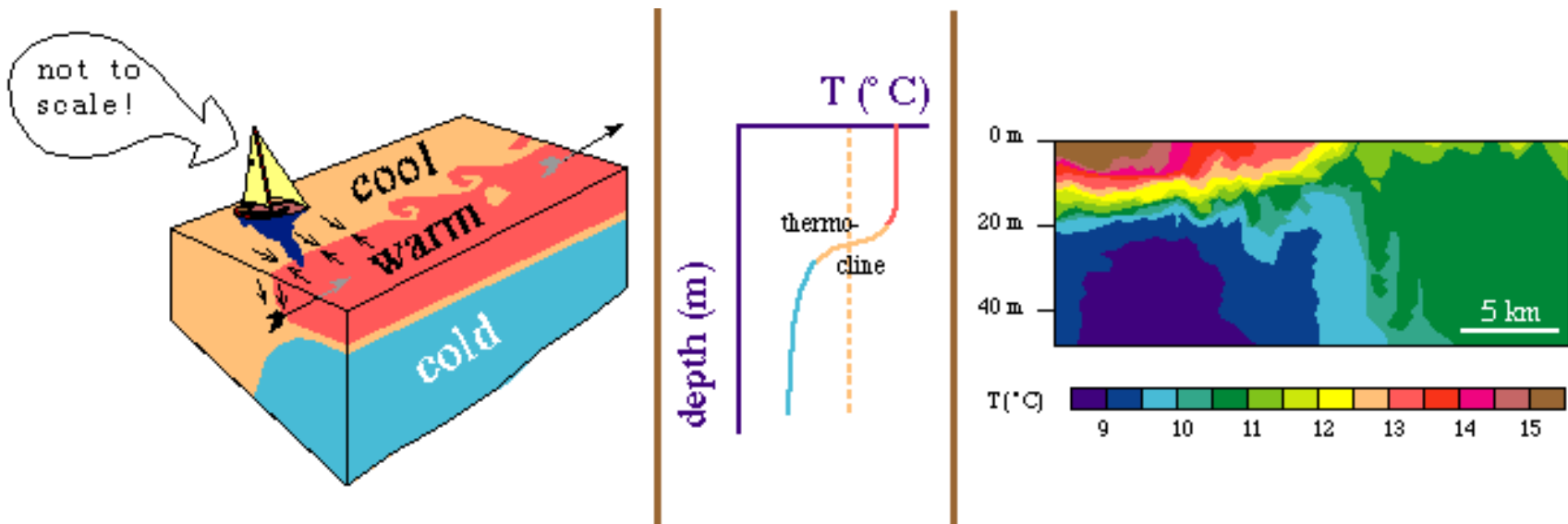
Zonas con gradientes horizontales en las propiedades hidrográficas (ej. Salinidad, temperatura)

Fotos tomadas de Falabella et al. 2009. Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios.

Procesos mesoescala

- **FRENTES**

Frente de marea/somero

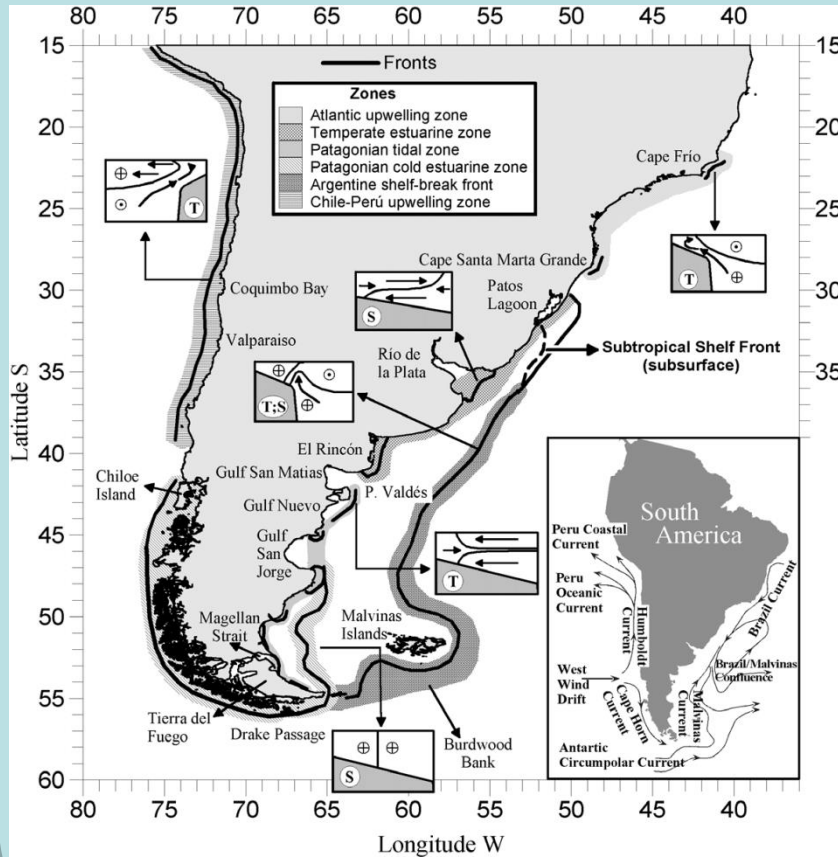


Zonas con gradientes horizontales en las propiedades hidrográficas (ej. Salinidad, temperatura)

Fotos tomadas de Falabella et al. 2009. Atlas del Mar Patagónico. Especies y Espacios.

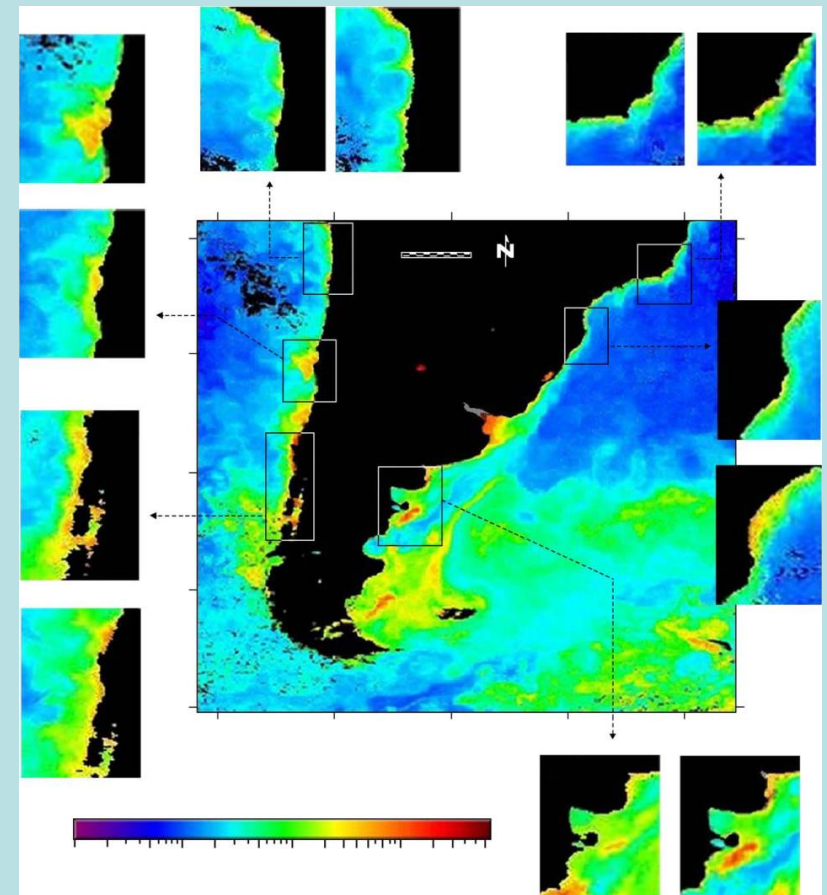
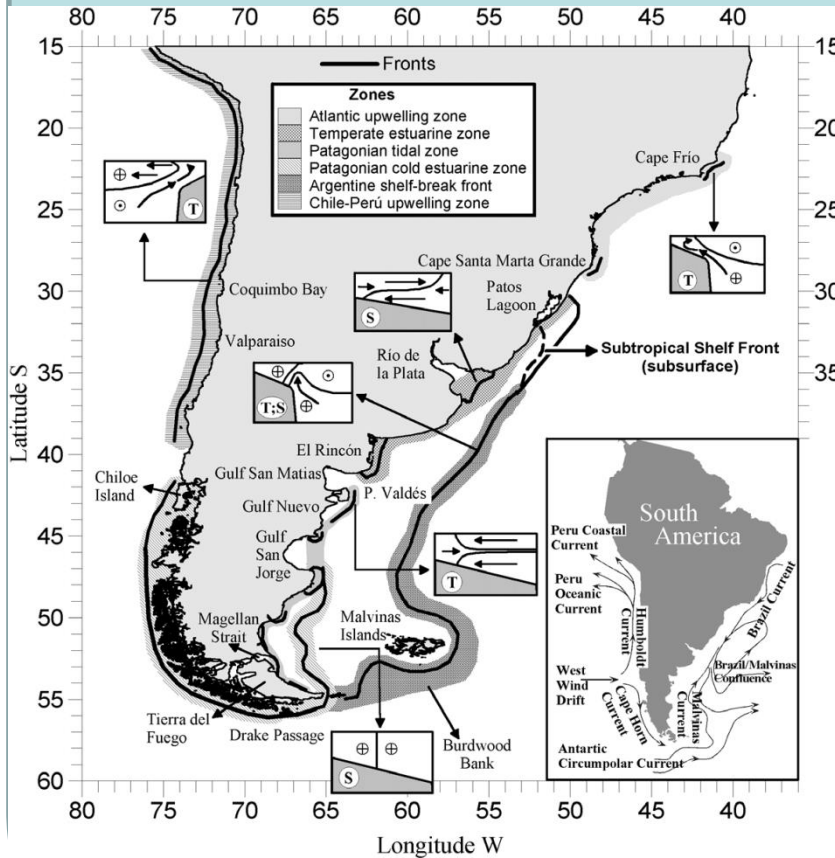
FRENTES

