



**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS**



**LA PAZ, BAJA CALIFORNIA  
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS**

**VARIABILIDAD INTERANUAL DE LARGO PLAZO DE LOS  
RECURSOS PESQUEROS Y DEL CLIMA Y EL OCÉANO**



**T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

**Presenta**

**M. C. José Luis Castro Ortiz**

**La Paz, Baja California Sur, 19 de Octubre de 2005**



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL**  
**SECRETARIA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**  
**ACTA DE REVISION DE TESIS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., siendo las 12:00 horas del día 26 del mes de Septiembre del 2005 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de CICIMAR para examinar la tesis de grado titulada:

**“VARIABILIDAD INTERANUAL DE LARGO PLAZO  
DE LOS RECURSOS PESQUEROS Y DEL CLIMA Y EL OCÉANO”**

Presentada por el alumno:

**CASTRO**  
Apellido paterno

**ORTIZ**  
materno

**JOSÉ LUIS**  
nombre(s)

Con registro: 

A	0	2	0	1	0	4
---	---	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

**DOCTOR EN CIENCIAS MARINAS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

**LA COMISION REVISORA**

Director de tesis  
**PRIMER VOCAL**

*[Signature]*  
DR. DANIEL LLUCH BELDA

**PRESIDENTE**

*[Signature]*  
DR. FRANCISCO ARREGUIN SANCHEZ

**SECRETARIO**

*[Signature]*  
DR. SERGIO HERNÁNDEZ TRUJILLO

**SEGUNDO VOCAL**

*[Signature]*  
DR. ALEJANDRO PARÉS SIERRA

**TERCER VOCAL**

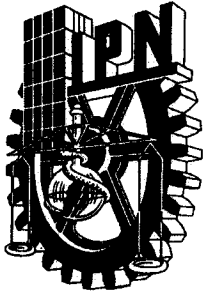
*[Signature]*  
DR. EMILIO LLUCH COTA

EL PRESIDENTE DE



**J. L. P. N.  
CICIMAR**

*[Signature]*  
DR. RAFAEL CERVANTES DIAZ



**INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

**CARTA CESIÓN DE DERECHOS**

En la Ciudad de La Paz, B.C.S., el día 27 del mes Octubre del año 2005, el (la) que suscribe JOSÉ LUIS CASTRO ORTIZ alumno(a) del Programa de DOCTORADO EN CIENCIAS MARINAS con número de registro A020194 adscrito al CENTRO INTERDISCIPLINARIO DE CIENCIAS MARINAS manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de tesis, bajo al dirección de: DR. DANIELLUCH BELDA y cede los derechos del trabajo titulado: "VARIABILIDAD INTERANUAL DE LARGO PLAZO DE LOS RECURSOS PESQUEROS Y DEL CLIMA Y EL OCÉANO"

al Instituto Politécnico Nacional, para su difusión con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección: jcastro@ipn.mx

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

JOSÉ LUIS CASTRO ORTIZ

Nombre y firma

“Climate plays an important part in determining the average number of the species, and periodical seasons of extreme cold or drought seem to be the most effective of all checks. I estimated (chiefly from the greatly reduced number of nests in the spring) that the winter of 1854-5 destroyed four-fifths of birds in my own grounds.”

Charles Darwin – The Origin of Species

## Agradecimientos

El desarrollo del presente trabajo fue posible en primer lugar por el apoyo del IPN al que agradezco todas las oportunidades recibidas, al CONACYT que me proporciono un apoyo importante, a mi director de tesis Dr. Daniel Lluch Belda cuya amplia visión del tema me permitió orientar el trabajo de la manera más adecuada, a mis asesores Dr. Francisco Arreguin, Dr. Salvador Lluch Cota, Dr. Sergio Hernández Trujillo, y al Dr. Alejandro Pares, por sus atenciones y comentarios que contribuyeron significativamente a la realización de esta tesis. De manera especial agradezco y dedico este trabajo a mi esposa Olivia Alva Resendiz cuyo apoyo moral y cariño constante me mantuvo en la línea de trabajo, y a mis hijos Víctor y Olivia que son parte indispensable y vital de la fuerza que me anima. Este trabajo fue posible gracias al avance tecnológico en comunicaciones y cómputo que bien entenderán los que tuvimos que aprender el manejo de la regla de cálculo, el acceso amplio y rápido a bases de datos e información científica parece ser cotidiano en la actualidad, pero significo la diferencia con respecto a unos cuantos años atrás, por lo que agradezco a los desarrolladores pioneros como Steve Wosniak y contemporáneos que hicieron accesible el uso de esta tecnología a los civiles.

## INDICE

LISTA DE FIGURAS .....	4
LISTA DE TABLAS.....	7
Glosario .....	9
Resumen.....	11
INTRODUCCIÓN.....	12
ANTECEDENTES .....	13
La variabilidad de las capturas .....	13
Variabilidad del clima en la atmósfera y en el océano.....	14
El régimen y los cambios .....	15
Régimen .....	16
Los cambios de régimen y las fluctuaciones en las pesquerías .....	16
El efecto de los cambios de régimen climático en los ecosistemas.....	17
DESARROLLO DE HIPÓTESIS .....	18
OBJETIVOS .....	18
MATERIAL Y MÉTODOS.....	19
Consideraciones iniciales .....	19
Selección de las series de captura.....	20
Análisis de las series de tiempo de captura.....	21
Caracterización de las poblaciones de las especies-objetivo en función de sus atributos poblacionales.....	22
Análisis de la información de los índices de las condiciones climáticas y del océano.....	24
RESULTADOS .....	27
Análisis series de tiempo de captura.....	27
Pesquerías del Pacífico .....	27
Pesquerías del Atlántico .....	40
Pesquerías del Océano Índico.....	52
Clasificación de las especies de acuerdo a sus atributos poblacionales .....	56
Análisis series de tiempo de índices climáticos de la atmósfera y el océano.....	59
DISCUSIÓN .....	65
Los Patrones de variación de las capturas .....	65
Las pesquerías y el clima.....	67
PACÍFICO .....	68
ATLÁNTICO .....	71
ÍNDICO.....	74
Los atributos de las poblaciones y los patrones de variación. ....	75
Variación de largo plazo de capturas e índices de abundancias.....	76
Variabilidad climática .....	78
Patrones y procesos.....	81
La sincronía remota procesos físicos y sus efectos en la abundancia de los recursos .....	81
Sincronía entre cuencas.....	85
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES .....	88
SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO.....	89
Bibliografía citada.....	90
ANEXOS.....	96

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Variación sincrónica de capturas de pesquerías importantes del Pacífico y del Atlántico (Tomado de Klyashtorin, 2001), se señalan los periodos de régimen cálido en el margen oriental.....	14
Figura 2. Mapa de las áreas estadísticas de captura según FAO.....	19
Figura 3. Numero de series seleccionadas por área estadística de pesca. Con azul se indican los códigos del área.....	27
Figura 4. Diagrama de árbol para 131 series de tiempo de captura de pesquerías del Pacífico, la agrupación se hizo con el algoritmo de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas. Se indican dos niveles de corte el primero a 60 u.e. (NC1) y el segundo a 30 u.e. (NC2).....	28
Figura 5. 5A) Series de captura del Pacífico normalizados y suavizados, los que se organizan de acuerdo a los grupos identificados y por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. 5B) Se representan los diagramas de dispersión para cada subgrupo y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.....	30
Figura 6. Principales patrones de variación de baja frecuencia de las estadísticas de series de tiempo de captura de pesquerías de las tres cuencas oceánicas.....	31
Figura 7. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 61 correspondiente al Pacífico noroeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	32
Figura 8. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 67 correspondiente al Pacífico noreste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	34
Figura 9. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 71 correspondiente al Pacífico centro oeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	35
Figura 10. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 77 correspondiente al Pacífico centro oeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	36
Figura 11. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 81 correspondiente al Pacífico suroeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	37
Figura 12. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 87 correspondiente al Pacífico sureste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).....	38
Figura 13. Producción pesquera de la Anchoveta peruana (en línea continua) donde se puede ver la tendencia (línea discontinua), los periodos en los que se calculo el promedio y el promedio (líneas horizontales).....	39
Figura 14. Diagrama de árbol para 191 series de tiempo de captura en el Atlántico, agrupadas por el método de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas. Se indican dos niveles de corte el primero a 80 u.e. (NC1) y el segundo a 40 u.e. (NC2).....	40
Figura 15. 15A) Series de captura normalizados y suavizados del Atlántico, los que se ordenan de acuerdo a los grupos identificados así como por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. 15B) Se representan el diagrama de dispersión de las series consideradas y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.....	42
Figura 16. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área noroeste (21) en los periodos indicados (en miles de t).....	44
Figura 17. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área noreste (27) en los periodos indicados.....	45
Figura 18. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área centro oeste (31) en los periodos indicados.....	47
Figura 19. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área centro este (34) en los periodos indicados.....	48
Figura 20. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área suroeste (41) en los periodos indicados.....	49
Figura 21. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área sureste (47) en los periodos indicados.....	50
Figura 22. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del Mediterráneo y Mar Negro (37) en los periodos indicados.....	51

Figura 23. Diagrama de árbol para 39 series de tiempo de captura en el Índico, agrupadas por el método de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas, y en el eje horizontal los valores representan la clave de identificación de las series. La línea horizontal indica el nivel de corte a 30 u.e.....	52
Figura 24. (Parte izquierda) Series de captura del Océano Índico normalizados y suavizados ordenadas de acuerdo a los grupos identificados y por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. (Parte derecha) Se representan los diagramas de dispersión para cada subgrupo y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.....	53
Figura 25. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del Océano Índico Oeste (51) en los periodos indicados.....	54
Figura 26. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales de el Océano Índico Este (57) en los periodos indicados.....	55
Figura 27. Agrupación de los atributos poblacionales resultado del análisis de factores.....	56
Figura 28. Representación de los valores de los coeficientes.....	57
Figura 29. Características de los 7 grupos de especies identificados por sus atributos poblacionales, los números en las ordenadas corresponden al de los grupos, los valores relativos se indican en las abscisas, las líneas verticales es la amplitud del intervalo por sus valores mínimo y máximo y el círculo es el promedio. ....	58
Figura 30. Composición porcentual de los grupos de acuerdo a su hábitat, los números en el eje de las abscisas representan a los grupos.....	59
Figura 31. Correlación entre los índices ambientales en el periodo 1958-2000 (series cortas) y cada uno de los factores extraídos por el método de máxima verosimilitud (debe considerarse que el tamaño de las barras es relativo a la escala de la izquierda y no se puede comparar entre cada factor).....	61
Figura 32. Correlación entre los índices ambientales en el periodo 1900-2000 (series largas) y cada factor extraído por el método de máxima verosimilitud (debe considerarse que el tamaño de las barras es relativo a la escala de la izquierda y no se puede comparar entre cada factor).....	62
Figura 33. 33A) Índices del sistema climático del Pacífico norte (PDOI, ALPI, AFI y NPI). 33B) Índices del sistema climático del Pacífico central (N1-2, N3, N4, MEI, SOI y CTI). 33C) Índices del sistema climático del Atlántico (NAOI), Ártico (AOI) y Antártico (AAOI), Atlántico tropical (TNAI, TSAI). 33C) Índices del sistema climático del Atlántico (NAOI), Ártico (AOI) y Antártico (AAOI), Atlántico tropical (TNAI, TSAI). 33D) Índices relacionados con la variabilidad climática global. Los valores normalizados se representan en línea delgada, y las suavizadas con línea gruesa y sombreado, las línea vertical interrumpida representa el cambio de régimen de 1976-77.....	63
Figura 34. Cada serie se representa independientemente con respecto a la frecuencia en el eje de las abscisas, la densidad espectral se indica en línea delgada y el periodograma en línea gruesa, las frecuencias que se encuentran en varias series se unen con las líneas verticales, y en estas se indica el periodo al que corresponden.....	64
Figura 35. Promedios de las series de tiempo de captura normalizados para los patrones secundarios organizados por tendencia similar para Pacífico, Atlántico e Índico, solo en el caso del último grupo se incluyen las series promedio de las pesquerías del Índico. ....	66
Figura 36. Series de tiempo de captura de A) Sardina japonesa (los valores en el eje vertical son millones de t), B) Anchoqueta japonesa (miles de t) y C) Sardina de California (millones de t), las líneas verticales señalan los tres cambios de régimen.....	76
Figura 37. Abundancia relativa de escamas de A) Anchoqueta y B) Sardina en fondos sedimentarios en la cuenca de Santa Bárbara, California E. U., y episodios de alta abundancia de arenque de Bohuslan, Suecia, tomado de (Schwartzlose et al., 1999). ....	77
Figura 38. Análisis espectral de las series de tiempo de la temperatura reconstruida de muestras de hielo de Groenlandia (Klyashtorin & Lyubushin, 2003).....	79
Figura 39. Los tres modos de la estructura espaciales de las anomalías de temperatura superficial del mar, tomadas de Conil (2003). ....	80
Figura 40. Series de tiempo de anomalías de volumen de zooplancton y transporte hacia el sur datos del programa CalCOFI (Chelton op. cit.).....	82
Figura 41. (a) Índice PDO y la anomalía de producción primaria (PP) en el Pacífico Norte central (30°N-40°N y 180°-140°W). (b) La anomalía de la velocidad de bombeo de Ekman en el Pacífico Norte central y la anomalía de la Zona de Clorofila del Frente de Transición (TZCF), La anomalía positiva significa que el TZCF se desplaza al norte, y anomalía negativa significa desplazamiento al ecuador (tomado de Chai et al., 2003).....	83

Figura 42. Fluctuación del Índice de la Oscilación Del sur (SOI: la línea delgada) y Pacífico Decadal Oscilación (PDO: línea punteada, y eje invertido), y reclutamiento anual de skipjack, yellowfin y albacora del Pacífico sur (tomado de Lehodey et al., 2003). .....	84
Figura 43. Distribuciones espacial promedio de la nueva producción primaria (mmolN/m <sup>2</sup> día) y .....	85
Figura 44. Segundo modo de variación de la temperatura superficial del mar según Conil (2003), relacionado con el sistema climático del Pacífico ecuatorial, los signos + y – indican los centros tele-conectados y la división de las áreas estadísticas de captura de FAO.....	86



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Condiciones prevalecientes indicadas por anomalías de temperatura superficial del mar en años específicos ( <a href="http://topex-www.jpl.nasa.gov/science/pdo.html">http://topex-www.jpl.nasa.gov/science/pdo.html</a> ).....	16
Tabla 2. Resultados preliminares de análisis de conglomerados aplicado a series de captura de Pacífico, los métodos usados son (1) Ward, (2) Unión completa y (3) K-medias. Los números en negritas se refieren al número de series identificadas por cada método, los que están en cursiva corresponden al porcentaje. 123 significa que los tres métodos identifican las mismas series, y 12 que solo los métodos de Ward y Unión completa identificaron el número indicado. ....	22
Tabla 3. Resumen de índices del clima-oceano. ....	24
Tabla 4. Se resumen los resultados del análisis de K-medias de las 131 series de tiempo de captura para el Pacífico, se indica el número de series por grupo y por área.....	28
Tabla 5. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico noroeste (área 61), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	32
Tabla 6. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico noreste (área 67), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	33
Tabla 7. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico centro oeste (área 71), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	34
Tabla 8. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico centro oeste noroeste (área 71), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	36
Tabla 9. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico sur oeste (área 81), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	37
Tabla 10. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico sureste (área 87), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	38
Tabla 11. Número y porcentaje de series de tiempo de captura usadas en el análisis de acuerdo a las áreas de captura en el Atlántico. ....	40
Tabla 12. Se resumen los resultados del análisis de K-medias de las 131 series de tiempo de captura para el Atlántico, se indica el número de series por grupo y por área.....	41
Tabla 13. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico noroeste (área 21), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	43
Tabla 14. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico noreste (área 27), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	45
Tabla 15. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico centro oeste (área 31), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2	

Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	46
Tabla 16. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico centro este (área 34), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	47
Tabla 17. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico suroeste (área 41), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	48
Tabla 18. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico sureste (área 47), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	49
Tabla 19. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Mediterráneo y Mar Negro (área 37), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	51
Tabla 20. Número y porcentaje de series de tiempo de captura usadas en el análisis de acuerdo a las áreas de captura en el Océano Índico. ....	53
Tabla 21. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Indico Oeste (área 51), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	54
Tabla 22. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Indico Este (área 57), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura. ....	55
Tabla 23. Eigenvalores de los factores principales extraídos por máxima verosimilitud, la varianza explicada por cada factor, y los valores acumulados del eigenvalor y porcentaje. ....	60
Tabla 24. Proporción de patrones de variación de las series de captura por área estadística de pesca en el Pacífico. ....	67
Tabla 25. Proporción de patrones de variación de las series de captura por área estadística de pesca en el Atlántico. ....	67
Tabla 26. Casos de pesquerías referidas en la literatura con respecto a la captura y las condiciones climáticas para el Pacífico y el Atlántico, entre paréntesis se indica la clave numérica de el área de pesca de FAO. ....	74
Tabla 27. Comparación de algunas características oceanográficas y biológicas en dos modos de circulación en los sistemas de corrientes en los bordes continentales. ....	81

## Glosario

Advección	Transporte en el plano horizontal de masas fluidas.
Bentónico	Dominio ecológico del ambiente acuático de los organismos que viven relacionados con el fondo.
Biomasa	Cantidad de materia orgánica que forma parte de los organismos y que se encuentra en forma de proteínas, carbohidratos, lípidos, y otros compuestos orgánicos. Se expresa en unidades de peso fresco o peso seco (cuando se ha sometido a deshidratación), o en unidades de energía (Kcal.)
Bombeo de Ekman	Es un proceso análogo al proceso que explica la surgencia costera pero en mayor escala, relacionado con la surgencia ecuatorial.
Cambio de régimen	Se refiere a un cambio en las condiciones promedio del clima, se relaciona con la definición de régimen climático y clima.
Clima	Es el estado promedio del tiempo meteorológico que se puede caracterizar para una región en un periodo mínimo de 15 años, y que esta definido por un conjunto de variables (presión, humedad y temperatura, precipitación, nubosidad, etc).
Decadal	Termino derivado del inglés sin traducción al español que se refiere a la escala temporal de décadas, se usa para mayor facilidad para la redacción.
Demersal	Termino derivado del inglés sin traducción al español frecuentemente usado para referirse a organismos marinos que se capturan en el fondo. No confundir con bentónico que es tiene un significado relacionado más preciso y que se define por separado.
Dendrograma	Diagrama representativo resultado de una clasificación jerárquica, con expresión numérica del grado de similitud entre unidades taxonómicas, conglomerados o clases.
Dipolo o tripolo	Termino derivado del inglés sin traducción al español, se refiere al patrón espacial de distribución de anomalías calidas y frías en la escala de las cuencas oceánicas, en donde se localizan dos o hasta tres regiones (tripolo) que muestran correlación espacial inversa.
Extratropical	Es otro término derivado del inglés sin traducción al español, pero usado con frecuencia, y se refiere al sistema climático de las regiones polares y subsolares.
Giro anticiclónico	Convencionalmente se refiere a los grandes sistemas de corrientes que se mueven en dirección de las manecillas del reloj, de modo que los giros en la dirección opuesta serán ciclónicos, también se aplica a sistemas atmosféricos.
Hábitat	Es el espacio usado por los organismos que en el ambiente marino se define con respecto a la profundidad y las características del sustrato (ver pagina #).
Pelágico	Dominio ecológico de ambientes acuáticos donde los organismos nadan (necton) o flotan (plancton).
Profundidad de capa de mezcla	Es el espesor de la capa superficial que es mezclada por el efecto del viento y la advección, en la práctica se caracteriza por la distribución vertical de temperatura y densidad.
Régimen climático	Se puede definir de manera similar a clima, pero se refiere a una condición que requiere de un mayor intervalo de tiempo, ya que convencionalmente se requieren 15 años de datos para caracterizar el clima, pero un régimen climático se puede extender en un intervalo mayor de tiempo (20 a 30 años).
Rendimiento máximo sostenible	Punto de referencia usado en la administración de pesquerías para referirse al nivel de explotación optimo de una población.
Sobreexplotación	Condición de una pesquería en donde se ha rebasado el nivel de rendimiento máximo sostenible.
Surgencia costera	Afloramiento de aguas relativamente frías en sectores oceánicos costeros por efecto dinámico de la componente del viento paralela a la costa (y que deja la costa a su derecha en el Hemisferio Sur y a su izquierda en el Hemisferio Norte).
Surgencia ecuatorial	Afloramiento de aguas relativamente frías por efecto dinámico de los vientos alisios sobre el océano en la región tropical del Pacífico.
Teleconexión	El término se refiere a patrones atmosféricos de circulación y presión de gran escala, que son recurrentes y persistentes en áreas geográficas extensas. 2) el término se refieren también a como los modos de variabilidad de baja frecuencia (o de gran escala temporal). Aunque estos que modelos típicamente duren por varios semanas a varios meses, ellos pueden a veces ser reconocidos por varios años consecutivos, reflejando una parte importante de la variabilidad interanual y interdecadal de la circulación atmosférica. Los patrones de teleconexión son también de escala planetaria y cubre continentes y cuencas oceánicas. Por ejemplo, algunos patrones cubren la cuenca del Pacífico Norte completa, mientras otros se extienden desde el América del Norte oriental a la Europa central, otros cubren casi Eurasia. <a href="http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/teleintro.html">http://www.cpc.ncep.noaa.gov/data/teledoc/teleintro.html</a>
Troposfera	La capa gaseosa baja de la atmósfera con un espesor variable promedio de 10 km. Es

Variabilidad de baja Frecuencia

donde ocurren los procesos principales determinantes del clima.  
Se refiere a la variación climática detectable en escalas de tiempo que van entre los 20 a 30 años. Se relaciona con las definiciones de variabilidad de muy baja frecuencia (50-70 años), y alta frecuencia (5-15 años).

# VARIABILIDAD INTERANUAL DE LARGO PLAZO DE LOS RECURSOS PESQUEROS Y DEL CLIMA Y EL OCÉANO

## Resumen

La aparente variación sincrónica de las estadísticas de captura de peces marinos en la escala de décadas de importantes pesquerías del Océano Pacífico y también del Atlántico, y que muestran relación empírica con fluctuaciones climáticas en la misma escala, permiten suponer la existencia de procesos de escala global que determinan la abundancia de los recursos pesqueros. Debido al interés que esto tiene en la administración de los recursos pesqueros se realiza un análisis exploratorio de la variabilidad de las capturas de las principales pesquerías en el mundo y su posible relación con los cambios del océano y la atmósfera. Para abordar el tema se usaron series de tiempo de captura de la base de datos la FAO para el periodo 1950-2000, por otra parte se usaron series de tiempo de índices climáticos del Pacífico norte y ecuatorial, del Atlántico norte, ecuatorial y sur, del Índico, y índices globales. De la base de datos de captura se seleccionaron 361 series de captura de acuerdo a su promedio histórico e identificando a la especie-objetivo de cada pesquería; 131 del Océano Pacífico, 191 del Atlántico y 39 del Índico. Aplicando dos métodos de análisis de conglomerados se identificaron tres patrones de variación de las capturas similares en el Pacífico y el Atlántico, dos coincidentes con los descritos en la literatura y uno intermedio, en el Índico solo se identificaron dos patrones y en un caso el número de series fue bajo. Se analizaron las series de tiempo de 12 índices climáticos, lo que permitió reconocer tres modos de variación principal, la del Pacífico tropical, del Pacífico extratropical y el Atlántico, un análisis adicional de los espectros de variación de largo plazo mostró un patrón dominante en un periodo de 50 años, el cual es coherente con la hipótesis de la sincronía remota de la abundancia de los recursos pesqueros.

## Abstract

The remote synchrony variation of statistics data of important fisheries in Pacific and Atlantic Oceans in the decadal scale, that shows empirical relationship with climatic fluctuation in the same time scale, permit suppose the existence of process of global scale, that determinate the abundance of fisheries resources. Due to interest that this has in the management of fisheries resources, an exploratory analysis was made of the catch data of principal fisheries of the world, and their possible relationship with changes in ocean and atmosphere. For approach this topic was use time series of catch of the database of FAO, for 1950 to 2000 period, for other hand, 12 time series of climatic indices of North Pacific, Equatorial Pacific, North Atlantic, Equatorial Atlantic, South Atlantic, Indic Ocean, and global indices; are used. Of the catch database were select 361 series of accord with their historical average and identification to the target-species of each fishery; 131 of Pacific Ocean, 191 of Atlantic Ocean and 39 of Indic Ocean. Two methods of cluster analysis were applied. Three variation patterns were identified, two similar to patterns described in literature and one pattern intermission, un the Indic Ocean only two patters were recognized, and the cases number were low. The climatic indices analysis permits recognized three dominant modes of variation; the first of the Tropical Pacific, a second for extratropical Pacific, and a third of North Atlantic. The spectral analysis shows a dominant pattern for 50 year period, which is coherent with remote synchrony hypothesis of the variation of fisheries resources abundance.

## INTRODUCCIÓN

La influencia del clima en las actividades humanas se ha reconocido desde hace siglos, particularmente en los ambientes terrestres. Se sabe que grandes civilizaciones humanas florecieron o declinaron por efecto de cambios climáticos. Lamb (1995), por ejemplo, presenta una recopilación muy bien documentada de los efectos de este tipo de cambios en Europa y en América del Norte al final del primer milenio. La capacidad de los viñedos ingleses rivalizaba con los franceses dado que los veranos eran entonces de 0.7 a 1° C más calurosos que ahora. Este intermedio caluroso produjo un periodo de gran prosperidad reflejada en la construcción de grandes catedrales, el florecimiento del comercio y el crecimiento explosivo de la población humana. En América del Norte el patrón climático fue semejante al de Europa, caluroso y húmedo, lo que permitió que en ambos continentes florecieran las culturas agrícolas. En el noroeste de Iowa, una región en la que la lluvia es actualmente marginal para el crecimiento del maíz, se desarrolló una cultura importante en el valle del Mississippi hasta el periodo entre 1200 y 1300 en que el clima se hizo más frío y seco. A partir de entonces las condiciones se agudizaron hasta la llamada Pequeña Edad del Hielo en los siglos 16 y 17, lo que produjo un retroceso, especialmente en regiones como en el Ártico y el sur de Europa. Groenlandia fue abandonada; Islandia declinó; Escocia sufrió hambrunas, y estas condiciones se generalizaron hacia el continente. Grandes tormentas se sintieron en los mares del norte de Europa, en 1421, 1446, y 1570, donde se estima murieron 100,000 personas o más como resultado de inundaciones costeras del Mar Norte. La mortalidad por tempestades en el siglo 16 fue de aproximadamente 400,000 personas, los inviernos de 1407–1408 y 1422–1423 fueron tan fríos que el Báltico se heló, permitiendo el tráfico a pie por el mar y permitiendo que los lobos pasaran de Noruega a Dinamarca. Las enfermedades acecharon a Europa y la esperanza promedio de vida disminuyó 10 años durante el siglo 14. Lamb (op cit.) menciona un ventarrón cuyos vientos excedieron las velocidades de cualquier tempestad moderna y que destruyó la Armada española dándole un giro a la historia. Rastros de esta era de frío persistieron hasta la mitad del siglo 19.

En el caso del ambiente marino es obvio que su influencia no fuera tan evidente, ya que se trata de un ambiente poco accesible al hombre. Algunas de las observaciones recientes sobre la historia de la captura de peces marinos en el mundo está cambiando el modo de interpretar las estadísticas de las pesquerías. De acuerdo con los conceptos de la administración pesquera, la variación de mediano o largo plazo en la producción pesquera se interpreta de acuerdo al modelo generalizado de desarrollo de las pesquerías, que comprende las fases de subdesarrollado, desarrollado, maduro, y senescente (Caddy, 1983, Kesteven, 1973, Rapport et al., 1985). Se parte de la consideración de que la capacidad porteadora del medio es constante y que existe un punto de máximo rendimiento sostenible (MRS), de modo que la tendencia positiva o negativa de las capturas se interpreta como que el nivel de la población explotada debe estar por debajo o por encima del punto de MRS.

Las evidencias acumuladas a la fecha para la región del norte del océano Pacífico indican que los cambios del clima en la escala de décadas ejercen suficiente influencia sobre la dinámica de los procesos biológicos en el océano para modificar la abundancia y distribución de especies de interés económico y la estructura de los ecosistemas marinos. De acuerdo con lo anterior se debe considerar que la capacidad porteadora del medio no es constante y que la tendencia de las pesquerías puede deberse a cambios en el ambiente marino, además del efecto propio de la explotación. Una de las evidencias más directas del efecto de cambios en el ambiente marino es el “El Niño” en diferentes pesquerías, pero muy especialmente en la de la anchoveta del Perú, que a inicios de los 1970as hizo que la captura se desplomara de aproximadamente 12 a 4 millones de toneladas según datos de FAO.

Otro ejemplo muy conocido es el caso de la pesquería de sardina de California, que se colapsó durante la década de los cuarenta y que originó la polémica entre grupos antagónicos de investigadores sobre las causas del colapso; la pesquería se mantuvo deprimida durante cuarenta años a pesar de encontrarse en moratoria, y empezó a crecer a inicio de los noventa.

Es evidente que se requiere adecuar los criterios de la administración de las pesquerías para considerar las dos fuentes de variación principal, tanto la presión de pesca como la variabilidad del ambiente; los “fracasos o éxitos” de la administración pesquera posiblemente se tengan que evaluar en el contexto de las condiciones del ambiente.

## **ANTECEDENTES**

### **La variabilidad de las capturas**

En un análisis hecho por (Grainger & García, 1996) en el que se estudiara 200 de las principales pesquerías del mundo (70% de las capturas totales), se concluyó que el 31% de los stocks están aun en la fase de desarrollo, 22% están sobrexplotados, 44% están en fase madura, y 3% está en fase de recuperación y señalaron que el 69% requiere de una urgente administración.

Generalmente las instituciones encargadas de la administración de los recursos pesqueros interpretan las tendencias en las estadísticas de captura a la luz del modelo generalizado de desarrollo de las pesquerías pero, como se señala en el informe de FAO (2000), “...desde los años ochenta, los científicos son cada vez más reacios a clasificar poblaciones como sometidas a sobrepesca, porque reconocen que la identificación del nivel de rendimiento máximo sostenible (RMS) es incierta y que las reducciones pueden deberse a fluctuaciones naturales. El estancamiento aparente de la proporción de poblaciones sometidas a explotación excesiva en las regiones del norte de los océanos del mundo podría ser en parte el resultado de esta nueva tendencia.”

Algunas observaciones sobre la historia de la captura de peces marinos en el mundo están cambiando el modo de interpretar las estadísticas de las pesquerías, en particular lo observado por Kawasaki (1983), quien al analizar datos de diferentes pesquerías encontró que las capturas de sardina del Japón, California y de Chile, presentaban fluctuaciones sincrónicas en periodos 50 a 60 años. En este mismo sentido, Lluch-Belda et al. (1989, 1992) encontraron correspondencia entre periodos de alta y baja abundancia alternadas de las poblaciones de sardina y anchoveta en las zonas costeras dominadas por surgencias, en una escala de entre 40 y 60 años. Por otra parte, Mantua et al. (1997) encontraron un patrón similar de variación en las capturas del salmón sockeye de Alaska y el salmón rosado, e inversa en los casos de los salmones chinook y coho. Adicionalmente, Klyashtorin (1996) encontró una alta correlación entre las tendencias de las capturas de las principales pesquerías del mundo como las sardinas de Japón, California, la anchoveta del Perú, los salmones y bacalaos del Pacífico, el pollock de Alaska, la macarela chilena, algunos atunes entre otros (Figura 1).

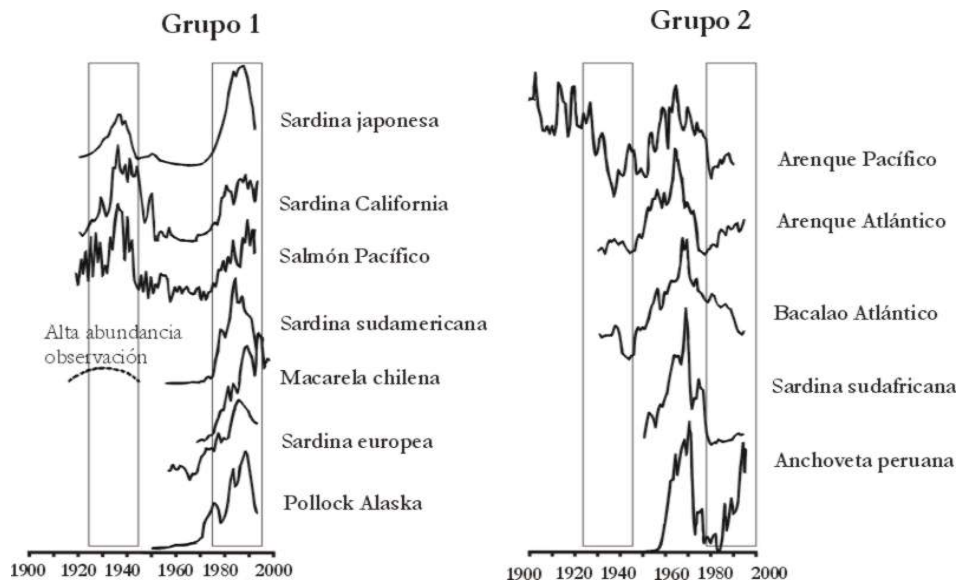


Figura 1. Variación sincrónica de capturas de pesquerías importantes del Pacífico y del Atlántico (Tomado de Klyashtorin, 2001), se señalan los periodos de régimen cálido en el margen oriental.

Lo anterior permite considerar que las grandes fluctuaciones de poblaciones sujetas a explotación podrían explicarse en parte por la acción de cambios de largo plazo en el ambiente marino.

La situación de los encargados de la administración pesquera de momento puede ser de desconcierto, pero es probable que se alcance la capacidad de predecir la tendencia general de la captura en periodos relativamente largos (Klyashtorin, op. cit.), lo cual permitiría una planificación de largo plazo en el desarrollo de las actividades en torno a la industria pesquera.

Sobre este aspecto Spencer & Collie (1997), después de analizar 30 series de capturas de diferentes pesquerías, identifican seis patrones de variación: estable de baja variación, estable de alta variación, cíclico, irregular de alta variación, irregular de alta frecuencia y espasmódico. Se menciona que los patrones de variabilidad responden a las características de sus parámetros poblacionales; por ejemplo, en el caso de los pelágicos menores éstos presentan un patrón de alta variabilidad que responde a su corto periodo de vida y en el caso de especies bentónicas se observan patrones de baja variabilidad, debido a que son especies de mayor longevidad y lento crecimiento; también concluyeron que no se encuentran poblaciones estables.

### Variabilidad del clima en la atmósfera y en el océano

El conocimiento logrado a la fecha sobre la variabilidad de las condiciones del ambiente atmosférico y oceánico permite acceder a posibles explicaciones acerca de los complejos patrones de variabilidad observados en diferentes escalas de tiempo. En general, se observan patrones de variabilidad con cierta frecuencia de recurrencia; aunque los criterios pueden variar entre autores, en términos generales se podrían agrupar de la siguiente manera (Hollowed & Wooster, 1992, Saveliev, 2001): Variabilidad de alta frecuencia (VAF, 2-12 años), variación de baja frecuencia (VBF, 13-30 años), y de muy baja frecuencia (VMBF, 31-60 años).

De manera directa por su frecuencia se relacionan con eventos periódicos o semiperiodicos, en el caso de las VAF se incluyen tres casos donde los periodos son los siguientes 9-12, 3-5 y 2-2.5 años, que se han encontrado al analizar la temperatura del aire y agua, la duración de la cubierta



de hielo y nivel del mar del Mar de Japón (Saveliev, op.cit). El primero coincide con la frecuencia de 11-años del ciclo solar. El segundo corresponde a la periodicidad del fenómeno de la Oscilación sur - El Niño. El tercero se relaciona con la Oscilación Quasibianual, que se refiere a los cambios de dirección en la circulación por encima de la troposfera y cuya frecuencia es de 26 meses (Reed et al., 1961, Veryard & Ebdon, 1961).

Por otra parte, las VBF incluyen procesos que pueden tener periodos de 18-23 años, que se han encontrado en series de tiempo de temperatura del mar en la Corriente de California, en Columbia Británica, y que coincide con el periodo del ciclo nodal de mareas (Royer, 1993).

En la escala VMBF, climatólogos y oceanógrafos han observado cambios aparentemente sincrónicos en la escala de décadas, principalmente en el norte del Pacífico al analizar series de tiempo de diferentes variables; el periodo puede variar entre 40 y 60 años. De acuerdo con estas observaciones se han detectado tres cambios de régimen en los años 1925, 1947 y 1977 (Gu & Philander, 1997, Latif & Barnett, 1994, Mantua et al., 1997, Trenberth & Hurrell, 1994, Ware, 1995). Un estudio sobre anillos arbóreos permite reconstruir series de tiempo de las temperaturas continentales de los últimos tres siglos (D'Arrigo et al., 2003) y estos datos revelan cambios en intervalos de recurrencia de 50 a 70 años (Minobe, 1997).

Durante mucho tiempo, el océano y la atmósfera fueron estudiados de manera independiente, y es hasta inicios del siglo pasado que se abordó de manera integral como sistema océano-atmósfera (Perry & Walker, 1977). Los procesos de interacción se relacionan con el intercambio y transporte de energía en sus sucesivas etapas de transformación entre las dos capas fluidas de la tierra, el océano y la atmósfera, ambas se mantienen impulsadas por la radiación solar y el movimiento de rotación de la Tierra. Los modelos desarrollados para explicar el comportamiento del sistema océano-atmósfera se basan principalmente en el acoplamiento de los procesos de transporte e intercambio de energía.

### **El régimen y los cambios**

De manera simultánea a la variabilidad observada en la escala de décadas en los niveles de abundancia de diferentes recursos pesqueros se observa un patrón coherente de variación tanto en el ambiente oceánico como en la atmósfera, éste ha sido descrito principalmente para la región norte del océano Pacífico. Por ejemplo, para la región oriental del Pacífico se observan periodos en que alternativamente predominan anomalías cálidas o frías de acuerdo con las condiciones de temperatura superficial del mar (Tabla 1). Al patrón de alternancia de estos periodos se le reconoce como régimen (Lluch-Belda et al., 1989).

Posiblemente lo más notable es que cuando se presentan cambios de régimen, éstos son relativamente rápidos; se menciona que el cambio puede ocurrir en el plazo de un año o incluso meses (Ware, 1995). Durante el siglo pasado se observaron tres cambios de régimen (Mantua et al., 1997, Minobe, 1997) y se supone que ocurrió un cuarto cambio en 1998 (Beamish et al., 1999, Overland et al., 1999, Polovina et al., 1994, Thompson & Wallace, 1998, Watanabe & Nitta, 1999).

Las condiciones prevalecientes durante la fase positiva o negativa del Índice de Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) se indican en la tabla 1. El patrón de las anomalías de TSM en general se caracteriza por dos grandes lenguas de agua de diferente signo con respecto a la anomalía térmica, durante la fase positiva del PDO la lengua norte es fría y la sur es cálida, y esto se invierte durante la fase negativa.

Tabla 1. Condiciones prevalecientes indicadas por anomalías de temperatura superficial del mar en años específicos (<http://topex-www.jpl.nasa.gov/science/pdo.html>).

<b>Régimen</b>	Norte Oeste	Norte Este	Central Oeste	Central Este
1925-1946 Fase positiva “Cálida”	Frío	Cálido	Frío	Cálido
1947-1976 Fase negativa “Fría”	Cálido	Frío	Cálido	Frío
1977- 1998? Fase positiva “Cálida”	Frío	Cálido	Frío	Cálido
1999-? Fase negativa “Fría”	Cálido	Frío	Cálido	Frío

En la atmósfera se observan cambios significativos en la escala de décadas; durante la fase cálida del PDO la circulación atmosférica se modifica al hacerse más profundo el sistema de baja presión de las Aleutianas durante seis meses en el invierno, el aire en la costa oriental de América del norte y en Alaska es más caluroso y húmedo y sobre el Pacífico norte el aire es más frío. La temperatura superficial del mar se eleva a lo largo de la costa oriental de América del Norte y Alaska y disminuye sobre el Pacífico norte central. Se manifiestan otros cambios como el aumento de la lluvia costera y la corriente de chorro, así como la disminución del hielo del Mar de Bering (Trenberth & Hurrell, 1994)

### **Los cambios de régimen y las fluctuaciones en las pesquerías**

Según lo mencionado con anterioridad, se observa una correspondencia temporal directa o inversa entre las fluctuaciones en las capturas de algunas especies, principalmente del Pacífico (Fig. 1), y los periodos en los que predomina un cierto régimen (Fig. 2); por ejemplo, durante los periodos cálidos del PDO (1927-1947 y 1976-1998) las capturas de las sardinias japonesa, sudamericana, de California y europea se incrementaron, lo mismo ocurre con el pollock de Alaska, la macarela chilena y el salmón del Pacífico. En el caso de otras pesquerías las capturas disminuyen durante los periodos cálidos, como ocurre con varias pesquerías del Atlántico (arenque, bacalao y sardina) y en otras del Pacífico (anchoveta peruana y arenque).

Posiblemente el primer informe sobre fluctuaciones de capturas en la escala de décadas se atribuye a Ljungman (1880, Citado por Parrish, 1997), en el que se presentan las fluctuaciones de la pesquería de arenque de Bohuslan entre los siglos IX al XIX. En su informe, el autor sugiere que se presenta una periodicidad de 55 años en la abundancia de arenque y que ésta se relaciona probablemente con cambios periódicos y seculares en la dirección e intensidad de las corrientes del mar. Aparentemente el tema fue ignorado hasta el trabajo de Lluch-Belda et al. (1989) en el que trata la variación de las poblaciones de la anchoveta y sardina, y posteriormente otros autores como Mantua et al. (1997) quien se refiere a las poblaciones de salmón en la costa oriental del Pacífico; posteriormente Klyashtorin (1996) relacionó series históricas de capturas de diferentes pesquerías del Pacífico norte en la costa occidental con series de tiempo de indicadores de circulación atmosférica y este mismo autor (Klyashtorin, 2001) desarrolló modelos empíricos para

pronóstico de capturas de las poblaciones comercialmente más importantes de especies de peces del Atlántico y Pacífico, como el arenque del Atlántico y Pacífico, el bacalao Atlántico, la sardina Sudafricana, europea, sudamericana, japonesa y Californiana, la anchoveta Sudafricana y peruana, el salmón de Pacífico, el pollock de Alaska, la macarela chilena, pronosticando a las capturas para un periodo de 30 años, basándose en la variación probable de las condiciones del ambiente a largo plazo.

### **El efecto de los cambios de régimen climático en los ecosistemas**

Las observaciones hechas por Polovina (1996), y Polovina et al. (1994) muestran que existen diferencias importantes en las condiciones oceanográficas de invierno y primavera en el Pacífico norte antes y después del año 1976, cuando ocurrió el cambio de régimen. De acuerdo con estos autores la profundidad de la capa de mezcla en las zonas subtropical y de transición fueron de 30 a 80% más profundas entre 1977 y 88 en comparación con el periodo 1960 a 76. Por otra parte, en la zona subártica, incluyendo el Golfo de Alaska, la profundidad de la capa de mezcla fue de 10 a 30% más somera después de 1976, cuando se inició la fase cálida del régimen.

Aplicando un modelo de producción de plancton, Polovina et al. (1995) encontraron que los cambios en la profundidad de la capa de mezcla en invierno y primavera durante la fase cálida del régimen, podrían incrementar en un 50% la producción primaria y secundaria en los ambientes subártico y subtropical en el Pacífico Norte. De modo que concluyen que los cambios en la profundidad de la capa de mezcla explican la posible variabilidad en la productividad de los ecosistemas en la escala de décadas y en el dominio de la cuenca del Pacífico norte.

Por otra parte, el aumento de la profundidad de la capa de mezcla se explicaría en función de la intensificación del Sistema de Baja Presión de las Aleutianas, el cual se hace más intenso durante la fase cálida del régimen y proporciona un eslabón del mecanismo entre la variabilidad de la circulación atmosférica y la productividad del ecosistema oceánico.

La productividad de más altos niveles tróficos (langostas, pájaros, focas) en Hawai parece también responder al cambio en clima del océano de fines de 1970's (Polovina op. cit.). Otros autores encuentran resultados similares en otras partes del océano; Zhang et al. (2000) en aguas de Corea, y Venrick et al. (1987) y McGowan et al. (1998) en la corriente de California.

## DESARROLLO DE HIPÓTESIS

Con respecto a la hipótesis de la variación sincrónica remota de las capturas es necesario responder las siguientes preguntas; la primera es sobre la misma hipótesis, es decir ¿existe o no, un modo de variabilidad sincrónico en las capturas de las diferentes pesquerías?

La siguiente pregunta se refiere al número de patrones de variación que se pueden diferenciar, tanto de manera regional como global. Esto resulta de lo mencionado por Klyashtorin (2001) que indica que se pueden identificar dos patrones distintos.

Un tercer punto se relaciona con las causas probables, dirigiendo la atención principalmente sobre la influencia del clima en la abundancia de los recursos pesqueros, esto es el papel del clima como factor modulador de la sincronía. No obstante esto último plantea una cuestión adicional, ¿existe un modo global de variabilidad del clima?

Un cuarto punto que requiere ser aclarado es el relacionado con la respuesta distinta de las especies a un cambio climático, ¿qué diferencias ecológicas y biológicas presentan las especies con diferente patrón de variación en la escala decadal?

## OBJETIVOS

### Objetivo general

Este trabajo pretende demostrar la importancia de los efectos de los cambios naturales del ambiente en la escala de décadas en las pesquerías, lo que podría contribuir al proceso de cambio que paulatinamente se está gestando sobre las bases de la administración pesquera y el desarrollo sostenible.

### Objetivo principal

Aportar evidencias que permitan evaluar la importancia de que los efectos de los cambios climáticos en la escala de tiempo de décadas en las pesquerías es de alcance global.

