



Impactos del cambio climático en el ecosistema marino peruano

Dr. Jorge Tam

Instituto del Mar del Perú (IMARPE)

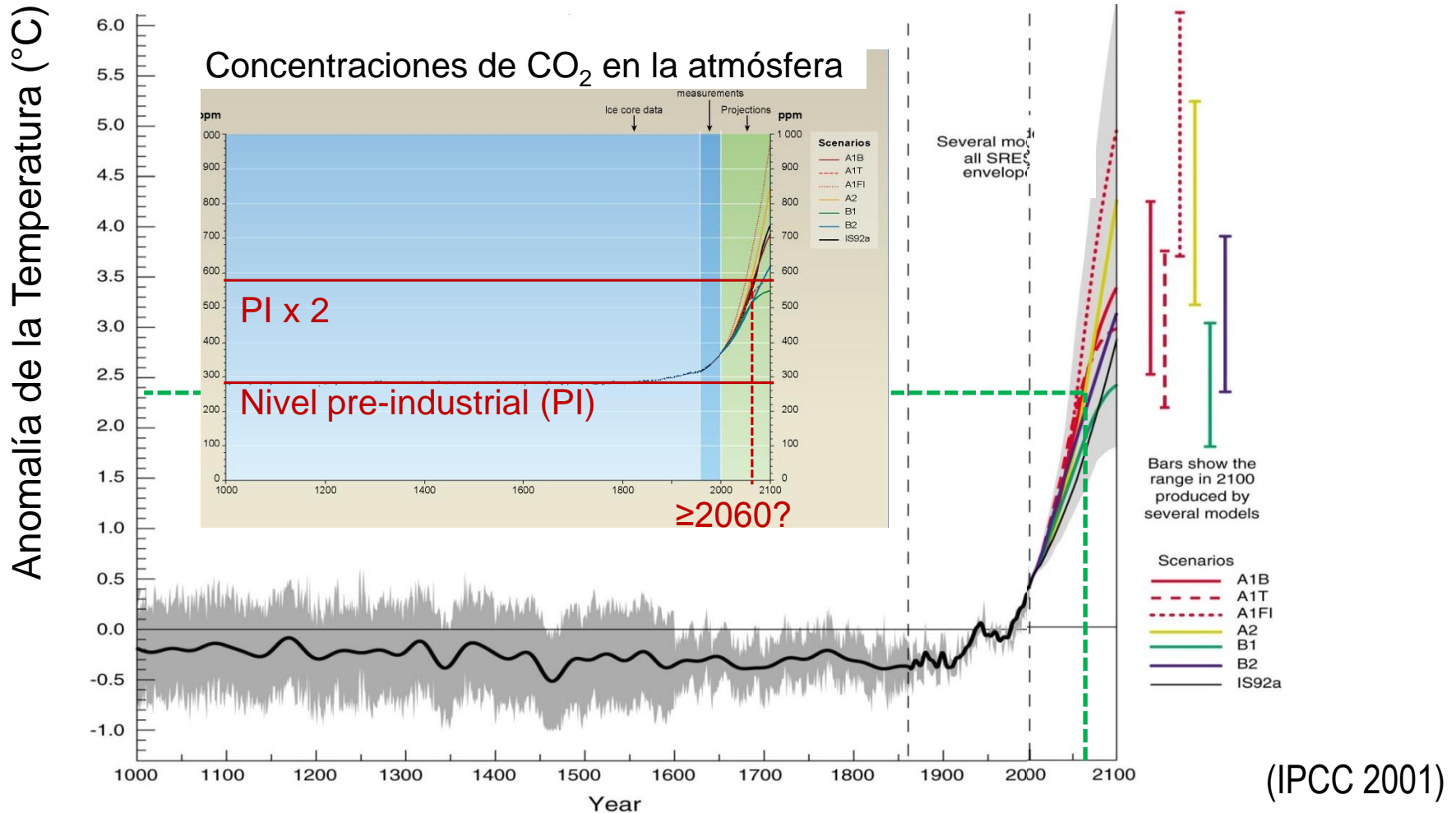
“Foro Pesquero”, 23 de Marzo 2017

Contenido

- Impactos del cambio climático en el océano global.
- Impactos del cambio climático en el mar peruano: tendencias.
- Impactos del cambio climático en el mar peruano: escenarios futuros.
- Impactos del clima a corto plazo.

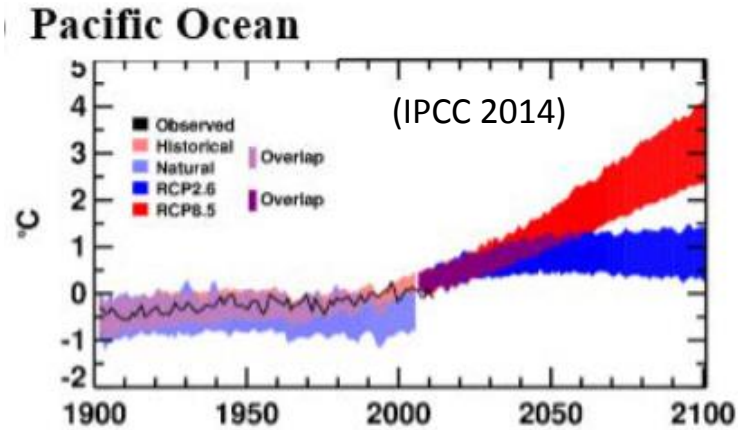
Incremento de temperatura y CO₂ en la atmósfera actual

Actualmente, hay un incremento de 0.8 °C respecto al nivel pre-industrial, y se ha superado los 400 ppm CO₂ en la atmósfera global.