Frentes en América del Sur y procesos ecológicos asociados



FRENTES

Frentes en América del Sur y procesos ecológicos

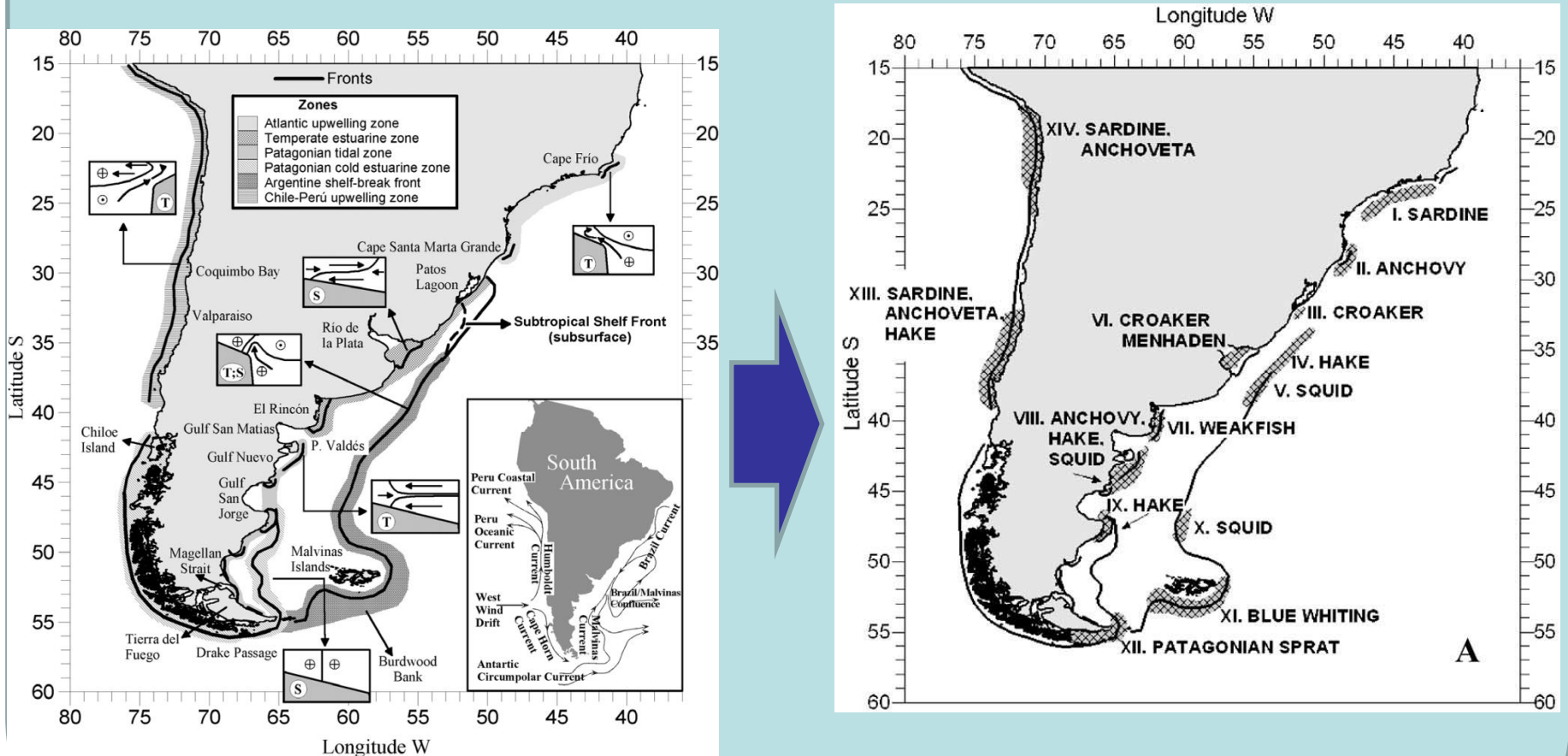


Coincidencia entre frentes y zonas de elevada clorofila-a

Acha et al. (2004)

FRENTES

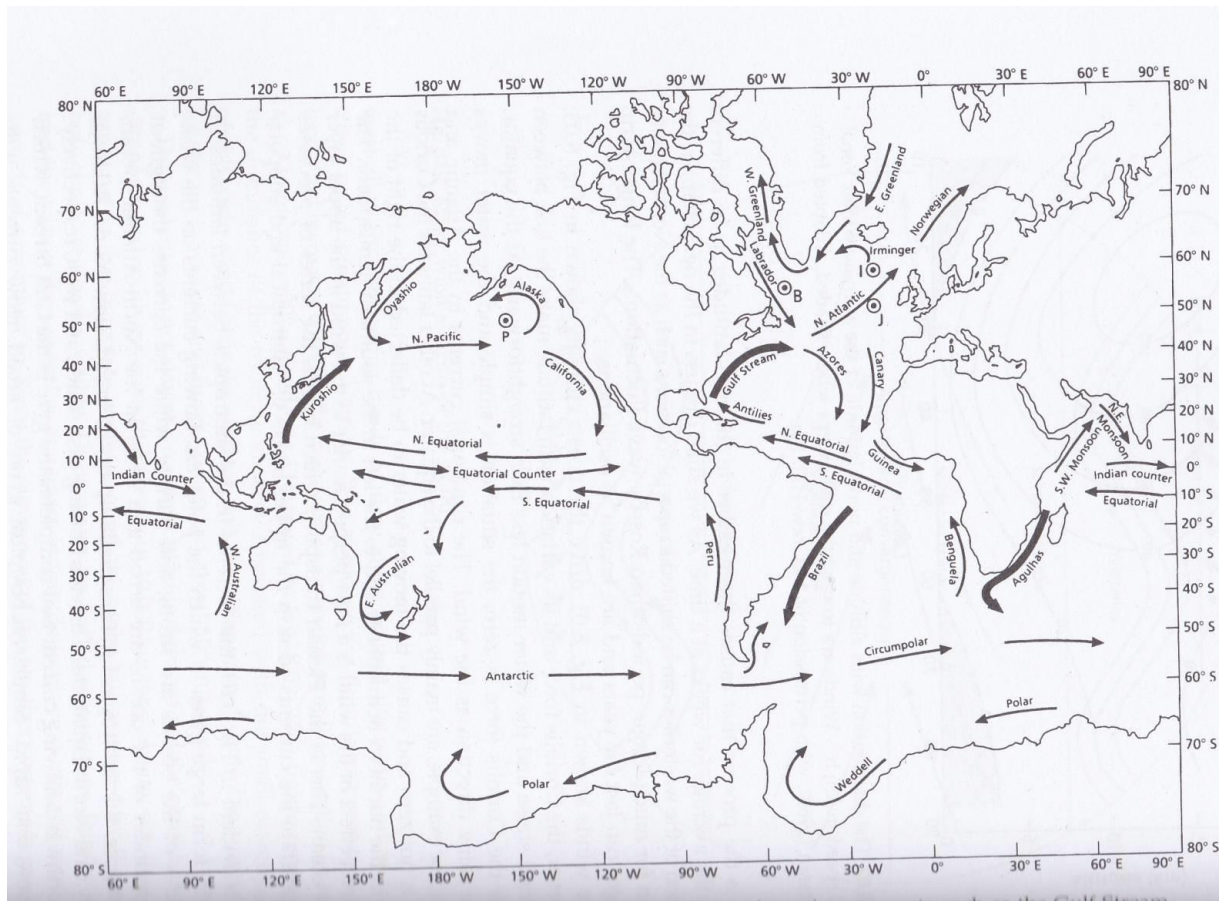
Frentes en América del Sur y procesos ecológicos