### Objetivos particulares

- Establecer la existencia de patrones de variabilidad en la escala de décadas de las series de tiempo de captura comercial de las principales pesquerías del mundo.
- Establecer la relación entre los patrones de variabilidad identificados en las capturas y los patrones de variación del ambiente en la escala de décadas.
- Caracterizar los patrones de variabilidad de las series de tiempo de captura en función de los atributos biológicos y ecológicos de las poblaciones relacionadas con las pesquerías estudiadas.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizan las series de tiempo de captura anual en toneladas métricas de las principales pesquerías de peces marinos del mundo en el periodo 1950-2000, esta información se obtuvo de la base de datos Fishstat Plus desarrollada por FAO (Shatz, 2000). La base de datos permite organizar la información por país, área estadística de captura según FAO (ver figura 2) y nombre común. Adicionalmente los datos se pueden organizar por continente, grupo económico, tipos de recursos, valor, etc.

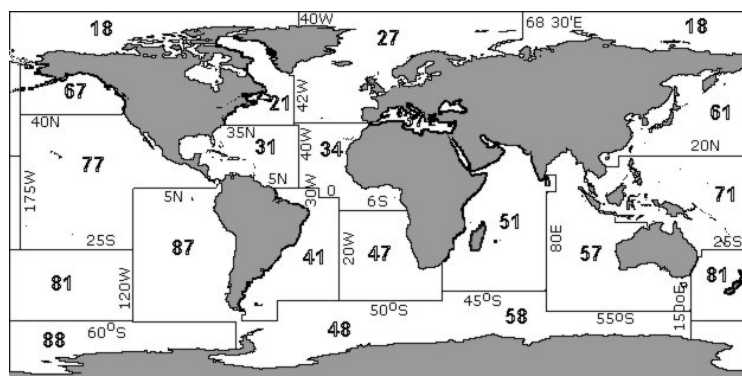


Figura 2. Mapa de las áreas estadísticas de captura según FAO.

### Consideraciones iniciales

El análisis de la información de las capturas de las principales pesquerías del mundo se hizo por partes; inicialmente se abordó el análisis de los datos de las pesquerías del Pacífico, después las del Atlántico y por último las del Índico. Esto es con el objeto comparar los resultados entre las diferentes cuencas oceánicas, y también para facilitar el análisis de la información. En cada caso se requirió hacer lo siguiente:

De acuerdo con el objetivo del trabajo es necesario aclarar el concepto que sirve de punto de partida para el trabajo: El uso de los datos de captura anual para observar cambios de abundancia tiene algunos problemas que es necesario aclarar.

La suposición de que la captura es proporcional a la abundancia fue usada por primera vez por Helland-Hansen {, 1909 #225}, una mejor aproximación conceptual fue lograda por DeLury (DeLury, 1947, DeLury, 1951), y este concepto a sido aplicado ampliamente en estudios de evaluación de pesquerías, y se sintetiza en la siguiente ecuación:

$$N = \frac{C}{qf} \quad \dots 1$$

Donde; N es el tamaño de población, C es captura, f es esfuerzo pesquero, y q es la constante de capturabilidad. Otra forma de expresar esta relación es la siguiente:

$$C_t = qE_t B_t \quad \dots 2$$

Donde; la captura al tiempo  $t$  depende del esfuerzo ( $E_t$ ) y de la biomasa ( $B_t$ ), y de un parámetro  $q$  que es el coeficiente de capturabilidad. De esta relación se define el índice de abundancia  $I_t$ , en función de la biomasa (Hilborn y Mangel, 1997):

$$I_t = qB_t \quad \dots 3$$

De acuerdo con lo anterior, la captura dependería de la biomasa y el esfuerzo, siendo la capturabilidad un parámetro específico para cada población.

Sin embargo, el esfuerzo es una variable más difícil de evaluar por la intervención de factores sociales como; el precio del producto, la regulación, la tecnología, etc., así como de factores naturales como la propia abundancia de los recursos, como se observa en la pesquería de salmón de Alaska (Knapp et al., 1998), se reconoce que el efecto del clima es dominante sobre las variables sociales, incluso las recomendaciones van en el sentido de mitigar los efectos indeseables y aprovechar los efectos positivos ocurridos por el cambio de clima.

En el caso de la pesquería de salmón de Alaska donde se han revisado las estadísticas de captura desde 1920, se concluye que después del desarrollo de la pesquería en los 1930's, las capturas son buenos índices de abundancia del recurso (Mantua et al., 1997).

### **Selección de las series de captura**

Inicialmente se considero la conveniencia de reducir el número de datos para facilitar el proceso y la interpretación de resultados. Para la selección se considera la captura promedio y el número de datos en la serie.

De acuerdo con lo anterior, es factible considerar a la captura como índice abundancia de las poblaciones de peces en la escala de décadas, pero es probable que durante un aumento inicial de las capturas se sobrepongan el efecto del incremento de la abundancia con el desarrollo de una pesquería nueva, por lo que se tratará de usar solo información de capturas de pesquerías establecidas, a continuación se presentan los criterios de selección usados:

- 1) Se usaran las series de datos con los promedios de captura mayores de 1000 t.
- 2) Se consideran las series con más de 48 años de datos en el periodo.
- 3) Se elegirán los datos en los que el nombre común corresponda claramente con el nombre científico de una especie en particular o al menos el género.

Sobre este último punto el procedimiento fue el siguiente:

Se trató de identificar la especie objetivo de la pesquería o al menos el genero a través del nombre común en ingles, en la mayoría de los casos esto fue posible porque FAO preparó una tabla estándar de nombres en inglés que es usada también por la base de datos FishBase (Froese & Pauly, 2000). En algunos casos el nombre común se refiere a un grupo de especies, en cuyo caso se trato de identificar la especie más importante a través de los información obtenida de FishBase, por ejemplo; el nombre común "Yellow croaker" incluye 5 especies en dos países, pero en la base datos solo una es importante *Larimichthys polyactis*, por tanto esté es el nombre científico que se asignó a la serie de captura. En otros casos no fue posible identifican una especie a o al menos un

genero, como para “scad” que en el FishBase incluye 16 especies de 9 países distintos, por lo que se descartaron los datos correspondientes.

### **Análisis de las series de tiempo de captura**

Con el propósito de clasificar las series de tiempo de captura en función de sus patrones de variación se utilizaron dos métodos de análisis de conglomerados (cluster analysis). Esta metodología permite reconocer características comunes de un conjunto de datos, tales como atributos, variabilidad temporal, etc., midiendo por diferentes procedimientos la distancia relativa entre cada serie o conjunto de datos de una muestra, lo que permite organizar al conjunto de datos en grupos o conglomerados, los cálculos fueron realizados con el programa Statistica (StatSoft, 1999).

Uno de los métodos de mayor aplicación es el conocido como Tree clustering (que se podría traducir como agrupamiento en árbol o racimo, pero que en este trabajo se referirá simplemente como agrupamiento), la ventaja de este método es que permite visualizar los resultados gráficamente en los llamados “dendrogramas”, término inexistente en español pero que es usado con regularidad en el medio científico y que es útil para reconocer específicamente este concepto. Adicionalmente los dendrogramas permiten observar las diferencias entre los grupos al separarlos en diferentes niveles de acuerdo al grado de diferencia medida como distancia euclidiana, que se interpreta como la distancia geométrica en un espacio multidimensional que se calcula del siguiente modo:

$$\text{Distancia euclidiana } (x,y) = \sum(x-y)^2$$

Generalmente el cálculo se realiza con los datos originales pero se pueden usar los datos estandarizados, ya que la diferencia en escala afecta significativamente la distancia entre los conjuntos de datos (StatSoft, 1999), de acuerdo con lo anterior en este trabajo se usaron los datos estandarizados. La estandarización consiste en calcular una nueva variable a partir de la variable original con respecto a su media ( $m$ ) y su desviación estándar ( $s$ ), donde la variable estandarizada es  $z = (x-m)/s$ . Esto hace posible comparar las variaciones de las capturas entre las diferentes pesquerías, porque la estandarización anula el factor de escala e incluso las diferencias entre unidades ( $z$  es adimensional, con media en cero y desviación estándar de uno).

Otro método es el conocido como K-means que se puede traducir como K-medias y que es un método robusto que agrupa elementos en un número predefinido de grupos. En el caso del presente análisis, el número de grupos que debe indicársele al procedimiento fue el resultante del primer método.

El algoritmo de calculo de K-medias es muy diferente con respecto al agrupamiento, en este caso se forman K grupos al azar, y los elementos de cada grupo se van cambiando con el objeto de reducir al mínimo la variación dentro de los grupos y aumentan al máximo la variación entre los grupos, de modo similar a una prueba de análisis de variancia (ANOVA) pero en sentido opuesto.

Por otra parte el método tiene tres opciones con respecto al procedimiento de mover las series, se eligió la opción para maximizar la distancia entre los grupos, lo que permite que el tamaño de los grupos pueda ser significativamente diferente, considerando que es lo más factible en este caso en particular.

De acuerdo con la estructura de programa usado previo al cálculo se requiere definir la regla de unión entre las ramas o racimos, con un total de siete opciones, se probaron de manera preliminar dos opciones; la unión completa (complete linkage) y el método de Ward que de se consideran los más adecuados, en la tabla 2 se comparan los resultados obtenidos por los dos métodos descritos y el K-medias.

Tabla 2. Resultados preliminares de análisis de conglomerados aplicado a series de captura de Pacífico, los métodos usados son (1) Ward, (2) Unión completa y (3) K-medias. Los números en negritas se refieren al numero de series identificadas por cada método, los que están en cursiva corresponden al porcentaje. 123 significa que los tres métodos identifican las mismas series, y 12 que solo los métodos de Ward y Unión completa identificaron el número indicado.

Grupo	Métodos							
	123	12	23	13	1	2	3	
	<b>34</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	Num.
1	<i>73.9</i>	<i>4.3</i>	<i>0.0</i>	<i>4.3</i>	<i>2.2</i>	<i>0.0</i>	<i>15.2</i>	%
	<b>14</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	Num.
2	<i>63.6</i>	<i>9.1</i>	<i>4.5</i>	<i>4.5</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>18.2</i>	%
	<b>28</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>2</b>	Num.
3	<i>60.9</i>	<i>8.7</i>	<i>6.5</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>19.6</i>	<i>4.3</i>	%
	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	Num.
4	<i>17.1</i>	<i>2.9</i>	<i>0.0</i>	<i>25.7</i>	<i>28.6</i>	<i>22.9</i>	<i>2.9</i>	%
	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	Num.
5	<i>16.7</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>77.8</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>5.6</i>	%
	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	Num.
6	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>100</i>	<i>0</i>	%

En general se observa una coincidencia alta entre los métodos 1 y 3, el grupo 1 es identificado por los tres métodos, en el caso del método 1 disminuye la capacidad de identificar al aumentar la distancia euclidiana, en el caso de los métodos 1 y 3 parecen tener mejor capacidad para identificar grupos menos parecidos. Para el proceso de las series de captura y con el objeto de disminuir el efecto de la variabilidad de alta frecuencia en la formación de grupos se uso el método de suavización de promedios móviles de orden 5.

Para visualizar los resultados obtenidos se elaboraron mapas de anomalías organizados por grupos y distancia euclidiana, además de los diagramas de dispersión de cada grupo.

### Caracterización de las poblaciones de las especies-objetivo en función de sus atributos poblacionales

- 

Para caracterizar los patrones de variabilidad de las series de tiempo de captura en función de los atributos biológicos y ecológicos de las poblaciones, en primer termino se requiere establecer las características de cada especie objetivo, para esto se recopiló la información de los atributos de las poblaciones, consultando la base de datos para peces FishBase, además de la bibliografía disponible para las especies, con el propósito de reunir información sobre periodo de vida, coeficiente de producción (P/B), nivel trófico, hábitat. Con esta información se elaborará un cuadro sintético de las características más relevantes y estos datos se les aplica el análisis de conglomerados para agruparlos de acuerdo a sus atributos poblacionales.



Atribuciones y características consideradas en la clasificación de las especies.

Distribución latitudinal:

- 1) Polar
- 2) Subtropical
- 3) Templado
- 4) Tropical
- 5) Profundidad

Hábitat (Hab): Indica el ambiente particular de preferencia de las especies, de acuerdo con los criterios de FishBase (Froese & Pauly, 2000).

- 1) Pelágicos oceánicos: Distribuidos principalmente entre 0 y 200 m, no se alimentan de organismos bentónicos, y se distribuyen en aguas oceánicas.
- 2) Pelágico neríticos: Distribuidos principalmente entre 0 y 200 m, no se alimentan de organismos bentónicos, y se distribuyen en aguas costeras.
- 3) Bentopelágicos: Viven y se alimentan cerca del fondo, así como en media agua entre 0 y 200 m.
- 4) Bentónicos: Viven y se alimentan cerca o sobre el fondo, entre 0 y 200 m.
- 5) Asociados a arrecifes: viven y se alimentan cerca de arrecifes, entre 0 y 200 m.
- 6) Batipelágicos: Se distribuyen principalmente en aguas oceánicas por debajo de 200 m, no se alimentan de organismos bentónicos.
- 7) Batibentónico: Viven y se alimentan sobre o cerca del fondo, por debajo de los 200 m.

Temperatura. Se refiere a la temperatura de preferencia de la especie, se usa el valor indicado por el FishBase para el cálculo de los parámetros poblacionales.

Longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ): Se refiere al valor del parámetro de la ecuación de crecimiento de von Bertalanffy (von Bertalanffy, 1938)

Tasa específica de crecimiento (K): Es el segundo parámetro de la ecuación de crecimiento de la ecuación mencionada.

Índice de crecimiento ( $\Phi'$ ): Describe el crecimiento de las especies en función de los dos parámetros principales de acuerdo con la siguiente ecuación:  $\Phi' = \log K + 2 \log L_{inf}$  (Pauly & Munro, 1984)

Tasa instantánea de mortalidad natural (M): Esta constante se estima de la relación empírica entre la temperatura (T), y los parámetros de la ecuación de crecimiento  $L_{\infty}$  y K (Pauly, 1980), a partir de la siguiente ecuación:  $M = 10^{(0.566 - 0.718 * \log(L_{inf}) + 0.02 * T)}$ .

Edad de primera madurez (EPM): Ésta es la edad promedio en la que los peces de una población dada maduran la primera vez. Se calcula a partir de la longitud de primera madurez ( $L_m$ ) usando la ecuación de crecimiento:  $t_m = t_0 - \ln(1 - L_m / L_{\infty}) / K$ .

Periodo de la vida ( $t_{max}$ ): Éste es la edad máxima promedio que alcanzarían los peces de una población dada. De acuerdo con Taylor (1958), esta se calcula como el 95% de  $L_{\infty}$  y es,  $t_{max} = t_0 + 3/K$ .

Nivel Trófico (NT): Es la posición que ocupa una especie dentro de la red trófica, y se estima como:  $NT = 1 + NT(\text{promedio})$  de las especies de las que se alimenta (Kifani, 1998). El valor que aparece en la tabla de FishBase se basa en: 1) La información sobre la dieta de la especie contenida en la misma base de datos, 2) En la clase de alimento también contenida en la misma base, 3) Estimación de los valores de NT a partir de especies similares.

Consumo de alimento (Q/B): Es la cantidad de alimento consumido (Q) por una población con una estructura de edad determinada y con cierta biomasa (B), y se expresa como Q/B. Las estimaciones que aparecen en el FishBase se calcularon usando la ecuación  $Q/B = [(dW/dt) / K_{1(t)}] / [W_t N_t d]$  (Pauly, 1986), integrada entre la edad de reclutamiento ( $t_r$ ) y la edad máxima promedio de la población  $t_x$ ;  $W_t$ , es el peso de la fracción de la población de edad  $t$ , y  $K_{1(t)}$  es la tasa bruta de eficiencia de conversión (peso incorporado / peso del alimento ingerido). Únicamente se cuenta con 98 estimaciones de Q/B en el FishBase, otras estimaciones se han aproximado por medio de la ecuación empírica siguiente:  $\log Q/B = 7.964 - 0.204 \log W_\infty - 1.965T + 0.083A + 0.532h + 0.398d$  (Palomares, 1999), donde  $W_\infty$  es el peso asintótico, 'T' es la temperatura promedio ambiental, A es la relación con la forma de la aleta caudal y el consumo energético del pez, y "h" y "d" son variables que representan los hábitos alimenticios de la especie (herbívoros  $h = 1$ ,  $d = 0$ ; detritívoros  $h = 0$ ,  $d = 1$  y carnívoros  $h = 0$ ,  $d = 0$ ).

Resiliencia Productividad (R/P): Es una medida de la sensibilidad a la explotación de las poblaciones de hecho solo son cuatro categorías alta, media, baja y muy baja. Las consideraciones para clasificar a una especie se relaciona con diferentes criterios respecto a su capacidad de reproducción y supervivencia (Musick, 1999).

Tasa intrínseca de crecimiento ( $r_m$ ): Se refiere a la capacidad de crecimiento de la población, se ha aplicado ampliamente en la estimación del máximo rendimiento sostenible (MSY, por sus siglas en inglés, que se usa aquí por su amplia aplicación)  $MSY = r_m * B_\infty / 4$ , donde  $B_\infty$  es la máxima biomasa de una población que puede soportar un ambiente determinado, y  $r_m$  es el parámetro que se refiere a la capacidad de crecimiento de la población. El parámetro  $r_m$  es muy difícil de estimar, una aproximación es  $r_m = 2 * F_{MSY}$  (Ricker, 1975), donde  $F_{MSY}$  es nivel de mortalidad por pesca para mantener el máximo rendimiento sostenible. En FishBase se usa otro método basado en  $t_d = \ln(2) / r_m$ , en donde  $t_d$  es el tiempo en años que le tomaría a una población muy reducida por la explotación en duplicar su tamaño si la pesca se termina.

### **Análisis de la información de los índices de las condiciones climáticas y del océano**

La intención fue la de tener el mayor panorama posible sobre la variabilidad climática de las tres cuencas oceánicas, no obstante la mayor disponibilidad de información se concentra en el Pacífico, también se obtuvo alguna información para el Atlántico, pero en el caso del Índico no se encontró información relacionada, así como en general para el hemisferio sur. Para resolver en parte la deficiencia de la información se usaron los datos de la Oscilación de la Antártica (AAOI), así como información general como la Anomalía Global de Temperatura (dT).

Con el objeto de explorar la relación entre la variabilidad y sus posibles causas, se incluyeron en el análisis series de tiempo sobre la velocidad de rotación terrestre (LOD), sobre el movimiento oscilante del eje de rotación terrestre (MP), y sobre las manchas solares (MS). Los tres se han señalado como relacionados con cambios climáticos directa o indirectamente. Los índices usados se describen brevemente en la tabla siguiente:

Tabla 3. Resumen de índices del clima-océano.

Siglas	Nombre Índice	Sistema Medido	Derivación	Referencia
AAOI	Oscilación de la Antártica	Sistema de la circulación de la troposfera en el hemisferio sur	Funciones ortogonales empíricas de la Presión atmosférica a nivel del mar.	Wallace & Gutzler, (1981)
ACI	Índice de la circulación atmosférica del Atlántico Norte	Vientos occidentales en el Atlántico Norte	Integral de la frecuencia de anomalías negativas norte hacia el oeste	Beamish et al. (1999)
AFI	Índice de forzamiento atmosférico.	Sistema océano-atmósfera en el Pacífico norte	Componente principal de PDO, ALPI, y otros índices de vientos.	McFarlane, G.A., J.R. King and R.J. Beamish, (2000)
ALPI	Índice de Baja Presión de las Aleutianas	Sistema de baja presión de las Aleutianas del Pacífico Norte	Área promedio (km <sup>2</sup> ) de invierno (dic-marzo) con presión a nivel del mar $\leq 100.5$ kPa expresada como anomalía del promedio 1950-1997	Beamish and Boullion, (1993) Beamish et al. (1997)
AOI, AOI(i)	Oscilación del Ártico, (Promedio anual, (i) Prom. Invierno)	Sistema de la circulación de la troposfera en el hemisferio norte	Funciones ortogonales empíricas de la Presión atmosférica a nivel del mar.	Wallace & Gutzler, (1981)
CTI	Índice de la lengua fría	Sistema de circulación ecuatorial	Promedio de las anomalías de la temperatura superficial del mar en el Pacífico tropical. En latitud 6° N-6° S, y longitud 180°-90° O	Deser & Wallace (1990)
dT	Anomalías globales de temperatura del aire y el océano	Sistema atmósfera océano	Anomalías de temperatura globales de atmósfera y océano	Jones et al., (1999)
LOD	Longitud de día	Velocidad de rotación de la tierra sólida	La diferencia entre las longitudes de día derivadas astronómicamente y atómicamente	Beamish et al. (1999)
MEI	Índice Multivariado de El Niño	Sistema atmósfera-océano en el Pacífico Central	Promedios ponderados del evento ENSO	Wolter & Timlin, (1998)
MP	Movimiento Polar	Movimiento oscilante planetario	Radio del movimiento polar con respecto al eje de rotación terrestre	Kosek, (2002)
MS	Manchas Solares	Actividad Solar	Variación del número de manchas solares	McKinnon, (1987)
N1, N3, N4	El Niño en tres regiones del Pacífico Central.	Sistema de las corrientes ecuatoriales	Promedios de temperatura en las regiones este (N1), centro (N3), Oeste (N4)	Trenberth, (1997)
NAOI, NAOI(i)	Índice de Oscilación del Atlántico norte (Promedio anual, (i) Prom. dic-marzo)	Sistemas Islandés de baja y de las Azores de alta presión	Diferencia de la presión estandarizada a nivel del mar entre Stykkisholmar, Islandia y Lisboa, Portugal.	Hurrell, (1995)
NPI	Índice del Pacífico norte	Sistema de Baja presión de las Aleutianas del Pacífico Norte	Presión promedio del nivel del mar en el área 30° N a 65° N y 160° E a 140° W	Trenberth & Hurrell (1994)
PCI	Índice de Circulación del Pacífico	Vientos occidentales del Pacífico Norte	Integral de anomalías de frecuencia negativa de los vientos noroccidentales de invierno (Dic-Marzo)	King et al. (1998)
PDO	Índice de Oscilación Decadal del Pacífico	Anomalías de TSM en el Pacífico Norte	Análisis de los componentes principales de TSM referida geográficamente	Mantua et al. (1997)
SOI	Índice de la Oscilación del sur	Condiciones atmosféricas del océano Pacífico ecuatorial	Diferencia de presión estandarizada a nivel del mar entre Darwin y Tahití	Beamish et al. (1999)
AMO	Índice Oscilación Multi-decadal del Atlántico	Anomalías de TSM del Atlántico al norte de el ecuador.	Anomalías mensuales estimadas por promedios móviles de orden 10.	Enfield et. al. (2001)
DMI	Índice Dipolar del Índico	Diferencia en las anomalías de TSM entre (50° E-70° E y 10° S-10° N) y (90° E-110° E y 10° S-0° N)	Anomalías de TSM promediadas en las áreas referidas.	Saji et al., (1999)
TNAI	Índice de Anomalía Tropical Norte Atlántico	Anomalías de TSM en 5.5° N-23.5° N y 15° O - 57.5° O	Anomalías mensuales promedio en el área referida	Enfield et al., (1999)
TSAI	Índice Tropical Sur Atlántico	Anomalías mensuales promedio de TSM de 0-20° S y 10° E-30° O.	Anomalías mensuales promedio en el área referida	Enfield et al., (1999)

Para identificar la presencia de variación regulares cíclicas se aplicó el análisis espectral de series de tiempo usando el modulo de análisis espectral de programa Statistica (StatSoft, 1999), para su representación se elaboró una figura donde se incluyen los análisis para cada serie de datos.

Para visualizar y comparar los patrones de variabilidad decadal del clima se suavizaron las series de los índices ambientales filtrando las series estandarizadas por medio de ventanas de Hamming de 10, 30 y 50 años (Lluch-Belda et al., 2003), las ventanas de Hamming es uno de los procedimientos de transformación para filtrar la variación de la frecuencia aproximada al tamaño de la ventana usando promedios móviles ponderados. Este método permite visualizar

independientemente la variabilidad en diferentes escalas de tiempo, en el presente trabajo solo se separan los componentes decadal-bidecadal (10-30) y el de muy baja frecuencia >30 años.

Es conveniente aclarar el concepto de clima, que simplemente se refiere a las condiciones generales del ambiente definidas estadísticamente para un intervalo de tiempo entre 10 y 30 años, el concepto de régimen climático se refiere a una condición caracterizada en su conjunto por un comportamiento definido de los factores climáticos considerados, por ejemplo cuando se observa que un factor presenta durante cierto tiempo una variación dentro de un intervalo definido.

Para determinar los patrones de variación de largo plazo o baja frecuencia (20-50 años), se hizo un análisis espectral de las series de tiempo usando el módulo correspondiente del programa Statistica (StatSoft, 1999). Para visualizar la variabilidad de baja frecuencia los datos fueron filtrados con uno de los filtros usados en el análisis espectral denominado ventana de Hamming, aplicado con el mismo propósito por Lluch et al. (2003), en este caso se usaron ventanas de 10, 30 y 50 años.

Con el objeto de comparar los patrones de variación de las series de captura con los patrones de variación del clima, se hizo un análisis independiente de la información disponible de series de tiempo de los índices climáticos tanto oceánicos como atmosféricos que se indican en la tabla 3.

Se incluyeron tres series de tiempo correspondientes a otros índices relacionados supuestamente con el clima, los ciclos de actividad solar, la duración del día y la amplitud del radio de movimiento polar. Es importante considerar que en el caso de los índices ACI y PCI se calculan sumando sucesivamente los valores de las anomalías por lo que se les llama índices integrados, dan la impresión de estar suavizados pero en general se pueden considerar como indicadores de tendencia.

Con el objeto de establecer la correspondencia temporal entre los patrones de variabilidad identificados para las capturas y los patrones de variación del ambiente, se realizará un análisis de correlación cruzada entre las series de los promedios de los patrones identificados y los índices ambientales.

## RESULTADOS

### Análisis series de tiempo de captura

De la base de datos de Fishstat Plus (Shatz, 2000) se seleccionaron un total de 361 series de tiempo de captura entre 1950 y 2000, 131 provienen de Océano Pacífico, 191 del Atlántico y 39 del Índico; el análisis se hizo independientemente para cada cuenca considerando el área estadística y el año de captura, cada serie se identificó por el nombre común en inglés de la especie objetivo según FishBase (Froese & Pauly, 2000). Las series seleccionadas por cuenca y por área estadística de FAO se indican en la figura 3.

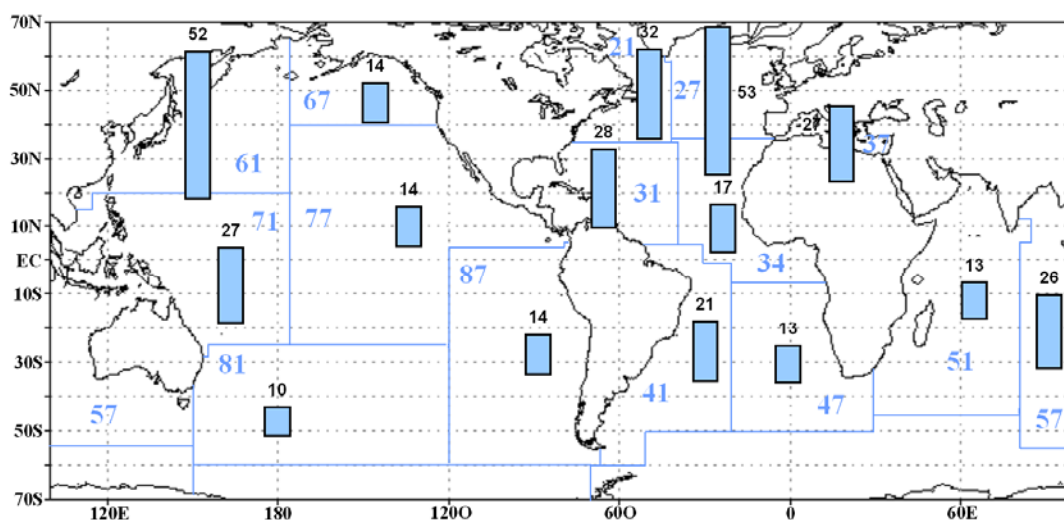


Figura 3. Numero de series seleccionadas por área estadística de pesca. Con azul se indican los códigos del área.

Las áreas con mayor proporción de casos son el Pacífico noroeste y el Atlántico noreste que corresponden con las áreas de influencia de los países con mayor tradición pesquera como Japón, Rusia, China, etc., en el Pacífico, y con Francia, Inglaterra, Alemania, España, etc., en el caso del Atlántico.

### Pesquerías del Pacífico

Se analizaron 131 series de tiempo de captura que corresponden a 99 especies-objetivo distintas, en la tabla 4 se indican número y porcentaje de especies para cada área de pesca. Información sobre nombre común, especie-objetivo y área de captura se presentan en la tabla A1 del anexo. El área Noroeste (61) es la que más series incluye con 52 (39%), y la que menos es la Suroeste con 10 (7.6%).

Los resultados del análisis de conglomerados se representan en el diagrama de árbol de la figura 4, en el eje vertical se indica la distancia de unión, y en el eje horizontal se debería indicar la clave de cada especie pero no sería legible por lo que se omite.

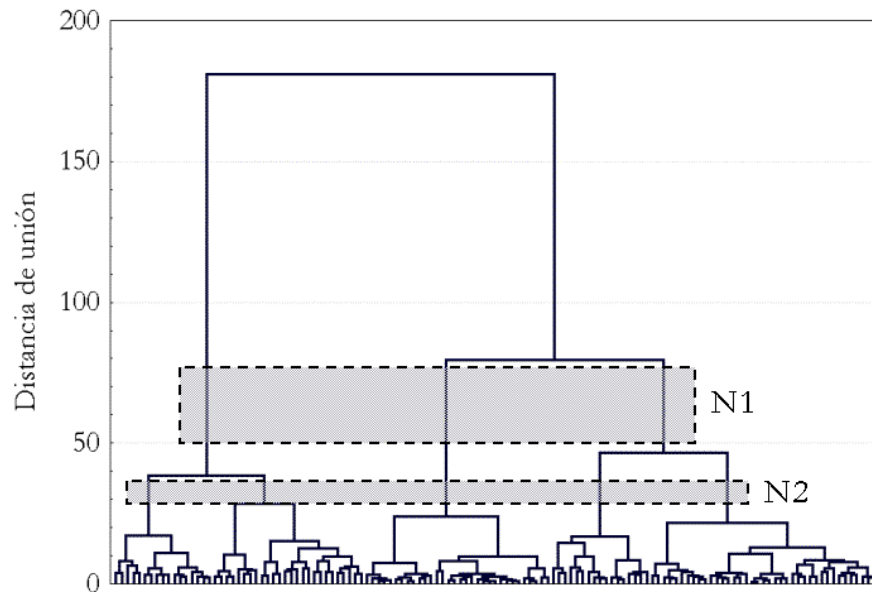


Figura 4. Diagrama de árbol para 131 series de tiempo de captura de pesquerías del Pacífico, la agrupación se hizo con el algoritmo de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas. Se indican dos niveles de corte el primero a 60 u.e. (N1) y el segundo a 30 u.e. (N2).

La figura 4 muestra la diferenciación de grupos en dos diferentes niveles de similitud o distancia, no existe alguna regla que permita reconocer la estructura de los datos, generalmente se tiene información sobre el origen de los datos, pero en el presente caso no se tiene antecedentes sobre el número de grupos que se podrían considerar en consecuencia los niveles de corte son arbitrarios, en los tres casos de las cuencas oceánicas, se eligieron las mismas distancia de corte a 30 y 60 unidades euclidianas y que se indica en la figura 4, de acuerdo con esto se tienen en el primer caso tres grupos y en el segundo caso cinco grupos. Para identificar a los componentes de cada grupo se aplicó el método de K-medias, partiendo de que se deben integrar cinco grupos, los resultados se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Se resumen los resultados del análisis de K-medias de las 131 series de tiempo de captura para el Pacífico, se indica el número de series por grupo y por área.

		Grupos y subgrupos						
		P1		P2	P3			
Área	Clave	P1-1	P1-2		P3-1	P3-2	Num.	%
NO	61	9	9	11	12	11	52	39.7
NE	67	1	4	2	5	2	14	10.7
CO	71	1	1		13	12	27	20.6
CE	77	4		4	5	1	14	10.7
SO	81	1		3	4	2	10	7.6
SE	87	2	3		4	5	14	10.7
Núm.		18	17	20	43	33	131	
%		13.7	13.0	15.3	32.8	25.2		

La mayor proporción de datos seleccionados corresponde al área del noroeste (61), cerca del 40 % del total provienen de esta área, el menor número de casos corresponde al Pacífico suroeste con 7.6%, esta desproporción probablemente se debe a la distribución de los puertos pesqueros y al nivel de desarrollo de los países del área. Por otra parte, en el nivel de corte de 60 se identifican tres grupos (P1, P2 y P3), en el primer grupo se identifican dos subgrupos en el segundo nivel a 30 u.e. (P1-1 y P1-2), en el segundo grupo solo se identifica un grupo (P2) con 20 casos. Por último el mayor grupo con 76 casos es el P3 con dos subgrupos (P3-1 y P3-2).

Las características de los patrones de variación se pueden ver en la figura 5, donde se representan las series ordenadas de acuerdo a los grupos y subgrupos identificados, y de acuerdo a la distancia euclidiana de cada serie con respecto al centro del grupo de manera ascendente.

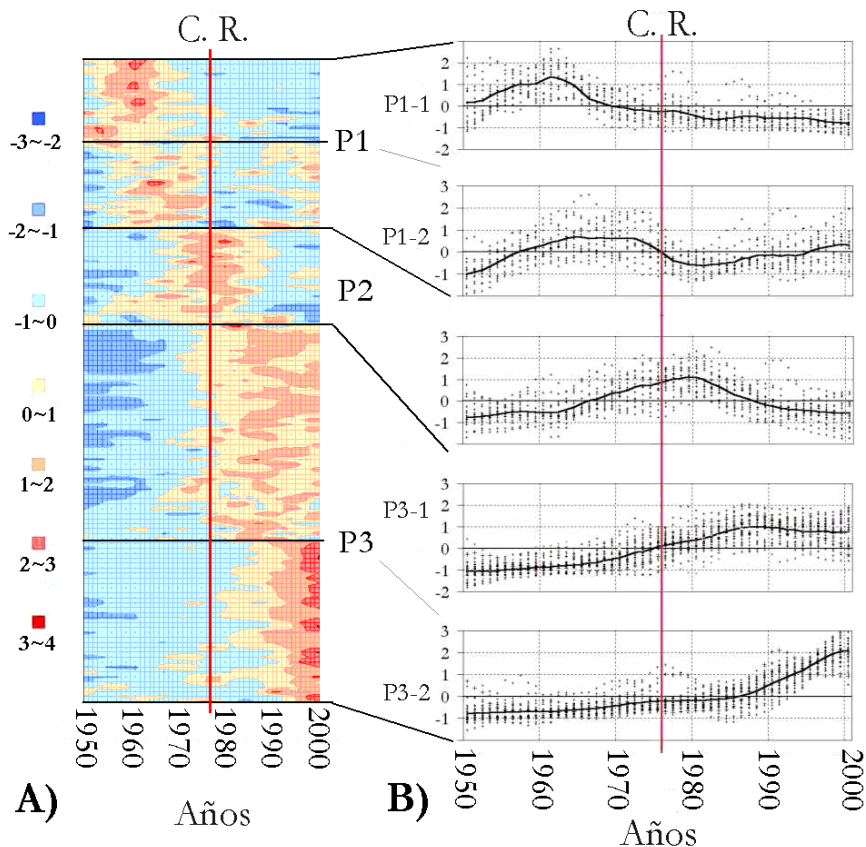


Figura 5. 5A) Series de captura del Pacífico normalizados y suavizados, los que se organizan de acuerdo a los grupos identificados y por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. 5B) Se representan los diagramas de dispersión para cada subgrupo y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.

En la figura 5A se pueden comparar la variación y sus promedios de cada patrón de variación identificado, el grupo P1 presenta mayores capturas antes del cambio de régimen; en el caso opuesto el grupos P3 muestra que las mayores capturas se obtienen después del cambio de régimen, en el caso del subgrupo P3-2 se muestra una acentuada tendencia de aumento en la última década. En el caso del grupo P2 el periodo de mayores capturas se presenta en un periodo intermedio.

En la figura 5B se representan los promedios y los diagramas de dispersión de cada subgrupo, se considera que ésta información complementa lo que se describe en cada caso, los promedios muestran lo que se podría considerar el perfil de variación de cada grupo.

### Los patrones de variación de acuerdo al cambio de régimen

Para simplificar el análisis y la descripción de los resultados los patrones de variación identificados en el caso del Pacífico así como en los casos del Atlántico y el Índico, se usa como referencia los años del cambio de régimen (1976-1977). De acuerdo con lo anterior, el primer tipo o patrón de variación se identificará como T1, que indica que se trata del patrón correspondiente a capturas altas en la primera mitad del periodo (1950-1976; antes del cambio de régimen). En el caso del



Pacífico el grupo P1 presenta un patrón T1 y de manera similar en el Atlántico este patrón corresponde al grupo A1. El segundo tipo o patrón que se identifica como T2, agrupa a las series con capturas altas en la segunda mitad del periodo(1977-2000), como es el caso del grupo P3 del Pacífico, y A3 del Atlántico, en el caso del Índico sería el grupo I1). El tercer tipo o patrón que se identifica en lo sucesivo como T3 incluye a las series que presentan capturas altas en un periodo intermedio, aproximadamente entre 1965 y 1985, y a los que corresponderían los grupos P2 en el Pacífico, y A2 del Atlántico. Por último, en el caso de la serie I2 no se incluye por la alta variabilidad debida a al escaso numero de casos. En la figura 6 se representan los patrones generales.

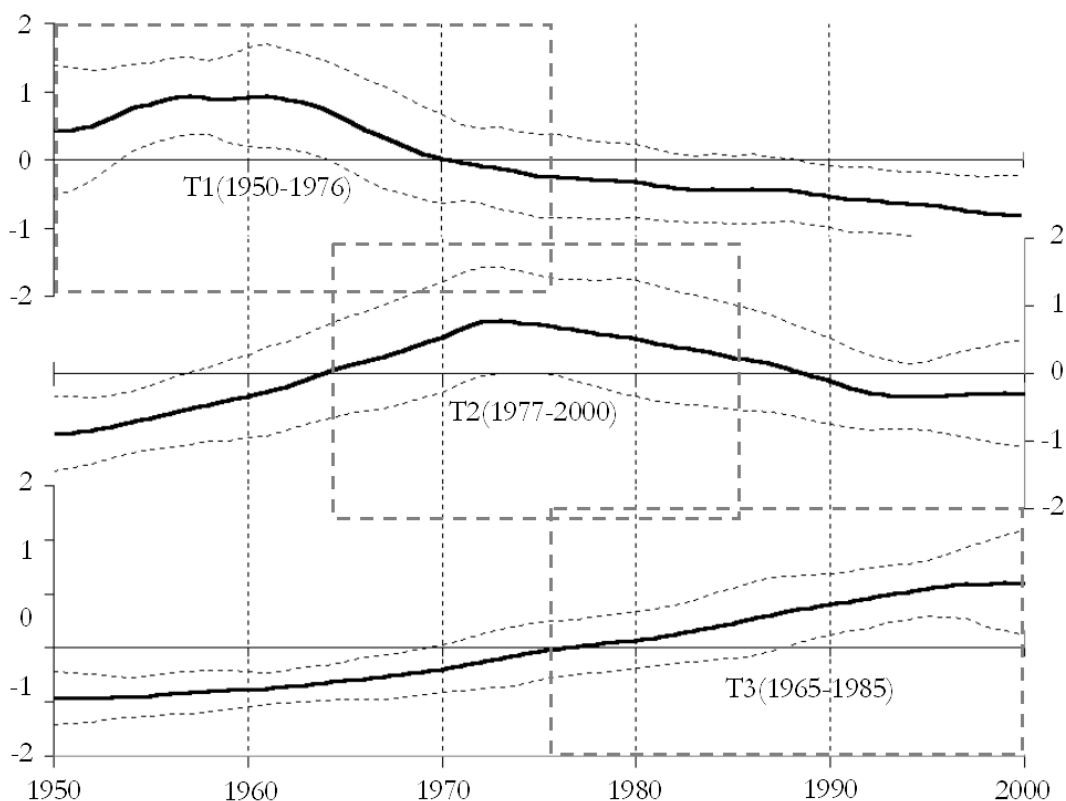


Figura 6. Principales patrones de variación de baja frecuencia de las estadísticas de series de tiempo de captura de pesquerías de las tres cuencas oceánicas.

### Pacífico noroeste

Según lo que se explico anteriormente, en la tabla 5 se incluyen los nombres comunes en inglés de las especies señaladas como objetivo en las estadísticas de captura. En la primer columna con un total de 18 casos que presentan una mayor disponibilidad durante la fase fría del PDO (1950-1976), en su mayoría son especies de afinidad tropical y subtropical, entre estas se encuentran especies de diferente hábitat climático, en la segunda columna se incluyen las casos con mayores capturas en la fase cálida del PDO (1977-2000), y en tercer columna se presentan los casos con un máximo de capturas durante un periodo entre la fase fría y la fase cálida.

Tabla 5. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico noroeste (área 61), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Coho(=Silver)salmon	1	<b>Alaska pollock(=Walleye poll.)</b>	1	Chinook(=Spring=King)salmon	1
Sockeye(=Red)salmon	1	Chum(=Keta=Dog)salmon	1	<b>Chub mackerel</b>	2
Albacore	2	Pink(=Humpback)salmon	1	Flathead grey mullet	2
Bigeye tuna	2	Saffron cod	1	Northern bluefin tuna	2
Black marlin	2	Common dolphinfish	2	Deepsea smelt	3
Bluefin gurnard	2	Daggertooth pike conger	2	Kamchatka flounder	3
Japanese flyingfish	2	Japanese amberjack	2	Pacific sandlance	3
<b>Pacific saury</b>	2	<b>Japanese pilchard</b>	2	Yellow striped flounder	3
Large yellow croaker	3	<b>Largehead hairtail</b>	2	Greater lizardfish	4
<b>Pacific herring</b>	3	Silver seabream	2	Blackmouth croaker	5
Swordfish	3	Yellow croaker	2	Pacific ocean perch	5
Japanese jack mackerel	4	Atka mackerel	3		
Milkfish	4	<b>Japanese anchovy</b>	3		
Red-eye round herring	4	Japanese Spanish mackerel	3		
Silver croaker	4	Pacific cod	3		
Yellowfin tuna	4	Purple puffer	3		
Japanese sandfish	5	Skipjack tuna	3		
Frigate and bullet tunas		Bastard halibut	4		
		Chinese gizzard shad	4		
		Japanese scad	4		
		Pacific rudderfish	4		
		Amberjacks nei			
		Korean sandlance			

En el área el número de casos es relativamente alto probablemente debido a la presencia de dos de los países con mayor tradición de la pesca marina, Rusia y Japón, y más recientemente con una actividad creciente China. Para comparar la tendencia de las capturas de las siete pesquerías de mayor importancia con respecto al volumen de captura, se representan las capturas promedio en orden descendente en tres periodos 1950-66, 1967-84 y 1985-2000 en el área correspondiente, y que se representan en la figura 7.

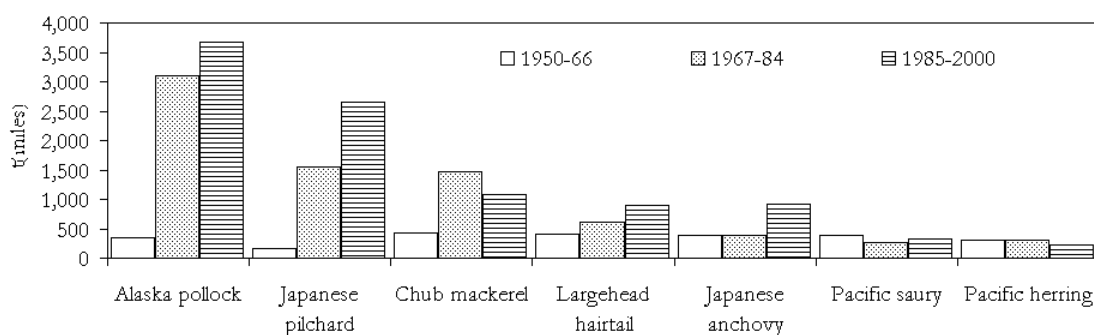


Figura 7. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 61 correspondiente al Pacífico noroeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

En esta área, las capturas de dos de las pesquerías principales; Alaska pollock y Japanese pilchard muestran una tendencia de aumento en todo el periodo, caso similar se presenta en el Largehead hairtail y la Japanese anchovy todos agrupados en el patrón T2. Las pesquerías de Pacific herring y Pacific saury muestran descenso en las capturas (T1). El Chub mackerel es la única especie importante de la lista anterior que muestra un patrón de mixto (T3).

### Pacífico noreste

En esta área la lista de pesquerías seleccionadas se reduce a 14, de estas, 10 especies se encuentran también en el área oeste, en ambos lados la especie más importantes en la captura es el Alaska pollock, las cinco especies de salmón se encuentran en las dos áreas, así como la albacora, el Pacific herring y la Pacific ocean perch. En la tabla 6 se presenta la lista de pesquerías clasificadas de acuerdo a las tendencias de las capturas en todo el periodo.

Tabla 6. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico noreste (área 67), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Albacore	2	<b>Alaska pollock(=Walleye poll.)</b>	1	Chinook(=Spring=King)salmon	1
Pacific halibut	2	<b>Chum(=Keta=Dog)salmon</b>	1	Coho(=Silver)salmon	1
Flathead sole	3	<b>Pink(=Humpback)salmon</b>	1		
<b>Pacific herring</b>	3	<b>Sockeye(=Red)salmon</b>	1		
<b>Pacific ocean perch</b>	5	Lingcod	2		
		<b>Pacific cod</b>	3		
		Sablefish	5		

En el caso del Alaska pollock, Pacific cod y los salmones Chum y Pink, el patrón es similar en el este y el oeste del Pacífico norte (T2), mostrando una tendencia de ascenso en el volumen de capturas en todo el periodo. Una excepción es el salmon sockeye que en el área muestra una tendencia de ascenso (T2) y en el oeste es opuesta (T1). En los casos de la Albacore y el Pacific herring la tendencia de capturas es descendente en ambas áreas (T1), en el caso de la Pacific ocean perch y el salmón Coho el comportamiento de las capturas es distinto en el este y el oeste. Las capturas de las siete pesquerías principales de acuerdo a su volumen se representan en la figura 8.

