

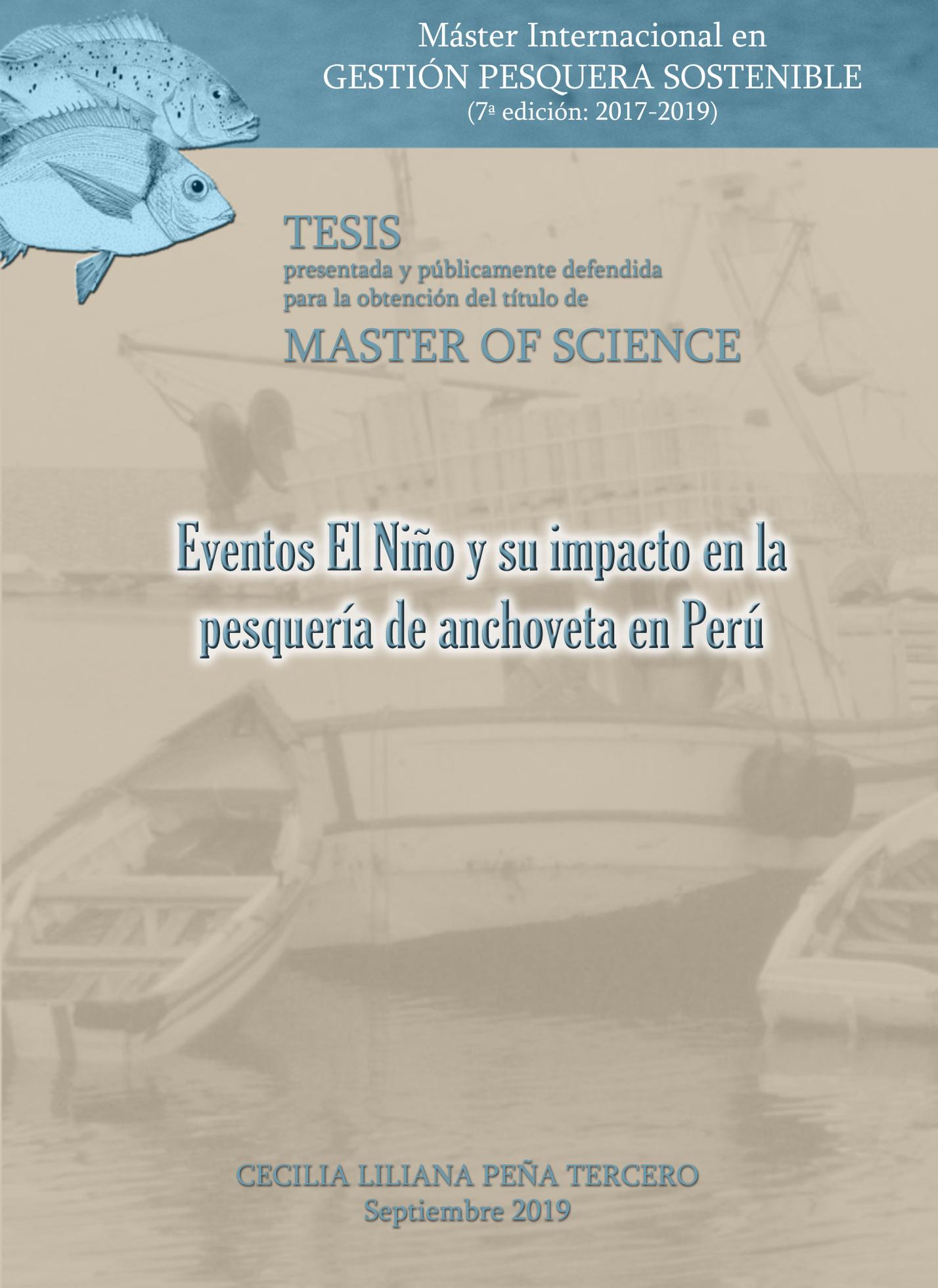


Máster Internacional en
GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE
(7ª edición: 2017-2019)

TESIS

presentada y públicamente defendida
para la obtención del título de

MASTER OF SCIENCE



Eventos El Niño y su impacto en la
pesquería de anchoveta en Perú

CECILIA LILIANA PEÑA TERCERO
Septiembre 2019



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE AGRICULTURA, PESCA
Y ALIMENTACIÓN



CIHEAM
Instituto Agronómico
Mediterráneo de Zaragoza

MASTER EN GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE
(7ª edición: 2017-2019)

Eventos El Niño y su impacto en la pesquería de anchoveta en Perú

Cecilia Liliana Peña Tercero

**TESIS PRESENTADA Y
PUBLICAMENTE
DEFENDIDA PARA LA
OBTENCION
DEL
TÍTULO DE MASTER OF
SCIENCE EN GESTIÓN
PESQUERA SOSTENIBLE**

Alicante

a de de 2019

Eventos El Niño y su impacto en la pesquería de anchoveta en Perú

CECILIA LILIANA PEÑA TERCERO

Trabajo realizado en el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), bajo la dirección de Dr./Dra. Marilú Bouchon.