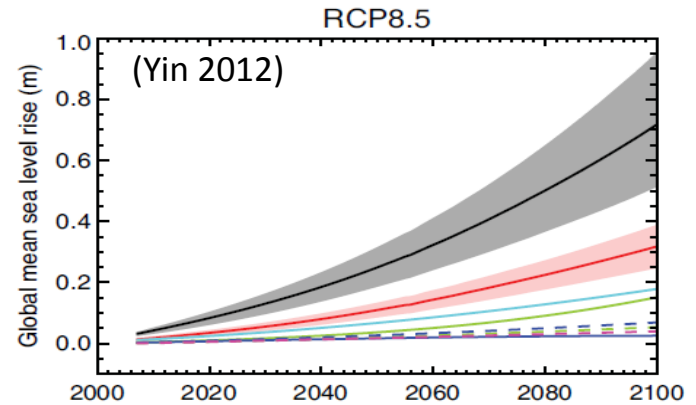


Impactos del cambio climático en el océano global: físicos

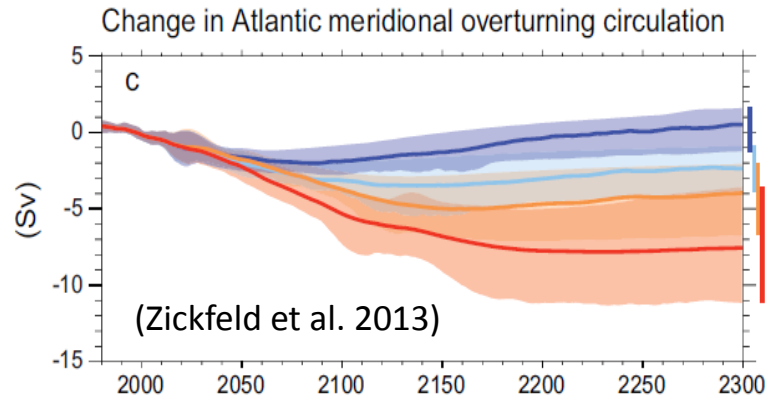
Aumento de la temperatura del mar



Aumento del nivel del mar



Reducción de la circulación profunda

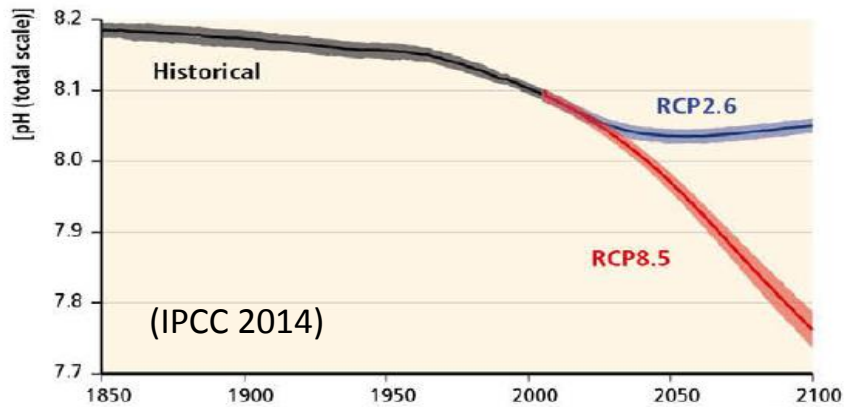


Aumento de eventos extremos

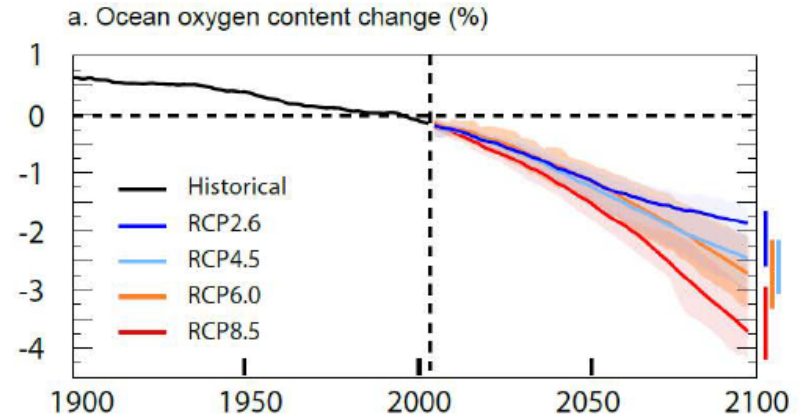


Impactos del cambio climático en el océano global: biogeoquímicos

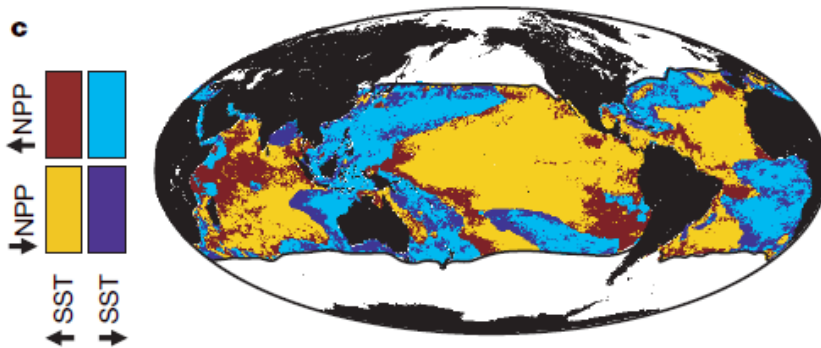
Aumento de la acidez



Aumento de las zonas hipóxicas

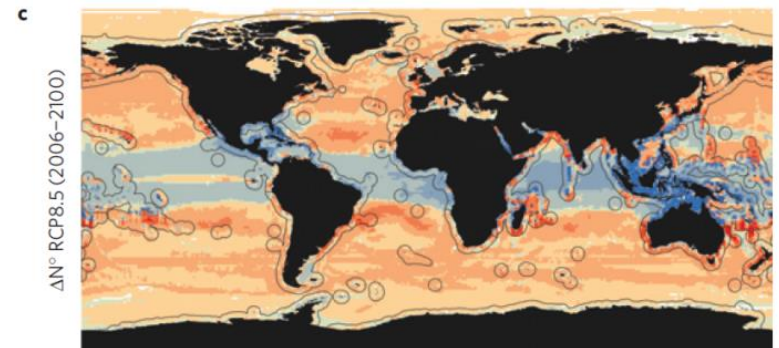


Reducción de productividad primaria



(Behrenfeld et al. 2006)

Reducción de biodiversidad

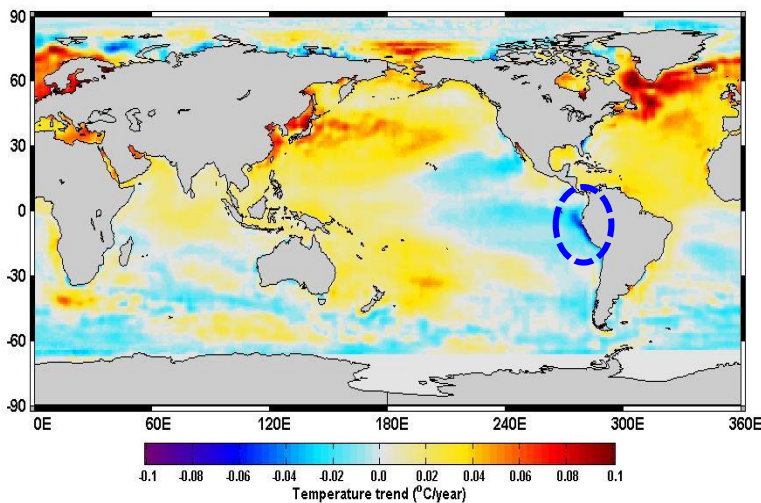


(García et al. 2015)

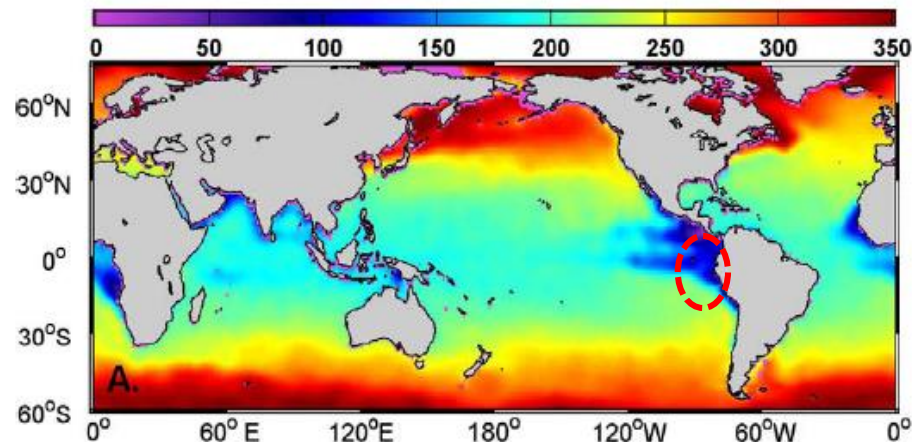
Impactos del cambio climático en el mar peruano: tendencias

Hay una gran incertidumbre sobre la respuesta del sistema océano-atmósfera al calentamiento global en el Océano Pacífico Sudeste. Las observaciones recientes apoyan un escenario de intensificación del afloramiento y enfriamiento costero ($-0.03^{\circ}\text{C/año}$).