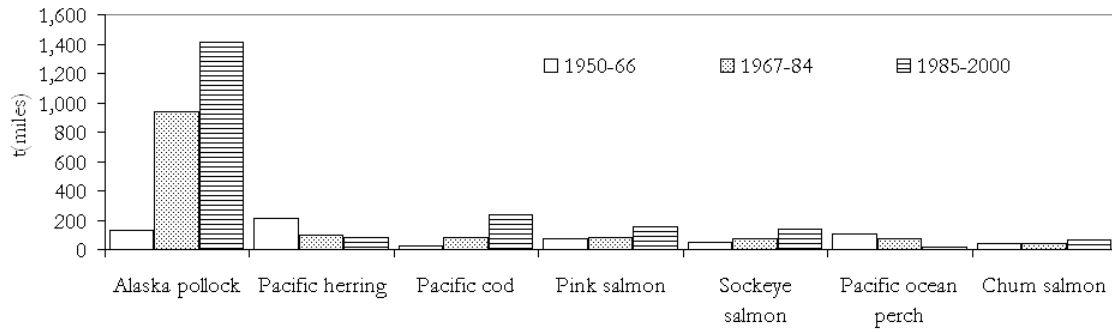


Figura 8. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 67 correspondiente al Pacífico noreste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

En esta área la pesquería de Alaska pollock es la más importante para los Estados Unidos y en general para el Pacífico norte, esta pesquería muestra una tendencia de ascenso en las capturas a lo largo del periodo, similar a la del Pacific cod y dos especies de salmón (Pink y Sockeye), la tendencia de las capturas es inversa en el caso del Pacific herring y la Pacific ocean perch.

**Pacífico centro oeste**

En el caso del área 71, es notable el predominio del patrón T2 con un total de 23 series en las que 15 son de distribución tropical, 6 de distribución subtropical y solo un caso de distribución templada el del barrilete (skipjack tuna), solo 2 series muestran un patrón T1, en los casos de especies pelágicas mayores marlín azul y pez espada.

Tabla 7. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico centro oeste (área 71), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af
Indo-Pacific blue marlin	2	Albacore	2
Swordfish	3	Daggertooth pike conger	2
		Largehead hairtail	2
		Rainbow runner	2
		Rainbow sardine	2
		Silver pomfret	2
		<b>Skipjack tuna</b>	3
		<b>Bali sardinella</b>	4
		Barramundi(=Giant seaperch)	4
		Black pomfret	4
		Bombay-duck	4
		<b>Goldstripe sardinella</b>	4
		Indian halibut	4
		<b>Indian mackerel</b>	4
		<b>Indian scad</b>	4
		Indo-Pacific king mackerel	4
		<b>Kawakawa</b>	4
		Narrow-barred Spanish mackerel	4
		Sillago-whitings	4
		Torpedo scad	4
		Wolf-herrings nei	4
		Yellowstripe scad	4
		<b>Stolephorus anchovies</b>	

En esta área las pesquerías de mayor importancia son las de atún lo que se puede ver en la figura 9, además de que la amplia diversidad de especies contribuye a disminuir las pesquerías mono-específicas masivas características de las regiones extratropicales.

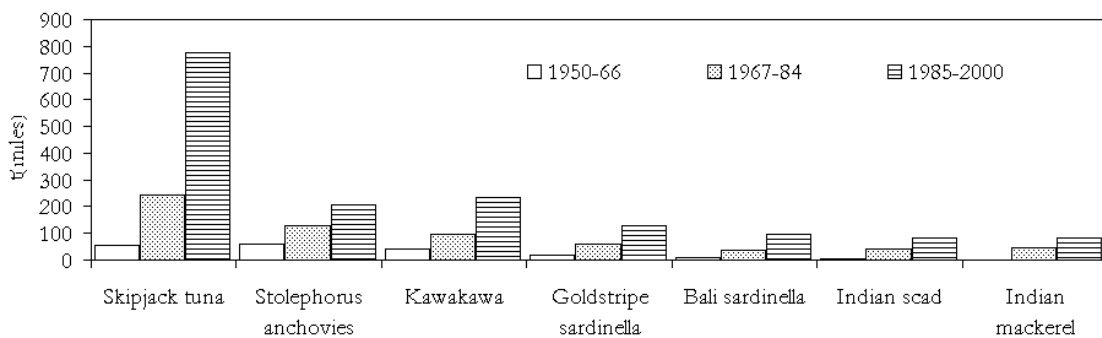


Figura 9. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 71 correspondiente al Pacífico centro oeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

La captura de Skipjack presentan una tendencia de aumento como el resto de las pesquerías que se muestran en la figura 9, en esta área Tailandia, Indonesia, Filipinas y Vietnam obtienen el 80% de la captura, entre otros países que se encuentran en proceso de desarrollo.

## Pacífico centro este

En el área centro este (77) se encontraron los tres tipos de patrones y en contraste con el caso anterior no existe una diferencia marcada entre el número de series de cada tipo, la información corresponde a las especie objetivo que se indican en la tabla 8. Tres de las especies-objetivo se encontraron también en el norte (área 67), la albacora, el salmón chinook y la sardina del Pacífico (*Clupea pallasii*). En el caso del salmón Chinook que es una especie polar, y que posiblemente corresponde a las capturas de esta especie en el sur de su distribución geográfica, y que en el norte (arriba de 40° N) su abundancia es mayor en la mitad del periodo de estudio, mientras que en el sur su abundancia fue mayor en el periodo frío del PDO, en el caso de la albacora en el norte fue abundante en el periodo frío, en el sur en el periodo cálido, y por último en el caso de la sardina del Pacífico en el norte abundó en el periodo frío y en el sur en periodo cálido.

Tabla 8. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico centro este (área 77), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Chinook(=Spring=King)salmon	1	<b>Albacore</b>	2	<b>Californian anchovy</b>	2
Northern bluefin tuna	2	<b>California pilchard</b>	2	Eastern Pacific bonito	2
<b>Pacific jack mackerel</b>	2	<b>Chub mackerel</b>	2	<b>Skipjack tuna</b>	3
Striped marlin	2	Pacific herring	3	Sablefish	5
		Swordfish	3		
		<b>Yellowfin tuna</b>	4		

En esta área los mayores volúmenes de captura se relacionan con pelágicos menores relacionadas con las áreas de surgencia y pelágicos mayores como Yellowfin, Skipjack y Albacore, de acuerdo con lo que se observa en la figura 10.

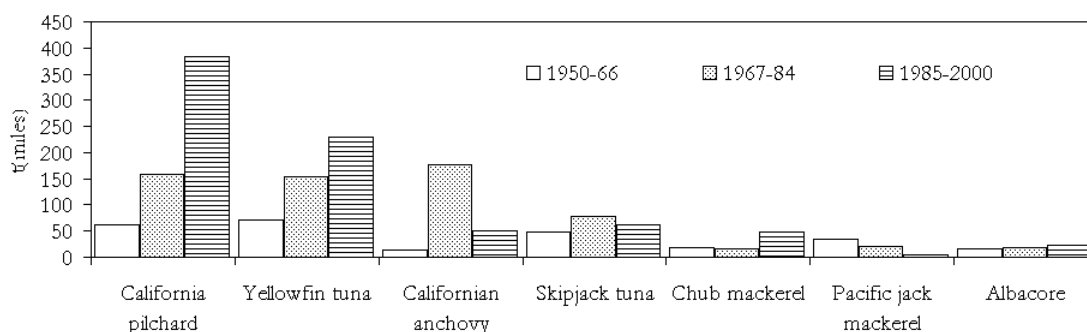


Figura 10. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 77 correspondiente al Pacífico centro este en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

La especie que reporta mayores volúmenes de captura es la California pilchard que muestra una tendencia de aumento en todo el periodo, que se relaciona principalmente con las capturas obtenidas por México en el Golfo de California, una tendencia similar pero más moderada se presenta en el atún Yellowfin, por lo que clasifican en el segundo grupo en la tabla 8, por otra

parte la anchoveta muestra mayores capturas en el periodo intermedio (1967-84), de manera similar al Skipjack.

### Pacífico suroeste

En esta área solo se seleccionaron 10 series de captura, los datos corresponden principalmente a Nueva Zelanda y Australia. Del total de las series de captura únicamente la correspondiente al Tarakihi (*Nemadactylus macropterus*) presenta mayores capturas en la fase fría del PDO; en el siguiente caso, seis especies presentan mayores capturas en la fase cálida y solo tres en el periodo intermedio.

Tabla 9. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico suroeste (área 81), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
<b>Tarakihi</b>	2	Australian salmon	2	<b>Silver seabream</b>	2
		<b>Red codling</b>	2	Hapuku wreckfish	3
		<b>Snoek</b>	2	<b>White trevally</b>	3
		<b>Bluefin gurnard</b>	2		
		Silver warehou	3		
		<b>Pink cusk-eel</b>	5		

La captura en esta área es la más baja en el Pacífico y aparentemente es más diversificada, principalmente de hábitat subtropical y templado, y una especie de profundidad.

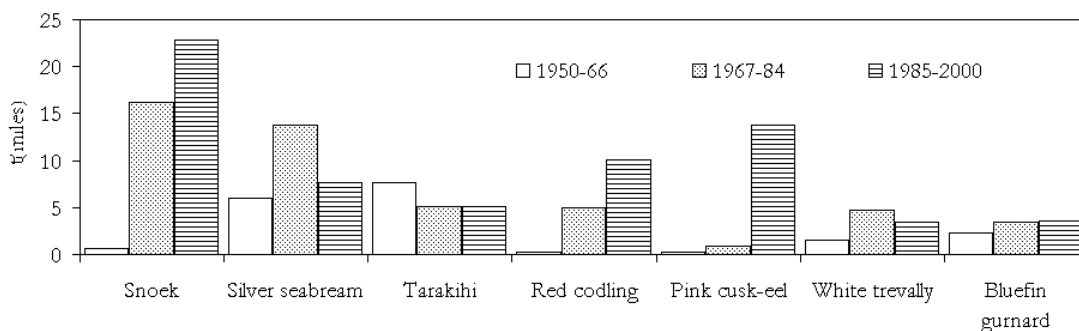


Figura 11. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 81 correspondiente al Pacífico suroeste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

La pesquería más importante es la de Snoek y muestra una tendencia de aumento en todo el periodo (T2) este mismo patrón lo presentan el Red codling y el Pink cusk-eel una especie batidemersal. En segundo lugar en captura el Silver seabream que muestra un patrón distinto (T3), similar al White trevally. Solo el Tarakihi presenta un patrón con tendencia de descenso en las capturas (T1).

## Pacífico sureste

En esta área se concentran las capturas de la costa occidental de los países sudamericanos, que incluyen a la anchoveta peruana una de las pesquerías más importantes en el mundo por su volumen de captura, otra pesquería de gran importancia actualmente es la de sardina sudamericana pero que no se incluye en este trabajo porque es relativamente nueva. De acuerdo con el análisis de conglomerados solo se encontraron dos patrones de variación de las capturas, que se muestran en la tabla 10.

Tabla 10. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Pacífico sureste (área 87), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af
<b>Eastern Pacific bonito</b>	2	<b>Chub mackerel</b>	2
Snoek	2	<b>Araucanian herring</b>	2
<b>Anchoveta(=Peruvian anchovy)</b>	2	<b>Skipjack tuna</b>	3
Pacific menhaden	4	Swordfish	3
Peruvian rock seabass	4	<b>Chilean jack mackerel</b>	4
		Pacific sierra	4
		Peruvian banded croaker	4
		Yellowfin tuna	4
		<b>South Pacific hake</b>	5

Para complemento de la tabla 8 se representan las capturas de las siete pesquerías de mayor importancia en orden descendente en la figura 12.

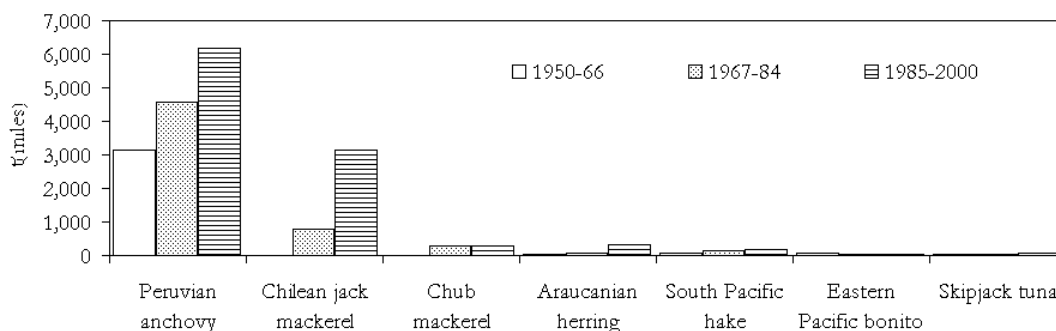


Figura 12. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área 87 correspondiente al Pacífico sureste en los periodos indicados (los valores del eje vertical son miles de t).

La pesquería más importante en cuanto a captura es la Anchoveta peruana, la tendencia de acuerdo la figura 12 es ascendente en todo el periodo (T2), desde 3 millones de t en promedio en el primer periodo (1950-66), a los 6 millones en el último periodo (1985-2000), no obstante según el análisis de conglomerados el patrón de variación es descendente con un periodo de mayores capturas en la primera mitad del periodo lo que corresponde con el patrón T1, para aclarar esta contradicción se revisaron los datos de captura que se presentan en la figura 13.



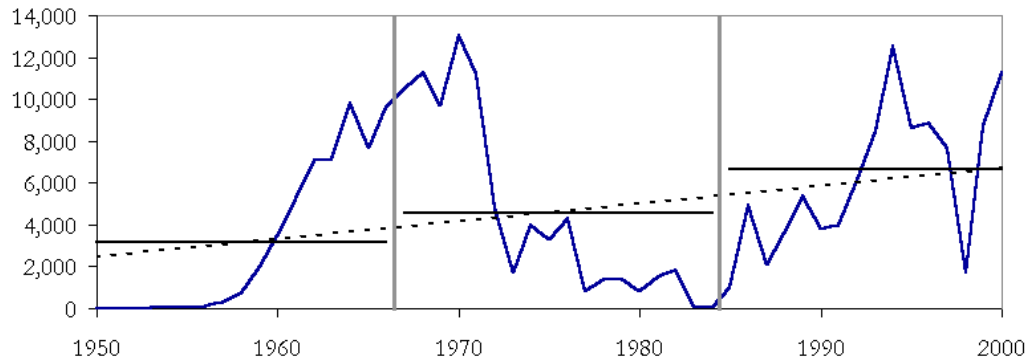


Figura 13. Producción pesquera de la Anchoqueta peruana (en línea continua) donde se puede ver la tendencia (línea discontinua), los periodos en los que se calculo el promedio y el promedio (líneas horizontales).

Se puede observar la tendencia ascendente, no obstante en la primer década la captura es muy baja pero se incrementa rápidamente a finales de la década y durante los 1960, que de hecho es el periodo de mayor producción histórica, lo que parece respaldar el resultado de la clasificación por el análisis de conglomerados.

## Pesquerías del Atlántico

Un total de 191 series de tiempo de captura fueron analizadas y corresponden a 127 especies-objetivo distintas, en la tabla 11 se indican el número y porcentaje de especies para cada área de pesca. Información sobre nombre común, especie objetivo y área de captura se presentan en la tabla A2 que por su tamaño se incluye al final del documento.

Tabla 11. Número y porcentaje de series de tiempo de captura usadas en el análisis de acuerdo a las áreas de captura en el Atlántico.

Área FAO	N	%
21 Noroeste	32	16.8
27 Noreste	53	27.7
31 Central Oeste	28	14.7
34 Central Este	17	8.9
41 Suroeste	21	11.0
47 Sureste	13	6.8
37 Mediterráneo	27	14.1

En la figura 14 se representa el diagrama de árbol resultado del análisis de conglomerados, se representa el nivel de corte elegido arbitrariamente entre 30 y 40 unidades de distancia euclidiana, que se representan en el eje vertical y en el eje horizontal al final de cada división debería aparecer la clave numérica de cada especie la que se omite debido a el gran número de casos.

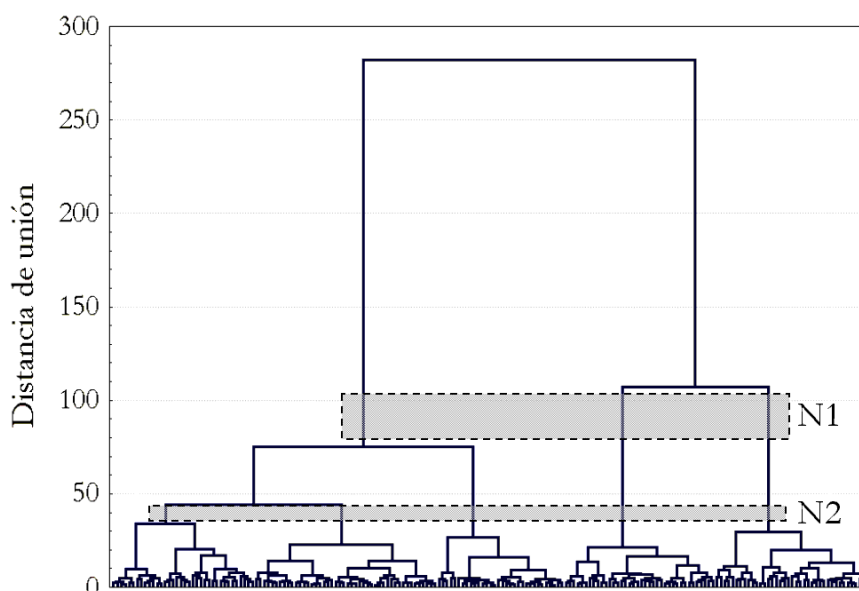


Figura 14. Diagrama de árbol para 191 series de tiempo de captura en el Atlántico, agrupadas por el método de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas. Se indican dos niveles de corte el primero a 80 u.e. (NC1) y el segundo a 40 u.e. (NC2).

De acuerdo con la figura 14 se pueden separar tres grupos en el primer nivel de corte en 80 u.e. y en el segundo nivel se separan cinco grupos, en el caso del grupo identificado como A2 en un menor nivel se separan 3 subgrupos. En la segunda etapa del análisis se aplicó el método de K-medias considerando un total de cinco grupos tomando en cuenta los tres subgrupos de A2, esto permite organizar los tres subgrupos para determinar la diferencia en los patrones de variación que se representan en la figura 15. Por otra parte los grupos y sus componentes se muestran en la tabla 12.

Tabla 12. Se resumen los resultados del análisis de K-medias de las 131 series de tiempo de captura para el Atlántico, se indica el número de series por grupo y por área.

Área FAO	Grupos				Num.	%
	A1	A2				
		A2-1	A2-3	A2-4		
21 Noroeste	12	6	3	6	5	32 16.8
27 Noreste	13	9	11	11	9	53 27.7
31 Central Oeste	6	2	4	6	10	28 14.7
34 Central Este	1	3	2	9	2	17 8.9
41 Suroeste		8	3	5	5	21 11.5
47 Sureste	2	7	3	1		13 6.8
37 Mediterráneo	4	3	4	9	7	27 13.6
Total	38	38	30	47	38	191

La tabla anterior muestra que el área con mayor proporción de series de captura corresponde al noreste (27.7%), donde se concentran los países con mejor infraestructura para la pesca así como una larga tradición en ésta actividad, por otra parte el sureste es el que menos series de captura aporta (6.8 %). El grupo más grande es el A2 incluyendo un total de 115 casos poco más del 60%. Los grupos A1 y A3 incluyen el mismo número de casos, que representan el 40% restante.

Para visualizar los patrones seleccionados por K-medias, estos se representan en la figura 15, en esta se incluyen una serie de figuras que permiten ver la diferencia entre los patrones de variación, así como la variabilidad de los grupos y subgrupos.

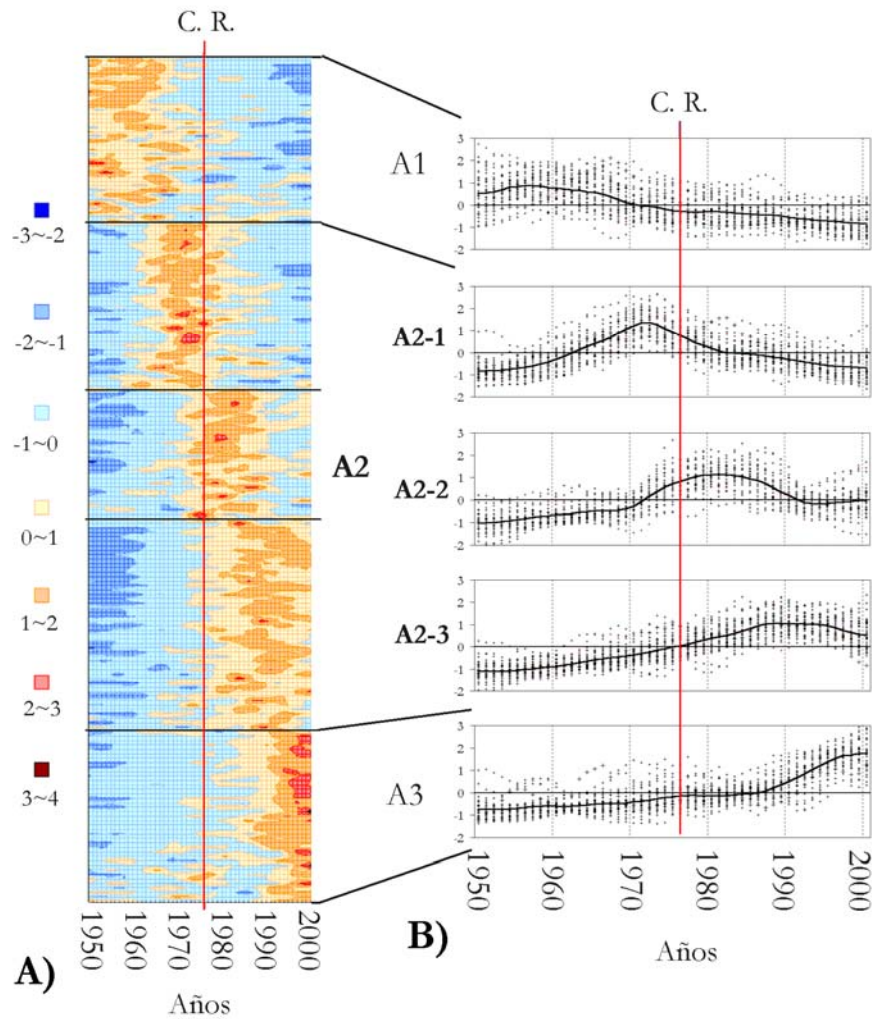


Figura 15. 15A) Series de captura del Atlántico normalizados y suavizados, los que se ordenan de acuerdo a los grupos identificados así como por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. 15B) Se representan el diagrama de dispersión de las series consideradas y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.

En parte izquierda de la figura 15 se pueden diferenciar los patrones de variación de los tres grupos incluyendo la estructura de los patrones de los tres subgrupos de A2. En el caso del patrón de variación del grupo A1 este se caracteriza por presentar capturas altas en la primera mitad del periodo considerando como referencia los años del cambio de régimen este se incluye en el tipo o patrón general T1 (ver la descripción en la parte referente al Pacífico), la tendencia en la segunda mitad del periodo es lineal y levemente descendente. El patrón del grupo A2 se tiene que describir en función de los tres subgrupos, pero en este caso es importante referirlo al periodo de cambio de régimen (aunque el cambio de redimen fue descrito para el Pacífico, se propone como referencia de tiempo para el análisis y la discusión), de acuerdo con este criterio los dos subgrupos el A2-2 y el A2-3 de acuerdo a que el periodo de mayor captura es después de cambio de régimen, se consideran dentro del patrón T2 al igual que el grupo A3, por tanto solamente el subgrupo A2-1 quedaría incluido en el patrón T3.

Con el objeto de identificar a las especies-objetivo relacionadas con cada uno de los patrones descritos así como con las áreas a las que corresponden a continuación se elaboraron tablas de manera similar a lo que se presentó para el Pacífico.

### Atlántico noroeste

En esta área pescan principalmente EUA y Canadá entre ambos pescan el 80% de las capturas reportadas, el resto es aprovechado por países europeos; Rusia, España, Portugal, Alemania y Francia, la pesquería de mayor importancia es el Atlantic cod, del que se capturaron más del millón de t en el periodo 1950 al 1966.

En la tabla 13 se presentan los nombres comunes en inglés de las pesquerías clasificadas de acuerdo a tres patrones de variación de las capturas similares a los descritos para el Pacífico, T1 representa un tendencia descendente de las capturas con capturas altas en el primer periodo (1950-66), T2 representa un patrón ascendente con capturas altas al final del periodo, y T3 representa los patrones de captura alta en el intervalo intermedio (1967-84).

Tabla 13. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico noroeste (área 21), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Saithe(=Pollock)	1	Bluefish	2	<b>Capelin</b>	1
<b>Atlantic menhaden</b>	2	Atlantic croaker	2	Northern bluefin tuna	2
Scup	2	Squeteague(=Gray weakfish)	2	Amer. plaice(=Long rough dab)	3
Spot croaker	2	Greenland halibut	3	<b>Atlantic herring</b>	3
Alewife	3	<b>Silver hake</b>	3	<b>Atlantic mackerel</b>	3
American shad	3	Summer flounder	3	Red hake	3
<b>Atlantic cod</b>	3	Swordfish	3	White hake	3
Atlantic halibut	3	Yellowtail flounder	3	Striped bass	3
Black seabass	3	American angler	3	Witch flounder	3
<b>Haddock</b>	3	Atlantic salmon	3		
Rainbow smelt	3	Tusk(=Cusk)	3		
Winter flounder	3				

De un total de 32 series históricas de captura 12 presentaron una tendencia decreciente (T1), tres casos son importantes en cuanto a volumen de captura y se indican en negrita, en particular el Atlantic cod es la más importante. El segundo grupo con 11 casos presenta una tendencia creciente de las capturas en este caso la especie más importante en relación a la captura es el Silver hake. En el tercer patrón con nueve casos está encabezada por el Atlantic herring, seguido por el Atlantic mackerel y el Capelin.

Para complementar la información se presentan las capturas de las siete pesquerías principales que se indican en negrita en la tabla anterior, y se representan en la figura 16.

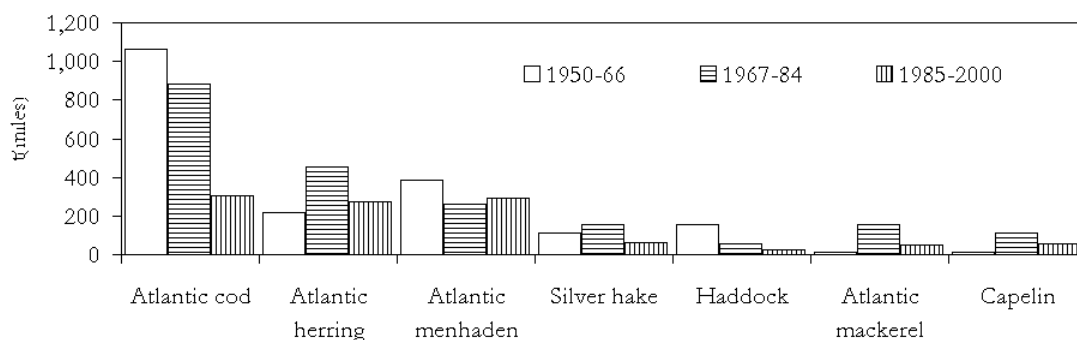


Figura 16. Captura promedio de las siete pesquerías principales en el área noroeste (21) en los periodos indicados (en miles de t).

La más importante es el Atlantic cod que muestra una tendencia decreciente similar a los casos del Atlantic menhaden y Haddock. El Atlantic herring que es el segundo lugar en captura muestra un patrón de capturas altas en el periodo intermedio (1965-84), similar al Atlantic mackerel y el Capelin. La única pesquería que muestra tendencia al aumento de captura es el Silver hake, aunque en la figura 16 no es evidente, se le clasifica en el patrón T2 que representa esa tendencia de aumento.

### Atlántico noreste

En esta área la pesca se distribuye entre varios países europeos principalmente Noruega, Dinamarca, Rusia, Islandia, Inglaterra, España, entre otras. Las pesquerías más importantes en volumen de captura son el Atlantic herring, Atlantic cod, Capelin principalmente.

En esta región se registra el mayor número de casos con 53 (27.7%), donde se concentran países de larga tradición en la pesca como los mencionados. En la tabla 14, se presentan los nombres en inglés de las pesquerías clasificadas según las tendencias de largo plazo de las capturas.

Tabla 14. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico noreste (área 27), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Navaga(=Wachna cod)	1	Lumpfish(=Lumpsucker)	1	Polar cod	1
Albacore	2	Atlantic horse mackerel	2	Saithe(=Pollock)	1
Bogue	2	Common sole	2	<b>Capelin</b>	1
Common pandora	2	European seabass	2	European flounder	1
European anchovy	2	Red mullet	2	Chub mackerel	2
European pilchard(=Sardine)	2	<b>Atlantic mackerel</b>	3	Bigeye tuna	2
Meagre	2	<b>Blue whiting(=Poutassou)</b>	3	Atlantic wolffish	3
Northern bluefin tuna	2	European whitefish	3	European plaice	3
<b>Atlantic cod</b>	3	Lemon sole	3	European smelt	3
Atlantic halibut	3	<b>Pollock</b>	3	Greenland halibut	3
<b>Atlantic herring</b>	3	Skipjack tuna	3	<b>Haddock</b>	3
Blackspot(=red) seabream	3	Turbot	3	Blue ling	3
European hake	3	Whiting	3	European sprat	3
		Atlantic salmon	3	Ling	3
		Brill	3	Pouting(=Bib)	3
		Common dab	3	Swordfish	3
		Greater forkbeard	3	Tusk(=Cusk)	3
		European conger	4	Vendace	3
		Angler(=Monk)	5	Witch flounder	3
		Megrim	5	Silver scabbardfish	5

Un total de 13 pesquerías muestran un patrón descendente de captura (T1), 20 pesquerías muestran tendencia de aumento (T2) y otras 20 presentan mayores capturas en un intervalo intermedio en el periodo de estudio. Para complementar estos resultados en la figura 17, se representan las siete pesquerías de mayor importancia con respecto al volumen de captura.

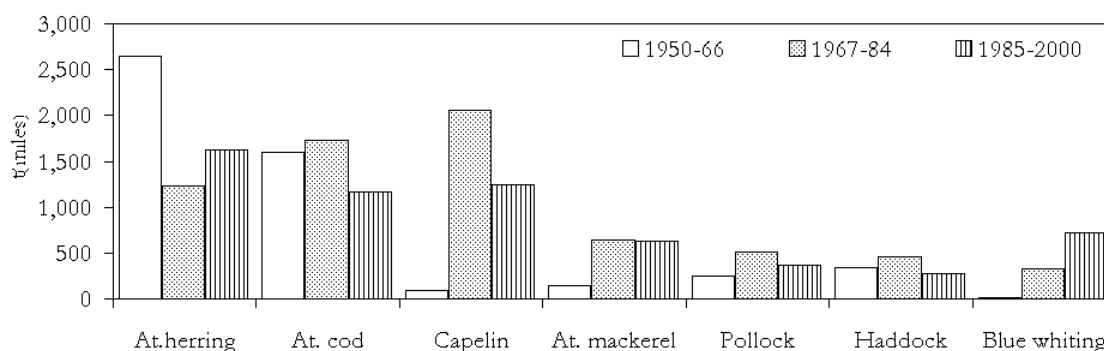


Figura 17. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área noreste (27) en los periodos indicados.

De acuerdo con las capturas las dos primeras pesquerías que corresponden al herring y cod presentan un patrón descendente (T1), el resto con excepción del Haddock presentan un patrón de aumento de las capturas incluso el Capelin que se clasifica en T3 muestra una tendencia de

aumento hacia el último periodo, destacando la captura de poco más de 2 millones de t en el periodo intermedio (1967-84).

### Atlántico centro oeste

En los últimos 15 años en esta área solo cuatro países obtienen cerca del 90% de las capturas en orden descendente EUA, México, Venezuela y Cuba. De acuerdo con el formato adoptado, en la siguiente tabla se presentan las listas de las especies clasificadas por la tendencia de captura en cada caso.

Tabla 15. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico centro oeste (área 31), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Atlantic croaker	2	<b>Atlantic Spanish mackerel</b>	2	<b>Red grouper</b>	2
Bluefish	2	Common snook	2	<b>Atlantic menhaden</b>	2
Gulf kingcroaker	2	<b>Flathead grey mullet</b>	2	<b>Gulf menhaden</b>	2
Spot croaker	2	Lebranche mullet	2	Squeteague(=Gray weakfish)	2
Spotted weakfish	2	Northern red snapper	2	<b>Yellowfin tuna</b>	4
Serra Spanish mackerel	4	Skipjack tuna	3	Southern red snapper	4
		Atlantic bonito	2		
		Atlantic moonfish	2		
		Atlantic thread herring	4		
		Bigeye scad	4		
		Blackfin tuna	4		
		Common dolphinfish	2		
		King mackerel	4		
		Largehead hairtail	2		
		<b>Round sardinella</b>	2		
		Yellowtail snapper	2		

El mayor número de pesquerías 16 en total, muestran tendencia de crecimiento clasificándose en el patrón T2, y seis pesquerías presentan tendencia decreciente en las capturas (T1) y un número igual muestra un patrón con capturas elevadas en un lapso intermedio (T3).

En la figura 18 se representan las capturas promedio de las siete principales pesquerías del área centro oeste.



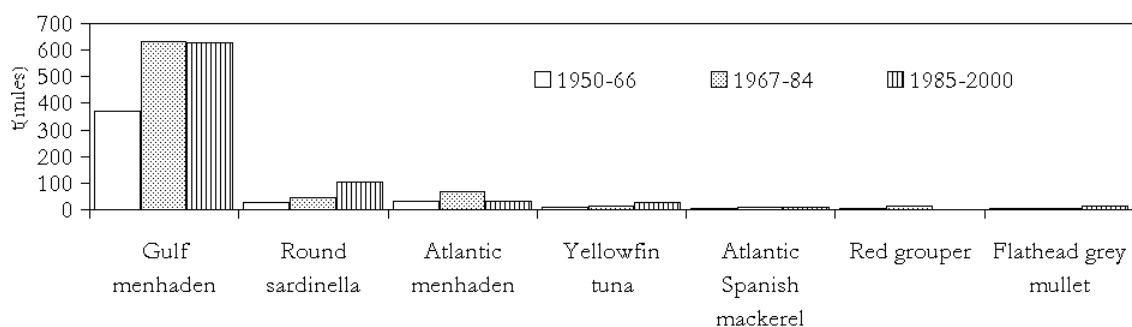


Figura 18. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área centro oeste (31) en los periodos indicados.

En la figura 18 es evidente la dominancia del Gulf menhaden en las capturas, con una tendencia ascendente en las capturas (T2) aunque se clasifico en la categoría T3, tres pesquerías muestran tendencia ascendente en las capturas la de Round sardinella, Atlantic Spanish mackerel y Flathead grey Mullet, el Atlantic menhaden, Yellowfin tuna, Red grouper y el mencionado Gulf menhaden presentan un patrón con capturas altas en el periodo medio.

### Atlántico centro este

En esta área varios países comparten los recursos pesqueros los principales son Rusia, Marruecos, Ucrania, España y Ghana, entre otras naciones africanas. En la siguiente tabla se incluyen 17 pesquerías clasificadas según el patrón de variabilidad de las capturas.

Tabla 16. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico centro este (área 34), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Northern bluefin tuna	2	<b>Chub mackerel</b>	2	Bluefish	2
		<b>European anchovy</b>	2	<b>Skipjack tuna</b>	3
		<b>European pilchard(=Sardine)</b>	2	<b>Yellowfin tuna</b>	4
		Lesser African threadfin	2	Atlantic bonito	2
		<b>Round sardinella</b>	2	Meagre	2
		Bigeye tuna	2		
		Madeiran sardinella	2		
		European hake	3		
		Bigeye grunt	4		
		<b>Bonga shad</b>	4		
		Sompat grunt	4		

El patrón más frecuente con 11 casos que incluyen cinco de las principales pesquerías y las capturas presentan una tendencia de aumento (T2), solo el Northern bluefin tuna muestra tendencia descendente en las capturas (T1), y en cinco casos las capturas presentan mayores capturas en la parte media del intervalo (T3).

Información complementaria sobre las capturas se presenta en la figura 19.

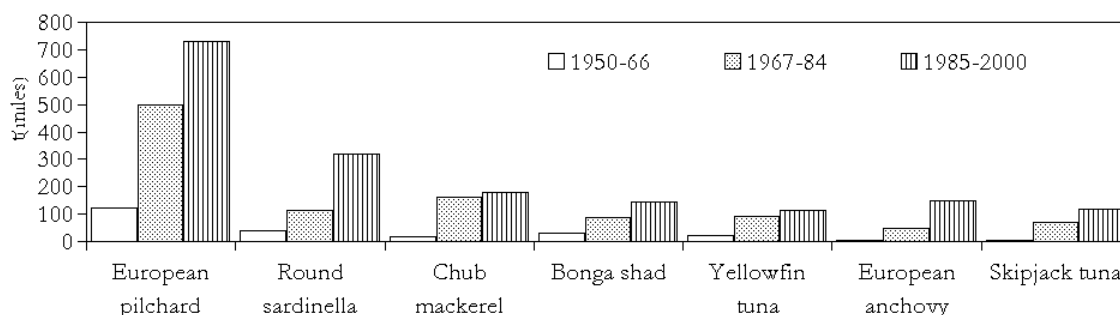


Figura 19. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área centro este (34) en los periodos indicados.

Se destaca la tendencia de aumento que parece mostrar las siete pesquerías principales, y las tres primeras corresponden a pesquerías de pelágicos menores con las mayores capturas, solo en el caso de las pesquerías de Yellowfin y Skipjack tuna que se clasifican en la categoría T3.

### Atlántico suroeste

En orden descendente los países que comparten recursos pesqueros en el área son; los dos países sudamericanos Brasil y Argentina, pero participan otros como Corea del Norte, Polonia, China y Rusia entre otros. En total se seleccionaron 21 series de captura las que se clasificaron por su patrón de variación según la siguiente tabla.

Tabla 17. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico suroeste (área 41), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af
Argentine croaker	2	<b>Argentine anchovy</b>	2
<b>Argentine hake</b>	2	Atlantic bonito	2
Argentine seabass	2	Barred grunt	2
Brazilian menhaden	2	Black drum	2
Brazilian flathead	2	Bluefish	2
Common dolphinfish	2	<b>Brazilian sardinella</b>	2
Yellowtail snapper	2	Red grouper	2
Southern red snapper	4	<b>Striped weakfish</b>	2
Yellowfin tuna	4	<b>Chub mackerel</b>	2
<b>Pink cusk-eel</b>	5	Red porgy	2
		<b>Whitemouth croaker</b>	2

Lo destacable en esta área es que no se presentan casos de tendencia de disminución (T1) en las capturas, de las 21 pesquerías de la 10 muestran tendencia de incremento en las capturas (T2), y 11 presentan capturas altas en la parte media del periodo (T3). Adicionalmente se presentan las siete especies de mayor importancia en cuanto a su volumen de captura en la figura 20.

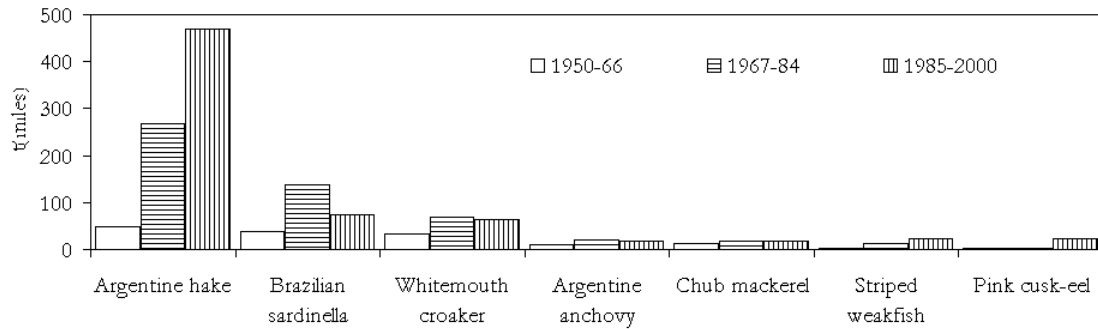


Figura 20. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área suroeste (41) en los periodos indicados.

Lo más notable es la tendencia de incremento de la captura de la Argentine hake que llega a un promedio cercano a las medio millón de t en el último periodo, las dos pesquerías que le siguen muestran un patrón distinto con capturas altas en la parte media del periodo.

### Atlántico sureste

En la región las mayores capturas las obtiene Sudáfrica pero muy de cerca le sigue Rusia, en menor proporción otros países comparten los recursos como Ucrania, Angola y España entre otros. En la tabla 18 se presenta los nombres comunes de las especies-objetivo que les dan nombre a las pesquerías de esta región, clasificadas de acuerdo con la tendencia de captura.

Tabla 18. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Atlántico sureste (área 47), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Southern meagre(=Mulloway)	2	<b>Snoek</b>	2	<b>Chub mackerel</b>	2
Little tunny(=Atl.black skipj)	4			Panga seabream	2
				<b>Southern African pilchard</b>	2
				<b>Cape horse mackerel</b>	2
				Largehead hairtail	2
				<b>Cunene horse mackerel</b>	4
				Yellowfin tuna	4
				<b>Cape hakes</b>	5
				West coast sole	5
				<b>Kingklip</b>	5

En el área se seleccionaron 13 series de captura, de estas 10 presentan un patrón de variación con captura en la parte media del periodo (T3), en dos casos las series mostraron tendencia decreciente y solo en el caso del Snoek parece presentarse una leve tendencia de aumento en las capturas. Como complemento se presentan las capturas promedio en los tres periodos indicados de las siete principales pesquerías de la región.

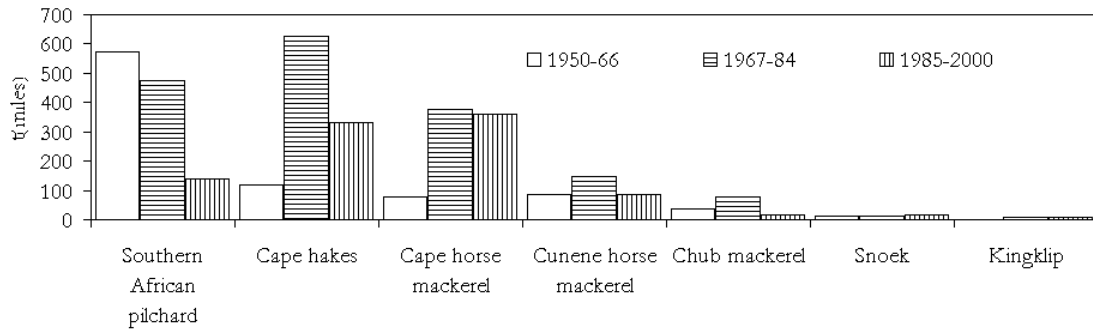


Figura 21. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del área sureste (47) en los periodos indicados.

De acuerdo con la figura 21, se destaca la producción de tres pesquerías la Southern African pilchard, la Cape hakes, y Cape horse mackerel, en el caso de la primera se nota una clara tendencia de disminución de las capturas que no corresponde exactamente con la categoría en la que se le clasifica.

### Mediterráneo

En el Mediterráneo tres países obtienen el 60% de las capturas Italia, Turquía y Rusia, otros se distribuyen el resto entre los que se encuentran España, Grecia, Ucrania y Argelia, entre otros. De manera similar al formato adoptado se presenta una lista detallada de las series de captura seleccionadas de esta área en la tabla 19.

Tabla 19. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Mediterráneo y Mar Negro (área 37), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T1(1950-1976)		T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af	Nombre común	Af
Atlantic bonito	2	Atlantic horse mackerel	2	Round sardinella	2
Atlantic mackerel	3	Bogue	2	Common pandora	2
Pontic shad	3	Common dentex	2	<b>European anchovy</b>	2
Swordfish	3	Common sole	2	<b>Mediterranean horse mackerel</b>	2
		Chub mackerel	2	<b>Azov sea sprat</b>	3
		<b>European pilchard(=Sardine)</b>	2	Blackspot(=red) seabream	3
		Flathead grey mullet	2	<b>European sprat</b>	3
		Gilthead seabream	2		
		Northern bluefin tuna	2		
		Red mullet	2		
		Red porgy	2		
		<b>European hake</b>	3		
		Blue whiting(=Poutassou)	3		
		Little tunny(=Atl.black skipj)	4		
		European conger	4		
		Angler(=Monk)	5		

De las 27 series de captura seleccionadas la mayor parte (16) muestra tendencia al aumento de las capturas (T2), cuatro series muestran capturas decrecientes y siete presentan capturas altas a la mitad del periodo. Como complemento de la tabla se representan las capturas de las pesquerías más importantes por sus capturas.

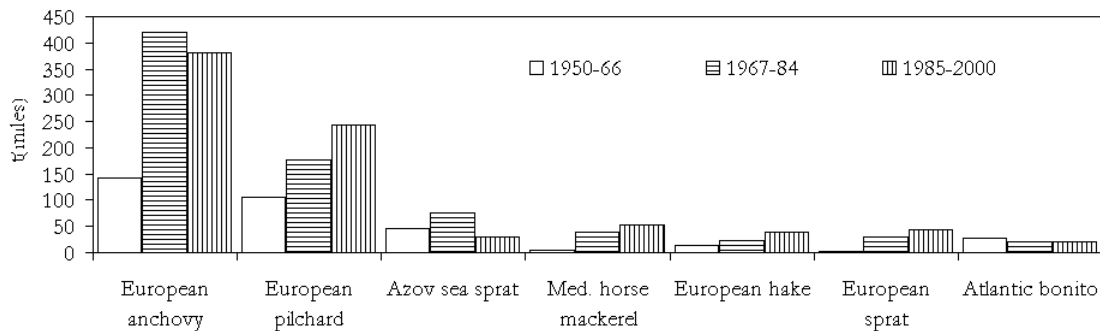


Figura 22. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del Mediterráneo y Mar Negro (37) en los periodos indicados.