Y presentado como requisito parcial para la obtención del Diploma Master of Science en Gestión Pesquera Sostenible otorgado por la Universidad de Alicante a través de Facultad de Ciencias y el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ).

Vº Bº Tutor/a

Autor/a

Fdo: D.

Fdo: D.

....., a de2019

AGRADECIMIENTOS

Al **Dr. José Luis Sánchez Lizaso**, a cargo del Máster en Gestión Pesquera Sostenible, del Departamento de Ciencias del Mar y Biología Aplicada de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Alicante (UA), al cual le agradezco infinitamente su **gran paciencia**, apoyo y responsabilidad al estar siempre atento a la necesidad de cada uno de sus alumnos.

Al **Dr. Aitor Forcada**, que siempre nos dio ánimo en los diferentes cursos y a quien le agradezco poder entender procesos estadísticos de aplicación en la evaluación de los recursos. A todo el staff de profesores que “abrieron mi mente” de un enfoque proteccionista de los recursos a un enfoque global del manejo de la actividad pesquera.

Al **Dr. Bernardo Basurco de Lara** representante del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ), del Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM), que siempre tuvo palabras de ánimo para cada integrante del Máster.

A la **beca Santander** que me ayudó económicamente a poder lograr el objetivo de obtener el Máster y conocer excelentes maestros y guías que dieron todo su apoyo a cada uno de los integrantes del curso.

A mis **compañeros del Máster**, con los que compartí gratas experiencias de intercambio cultural, de conocimientos en el tema pesquero hasta las costumbres de los 10 países con los que integré mi bello Perú, gracias a cada uno de los 15 compañeros por su apoyo y amistad brindada.

Al **Instituto del Mar del Perú (IMARPE)**, por las facilidades de la información para realizar la presente investigación. Institución y compañeros a los que siempre estaré agradecida por su ayuda invaluable en momentos difíciles por los que pasé, en especial a mis jefes y grandes amigos **Marilú Bouchon, Miguel Ñiquen y Erich Díaz**, que junto mis amigos y compañeros **Amparo, Julio, Enrique, Pablo, Manuel, Giancarlo, Josymar, Gian Paul, Elmer y Ricardo** de la Dirección General de Investigaciones de Recursos Pelágicos me han impartido grandes enseñanzas a nivel profesional, laboral y personal.

Y a mí hermosa familia, mis papito, **Víctor y Aurora**, por sus grandes lecciones de vida y amor que me brindan día a día, a mi hermanita, **Jessica**, por ser la “*pinky friend*” de mi historia, a mis queridos sobrinos y ahijados, **Valeria y Rafael**, alegría y motor de nuestras vidas, a mi querida **Mami** que me brinda experiencias de valentía y amor incondicional, y a toda mi familia y amigos, a los que están en la tierra porque siempre están pendientes de mis pasos y a los que están en el cielo porque siempre interceden por mí ante mi **grandioso Diosito**.

RESUMEN

La alta variabilidad ambiental de la Corriente peruana o de Humboldt, se encuentra relacionada a fluctuaciones de periodos interanual y multidecadales que modulan cambios en los diferentes niveles del ecosistema, impactando a los recursos, a las pesquerías que sustentan y finalmente tienen implicancias económicas y sociales como los observados durante eventos anómalos como El Niño.

Se revisaron los impactos de los eventos El Niño en el stock norte-centro de la pesquería de anchoveta en el mar de Perú, stock pesquero de alta importancia por presentar altos volúmenes de captura. En este sentido se analizaron los aspectos biológicos y pesqueros del recurso para identificar los cambios registrados debido a los eventos anómalos El Niño y poder conocer la capacidad de recuperación del recurso ante ellos.

El presente trabajo identifica e integra los eventos anómalos El Niño en el mar de Perú que impactaron a la biología y pesquería de la anchoveta y analiza los diferentes componentes que se integran, desde la variabilidad ambiental generada por El Niño, incorporando el impacto en el sector pesquero del país, con consecuencias económicas y sociales.