Coincidencia entre frentes y áreas de reproducción de peces y calamares

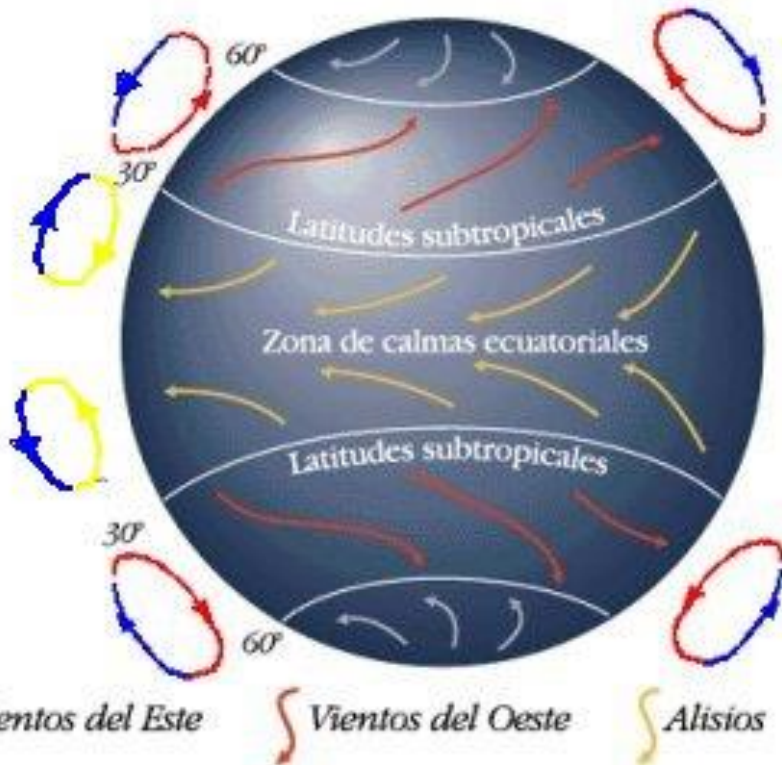
Procesos macroescala

CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES



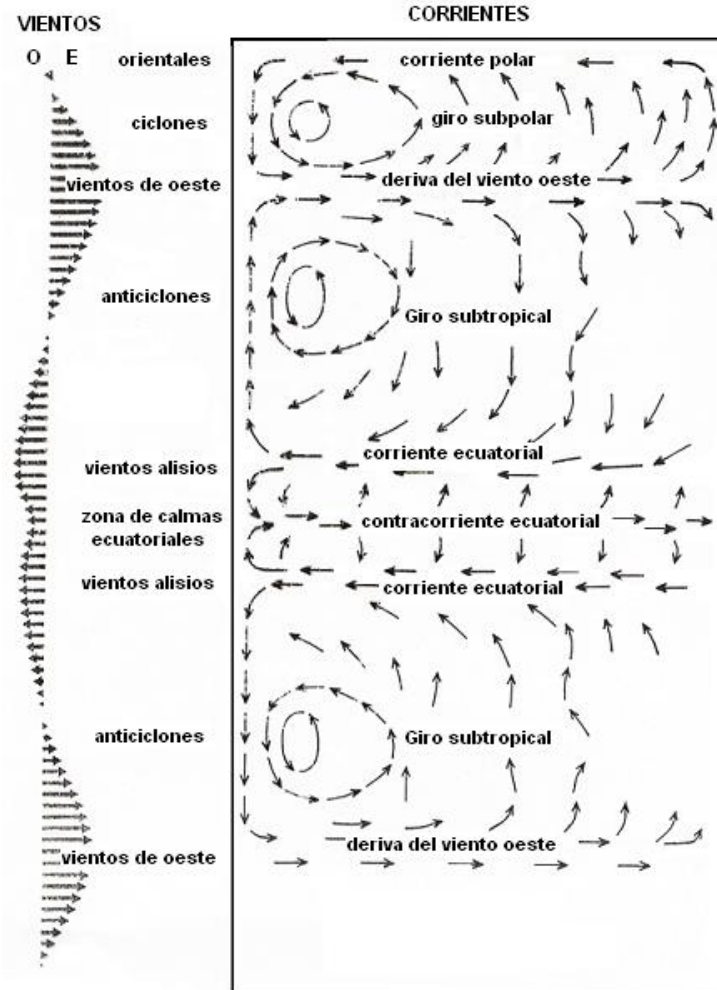
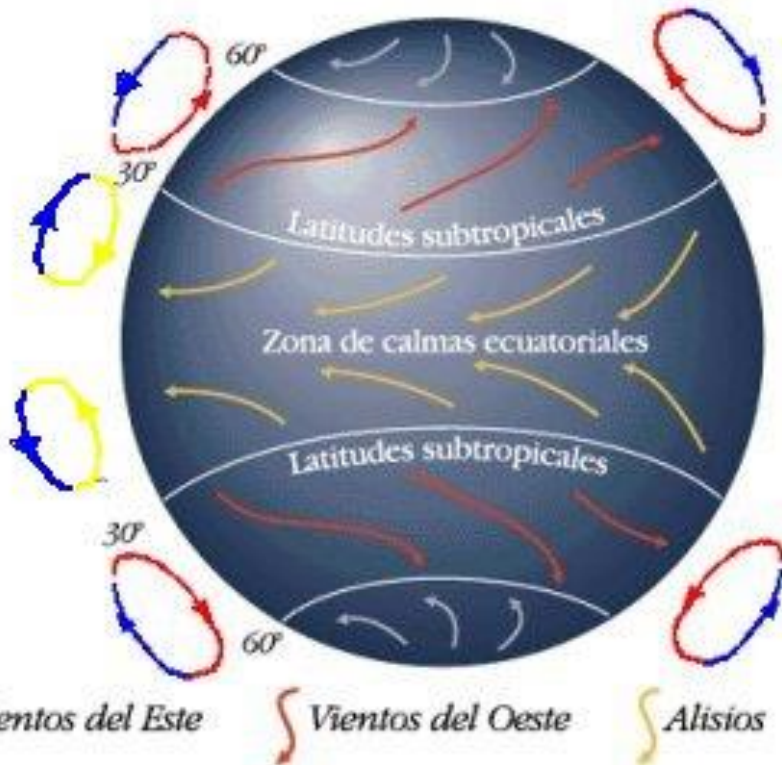
Circulación general de la atmósfera

CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA



Circulación general de la atmósfera y de la capa superficial del océano

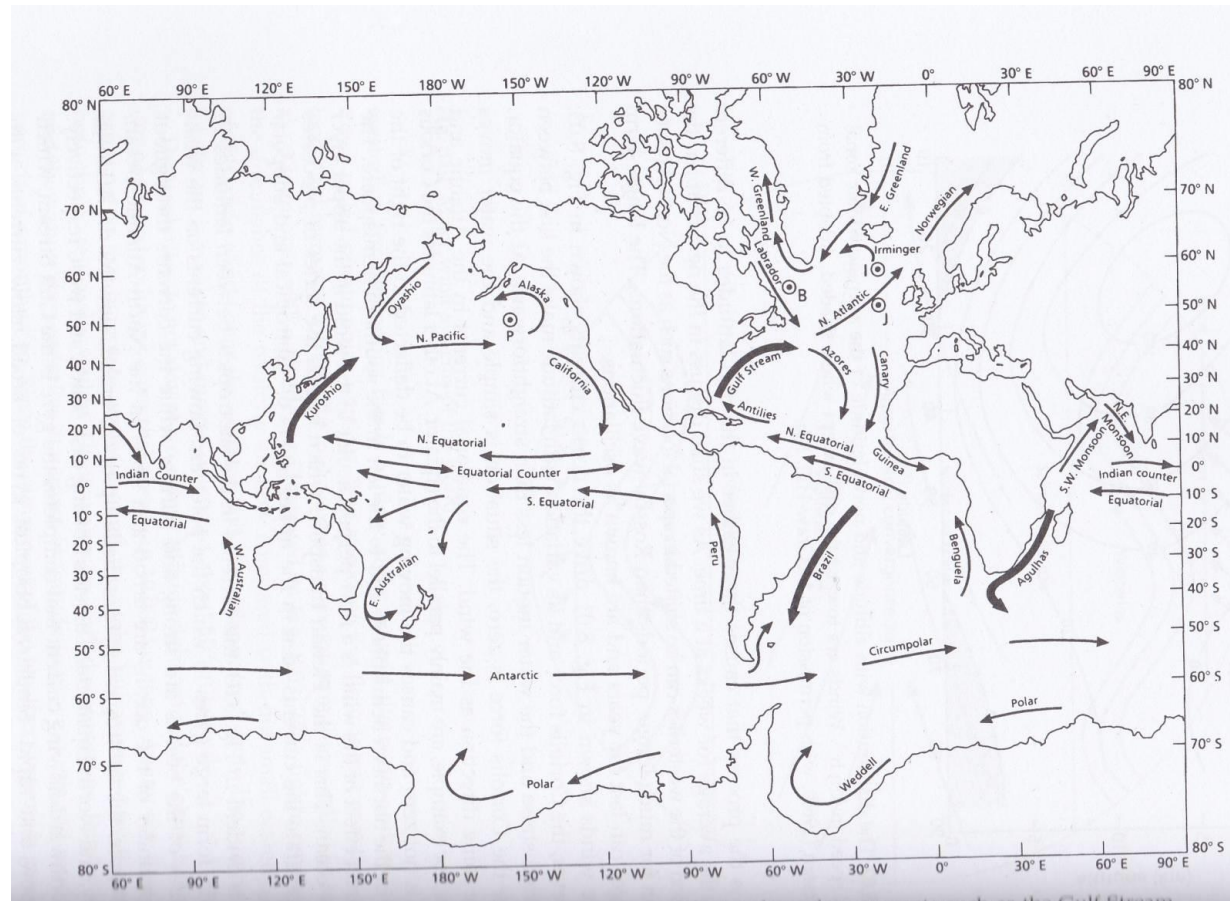
CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA



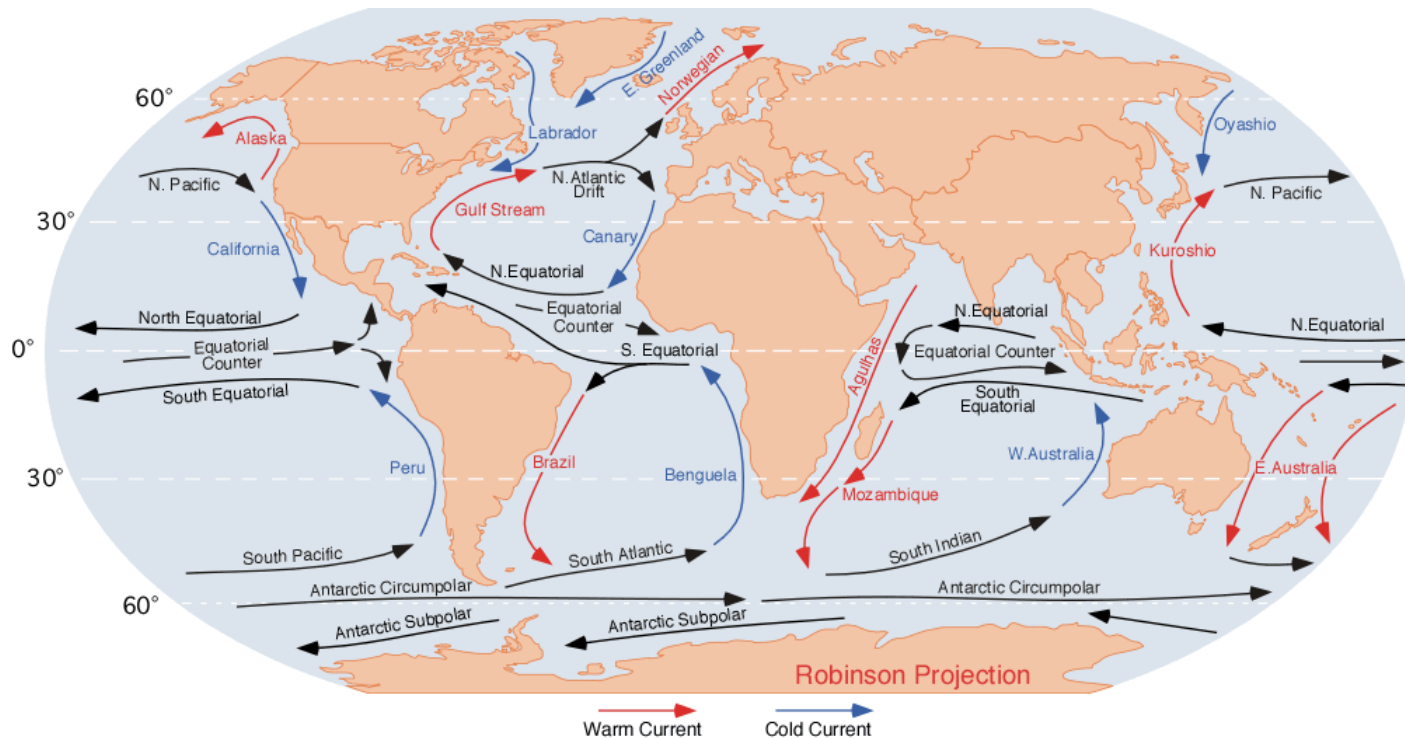
UN OCEANO IDEALIZADO, de forma rectangular y sometido horizontalmente de los vientos que señalan las flechas gruesas modelo de circulación como el que indican las flechas negras.

Las velocidades de los vientos superficiales están reseñadas gráficamente, de una forma aproximada, a la izquierda.

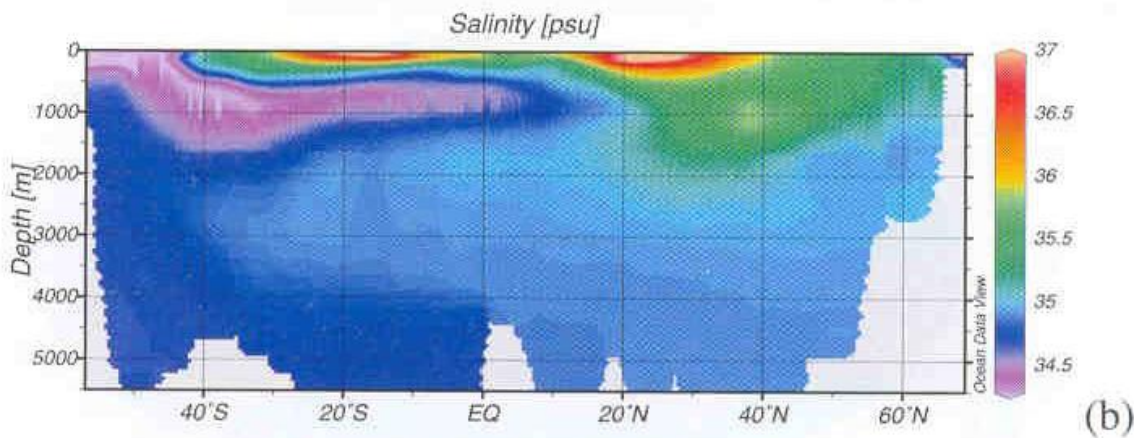
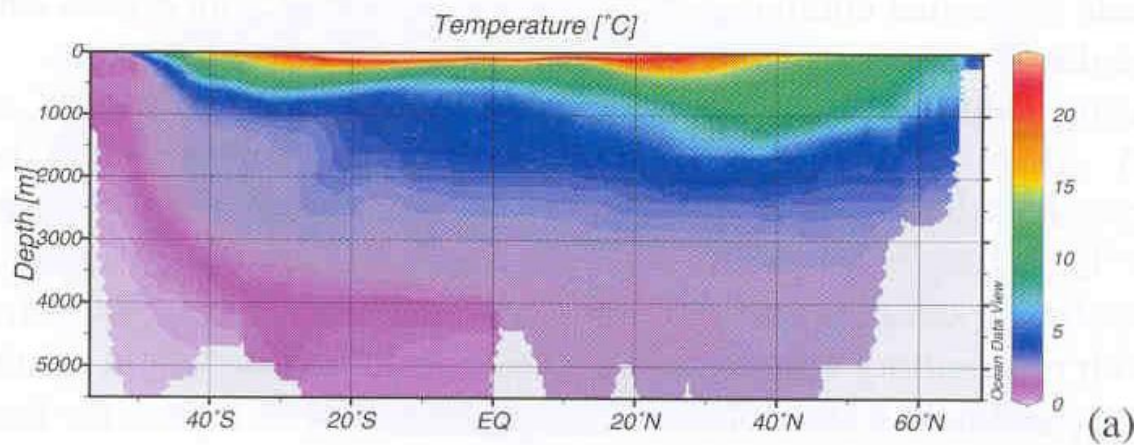
Circulación general de la atmósfera y de la capa superficial del océano