Las primeras dos pesquerías que corresponden a especies pelágicas menores muestran tendencias de aumento en las capturas, aunque en el caso de la primera la European anchovy en el tercer periodo desciende la captura, por lo que se le clasifico como T3, en el caso de la European pilchard la tendencia es claramente creciente, de manera similar se observan el Mediterranean horse mackerel, la European hake, y el European sprat parecen mostrar tendencia de aumento en las capturas, la única que parece disminuir es el Atlantic bonito.

## Pesquerías del Océano Índico

En general se procedió de manera similar a los dos casos anteriores, pero debido a que la cantidad de información para esta cuenca es reducida solamente fue posible obtener 39 series, las que se distribuyen en dos áreas estadísticas de captura en el oeste con 13 casos y el este con 26.

Los datos para esta cuenca fueron analizados por el mismo procedimiento que en los casos anteriores, en la figura 23 se muestra el diagrama de árbol resultante.

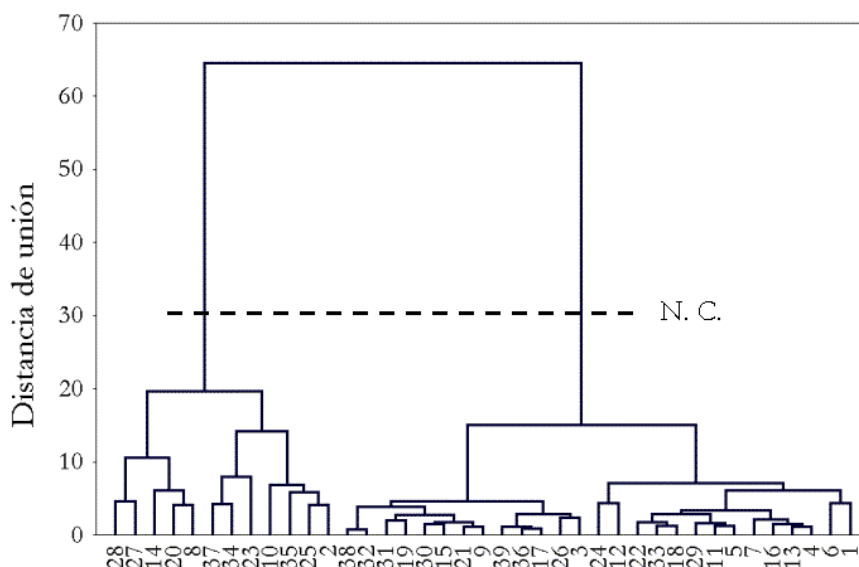


Figura 23. Diagrama de árbol para 39 series de tiempo de captura en el Índico, agrupadas por el método de Ward. En el eje vertical se indica la distancia de unión en unidades euclidianas, y en el eje horizontal los valores representan la clave de identificación de las series. La línea horizontal indica el nivel de corte a 30 u.e.

En la figura 23 se separan dos grupos en el mismo nivel de corte usado para los caso anteriores. De acuerdo con el procedimiento seguido los datos se analizaron con el método de K-medias y los resultados se muestran en la tabla 20 y en figura 24:

Tabla 20. Número y porcentaje de series de tiempo de captura usadas en el análisis de acuerdo a las áreas de captura en el Océano Índico.

		Grupos			
Área	Clave	I1	I2	Núm.	%
Este	57	22	7	26	66.7
Oeste	51	4	6	13	33.3
		26	13	39	
		%	66.7	33.3	

En la figura 24 se representan los patrones de variación de las capturas en el océano Índico, se ordenaron por grupo y por distancia euclidiana, solo se seleccionaron 39 series para dos áreas de captura.

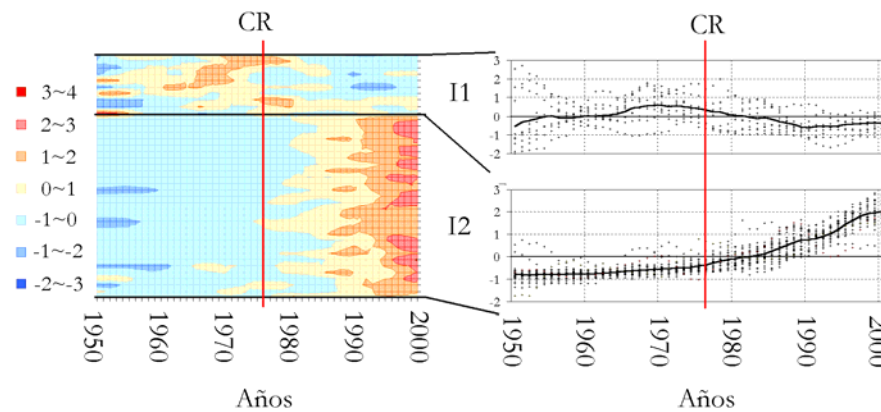


Figura 24. (Parte izquierda) Series de captura del Océano Índico normalizados y suavizados ordenadas de acuerdo a los grupos identificados y por su distancia euclidiana, los valores a la izquierda y el color en los rectángulos indican la desviación con respecto al promedio que en éste caso es igual a 0, los azules representan valores por debajo del promedio y los de amarillo a rojo los valores por encima del promedio. (Parte derecha) Se representan los diagramas de dispersión para cada subgrupo y la línea continua representa el promedio. Las líneas verticales en color rojo en los dos casos representa la fecha del cambio de régimen de 1976-77.

La figura 24 muestra que el grupo I2 es similar a los dos últimos del Pacífico y del Atlántico, en cuanto al grupo I1 también parecen mostrar cierta similitud con algunos de los patrones de variación en las dos cuencas mayores, pero el bajo número introduce mucha variabilidad y no permite apreciar la tendencia.

### Océano Índico Occidental

En relación con las estadísticas de producción pesquera seleccionadas el 48% corresponde a la India, otros países importantes son Pakistán, Omán e Irán con el 19%, participan otros 46 países

con el 32% restante. Las pesquerías más importantes y con registros históricos en los 51 años del período de estudio se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 21. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Indico Oeste (área 51), se indica la afinidad del hábitat según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af
Albacore	2	Hilsa shad	3
<b>Bombay-duck</b>	2	<b>Indian oil sardine</b>	3
<b>Indian mackerel</b>	3	Pike-congers nei	2
<b>Longtail tuna</b>	2	Ponyfishes(=Slipmouths) nei	2
<b>Narrow-barred Spanish mackerel</b>	5	Seerfishes nei	3
<b>Skipjack tuna</b>	3	Unicorn cod	2
<b>Yellowfin tuna</b>	2		

De acuerdo con los criterios de clasificación se encontraron solo dos patrones, el correspondiente un incremento de las capturas hacia el final del periodo (T2), y otro que muestra mayores capturas en el periodo intermedio (T3). En la figura 25 se representan las capturas de las 7 pesquerías de mayor captura en orden decreciente.

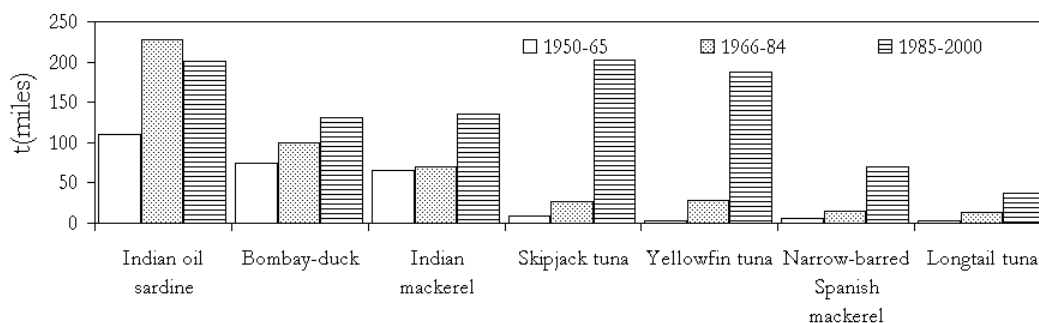


Figura 25. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales del Océano Indico Oeste (51) en los periodos indicados.

La pesquería que mayores capturas ha aportado es la de Indian oil sardine con el 30% de las captura total, la tendencia de sus capturas muestran un periodo intermedio de captura alta (T2) siendo la única que presenta esta tendencia, el resto de la pesquerías presenta una tendencia de captura ascendente, es notorio que en el caso de las pesquerías de atún Skipjack y Yellowfin la captura promedio en el último período es muy elevada.

### Océano Índico Oriental

De acuerdo con los datos seleccionados para esta área cinco países pescan el 80% de la producción, son India, Myanmar, Malasia, Tailandia e Indonesia, el resto es capturado por unos 20 países de la región y de otros continentes. En la tabla 22 se indican los nombres de las pesquerías según su tendencia de largo plazo.



Tabla 22. Listas de especies por su nombre común en inglés agrupadas de acuerdo con el periodo de mayores capturas referidas a los años de cambio de régimen (1976-77) para el Indico Este (área 57), se indica la afinidad del hábitat (Af) según FishBase (1 Polar; 2 Subtropical; 3 Templado; 4 Tropical; 5 Profundidad). En negrita se indican las siete pesquerías de mayor volumen de captura.

T2(1977-2000)		T3(1965-1985)	
Nombre común	Af	Nombre común	Af
Bali sardinella	2	Australian salmon	2
Barramundi(=Giant seaperch)	2	Seerfishes nei	3
Black pomfret	2	Snoek	3
Bombay-duck	2	<b>Southern bluefin tuna</b>	3
Flatheads nei	3		
Goldstripe sardinella	3		
Indian halibut	3		
<b>Indian mackerel</b>	3		
<b>Indian scad</b>	3		
Indo-Pacific king mackerel	3		
<b>Kawakawa</b>	3		
Largehead hairtail	3		
Mangrove red snapper	2		
Narrow-barred Spanish mackerel	5		
Pike-congers nei	2		
<b>Ponyfishes(=Slipmouths) nei</b>	2		
Silver pomfret	3		
Silver seabream	3		
Sillago-whitings	3		
<b>Skipjack tuna</b>	3		
<b>Torpedo scad</b>	2		
Yellowstripe scad	2		

De 26 series seleccionadas 22 presentan un patrón de aumento en la captura (T2) y 4 muestran capturas mayores en el periodo intermedio, en la figura 26 se muestra la tendencia de las capturas de las siete especies más importantes.

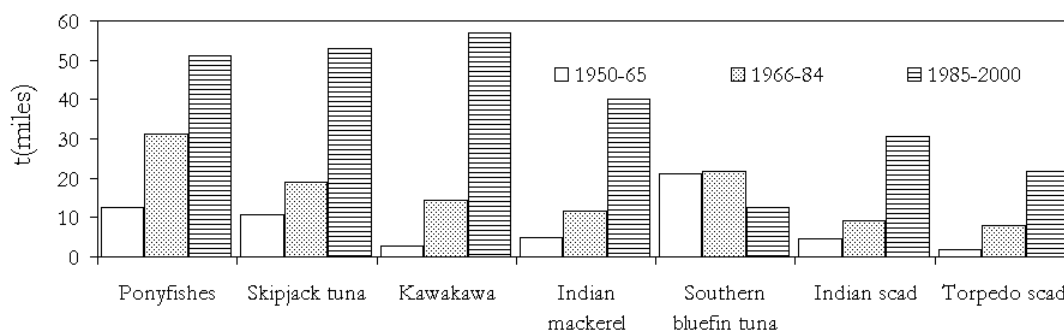


Figura 26. Capturas promedio en miles de t de las siete pesquerías principales de el Océano Indico Este (57) en los periodos indicados.

Como se mencionó la mayoría presenta tendencia creciente en la captura, únicamente en el caso de Southern bluefin tuna se presenta una tendencia decreciente. En primer término se encuentran los Ponyfishes que son especies de tamaño pequeño (10 cm.) de la familia Liognatidae, con promedios de captura similares el Skipjack tuna y el Kawakawa que son especies de tamaño medio (100 cm.) y que muestran un patrón similar al primero, el resto de las especies muestran

promedios de captura similares, y son especies pelágicas de tamaño mediano, con excepción del atún bluefin.

### Clasificación de las especies de acuerdo a sus atributos poblacionales

La información recopilada sobre los diferentes atributos poblacionales de todas las poblaciones referidas anteriormente, se presenta en la tabla A1 que incluye un total de 223 casos. El análisis de esta información permite agrupar un total de 159 casos eliminando los que nos están completos.

En un primer paso en el análisis de los propios atributos poblacionales se aplicó el análisis de factores los resultados se muestran en la Figura 27.

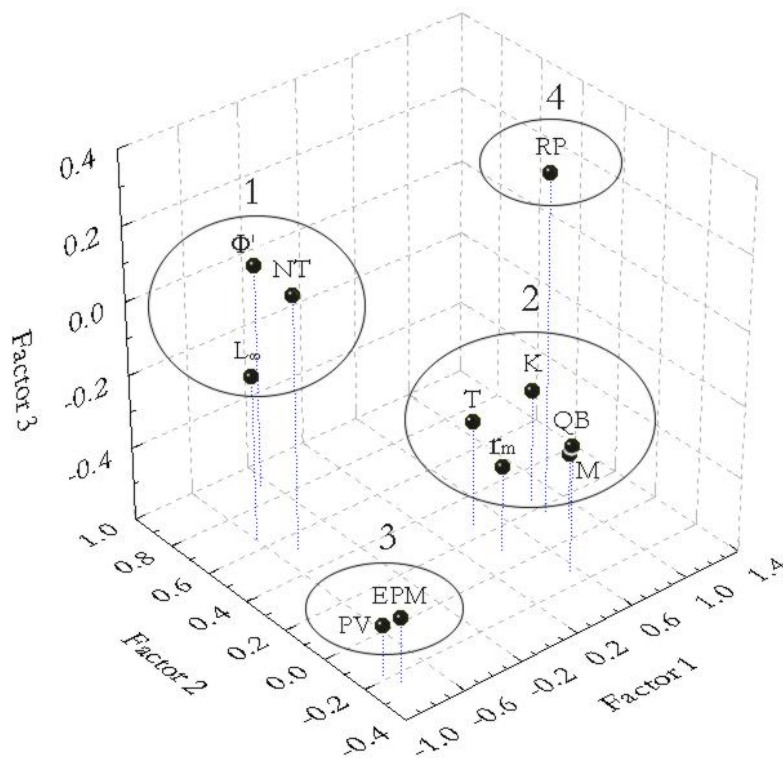


Figura 27. Agrupación de los atributos poblacionales resultado del análisis de factores

De acuerdo con estos resultados se identifican grupos de parámetros que aparentemente se relacionan en función de los valores observados para cada especie. Según los eigenvalores el 76% de la variabilidad se puede explicar por 3 factores principales. El primer factor se relaciona de manera inversa con el segundo factor como se puede observar en la figura 28 donde se representan los valores de las variables extraídas (del concepto en inglés; factor score StatSoft, 1990).

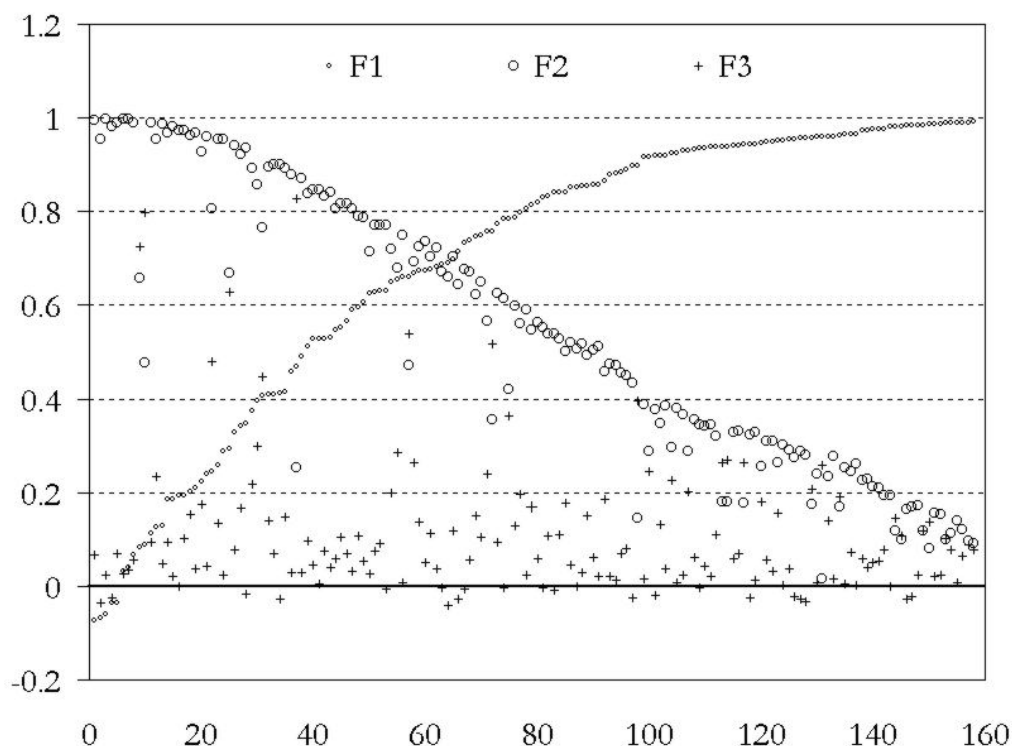


Figura 28. Representación de los valores de los coeficientes

En la segunda fase se analizaron los valores de los atributos poblaciones asignados a cada una de las 159 especies. De acuerdo con los resultados obtenidos es posible separar siete grupos de especies en función de sus atributos poblacionales y ecológicos, los que se describen a continuación. En general y como se puede apreciar en la figura 29 la longitud asintótica ( $L_{\infty}$ ), es el único atributo que puede diferenciar claramente a los grupos.

El grupo 1 (Tabla A2) está integrado por 25 especies (15.6%); el valor promedio de  $L_{\infty}$  es 81.55 cm, y una desviación estándar de 5.04). El grupo 2 (Tabla A3) con 33 especies (20.6%), y una  $L_{\infty}$  de 119.13 cm y una desviación estándar de 19.66 cm. En general estos dos grupos son muy similares. El grupo 3 (Tabla A4) esta compuesto por 29 especies (18.13%), el promedio de  $L_{\infty}$  es de 58.24 cm con 11.66 de desviación estándar. El grupo 4 (Tabla A5) es el mas grande e incluye 57 especies (35.63%) y el promedio de longitud asintótica es el mas bajo de todos con 33.66 cm y una desviación estándar de 9.45, en este caso es conveniente observar que el grupo incluye una proporción alta de especies pelágico oceánicas (Figura 30).

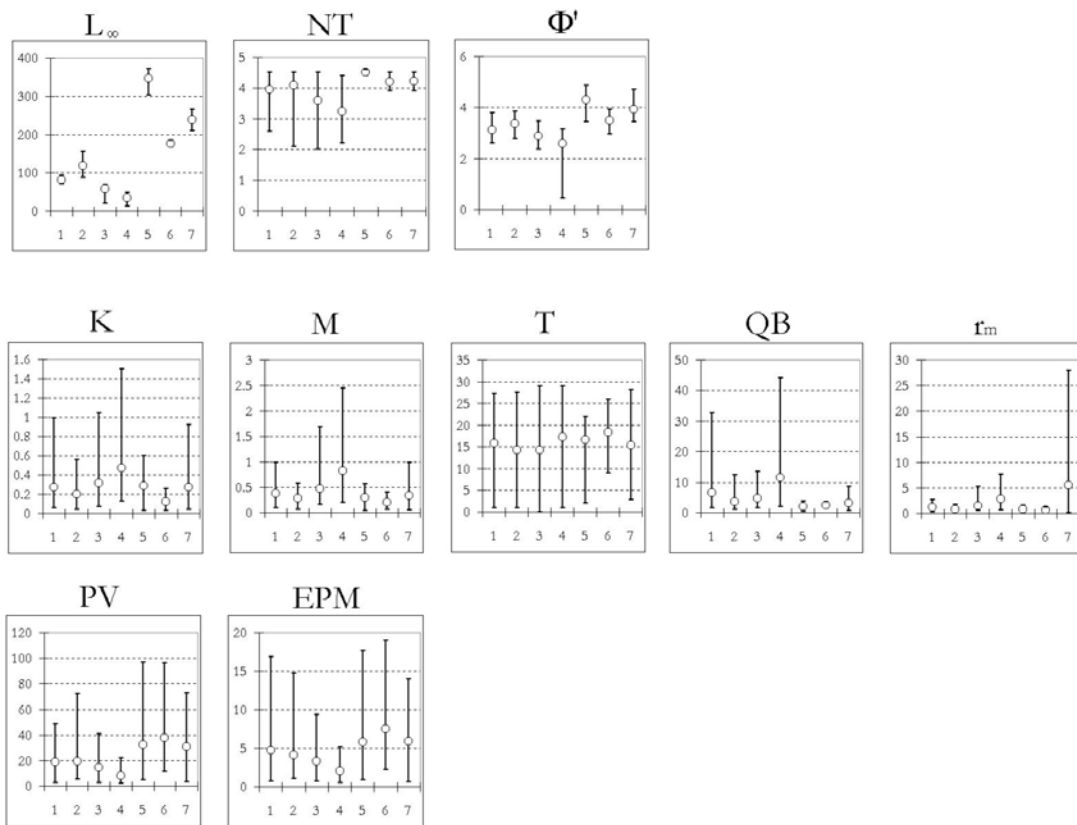


Figura 29. Características de los 7 grupos de especies identificados por sus atributos poblacionales, los números en las ordenadas corresponden al de los grupos, los valores relativos se indican en las abscisas, las líneas verticales es la amplitud del intervalo por sus valores mínimo y máximo y el círculo es el promedio.

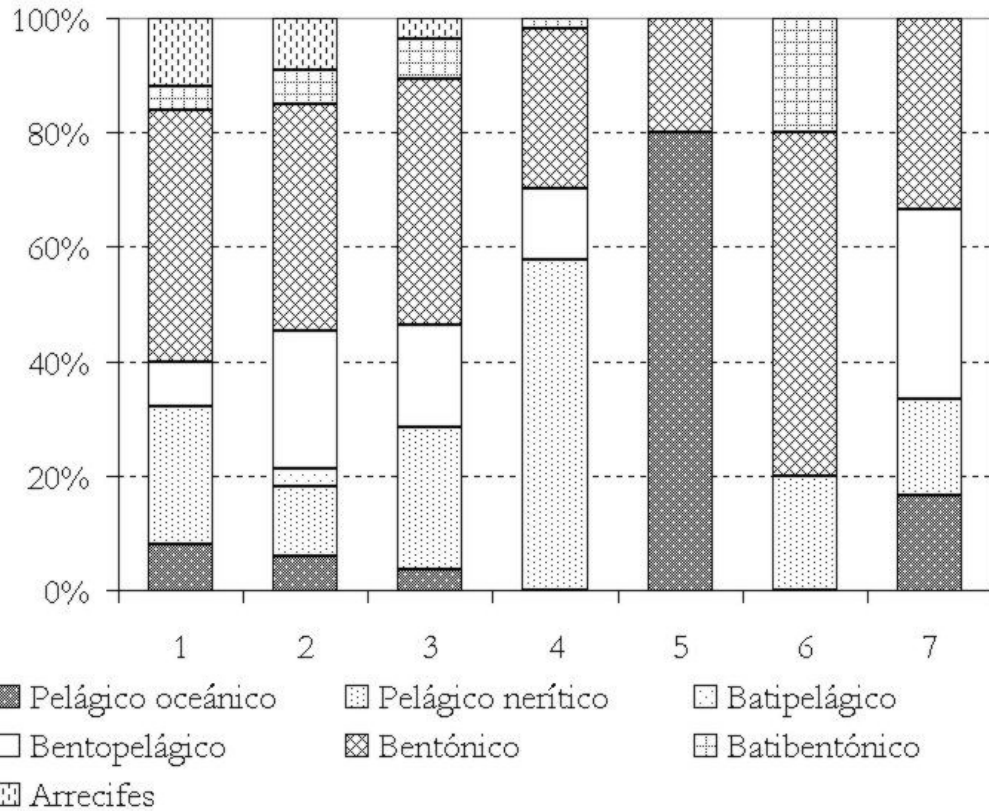


Figura 30. Composición porcentual de los grupos de acuerdo a su hábitat, los números en el eje de las abscisas representan a los grupos.

El grupo 5 (Tabla A6) solo incluye 5 especies con el mayor promedio de  $L_{\infty}$  que es de 175.78 cm con una desviación estándar de 28.16, es conveniente resaltar que las especies incluidas son en su mayoría pelágico oceánicas (figura 30). El grupo 6 (Tabla A7) incluye especies con una  $L_{\infty}$  promedio de 175.7 cm y una desviación estándar de 7.7. Por último, el grupo 7 (Tabla A8) está integrado por 6 especies con una  $L_{\infty}$  promedio de 238.3 cm y una desviación estándar de 21.6.

### Análisis series de tiempo de índices climáticos de la atmósfera y el océano

Se analizaron 25 series de tiempo de índices estandarizados de variación climática del océano y la atmósfera, se incluyeron 3 series relacionadas como fuentes probables de la variación decadal del clima como los ciclos de manchas solares (MS), la duración del día (LOD) y el movimiento polar (MP). El análisis se hizo de dos formas debido a que las series de los índices N1, N4, MEI, y AAOI solo cubren el periodo 1958-2000, de modo que se excluyen en un caso, ya que las series restantes abarcan desde 1900.

En el siguiente cuadro se resumen las características de las series consideradas, en la tabla 3 se describe cada índice:

Índices	Siglas
Pacífico Norte	PDOI, ALPI, AFI, NPI, <i>PCI</i>
Pacífico Central	N1, N3, N4, MEI, CTI, SOI
Atlántico Norte	<i>ACI</i> , NAOI, NAOI(i)
Atlántico Central	TNAI, TCAI, AMOI
Índico	DMI
Circulación Polar	AOI, AOI(i), AAOI
Globales	dT, MP, MS, LOD

Se aplicó el análisis de factores principales que se extrajeron por el método de máxima verosimilitud y con una rotación varimax normalizada, de manera similar al análisis de correlación cruzada, se analizaron 19 series que cubren todo el periodo (1900-2000), y 25 series que cubren entre 1958 y 2000. En la tabla 23 se resumen los eigenvalores extraídos.

Tabla 23. Eigenvalores de los factores principales extraídos por máxima verosimilitud, la varianza explicada por cada factor, y los valores acumulados del eigenvalor y porcentaje.

	1958-2000				1900-2000				
	Eigenval.	Varian. Total %	Eigenval. Acumul.	Acumul. %	Eigenval.	Varian. Total %	Eigenval. Acumul.	Acumul. %	
1	6.2	24.9	6.2	24.9	1	3.0	15.9	3.0	15.9
2	3.9	15.5	10.1	40.4	2	2.7	14.4	5.8	30.3
3	2.1	8.5	12.2	49.0	3	2.5	13.0	8.2	43.4
4	3.3	13.2	15.5	62.1	4	2.7	14.2	10.9	57.6
5	1.4	5.5	16.9	67.7					

El análisis factores principales (AFP) de las series de tiempo de los índices climatológicos, permite identificar cuatro componentes que explican entre el 62.1 % (1958-2000) y el 57.6 % (1900-2000) de la varianza total. Con el objeto de relacionar y agrupar a los índices de las condiciones de la atmósfera y el océano se representan los índices de correlación entre los índices y los factores extraídos (factor loadings) por el método de máxima verosimilitud. En el caso del análisis de las series cortas (1958-2000) estos se representan en la figura 31.

Debido a que los resultados del análisis de FP difieren en el caso de las series cortas (1958-2000) y largas (1900-2000), se presentan independientemente para evitar confusión, por tanto se tratan primero los resultados de las series cortas que incluyen un periodo menor pero admite un total de 25 variables.

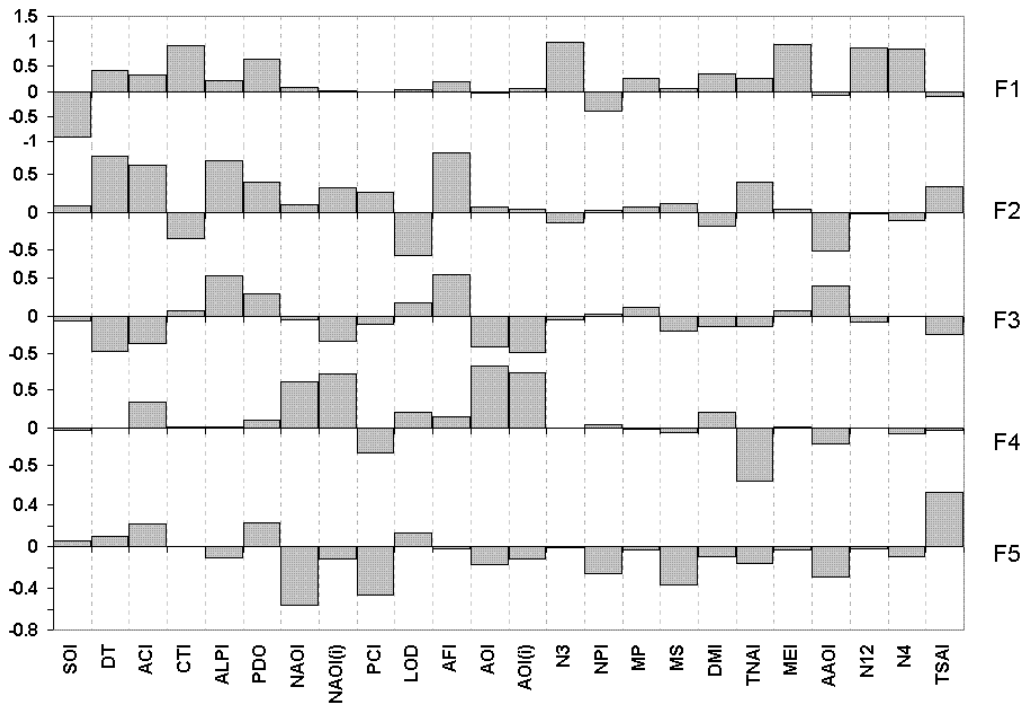


Figura 31. Correlación entre los índices ambientales en el periodo 1958-2000 (series cortas) y cada uno de los factores extraídos por el método de máxima verosimilitud (debe considerarse que el tamaño de las barras es relativo a la escala de la izquierda y no se puede comparar entre cada factor).

Como se observa en la figura 31, el primer factor se puede relacionar principalmente con los índices del sistema climático del Pacífico tropical (SOI, CTI, N3, MEI, N12, y N4). El segundo factor se relaciona con las anomalías globales de temperatura (dT), con el sistema climático del Pacífico norte (ALPI y AFI), con la longitud del día (LOD) y con el sistema climático de la Antártica (AAOI). El tercer factor muestra influencia de las mismas variables del segundo factor (ALPI y AFI) y de las anomalías globales y la circulación del Ártico. El cuarto factor se relaciona con mayor definición con el sistema climático del Atlántico norte (NAOI y TNAI) y la circulación del Ártico (AOI) y en particular con las condiciones de invierno. El quinto factor muestra la influencia del NAOI, PCI y TSAI.

Los resultados en el caso de las series largas (1900-2000) muestra que la varianza explicada por los cuatro factores extraídos es parecida, y después de varios intentos el programa usado estimo solo cuatro factores. De manera similar al caso anterior se representan los índices de correlación entre los índices y los factores extraídos y que se representan en la figura 32.

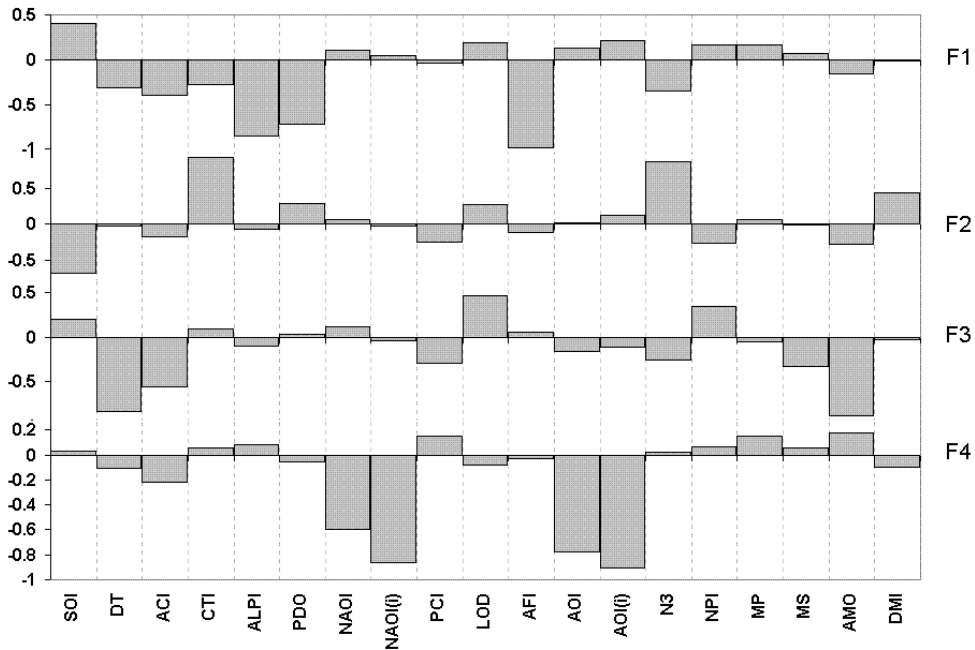


Figura 32. Correlación entre los índices ambientales en el periodo 1900-2000 (series largas) y cada factor extraído por el método de máxima verosimilitud (debe considerarse que el tamaño de las barras es relativo a la escala de la izquierda y no se puede comparar entre cada factor).

Los resultados del análisis con las series largas solo identifican cuatro factores principales, el primer factor se relaciona con la variabilidad del sistema climático del Pacífico norte en particular con los índices ALPI, AFI y PDOI, y que explica 16 % de la varianza total. El segundo factor identifica claramente a los índices del Pacífico tropical este factor explica el 14.4% de la varianza. El tercer factor relaciona a la anomalía global de temperatura y la variación de Atlántico, y el cuarto factor se relaciona nuevamente con los índices del Atlántico norte, explicando cada uno el 13 y 14.2 % de la varianza total.

Para contrastar los patrones de variación de baja frecuencia, en la siguiente secuencia de figuras se representan las series de tiempo de los índices y la serie suavizada con un filtro usado en el análisis espectral utilizando el procedimiento de ventana de Hamming de 30 años.



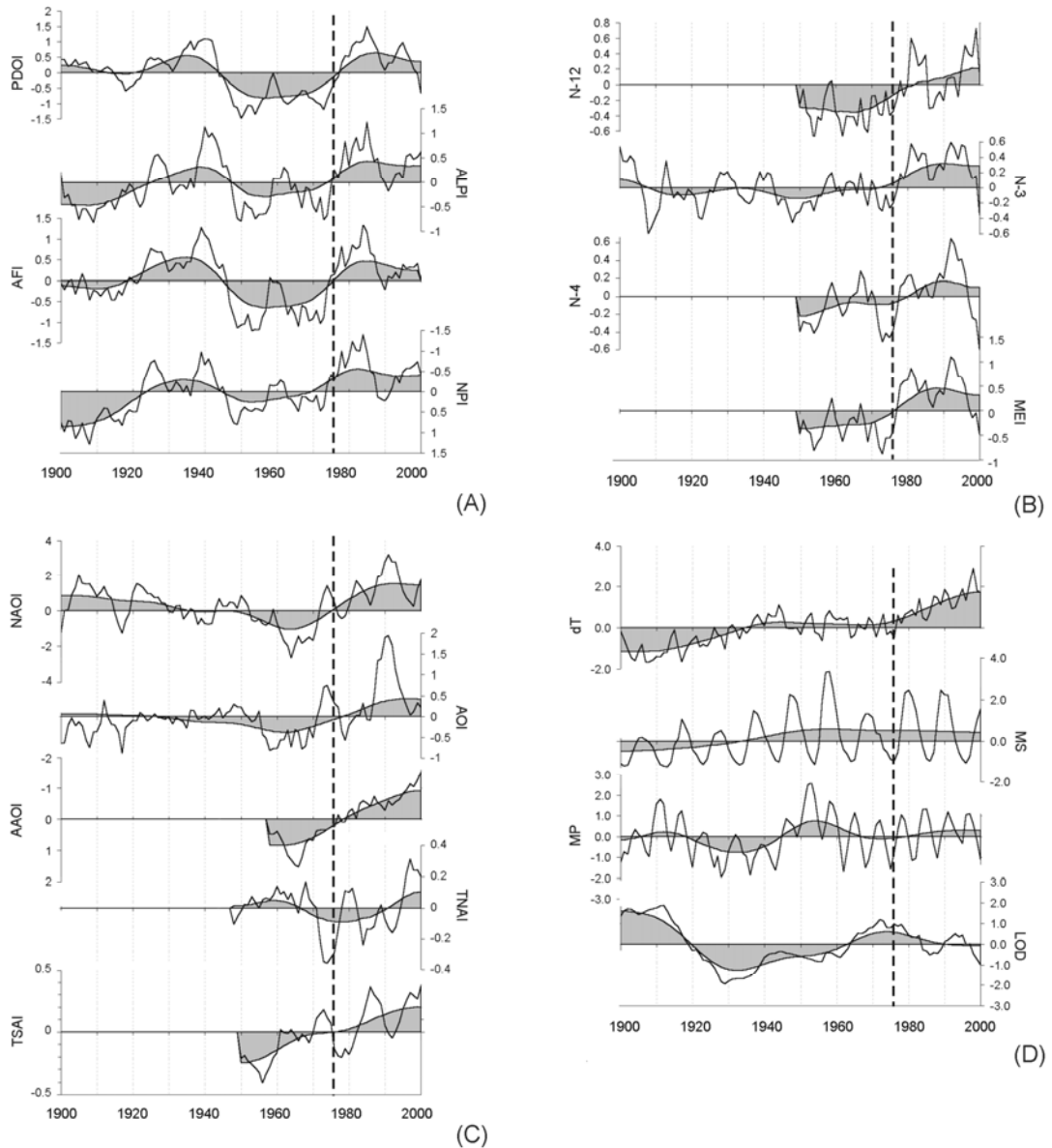


Figura 33. **A)** Índices del sistema climático del Pacífico norte (PDOI, ALPI, AFI y NPI). **B)** Índices del sistema climático del Pacífico central (N1-2, N3, N4, MEI, SOI y CTI). **C)** Índices del sistema climático del Atlántico (NAOI), Ártico (AOI) y Antártico (AAOI), Atlántico tropical (TNAI, TSAI). **D)** Índices relacionados con la variabilidad climática global. Los valores normalizados se representan en línea delgada, y las suavizadas con línea gruesa y sombreado, la línea vertical interrumpida representa el cambio de régimen de 1976-77.

En el Pacífico norte (Fig. 33A) la variación de baja frecuencia se destacan cuatro periodos a los largo del periodo, los que se han descrito previamente como los regimenes climáticos, tanto en las anomalías de TSM (PDOI), como en las anomalías de presión atmosférica al nivel del mar (ALPI y NPI), en el caso del índice de forzamiento de la circulación (AFI) es extraído de los anteriores por componentes principales, por lo que se comporta de manera similar.

Con respecto a la variabilidad de baja frecuencia los índices del Pacífico tropical (Fig. 33B) muestran una tendencia similar al los índices del norte, con excepción de los índices CTI y N4

que representan la variación de la región este pero que no se representan en la figura. Por otra parte, se nota también que la variación de alta frecuencia es coherente.

Los índices del Atlántico en los últimos 50 años muestran una variabilidad de baja frecuencia similar a la que exhibe el Pacífico norte, con excepción del índice tropical al norte del ecuador (TNAI). Por último, se representan comparativamente la variabilidad de índices que están supuestamente relacionados con los cambios climáticos como la actividad solar (MS), dos índices relacionados con el movimiento planetario (MP, LOD) y la anomalía global de temperatura (dT).

Por último y con el propósito de explorar las posibles relaciones entre los espectros de variación de las series de tiempo de los diferentes indicadores de cambio climático, se hizo un análisis espectral los resultados se muestran en la figura 34.

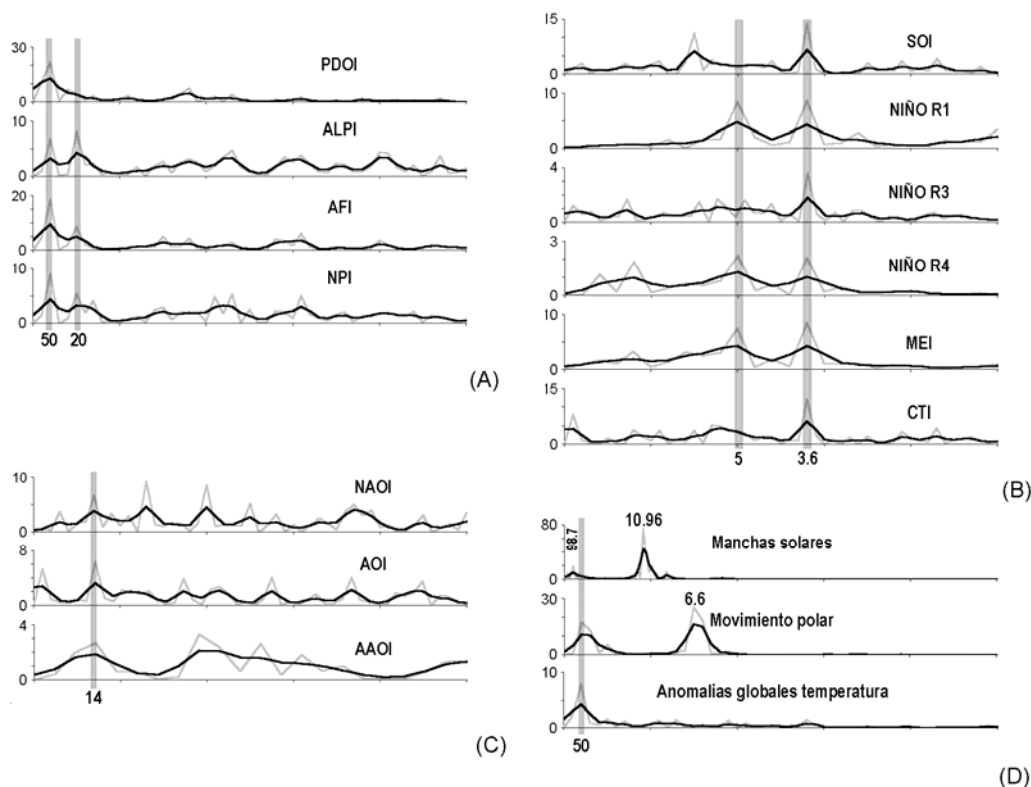


Figura 34. Cada serie se representa independientemente con respecto a la frecuencia en el eje de las abscisas, la densidad espectral se indica en línea delgada y el periodograma en línea gruesa, las frecuencias que se encuentran en varias series se unen con las líneas verticales, y en estas se indica el periodo al que corresponden.

Se observa que los casos de los índices del sistema del Pacífico norte (PDOI, ALPI, AFI y NPI; figura 34A), se presenta un pico principal en el periodo de 50 años, en el caso de los índices del Pacífico central (SOI, N1, N3, N4, MEI y CTI; figura 34B), los picos principales se encuentran en las frecuencias altas correspondientes a los periodos de 5 y 3.6 años, mientras el índice del Atlántico (NAOI) y los polares (AOI y AAOI) muestran un pico común en el periodo de 14 años (Fig. 34C).

En el caso de las series de movimiento polar y anomalías globales de temperatura, se observa un pico común en el periodo de los 50 años, y en el caso de las manchas solares se observa el pico típico de 10.96 años y uno de mas largo plazo en los 98.7 (Fig. 34D).

## DISCUSIÓN

### Los Patrones de variación de las capturas

Las estadísticas de captura de peces marinos de la base de datos de FAO han sido analizadas principalmente con el objeto de determinar el estado de explotación de las pesquerías como se hace de manera sistemática por el Departamento de Pesca de FAO con el objeto de orientar las políticas pesqueras nacionales; por ejemplo, Grainger & García (1996) clasificaron 200 pesquerías para establecer su estado de explotación de acuerdo con el modelo generalizado de desarrollo de las pesquerías (Caddy, 1983, Kesteven, 1973, Rapport et al., 1985).

Esta base de datos pesqueros también se han analizado con el objeto de caracterizar la variabilidad de alta frecuencia y se ha intentado relacionarla con las características biológicas de las poblaciones (Spencer & Collie, 1997). En este enfoque se puede incluir el análisis de Kawasaki (1983), que encuentra que las estadísticas de varias pesquerías parecen variar de manera sincrónica, lo que posteriormente se convierte en un tema de controversia importante en materia de administración pesquera, y que trata sobre las causas principales de la variación de largo plazo de la abundancia de los recursos pesqueros, que son la explotación y el clima.

En la década de los 1970as el colapso de pesquerías importantes hace reconsiderar sobre la hipótesis de que los recursos pesqueros eran inagotables, sobre todo la caída repentina al inicio de la década de la pesquería de anchoveta que en ese entonces llegaba a cerca del 20% de la captura mundial de peces marinos, con la consecuente repercusión sobre las optimistas opiniones sobre el futuro de las pesquerías mundiales.

En los últimos veinte años se ha fortalecido la idea de que el clima juega un papel importante en la abundancia de los recursos marinos, porque en relación a los recursos terrestres esto no tiene duda alguna, pero en el caso de los recursos vivos del océano, se conoce poco la manera en el como influye el clima sobre la productividad biológica, debido principalmente a la dificultad para obtener información suficiente para comprender los procesos clave.

En el presente trabajo se aborda la variación de las capturas en escala de décadas, o como se mejor se conoce de largo plazo, durante el desarrollo de este trabajo se publico un trabajo similar donde se aborda el problema de la sincronía remota propuesta por Kawasaki (op. cit.), en este trabajo publicado por Fréon et al. (2003), donde se analizan 965 series de tiempo de captura y se concluye que no hay evidencia suficiente para demostrar la sincronía remota, pero si se encuentra evidencia de lo que llama sincronía regional, al parecer refiriéndose a las pesquerías de la cuenca del Pacífico norte, donde la evidencia es mayor.

En este trabajo en general se encuentra que en el periodo 1950 al 2000 las pesquerías del Pacífico y el Atlántico (con cerca del 90% de los casos) presentan tres patrones de variación de las capturas, en el caso del Índico se encuentran solo dos patrones y uno es dominante. De acuerdo con los patrones de variación de las capturas que se describieron en resultados (figura 6).