Se observó que, durante los últimos años, el efecto de los eventos El Niño es menor debido a las lecciones aprendidas durante las décadas de los sesenta, setenta y ochenta que permite realizar una mejor gestión pesquera industrial dirigido a la pesca de anchoveta, evidenciando una rápida recuperación, a nivel biológico y pesquero, del recurso manteniendo estable su producción en favor de la economía y bienestar social del sector pesquero.

Palabras claves: Anchoveta, evento El Niño, impacto, manejo pesquero

ABSTRACT

The high environmental variability of the Peruvian or Humboldt Current, is related to fluctuations of interannual and multidecadal periods that modulate changes in the different levels of the ecosystem, impacting the resources, the fisheries that sustain and finally have economic and social implications as those observed during anomalous events like El Niño.

The impacts of the El Niño events in the north-central stock of the anchovy fishery in the sea of Peru, important fishery stock, due to its high catch volumes, were reviewed. In this sense, the biological and fishery aspects of the resource were analyzed to identify the changes registered in the anomalous events El Niño and to be able to know the capacity of recovery of the resource before this type of events.

The present work identifies and integrates the anomalous events El Niño in the sea of Peru that impacted the biology and fishery of the anchovy and analyzes the different components that are integrated, from the environmental variability generated by El Niño, incorporating the impact on the fishing sector of the country, with economic and social consequences.

It was observed that, during the last years, the effect of the El Niño events is less in reason of the lessons learned during the sixties, seventies and eighties that allows for a better industrial fishing management, mainly anchovy fishing, evidencing a rapid recovery, at the biological and fisheries level of the resource, keeping its production stable in favor of the economy and social welfare of the fishing sector.

Key words: Anchoveta, El Niño event, impact, fishing management

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
LISTA DE SIGLAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1. Antecedentes	3
2. Justificación y objetivos del trabajo	4
2.1. Justificación del trabajo	4
2.2. Formulación de objetivos	5
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
1. Área de estudio	6
2. Fuente de información	7
2.1. Eventos anómalos en el mar de Perú	7
2.2. Información biológica – pesquera de la anchoveta	9
2.2.1. Información biológica	9
2.2.2. Información pesquera	10
2.3. Registro de otras especies en la pesquería de anchoveta	11
2.4. Presión económica y social del sector pesquero	11
2.5. Medidas de manejo aplicadas ante eventos El Niño	11
2.6. Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño	11
3. Análisis de datos	12
3.1. Identificación de los principales eventos El Niño	12
3.2. Cambios en la biología de la anchoveta	12
3.2.1. Cambios en la biomasa de la anchoveta	12
3.2.2. Cambios en la distribución de la anchoveta	12
3.2.3. Cambios en la condición reproductiva y somática	13
3.3. Cambios en la pesquería de la anchoveta	13
3.3.1. Cambios en el desembarque de la anchoveta	13
3.3.2. Cambios en el registro de otras especies en la pesquería de anchoveta	13