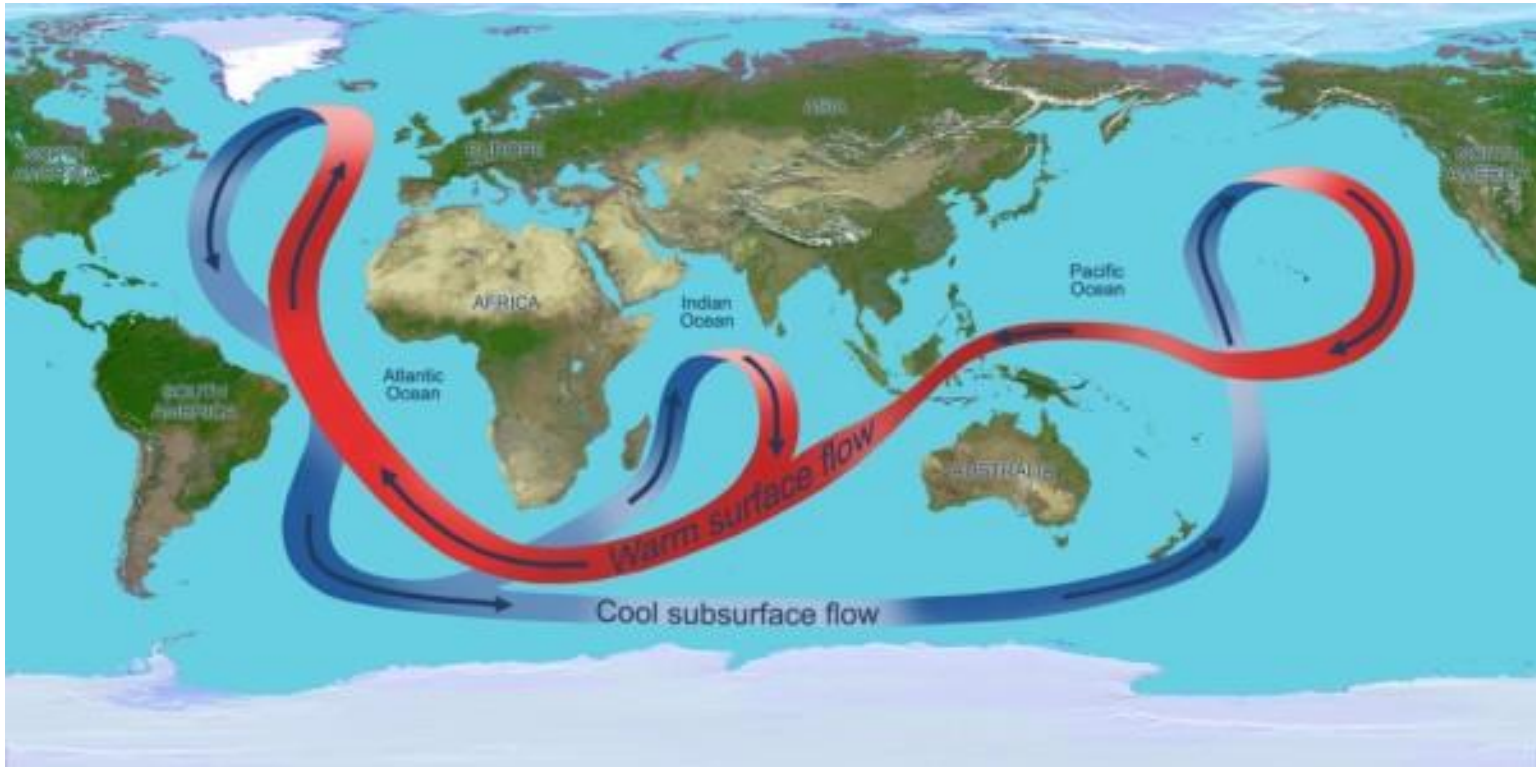
Circulación general de la atmósfera y de la capa superficial del océano



- Que pasa en profundidad?



Circulación general del océano: cinturón de transporte

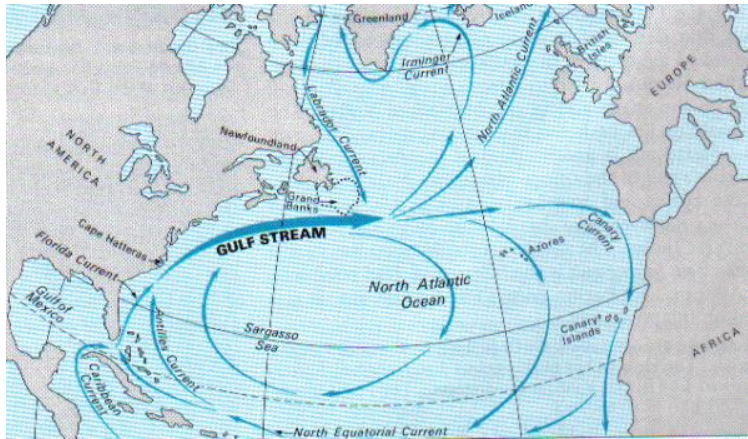


- En profundidad rigen otros forzantes
- Las corrientes tienen otra dirección y presentan menor velocidad

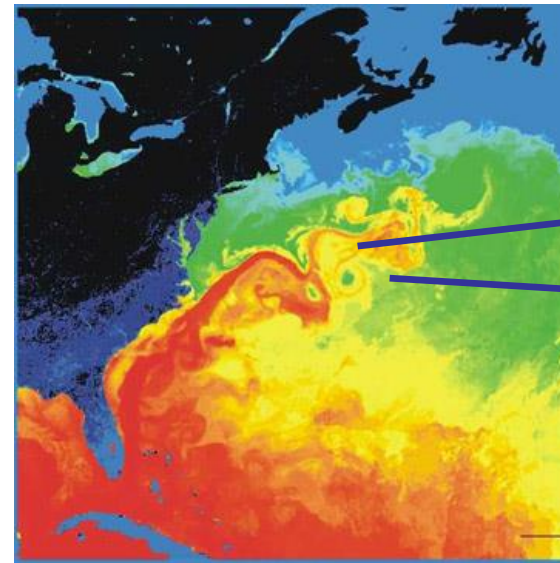
CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Corrientes de borde este: importante para grandes migraciones de calamares, anguilas y salmones