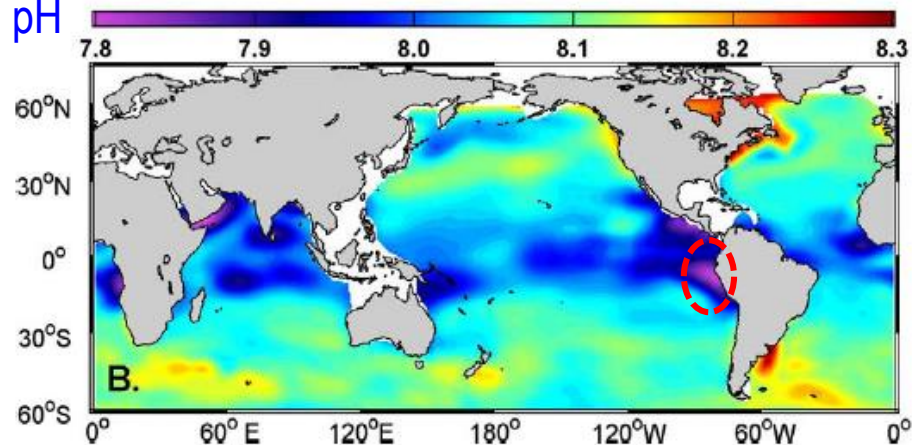
dT/dt



O₂



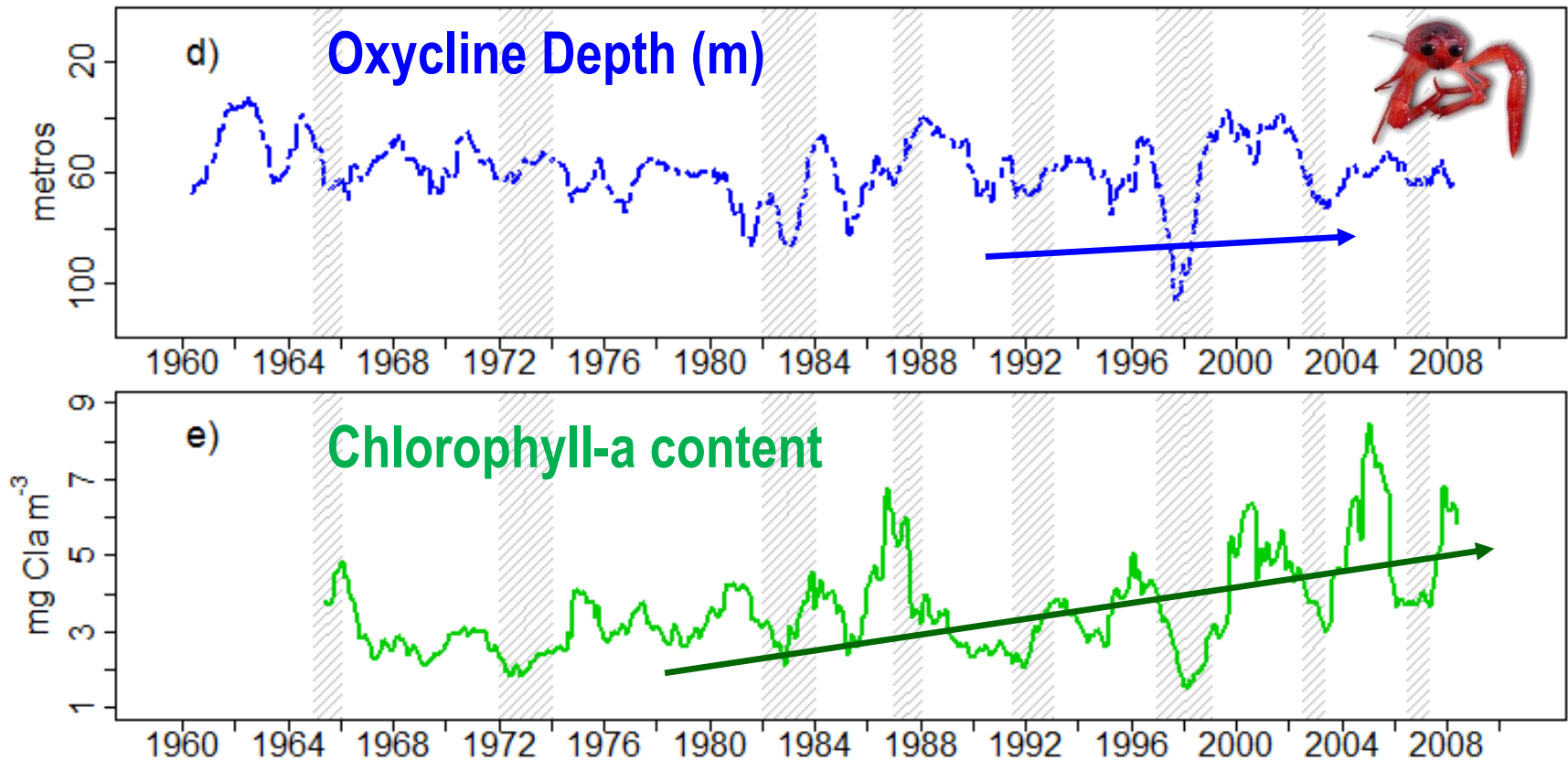
pH



(Chávez *et al.* 2008)

Impactos del cambio climático en el mar peruano: tendencias

En los últimos años se ha observado un aumento de zonas hipóxicas y clorofila. Con el enfriamiento, la munida pelágica ha aumentado en Perú.

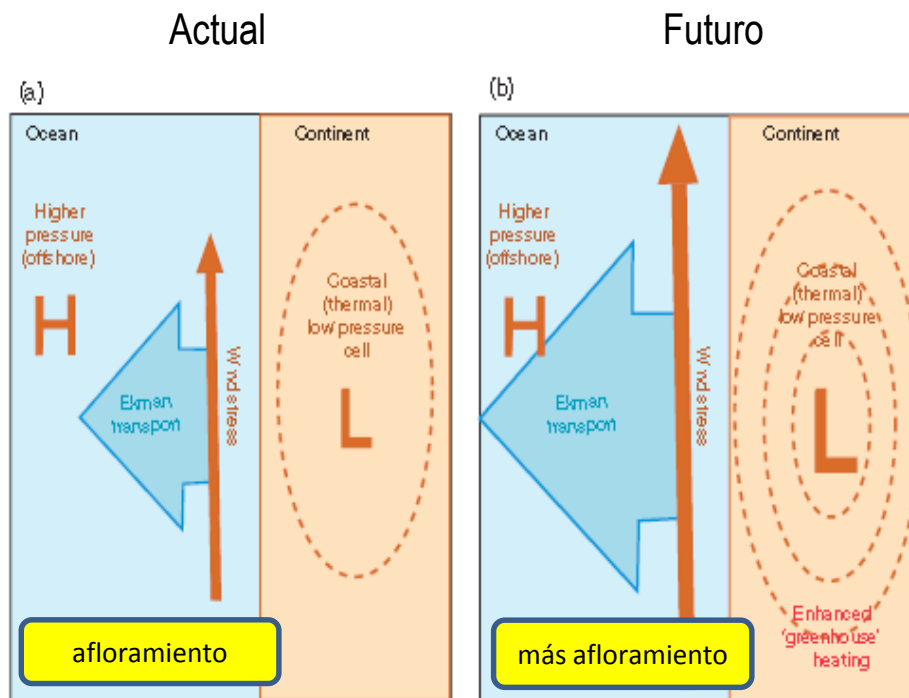


Source: IMARPE

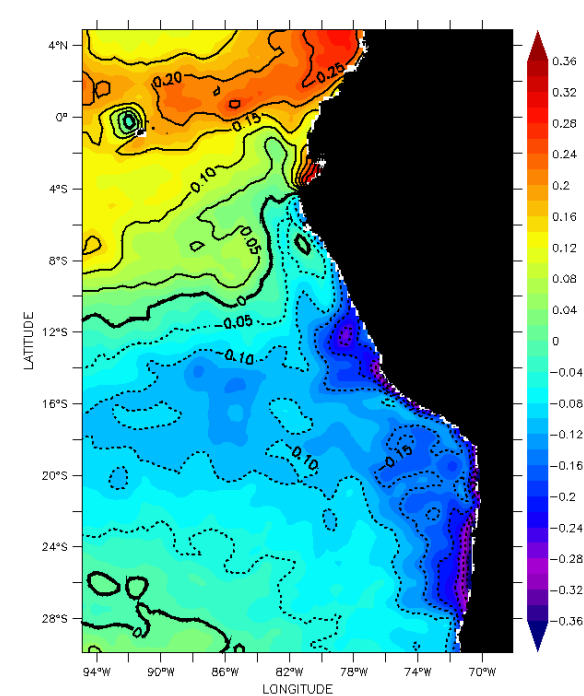
Impactos del cambio climático en el mar peruano: hipótesis

Hipótesis de Vecchi: disminución de los vientos costeros, disminución del afloramiento, disminución de la productividad.

Hipótesis de Bakun: intensificación del gradiente de temperatura mar-tierra, intensificación de los vientos costeros y del afloramiento, aumento de la productividad, intensificación de la Zona de Mínimo Oxígeno, contraste con el resto del océano cálido

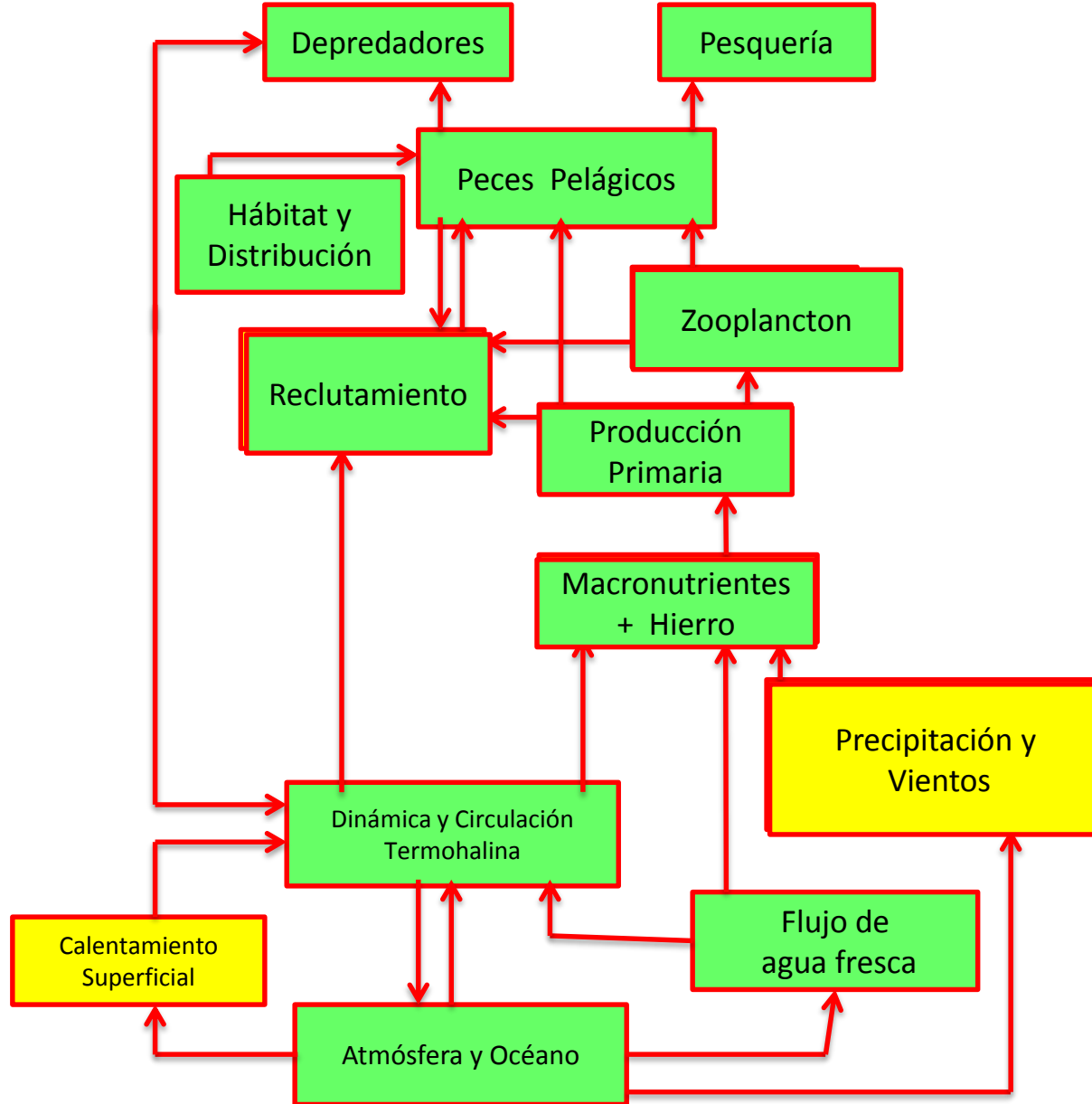


(Bakun et al. 2010)