Agrupando los datos de captura en un menor nivel de selección (distancia euclidiana) se pueden diferenciar cinco patrones secundarios en las dos cuencas principales, esto permite comparar los patrones entre cuencas, como se representa en la figura 35.

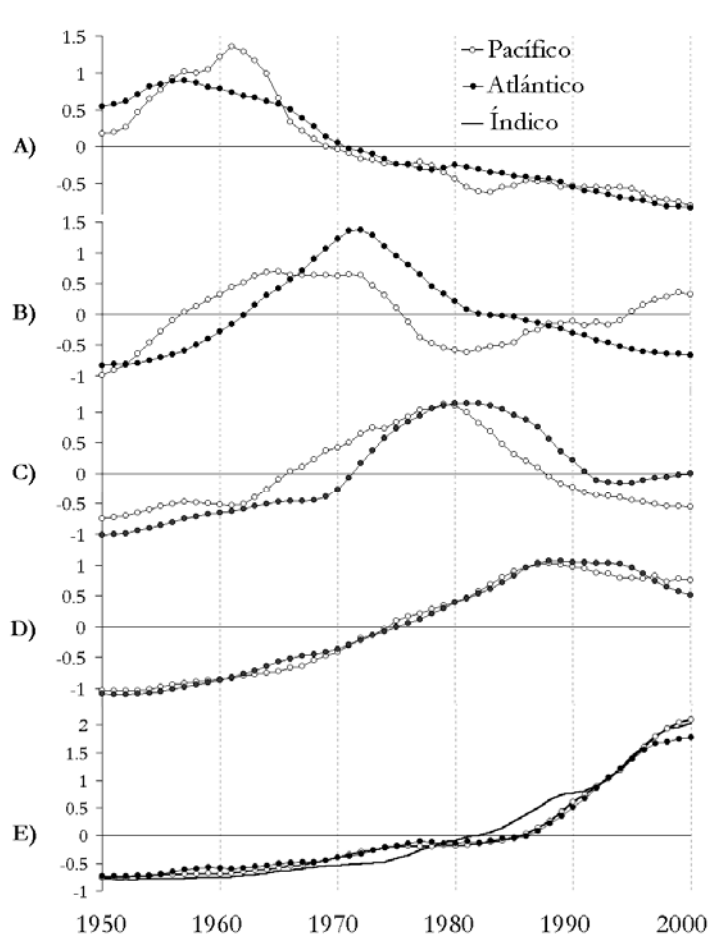


Figura 35. Promedios de las series de tiempo de captura normalizados para los patrones secundarios organizados por tendencia similar para el Pacífico, el Atlántico y el Índico; solo en el caso del último grupo se incluyen las series promedio de las pesquerías del Índico.

En la figura 35A se representan los subgrupos de tendencia similar de los promedios de las series de tiempo de captura de Pacífico y el Atlántico, las que muestran capturas altas en la primera mitad del periodo, algunas diferencias se observaron en la década de 1960, cuando las capturas son un poco más altas en el Pacífico. En las figuras 35B y 35C la diferencia parece ser un retraso en el Atlántico. Por otra parte en los dos últimos casos (35D y 35E) las diferencias parecen mínimas incluso en el único caso del Índico.

Los patrones principales de variabilidad decadal tanto de capturas, como climáticos han sido documentados de manera amplia para la región del Pacífico norte; otra región con abundante información sobre pesquerías y clima es el Atlántico norte donde algunas pesquerías tienen series de tiempo de captura muy largas, en contraste en algunas áreas apenas se cuenta con información sobre estadísticas pesqueras y sobre el clima, como en el caso del Índico y en general en el hemisferio sur, con la única salvedad del caso de la pesquería de la anchoveta del Perú que aporta abundante información sobre el ecosistema de surgencia.

Considerando únicamente los tres patrones de variación general (T1, T2 y T3), se puede observar que en una misma área se presentan los tres tipos, y se da el caso de que una misma especie objetivo se comporte distinto en dos áreas diferentes. Con el objeto de explicar las posibles causas del comportamiento de los patrones T1 y T2, se hizo una revisión bibliográfica sobre este punto y se presenta a continuación.

## Las pesquerías y el clima

Los resultados muestran que todos los patrones de variación aparecen en todas las áreas de captura en diferente proporción con excepción del Índico, como lo muestra las siguientes tablas para el Pacífico y el Atlántico, se omite el del Índico ya que en este caso predomina un solo patrón.

Tabla 24. Proporción de patrones de variación de las series de captura por área estadística de pesca en el Pacífico.

Área FAO	Patrones de variación					Suma	%
	P1	P2	P3	P4	P5		
61 Noroeste	9	9	11	<b>12</b>	11	52	39.7
67 Noreste	1	4	2	5	2	14	10.7
71 Centro oeste	<i>1</i>	<i>1</i>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	27	20.6
77 Centro este	4	0	4	5	<i>1</i>	14	10.7
81 Suroeste	1	0	3	4	2	10	7.6
87 Sureste	2	3	0	4	5	14	10.7
Suma	18	17	20	43	33	131	
%	13.7	13.0	15.3	32.8	25.2		

Tabla 25. Proporción de patrones de variación de las series de captura por área estadística de pesca en el Atlántico.

Área FAO	Patrones de variación					Suma	%
	A1	A2	A3	A4	A5		
21 Noroeste	<b>12</b>	6	3	6	5	32	16.8
27 Noreste	13	9	11	11	9	53	27.7
31 Centro oeste	6	<b>2</b>	4	6	<b>10</b>	28	14.7
34 Centro este	1	3	2	<b>9</b>	2	17	8.9
37 Mediterráneo	4	3	4	9	7	27	14.1
41 Suroeste	<b>0</b>	<b>8</b>	3	5	5	21	11.0
47 Sureste	2	<b>7</b>	3	1	0	13	6.8
Suma	38	38	30	47	38	191	
%	19.9	19.9	15.7	24.6	19.9		

En general se observa que todos los patrones de captura se encuentran prácticamente en todas las áreas estadísticas de pesca, su variación parece ser azarosa excepto en los casos que se indican con negrita la proporción es muy alta de acuerdo a una ponderación, y la proporción es muy baja en los casos indicados con negrita y cursiva. Se concluye que no existe un patrón predominante en las áreas excepto en el Índico en donde el patrón predominante indica que las capturas se han incrementado en la última década.

Los patrones principales de variabilidad decadal, tanto de capturas como climáticos, han sido documentados de manera amplia para la región del Pacífico norte, otra región con abundante información sobre pesquerías y clima es el Atlántico norte, donde algunas pesquerías tienen series de tiempo de captura muy largas, en contraste en algunas áreas apenas se cuenta con información

sobre estadísticas pesqueras y sobre el clima, como en el caso del Índico y en general en el hemisferio sur, con la única salvedad del caso de la pesquería de la anchoveta del Perú que aporta abundante información sobre el ecosistema de surgencia.

Para un análisis detallado, se aborda los resultados de cada área estadística de pesca con una recopilación de los trabajos publicados sobre las pesquerías del área en cuestión y lo que se considere relevante para la explicación de los patrones observados. Esto es, se considera la información sobre los efectos del cambio de régimen y sus efectos en la disponibilidad de los recursos pesqueros, por ejemplo; en el caso del Pacífico norte, es necesario considerar las diferencias entre la regiones costeras del área occidental; influenciada por la corriente del Kuroshio, de la región costera oriental; bajo la influencia del sistema de la corriente de California. Una diferencia esencial es la dirección del flujo, mientras que en el oeste es hacia el polo, en el este es hacia el ecuador. Otro aspecto es la velocidad y la forma, en el caso de la corriente del Kuroshio esta es una corriente típica de los márgenes occidentales bien definida y rápida, que transporta agua cálida hacia el polo, en cambio la corriente de California es relativamente lenta y no bien definida, y transporta agua fría hacia el ecuador. En la discusión se considera este tipo de cuestiones de acuerdo con la información disponible para las especies y las diferentes regiones.

## **PACÍFICO**

### **Pacífico noroeste**

De acuerdo con Zhang et al. (2000) en las aguas costeras de Corea se observaron cambios en el ambiente oceánico después de 1976, el flujo de la corriente del Kuroshio aumentó y el clima fue más cálido, aumento la profundidad de la capa mezcla. Simultáneamente se presentaron cambios biológicos en el ecosistema, la producción primaria en primavera disminuyó y la de otoño aumentó. La pesca de saury disminuyó y la producción de sardina japonesa y macarela aumentaron. Estos cambios se invierten después de 1988 por lo que varios autores hablan de otro cambio de régimen a partir de ese año. Lo mencionado por Zhang en el caso del Pacific saury (T1) y la Japanese pilchard (T2) es coherente con los resultados encontrados.

En el dominio de la corriente del Pacífico norte, está se intensifica durante la fase cálida del PDO (1947-1976), aunque las condiciones en el margen oriental del Pacífico norte son cálidas, en la región central predominan las condiciones frías (Mantua et al., 1997), tales condiciones resultan por intensificación de la circulación superficial del mar relacionada con el incremento de la circulación atmosférica, así como una mayor profundidad de mezcla, y esta a su vez tiene un efecto directo en la productividad biológica de los grandes ecosistemas de esta región (Polovina, 1996). Un total de 22 series de captura presentan capturas altas durante la fase cálida del PDO, entre las que destacan los casos del pollock de Alaska, el Bacalao del Pacífico y la sardina japonesa, de acuerdo con lo mencionado, la mayor disponibilidad de pollock y bacalao se podría explicar por el incremento de la capacidad del ecosistema para soportar una biomasa relativamente mas grande durante 1977 a 2000. De acuerdo con registros de captura de sardina japonesa entre 1600 y 1999 se observaron ocho periodos de abundancia alta, que se relacionaron con los cambios climáticos en el Pacífico norte (Yasuda et al., 1999).

### **Pacífico Noreste**

De acuerdo con (Mantua et al., 1997) las capturas de los salmones sockeye y pink aumentan durante la fase cálida del PDO y disminuyen en la fase fría, y los salmones chinook y coho se comportan de manera inversa, lo que coincide en parte con lo encontrado en este trabajo, con la diferencia de que los salmones chinook y coho son abundantes en el periodo intermedio referido como T3.

Estudios de las comunidades del sudeste del mar de Bering (Hunt et al., 2002, Hunt & Stabeno, 2002) aportan información sobre el acoplamiento de los procesos físicos y biológicos, señalan la importancia de la variabilidad de la cobertura de hielo en el inicio del ciclo de producción, y la importancia de la temperatura del agua en la tasa de crecimiento de la fracción zooplanctónica, así como el impacto en el desarrollo de las poblaciones de peces forrajeros como la sardina, el capelín, y los depredadores tope como la fracción adulta de la población de pollock, aunque se refieren a la variabilidad interanual de alta frecuencia, pueden aportar información sobre los mecanismos de mayor escala. Los procesos observados en el mar de Bering se relacionan con los patrones de variabilidad en escala decadal de los modos del índice del Pacífico norte (NPI) y el índice de la baja presión de las Aleutianas (ALPI), particularmente durante el invierno (Overland et al., 2002).

### **Pacífico centro oeste**

Las pesquerías de esta región se caracterizan por ser muy diversas, frecuentemente las capturas se reportan en categorías taxonómicas más que en especies en particular (Craig et al., 1997). Una proporción alta de las capturas corresponde a ecosistemas de arrecife, pero las pesquerías más importantes económicamente son las de atún.

Los resultados muestran que más del 90% de los casos presentan mayores capturas durante la fase cálida del PDO, solo dos casos de especies de pelágicos mayores (blue marlin y swordfish) tienen mayor disponibilidad en la fase fría. Según Cox (2002) la mayor disponibilidad de atunes se relaciona con la disminución de otras especies de depredadores de juveniles de atún como los picudos, no obstante Lehodey et al. (2003) sugiere que el reclutamiento de las principales especies de atún en el Pacífico ecuatorial occidental se relaciona con los eventos ENSO, el skipjack y el yellowfin tienen reclutamientos más altos durante los años cuando ocurre los eventos ENSO, mientras las especies subtropicales como la albacora tiene reclutamientos bajos durante El Niño y reclutamientos altos durante La Niña. Según el mismo autor; la señal interanual del ENSO (SOI) y la Oscilación Decadal del Pacífico (PDO) se relacionan de acuerdo con la mayor o menor frecuencia de los eventos El Niño o La Niña.

Lehodey (op. Cit.) y colaboradores desarrollaron un modelo de simulación que reproduce la dinámica de los procesos físicos y biológicos relacionados con el reclutamiento de las poblaciones de atún, no obstante solo pudieron reproducir las fluctuaciones del skipjack.

### **Pacífico centro este**

La parte norte del área es influida por la corriente de California de modo que parte de la discusión presentada para el área noreste es aplicable a la región (entre 40° y 24° N), en este intervalo las aguas costeras están dominadas por los sistemas de surgencia, en los que se encuentran especies de pelágicos menores como la California pilchard y la Californian anchovy con respecto a la primera se observa que su abundancia aumenta durante los periodos cálidos (Chavez et al., 2003,

Lluch-Belda et al., 1992, Rodriguez-Sanchez et al., 2001), y en el caso de la anchoveta se menciona que su abundancia aumenta durante la fase fría.

De acuerdo con lo anterior, la California pilchard se comporta de acuerdo con lo encontrado en éste trabajo (T2), pero en el caso de la anchoveta el patrón encontrado corresponde con un periodo capturas mayores en un periodo intermedio (T3). Una explicación de las fluctuaciones de la sardina de California así como en el caso de otras especies de sardina y anchoveta fue propuesta por Cury & Roy (1989), en donde la hipótesis de la ventana ambiental óptima sugiere una relación parabólica entre la velocidad del viento y el reclutamiento. Por otra parte se encuentra que la supervivencia larvaria en la sardina es alta en los giros de surgencia también conocidos como eddies de mesoescala (Logerwell & Smith, 2001), estos eddies podrían relacionarse con condiciones de flujo específicas, por lo que ambas ideas podrían ser concurrentes.

La mayor disponibilidad de recursos pesqueros durante la fase fría del PDO (1950-1976), se podría explicar por el efecto del cambio de régimen sobre la zona de influencia de la corriente de California, donde se observa una relación directa entre el flujo hacia el sur, la temperatura, salinidad y volumen de zooplancton (Chelton, 1981), en una mayor escala se observa que la producción de zooplancton decrece 80% entre 1951 y 1993 (Roemmich & McGowan, 1995), lo que se relaciona con un incremento en la estratificación y una disminución de las surgencias de aguas ricas en nutrientes, lo que repercute en la biomasa y la estructura de comunidades de zooplancton (Rebstock, 2002).

En la región sur (24° N-6° S) de acuerdo con Longhurst (2001) domina la provincia de la contracorriente ecuatorial del Pacífico, donde se pescan principalmente especies pelágicas oceánicas como el atún aleta amarilla, el barrilete y el pez espada, y otras especies pelágicas medianas como la macarela y el bonito. El atún aleta amarilla y la albacora muestran capturas altas en la fase cálida del PDO (1977-2000), de acuerdo con Lehodey et al. (op. cit.) en el área centro occidental los reclutamientos del aleta amarilla serían altos durante la fase cálida, lo que podría ser el caso para el área centro oriental, pero no coincide en el caso de la albacora y el aleta azul, en donde el autor señala que presentan reclutamientos altos durante la fase fría cuando ocurren los eventos La Niña con mayor frecuencia, y tampoco concuerda con lo que se dice para el barrilete en donde se indica que los reclutamientos altos serían en periodos calidos, en el caso del barrilete aparentemente se relaciona con periodos intermedios, o con las fases de cambio. El caso del barrilete se aproxima más a lo señalado por Cox (op. cit.), que relaciona los cambios de ciertas especies con la hipótesis de la regulación por depredación o podría incluirse el concepto de competencia, ya que el alimento de los atunes aparentemente varía de manera decadal. Un aumento de la biomasa de las poblaciones de atún se puede relacionar con el incremento de la biomasa de poblaciones de calamar, porque los calamares son un recurso alimenticio importante para varias especies de atún (Tsujita, 1957).

### **Pacífico sur oeste**

En esta región la actividad pesquera es reducida debido a que solo comprende algunas islas, algunos casos corresponden a Nueva Zelanda y muy pocos de Australia, solo en el caso del Tarakihi (*Nemadactylus macropterus*) las capturas fueron mas altas durante el periodo frío de PDO, en seis casos las capturas fueron mas altas en el periodo cálido y en cuatro las capturas fueron mas altas en el periodo intermedio. Una proporción alta de las pesquerías de la región estaban aún en fase de desarrollo en los 1950's (Hilborn & Sibert, 1985).



Con respecto a la variabilidad climática de la región Salinger et al. (2001) indican que es similar a la observada en el Pacífico norte, para la región se ha estimado el índice de Oscilación Interdecadal del Pacífico (IPO) que se relaciona con variabilidad decadal del clima en el sur de la Cuenca del Pacífico, y que tiene que ver con la variabilidad del clima sobre Australia. Se han identificado tres fases del IPO; una fase positiva (1922-1944), una fase negativa (1946-1977) y otra fase positiva (1978-1998). Lo anterior, así como una reconstrucción de la variación de TSM en un intervalo de 300 años, por medio de la relación de isótopos estables de Estroncio-Calcio en corales de la isla de Rarotonga (Linsley et al., 1997), demuestra la relación entre el PDO y la TSM en esa localidad y permite suponer una simetría hemisférica en el comportamiento del clima en el Pacífico.

### **Pacífico sur este**

La población de la anchoveta presenta fluctuaciones interanuales muy marcadas en su abundancia, las que se han relacionado principalmente con los efectos de los eventos ENSO (Gutierrez et al., 1999), durante los periodos cálidos la biomasa puede disminuir varias veces, en cambio durante los periodos fríos la biomasa aumenta. A mayor escala se observan cambios similares en la disponibilidad de los recursos anchoveta y sardina relacionados con el cambio de régimen de los 1970's y en el periodo de enfriamiento de los 1980's, relacionando negativamente la abundancia de anchoveta con la temperatura (Yañez et al., 2001). En esta área se menciona con frecuencia a la South American pilchard; una pesquería que presenta un patrón sincrónico con pesquerías del Pacífico norte como la las de sardina japonesa y de California (Klyashtorin, 2001), pero que no se considero en el análisis porque la pesquería se desarrollo en los 1970's.

## **ATLÁNTICO**

Se menciona que las fluctuaciones de algunas pesquerías del Atlántico muestran patrones aparentemente sincrónicos con los exhibidos por pesquerías del Pacífico, por ejemplo el Atlantic cod, herring y European pilchard (Klyashtorin, 2001), aunque este último muestra un patrón opuesto a dos casos anteriores.

En la región del Atlántico norte se reconoce la influencia de NAOI sobre el clima y las poblaciones de peces (Attrill & Power, 2002, Buch et al., 2002, Knights, 2003, Sims et al., 2001, Solow, 2001, Swansburg et al., 2002).

### **Atlántico Noroeste**

El Atlantic cod en ésta área es uno de los recursos pesquero más importantes, la tendencia negativa de sus capturas ha sido motivo de preocupación y estudio, se menciona la caída de tres stocks importantes para las pesquerías portuguesas de Terranova (Avila de Melo & Alpoim, 1999), se relaciona su descenso con la sobrepesca, el clima extremo y las condiciones oceanográficas durante finales de los ochenta y inicio de los noventa (bajas temperaturas del aire y superficial del mar durante las últimas tres décadas, aumento geográfico y temporal de la cubierta de hielo junto con la extensión creciente de la capa fría intermedio, las salinidades decrecientes) y, último, el crecimiento continuo de dos poblaciones de focas y su concentración hacia el sur, en el área conocida como el Gran Banco.

De acuerdo con un estudio del clima en un periodo de 50 años en Groenlandia Oriental se encontró relación directa entre la temperatura de agua y el reclutamiento del Atlantic cod y redfish (*Sebastes mentella*), por otra parte el reclutamiento de *Pandalus borealis* y lenguados aumenta al disminuir la temperatura, estos cambios se relacionan también con la Oscilación del Atlántico Norte (Buch et al., 2002).

La fluctuación climática en esta área se ha reconstruido de anillos de árboles de la Península del Labrador (D'Arrigo et al., 2003), se observa una señal multidecadal de alrededor de 40-60 años, que corresponde con los modos identificados por modelos y estudios instrumentales del clima en el Atlántico Norte, otros modos identificados muestran crestas significantes en 21-24, 9 y 2-3 años. Se identifican otros eventos relacionados eventos erupciones volcánicas, como la erupción de Tambora en 1815, con el verano más frío en 1816 que en los últimos cuatro siglos.

### **Atlántico noreste**

Siendo esta una de las áreas más importantes y tradicionales en la pesca marina, probablemente es la mejor estudiada en general, y por otra parte la pesquería del Atlantic cod es una de la más importantes a continuación se resumen algunos resultados.

En 1999 se desarrollo el Cuarto Taller ICES/GLOBEC, el objetivo fue examinar las posibles causas de “la explosión de gadidos” en el Mar del Norte durante los años sesenta y la primera mitad de los setenta, así como su caída posterior. Se reunieron datos del clima, oceanografía física, plancton y pesquerías de la segunda mitad del Siglo 20, se concluyó que; los cuatro stocks mayores de gadidos presentaron reclutamientos altos en los sesenta con un aumento de las tasas de captura, y que el cuadro climático de éste periodo se puede diferenciar y aparentemente se relaciona con la Oscilación Atlántica Norte (NAO). No obstante no fue posible establecer las causas del incremento de biomasa de los stocks (Heath & Brander, 1999).

Con respecto al Atlantic herring otra especie importante en las pesquerías de ésta área, un análisis del periodo 1907 a 1998 mostró las fluctuaciones de stock mayor, han sido determinadas por variaciones en la temperatura superficial del mar en la región. La biomasa del stock desovante se incremento a inicio del siglo 20 y alcanzó los 14 millones de t en los 1930, disminuyendo a 10 millones de t en los 1940, en 1945 aumentó al mayor nivel histórico de 16 millones de t, para disminuir durante los siguientes 20 años hasta menos de 50,000 t a finales de los 1960s, en los años setenta, el stock se recuperó lentamente y después de un reclutamiento fuerte en 1983 y en 1990-1992, el stock se recupero a una biomasa de aproximadamente de 10 millones de t. La fluctuación de la biomasa del stock desovante se relaciona con variaciones en el reclutamiento, a su vez asociada con los fluctuaciones de la TSM por el efecto de las masas entrantes del agua Atlántica (Toresen & Oestvedt, 2000).

Otro trabajo establece la relación entre la producción de la pesquería de Atlantic horse mackerel y el transporte de agua Atlántica en el Mar Norte en el invierno, sobre este se ha desarrollado el Modelo Ecológico noruego (NORWECOM), donde se supone que la entrada de agua relativamente caliente y rica en nutrientes durante el invierno favorece el desove temprano de zooplancton y la producción biológica durante la primavera y verano, y esto favorece la migración al Mar del Norte de una fracción grande del stock (Iversen et al., 2002).

Otra investigación realizada en un periodo de 20 años establece la relación entre el clima, la TSM y el tiempo de arribo del calamar (*Loligo forbesi*) al sudoeste de Inglaterra (Sims et al., 2001), se

observa que existe una relación entre la migración y la TSM, en los años calidos el arribo se adelanta y esto coincide con la fase calida (positiva) del NAO.

En el Atlántico norte algunas pesquerías muestran series históricas de captura muy largas, específicamente la pesquería del Atlantic herring de la costa sueca de Bohuslaen cuenta con archivos de diez siglos (Alheit & Hagen, 1997), pero la especie de mayor importancia y sobre la que se ha concentrado mayor esfuerzo de investigación es el Atlantic cod, que en algunos casos se conservan series de 500 años de datos (Brander, 1997), debido a esto el Council for the Exploration of the Sea (ICES), en 1992 establece un grupo de trabajo para el estudio de las pesquerías de bacalao y su relación con el clima. No obstante el objetivo originalmente era el de establecer los efectos del cambio climático en las pesquerías considerando que uno de los factores principales del cambio se relacionaba con el incremento del CO2 atmosférico (Frank et al., 1990).

En el caso del Atlantic herring se describen nueve periodos de abundancia en diez siglos, durante los cuales se incrementa la actividad pesquera muy cerca de la costa, en la estación 1895-96 se desembarcaron más de 200,000 toneladas, los periodos de baja abundancia pueden durar más de 50 años, cuando la pesquería deja de ser una actividad económica importante en la región (Alheit & Hagen, op. cit.). Alternándose con los ciclos Bohuslaen como se les conoce, otras pesquerías de pelágicos menores se sobreponen a estos, como la European pilchard (*Sardina pilchardus*). Los autores mencionan que los periodos Bohuslaen varían en una escala decadal, coincidiendo con los inviernos severos en Europa occidental cuando se presenta una amplia cubierta de hielo en las costas de Islandia.

El efecto de clima en el arenque noruego en el Mar báltico se conoce desde hace mucho tiempo y también se observan cambios aparentemente sincrónicos entre stocks en el Atlántico y el Pacífico (Hay et al., 2001). En particular, vemos un patrón de aumento de stocks de arenque en el Atlántico sudoeste (Georges Bank, Maine) y la disminución en algunos stocks en el Atlántico noroeste (Terranova). Esto parece relacionarse con la tendencia opuesta de variación que tienen estas dos áreas del Atlántico norte de acuerdo con el patrón sugerido por Conil (2003), y el modelo dipolar (Deser & Blackmon, 1993).

### **Centro Oeste**

Para el área son pocas las referencias disponibles, en un estudio sobre el declive del reclutamiento de varias anguilas en aguas continentales, se encuentra una correlación negativa entre el índice de reclutamiento de la anguila de vidrio de Den Oever y el NAO desde 1938, se analizan datos de TSM en 100-250 m entre 1952 y 1995 en el área de desove del Giro Subtropical del mar de los Sargazos. Se supone que esto se debe a la tendencia de calentamiento global, que inhibe la mezcla y recirculación de los nutrientes, disminuyendo la productividad necesaria para la alimentación de las larvas leptocefalas (Knights, 2003).

### **Centro este**

Los stocks de la European pilchard de Marruecos han presentado fluctuaciones de abundancia y distribución en las últimas cinco décadas del siglo 20, lo que se relaciona con fluctuaciones de la intensidad de la surgencia costera marroquí entre 1950 y mediados de la década de los 70, se asoció con el aumento en intensidad de los vientos alisios (Kifani, 1998).

## ÍNDICO

En este caso solo es posible reconocer dos patrones de variabilidad donde el segundo (T2) es predominante con el 66.7% con un periodo muy marcado de capturas altas al final del periodo, este patrón es similar al último subgrupo descrito para el Pacífico y el Atlántico. Con respecto al primer patrón con solo 13 series analizadas se comporta de manera similar al segundo subgrupo (SG2) con capturas altas cerca de la mitad del periodo de estudio (T3).

No se encontraron referencia sobre la variabilidad de largo plazo en cuanto a las pesquerías del Índico, pero en un trabajo se trata el impacto de El Niño en la pesquería del Yellowfin tuna (Marsac & Le Blanc, 1997). Los autores analizan el impacto de la variabilidad medioambiental y los procesos físicos subyacentes en el Océano Índico en la pesca con cerco (seine) y con palangre (longline), según estos resultados los eventos ENSO disminuyen la captura por unidad de esfuerzo de la pesca (CPUE) con cerco, pero aumentan las capturas de la flota palangrera. Por otra parte, diferentes tipos de pesquerías en Tailandia y Malasia muestran tendencias distintas (Yesaki, 1991), la pesquería tailandesa de cerco muestra un incremento de captura y esfuerzo entre 1979 y 1988, y la pesquería tailandesa con red agallera (gillnet) muestra un aumento en el esfuerzo después de 1985 y una captura decreciente después de 1986. La captura y esfuerzo de la pesquería de arrastre Malaya fueron más altos durante 1982–1985 con respecto al periodo 1987–1989, aunque no se menciona relación con cambios climáticos, de la información obtenida sobre los índices ENSO se observa una tendencia descendente. En una mayor escala la variación climática en el Índico se ha descrito un patrón de variación que se describe como dipolar, mostrando variación alterna de las anomalías entre las regiones este y oeste (Saji et al., 1999), este modo describe la variabilidad interna del Índico y muestra cierta independencia del ENSO, y esta correlacionado significativamente con el monzón Hindú (Yamagata et al., 1996).

A manera de resumen, en la tabla 26 se indican las especies-objetivo su patrón de respuesta y las fuentes que podrían confirmar el efecto del cambio climático.

Tabla 26. Casos de pesquerías referidas en la literatura con respecto a la captura y las condiciones climáticas para el Pacífico y el Atlántico, entre paréntesis se indica la clave numérica de el área de pesca de FAO.

<b>Pacífico</b>			
<b>P1 (1950-1965)</b>	<b>P2 (1965-1985)</b>	<b>P3 (1985-2000)</b>	<b>Fuente</b>
Pacific saury (61)		Japanese pilchard (61)	Zhang et al. (2000).
		Pacific cod (67)	Mantua et al.,(1997), Polovina, (1996).
		Japanese pilchard (61)	
		Alaska pollock (61-67)	
Coho salmon (61)	*Coho salmon (67)		Koslow et al., (2002).
		Pink salmon (67)	Nagasawa, (2000).
Indo-Pacific blue marlin (71)	Skipjack tuna (77)	Skipjack tuna (71)	(Lehodey et al., 2003).
Swordfish (71)		Yellowfin tuna (77)	
		Albacore tuna (71)	
	Californian anchovy (77)	California pilchard (77)	(Logerwell & Smith, 2001). (Chavez et al., 2003, Lluch-Belda et al., 1992, Rodriguez-Sanchez et al., 2001)
Tarakihi (81)			(Linsley et al., 1997, Salinger et al., 2001). (Hilborn & Sibert, 1985)
Anchoveta (87)			(Yanez et al., 2001)

Atlántico			
A1 (1950-1965)	A2 (1965-1985)	A3 (1985-2000)	Fuente
Atlantic cod (21)			(Buch et al., 2002). (Avila de Melo & Alpoim, 1999)
Atlantic cod (27)			(Heath & Brander, 1999).
Atlantic herring (27)			(Toresen & Oestvedt, 2000), (Hay et al., 2001)
		Atlantic horse mackerel (27)	(Iversen et al., 2002)
		European pilchard (34)	(Kifani, 1998)

\* Los casos que se indican con asterisco no corresponde la clasificación asignada.

Los casos mencionados en la tabla anterior permiten relacionar las tendencias de variación de las capturas con variaciones climáticas, aunque en el caso del Salmón coho la tendencia no corresponde con lo indicado para esa especie por Koslow (2002) que señala que las condiciones relacionadas con anomalías frías favorecen el reclutamiento del salmon coho, esto se observa claramente en las series de captura de salmon coho de Washington y Oregon en series de tiempo entre la década de los veinte y la última década del siglo pasado (Mantua et al., 1997), pero las estadísticas de toda la región Pacífico noreste de FAO (67) muestran diferencias que podrían explicarse por el efecto opuesto de las tendencias entre la región del dominio del giro de Alaska y la región costera dominio de la corriente de California.

### Los atributos de las poblaciones y los patrones de variación

Los resultados no permiten establecer relación entre los patrones de variación descritos y los atributos poblacionales, esto se puede deber a que la caracterización biológica de las especies no es adecuada para encontrar las diferencias que permitan asociarlas con su comportamiento de largo plazo, para discutir este punto con mayor detalle se deberían considerar especies similares en una región definida, por ejemplo la sardina japonesa (Japanese pilchard) y el arenque del Pacífico (Pacific herring) en el Pacífico noroeste (61), en el primer caso muestra un aumento de las capturas (T2) y en el segundo caso su captura en el periodo es descendente (T1), ambas especies son biológicamente similares, pero se distribuyen en diferentes intervalos de temperatura (20.5 y 15°C; respectivamente), de modo que en el periodo frío del PDO (cálido en el Pacífico oeste) cuando las capturas de sardina japonesa son mayores, de modo que cuando la temperatura desciende en esa área se observa un aumento de las capturas de Pacific herring. Un caso más difícil de aclarar es el relacionado con la sardina y la anchoveta de California, en donde se observa que en el periodo cálido del PDO aumentan las capturas de sardina (T2), pero en el caso de la anchoveta sus mayores capturas se logran en la mitad del periodo (T3), la explicación sobre el comportamiento de la anchoveta podría estar en el concepto de la ventana ambiental óptima (Cury & Roy, 1989), de modo que existe un cierto valor óptimo de la velocidad del viento, lo que implica que la abundancia del recurso es determinado por la supervivencia larvaria. Un mecanismo similar se propone para explicar la variación de los stocks de salmón (Gargett, 1997).

Se ha intentado clasificar a las poblaciones de acuerdo a los patrones de variabilidad y de relacionar estos patrones con sus características poblacionales, Kawasaki (1983) sugiere la siguiente clasificación: Tipo I: inestable e impredecible. Subtipo IA: irregular y espaciada (Pacific saury y Pacific sandlance). Subtipo IB: cíclica y de gran escala (sardinas y arenques) Tipo II: estable y predecible (atunes y lenguados). Sobre este mismo tema, Spencer & Collie, (1997), analizaron 30 series de capturas de diferentes pesquerías, identificando seis patrones de variación: I, estable de baja variación, II estable de alta variación, III cíclico, IV irregular de alta variación, V irregular de alta frecuencia y VI espasmódico. Los autores concluyen que los

patrones de variabilidad responden a las características de sus parámetros poblacionales; por ejemplo, en el caso de los pelágicos menores éstos presentan un patrón de alta variabilidad que responde a su corto periodo de vida y en el caso de especies bentónicas se observan patrones de baja variabilidad, debido a que son especies de mayor longevidad y lento crecimiento.

La variabilidad interanual de alta frecuencia no se aborda en el presente trabajo, no obstante es conveniente considerar que los patrones de variabilidad de alta y baja frecuencia pueden responder a diferentes causas. En el caso de la variación de baja frecuencia sus causas de manera general se relacionan con la explotación, no obstante actualmente también se reconoce el papel de los cambios de las condiciones del clima, lo que ha sido ampliamente expuesto a lo largo del trabajo.

### Variación de largo plazo de capturas e índices de abundancias

Algunos países tienen series de tiempo de captura que permiten observar las fluctuaciones de algunos recursos antes de 1950, y que plantean nuevas incógnitas como las señaladas por Schwartzlose et al., (1999) con respecto a la sincronía remota.

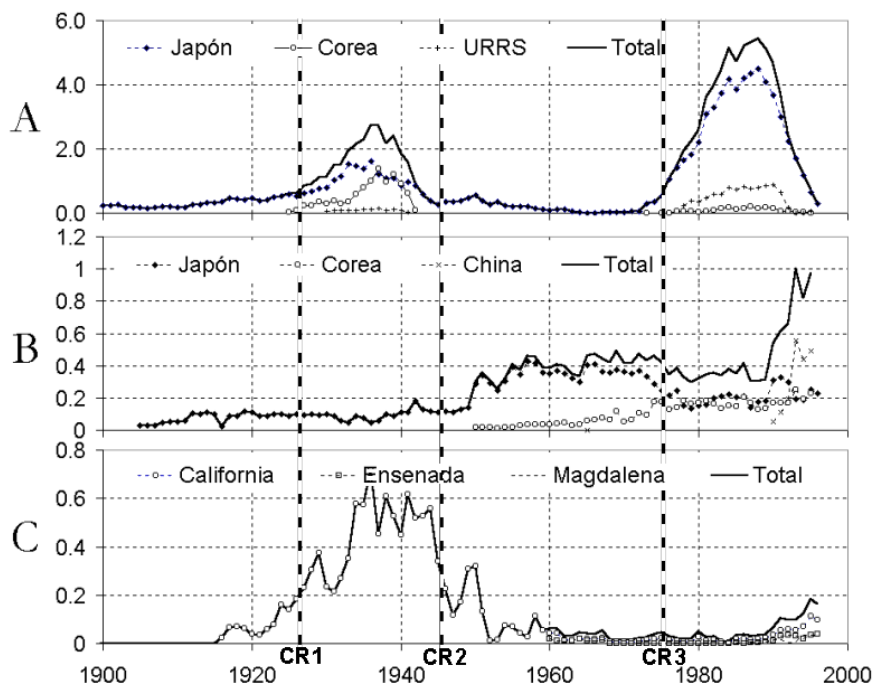


Figura 36. Series de tiempo de captura de A) Sardina japonesa (los valores en el eje vertical son millones de t), B) Anchoqueta japonesa (miles de t) y C) Sardina de California (millones de t), las líneas verticales señalan los tres cambios de régimen.

La figura 36 muestra que la sardina japonesa debería mostrar dos periodos sincrónicos de captura alta entre las sardinas japonesa y de California, pero la sardina de California no muestra el segundo pico, En el trabajo de Schwartzlose et al., (op. cit.) también se menciona que los modos de los picos de captura de las especies pueden presentar diferencias en el tiempo de sincronía, lo que sugiere que la sincronía puede ser circunstancial, y como sugiere Freón (2003) la sincronía es solo aparente y puede ser debida al azar.

Otras fuentes de información que nos pueden aportar indicios sobre la naturaleza de las variaciones a largo plazo de la abundancia de los recursos pesqueros y en general de las poblaciones naturales es el registro estratigráfico en fondos sedimentarios de algunas depresiones del fondo, uno de estos estudios permite ver la variación relativa de la sardina y la anchoveta frente a la costa de California (Baumgartner et al., 1992), la que se puede ver en la figura 37.

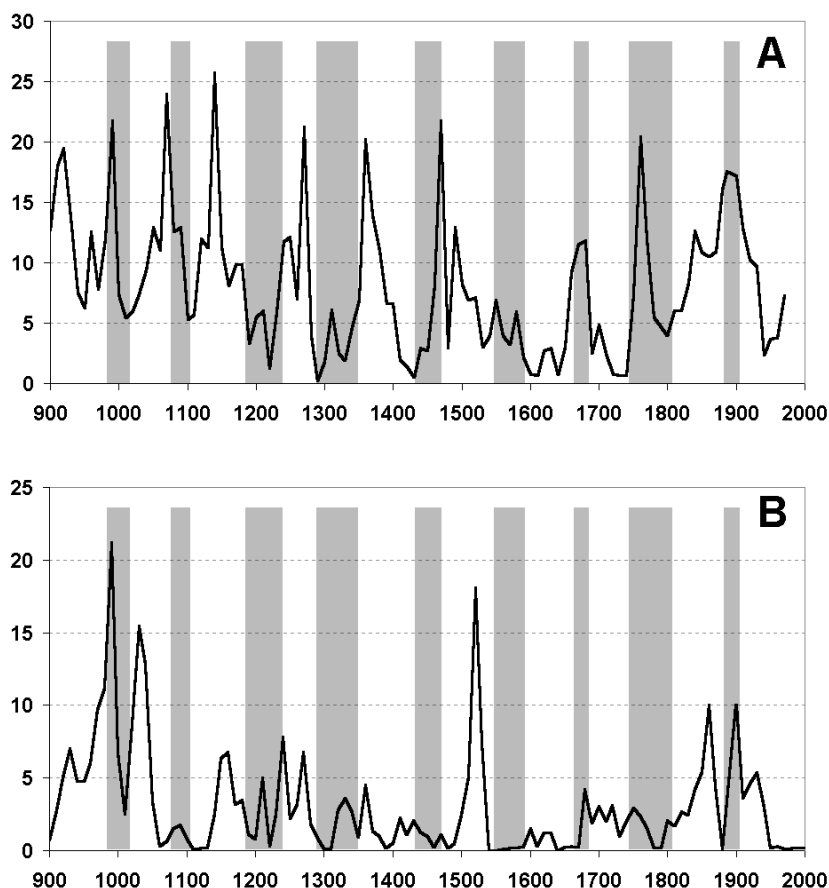


Figura 37. Abundancia relativa de escamas de A) Anchoveta y B) Sardina en fondos sedimentarios en la cuenca de Santa Bárbara, California E. U., y episodios de alta abundancia de arenque de Bohuslan, Suecia, tomado de Schwartzlose et al. (1999).

Schwartzlose et al.,(1999) mencionan que se presenta cierta coincidencia entre los periodos de alta abundancia de anchoveta y los episodios de arenque en Bohuslan, no obstante en el caso de la anchoveta la sincronía se pierde en el tercer pico y en la sardina la sincronía es menos aparente, el análisis espectral de ambas series muestran los mayores valores de densidad espectral en el caso de la sardina en 178 y 53 años y en la anchoveta en 1070, 107 y 76 años, y el caso de los episodios de arenque el periodo se encuentra aproximadamente en 100 años. Holmgren, (2002) hace un estudio similar para la región de Columbia Británica, menciona que todas las especies presentan claramente un patrón de variabilidad; en el arenque de 50 a 60 años; uno agudo para la merluza y varios picos en el caso de anchoveta (Californian anchovy) en los periodos de 15-20, 30-50, y 110 años. Holmgren (op. cit.) compara sus datos con el registro de Cuenca de Santa Bárbara y sugiere que las fluctuaciones del stock norte y central de anchoveta no están en fase, probablemente por las diferencias en las condiciones oceanográficas, agrega que la anchoveta y la merluza aumentan

cuando la Oscilación Decadal Pacífico (PDO) se presenta con mayor frecuencia (hasta finales de 1800's), y tanto la sardina como el arenque parece ser favorecidos por un desarrollo lento del PDO.

### **Variabilidad climática**

El análisis de componentes principales de los índices climáticos muestran ciertas diferencias importantes en los casos de las series largas (1900-2000) y cortas (1958-2000), las series cortas permiten identificar cinco componentes en cambio las series largas solo es posible identificar cuatro componentes. Los componentes principales de manera general se relacionan con los modos de variación de los tres sistemas climáticos aparentemente más importantes, el del Pacífico tropical, el Pacífico extratropical, y el del Atlántico.

**Pacífico tropical:** En primer término, la variabilidad del sistema se relaciona con el segundo factor principal (F2: N3, CTI, SOI) en el caso de las series largas, y con el primer factor (F1: N3, MEI, CTI, SOI, N12, N4) con las series cortas. En el análisis espectral estos índices a su vez muestran dos picos en los periodos de 3.6 y 5 años, estas dos frecuencias se relacionan con la variabilidad decadal extratropical del Pacífico (PDO-IPO) que de acuerdo con Lehodey et al. (2003) modula la fuerza de los eventos ENSO, haciéndolos más frecuentes durante el periodo calido y menos frecuentes durante el periodo frío.

Por otra parte, de acuerdo con un análisis global de las TSM (Conil, 2003), la variabilidad del Pacífico Tropical es el segundo modo dominante de la variabilidad de las anomalías globales de la temperatura superficial del mar (que explica el 22.3% de la variabilidad total), y se caracteriza por la alternancia de los eventos El Niño y La Niña, con una anomalía fuerte centrada en el Pacífico ecuatorial y rodeada por anomalías de señal opuesta en el Pacífico Norte y Sur (figura 39).

**Pacífico extratropical:** El patrón de variabilidad del sistema se identifica en el primer factor (F1: AFI, ALPI y PDOI) con las series largas, y el segundo y tercer factor en las series cortas, pero aparentemente no se discrimina eficientemente los patrones de variabilidad en este caso.

El análisis de espectro de frecuencias identifica dos picos en 20 y 50 años, ésta variabilidad climática de baja frecuencia o multidecadal, como se refiere en varios trabajos, ha sido ampliamente documentada para el Pacífico norte en los trabajos relacionados con la Oscilación Decadal del Pacífico (Gu & Philander, 1997, Latif & Barnett, 1994, Mantua et al., 1997, Trenberth & Hurrell, 1994, Ware, 1995). Se ha descrito un patrón similar para el Pacífico sur al que se le denomina Índice de Oscilación del Pacífico (IPO; Power et al., 1999, Salinger et al., 2001), el IPO se relaciona con la variabilidad decadal del clima en el sur de la cuenca del Pacífico, se han identificado tres fases durante el siglo 20: una fase positiva (1922-1944), una fase negativa (1946-1977) y otra fase positiva (1978-1998), periodos que coinciden con los periodos descritos para el Pacífico norte. Esto ha sido confirmado con estudios de isótopos estables en bandas de crecimiento de corales en la Isla de Rarotonga, Nueva Zelanda (Linsley et al., 1997), de acuerdo la reconstrucción de la variación de temperatura de un periodo de 270 años, la que se comparó con las estimaciones actuales de TSM mostrando que la variabilidad decadal es coherente con la que se observa en el Pacífico norte, lo que sugiere un patrón simétrico a nivel de la cuenca del Pacífico.

**Atlántico:** La variabilidad climática del Atlántico se identifica en el cuarto factor (F4: NAOI, AOI, TNAI), tanto con las series cortas como con las largas, en el trabajo de Conil (op. cit) el tercer modo de variabilidad de las anomalías de temperatura superficial corresponde a la señal



dipolar en el Atlántico norte en estrecha relación con el NAO (Deser & Blackmon, 1993). Actualmente es posible reproducir con fidelidad esta variabilidad con modelos acoplados del sistema océano-atmósfera (Paeth et al., 2003), donde se resalta la coherencia del patrón espacial de tripolo del Atlántico, pero algunas diferencias se supone que se relacionan con la influencia del Pacífico sur y del Océano Índico. Es conveniente mencionar que los términos dipolo y tripolo se refieren al mismo concepto pero el término varía según el autor.

La figura 33 sugiere que en los últimos 50 años la señal decadal del Atlántico es coherente con la variabilidad del Pacífico, tanto la variabilidad invernal del NAOI así como en el patrón de anomalías del Sur del Atlántico tropical (TSAI) e incluso con la circulación atmosférica de la Antártica (AAOI), no obstante la variabilidad del Norte del Atlántico Tropical (TNAI) parece comportarse diferente.

Por otra parte, información adicional sobre la variabilidad del clima en la cuenca del Atlántico, a partir de estudios de indicios naturales de cambios de clima. De acuerdo estudios de núcleos de hielo de Groenlandia se han presentado variaciones decadales del clima sobre el Atlántico Norte que se relacionan con el NAOI (Hurrell, 1995). Un análisis reciente de datos reconstruidos para un periodo de 1500 años de TSM del Atlántico y que fueron obtenidos de núcleos de hielo de Groenlandia (Klyashtorin, 2001), muestra una señal dominante de 52 años (.019) en los últimos 300 años (figura 38), en este periodo también se observa un pico menor de aproximadamente 30 años.