Corriente del Golfo



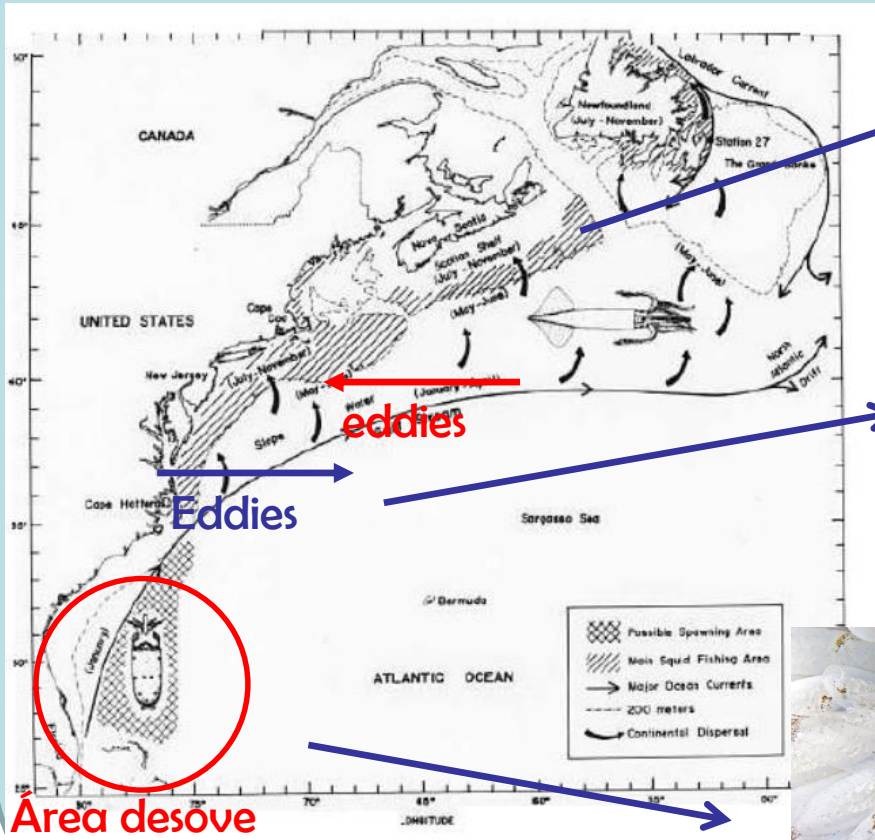
Esquema de corrientes Atlántico Norte



Temperatura de superficie del mar

CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Ejemplo: calamar aleta corta *Illex illecebrosus*



juveniles



paralarva



Huevos

Área desove

Dawe y Warren 1993

CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

Ejemplo: calamar aleta corta *Illex Illecebrosus*

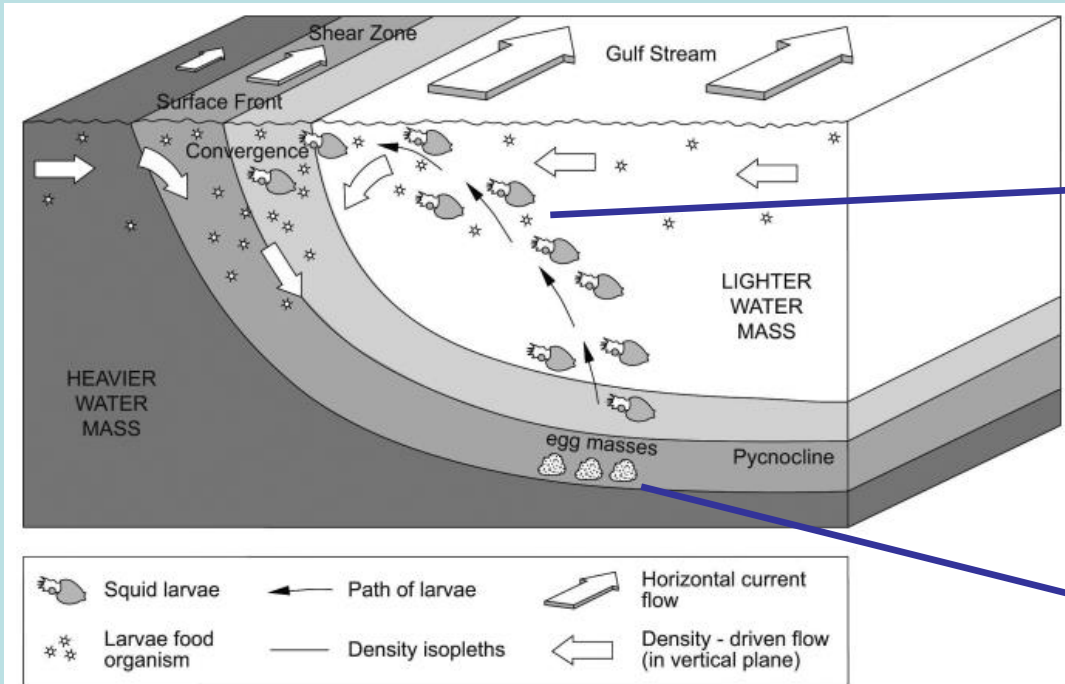


Figure 5. Schematic diagram showing the relationship between the early life cycle of an omastrephid squid and the physical oceanographic processes at the convergent frontal zone between the waters of a western boundary current (e.g., the Gulf Stream) and adjacent shelf slope water (source: Bakun and Csirke 1998).

Paralarva



(transportada a zonas rica en nutrientes y alimento, por eddies "cálidos")



Huevos

(zona de temperatura adecuada y baja predación)

Bakun y Csirke 1998

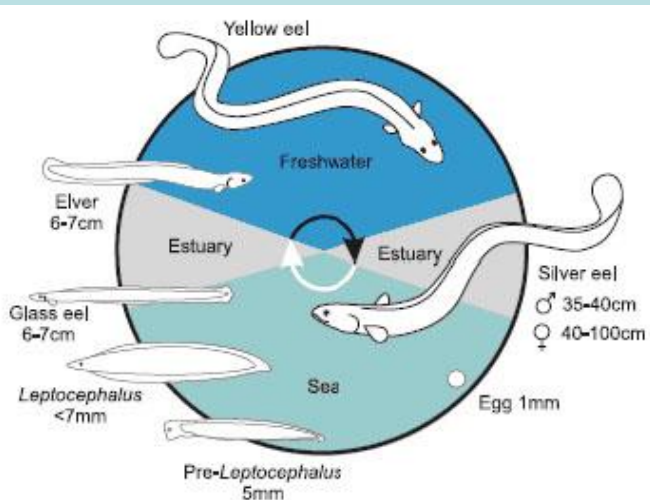
CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