Reynolds daily data base (1984 – 2014)
Gutiérrez 2011

Impactos del cambio climático en ecosistemas de afloramiento

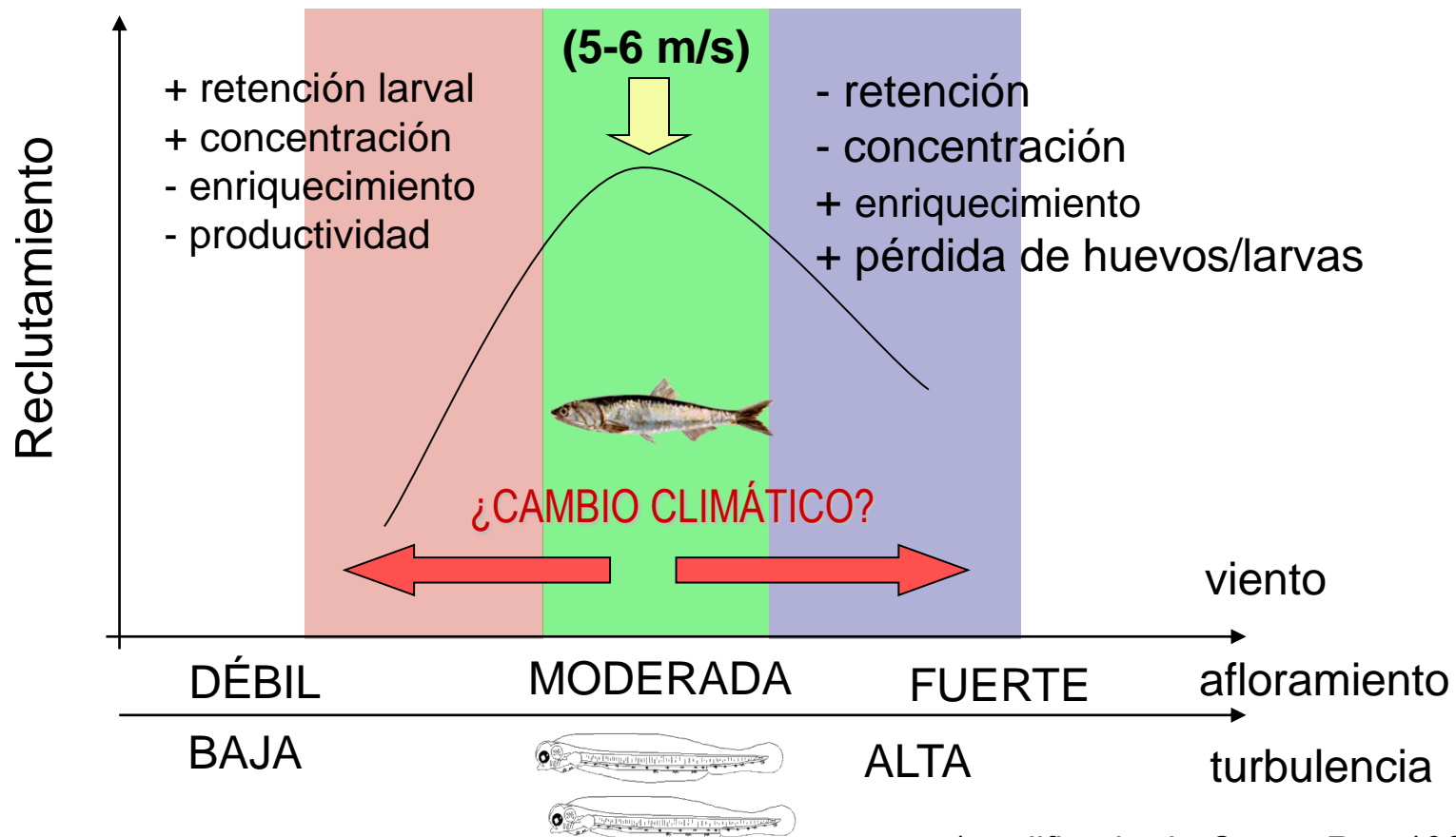


Impactos del cambio climático en ecosistemas de afloramiento

- Distribución y migración
- Productividad: Reclutamiento
 Crecimiento
 Madurez sexual
- Interacciones ecológicas (predador-presa)
- Biodiversidad
- Economía y Sociedad:
 Sostenibilidad de las pesquerías

Impactos del cambio climático: reclutamiento

Hipótesis de la ventana óptima ambiental (Cury et al.): el cambio climático podría intensificar los vientos fuera de la ventana óptima para el reclutamiento de la anchoveta. Mientras que el calentamiento global podría reducir el afloramiento y la productividad.



(modificado de Cury y Roy 1989)

Escenario actual

Masas de agua:

ACF = frías afloradas

AM = de mezcla

ASS = subtropicales superficiales

AES = ecuatoriales superficiales

ATS = tropicales superficiales

Especies:

1: anchoveta

2: merluza

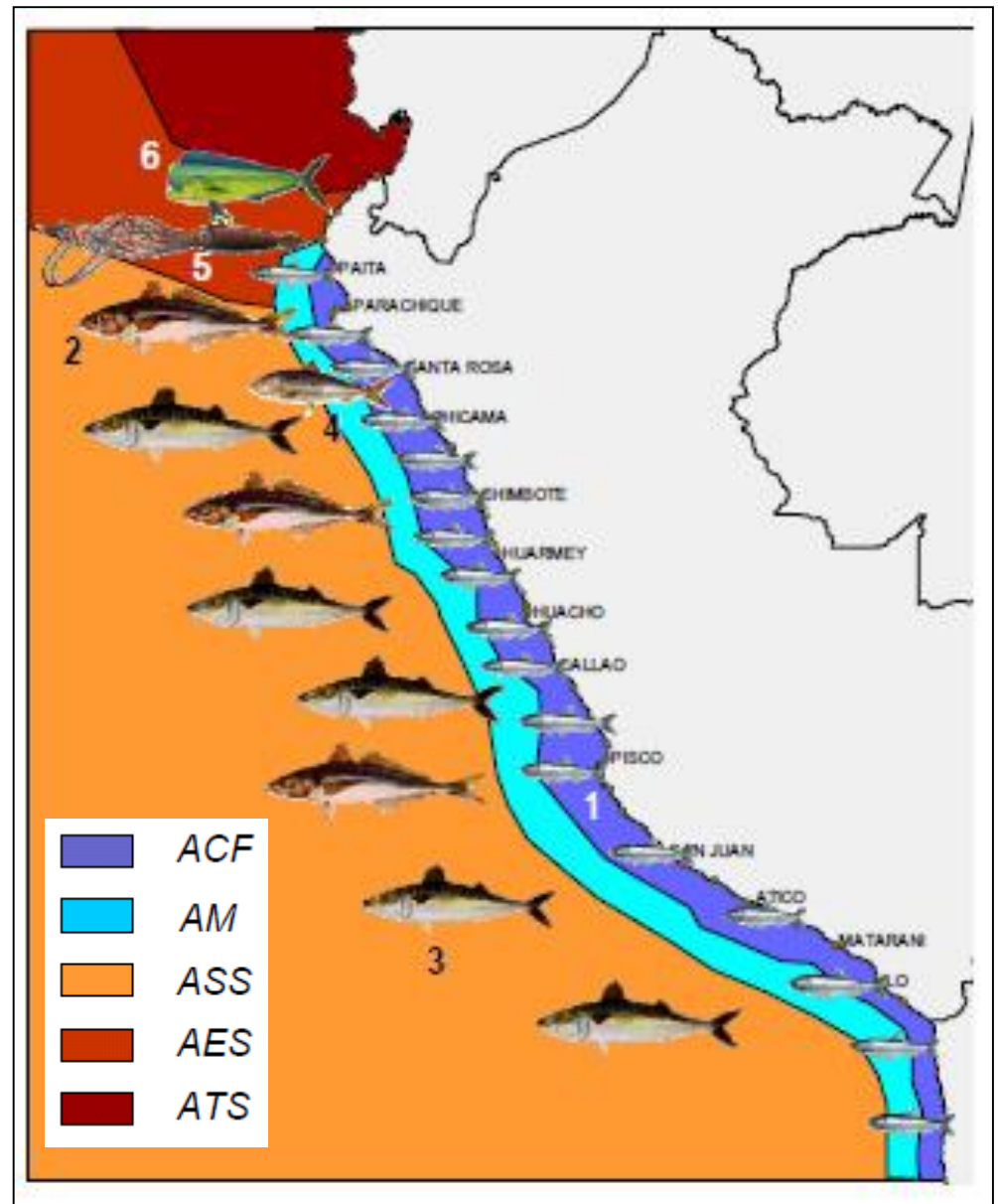
3: caballa

4: sardina

5: pota

6: perico

7: atún

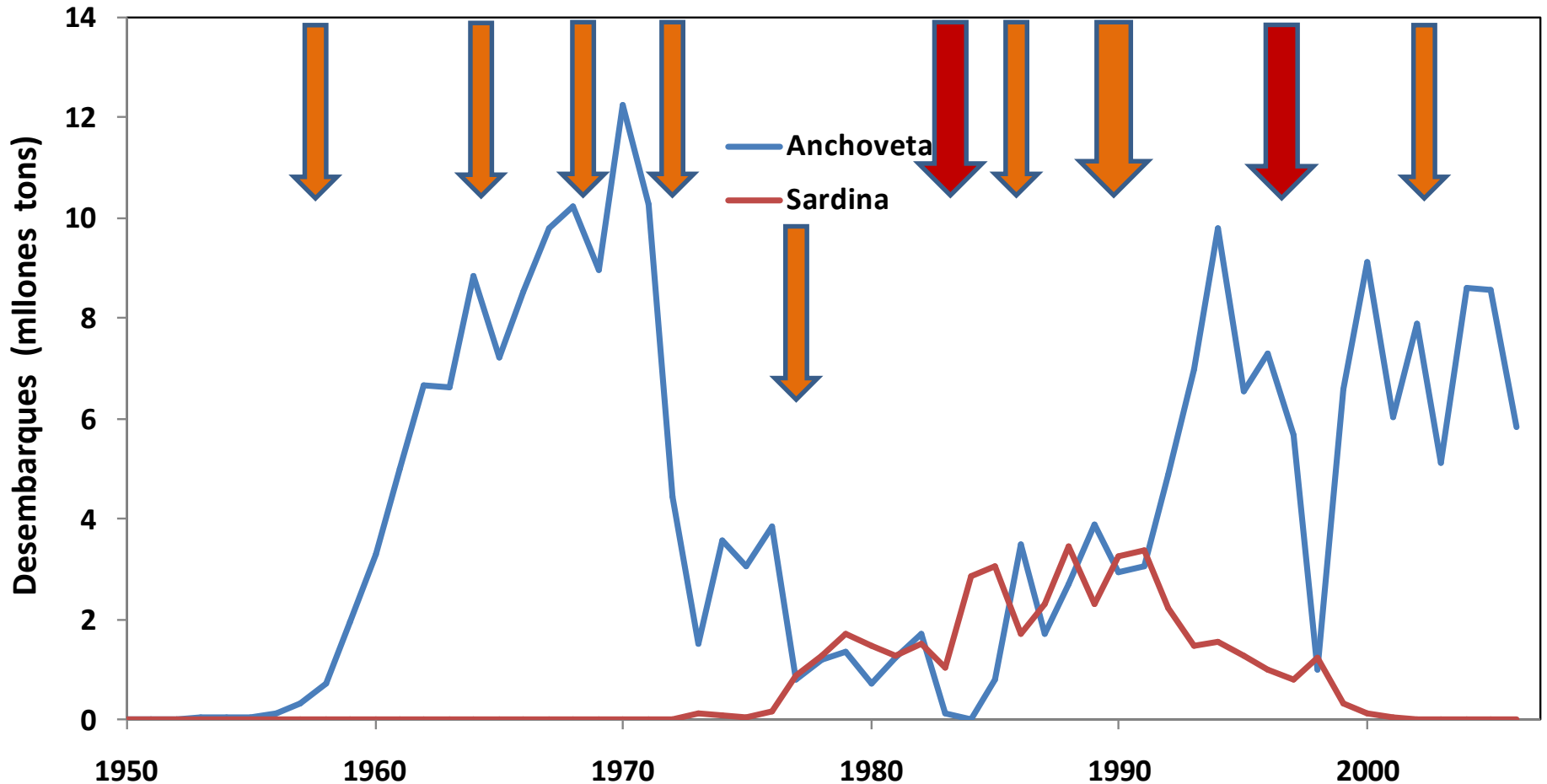


(Gutiérrez *et al.* 2011)

Impactos del cambio climático en el mar peruano: lecciones de El Niño

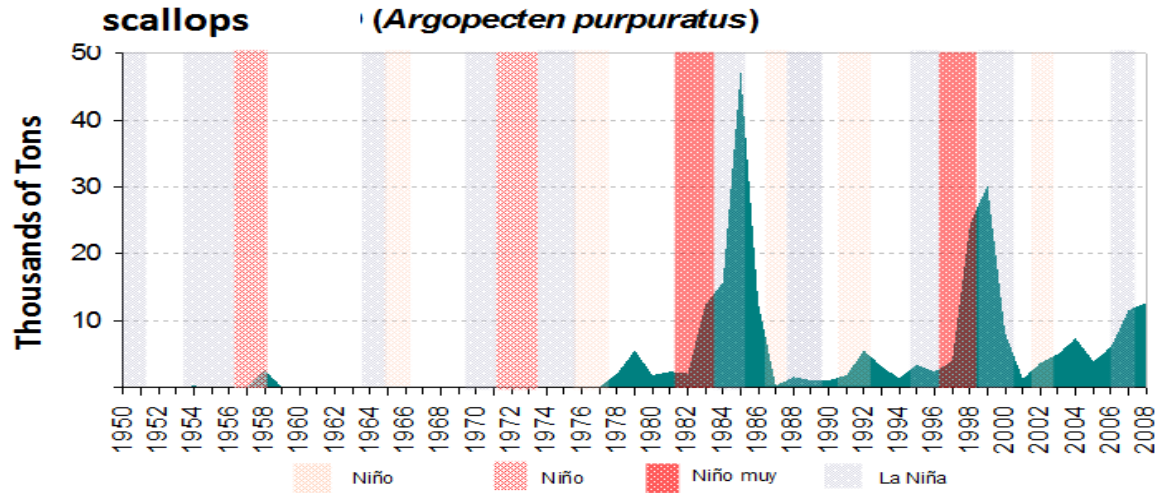
1972/1973: El Niño afectó a una población de anchoveta vulnerable a la sobrepesca.

1997/1998: Luego de El Niño extremo la anchoveta se recuperó por un manejo precautorio.

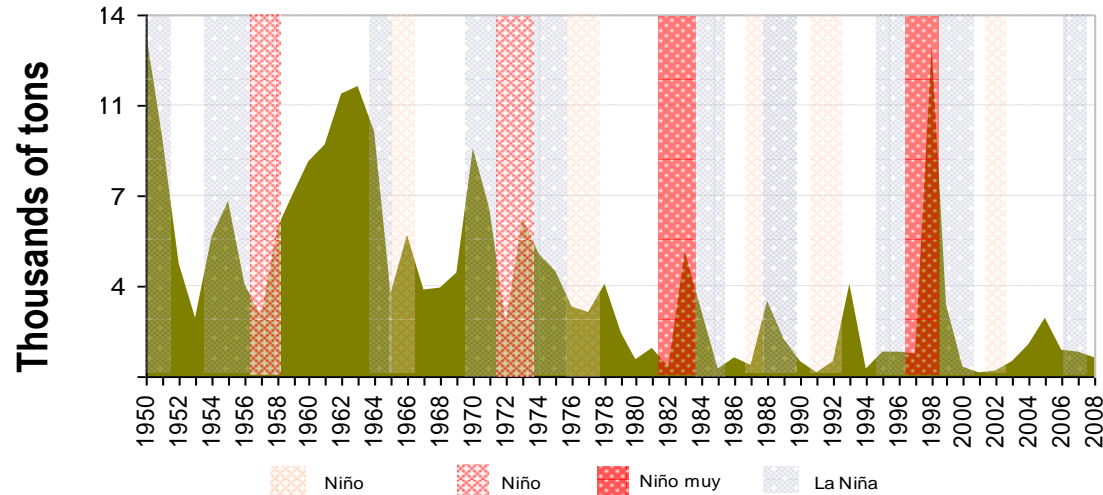


Impactos del cambio climático en el mar peruano: lecciones de El Niño

Especies beneficiadas por los calentamientos: atún y concha de abanico.



Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*)



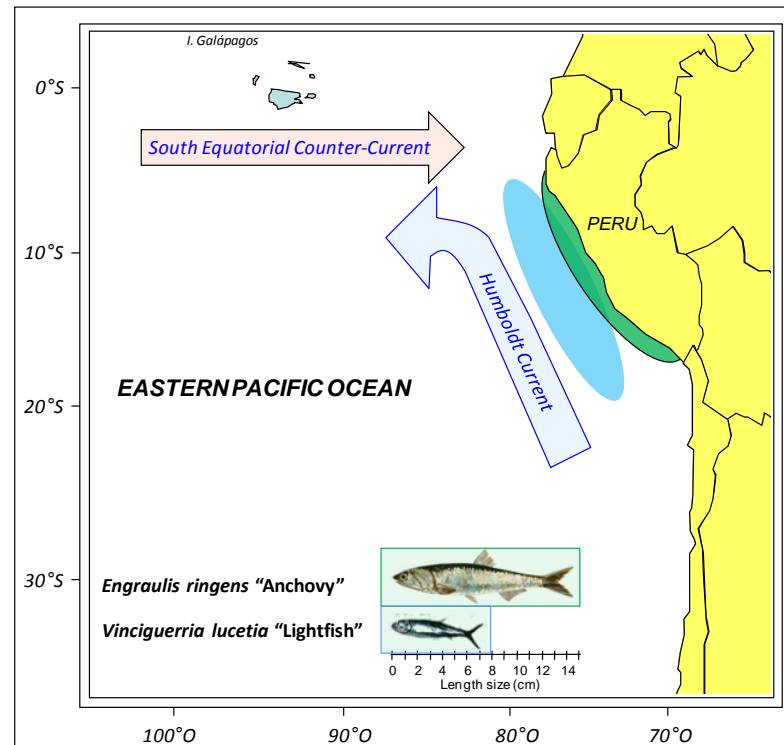
Respuesta de especies dominantes en la zona costera y oceánica del Perú