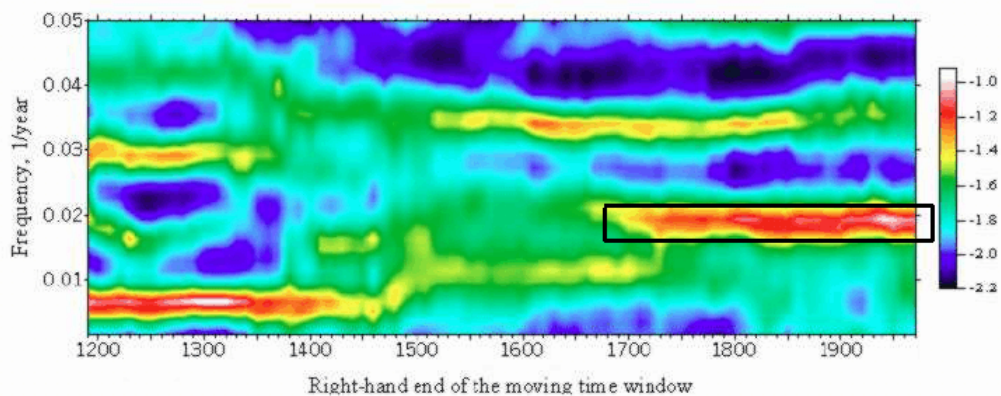


Figura 38. Análisis espectral de las series de tiempo de la temperatura reconstruida de muestras de hielo de Groenlandia, la señal dominante de 52 años se señala con el rectángulo (Klyashtorin & Lyubushin, 2003).

Adicionalmente un estudio de anillos de crecimiento en árboles de la región del Labrador revela una señal periódica entre 40 y 60 años (D'Arrigo et al., 2003). En este trabajo para el Atlántico se detectó como señal dominante la de 33 años en las series de NAOI y AOI, que concuerda con un estudio de marcas de crecimiento del bivalvo del Mar del Norte *Arctica islandica*, donde se observa también una variabilidad cíclica de 33 años (Witbaard et al., 1997), que lo relacionan con el flujo de las corrientes.

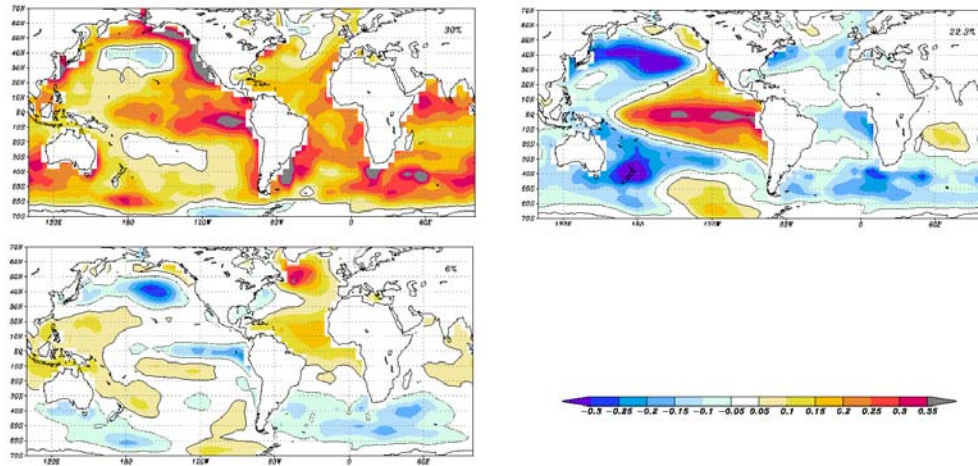


Figura 39. Los tres modos de la estructura espaciales de las anomalías de temperatura superficial del mar, tomadas de Conil (2003).

En la cuenca de Océano Índico se observa un patrón de variabilidad espacio temporal, que por sus características en la distribución espacial de las anomalías se describe como dipolar (Saji et al., 1999), el cual presenta una clara relación con los patrones de anomalías de TSM del Pacífico ecuatorial, Pacífico Norte, Atlántico tropical y norte en el invierno y primavera boreal (Alexander et al., 2002). La información disponible para esta cuenca se refiere al índice del modo dipolar (DMI) que muestra una variabilidad distinta al resto de las series usadas, lo que se puede deber al modo como se calcula el índice, que es la diferencia de las anomalías entre los dos áreas núcleo del dipolo.

En las series cortas el tercer factor extraído se relaciona con los índices AMO, dT, y LOD, y también en menor proporción al MS. Se observa que el índice LOD presenta una marcada variabilidad decadal, éste índice de acuerdo con Abarca del Rio et al. (2003) esta relacionado con la circulación atmosférica global o lo que se conoce como Momento Angular Atmosférico, y describe el estado dinámico de la atmósfera global (Peixoto & Oort, 1992), en términos generales se dice que el Momento Angular Atmosférico se relaciona con la velocidad de rotación terrestre y la temperatura superficial del mar de la banda tropical, por lo que Abarca del Rio (op. cit.) utiliza la TSM tropical para reconstruir la variación del Momento Angular Atmosférico de 1730 al 2000. Otro factor asociado con la tendencia de la TSM es la radiación solar en este caso representada por variación de las manchas solares (MS) que es un índice de la actividad solar, la que ha sido considerada relativamente constante ya que la radiación solar varía entre el 0.1 y 0.3%, lo que parece no impactar mayormente el clima terrestre, sin embargo esto se está reconsiderando debido a que estudios recientes indican que la radiación ultravioleta puede variar por un factor de 100 en escalas de tiempo de minutos a días (Arnold & Robinson, 1998), en la actualidad se estudian tres formas en las que la variabilidad puede afectar el clima terrestre, la primera se relaciona con los cambios directos en la troposfera por variación de la radiación ultravioleta, visible e infrarrojo, la segunda se refiere a los cambios inducidos sobre el ozono en la troposfera y su relación con la oscilación cuasibianual (QBO), la tercera se relaciona con el efecto de la interacción entre la radiación cósmica y la solar relacionadas con la variabilidad de la cubierta de nubes que es un modo muy efectivo de regular el ingreso de energía solar en la biosfera (NASA, 2000). La variabilidad secular de la actividad solar se ha relacionado con cambios en el clima en la misma escala principalmente en los sedimentos laminados en lagos (Damnati & Taieb, 1995, Hu et al., 2003), también parece evidente la relación entre la circulación en latitudes medias del hemisferio sur con los ciclos de actividad cuasidecenales (Thresher, 2002).

De acuerdo con Abarca del Rio (op. cit.) y Crowley (2000) entre otros, se menciona que la variabilidad del clima en los últimos 50 años del siglo pasado no se explica por variabilidad natural lo que se interpreta como el efecto del aumento de gases invernadero de origen antropogénico, por lo que se pronostica que la tendencia de calentamiento del clima en el siglo 21 rebasaría con mucho la variabilidad climática natural. En la actualidad se discute la importancia relativa del efecto de los gases invernadero sobre la variabilidad climática natural, los argumentos se dirigen a la falta de precisión de las estimaciones de reconstrucción climática y la insuficiente comprensión de los mecanismos de regulación climática.

## Patrones y procesos

### La sincronía remota procesos físicos y sus efectos en la abundancia de los recursos

De acuerdo con la hipótesis de sincronía remota de la variación de las capturas el factor dominante o causal sería la variación climática (Kawasaki, 1983), y en general es ampliamente reconocida la influencia del clima sobre ecosistemas y poblaciones en el medio terrestre, no obstante en el medio marino los procesos son relativamente difíciles de reconocer. Una hipótesis sintética de los diferentes procesos relacionados con la productividad biológica y procesos oceanográficos producto de la colaboración de varios investigadores parece explicar la variabilidad de la abundancia de las poblaciones de sardina (Bakun & Broad, 2002), y se refiere al efecto de la variación del flujo de los sistemas de corrientes, se han caracterizado dos modos de flujo que tienen un efecto en el reclutamiento de poblaciones de sardina, estas se sintetizan en la tabla 26.

Tabla 27. Comparación de algunas características oceanográficas y biológicas en dos modos de circulación en los sistemas de corrientes en los bordes continentales.

	Modo del flujo de corriente		Fuente
	Débil flujo lento	Fuerte flujo fuerte	
Nivel del mar costero	Alto	Bajo	Anónimo,(2002)
Forma del movimiento	Favorece la formación de meandros	No favorece la formación de meandros	""
Anomalía de temperatura	Cálida	Fría	""
* Profundidad de capa de mezcla	Somera	Profunda	Koslow et al., (2002)
Extensión capa de hielo	Se reduce	Aumenta	Nagasawa, (2000); Trenberth & Hurrell, (1994)
* Producción biológica	Disminuye	Aumenta	Chelton, (1981); Polovina, (1996); Rebstock, (2002)

De acuerdo con el concepto del régimen los sistemas de corrientes presentan los dos modos de flujo en períodos de décadas. Bajo condiciones de flujo lento, el frente costero favorece el desarrollo y la estabilidad de meandros, los que aparentemente son áreas propicias para la retención de huevos y larvas de sardina que puede moverse dentro y fuera del frente costero, y que separa los sistemas de corrientes y contracorriente.

En la corriente de California se observa que la variabilidad de la productividad biológica se relaciona con la intensidad de la circulación de la corriente. Estudios de sedimentos laminados del foso de Sta. Bárbara muestran una disminución a una quinta parte de las diatomeas del periodo

1954-1972 con respecto al de 1973-1986, y se reduce diez veces entre 1973 y 1978, esto se relaciona con una disminución en la intensidad de la corriente de California (Lange et al., 1990). También en la región de la corriente de California los resultados de un análisis en el periodo 1950 a 1980 muestra una clara correlación entre el transporte hacia el sur y el volumen de zooplancton según se muestra en la figura 40 (Chelton, 1981).

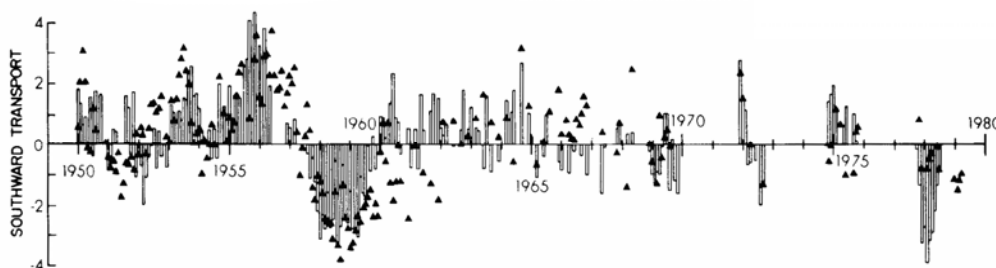


Figura 40. Series de tiempo de anomalías de volumen de zooplancton y transporte hacia el sur datos del programa CalCOFI (Chelton, 1981).

Un análisis de la variabilidad de varios índices ambientales físicos en tres escalas, alta frecuencia (~5-7 años), decadal-bidecadal (~20-30 años), y muy baja frecuencia (~50-75 años) en el sistema de la Corriente de California (Lluch-Belda et al., 2003); mostró la relación entre dos estados de varios sistemas; el primero se caracteriza por un flujo relajado de la Corriente de California; la intensificación del sistema de Baja presión de las Aleutianas de la Corriente de Alaska y la contracorriente de California; el aumento de TSM; y una mayor frecuencia de formación y persistencia de eddies; la advección al norte de fauna sureña. El segundo estado las condiciones son inversas a las descritas anteriormente.

La hipótesis integral de MacCall (Bakun & Broad, 2002), establece que los procesos en los sistemas de corriente de las costas este y oeste del Pacífico norte son regulados por la velocidad de flujo de las corrientes oceánicas regionales asociadas con el giro anticiclónico del Pacífico norte, que a su vez están moduladas por los sistemas de alta y baja presión de la atmósfera, también menciona que en la escala de la cuenca del Pacífico y en escala de los 50 años se observan cambios sincrónicos de cambios de régimen en varios sistemas de corrientes del Pacífico, pero que en escalas de tiempo más cortas la sincronía remota parece ser menos evidente. No obstante a nivel regional la sincronía aparece ser evidente en varias escalas de tiempo, como lo indica Lluch-Belda et al., (2003); con respecto a la variabilidad del ambiente físico en el sistema de la corriente de California. En general se observan que variaciones de baja frecuencia en la dinámica océano atmósfera se presentan respuestas biológicas de gran escala, y que se relacionan con cambios en los movimientos horizontales y verticales de las masas de agua (McGowan et al., 1998).

No obstante en la escala de la cuenca, el proceso que podría explicar la variación decadal de las capturas tanto en el borde orientado como en el occidental se relaciona posiblemente con el proceso físico que impulsa el sistema de corrientes del Pacífico norte. Según Miller et al., (2004) las variaciones del clima en escala decadal en el Pacífico norte tiene una fuerte influencia en los ecosistemas, explicando los patrones de gran escala de TSM y termoclina como respuesta oceánica forzada por los cambios del sistema de Baja Presión de las Aleutianas (ALP), y este efecto se combina con el efecto de la teleconexión del sistema atmosférico de latitudes media y tropical. De acuerdo con resultados de modelos de simulación se puede observar la diferencia en

productividad primaria entre los periodos antes y después del cambios de régimen de 1976-77 (Chai et al., 2003),

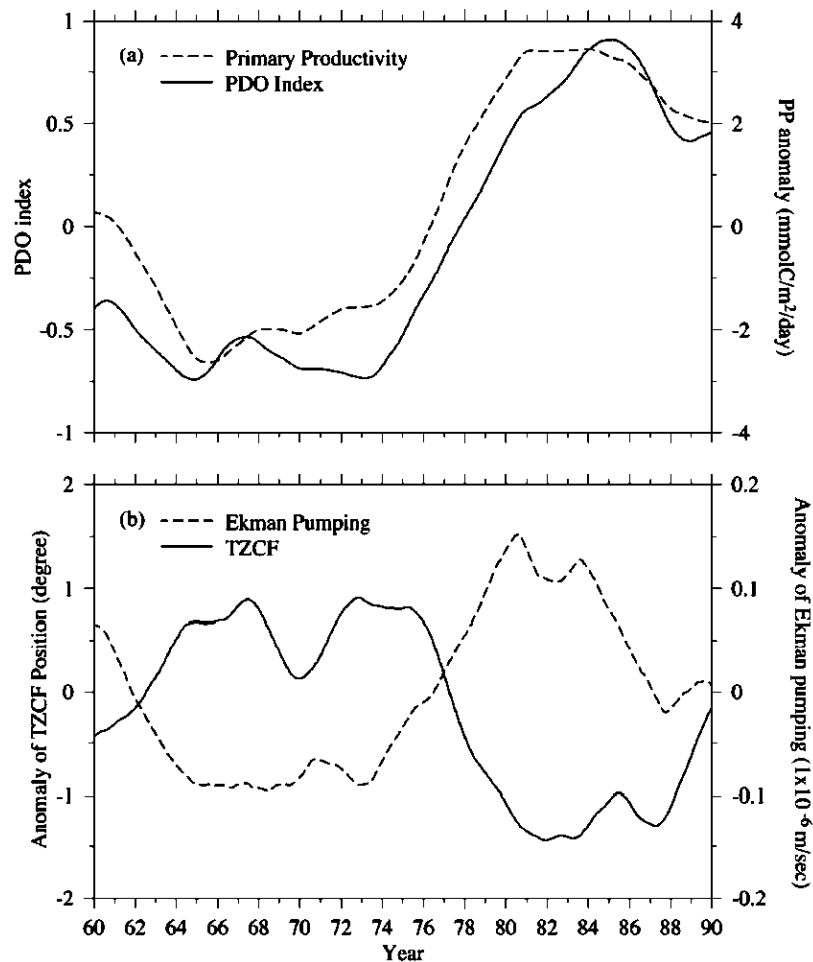


Figura 41. (a) Índice PDO y la anomalía de producción primaria (PP) en el Pacífico Norte central (30°N-40°N y 180°-140°W). (b) La anomalía de la velocidad de bombeo de Ekman en el Pacífico Norte central y la anomalía de la Zona de Clorofila del Frente de Transición (TZCF), La anomalía positiva significa que el TZCF se desplaza al norte, y anomalía negativa significa desplazamiento al ecuador (tomado de Chai et al., 2003).

De acuerdo con el modelo de Chai (op. cit.) después de 1976 la productividad primaria en los meses de invierno se incrementa en el Pacífico Norte central (30°N-40°N y 180° - 140°W), por efecto de un incremento relativo de nitrato superficial a su vez relacionado con una mayor velocidad de bombeo de Ekman. Los resultados son similares a los obtenidos por Polovina (1995) que estima que la producción primaria y secundaria se elevaría un 50% con respecto al periodo antes del cambio de régimen de 1976.

La productividad biológica en Pacífico central parece responder en escala decadal a procesos físicos similares a los mencionados anteriormente, pero este sistema es mucho más dinámico y presenta un componente de variabilidad de menor escala temporal, pero de amplia influencia en el clima global que son los eventos ENSO, según Lehodey et al., (2003) en la escala decadal se presentan dos condiciones relacionadas con dos regimenes diferentes caracterizados por la frecuencia de los eventos El Niño La Niña, que determina la producción biológica en el Pacífico central y que trata de relacionar con la captura de atún.

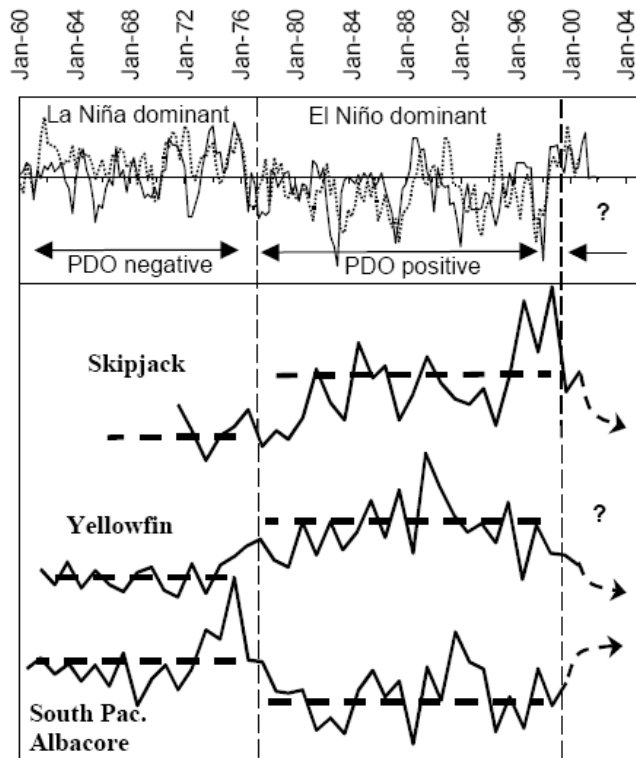


Figura 42. Fluctuación del Índice de la Oscilación Del sur (SOI: la línea delgada) y Pacífico Decadal Oscilación (PDO: línea punteada, y eje invertido), y reclutamiento anual de skipjack, yellowfin y albacora del Pacífico sur (tomado de Lehodey et al., 2003).

El sistema de corrientes ecuatorial del Pacífico impulsa el mayor sistema de surgencia del océano, que se conoce por surgencia ecuatorial del Pacífico, en la región ecuatorial oriental se estima que produce entre el 20 y 50 % de la producción primaria nueva del océano global (Loubere, 2000). La escala del sistema posiblemente explica lo escasamente documentado que se encuentra, no obstante es el centro de un esfuerzo de investigación significativo por su importancia en variación de alta frecuencia del clima. En la figura 43 se puede observar las tres áreas relacionadas con estos procesos de surgencia de gran escala.

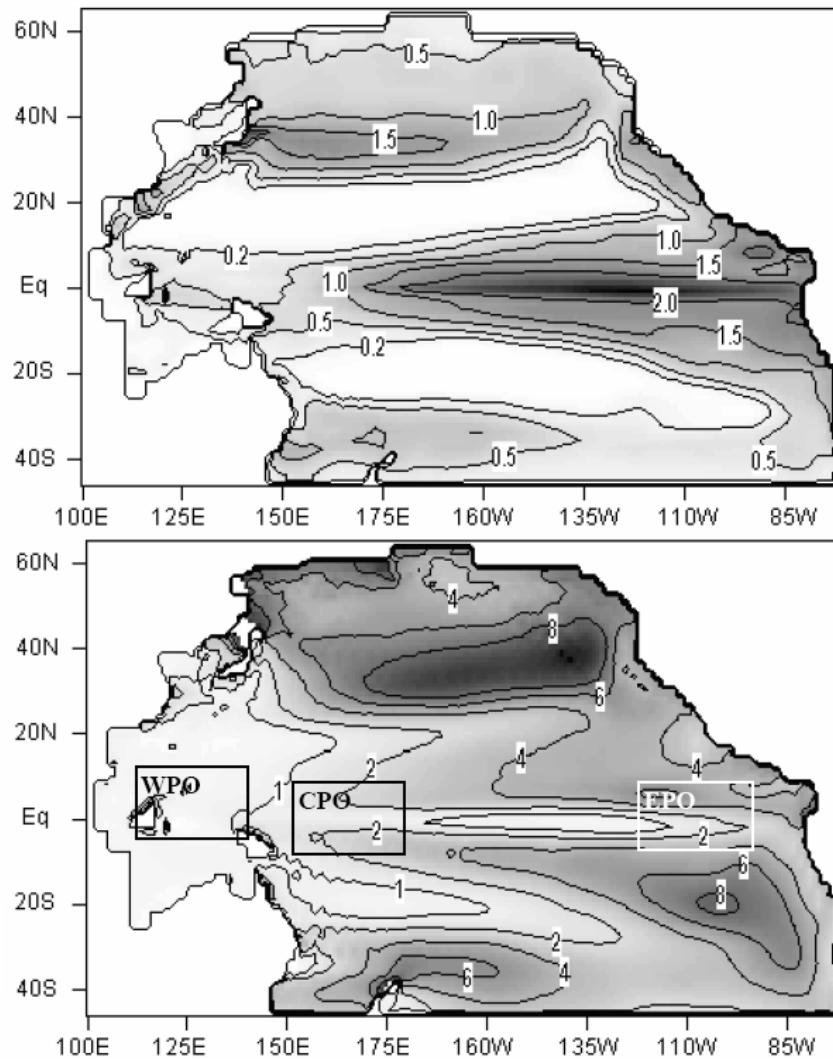


Figura 43. Distribuciones espacial promedio de la nueva producción primaria ( $\text{mmolN}/\text{m}^2 \text{ día}$ ) y biomasa ( $\text{g}/\text{m}^2$ ), estimadas por el modelo desarrollado por Lehodey et al., (2003).

Las variaciones decadales de los sistemas de corrientes en la escala de los giros oceánicos pueden determinar fluctuaciones en la productividad biológica en ésta escala, lo que podría explicar la variación sincrónica de la producción pesquera dentro de las cuencas como se observa en el Pacífico norte.

### Sincronía entre cuencas

La sincronía remota de las capturas entre cuencas podría ser explicada por el efecto de procesos de teleconexión, los patrones de teleconexión se refieren a patrones espaciales atmosféricos de circulación y presión de gran escala, que son recurrentes y persistentes en áreas geográficas extensas. El término también se refiere a los modos de variabilidad de baja frecuencia (o de gran escala temporal).

Los patrones de teleconexión están asociados a procesos de interacción océano atmósfera en diferentes escalas de tiempo; el mayor de todos se relaciona con el ENSO que es impulsado por la

dinámica del Pacífico tropical, posiblemente su importancia se relacione directamente con su extensión la que representa el mayor sistema de captación de calor, y su señal de alta frecuencia se encuentra en la mayor parte de otros procesos o modos de variación.

Durante los eventos ENSO, la respuesta atmosférica a las anomalías de TSM del Pacífico influye en las condiciones ecuatoriales oceánicas en el resto del globo, ésta conexión la vía de "puentes atmosféricos" ha sido descrita por Alexander et al. (2002), por medio de modelos acoplados atmósfera océano y registros instrumentales se ha establecido una clara relación entre las anomalías de TSM en el Pacífico ecuatorial con los del Pacífico Norte, el Atlántico tropical norte, y el Océano Índico en el invierno y primavera boreal. Es evidente la complejidad de los procesos de intercambio de calor por flujo atmosférico y oceánico particularmente en el Pacífico extratropical, factores como los efectos retardados y la interacción simultánea de los diferentes procesos hace difícil reconocer las relaciones en su conjunto, a pesar de todo los patrones emergentes parecen revelar en parte su dinamismo.

Se reconocen tres modos de variabilidad dominante global relacionados con procesos acoplados atmósfera océano relacionados con ENSO, NAO, y ALPI, que se relacionan con los sistemas climáticos del Pacífico norte, la del Pacífico central y el Atlántico norte. La intensidad y la estructura espacial de las regiones tele-conectadas varía en diferentes escalas de tiempo, como se puede ver en la figura 44 donde se muestra la estructura del modo de variación del ENSO según Conil (op. cit.), este modo es el más definido y contrastante, no obstante los otros dos modos (Figura 39), muestran cierta similitud en la distribución de las regiones anti-correlacionadas particularmente en el Pacífico.

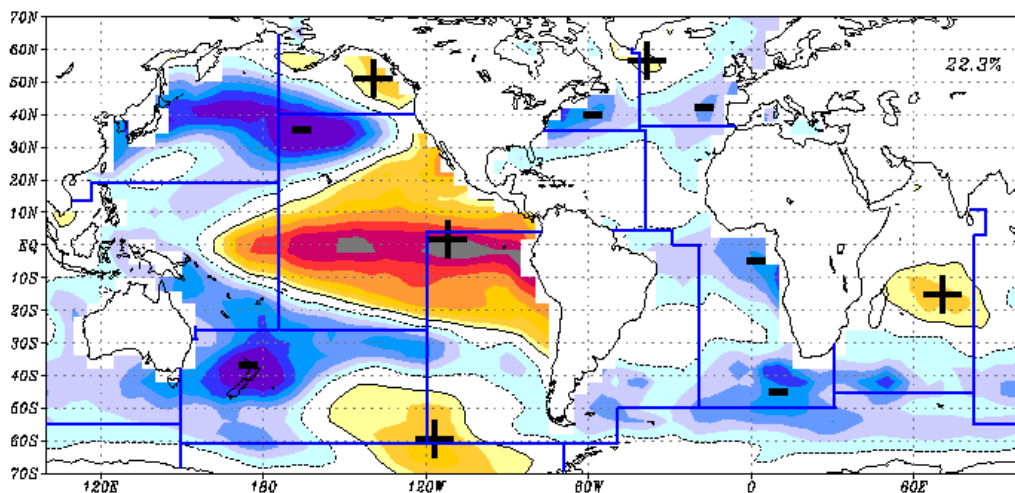


Figura 44. Segundo modo de variación de la temperatura superficial del mar según Conil (2003), relacionado con el sistema climático del Pacífico ecuatorial, los signos + y - indican los centros tele-conectados y la división de las áreas estadísticas de captura de FAO.

La hipótesis de la sincronía remota se puede evaluar por cuatro puntos clave. El primero es que la variabilidad climática, reconocida en principio como el único factor que podría explicar la sincronía de la variación de las estadísticas de captura, y que implícitamente sugieren ser reflejo de la variación de la abundancia de los recursos pesqueros.

El segundo punto; se relaciona con la dinámica de los ecosistemas y las poblaciones, que en principio también está relacionado con la variación climática, pero que presenta ritmos y formas propias de comportamiento que dependen de las especies, de sus relaciones, y de su capacidad de



adaptación. Relacionado con este punto, un tema importante son los procesos de acoplamiento entre el ambiente y la dinámica de los ecosistemas.

El tercer punto; se refiere a lo último mencionado; la producción pesquera, que depende en principio de la abundancia de los recursos pero como es una actividad socioeconómica, esta sujeta a diferentes variables relacionadas con la oferta y la demanda de los productos, el desarrollo de tecnología de captura, el desarrollo de la infraestructura de la pesca, el desarrollo de los países, las estrategias de manejo, etc. y que más que un factor de sincronía puede ser un factor de ruido o que puede alterar o encubrir el efecto de la variación de la abundancia natural.

El cuarto punto; se relaciona con la hipótesis del calentamiento global por efecto de los gases invernadero, al que se le ha dado particular importancia en las últimas décadas, y que es paradigma central en numerosos trabajos de investigación sobre el tema abordado, y que se basa en la evidente tendencia de aumento de la temperatura global en las dos últimas décadas. En este caso su trascendencia en el tema es como factor de disrupción.

## CONCLUSIONES

Los patrones principales identificados en las series de tiempo de captura de las 332 pesquerías son coherentes con los patrones de variabilidad del clima

en las principales pesquerías del mundo, de las 332 pesquerías analizadas; 115 presentan un patrón de variación con capturas mayores entre los años 1950-1976(T1), 148 muestran mayores capturas entre 1977-2000(T2), y en 61 casos el periodo de mayores capturas es entre 1965-1985(T3). En el área que corresponde al Pacífico centro occidental (71) predomina el patrón T2, esto se podría relacionar más con el desarrollo de las pesquerías nuevas que con cambios relacionados con el clima.

La evidencia disponible permite demostrar la relación entre los patrones de variación de las capturas de pesquerías y la variación climática; en particular ciertas pesquerías del Pacífico norte como la del Alaska pollock, donde se observa que las capturas han sido altas durante el último periodo, y se relacionan con un conjunto de cambios asociados con el cambio de régimen climático de 1976. También se reconoce la influencia del ENSO sobre las capturas de pesquerías importantes como el atún aleta amarilla, y en pesquerías de los sistemas de corrientes orientales como la de California y Humbolt.

La variabilidad climática de muy baja frecuencia en la escala de alrededor de 50 años, parece corresponder con un modo de variabilidad global, evidencias de esta señal han sido encontradas principalmente en el norte de las cuencas del Pacífico y el Atlántico, y se cuenta con evidencia de la influencia del Pacífico tropical en la cuenca del Índico, lo que permite suponer el efecto global de los cambios climáticos en el dominio de la señal de los 50 años.

No se encontró relación entre los patrones de variación de la captura comercial y los atributos poblacionales de las especies. Este punto resulto más complejo de lo inicialmente se considero, es evidente la deficiente caracterización de las especies para explicar su comportamiento durante los cambios climáticos.

## RECOMENDACIONES

- Es evidente la necesidad de mejorar nuestra comprensión sobre los procesos dominantes del clima en vista del grave impacto que han tenido en las sociedades a lo largo de la historia y en particular en nuestro país en los últimos años, esto ha impulsado los esfuerzos de la comunidad científica mundial con el objeto de ampliar los horizontes de pronóstico en escala de tiempo mayores
- Pero en particular es importante fomentar los esfuerzos de investigación en el problema clima-pesquerías y específicamente en escala de tiempo de décadas, como se ha hecho evidente en las grandes fluctuaciones de las capturas en amplias escalas de tiempo y especie, en la actualidad se ha documentado con cierta abundancia los efectos de los eventos El Niño en la abundancia y distribución de las poblaciones de peces comerciales, y lógicamente es relativamente escasa la publicación de trabajos sobre el problema en escalas de tiempo más largas, en parte debido a la escasez de información en escalas de tiempo largas, tanto de variables biológicas como de la física del ambiente.
- Es importante fomentar en nuestro país la participación multidisciplinaria para abordar el estudio de estos procesos de gran escala, debido a que existe cierto aislamiento entre los

especialistas de las disciplinas relacionadas; oceanógrafos, meteorólogos y biólogos que se ocupan de problemas específicos lo que es evidentemente necesario para entender en profundidad los problemas, no obstante es común que el enfoque del especialista pierda de vista los problemas que resultan de la interacción general a los ecosistemas. Entre algunos especialistas se ha comentado la posibilidad de la creación de nuevas áreas académicas de postgrado para la formación de investigadores con capacidad para abordar los problemas alrededor del clima y las pesquerías.

- Es conveniente señalar en los foros adecuados la necesidad de establecer sistemas accesibles de información sobre las pesquerías mexicanas, aunque se entiende la razón de reservar el uso de cierta información para fines de manejo, pero es necesario que esta información sea del dominio público después de un tiempo de reserva, la información no publicada termina finalmente perdiéndose.

## **SUGERENCIAS PARA TRABAJO FUTURO**

- Es evidente la necesidad de fortalecer los esfuerzos de investigación del efecto de la variación climática en las pesquerías mexicanas importantes como el camarón, el abulón, la langosta, sobre pesquerías multinacionales como la de atún, sobre las que existe bases de datos y publicaciones relativamente abundantes.
- Se requiere mejorar y actualizar los sistemas de información sobre las variables del clima para caracterizar mejor los cambios climáticos regionales, recurriendo a la información que aportan los sistemas de teledetección internacionales y de los organismos dedicados a la estudio del clima.
- Un que se considera particularmente importante es el papel que tienen los eddies de mesoescala en la supervivencia larvaria y de los juveniles de especies pelágicas como la sardina y el atún. Paralelamente a esta cuestión se debe considerar el estudio de estos remolinos, tanto su detección como la determinación de las condiciones ambientales que los generan y mantienen.
- Con respecto al clima en la actualidad se desarrolla una intensa actividad para aclarar la cuestión del “calentamiento global” en diferentes líneas de investigación, esto es una pieza clave para el pronóstico de la evolución del clima en las próximas décadas.

## Bibliografia citada

- Abarca del Rio, R., D. Gambis, D. Salstein, P. Nelson, & A. Dai. 2003. Solar activity and earth rotation variability. *J. Geodyn.* 36 (3): 423-443.
- Alexander, M. A., I. Bladé, M. Newman, J. R. Lanzante, N. Lau, & J. D. Scott. 2002. The Atmospheric Bridge: The Influence of ENSO Teleconnections on Air–Sea Interaction over the Global Oceans. *J. Clim.* 15 (16): 2205–2231.
- Alheit, J., & E. Hagen. 1997. Long-term climate forcing of European herring and sardine populations. *Fish. Oceanogr.* 6 (2): 130-139.
- Arnold, N. F., & T. R. Robinson. 1998. Solar cycle changes to planetary wave propagation and their influence on the middle atmosphere circulation. *Ann. Geophys.* 16 (1): 69–76.
- Attrill, M. J., & M. Power. 2002. Climatic influence on a marine fish assemblage. *Nature* 417 (6886): 275-278.
- Avila de Melo, A. M., & R. Alpoim. 1999. Recursos pesqueiros do Noroeste Atlântico: situação actual com base nas avaliações de 1998 feitas pelo Conselho Científico da NAFO. *Relat. Cient. Téc. Inst. Invest. Pescas* 35: 24.
- Bakun, A., & K. Broad. 2002. Climate and Fisheries: interacting paradigms, scales, and policy approaches. *Fish. Oceanogr.* 11 (3): 189–190.
- Baumgartner, T. R., A. Sootier, & V. Ferreira-Bartrina. 1992. Reconstruction of the history of Pacific sardine and northern anchovy populations over the past two millenia from sediments of the Santa Barbara Basin, California. *CalCOFI Rep.* 33: 24-40.
- Beamish, R. J., & D. R. Bouillon. 1993. Pacific salmon production trends in relation to climate. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50: 1002-1016.
- Beamish, R. J., C. E. Neville, & A. J. Cass. 1997. Production of Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in relation to decadal-scale changes in the climate and the ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54 (3): 543-554.
- Beamish, R. J., D. J. Noakes, G. A. McFarlane, L. Klyashtorin, V. V. Ivanov, & V. Kurashov. 1999. The regime concept and natural trends in the production of Pacific salmon. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 56 (3): 516-526.
- Brander, K. 1997. Effects of climate change on cod (*Gadus morhua*) stocks. 255-278 En: C. M. Wood & D. G. McDonald, (Eds.). *Global Warming: Implications for Freshwater and Marine Fish*. Cambridge University Press., Cambridge.
- Buch, E., M. H. Nielsen, & S. Pedersen. 2002. Ecosystem variability and regime shift in West Greenland waters. *J. Northw. Atl. Fish. Sci.* 34: 13–28.
- Caddy, J. F. 1983. An alternative to equilibrium theory for management of fisheries. *FAO Fish. Rep.* 290 (2): 285-327.
- Chai, F., M. Jiang, R. T. Barber, R. C. Dugdale, & Y. Chao. 2003. Interdecadal Variation of the Transition Zone Chlorophyll Front: A Physical-Biological Model Simulation between 1960 and 1990. *J. Oceanogr.* 59 (4): 461 - 475.
- Chavez, F. P., J. Ryan, S. E. Lluch-Cota, & M. Niquen C. 2003. From Anchovies to Sardines and Back: Multidecadal Change in the Pacific Ocean. *Science* 299 (5604): 217-221.
- Chelton, D. 1981. Interannual variability of the California Current-physical factors. *CalCOFI Rep.* 22: 34-48.
- Conil, S. 2003. Modélisation de l'influence océanique sur la variabilité atmosphérique dans la région atlantique nord europe. Tesis Doct. Université Paris.
- Cox, S. P., S. J. D. Martell, C. J. Walters, T. E. Essington, J. F. Kitchell, C. Boggs, & I. Kaplan. 2002. Reconstructing ecosystem dynamics in the central Pacific Ocean, 1952-1998. 1. Estimating population biomass and recruitment of tunas and billfishes. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 59 (11): 1724-1735.
- Craig, P. C., J. H. Choat, L. M. Axe, & S. Saucerman. 1997. Population dynamics of tropical reef fish (*Acanthurus lineatus*) harvested in American Samoa. *Fish. Bull.* 95: 680-693.
- Crowley, T. J. 2000. Causes of Climate Change Over the Past 1000 Years. *Science* 289: 270-277.

- Cury, P., & C. Roy. 1989. Optimal environmental window and pelagic fish recruitment success in upwelling areas. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 46 (4): 670-680.
- Damnati, B., & M. Taieb. 1995. Solar and ENSO signatures in laminated deposits from lake Magadi (Kenya) during the Pleistocene/Holocene transition. *J. Afr. Earths Sci.* 21 (3): 373-382.
- D'Arrigo, R., B. Buckley, S. Kaplan, & J. Woollett. 2003. Interannual to multidecadal modes of Labrador climate variability inferred from tree rings. *Clim. Dyn.* 20: 2-3.
- DeLury, D. B. 1947. On the estimation of biological populations. *Biometrics* 3: 145-167.
- . 1951. On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *J. Fish. Res. Board. Can.* 8: 281-307.
- Deser, C., & M. L. Blackmon. 1993. Surface Climate Variations over the North Atlantic Ocean during Winter: 1900-1989. *J. Clim.* 6 (9): 1743-1753.
- Deser, C., & J. M. Wallace. 1990. Large-Scale Atmospheric Circulation Features of Warm and Cold Episodes in the Tropical Pacific. *J. Clim.* 3 (11): 1254-1281.
- Enfield, D. B., A. M. Mestas, D. A. Mayer, & L. Cid-Serrano. 1999. How ubiquitous is the dipole relationship in tropical Atlantic sea surface temperatures? *J. Geophys. Res.* (104).
- Enfield, D. B., A. M. Mestas-Nunez, & P. J. Trimble. 2001. The Atlantic multidecadal oscillation and it's relation to rainfall and river flows in the continental U.S. *Geophys. Res. Lett.* 28: 2077-2080.
- FAO. 2000. *El Estado Mundial de la Pesca y la Acuicultura - 2000*. FAO Roma. 160 p.
- Frank, K. T., R. I. Perry, & K. F. Drinkwater. 1990. Predicted response of Northwest Atlantic invertebrate and fish stocks to CO<sub>2</sub>-induced climate change. 353-365. *Symp. on Effects of Climate Change on Fish*. Transactions of the American Fisheries Society, Toronto, Canada.
- Fréon, P., C. Mullon, & B. Voisin. 2003. Investigating remote synchronous patterns in fisheries. *Fish. Oceanogr.* 12 (4-5): 443-457.
- Froese, R., & D. Pauly. 2000. *FishBase 2000: concepts, design and data sources*. ICLARM Los Baños, Laguna, Filipinas. 344 p.
- Gargett, A. E. 1997. The optimal stability 'window': a mechanism underlying decadal fluctuations in North Pacific salmon stocks? *Fish. Oceanogr.* 6 (2): 109.
- Grainger, R. J. R., & S. M. García. 1996. Chronicles of marine fishery landings (1950-1994): trend analysis and fisheries potential. *FAO Fish. Tech. Pap.* 359: 51.
- Gu, D., & S. G. H. Philander. 1997. Interdecadal climate fluctuations that depend on exchanges between the tropics and extratropics. *Science* 275: 805-807.
- Gutierrez, T. M., A. Herrera, N., & S. Marin, D. 1999. Distribution and abundance of Peruvian anchovy and other pelagic species between El Niño 1982-83 and 1997-98. *Bol. Inst. Mar Peru* 18 (1): 1-2.
- Hay, D. E., R. Toresen, R. Stephenson, M. Thompson, R. Claytor, F. Funk, E. Ivshina, J. Jakobsson, T. Kobayashi, I. McQuinn, G. Melvin, J. Molloy, N. Naumenko, & K. T. Oda. 2001. Taking stock: an inventory and review of world herring stocks in 2000. 381-454. En: F. Funk, J. Blackburn, D. Hay, A. J. Paul, R. Stephenson, R. Toresen, & D. Witherell. (Eds.) Lowell Wakefield Symp. Anchorage (USA). Alaska Sea Grant.
- Heath, M. R., & K. Brander. 1999. Workshop on gadoid stocks in the North Sea during the 1960s and 1970s. *ICES Coop. Res. Report* 244: 55.
- Helland-Hansen, B. 1909. Statistical research into the biology of the haddock and cod in the North. *Sea. Rapp. P.-V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Mer* 10: 62.
- Hilborn, R., & J. Sibert. 1985. Management strategies for newly developing fisheries. *Sp. Fish. Newsl.* (35): 21-30.
- Hollowed, A. B., & W. S. Wooster. 1992. Variability of winter ocean conditions and strong year classes of Northeast Pacific groundfish. 433-444 En: R. R. Dickson, P. Maelkki, G. Radach, R. Saetre, & M. P. Sissenwine, (Eds.). *ICES marine science symposia*. ICES, Copenage.
- Holmgren, D. 2002. Decadal-centennial variability in marine ecosystems of the northeast Pacific Ocean: The use of fish scales deposition in sediments. Tesis Doct. University of Washington. 122 p.
- Hu, F. S., D. Kaufman, S. Yoneji, D. Nelson, A. Shemesh, Y. Huang, J. Tian, G. Bond, B. Clegg, & T. Brown. 2003. Cyclic Variation and Solar Forcing of Holocene Climate in the Alaskan Subarctic. *Science* 301 (5641): 1890-1893.
- Hunt, G. L., P. Stabeno, G. Walters, E. Sinclair, R. D. Brodeur, J. M. Napp, & N. A. Bond. 2002. Climate change and control of the southeastern Bering Sea pelagic ecosystem. *Deep-Sea Res. Pt. II* 49 (26): 5821-5853.

- Hunt, G. L., & P. J. Stabeno. 2002. Climate change and the control of energy flow in the southeastern Bering Sea. *Prog. Oceanogr.* 55 (1-2): 5-22.
- Hurrell, J. W. 1995. Decadal trends in the North Atlantic Oscillation: regional temperatures and precipitation. *Science* 269: 676-679.
- Iversen, S. A., M. D. Skogen, & E. Svendsen. 2002. Availability of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) in the north-eastern North Sea, predicted by the transport of Atlantic water. *Fish. Oceanogr.* 11 (4): 245-250.
- Jones, P. D., M. New, D. E. Parker, S. Martin, & I. G. Rigor. 1999. Surface air temperature and its changes over the Past 150 years. *Rev. Geophys.* 37 (2): 173-199.
- Kawasaki, T. 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers? *FAO Fish. Rep.* 291(3): 1065-1080.
- Kesteven, G. L. 1973. *Manual of fisheries sciences. Part 1-An introduction to fisheries science.* FAO Fisheries Technical Papers, 118. Rome. 42 p.
- Kifani, S. 1998. Climate dependent fluctuations of the Moroccan sardine and their impact on fisheries. 236-248. En: M. H. Durand, P. Cury, R. Mendelssohn, C. Roy, A. Bakun, & D. Pauly. (Eds.) *Global versus Local Changes in Upwelling Systems.* Monterey (California).
- King, J. R., V. V. Ivanov, V. Kurashov, R. J. Beamish, & G. A. McFarlane. 1998. General circulation of the atmosphere over the North Pacific and its relationship to the Aleutian Low. *NPAFC Doc.* 318: 18.
- Klyashtorin, L. B. 1996. Global climate cycles and pelagic fish stock fluctuations in the Pacific. 20-21. En: D. Hancock & J. Beumer. (Eds.) *Proceedings of Second World Fisheries Congress.* Australia. CSIRO.
- . 2001. Climate change and long-term fluctuations of commercial catches : the possibility of forecasting. *FAO fisheries technical paper* 410: 86.
- Klyashtorin, L. B., & A. A. Lyubushin. 2003. On the Coherence between Dynamics of the World Fuel Consumption and Global Temperature Anomaly. *Energy & Environment* 14 (6): 773-782.
- Knapp, G., P. Livingston, & A. Tyler. 1998. Human Effects of Climate-Related Changes in Alaska Commercial Fisheries. 1-20. En: G. Weller & P. A. Anderson. (Eds.) *Assessing the consequences of climate change for Alaska and the Bering Sea region.* Anchorage, Alaska. University of Alaska.
- Knights, B. 2003. A review of the possible impacts of long-term oceanic and climate changes and fishing mortality on recruitment of anguillid eels of the Northern Hemisphere. *Sci. Total Environ.* 310: 1-3.
- Kosek, W. 2002. Autocovariance prediction of complex-valued polar motion time series. *Advances of Space Research* 30 (2): 375-380.
- Koslow, J. A., A. J. Hobday, & G. W. Boehlert. 2002. Climate variability and marine survival of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) in the Oregon production area. *Fish. Oceanogr.* 11 (2): 65-77.
- Lamb, H. H. 1995. *Climate History and the Modern World.* Routledge London and New York. 433 p.
- Lange, C. B., S. K. Burke, & W. H. Berger. 1990. Biological production off southern California is linked to climatic change. *Clim. Change.* 16 (3): 319-329.
- Latif, M., & T. P. Barnett. 1994. Causes of Decadal Climate Variability over the North Pacific and North America. *Science* 266 (5185): 634-637.
- Lehodey, P., F. Chai, & H. Hampton. 2003. Modelling climate-related variability of tuna populations from a coupled ocean-biogeochemical-populations dynamics model. *Fish. Oceanogr.* 12 (4-5): 483-494.
- Linsley, B. K., G. M. Wellington, & D. P. Schrag. 1997. Decadal sea surface temperature variability in the subtropical South Pacific from 1726 to 1997 A.D. *Science* 290 (5494): 1145-1148.
- Ljungman, A. 1880. Contribution toward solving the question of the secular periodicity of the great herring fisheries. *Rep. U.S. Fish. Comm.* 1879: 497-503.
- Lluch-Belda, D., J. M. Crawford, T. Kawasaki, A. D. MacCall, R. H. Parrish, R. A. Schwartzlose, & P. E. Smith. 1989. World-wide fluctuations of sardine and anchovy stocks: The regime problem. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 8: 195-205.
- Lluch-Belda, D., D. Lluch-Cota, & S. Lluch-Cota. 2003. Scales of interannual variability in the California current system. *CalCOFI Rep.* 44: 76-85.
- Lluch-Belda, D., R. A. Schwartzlose, R. Serra, R. Parrish, T. Kawasaki, D. Hedgecock, & R. J. M. Crawford. 1992. Sardine and anchovy regime fluctuations of abundance in four regions of the world oceans: A workshop report. *Fish. Oceanogr.* 1 (4): 339-347.
- Logerwell, E. A., & P. E. Smith. 2001. Mesoscale eddies and survival of late stage Pacific sardine (*Sardinops sagax*) larvae. *Fish. Oceanogr.* 10 (1): 13-25.
- Longhurst, A. R. 2001. *Ecological Geography Of The Sea.* Academic Press France. 398 p.