3.4.	Presión económica y social del sector pesquero ante los impactos de eventos El Niño de mayor magnitud	14
3.5.	Medidas de manejo sobre la pesquería de anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud	14
3.6.	Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño	14
III.	RESULTADOS	15
1.	Identificación de los eventos El Niño	15
2.	Cambios en la biología y pesquería de la anchoveta	16
2.1.	Cambios en la biomasa de la anchoveta	16
2.2.	Cambios en la distribución de la anchoveta	18
2.2.1.	Distribución superficial	18
2.2.2.	Distribución vertical	20
2.3.	Cambios en la condición reproductiva y somática de la anchoveta	23
2.3.1.	Índice Gonadosomático (IGS)	23
2.3.2.	Factor de Condición (FC)	24
2.4.	Cambio en el desembarque de la anchoveta	25
2.5.	Cambio en el registro de otras especies en la pesquería de la anchoveta	26
3.	Presión económica y social de la industria de la anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud	31
4.	Medidas de manejo sobre la pesquería de anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud	33
5.	Recuperación de la anchoveta frente a eventos El Niño	34
IV.	DISCUSIÓN	38
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	42
VI.	BIBLIOGRAFÍA	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Distribución del área de estudio, correspondiente al Mar Territorial de Perú.	6
Figura 2.	Regiones El Niño establecidas a lo largo del Océano Pacífico Ecuatorial.	8
Figura 3.	Eventos El Niño registrados por el ICEN en la Región Niño 1 + 2 entre 1960 - 2018.	15
Figura 4.	Periodos establecidos de acuerdo a magnitudes de eventos anómalos, El Niño y La Niña.	16
Figura 5.	Serie del ICEN y la biomasa ($t \times 10^6$) de anchoveta durante el periodo enero 1960 – abril 2019.	17
Figura 6.	Eventos anómalos EN y LN y la distribución temporal de la biomasa de anchoveta.	18
Figura 7.	Distribución de la biomasa de anchoveta durante campañas científicas según escenarios ambientales.	19
Figura 8.	Distribución vertical de la anchoveta durante el periodo 1996 – 2018 y su relación con la serie del ICEN.	21
Figura 9.	Diagramas de cajas de latitud media ($^{\circ}$ S), distancia a la costa (mn) y profundidad media de los cardúmenes (m) en relación a los escenarios ambientales.	22
Figura 10.	Serie mensual del ICEN y del índice Gonadosomático de la anchoveta durante el periodo marzo 1961 – diciembre 2018.	23
Figura 11.	Análisis de dispersión entre el índice Gonadosomático y el ICEN.	24
Figura 12.	Serie mensual del ICEN y del factor de condición de la anchoveta durante el periodo marzo 1961 – diciembre 2018.	25
Figura 13.	Análisis de dispersión entre el Factor de condición y el ICEN.	25
Figura 14.	Serie mensual del ICEN y semestral de los desembarques de anchoveta durante el periodo 1960 –2018.	26
Figura 15.	Relación entre el ICEN y el desembarque ($t \times 10^6$) de la anchoveta.	27
Figura 16.	Porcentaje de lances de pesca con anchoveta y otras especies según año.	28

Figura 17.	Distribución de otras especies en la pesquería de anchoveta según escenario ambiental.	29
Figura 18.	Volúmenes y precios de harina de pescado para el periodo 1980 – 2018	33
Figura 19.	Normas legales emitidas para el monitoreo, protección y control de la pesquería de anchoveta según eventos EN	34
Figura 20.	Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño	36
Figura 21.	Desarrollo de la pesquería de anchoveta en el Perú y los eventos EN	37

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Principales puertos de descarga industrial a lo largo de la costa de Perú.	7
Tabla 2.	Categorías y magnitudes según valores del ICEN.	8
Tabla 3.	Eventos El Niño registrados en el mar peruano entre 1950 y 2018.	9
Tabla 4.	Posición geográfica de los cardúmenes de anchoveta según mediana de latitud (°S) y ubicación máxima de distancia a la costa (mn) por evento.	20
Tabla 5.	Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis (todos los escenarios ambientales).	22
Tabla 6.	Resultado de la Prueba de Wilcoxon (por escenario ambiental).	22
Tabla 7.	Principales especies en las capturas de la flota cerquera en la región norte – centro de la costa de Perú según escenario ambiental.	30
Tabla 6.	Aspectos económicos y sociales en la pesquería de anchoveta ante la presencia de eventos El Niño.	32

ÍNDICE DE SIGLAS

AES	Aguas Ecuatoriales Superficiales
ANA	Autoridad Nacional del Agua (ex INRENA) – Perú
ASS	Aguas Subtropicales Superficiales
ATS	Aguas Tropicales Superficiales
ATSM	Anomalía de la Temperatura Superficial del Mar
BCRP	Banco Central de Reserva del Perú
CENEPRED	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - Perú
CPPS	Comisión Permanente del Pacífico Sur
DHN	Dirección de Hidrografía y Navegación de la Marina (HIDRONAV) – Perú
ENOS	El Niño – Oscilación Sur
ENFEN	Estudio Nacional del Fenómeno El Niño – Perú
ERFEN	Estudio Regional del Fenómeno El Niño
ERSST	Temperatura Superficial del Mar reconstruida (por sus siglas en inglés: Extended Reconstructed Sea Surface Temperature)
FOB	Libre a bordo (por sus siglas en inglés: Free On Board)
ICEN	Índice costero El Niño
IGP	Instituto Geofísico del Perú
IMARPE	Instituto del Mar del Perú
INDECI	Instituto Nacional de Defensa Civil – Perú
INEI	Instituto Nacional de Estadística e Informática