- Ejemplo: anguilas

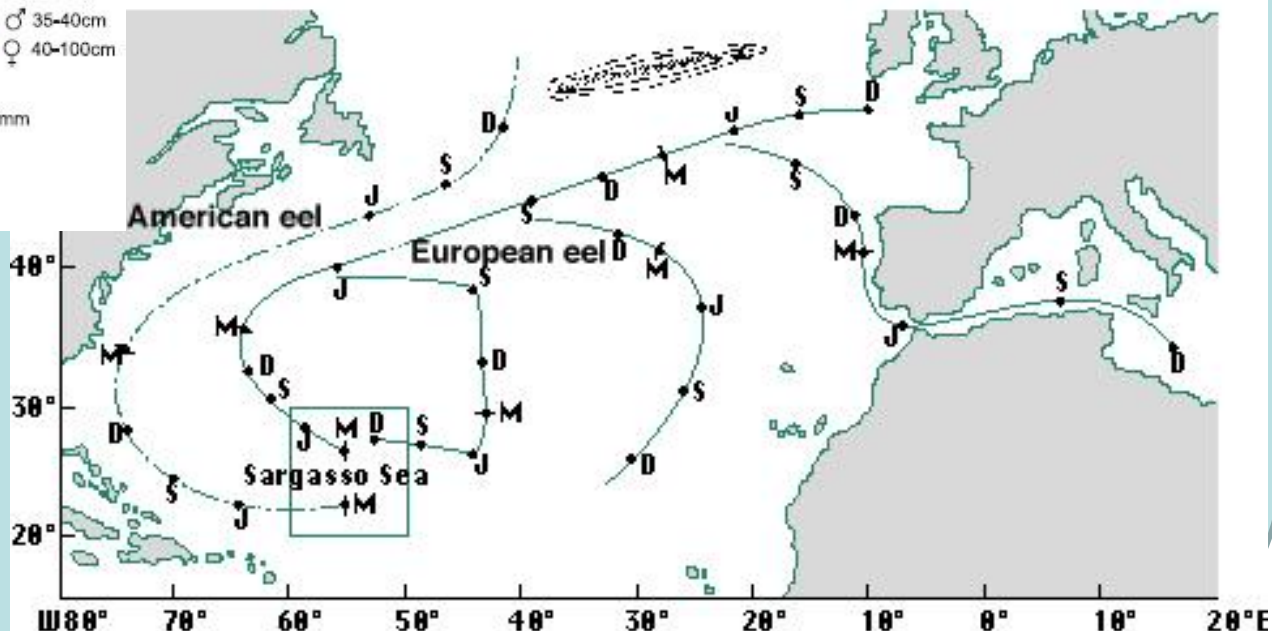


CORRIENTES OCEÁNICAS SUPERFICIALES

● Ejemplo: anguilas

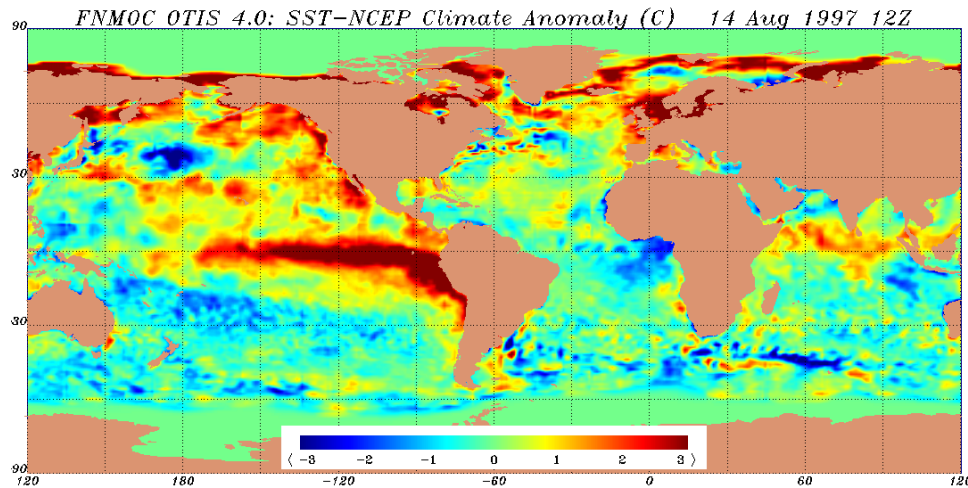


Anguila americana: 1 año en el giro
Anguila europea: dos años en el giro



Proceso macroescala

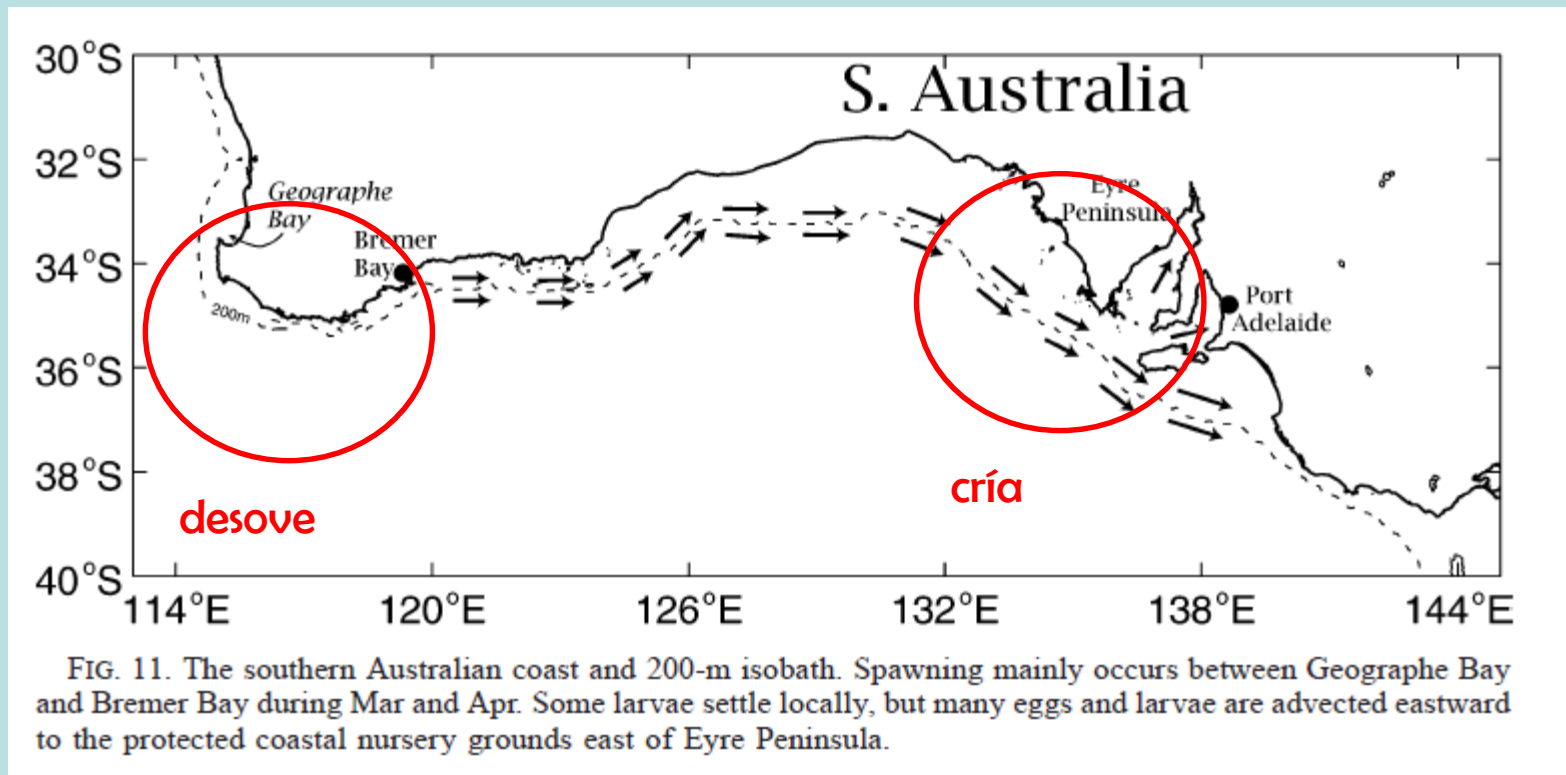
EFFECTOS DEL CICLO EL NIÑO/LA NIÑA



Consecuencia: anomalías de temperatura, viento, precipitaciones, nivel del mar

CICLO EL NIÑO/LA NIÑA

Ejemplo: salmón australiano



CICLO EL NIÑO/LA NIÑA

Ejemplo: salmón australiano

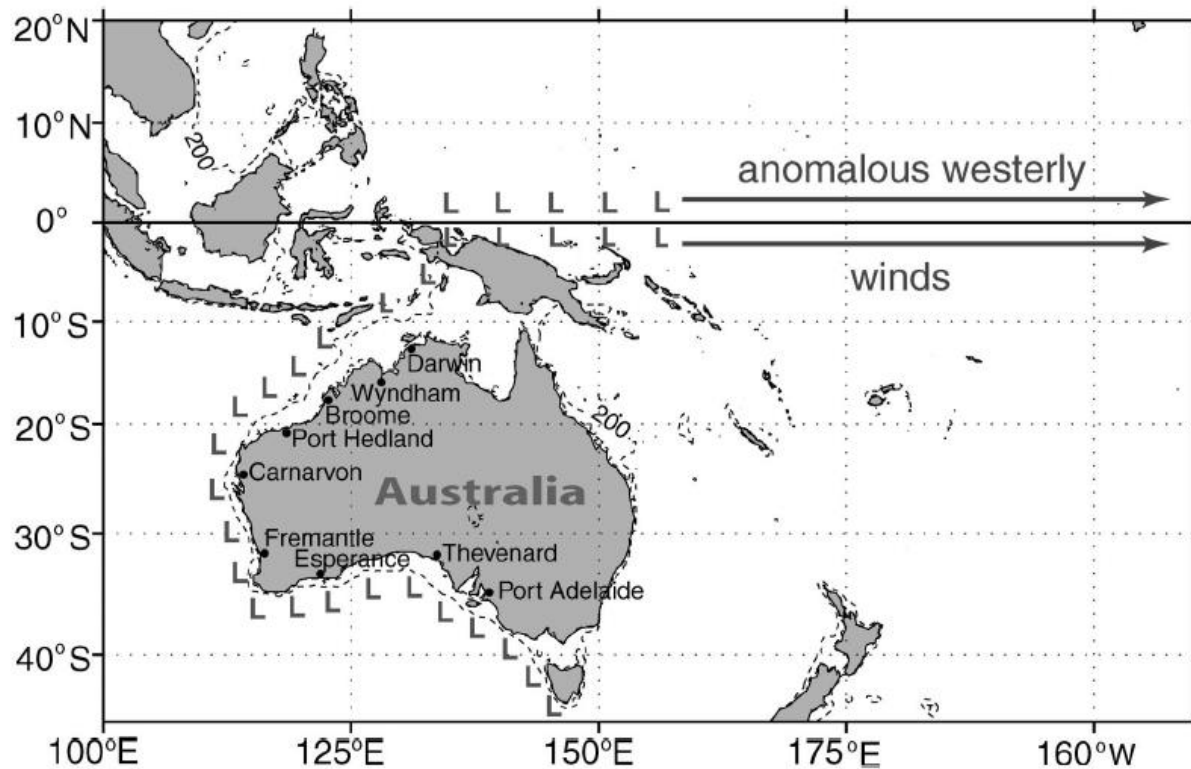
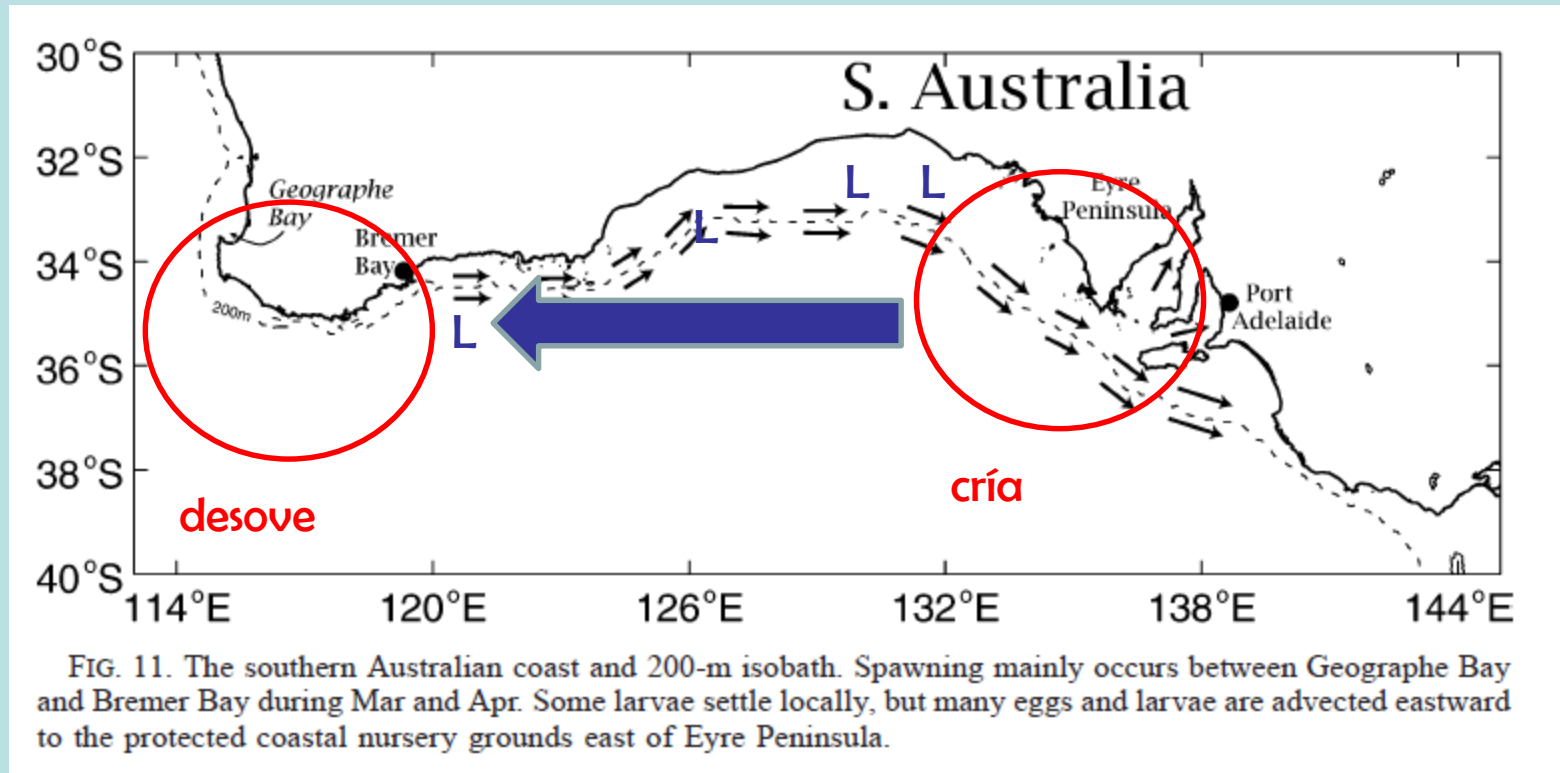


FIG. 1. Western equatorial Pacific showing the 200-m isobath (dashed line) around Australia and the anomalous low sea level (L) resulting from the anomalous equatorial westerly winds, which blow in the central equatorial Pacific between about 160°E and 150°W during El Niño. Anomalous equatorial easterly winds blow during La Niña, and the sea level around western and southern Australia tends to be higher than normal.

CICLO EL NIÑO/LA NIÑA