WARM
(El Niño)

Environmental Change

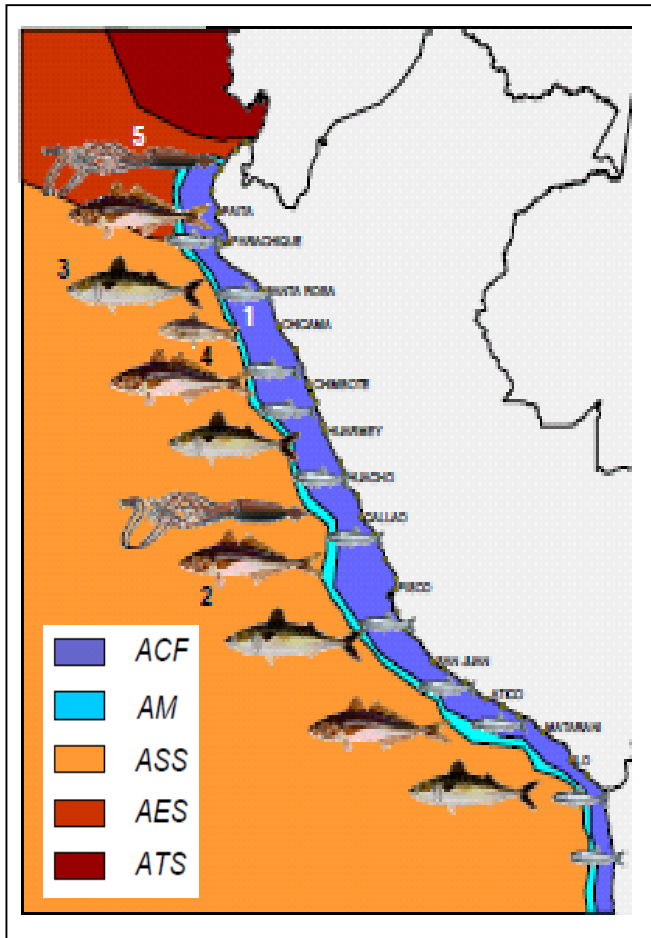
COLD
(La Niña)












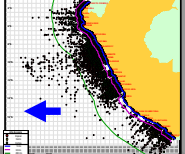
- A
+ V



+ A
- V

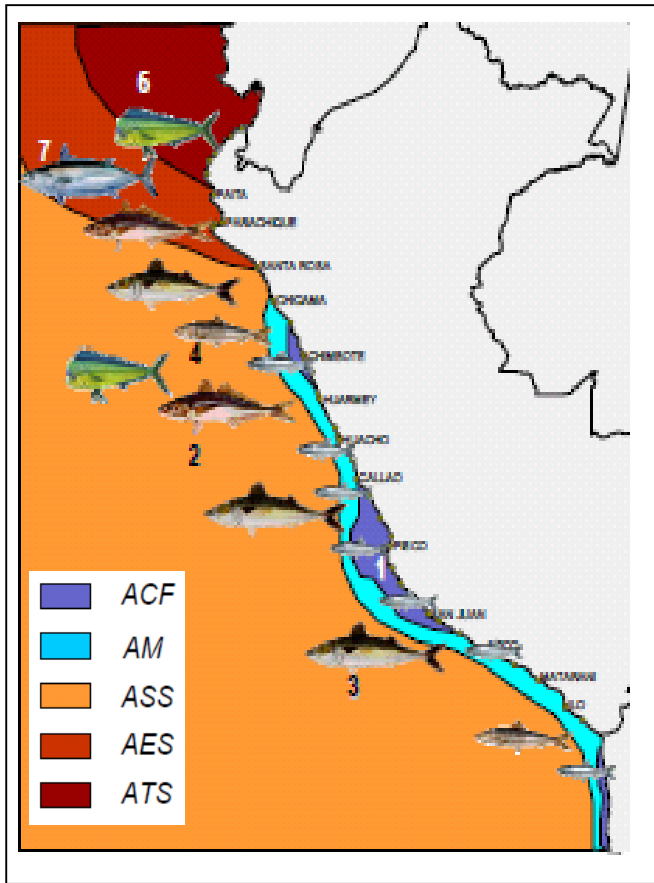
Impactos del cambio climático en el mar peruano: escenario frío



Pelágicos	 ANCHOVETA
Demersales	 LENGUADO
Costeras	 PEJERREY  MACHETE
Invertebrados	 munida  ALMEJA  ERIZO DE MAR  CANGREJO  MACHA  CALAMAR LOLIGO (POTA?)
Algas	 ALGAS PARDAS Lessonia sp. Macrocystis 

(Gutiérrez *et al.* 2011)

Impactos del cambio climático en el mar peruano: escenario cálido

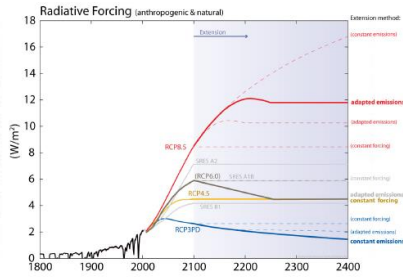


Pelágicos	<p>PERICO, JUREL, ATUN, SAMASA, SARDINA, CABALLA</p>
Demersales	<p>MERLUZA, FALSO VOLADOR, TOLLO</p>
Costeras	<p>LISA, COJINOVA, LORNA, CHITA</p>
Invertebrados	<p>CARACOL, CONCHA DE ABANICO, PERCEBES, LANGOSTINO, PULPO</p>
Algas	<p>ULVA LACTUCA</p>

(Gutiérrez *et al.* 2011)

Impactos del cambio climático en el mar peruano: modelado

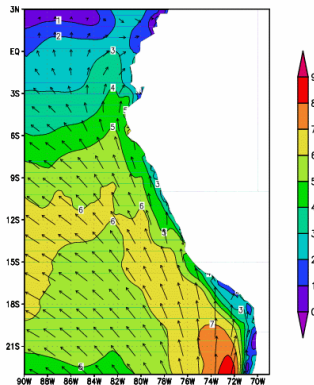
Escenarios de emisiones



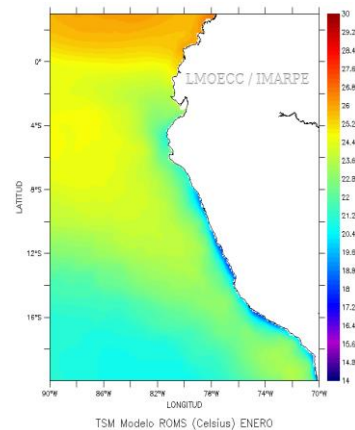
Se están usando los modelos globales del IPCC (de baja resolución) para realizar una “reducción de escala” (estadística y dinámica) con modelos regionales peruanos (de alta resolución).



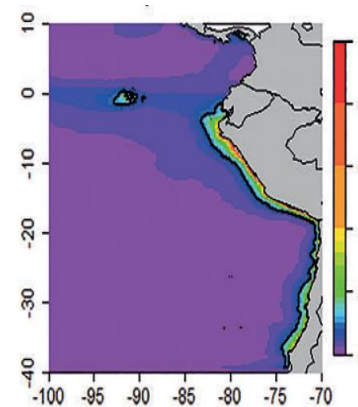
Modelo atmosférico WRF: vientos



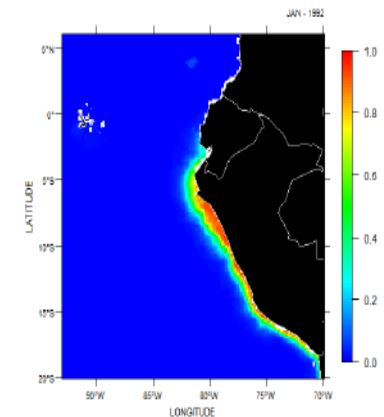
Modelo oceánico ROMS: corrientes



Modelo físico-biogeoquímico ROMS-PISCES



Modelos bioclimáticos

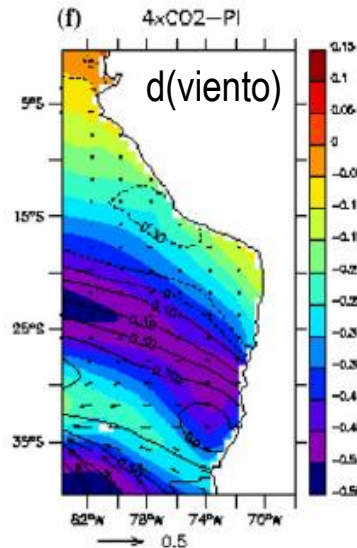


Impactos del cambio climático en el mar peruano: modelado

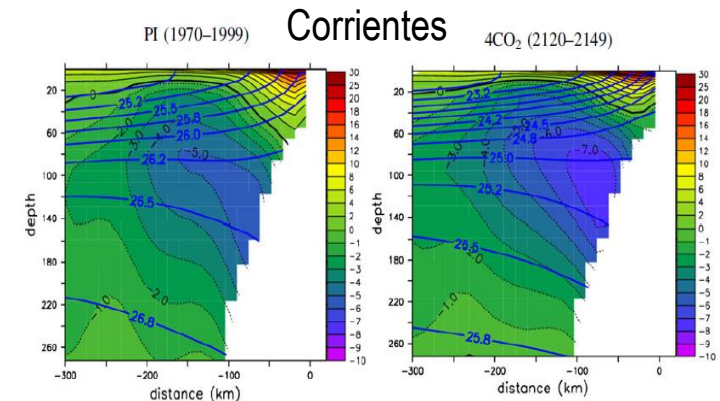
Las primeras simulaciones muestran un debilitamiento de los vientos costeros en Perú en verano (Goubanova *et al.* 2010) usando un escenario atmosférico con $4xCO_2$ del modelo IPSL CM4.