- Loubere, P. 2000. Marine control of biological production in the eastern equatorial Pacific Ocean. *Nature* 406 (6795): 497-500.
- Mantua, N. J., S. R. Hare, Y. Zhang, J. M. Wallace, & R. C. Francis. 1997. A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production. *B. Am. Meteorol. Soc.* 78: 1069-1079.
- Marsac, F., & J.-L. Le Blanc. 1997. Inter-annual and ENSO-associated variability of the Indian Ocean coupled ocean atmosphere system with possible impacts on the yellowfin tuna fisheries. ICCAT Symposium-Acores-June 1996. <http://indianocean.free.fr/fm&jll.htm>
- McFarlane, G. A., J.R. King and R.J. Beamish., 2000. Have there been recent changes in climate? Ask the fish. *Prog. Oceanogr.* . 47: 147-169.
- McGowan, J. A., D. R. Cayan, & L. M. Dorman. 1998. Climate-ocean variability and ecosystem response in the Northeast Pacific. *Science* 281 (5374): 210-217.
- McKinnon, J. 1987. Sunspot Numbers: 1610-1985. World Data Center A for Solar-Terrestrial Physics, NOAA. Rep. 112 p.
- Miller, A. J., F. Chai, S. Chiba, J. R. Moisan, & D. J. Neilson. 2004. Decadal-Scale Climate and Ecosystem Interactions in the North Pacific Ocean. *J. Oceanogr.* 60 (1): 163 - 188.
- Minobe, S. 1997. A 50-70 year oscillation over the north Pacific and north America. *Geophys. Res. Lett.* 24: 683-686.
- Musick, J. A. 1999. Criteria to define extinction risk in marine fishes. *Fisheries* 24 (12): 6-14.
- Nagasawa, K. 2000. Long-term changes in the climate and ocean environment in the Okhotsk Sea and western North Pacific and abundance and body weight of East Sakhalin pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *NPAFC Bulletin* 2: 203-211.
- NASA. 2000. Sun-Climate Connections. 31. En: W. A. Sprigg. (Ed.) Nasa Workshop in Sun-Climate Connections.: Arizona. University of Arizona.
- Overland, J. E., J. M. Adams, & N. A. Bond. 1999. Decadal variability of the Aleutian Low and its relation to high latitude circulation. *J. Climate* 12: 1542-1548.
- Overland, J. E., N. A. Bond, & J. M. Adams. 2002. The relation of surface forcing of the Bering Sea to large-scale climate patterns. *Deep-Sea Res. Pt. II* 49: 5855-5868.
- Paeth, H., M. Latif, & A. Hense. 2003. Global SST influence on twentieth century NAO variability. *Clim. Dyn.* 21 (1): 63-75.
- Palomares, M. L. D. y. D. P. 1999. Predicting the food consumption of fish populations as functions of mortality, food type, morphometrics, temperature and salinity. *Mar. Freshwat. Res.* . 49: 447-453.
- Parrish, R. H. 1997. Regime-Scale Fluctuations In The Circulation Of The North Pacific. *NOAA Tech. Memo.* 29: 313.
- Pauly, D. 1980. On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *ICES J. Mar. Sci.* 39 (2): 175-192.
- . 1986. A simple method for estimating the food consumption of fish populations from growth data and food conversion experiments. *Fish. Bull.* 84: 827-840.
- Pauly, D., & J. L. Munro. 1984. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. *Fishbyte* 10 (1): 21.
- Peixoto, J. P., & A. H. Oort. 1992. *Physics of Climate* New York. p.
- Perry, A. H., & J. M. Walker. 1977. *The ocean-atmosphere system*. Longman Inc., 160. New York. 160 p.
- Polovina, J. J. 1996. Decadal variation in the trans-Pacific migration of northern bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) coherent with climate-induced change in prey abundance. *Fish. Oceanogr.* 5 (2): 114-119.
- Polovina, J. J., G. T. Mitchum, & G. T. Evans. 1995. Decadal and basin-scale variation in mixed layer depth and the impact on biological production in the Central and North Pacific, 1960-88. *Deep-Sea Res. Pt. I* 42 (10): 1701-1716.
- Polovina, J. J., G. T. Mitchum, N. E. Graham, M. G. Craig, E. E. Demartini, & E. N. Flint. 1994. Physical and biological consequences of a climate event in the central North Pacific. *Fish. Oceanogr.* 3 (1): 15-21.
- Power, S., F. Tseitkin, V. Mehta, B. Lavery, S. Torok, & N. Holbrook. 1999. Decadal Climate Variability in Australia during the 20th Century. *Int. J. Climatol.* 19: 169-184.
- Rapport, D. J., H. A. Regier, & T. C. Hutchinson. 1985. Ecosystem behaviour under stress. *Am. Nat.* 125: 617-640.
- Rebstock, G. A. 2002. Long-term changes in the species composition of calanoid copepods off southern California. Tesis Doctoral. Univ. de California. 240 p.

- Reed, R. G., W. J. Campbell, L. A. Rasmussen, & D. G. Rogers. 1961. Evidence of downward-propagating annual wind reversal in the equatorial stratosphere. *J. Geophys. Res.* 66: 813-818.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Board Can.* 191: 382.
- Rodriguez-Sanchez, R., D. Lluch-Belda, H. Villalobos-Ortiz, & S. Ortega-Garcia. 2001. *Large-Scale Long-Term Variability of Small Pelagic Fish in the California Current System*. University of Alaska Sea Grant PO Box 755040 203 O'Neill Bldg. Fairbanks AK 99775-5040 , [URL [http //www.uaf.alaska.edu/seagrant/](http://www.uaf.alaska.edu/seagrant/)]. p.
- Roemmich, D., & J. McGowan. 1995. Climate warming and the decline of zooplankton in the California current. *Science* 267: 1324-1326.
- Royer, T. C. 1993. High-latitude oceanic variability associated with the 18.6-year nodal tide. *J. Geop. Res.* 98: 4639-4644.
- Saji, N. H., B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran, & T. Yamagata. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. *Nature* 401: 360-363.
- Salinger, M. J., J. A. Renwick, & A. B. Mullan. 2001. Interdecadal Pacific Oscillation and South Pacific climate. *Int. J. Climatol.* 21 (14): 1705-1721.
- Saveliev, A. V. 2001. Long-term fluctuations of thermodynamic conditions in surface layer of the Japan sea as response to climatic changes in atmosphere. 114-122. En: D. M.A. (Ed.) *Oceanography of the Japan Sea / Proceedings of CREAMS'2000 Int. Symp. Vladivostok (Russia)*.
- Schwartzlose, R. A., J. Alheit, A. Bakun, T. R. Baumgartner, R. Cloete, R. J. M. Crawford, W. J. Fletcher, Y. Green-Ruiz, E. Hagen, T. Kawasaki, D. Lluch-Belda, S. E. Lluch-Cota, A. D. MacCall, Y. Matsuura, & et al. 1999. Worldwide large-scale fluctuations of sardine and anchovy populations. *S. Afr. J. Mar. Sci.* 21: 289-347.
- Shatz, Y. 2000. Universal software for fisheries statistical time series. FAO, Rome.
- Sims, D. W., M. J. Genner, A. J. Southward, & S. J. Hawkins. 2001. Timing of squid migration reflects North Atlantic climate variability. *Proc. R. Soc. Lond., Ser. B: Biol. Sci.* 268 (1485): 2607-2611.
- Solow, A. R. 2001. *Fisheries and climate*. Academic Press 525 B St. Ste. 1900 San Diego CA 92101-4495. p.
- Spencer, P. D., & J. S. Collie. 1997. Patterns of population variability in marine fish stocks. *Fish. Oceanogr.* 6: 188-204.
- StatSoft, I. 1999. *STATISTICA for Windows [Computer program manual]*. StatSoft, Inc., Tulsa, OK.
- Swansburg, E., G. Chaput, D. Moore, D. Caissie, & N. El-Jabi. 2002. Size variability of juvenile Atlantic salmon: links to environmental conditions. *J. Fish Biol.* 61 (3): 661-683.
- Taylor, C. C. 1958. Cod growth and temperature. *ICES J. Mar. Sci.* 23 (3): 366-370.
- Thompson, D. W. J., & J. M. Wallace. 1998. The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. *Geophys. Res. Lett.* 25: 1297-1300.
- Thresher, R. E. 2002. Solar correlates of Southern Hemisphere mid-latitude climate variability. *Int. J. Climatol.* 22 (8): 901-915.
- Toresen, R., & O. J. Oestvedt. 2000. Variation in abundance of Norwegian spring-spawning herring (*Clupea harengus*, Clupeidae) throughout the 20th century and the influence of climatic fluctuations. *Fish. & Fish.* 1 (3): 231-256.
- Trenberth, K. E. 1997. The Definition of El Niño. *B. Am. Meteorol. Soc.* 78: 2771-2777.
- Trenberth, K. E., & J. W. Hurrell. 1994. Decadal atmosphere-ocean variations in the Pacific. *Clim. Dyn.* 9: 303-319.
- Tsujita, T. 1957. The fisheries oceanography of the East China Sea and the Tsushima Strait-1. The oceanographic structure and the ecological character of the fishing grounds. *Bull. Seikai Reg. Fish. Res. Lab.* 13: 1-47.
- Venrick, E. L., J. A. McGowan, D. R. Cayan, & T. L. Hayward. 1987. Climate and chlorophyll a: long-term trends in the central north Pacific Ocean. *Science* 238: 70-72.
- Veryard, R. G., & R. A. Ebdon. 1961. Fluctuations in tropical stratospheric winds. *Meteorol. Mag.* 90: 125-143.
- von Bertalanffy, L. 1938. A quantitative theory of organic growth. (Inquiries on growth laws II). *Hum. Biol.* 10: 181-213.
- Wallace, J. M., & D. S. Gutzler. 1981. Teleconnections in the geopotential height field during the Northern Hemisphere winter. *Mon. Wea. Rev.* 109: 784-812.
- Ware, D. M. 1995. A century and a half of change in the climate of the NE Pacific. *Fish. Oceanogr.* 4: 267-277.



- Watanabe, M., & T. Nitta. 1999. Abrupt shifts in the atmospheric circulation and associated decadal climate variations in the Northern Hemisphere winter: A diagnostic study. *J. Clim.* 12: 494-510.
- Witbaard, R., G. C. A. Duineveld, & P. A. W. J. d. Wilde. 1997. A long-term growth record derived from *Arctica islandica* (Mollusca, Bivalvia) from the Fladen Ground (northern North Sea). *J. Mar. Biol. Ass. UK.* 77: 801-816.
- Wolter, K., & M. S. Timlin. 1998. Measuring the strength of ENSO - how does 1997/98 rank?. *Weather* 53: 315-324.
- Yamagata, T., M. Keizeku, & Y. Masumoto. 1996. Seasonal variations in the equatorial Indian Ocean and their impact on the Lombok throughflow. *J. Geophys. Res-Oceans* 101 (C5): 12 465-12 473.
- Yanez, E., M. A. Barbieri, C. Silva, K. Nieto, & F. Espindola. 2001. Climate variability and pelagic fisheries in northern Chile. *Prog. Oceanogr.* 49: 1-4.
- Yasuda, I., H. Sugisaki, Y. Watanabe, S. Minobe, & Y. Oozeki. 1999. Interdecadal variations in Japanese sardine and ocean/climate. *Fish. Oceanogr.* 8 (1): 18-24.
- Yesaki, M. 1991. A review of the biology and fisheries for longtail tuna (*Thunnus tonggol*) in the Indo-Pacific region. R. S. Shomura, J. Majkowski, & S. Langi. (Eds.) Proceedings of the First FAO Expert Consultation on interactions of Pacific Tuna Fisheries. Nouméa, New Caledonia. 2.
- Zhang, C. I., J. B. Lee, S. Kim, & J.-H. Oh. 2000. Climatic regime shifts and their impacts on marine ecosystem and fisheries resources in Korean waters. *Prog. Oceanogr.* 47: 2-4.

## ANEXOS

Tabla A1. Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Pacífico.

Tabla A2. Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Atlántico.

Tabla A3. Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Índico

Tabla A4. Lista de especies del grupo 1 de acuerdo con sus características poblacionales.

Tabla A5. Lista de especies del grupo 2.

Tabla A6. Lista de especies del grupo 3.

Tabla A7. Lista de especies del grupo 4.

Tabla A8. Lista de especies de los grupos 5,6 y 7.

Tabla A1. Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Pacífico, se indica el subgrupo asignado, la clave de identificación de la serie, el área de pesca de FAO, el nombre común en Inglés de acuerdo con la base de datos (Shatz, 2000), y el nombre científico de la especie objetivo según FishBase (Froese y Pauly, 2000). (Nota: nei- De acuerdo con la base de datos de FAO, significa que es una especie no incluida en otras especies similares.)

Grupo	Clave	Área	Nombre común en Inglés	Especie objetivo
4	1	Noroeste	Alaska pollock(=Walleye poll.)	Theragra chalcogramma
4	2	Noreste	Alaska pollock(=Walleye poll.)	Theragra chalcogramma
2	3	Noroeste	Albacore	Thunnus alalunga
4	4	Centro Este	Albacore	Thunnus alalunga
4	5	Centro Oeste	Albacore	Thunnus alalunga
2	6	Noreste	Albacore	Thunnus alalunga
5	7	Noroeste	Amberjacks nei	
2	8	Sureste	Anchoveta(=Peruvian anchovy)	Engraulis ringens
5	9	Sureste	Araucanian herring	Strangomera bentincki
5	10	Noroeste	Atka mackerel	Pleurogrammus azonus
4	11	Suroeste	Australian salmon	Arripis trutta
5	12	Centro Oeste	Bali sardinella	Sardinella lemuru
5	13	Centro Oeste	Barracudas nei	
5	14	Centro Oeste	Barramundi(=Giant seaperch)	Lates calcarifer
5	15	Noroeste	Bastard halibut	Paralichthys olivaceus
1	16	Noroeste	Bigeye tuna	Thunnus obesus
1	17	Noroeste	Black marlin	Makaira indica
5	18	Centro Oeste	Black pomfret	Parastromateus niger
3	19	Noroeste	Blackmouth croaker	Atrobucca nibe
1	20	Noroeste	Bluefin gurnard	Chelidonichthys kumu
4	21	Suroeste	Bluefin gurnard	Chelidonichthys kumu
4	22	Centro Oeste	Bombay-duck	Harpadon nehereus
4	23	Centro Este	California pilchard	Sardinops sagax caeruleus
3	24	Centro Este	Californian anchovy	Engraulis mordax
3	25	Noreste	Coho(=Silver)salmon	Oncorhynchus kisutch
2	26	Noroeste	Coho(=Silver)salmon	Oncorhynchus kisutch
4	27	Noroeste	Common dolphinfish	Coryphaena hippurus
4	28	Sureste	Chilean jack mackerel	Trachurus murphyi
4	29	Noroeste	Chinese gizzard shad	Clupanodon thrissa
3	30	Noreste	Chinook(=Spring=King)salmon	Oncorhynchus tshawytscha
1	31	Centro Este	Chinook(=Spring=King)salmon	Oncorhynchus tshawytscha
3	32	Noroeste	Chinook(=Spring=King)salmon	Oncorhynchus tshawytscha
3	33	Noroeste	Chub mackerel	Scomber japonicus
4	34	Sureste	Chub mackerel	Scomber japonicus
4	35	Centro Este	Chub mackerel	Scomber japonicus
5	36	Noroeste	Chum(=Keta=Dog)salmon	Oncorhynchus keta
5	37	Noreste	Chum(=Keta=Dog)salmon	Oncorhynchus keta
5	38	Noroeste	Daggertooth pike conger	Muraenesox cinereus
4	39	Centro Oeste	Daggertooth pike conger	Muraenesox cinereus
3	40	Noroeste	Deepsea smelt	Glossanodon semifasciatus
1	41	Sureste	Eastern Pacific bonito	Sarda chiliensis chiliensis
3	42	Centro Este	Eastern Pacific bonito	Sarda chiliensis chiliensis
5	43	Centro Oeste	Emperors(=Scavengers) nei	
3	44	Noroeste	Flathead grey mullet	Mugil cephalus
2	45	Noreste	Flathead sole	Hippoglossoides elassodon
2	46	Noroeste	Frigate and bullet tunas	Auxis rochei
4	47	Centro Oeste	Goldstripe sardinella	Sardinella gibbosa

<b>GrupoClave</b>	<b>Área</b>	<b>Nombre común en Inglés</b>	<b>Especie objetivo</b>	
3	48	Noroeste	Greater lizardfish	Saurida tumbil
3	49	Suroeste	Hapuku wreckfish	Polyprion oxygeneios
4	50	Centro Oeste	Indian halibut	Psettodes erumei
4	51	Centro Oeste	Indian mackerel	Rastrelliger kanagurta
5	52	Centro Oeste	Indian scad	Decapterus russelli
1	53	Centro Oeste	Indo-Pacific blue marlin	Makaira mazara
5	54	Centro Oeste	Indo-Pacific king mackerel	Scomberomorus guttatus
4	55	Noroeste	Japanese amberjack	Seriola quinqueradiata
5	56	Noroeste	Japanese anchovy	Engraulis japonicus
1	57	Noroeste	Japanese flyingfish	Cheilopogon agoo
2	58	Noroeste	Japanese jack mackerel	Trachurus japonicus
4	59	Noroeste	Japanese pilchard	Sardinops melanostictus
2	60	Noroeste	Japanese sandfish	Arctoscopus japonicus
4	61	Noroeste	Japanese scad	Decapterus maruadsi
5	62	Noroeste	Japanese Spanish mackerel	Scomberomorus niphonius
3	63	Noroeste	Kamchatka flounder	Reinhardtius evermanni
5	64	Centro Oeste	Kawakawa	Euthynnus affinis
4	65	Noroeste	Korean sandlance	
2	66	Noroeste	Large yellow croaker	Pseudosciaena crocea
5	67	Noroeste	Largehead hairtail	Trichiurus lepturus
5	68	Centro Oeste	Largehead hairtail	Trichiurus lepturus
4	69	Noroeste	Lingcod	Ophiodon elongatus
2	70	Noroeste	Milkfish	Chanos chanos
4	71	Centro Oeste	Narrow-barred Spanish mackerel	Scomber commerson
3	72	Noroeste	Northern bluefin tuna	Thunnus thynnus
1	73	Centro Este	Northern bluefin tuna	Thunnus thynnus
5	74	Noroeste	Pacific cod	Gadus macrocephalus
4	75	Noroeste	Pacific cod	Gadus macrocephalus
2	76	Noroeste	Pacific halibut	Hippoglossus stenolepis
2	77	Noroeste	Pacific herring	Clupea pallasii
1	78	Noroeste	Pacific herring	Clupea pallasii
4	79	Centro Este	Pacific herring	Clupea pallasii
1	80	Centro Este	Pacific jack mackerel	Trachurus symmetricus
2	81	Suroeste	Pacific menhaden	Ethmidium maculatum
2	82	Noroeste	Pacific ocean perch	Sebastes alutus
3	83	Noroeste	Pacific ocean perch	Sebastes alutus
4	84	Noroeste	Pacific rudderfish	Psenopsis anomala
3	85	Noroeste	Pacific sandlance	Ammodytes hexapterus
1	86	Noroeste	Pacific saury	Cololabis saira
4	87	Suroeste	Pacific sierra	Scomberomorus sierra
4	88	Suroeste	Peruvian banded croaker	Paralonchurus peruanus
2	89	Suroeste	Peruvian rock seabass	Paralabrax humeralis
5	90	Suroeste	Pink cusk-eel	Genypterus blacodes
5	91	Noroeste	Pink(=Humpback)salmon	Oncorhynchus gorbuscha
4	92	Noroeste	Pink(=Humpback)salmon	Oncorhynchus gorbuscha
4	93	Noroeste	Purple puffer	Takifugu porphyreus
4	94	Centro Oeste	Rainbow runner	Elagatis bipinnulata
4	95	Centro Oeste	Rainbow sardine	Dussumieria acuta
4	96	Suroeste	Red codling	Pseudophycis bachus
1	97	Noroeste	Red-eye round herring	Etrumeus teres
4	98	Noroeste	Sablefish	Anoplopoma fimbria
3	99	Centro Este	Sablefish	Anoplopoma fimbria
4	100	Noroeste	Saffron cod	Eleginus gracilis

<b>GrupoClave</b>	<b>Área</b>	<b>Nombre común en Inglés</b>	<b>Especie objetivo</b>
2 101	Noroeste	Silver croaker	<i>Pennahia argentata</i>
5 102	Centro Oeste	Silver pomfret	<i>Pampus argenteus</i>
5 103	Noroeste	Silver seabream	<i>Pagrus major</i>
3 104	Suroeste	Silver seabream	<i>Pagrus major</i>
5 105	Suroeste	Silver warehou	<i>Seriolella punctata</i>
4 106	Centro Oeste	Sillago-whittings	<i>Sillago sihama</i>
5 107	Centro Oeste	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>
4 108	Noroeste	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>
3 109	Centro Este	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>
5 110	Sureste	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>
4 111	Suroeste	Snoek	<i>Thyrsites atun</i>
1 112	Sureste	Snoek	<i>Thyrsites atun</i>
4 113	Noroeste	Sockeye(=Red)salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>
1 114	Noroeste	Sockeye(=Red)salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>
5 115	Sureste	South Pacific hake	<i>Merluccius gayi gayi</i>
4 116	Centro Oeste	Stolephorus anchovies	
1 117	Centro Este	Striped marlin	<i>Tetrapturus audax</i>
1 118	Noroeste	Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>
5 119	Centro Este	Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>
5 120	Sureste	Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>
2 121	Centro Oeste	Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>
1 122	Suroeste	Tarakihi	<i>Nemadactylus macropterus</i>
4 123	Centro Oeste	Torpedo scad	<i>Megalaspis cordyla</i>
3 124	Suroeste	White trevally	<i>Pseudocaranx dentex</i>
4 125	Centro Oeste	Wolf-herrings nei	<i>Chirocentrus dorab</i>
5 126	Noroeste	Yellow croaker	<i>Larimichthys polyactis</i>
3 127	Noroeste	Yellow striped flounder	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>
4 128	Centro Este	Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>
1 129	Noroeste	Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>
5 130	Sureste	Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>
5 131	Centro Oeste	Yellowstripe scad	<i>Selaroides leptolepis</i>

**Tabla A2.** Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Atlántico, se indica el subgrupo asignado (SG), la clave de identificación de la serie, el área de pesca de FAO, el nombre común en Inglés de acuerdo con la base de datos (Shatz, 2000), y el nombre científico de la especie objetivo según FishBase (Froese y Pauly, 2000).

<b>Clave</b>	<b>SG</b>	<b>Área</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Especie Objetivo</b>
1	1	Noreste	Albacore	Thunnus alalunga
2	1	Noroeste	Alewife	Alosa pseudoharengus
3	2	Noroeste	Amer. plaice(=Long rough dab)	Hippoglossoides platessoides
4	6	Noroeste	American angler	Lophius americanus
5	1	Noroeste	American shad	Alosa sapidissima
6	5	Noreste	Angler(=Monk)	Lophius piscatorius
7	5	Mediterráneo y Mar Negro	Angler(=Monk)	Lophius piscatorius
8	5	Suroeste	Argentine anchovy	Engraulis anchoita
9	5	Suroeste	Argentine croaker	Umbrina canosai
10	6	Suroeste	Argentine hake	Merluccius hubbsi
11	4	Suroeste	Argentine seabass	Acanthistius brasiliensis
12	3	Centro Este	Atlantic bonito	Sarda sarda
13	2	Suroeste	Atlantic bonito	Sarda sarda
14	6	Centro Oeste	Atlantic bonito	Sarda sarda
15	1	Mediterráneo y Mar Negro	Atlantic bonito	Sarda sarda
16	2	Noreste	Atlantic cod	Gadus morhua
17	1	Noroeste	Atlantic cod	Gadus morhua
18	3	Noroeste	Atlantic croaker	Micropogonias undulatus
19	2	Centro Oeste	Atlantic croaker	Micropogonias undulatus
20	1	Noreste	Atlantic halibut	Hippoglossus hippoglossus
21	1	Noroeste	Atlantic halibut	Hippoglossus hippoglossus
22	1	Noreste	Atlantic herring	Clupea harengus
23	2	Noroeste	Atlantic herring	Clupea harengus
24	6	Noreste	Atlantic horse mackerel	Trachurus trachurus
25	4	Mediterráneo y Mar Negro	Atlantic horse mackerel	Trachurus trachurus
26	5	Noreste	Atlantic mackerel	Scomber scombrus
27	2	Noroeste	Atlantic mackerel	Scomber scombrus
28	1	Mediterráneo y Mar Negro	Atlantic mackerel	Scomber scombrus
29	1	Noroeste	Atlantic menhaden	Brevoortia tyrannus
30	2	Centro Oeste	Atlantic menhaden	Brevoortia tyrannus
31	6	Centro Oeste	Atlantic moonfish	Selene setapinnis
32	6	Noreste	Atlantic salmon	Salmo salar
33	6	Noroeste	Atlantic salmon	Salmo salar
34	5	Centro Oeste	Atlantic Spanish mackerel	Scomberomorus maculatus
35	3	Centro Oeste	Atlantic thread herring	Opisthonema oglinum
36	3	Noreste	Atlantic wolffish	Anarhichas lupus
37	2	Mediterráneo y Mar Negro	Azov sea sprat	Clupeonella cultriventris
38	2	Suroeste	Barred grunt	Conodon nobilis
39	5	Centro Este	Bigeye grunt	Brachydeuterus auritus
40	3	Centro Oeste	Bigeye scad	Selar crumenophthalmus
41	6	Centro Este	Bigeye tuna	Thunnus obesus
42	5	Noreste	Bigeye tuna	Thunnus obesus
43	2	Suroeste	Black drum	Pogonias cromis
44	1	Noroeste	Black seabass	Centropristis striata
45	6	Centro Oeste	Blackfin tuna	Thunnus atlanticus
46	1	Noreste	Blackspot(=red) seabream	Pagellus bogaraveo

Clave	SG	Área	Nombre común	Especie Objetivo
47	2	Mediterráneo y Mar Negro	Blackspot(=red) seabream	Pagellus bogaraveo
48	4	Noreste	Blue ling	Molva dypterygia
49	6	Noreste	Blue whiting(=Poutassou)	Micromesistius poutassou
50	6	Mediterráneo y Mar Negro	Blue whiting(=Poutassou)	Micromesistius poutassou
51	2	Centro Este	Bluefish	Pomatomus saltator
52	4	Noroeste	Bluefish	Pomatomus saltator
53	2	Suroeste	Bluefish	Pomatomus saltator
54	1	Centro Oeste	Bluefish	Pomatomus saltator
55	1	Noreste	Bogue	Boops boops
56	5	Mediterráneo y Mar Negro	Bogue	Boops boops
57	6	Centro Este	Bonga shad	Ethmalosa fimbriata
58	6	Suroeste	Brazilian flathead	Seriola lalandi
59	5	Suroeste	Brazilian menhaden	Brevoortia aurea
60	2	Suroeste	Brazilian sardinella	Sardinella brasiliensis
61	6	Noreste	Brill	Scophthalmus rhombus
62	2	Sureste	Cape hakes	Merluccius capensis
63	4	Sureste	Cape horse mackerel	Trachurus capensis
64	4	Noreste	Capelin	Mallotus villosus
65	3	Noroeste	Capelin	Mallotus villosus
66	3	Noreste	Common dab	Solea solea
67	5	Mediterráneo y Mar Negro	Common dentex	Dentex dentex
68	3	Suroeste	Common dolphinfish	Coryphaena hippurus
69	6	Centro Oeste	Common dolphinfish	Coryphaena hippurus
70	1	Noreste	Common pandora	Pagellus erythrinus
71	4	Mediterráneo y Mar Negro	Common pandora	Pagellus erythrinus
72	5	Centro Oeste	Common snook	Centropomus undecimalis
73	6	Noreste	Common sole	Solea solea
74	5	Mediterráneo y Mar Negro	Common sole	Solea solea
75	2	Sureste	Cunene horse mackerel	Trachurus trecae
76	5	Centro Este	Chub mackerel	Scomber japonicus
77	2	Noreste	Chub mackerel	Scomber japonicus
78	2	Sureste	Chub mackerel	Scomber japonicus
79	4	Suroeste	Chub mackerel	Scomber japonicus
80	6	Mediterráneo y Mar Negro	Chub mackerel	Scomber japonicus
81	6	Centro Este	European anchovy	Engraulis encrasicolus
82	1	Noreste	European anchovy	Engraulis encrasicolus
83	4	Mediterráneo y Mar Negro	European anchovy	Engraulis encrasicolus
84	6	Noreste	European conger	Conger conger
85	6	Mediterráneo y Mar Negro	European conger	Conger conger
86	3	Noreste	European flounder	Platichthys flesus
87	5	Centro Este	European hake	Merluccius merluccius
88	1	Noreste	European hake	Merluccius merluccius
89	5	Mediterráneo y Mar Negro	European hake	Merluccius merluccius
90	5	Centro Este	European pilchard(=Sardine)	Sardina pilchardus
91	1	Noreste	European pilchard(=Sardine)	Sardina pilchardus
92	5	Mediterráneo y Mar Negro	European pilchard(=Sardine)	Sardina pilchardus
93	5	Noreste	European plaice	Pleuronectes platessus
94	6	Noreste	European seabass	Dicentrarchus labrax
95	2	Noreste	European smelt	Osmerus eperlanus
96	3	Noreste	European sprat	Sprattus sprattus
97	4	Mediterráneo y Mar Negro	European sprat	Sprattus sprattus

Clave	SG	Área	Nombre común	Especie Objetivo
98	6	Noreste	European whitefish	<i>Coregonus lavaretus</i>
99	6	Centro Oeste	Flathead grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>
100	6	Mediterráneo y Mar Negro	Flathead grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>
101	6	Mediterráneo y Mar Negro	Gilthead seabream	<i>Sparus auratus</i>
102	3	Noreste	Greater forkbeard	<i>Phycis blennoides</i>
103	5	Noreste	Greenland halibut	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>
104	5	Noroeste	Greenland halibut	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>
105	1	Centro Oeste	Gulf kingcroaker	<i>Menticirrhus littoralis</i>
106	4	Centro Oeste	Gulf menhaden	<i>Brevoortia patronus</i>
107	2	Noreste	Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>
108	1	Noroeste	Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>
109	6	Centro Oeste	King mackerel	<i>Scomberomorus cavalla</i>
110	4	Sureste	Kingklip	<i>Genypterus capensis</i>
111	2	Sureste	Largehead hairtail	<i>Trichiurus lepturus</i>
112	6	Centro Oeste	Largehead hairtail	<i>Trichiurus lepturus</i>
113	6	Centro Oeste	Lebranche mullet	<i>Mugil liza</i>
114	6	Noreste	Lemon sole	<i>Microstomus kitt</i>
115	6	Centro Este	Lesser African threadfin	<i>Galeoides decadactylus</i>
116	5	Noreste	Ling	<i>Molva molva</i>
117	1	Sureste	Little tunny(=Atl.black skipj)	<i>Euthynnus alletteratus</i>
118	4	Mediterráneo y Mar Negro	Little tunny(=Atl.black skipj)	<i>Euthynnus alletteratus</i>
119	5	Noreste	Lumpfish(=Lumpsucker)	<i>Cyclopterus lumpus</i>
120	6	Centro Este	Madeiran sardinella	<i>Sardinella maderensis</i>
121	4	Centro Este	Meagre	<i>Argyrosomus regius</i>
122	1	Noreste	Meagre	<i>Argyrosomus regius</i>
123	4	Mediterráneo y Mar Negro	Mediterranean horse mackerel	<i>Trachurus mediterraneus</i>
124	6	Noreste	Megrim	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>
125	1	Noreste	Navaga(=Wachna cod)	<i>Eleginus navaga</i>
126	1	Centro Este	Northern bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
127	1	Noreste	Northern bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
128	2	Noroeste	Northern bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
129	6	Mediterráneo y Mar Negro	Northern bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>
130	5	Centro Oeste	Northern red snapper	<i>Lutjanus campechanus</i>
131	2	Sureste	Panga seabream	<i>Pterogymnus lanarius</i>
132	6	Suroeste	Pink cusk-eel	<i>Genypterus blacodes</i>
133	2	Noreste	Polar cod	<i>Arctogadus glacialis</i>
134	4	Noreste	Pollack	<i>Pollachius pollachius</i>
135	1	Mediterráneo y Mar Negro	Pontic shad	<i>Alosa pontica</i>
136	5	Noreste	Pouting(=Bib)	<i>Trisopterus luscus</i>
137	1	Noroeste	Rainbow smelt	<i>Osmerus mordax mordax</i>
138	2	Suroeste	Red grouper	<i>Epinephelus morio</i>
139	2	Centro Oeste	Red grouper	<i>Epinephelus morio</i>
140	2	Noroeste	Red hake	<i>Urophycis chuss</i>
141	6	Noreste	Red mullet	<i>Mullus surmuletus</i>
142	6	Mediterráneo y Mar Negro	Red mullet	<i>Mullus surmuletus</i>
143	4	Suroeste	Red porgy	<i>Pagrus pagrus</i>
144	6	Mediterráneo y Mar Negro	Red porgy	<i>Pagrus pagrus</i>
145	6	Centro Este	Round sardinella	<i>Sardinella aurita</i>
146	6	Centro Oeste	Round sardinella	<i>Sardinella aurita</i>
147	2	Mediterráneo y Mar Negro	Round sardinella	<i>Sardinella aurita</i>
148	2	Noreste	Saithe(=Pollock)	<i>Pollachius virens</i>



Clave	SG	Área	Nombre común	Especie Objetivo
149	4	Noroeste	Saithe(=Pollock)	Pollachius virens
150	1	Noroeste	Scup	Stenotomus chrysops
151	6	Centro Oeste	Serra Spanish mackerel	Scomberomorus brasiliensis
152	2	Noroeste	Silver hake	Merluccius bilinearis
153	2	Noreste	Silver scabbardfish	Lepidopus caudatus
154	6	Centro Este	Skipjack tuna	Katsuwonus pelamis
155	4	Noreste	Skipjack tuna	Katsuwonus pelamis
156	4	Centro Oeste	Skipjack tuna	Katsuwonus pelamis
157	4	Sureste	Snoek	Thyrsites atun
158	2	Centro Este	Sompat grunt	Pomadasys jubelini
159	1	Sureste	Southern African pilchard	Sardinops sagax
160	4	Sureste	Southern meagre(=Mulloway)	Argyrosomus hololepidotus
161	3	Suroeste	Southern red snapper	Lutjanus purpureus
162	1	Centro Oeste	Southern red snapper	Lutjanus purpureus
163	1	Noroeste	Spot croaker	Leiostomus xanthurus
164	1	Centro Oeste	Spot croaker	Leiostomus xanthurus
165	3	Centro Oeste	Spotted weakfish	Cynoscion nebulosus
166	4	Noroeste	Squeteague(=Gray weakfish)	Cynoscion regalis
167	4	Centro Oeste	Squeteague(=Gray weakfish)	Cynoscion regalis
168	2	Noroeste	Striped bass	Morone saxatilis
169	6	Suroeste	Striped weakfish	Cynoscion striatus
170	4	Noroeste	Summer flounder	Paralichthys dentatus
171	5	Noreste	Swordfish	Xiphias gladius
172	1	Noroeste	Swordfish	Xiphias gladius
173	6	Mediterráneo y Mar Negro	Swordfish	Xiphias gladius
174	6	Noreste	Turbot	Scophthalmus maximus
175	5	Noreste	Tusk(=Cusk)	Brosme brosme
176	2	Noroeste	Tusk(=Cusk)	Brosme brosme
177	2	Noreste	Vendace	Coregonus albula
178	1	Sureste	West coast sole	Austroglossus microlepis
179	4	Noroeste	White hake	Urophycis tenuis
180	4	Suroeste	Whitemouth croaker	Micropogonias furnieri
181	2	Noreste	Whiting	Merlangius merlangus
182	2	Noroeste	Winter flounder	Pseudopleuronectes americanus
183	6	Noreste	Witch flounder	Glyptocephalus cynoglossus
184	2	Noroeste	Witch flounder	Glyptocephalus cynoglossus
185	5	Centro Este	Yellowfin tuna	Thunnus albacares
186	3	Sureste	Yellowfin tuna	Thunnus albacares
187	6	Suroeste	Yellowfin tuna	Thunnus albacares
188	6	Centro Oeste	Yellowfin tuna	Thunnus albacares
189	2	Noroeste	Yellowtail flounder	Limanda ferruginea
190	5	Suroeste	Yellowtail snapper	Ocyurus chrysurus
191	5	Centro Oeste	Yellowtail snapper	Ocyurus chrysurus

Tabla A3. Series de tiempo de captura analizadas para el Océano Índico, se señala el grupo asignado, la clave de identificación de la serie, el área de pesca de FAO, el nombre común en Inglés de acuerdo con la base de datos (Shatz, 2000), y el nombre científico de la especie objetivo según FishBase (Froese y Pauly, 2000).

Grupo	Clave	Área	Nombre común	<i>Especie objetivo</i>	Familia
4	1	Oeste	Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	Scombridae
2	2	Este	Australian salmon	<i>Arripis trutta</i>	Arripidae
3	3	Este	Bali sardinella	<i>Sardinella lemuru</i>	Clupeidae
4	4	Este	Barramundi(=Giant seaperch)	<i>Lates calcarifer</i>	Centropomidae
4	5	Este	Black pomfret	<i>Parastromateus niger</i>	Carangidae
4	6	Oeste	Bombay-duck	<i>Harpadon nehereus</i>	Synodontidae
4	7	Este	Bombay-duck	<i>Harpadon nehereus</i>	Synodontidae
3	8	Este	Flatheads nei	<i>Platycephalus indicus</i>	Platycephalidae
3	9	Este	Goldstripe sardinella	<i>Sardinella gibbosa</i>	Clupeidae
2	10	Oeste	Hilsa shad	<i>Tenualosa ilisha</i>	Clupeidae
4	11	Este	Indian halibut	<i>Psettodes erumei</i>	Psettodidae
4	12	Oeste	Indian mackerel	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Scombridae
4	13	Este	Indian mackerel	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Scombridae
2	14	Oeste	Indian oil sardine	<i>Sardinella longiceps</i>	Clupeidae
3	15	Este	Indian scad	<i>Decapterus russelli</i>	Carangidae
4	16	Este	Indo-Pacific king mackerel	<i>Scomberomorus guttatus</i>	Scombridae
3	17	Este	Kawakawa	<i>Euthynnus affinis</i>	Scombridae
4	18	Este	Largehead hairtail	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae
3	19	Oeste	Longtail tuna	<i>Thunnus tonggol</i>	Scombridae
3	20	Este	Mangrove red snapper	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Lutjanidae
3	21	Oeste	Narrow-barred Spanish mackerel	<i>Scomber commerson</i>	Carangidae
4	22	Este	Narrow-barred Spanish mackerel	<i>Scomber commerson</i>	Carangidae
1	23	Oeste	Pike-congers nei	<i>Congresox talabonoides</i>	Muraenesocidae
4	24	Este	Pike-congers nei	<i>Congresox talabonoides</i>	Muraenesocidae
2	25	Oeste	Ponyfishes(=Slipmouths) nei	<i>Leiognathus splendens</i>	Leiognathidae
3	26	Este	Ponyfishes(=Slipmouths) nei	<i>Leiognathus splendens</i>	Leiognathidae
2	27	Oeste	Seerfishes nei	<i>Scomberomorus guttatus</i>	Scombridae
2	28	Este	Seerfishes nei	<i>Scomberomorus guttatus</i>	Scombridae
4	29	Este	Silver pomfret	<i>Pampus argenteus</i>	Stromateidae
3	30	Este	Silver seabream	<i>Pagrus major</i>	Sparidae
3	31	Este	Sillago-whittings	<i>Sillago sihama</i>	Sillaginidae
3	32	Oeste	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae
4	33	Este	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae
1	34	Este	Snoek	<i>Thyrsites atun</i>	Gempylidae
2	35	Este	Southern bluefin tuna	<i>Thunnus maccoyii</i>	Scombridae
3	36	Este	Torpedo scad	<i>Megalaspis cordyla</i>	Carangidae
1	37	Oeste	Unicorn cod	<i>Bregmaceros mccllellandi</i>	Bregmacerotidae
3	38	Oeste	Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>	Scombridae
3	39	Este	Yellowstripe scad	<i>Selaroides leptolepis</i>	Carangidae

Tabla x1. Lista de especies por nombre común en inglés, científico, familia (DT; distribución, Hab; Hábitat, T; Temperatura,  $L_{\infty}$ ; Longitud infinita, K; tasa de crecimiento,  $\Phi'$ ; coeficiente de crecimiento, m; mortalidad, EPM; edad de primera madurez, PV; periodo de vida, NT; nivel trófico, QB; consumo de alimento, RP; resiliencia productividad,  $r_m$ , tasa intrínseca de crecimiento.