MINAM	Ministerio del Ambiente – Perú
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (por sus siglas en inglés: National Oceanic and Atmospheric Administration)
ONERN	Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales - Perú
PRODUCE	Ministerio de la Producción – Perú
SOFIA	El estado mundial de la pesca y la acuicultura (por sus siglas en inglés: State of World Fisheries and Aquaculture)
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Perú
TSM	Temperatura Superficial del Mar

I. INTRODUCCIÓN

El ecosistema de la Corriente Peruana o de Humboldt es altamente productivo debido a zonas de afloramiento que se presenta en áreas cercana a la costa, principalmente de Perú constituyendo los ecosistemas marinos de mayor productividad, sin embargo, ésta productividad se ve alterada debido a cambios en el acoplamiento océano – atmósfera, que generan eventos interanuales de las fases cálida y fría de El Niño-Oscilación Sur (ENOS) que impacta a países del hemisferio sur, como Perú, Chile y Ecuador, en las que los recursos marinos presentan un papel clave en el sector socioeconómico (Morón 2000, SCOR 2016, SCOR 2017, Zuta y Guillén 1970).

La fase cálida del ENOS, denominada el fenómeno o evento El Niño, que según la estación de formación, intensidad y periodo de duración puede generar cambios, negativos o positivos, en el comportamiento de las diferentes especies marinas, entre ellas las que son de interés comercial, afectando las actividades de extracción y a todo el complejo sistema económico y social que depende de la pesca (Chávez *et al.*, 2008, Jordán 1976, Ortilieb 2011, Dewitte *et al.*, 2014a y Dewitte *et al.*, 2014b).

La pesquería peruana, es conocida a nivel mundial debido a los grandes volúmenes de captura de la especie pelágica *Engraulis ringens* “anchoveta peruana”, la cual tiene una gran importancia económica, y junto a la minería, son las principales actividades extractivas del país. Su destino principal es la industria de Consumo Humano Indirecto (CHI) para la producción y exportación de harina y aceite de pescado. En el 2016, el desembarque de anchoveta fue de 2 855 268 toneladas correspondiente al 83.9% del total de recursos hidrobiológicos del mar de Perú. Además del desembarque total de la anchoveta, el 86.9%, fue destinado a la producción de harina y aceite de pescado (PRODUCE 2017), capturas que se traducen en alta ganancia monetaria, debido a los altos precios de las exportaciones, expresados en valores *Free on board* (FOB), a través de la venta de harina y aceite de pescado con un valor de mil setecientos ochenta y ocho (1 788) millones de dólares en el 2017, que corresponde al 5.4% del valor FOB del total de exportaciones de productos tradicionales (BCRP 2018). El desembarque de anchoveta para el de Consumo Humano Directo (CHD) durante los años 2008 – 2017 osciló entre 58 mil y 125 mil toneladas, si bien del 2011 al 2014 presentó una tendencia a la disminución (-53.4%), en los últimos años de la serie se observó un incremento de sus valores, con un aumento del 51.8% en el 2017 respecto al 2014 (PRODUCE 2018).

El impacto del evento El Niño es más evidentes en los recursos pelágicos, principalmente en la anchoveta, produciendo alteraciones en su distribución, procesos biológicos, comportamiento y en forma gradual en la disminución de sus niveles poblacionales (Álamo y Bouchon 1987, Arcos *et al.*, 2004, Bouchon *et al.*, 2001, Bouchon *et al.*, 2010,

Bouchon *et al.*, 2015, Chávez *et al.*, 2002, Chávez *et al.*, 2003, Espino y Yamashiro 1996, Espino 1997, Jordán 1976, Perea *et al.*, 2015, Ñiquen *et al.*, 1999, Wolf y Tarazona 1988, Zuta y Guillén 1970, Zuzunaga 1985). Ñiquen y Bouchon (2004), identificaron el desplazamiento hacia el sur y una secuencia temporal de cambios en los procesos biológicos como: reproducción, reclutamiento y abundancia de los principales recursos pelágicos, entre ellos la anchoveta y sardina, durante tres eventos El Niño de magnitud fuerte a extraordinarios registrados en 1972–73, 1982–83 y 1997–98, indicando la necesidad de la realización de mayores estudios que ayuden a identificar estos cambios importantes en el manejo de los recursos pelágicos.