También se simuló un aumento de la temperatura, estratificación, turbulencia, y una intensificación de la corriente subsuperficial Peru-Chile (Echevin *et al.* 2011) usando el modelo físico-biogeoquímico ROMS-PISCES.

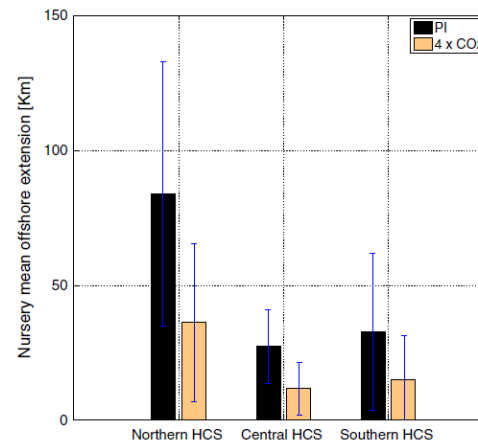
Aunque los modelos biológicos mostraron un aumento en la retención de larvas, también simularon una disminución del área productiva para los estadios tempranos (Brochier *et al.* 2013).



(Goubanova *et al.* 2010)



(Echevin *et al.* 2011)

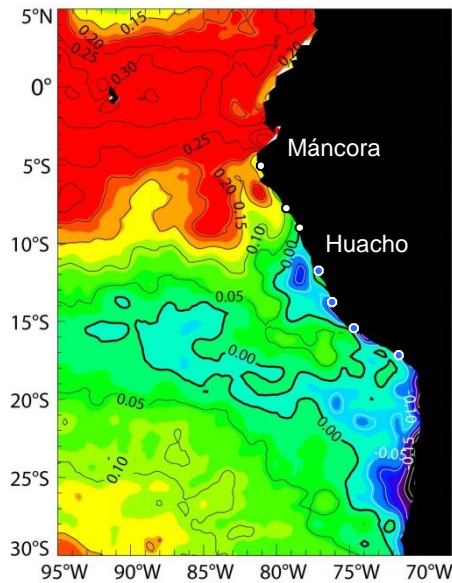


(Brochier *et al.* 2013)

Adaptación al cambio climático: recomendaciones de la FAO

Impactos del CC	Medidas de adaptación (modificado de Daw <i>et al.</i> , 2009, FAO)
Stocks y producción pesqueras más vulnerables	<ul style="list-style-type: none">✓ Reducción de la presión de pesca a través de mayor selectividad de artes de pesca y aplicación del EAF✓ Implementación de áreas intangibles en AMP✓ Mejora del valor de los productos pesqueros a través de certificaciones y accesos a mercados de alto valor
Aumento de variabilidad e incertidumbre de las capturas	<ul style="list-style-type: none">✓ Diversificación de actividades económicas a través de la generación de cadenas productivas (maricultura, ecoturismo)✓ Fortalecimiento del modelado oceánico
Cambios en la distribución	<ul style="list-style-type: none">✓ Evaluaciones de vulnerabilidad y riesgo ecológico de especies objetivo✓ Manejo, Gobernanza y Adaptación basada en el Ecosistema (EbM, EbG, EbA).
Mayor vulnerabilidad de poblaciones locales e infraestructura	<ul style="list-style-type: none">✓ Fortalecimiento del monitoreo y sistema de alerta temprana✓ Incorporación de información climática y escenarios del CC en planificación espacial marino-costera y planeamiento de uso territorial
Colapsos de los mercados	<ul style="list-style-type: none">✓ Fortalecimiento y empoderamiento de organizaciones locales de pescadores artesanales, para aprovechar oportunidades y enfrentar desastres

Adaptación al cambio climático en el mar peruano: Proyectos IMARPE-PRODUCE



ADAPTATION FUND

Adaptación de la Pesca al cambio climático en el mar peruano



Adaptación al cambio climático en el mar peruano: monitoreo

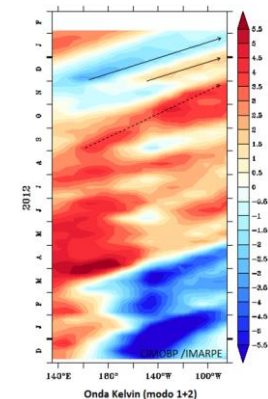
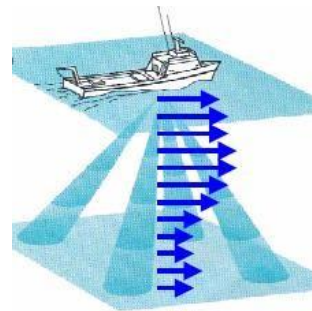
EXISTE UNA ALTA RELACIÓN ENTRE LA VARIABILIDAD DEL AMBIENTE
Y EL ESTADO DE LOS RECURSOS MARINOS



EL SEGUIMIENTO DE LA VARIABILIDAD AMBIENTAL ES FUNDAMENTAL
PARA EL MANEJO PESQUERO



Gliders



Adaptación al cambio climático en el mar peruano: manejo ecosistémico

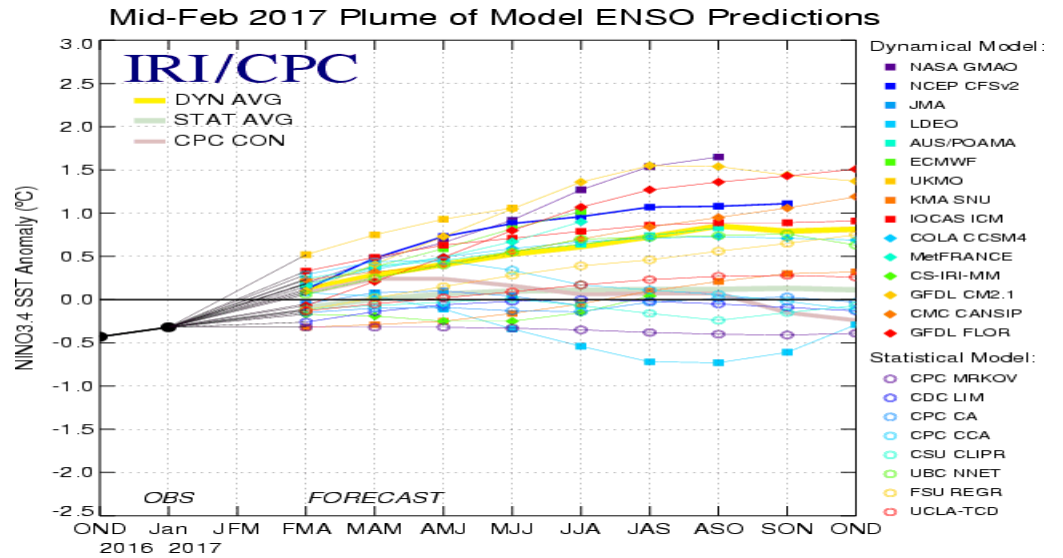
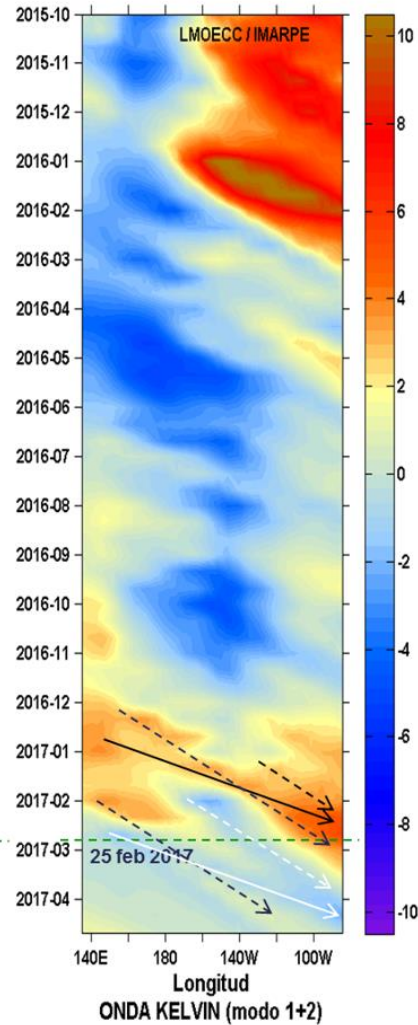
Desarrollo y aplicación de estrategias de captura