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	$L_{\infty}$	K	$\Phi'$	m	EPM	PV	NT	QB	RP	$r_m$
Alaska pollock(=Walleye poll. )	<i>Theragra chalcogramma</i>	Gadidae	1	4	3.5	75.8	0.13	2.86	0.26	4.9	22.1	3.5	1.8	0.85	0.48
Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	Scombridae	2	1	15	141	0.15	3.46	0.33	3.9	19.3	4.4	2	0.85	0.66
Alewife	<i>Alosa pseudoharengus</i>	Clupeidae	3	2	20	41.7					8	3.5	8.62		
Amer. plaice(=Long rough dab)	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Pleuronectidae	3	5	1.4	70.4	0.09	2.66	0.2	7.1	31.8	3.7	1.8	0.85	0.4
American angler	<i>Lophius americanus</i>	Lophiidae	3	5	9	146	0.1	3.32	0.14	5.9	28.9	4.5	1.4	0.85	0.42
American shad	<i>Alosa sapidissima</i>	Clupeidae	3	2	10	78.5	0.13	2.904	0.2	5	22.2	3.5	2.7	0.85	0.62
Anchoveta(=Peruvian anchovy)	<i>Engraulis ringens</i>	Engraulidae	2	2	18.6	21	0.84	2.57	1.37	0.9	3.4	2.7	12.05	0.99	4.28
Angler(=Monk)	<i>Lophius piscatorius</i>	Lophiidae	5	6	8	167	0.08	3.349			36.1	4.5	1.3	0.85	0.34
Araucanian herring	<i>Strangomera bentincki</i>	Clupeidae	2	2	15	29.8						2	14.4		
Argentine anchovy	<i>Engraulis anchoita</i>	Engraulidae	2	2	16	23.2	0.27	2.16	0.54	2.8	10.5	2.5	29.8	0.95	1.92
Argentine croaker	<i>Umbrina canosai</i>	Sciaenidae	2	5	27.5	38.7			0.95				19.2		
Argentine hake	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluccidae	2	4	6.2	98	0.19	3.26	0.23	3.3	15.1	4.1	1.9	0.95	0.66
Argentine seabass	<i>Acanthistius brasilianus</i>	Serranidae	2	4	17	62.2			0.42			4	4.1		
Atka mackerel	<i>Pleurogrammus azonus</i>	Hexagrammidae	3	5	10	62.2							6.1		
Atlantic bonito	<i>Sarda sarda</i>	Scombridae	2	1	17.5	64	0.69	3.45	0.88	1	4.2	4.5	7.5	0.99	2.54
Atlantic cod	<i>Gadus morhua</i>	Gadidae	3	4	8	129	0.19	3.5	0.23	3.1	15.2	4.4	2.58	0.95	0.66
Atlantic croaker	<i>Micropogonias undulatus</i>	Sciaenidae	2	5	26	39	0.35	2.73	0.73	2	8.1	3.3	9.2	0.99	2.72
Atlantic halibut	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Pleuronectidae	3	5	2	303	0.03	3.44	0.04	17.7	96.8	4.6	0.5	0.7	0.12
Atlantic herring	<i>Clupea harengus</i>	Clupeidae	3	2	9.6	33.3	0.29	2.51	0.45	2.5	9.8	3.1	10.1	0.95	1.4
Atlantic horse mackerel	<i>Trachurus trachurus</i>	Carangidae	2	2	16.4	54.3	0.13	2.57	0.25	5.1	22	3.6	3.9	0.85	0.88
Atlantic mackerel	<i>Scomber scombrus</i>	Scombridae	3	2	11	44.5	0.27	2.73	0.4	2.5	10.6	3.3	4.4	0.95	1.2
Atlantic menhaden	<i>Brevoortia tyrannus</i>	Clupeidae	2	2	18	39.6	0.34	2.73	0.55	2.1	8.4	4.2	31.4	0.99	1.72
Atlantic salmon	<i>Salmo salar</i>	Salmonidae	3	4	9	156	0.29	3.85	0.3	2	10	4.4	7.14	0.95	0.82
Atlantic Spanish mackerel	<i>Scomberomorus maculatus</i>	Scombridae	2	1	26	73.9	0.33	3.26		2	8.7	4.5	6.1	0.99	2.04
Atlantic thread herring	<i>Opisthonema oglinum</i>	Clupeidae	4	2	26.2	39.7	0.36	2.754	0.74	2	8	3	8.8	0.95	2.74
Atlantic wolffish	<i>Anarhichas lupus</i>	Anarhichadidae	3	5	12	115	0.11	3.16	0.17	5.5	26.2	3.2	2.1	0.85	0.54
Australian salmon	<i>Arripis trutta</i>	Arripidae	2	2	14.6	91.7	0.16	3.129	0.25	4	18.1	4.1	4.2	0.95	0.78

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	L <sub>∞</sub>	K	Φ'	m	EPM	PV	NT	QB	RP	r <sub>m</sub>
Azov sea sprat	<i>Clupeonella cultriventris</i>	Clupeidae	3	2	13.6	16.1	0.24	1.79	0.51	3.3	11.7	3.4	7.8	0.95	1.9
Bali sardinella	<i>Sardinella lemuru</i>	Clupeidae	4	2	28.2	21	1.11	2.69	2.11	0.7	2.5	2.5	33.6	0.99	7.18
Barramundi(=Giant seaperch)	<i>Lates calcarifer</i>	Centropomidae	4	5	15	203.4						3.8	5.63		
Barred grunt	<i>Conodon nobilis</i>	Haemulidae	2	5	17	35.2			0.62			3.1	4.6		
Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Paralichthyidae	4	5	25	105.9	0.21	3.372	0.38	3	13.8	4.4	4.3	0.95	1.3
Bigeye grunt	<i>Brachydeuterus auritus</i>	Haemulidae	4	4	26.6	24.7	0.32	2.29	0.77	2.3	8.8	3	11.9	0.99	3.42
Bigeye tuna	<i>Thunnus obesus</i>	Scombridae	2	1	23	182	0.25	3.92		2.3	11.6	4.5	7.9	0.95	1.08
Black drum	<i>Pogonias cromis</i>	Sciaenidae	2	5	26	173.4	0.12	3.557	0.23	4.9	24.2	3.9	3.4	0.85	0.82
Black marlin	<i>Makaira indica</i>	Istiophoridae	2	1	18	466.7						4.5	1.4		
Black pomfret	<i>Parastromateus niger</i>	Carangidae	4	4	27.8	77.5						3.6	5.3		
Black seabass	<i>Centropristis striata</i>	Serranidae	3	7	18	68.3	0.19	2.948	0.34	3.5	15.1	4	4.4	0.85	1.16
Blackfin tuna	<i>Thunnus atlanticus</i>	Scombridae	4	1	26	78	0.33	3.3	0.59	1.9	8.7	4.1	4.9	0.99	2
Blackmouth croaker	<i>Atrobuca nibe</i>	Sciaenidae	5	5	20	58.7	0.15	2.7	0.31	4.4	19.1		11.7	0.85	1.16
Blackspot(=red) seabream	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Sparidae	3	4	11	56.4	0.15	2.67	0.25	4.4	19	3.5	2.7	0.85	0.82
Blue ling	<i>Molva dypterygia</i>	Lotidae	3	5	9	155	0.13	3.48	0.17	4.5	22.2	4.5	1.8	0.85	0.48
Blue whiting(=Poutassou)	<i>Micromesistius poutassou</i>	Gadidae	3	4	14	44.5	0.18	2.55	0.33	3.8	15.8	4	9.06	0.95	1.12
Bluefin gurnard	<i>Chelidonichthys kumu</i>	Triglidae	2	5	10	54.8	0.49	3.17	0.6	1.4	5.8		6.5	0.99	1.72
Bluefish	<i>Pomatomus saltator</i>	Pomatomidae	2	2	25	126.7	0.18	3.46	0.32	3.3	16	4.5	5.3	0.95	1.04
Bogue	<i>Boops boops</i>	Sparidae	2	5	19	33.9	0.17	2.28	0.37	4.2	16.7	3	6.6	0.95	1.44
Bombay- duck	<i>Harpadon nehereus</i>	Synodontidae	4	4	27	39	0.53	2.91	1.01	1.3	5.4		25.9	0.99	3.44
Bonga shad	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	Clupeidae	4	2	16	47.9	0.25	2.76	0.43	2.7	11.4	2.5	13.6	0.95	1.4
Brazilian flathead	<i>Seriola lalandi</i>	Carangidae	2	4	17	55.4			0.45				11.6		
Brazilian menhaden	<i>Brevoortia aurea</i>	Clupeidae	2	2	17	27.3						2.8	23		
Brazilian sardinella	<i>Sardinella brasiliensis</i>	Clupeidae	2	2	23	22.6	0.71	2.56	1.32	1.1	4		23.6	0.99	4.5
Brill	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Scophthalmidae	3	5	10	77.5						3.8	2.2		
California pilchard	<i>Sardinops sagax caeruleus</i>	Clupeidae	2	2	20.5	30	0.43	2.59	0.8	1.7	6.6	2.4	31.5	0.99	2.72
California anchovy	<i>Engraulis mordax</i>	Engraulidae	2	2	15.1	20.5	0.33	2.14	0.64	2.3	8.5	3	8.7	0.99	2.28
Cape hakes	<i>Merluccius capensis</i>	Merluccidae	5	6	15	126	0.11	3.24	0.18	5.4	26.2	4.5	7.53	0.85	0.56
Cape horse mackerel	<i>Trachurus capensis</i>	Carangidae	2	2	15	54.3	0.13	2.57	0.25	5.1	22	3.5	4.2	0.85	0.88
Capelin	<i>Mallotus villosus</i>	Osmeridae	1	2	4	19.8	0.45	2.25	0.63	1.7	6.3	3.1	4.5	0.99	1.9
Coho(=Silver)salmon	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmonidae	1	5	13	80	0.99	3.8	0.98	0.7	2.9	4.2	6.49	0.99	2.7
Common dab	<i>Pleuronectes limanda</i>	Pleuromectidae	3	5	13	36.1	0.64	2.92	0.86	1.1	4.4	3.3	7.06	0.99	2.48
Common dentex	<i>Dentex dentex</i>	Sparidae	2	5	19	85.6	0.1	2.86	0.2	6.3	28.7	4.5	3.5	0.85	0.72

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	L <sub>∞</sub>	K	Φ'	m	EPM	PV	NT	QB	RP	r <sub>m</sub>
Common dolphinfish	<i>Coryphaena hippurus</i>	Coryphaenidae	2	2	27.2	234	0.92	4.7	0.99	0.6	3.2	4.4	8.48	0.99	2.74
Common pandora	<i>Pagellus erythrinus</i>	Sparidae	2	4	16.6	60	0.24	2.94	0.4	2.7	11.9	3.5	3.5	0.95	1.3
Common snook	<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae	2	5	27	119.3	0.3	3.63	0.5	2	9.6	4.4	5	0.95	1.64
Common sole	<i>Solea solea</i>	Soleidae	2	5	13	42.4	0.39	2.85	0.57	1.8	7.3	3.3	4.4	0.99	1.72
Cunene horse mackerel	<i>Trachurus trecae</i>	Carangidae	4	4	22	46.3	0.26	2.74	0.51	2.6	11	3.3	6.1	0.95	1.82
Chilean jack mackerel	<i>Trachurus murphyi</i>	Carangidae	4	2	15	85.4	0.08	2.77	0.16	7.8	35.9	3.5	3	0.85	0.56
Chinese gizzard shad	<i>Clupanodon thrissa</i>	Clupeidae	4	2	25	27.3							22.6		
Chinook(=Spring=King)salmon	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Salmonidae	1	4	1	153.3	0.13	3.485	0.14	4.6	22.4	4.4	1.2	0.85	0.38
Chub mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	Scombridae	2	2	17.5	55.4	0.12	2.56	0.25	5.5	23.8	3.1	8.5	0.85	0.92
Chum(=Keta=Dog)salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	Salmonidae	1	4	10	102	0.39	3.61	0.43	1.6	7.4	4	2.1	0.99	1.24
Daggertooth pike conger	<i>Muraenesox cinereus</i>	Muranaenesocidae	2	5	17	223.4			0.17			4.1	1.9		
Deepsea smelt	<i>Glossanodon semifasciatus</i>	Argentinidae	3	4	22	19	1.21	2.64	2	0.7	2.3		24.2	0.99	6.26
Dorab wolf-herring	<i>Chirocentrus dorab</i>	Chirocentridae	4	2	25	102.8						4.5	5.4		
Eastern Pacific bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	Scombridae	2	2	18	76	0.46	3.42	0.63	1.4	6.2	4.5	29.45	0.99	1.9
European anchovy	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Engraulidae	2	2	14.5	24.6	0.32	2.29	0.59	2.3	8.8	2.9	9.13	0.99	2
European conger	<i>Conger conger</i>	Congridae	4	5	11	265	0.06	3.65	0.09	9.1	48.4	4.3	1.7	0.85	28
European flounder	<i>Platichthys flesus</i>	Pleuronectidae	1	5	8	47.3	0.23	2.71	0.34	3	12.4	3.5	2.8	0.95	1.02
European hake	<i>Merluccius merluccius</i>	Merluccidae	3	5	14	112	0.12	3.18	0.19	5	24	4.3	2.5	0.85	0.6
European pilchard(=Sardine)	<i>Sardina pilchardus</i>	Clupeidae	2	2	14	21.6	0.49	2.36	0.82	1.6	5.8	2.8	23.3	0.99	2.56
European plaice	<i>Pleuronectes platessa</i>	Pleuronectidae	3	5	13	81.6	0.06	2.62	0.12	10.5	47.8	3.3	3.42	0.85	0.42
European seabass	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Moronidae	2	5	19	83.4	0.19	3.12	0.33	3.3	15.1	3.8	10.2	0.95	1.08
European smelt	<i>Osmerus eperlanus</i>	Osmeridae	3	2	3.1	32.4	0.26	2.43	0.36	2.8	10.9	3.1	3	0.95	1.08
European sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	Clupeidae	3	2	9	13	0.7	2.07	1.08	1.2	4	3	8.1	0.99	3.38
European whitefish	<i>Coregonus lavaretus</i>	Salmonidae	3	5	8	61.2	0.21	2.9	0.29	3.1	13.6	3.1	2.5	0.95	0.88
False trevally	<i>Lactarius lactarius</i>	Lactariidae	4	2	28	32	0.85	2.94	1.55	0.9	3.3	4	10.4	0.99	5.28
Flathead grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>	Mujilidae	2	4	16.1	105	0.11	3.08	0.19	5.6	26.2	2.1	12.28	0.85	0.62
Flathead sole	<i>Hippoglossoides elassodon</i>	Pleuronectidae	3	5	10	52	0.35	2.976		2	8.2	3.6	3.1	0.95	1.42
Flatheads nei	<i>Platycephalus indicus</i>	Platycephalidae	2	5	17	102.8	0.41	3.637	0.52	1.5	7	4.3	3.3	0.95	1.5
Frigate and bullet tunas	<i>Auxis rochei</i>	Scombridae	4	2	25	52						4.4	16.7		
Gilthead seabream	<i>Sparus auratus</i>	Sparidae	2	5	19	57.7	0.27	2.95	0.46	2.5	10.6	3.4	4.66	0.95	1.5
Goldstripe sardinella	<i>Sardinella gibbosa</i>	Clupeidae	4	2	28.7	24	0.79	2.66	1.6	1	3.6	2.9	14.2	0.99	5.94
Greater forkbeard	<i>Phycis blennoides</i>	Phycidae	3	4	14	113	0.41	3.719	0.48	1.5	7	3.7	2.7	0.95	1.38
Greater lizardfish	<i>Saurida tumbil</i>	Synodontidae	4	5	27.6	63.7	0.25	3	0.52	2.6	11.5	4.4	6.8	0.95	1.94

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	$L_{\infty}$	K	$\Phi'$	m	EPM	PV	NT	QB	RP	$r_m$
Greenland halibut	Reinhardtius hippoglossoides	Pleuronectidae	3	4	3.5	82.6	0.06	2.612	0.1	10.9	48.2	4.5	1.6	0.7	0.32
Gulf kingcroaker	Menticirrhus littoralis	Sciaenidae	2	5	17	50.3			0.48			3.3	4.6		
Gulf menhaden	Brevoortia patronus	Clupeidae	2	2	24.5	30.9	0.48	2.66	0.94	1.5	5.9	2.2	8.1	0.99	3.34
Haddock	Melanogrammus aeglefinus	Gadidae	3	5	2	75.5	0.24	3.13	0.27	2.7	12	3.6	4.96	0.95	0.78
Hapuku wreckfish	Polyprion oxygeneios	Polyprionidae	3	5	10	153.3			0.16			4.5	1.5		
Hilsa shad	Tenualosa ilisha	Clupeidae	4	2	22.4	56.4	0.91	3.46	1.25	0.7	3.1	2	13.5	0.99	3.76
Indian halibut	Psettodes erumei	Psettodidae	4	5	29	62.2	0.38	3.17	0.74	1.7	7.5	4.4	7.7	0.99	2.64
Indian mackerel	Rastrelliger kanagurta	Scombridae	4	2	27	25.5	1.5	2.99	2.44	0.5	1.9	3.4	11.6	0.99	7.64
Indian oil sardine	Sardinella longiceps	Clupeidae	4	2	29	27	0.55	2.6	1.2	1.3	5.2	2.5	40.3	0.99	4.66
Indian scad	Decapterus russelli	Carangidae	4	2	28.7	37.4	0.65	2.96	1.24	1.1	4.4	3.7	10.1	0.99	4.4
Indo- Pacific blue marlin	Makaira mazara	Istiophoridae	2	1	21	371	0.28	4.59	0.35	1.9	10.4	4.5	2.1	0.95	1
Indo-Pacific king mackerel	Scomberomorus guttatus	Scombridae	4	2	25	78.5						4.3	2.8		
Indo-Pacific sailfish	Istiophorus platypterus	Istiophoridae	2	1	22	341	0.44	4.71	0.46	1.2	6.6	4.5	2.2	0.99	1.28
Japanese amberjack	Seriola quinqueradiata	Carangidae	2	5	12	110	0.56	3.83	0.58	1.1	5.2	3.3	2.2	0.99	1.6
Japanese anchovy	Engraulis japonicus	Engraulidae	3	2	20	19.8	1.04	2.61	1.69	0.8	2.7	2.4	10.5	0.99	5.28
Japanese flyingfish	Cheilopogon agoo	Exocoetidae	2	2	17	36.6						3.4	57		
Japanese jack mackerel	Trachurus japonicus	Carangidae	4	5	20	42.5	0.73	3.12	1.07	1	3.9	3.4	6.1	0.99	3.22
Japanese pilchard	Sardinops melanostictus	Clupeidae	2	2	20.5	30	0.43	2.59	0.8	1.7	6.6	2.4	31.5	0.99	2.72
Japanese sandfish (Sailfin sandfish)	Arctoscopus japonicus	Trichodontidae	5	6	8	23.2			0.56				10		
Japanese scad	Decapterus maruadsi	Carangidae	4	2	28	27	0.95	2.84	1.76	0.8	3	3.4	11.6	0.99	6
Japanese seabass	Lateolabrax japonicus	Percichthyidae	2	7	18	101	0.18	3.26	0.29	3.4	16	3.8	2.8	0.95	0.9
Japanese Spanish mackerel	Scomberomorus niphonius	Scombridae	3	2	15	80.4	0.91	3.77	0.96	0.7	3.2	4.5	3.1	0.99	2.66
Kamchatka flounder	Reinhardtius evermanni	Pleuronectidae	3	5	10	102.8						4.5	2		
Kawakawa	Euthynnus affinis	Scombridae	4	1	24	90	0.45	3.56	0.68	1.4	6.4	4.5	9.3	0.99	2.04
Kelee shad	Hilsa kelee	Clupeidae	4	2	21	36.6			0.73			3.3	16.9		
King mackerel	Scomberomorus cavalla	Scombridae	4	7	27.5	137	0.15	3.45	0.29	3.9	19.3	4.5	4.6	0.85	1.04
Kingklip	Genypterus capensis	Ophidiidae	5	3	15	151	0.11	3.41	0.17	5.3	26.3	4.4	2.3	0.85	0.54
Large yellow croaker	Pseudosciaena crocea	Sciaenidae	3	4	10	82.6			0.25			3.7	2.3		
Largehead hairtail	Trichiurus lepturus	Trichiuridae	2	4	28.2	237.4	0.38	4.331	0.52	1.5	7.7	4.5	4	0.95	1.56
Lemon sole	Microstomus kitt	Pleuronectidae	3	5	9	67.3	0.17	2.886	0.25	3.9	17	3.3	2.5	0.95	0.76
Lesser African threadfin	Galeoides decadactylus	Polynemidae	2	5	17	48	0.44	3.01	0.67	1.5	6.5	3.6	4.3	0.99	2.1
Ling	Molva molva	Lotidae	3	5	9	183	0.12	3.6	0.15	4.8	24.1	4	1.4	0.85	0.44
Lingcod	Ophiodon elongatus	Hexagrammidae	2	5	5.4	113	0.18	3.36	0.21	3.4	16	4.3	1.5	0.95	0.6

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	$L_{\infty}$	K	$\Phi'$	m	EPM	PV	NT	QB	RP	$r_m$
Little tunny(=Atl.black skipj)	Euthynnus alletteratus	Scombridae	4	2	19	131.7	0.13	3.34	0.22	4.6	22.2	4.5	2.6	0.85	0.72
Longtail tuna	Thunnus tonggol	Scombridae	4	2	27	110	0.32	3.59	0.54	1.9	9	4.1	4.8	0.99	1.76
Lumpfish(=Lumpsucker)	Cyclopterus lumpus	Cyclopteridae	1	4	5	55	0.12	2.56	0.19	5.5	23.8	3.9	1.6	0.85	0.6
Madeiran sardinella	Sardinella maderensis	Clupeidae	2	2	26.6	37.5	0.33	2.67	0.71	2.1	8.6	3.2	8.6	0.99	2.76
Mangrove red snapper	Lutjanus argentimaculatus	Lutjanidae	2	7	27	105	0.19	3.31	0.37	3.2	15.2	3.9	4.5	0.95	1.32
Meagre	Argyrosomus regius	Sciaenidae	2	4	17.5	210	0.09	3.59	0.14	6.2	32.2	4.1	2.4	0.85	0.44
Mediterranean horse mackerel	Trachurus mediterraneus	Carangidae	2	2	16.3	62.2	0.24	2.968		2.8	12	3.3	6.7	0.85	1.22
Megrim	Lepidorhombus whiffiagonis	Scophthalmidae	5	6	11	59.4	0.13	2.66	0.22	5.1	22	4.2	3.1	0.85	0.72
Milkfish	Chanos chanos	Chanidae	4	4	25	47.9	0.91	3.32			3.1	2.4	16	0.99	4.32
Narrow- barred Spanish mackerel	Scomber commerson	Carangidae	4	2	26	184	0.26	3.94	0.4	2.2	11.1	4.5	3.5	0.95	1.26
Navaga(=Wachna cod)	Eleginus navaga	Gadidae	1	5	1	43.8	0.2	2.584	0.26	3.6	14.4	4.2	2	0.95	0.74
Northern bluefin tuna	Thunnus thynnus	Scombridae	2	1	17.5	372	0.07	3.99	0.1	7.5	41.6	4.4	3.93	0.85	0.3
Northern red snapper	Lutjanus campechanus	Lutjanidae	2	7	22	84.1	0.17	3.18	0.31	16.9	16.9	4	5.24	0.95	1.06
Pacific cod	Gadus macrocephalus	Gadidae	3	5	6	94	0.27	3.38	0.3	2.3	10.7	4	1.6	0.95	0.86
Pacific halibut	Hippoglossus stenolepis	Pleuronectidae	2	5	2.8	261.4	0.04	3.437	0.05	14	72.9	4.1	0.7	0.7	0.14
Pacific herring	Clupea pallasii	Clupeidae	3	2	15	38.5	0.52	2.89	0.76	1.4	5.5	3.2	5.8	0.99	2.28
Pacific jack mackerel	Trachurus symmetricus	Carangidae	2	1	14	88.7	0.21	3.21	0.31	3	13.7	3.6	4.8	0.95	0.94
Pacific menhaden	Ethmidium maculatum	Clupeidae	4	2	25	27.3						2.1	25.7		
Pacific ocean perch	Sebastes alutus	Scorpaenidae	5	6	4	45.3	0.13	2.41	0.2	5.2	21.9	3.5	2.4	0.85	0.62
Pacific rudderfish (=Melon seed)	Psenopsis anomala	Centrolophidae	4	4	25	31.5			0.98				20.7		
Pacific sand lance	Ammodytes hexapterus	Ammodytidae	3	4	10	28.4	0.31	2.398	0.5	2.5	9.2	3	4.5	0.95	1.56
Pacific saury	Cololabis saira	Ammodytidae	2	2	15	37.8	0.38	2.73	0.61	1.9	7.5	3.7	5	0.99	1.9
Pacific sierra	Scomberomorus sierra	Scombridae	4	2	25	101.8						4.5	4.6		
Panga seabream	Pterogymnus laniarius	Sparidae	2	4	21	43.3	0.18	2.53	0.39	3.8	15.8	3.7	5.3	0.95	1.52
Peruvian banded croaker	Paralonchurus peruanus	Sciaenidae	4	5	25	46.9			0.73			2.5	25.1		
Peruvian rock seabass	Paralabrax humeralis	Serranidae	4	4	25	52	0.35	2.976	0.66	2	8.2		15.3	0.95	2.24
Pike-congers nei	Congresox talabonoides	Muraenesocidae	4	5	25	253.4			0.22						
Piked dogfish	Squalus acanthia	Squalidae	3	5	5.4	129	0.04	2.78	0.07	14.7	72	4.3	4.77	0.7	0.22
Pink cusk- eel	Genypterus blacodes	Ophidiidae	5	6	12	166	0.09	3.39	0.13	6.4	32.1	4.3	1.9	0.85	0.4
Pink(=Humpback)salmon	Oncorhynchus gorbuscha	Salmonidae	1	5	1	78.5	0.33	3.308	0.33	2	8.8	4.2	1.7	0.95	0.92
Polar cod	Boreogadus saida	Gadidae	1	5	1	31.3	0.22	2.34	0.31	3.3	12.9	3.1	2.7	0.95	0.94
Pollack	Pollachius pollachius	Gadidae	3	4	13	133.1			0.2			4.2	2		
Pontic shad	Alosa pontica	Clupeidae	3	2	14.3	43	0.32	2.772	0.51	2.2	8.9	3.9	4.2	0.99	1.6

Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	L <sub>∞</sub>	K	Φ'	m	EPM	PV	NT	QB	RP	r <sub>m</sub>
Ponyfishes(=Slipmouths) nei	<i>Leiognathus splendens</i>	Leiognathidae	4	5	27.9	17.1	0.9	2.42	1.88	0.9	3.1	2.8	44.1	0.99	6.98
Pouting(=Bib)	<i>Trisopterus luscus</i>	Gadidae	3	4	17.5	41	0.59	3	0.87	1.2	4.8	3.7	5	0.99	2.62
Purple puffer	<i>Takifugu porphyreus</i>	Tetraodontidae	3	5	10	54			0.33				6.2		
Rainbow runner	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Carangidae	2	2	28.5	183.4			0.32			3.6	3.9		
Rainbow sardine	<i>Dussumieria acuta</i>	Clupeidae	2	2	28.7	23.3	1.21	2.82	2.21	0.6	2.3	3.4	14.7	0.99	7.52
Rainbow smelt	<i>Osmerus mordax mordax</i>	Osmeridae		2	10	31.8	0.31	2.5	0.48	2.3	9.1	3	4.3	0.99	1.5
Red codling	<i>Pseudophycis bachus</i>	Moridae	2	5	12	65.9	0.42	3.26	0.53	1.6	6.8	4.5	3	0.99	1.52
Red- eye round herring	<i>Etrumeus teres</i>	Clupeidae	4	2	22.2	26.8	0.8	2.76	1.35	0.9	3.5	3.5	6.3	0.99	4.4
Red grouper	<i>Epinephelus morio</i>	Serranidae	2	7	26	89.1	0.12	2.99	0.27	5.2	23.9	3.6	4.8	0.85	1.1
Red hake	<i>Urophycis chuss</i>	Phycidae	3	5	15	60.2	0.19	2.84	0.32	3.5	15	3.6	3.7	0.95	1.04
Red mullet	<i>Mullus surmuletus</i>	Mullidae	2	5	19	28.5	0.53	2.63	0.91	1.4	5.4	3.4	7.2	0.99	2.96
Red porgy	<i>Pagrus pagrus</i>	Sparidae	2	4	22	64.5	0.14	2.77	0.3	4.6	20.4	3.7	4.8	0.85	1.16
Round sardinella	<i>Sardinella aurita</i>	Clupeidae	2	2	20	24	0.71	2.61	1.21	1.1	4	3	9.2	0.99	3.94
Sablefish	<i>Anoplopoma fimbria</i>	Anoplopomatidae	5	6	14	96	0.19	3.24	0.28	3.3	15.1	3.9	2.7	0.95	0.84
Saffron cod	<i>Eleginus gracilis</i>	Gadidae	1	5	1	57.1	0.28	2.96	0.32	2.4	10.3	4.1	1.9	0.95	0.92
Saithe(=Pollock)	<i>Pollachius virens</i>	Gadidae	1	5	12	106	0.17	3.28	0.24	3.6	16.9	4.5	4.76	0.95	0.72
Scup	<i>Stenotomus chrysops</i>	Sparidae	2	5	17	38.5	0.27	2.6	0.49	2.6	10.5	3.6		0.95	1.66
Seerfishes nei	<i>Scomberomorus guttatus</i>	Scombridae	4	2	12.5	78.5						4.3	2.8		
Serra Spanish mackerel	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Scombridae	4	2	27.2	93.8	0.37	3.19	0.37	3.5	16	4.4	5.7	0.95	1.38
Silver hake	<i>Merluccius bilinearis</i>	Merlucciidae	3	5	7	62.2	0.28	3.03	0.36	2.3	10.2	4.3	4.26	0.95	1.04
Silver pomfret	<i>Pampus argenteus</i>	Stromateidae	2	4	27.5	62.2						4	5.7		
Silver scabbardfish	<i>Lepidopus caudatus</i>	Trichiuridae	5	6	4	208.4						4.5	1.5		
Silver seabream	<i>Pagrus major</i>	Sparidae	2	5	16.2	102.8						3.6	2.5		
Silver warehou	<i>Seriola punctata</i>	Centrolophidae	3	4	12	68.3	0.19	2.948	0.29	3.5	15.2	3.4	2.6	0.95	0.9
Sillago-whitings	<i>Sillago sihama</i>	Sillaginidae	4	5	26	28.1	0.75	2.77	1.46	1	3.8	3.4	12.3	0.99	5.2
Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae	3	2	14.7	79.1	0.64	3.6	0.8	1	4.5	4.4	32.57	0.99	2.3
Snoek	<i>Thyrsites atun</i>	Gempylidae	2	4	13	203.4	0.21	3.939		2.8	13.9	3.7	2.1	0.95	0.74
Sockeye(=Red)salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>	Salmonidae	1	2	0	69	0.58	3.44	0.52	1.1	5	3.4	2	0.99	1.44
Sompat grunt	<i>Pomadysys jubelini</i>	Haemulidae	4	5	26.6	45	0.3	2.78	0.64	2.3	9.5	3.3	6.6	0.95	2.48
South Pacific hake	<i>Merluccius gayi gayi</i>	Merlucciidae	5	6	11	81.9	0.2	3.13	0.28	3.2	14.4	4.3	2.8	0.95	0.84
Southern African pilchard	<i>Sardinops ocellatus</i>	Clupeidae	2	2	9	30	0.43	2.59	0.8	1.7	6.6	2.4	31.5	0.99	2.72
Southern bluefin tuna	<i>Thunnus maccoyii</i>	Scombridae	2	1	5	222	0.14	3.84	0.2	4	20.7	3.9	1.6	0.85	0.6
Southern meagre(=Mulloway)	<i>Argyrosomus hololepidotus</i>	Sciaenidae	2	5	18.5	172	0.03	2.95	0.07	19	96.3	4.3	2.4	0.7	0.3



Nombre común	Especie	Familia	DT	Hab	T1	$L_{\infty}$	K	$\Phi'$	m	EPM	PV	NT	QB	RP	$r_m$
Southern red snapper	<i>Lutjanus purpureus</i>	Lutjanidae	4	5	20	85.1	0.13	2.97	0.25	4.8	22.1	3.9	3.7	0.85	0.88
Spot croaker	<i>Leiostomus xanthurus</i>	Sciaenidae	2	5	21	34	0.43	2.7	0.78	1.7	6.6	3.9	24.2	0.99	2.66
Spotted weakfish	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Sciaenidae	2	5	25	79.4	0.15	2.97	0.32	4.2	19.1	4	5.3	0.85	1.24
Squeteague(=Gray weakfish)	<i>Cynoscion regalis</i>	Sciaenidae	2	5	15	82.3	0.26	3.25	0.38	2.4	11	3.8	3.2	0.95	1.14
Striped bass	<i>Morone saxatilis</i>	Moronidae	3	5	17.1	203.4			0.18			4.9	2.3		
Striped marlin	<i>Tetrapturus audax</i>	Istiophoridae	2	1	21	346.5	0.6	4.86	0.57	0.9	4.9	4.6	1.8	0.99	1.58
Striped weakfish	<i>Cynoscion striatus</i>	Sciaenidae	2	5	17	62.2			0.42			3.9	4.67		
Summer flounder	<i>Paralichthys dentatus</i>	Paralichthyidae	3	5	14.2	96.8			0.27			4.5	2.7		
Swordfish	<i>Xiphias gladius</i>	Xiphiidae	3	1	27	301	0.04	3.56		13.3	72.6	4.5	6	0.7	0.36
Tarakihi	<i>Nemadactylus macropterus</i>	Cheilodactylidae	2	5	12	58.6	0.12	2.63	0.22	5.5	23.8	3.4	2.9	0.85	0.74
Torpedo scad	<i>Megalaspis cordyla</i>	Carangidae	4	2	26	66.7	0.35	3.192			8.2	4.4	6.5	0.99	2.18
Turbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	Scophthalmidae	3	5	13	65.2	0.32	3.14	0.45	2	9	3.9	2.9	0.99	1.36
Tusk(=Cusk)	<i>Brosme brosme</i>	Lotidae	3	5	9	84.3	0.13	2.966			22.1	4	2.2	0.85	0.58
Unicorn cod	<i>Bregmaceros maclellandi</i>	Bregmacerotidae	2	2	17	10.2						3.3	12.4		
Vendace	<i>Coregonus albula</i>	Salmonidae	3	2	9	35.8	0.32	0.47	0.47	2.2	8.9	3	3.7	0.99	1.42
West coast sole	<i>Austroglossus microlepis</i>	Soleidae	5	6	15	57.1	0.07	2.36	0.16	9.4	40.8	3.5	3.9	0.85	0.64
Whip stingray	<i>Dasyatis akajei</i>	Dasyatidae	2	7	17	203.4						3.5	1.6		
White croaker (Silver croaker)	<i>Pennahia argentata</i>	Sciaenidae	3	4	22	53.3	0.77	3.34			3.7	3.5	7.5	0.99	3.82
White hake	<i>Urophycis tenuis</i>	Phycidae	3	5	7	136	0.11	3.29	0.15	5.4	26.2	4.2	3.1	0.85	0.46
White trevally	<i>Pseudocaranx dentex</i>	Carangidae	3	4	14	125.1	0.06	2.973	0.11	10.1	48.2	3.2	2	0.7	0.38
Whitemouth croaker	<i>Micropogonias furnieri</i>	Sciaenidae	2	5	23	82.9	0.11	2.86	0.24	5.7	26.1	2.6	4.7	0.85	0.94
Whiting	<i>Merlangius merlangus</i>	Gadidae	3	4	9	49.2	0.25	2.79	0.36	2.7	11.4	4.4	2.8	0.95	1.08
Winter flounder	<i>Pleuronectes americanus</i>	Pleuronectidae	3	5	15	45.5	0.68	3.15	0.89	1	4.2	3.4	4.4	0.99	2.56
Witch flounder	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Pleuronectidae	3	5	2	43.7	0.2	2.58	0.3	3.4	14.2	3.1	3	0.95	0.9
Wolf-herrings nei	<i>Chirocentrus dorab</i>	Chirocentridae	4	2	25	102.8						4.5	5.4		
Yellow croaker	<i>Larimichthys polyactis</i>	Sciaenidae	2	4	22	34.8	0.37	2.65	0.71	1.9	7.7		16.7	0.99	2.52
Yellow striped flounder (Littlemouth)	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	Pleuronectidae	3	5	10	47	0.2	2.645			14.3		7.5	0.95	
Yellowfin tuna	<i>Thunnus albacares</i>	Scombridae	4	1	15	166	0.25	3.84		2.3	11.6	4.3	11.64	0.95	1.12
Yellowstripe scad	<i>Selaroides leptolepis</i>	Carangidae	4	2	28	20	1.12	2.651			2.5	3.5	12.3	0.99	7.6
Yellowtail flounder	<i>Pleuronectes ferrugineus</i>	Pleuronectidae	3	5	10	66.3	0.22	2.985	0.31	3.1	13.1	3.2	2.7	0.95	0.94
Yellowtail snapper	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Lutjanidae	2	7	27.2	79.4	0.16	3	0.35	4	17.9	4	5.7	0.95	1.36

Tabla A4. Lista de especies del grupo 1 de acuerdo con sus características poblacionales.

Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Alaska pollock(=Walleye poll. )	<i>Theragra chalcogramma</i>	Gadidae
4	Amer. plaice(=Long rough dab)	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	Pleuronectidae
6	American shad	<i>Alosa sapidissima</i>	Clupeidae
39	Blackfin tuna	<i>Thunnus atlanticus</i>	Scombridae
58	Coho(=Silver)salmon	<i>Oncorhynchus kisutch</i>	Salmonidae
60	Common dentex	<i>Dentex dentex</i>	Sparidae
66	Chilean jack mackerel	<i>Trachurus murphyi</i>	Carangidae
74	Eastern Pacific bonito	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	Scombridae
80	European plaice	<i>Pleuronectes platessa</i>	Pleuronectidae
81	European seabass	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Moronidae
94	Greenland halibut	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Pleuronectidae
97	Haddock	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Gadidae
115	Japanese Spanish mackerel	<i>Scomberomorus niphonius</i>	Scombridae
117	Kawakawa	<i>Euthynnus affinis</i>	Scombridae
139	Northern red snapper	<i>Lutjanus campechanus</i>	Lutjanidae
156	Pink(=Humpback)salmon	<i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	Salmonidae
168	Red grouper	<i>Epinephelus morio</i>	Serranidae
178	Serra Spanish mackerel	<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Scombridae
185	Skipjack tuna	<i>Katsuwonus pelamis</i>	Scombridae
189	South Pacific hake	<i>Merluccius gayi gayi</i>	Merlucciidae
193	Southern red snapper	<i>Lutjanus purpureus</i>	Lutjanidae
195	Spotted weakfish	<i>Cynoscion nebulosus</i>	Sciaenidae
196	Squeteague(=Gray weakfish)	<i>Cynoscion regalis</i>	Sciaenidae
213	Whitemouth croaker	<i>Micropogonias furnieri</i>	Sciaenidae
223	Yellowtail snapper	<i>Ocyurus chrysurus</i>	Lutjanidae

Tabla A5. Lista de especies del grupo 2.

Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
2	Albacore	<i>Thunnus alalunga</i>	Scombridae
5	American angler	<i>Lophius americanus</i>	Lophiidae
12	Argentine hake	<i>Merluccius hubbsi</i>	Merluccidae
16	Atlantic cod	<i>Gadus morhua</i>	Gadidae
23	Atlantic salmon	<i>Salmo salar</i>	Salmonidae
26	Atlantic wolffish	<i>Anarhichas lupus</i>	Anarhichadidae
27	Australian salmon	<i>Arripis trutta</i>	Arripidae
32	Bastard halibut	<i>Paralichthys olivaceus</i>	Paralichthyidae
42	Blue ling	<i>Molva dypterygia</i>	Lotidae
45	Bluefish	<i>Pomatomus saltator</i>	Pomatomidae
55	Cape hakes	<i>Merluccius capensis</i>	Merluccidae
63	Common snook	<i>Centropomus undecimalis</i>	Centropomidae
68	Chinook(=Spring=King)salmon	<i>Oncorhynchus tshawytscha</i>	Salmonidae
70	Chum(=Keta=Dog)salmon	<i>Oncorhynchus keta</i>	Salmonidae
78	European hake	<i>Merluccius merluccius</i>	Merluccidae
86	Flathead grey mullet	<i>Mugil cephalus</i>	Mujilidae
88	Flatheads nei	<i>Platycephalus indicus</i>	Platycephalidae
92	Greater forkbeard	<i>Phycis blennoides</i>	Phycidae
107	Japanese amberjack	<i>Seriola quinqueradiata</i>	Carangidae
114	Japanese seabass	<i>Lateolabrax japonicus</i>	Percichthyidae
119	King mackerel	<i>Scomberomorus cavalla</i>	Scombridae
120	Kingklip	<i>Genypterus capensis</i>	Ophidiidae
126	Lingcod	<i>Ophiodon elongatus</i>	Hexagrammidae
127	Little tunny(=Atl.black skipj)	<i>Euthynnus alletteratus</i>	Scombridae
128	Longtail tuna	<i>Thunnus tonggol</i>	Scombridae
131	Mangrove red snapper	<i>Lutjanus argentimaculatus</i>	Lutjanidae
140	Pacific cod	<i>Gadus macrocephalus</i>	Gadidae
143	Pacific jack mackerel	<i>Trachurus symmetricus</i>	Carangidae
154	Piked dogfish	<i>Squalus acanthia</i>	Squalidae
173	Sablefish	<i>Anoplopoma fimbria</i>	Anoplopomatidae
175	Saithe(=Pollock)	<i>Pollachius virens</i>	Gadidae
211	White hake	<i>Urophycis tenuis</i>	Phycidae
212	White trevally	<i>Pseudocaranx dentex</i>	Carangidae

Tabla A6. Lista de especies del grupo 3.

Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
7	Anchoveta(=Peruvian anchovy)	<i>Engraulis ringens</i>	Engraulidae
15	Atlantic bonito	<i>Sarda sarda</i>	Scombridae
20	Atlantic horse mackerel	<i>Trachurus trachurus</i>	Carangidae
38	Black seabass	<i>Centropristis striata</i>	Serranidae
41	Blackspot(=red) seabream	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Sparidae
56	Cape horse mackerel	<i>Trachurus capensis</i>	Carangidae
62	Common pandora	<i>Pagellus erythrinus</i>	Sparidae
69	Chub mackerel	<i>Scomber japonicus</i>	Scombridae
84	European whitefish	<i>Coregonus lavaretus</i>	Salmonidae
90	Gilthead seabream	<i>Sparus auratus</i>	Sparidae
93	Greater lizardfish	<i>Saurida tumbil</i>	Synodontidae
99	Hilsa shad	<i>Tenulosa ilisha</i>	Clupeidae
100	Indian halibut	<i>Psettodes erumei</i>	Psettodidae
108	Japanese anchovy	<i>Engraulis japonicus</i>	Engraulidae
123	Lemon sole	<i>Microstomus kitt</i>	Pleuronectidae
129	Lumpfish(=Lumpsucker)	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Cyclopteridae
134	Megrin	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Scophthalmidae
166	Red codling	<i>Pseudophycis bachus</i>	Moridae
169	Red hake	<i>Urophycis chuss</i>	Phycidae
171	Red porgy	<i>Pagrus pagrus</i>	Sparidae
174	Saffron cod	<i>Eleginus gracilis</i>	Gadidae
179	Silver hake	<i>Merluccius bilinearis</i>	Merluccidae
183	Silver warehou	<i>Seriolella punctata</i>	Centrolophidae
187	Sockeye(=Red)salmon	<i>Oncorhynchus nerka</i>	Salmonidae
202	Tarakihi	<i>Nemadactylus macropterus</i>	Cheilodactylidae
204	Turbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	Scophthalmidae
208	West coast sole	<i>Austroglossus microlepis</i>	Soleidae
222	Yellowtail flounder	<i>Pleuronectes ferrugineus</i>	Pleuronectidae

Tabla A7. Lista de especies del grupo 4.

Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
10	Argentine anchovy	<i>Engraulis anchoita</i>	Engraulidae
17	Atlantic croaker	<i>Micropogonias undulatus</i>	Sciaenidae
19	Atlantic herring	<i>Clupea harengus</i>	Clupeidae
21	Atlantic mackerel	<i>Scomber scombrus</i>	Scombridae
22	Atlantic menhaden	<i>Brevoortia tyrannus</i>	Clupeidae
25	Atlantic thread herring	<i>Opisthonema oglinum</i>	Clupeidae
28	Azov sea sprat	<i>Clupeonella cultriventris</i>	Clupeidae
29	Bali sardinella	<i>Sardinella lemuru</i>	Clupeidae
33	Bigeye grunt	<i>Brachydeuterus auritus</i>	Haemulidae
43	Blue whiting(=Poutassou)	<i>Micromesistius poutassou</i>	Gadidae
46	Bogue	<i>Boops boops</i>	Sparidae
48	Bonga shad	<i>Ethmalosa fimbriata</i>	Clupeidae
53	California pilchard	<i>Sardinops sagax caeruleus</i>	Clupeidae
54	Californian anchovy	<i>Engraulis mordax</i>	Engraulidae
57	Capelin	<i>Mallotus villosus</i>	Osmeridae
59	Common dab	<i>Pleuronectes limanda</i>	Pleuronectidae
64	Common sole	<i>Solea solea</i>	Soleidae
65	Cunene horse mackerel	<i>Trachurus trecae</i>	Carangidae
75	European anchovy	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Engraulidae
77	European flounder	<i>Platichthys flesus</i>	Pleuronectidae
79	European pilchard(=Sardine)	<i>Sardina pilchardus</i>	Clupeidae
82	European smelt	<i>Osmerus eperlanus</i>	Osmeridae
83	European sprat	<i>Sprattus sprattus</i>	Clupeidae
85	False trevally	<i>Lactarius lactarius</i>	Lactariidae
91	Goldstripe sardinella	<i>Sardinella gibbosa</i>	Clupeidae
96	Gulf menhaden	<i>Brevoortia patronus</i>	Clupeidae
101	Indian mackerel	<i>Rastrelliger kanagurta</i>	Scombridae
102	Indian oil sardine	<i>Sardinella longiceps</i>	Clupeidae
103	Indian scad	<i>Decapterus russelli</i>	Carangidae
110	Japanese jack mackerel	<i>Trachurus japonicus</i>	Carangidae
111	Japanese pilchard	<i>Sardinops melanostictus</i>	Clupeidae
113	Japanese scad	<i>Decapterus maruadsi</i>	Carangidae
124	Lesser African threadfin	<i>Galeoides decadactylus</i>	Polynemidae
130	Madeiran sardinella	<i>Sardinella maderensis</i>	Clupeidae
137	Navaga(=Wachna cod)	<i>Eleginus navaga</i>	Gadidae
142	Pacific herring	<i>Clupea pallasii</i>	Clupeidae
145	Pacific ocean perch	<i>Sebastes alutus</i>	Scorpaenidae
147	Pacific sand lance	<i>Ammodytes hexapterus</i>	Ammodytidae
148	Pacific saury	<i>Cololabis saira</i>	Ammodytidae
150	Panga seabream	<i>Pterogymnus laniarius</i>	Sparidae
157	Polar cod	<i>Boreogadus saida</i>	Gadidae
159	Pontic shad	<i>Alosa pontica</i>	Clupeidae
160	Ponyfishes(=Slipmouths) nei	<i>Leiognathus splendens</i>	Leiognathidae
161	Pouting(=Bib)	<i>Trisopterus luscus</i>	Gadidae
164	Rainbow sardine	<i>Elagatis bipinnulata</i>	Carangidae
165	Rainbow smelt	<i>Osmerus mordax mordax</i>	Osmeridae
167	Red- eye round herring	<i>Etrumeus teres</i>	Clupeidae
170	Red mullet	<i>Mullus surmuletus</i>	Mullidae
172	Round sardinella	<i>Sardinella aurita</i>	Clupeidae

Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
184	Sillago-whittings	Sillago sihama	Sillaginidae
188	Sompat grunt	Pomadasys jubelini	Haemulidae
190	Southern African pilchard	Sardinops ocellatus	Clupeidae
194	Spot croaker	Leiostomus xanthurus	Sciaenidae
207	Vendace	Coregonus albula	Salmonidae
214	Whiting	Merlangius merlangus	Gadidae
215	Winter flounder	Pleuronectes americanus	Pleuronectidae
216	Witch flounder	Glyptocephalus cynoglossus	Pleuronectidae

Tabla A8. Lista de especies de los grupos 5,6 y 7.

Grupo 5			
Clav	Nombre común	Nombre científico	Familia
18	Atlantic halibut	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Pleuronectidae
104	Indo- Pacific blue marlin	<i>Makaira mazara</i>	Istiophoridae
106	Indo-Pacific sailfish	<i>Istiophorus platypterus</i>	Istiophoridae
138	Northern bluefin tuna	<i>Thunnus thynnus</i>	Scombridae
198	Striped marlin	<i>Tetrapturus audax</i>	Istiophoridae
Grupo 6			
35	Black drum	<i>Pogonias cromis</i>	Sciaenidae
125	Ling	<i>Molva molva</i>	Lotidae
136	Narrow- barred Spanish mackerel	<i>Scomber commerson</i>	Carangidae
155	Pink cusk- eel	<i>Genypterus blacodes</i>	Ophidiidae
192	Southern meagre(=Mulloway)	<i>Argyrosomus hololepidotus</i>	Sciaenidae
Grupo 7			
61	Common dolphinfish	<i>Coryphaena hippurus</i>	Coryphaenidae
76	European conger	<i>Conger conger</i>	Congridae
122	Largehead hairtail	<i>Trichiurus lepturus</i>	Trichiuridae
132	Meagre	<i>Argyrosomus regius</i>	Sciaenidae
141	Pacific halibut	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	Pleuronectidae
191	Southern bluefin tuna	<i>Thunnus maccoyii</i>	Scombridae