Ejemplo: salmón australiano



En años El Niño hay menor reclutamiento

Li y Clarke, 2004

CICLO EL NIÑO/LA NIÑA

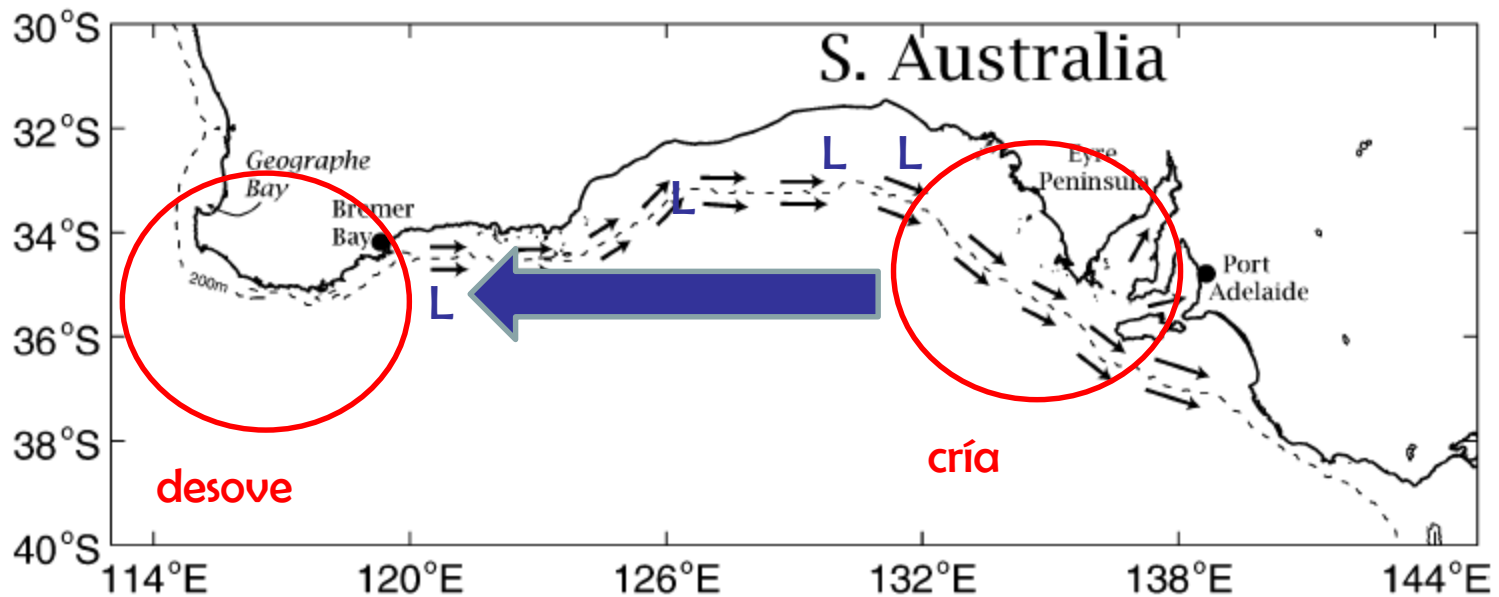


FIG. 11. The southern Australian coast and 200-m isobath. Spawning mainly occurs between Geographe Bay and Bremer Bay during Mar and Apr. Some larvae settle locally, but many eggs and larvae are advected eastward to the protected coastal nursery grounds east of Eyre Peninsula.

En años El Niño hay menor reclutamiento

Li y Clarke, 2004

Cuando queremos entender la variabilidad en el reclutamiento de una especie...



BIBLIOGRAFÍA RECOMENDADA

Mann y Lazier 2006. Dynamics of marine ecosystems.

Fuiman y Werner 2002. Fisheries Sciences: The Unique contributions of early life stages.

Tomczack M. 2002. Una Introducción a la Oceanografía física.
<https://www.mt-oceanography.info/IntroOc/indespanol.html>
(definición y circulación de estuarios)

Steele, JH, Karl K. Turekian, y Steve A. Thorpe 2009. Encyclopedia of Ocean Sciences. Capítulos: Fish larvae y fish reproduction.