Evaluación del Riesgo Ecológico al cambio
climático

Manejo espacial para mitigar los impactos de la
pesca

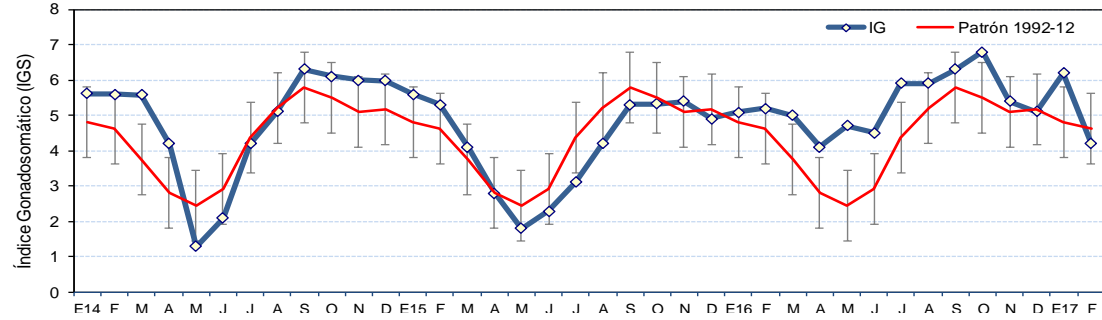
Evaluación de estrategias de manejo para toda
la pesquería (MSE)

Impacto del clima a corto plazo

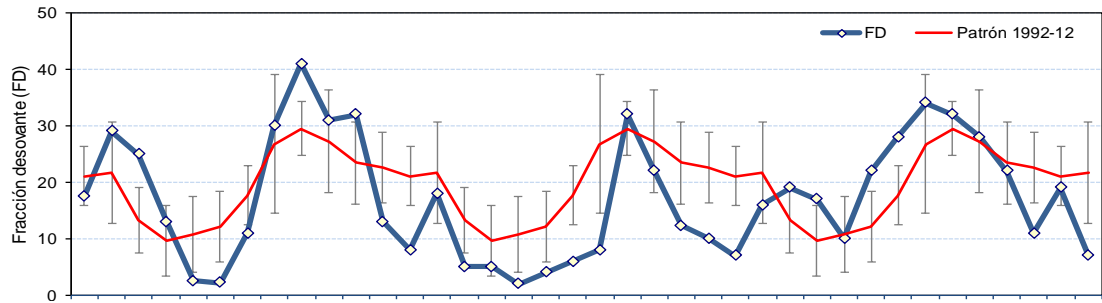


Impacto del clima a corto plazo

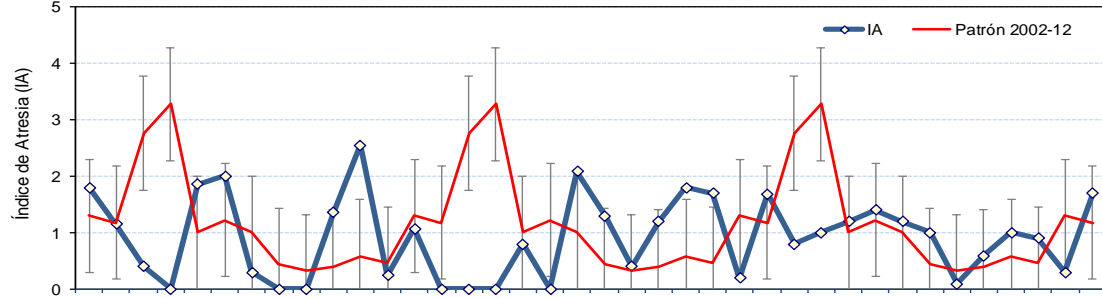
Índice gonadosomático



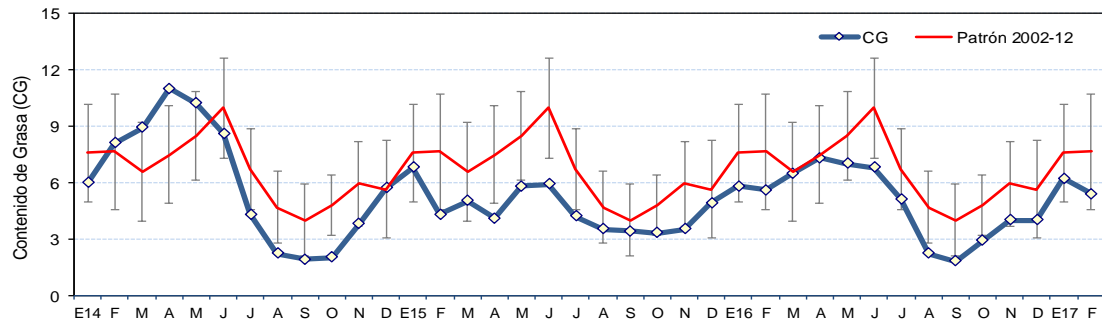
Fracción desovante



Índice de atresia



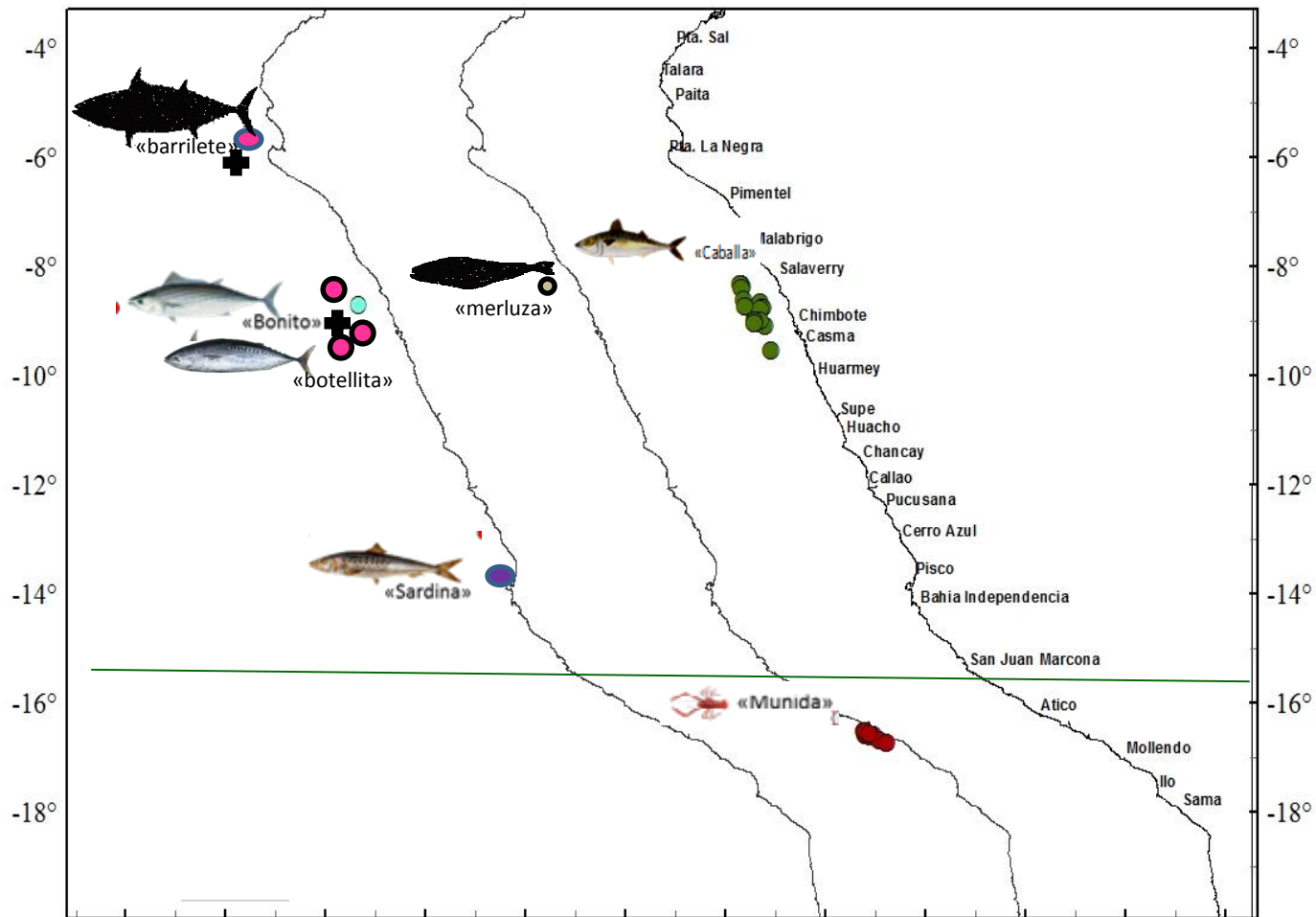
Contenido graso



Impacto del clima a corto plazo

Otras especies

Aguas cálidas



Aguas frías

Conclusiones

- A nivel mundial el cambio climático está originando una elevación de las temperaturas del mar, aumento de estratificación termal, acidificación y expansión de las zonas con mínimo oxígeno.
- Sin embargo, en las últimas décadas desde el centro del Perú hasta el norte de Chile se ha detectado un enfriamiento de las aguas costeras. La intensificación del afloramiento favorecería la expansión el hábitat de la anchoveta, pero el aumento de turbulencia podría reducir la retención de larvas.
- El escenario frío podría continuar hasta que el calentamiento a gran escala termine debilitando el afloramiento costero. Bajo el escenario cálido, los recursos oceánicos como el atún y el perico podrían ampliar su distribución hacia la costa.
- Es necesario reducir la vulnerabilidad del ecosistema marino, mediante medidas de adaptación basadas en el ecosistema, como el uso de métodos de pesca selectivos y la diversificación económica hacia la acuicultura y el ecoturismo.