Esta situación revela la gran importancia que tiene la pesca, principalmente de anchoveta en el Perú. La gran producción pesquera de alto valor económico en el país repercute directamente en el ámbito social, debido a que la pesca marina involucra una gran cadena de producción desde su captura hasta su comercialización, generando alrededor de 90 mil puestos de trabajo, desde armadores y tripulación hasta comerciantes, empresarios y científicos (stakeholders/usuarios) (PUCP 2009). La variabilidad ambiental interanual, generada por los eventos El Niño, produce cambios en el sector pesquero, que siendo de importancia económica y social para el Perú (Jordán 1976), requiere de medidas de manejo para protección sobre la población de los recursos pesqueros afectados, sobre el conjunto de personas que depende directamente de la pesca, y sobre el Estado en general, teniendo en cuenta que, dependiendo de la magnitud y duración del evento, se registran pérdidas monetarias ocasionado por las bajas exportaciones de productos pesqueros.

La ordenación pesquera y la toma de decisiones en el Perú, es una tarea compleja por la gran variabilidad oceanográfica del mar peruano que se dan a diferentes escalas temporales y con una baja capacidad para ser pronosticada generando una gran “incertidumbre ecológica” dependiente de las condiciones ambientales, tanto en cortos plazo (Arias-Screiber *et al.*, 2011), como a largo plazo de tiempo porque regulan la abundancia de una u otra especie (Freón *et al.*, 2008). En este sentido, el Instituto del Mar del Perú (IMARPE), observó la importancia de contar medidas de manejo ante estas perturbaciones mediante estrategias de ordenación (Espino y Yamashiro 1996) y más tarde, de mayor elaboración, un “manejo adaptativo”, que incorpora algunos elementos del enfoque ecosistémico, efectuado de una manera ordenada y rápida, permitiendo la estabilidad en el desarrollo de la pesquería asegurando la sostenibilidad del recurso a través del tiempo e incidiendo su impacto en todos los periodos, tanto a corto como a largo plazo (Bouchon 2018, IMARPE 2016). La toma de decisiones, por parte del Gobierno ante eventos El Niño requiere de estudios que tomen en cuenta, no solo las características de intensidad y permanencia del evento *per se*, sino también debe evaluarse la situación y/o condición de los recursos en ese momento. Además, es necesario, lograr identificar una aproximación del tiempo de recuperación del recurso pesquero y de la ganancia económica consiguiente que genera la administración y manejo de la pesquería pelágica aplicada por las autoridades competentes.

1. Antecedentes

La relación entre el mar y el hombre peruano datan desde la instalación de las primeras civilizaciones costeras. La Ciudadela de Caral, la civilización más antigua de América, situada en el valle de Supe (Lima – Perú), desarrolló una economía agrícola-pesquera articulada por el intercambio “trueque”, principalmente de especies marinas como *Engraulis ringens* “anchoveta”, *Aulacomya atra* “choro” y *Mesodesma donacium* “macha” a cambio de algodón, mates y alimentos como la achira, el frijol, el camote, el zapallo, la calabaza y el ají, entre los pescadores del litoral y los agricultores del valle o las cuencas de la sierra y la selva andina (Shady 2006). Similar a Caral, otras civilizaciones del Perú milenario como las Culturas Mochica, Chimú y Lambayeque situadas la región norte, así como las culturas Chincha, Paracas y Nazca en la región centro de la costa peruana reflejaron en su arquitectura, textilería y cerámicos su relación con el mar. El periodo de ocaso de estas civilizaciones aparentemente se debió a cambios climáticos fortísimos, a los cuales los pobladores, de entonces, lo asociaban como peleas entre los dioses o como castigo de los dioses hacia ellos por alguna falta cometida, entre otros motivos (iperu 2016, Kauffman 1988, Delgado 2016). También existen historias y crónicas de la época del incanato, conquista y virreinato en las cuales se evidencia la presencia de éstos cambios principalmente a nivel meteorológico y destrucciones en tierra (DeVries *et al.*, 1997, Quinn *et al.* 1987, Weels and Noller 1997).

Las primeras publicaciones científicas sobre los eventos El Niño fueron escritas por geógrafos quienes mencionaban la intromisión de una corriente de norte a sur en el continente sudamericano bañando las costas de Perú de masas de aguas cálidas, llegando en algunos casos a presentar desplazamientos con velocidades iguales o mayor a la corriente fría de Humboldt y también la presencia de lluvias extremas en las zonas desérticas del norte del país que culminaron en crecientes de ríos que causaron la caída de represas y tajamares que existían (Bjerknes 1961 a, b, c, d, Carranza 1891, Eguigúren 1984, Murphy 1926,). Zuta (1993) definió El Niño como un fenómeno de carácter aperiódico y de intensidades variables. Sus alteraciones oceanográficas con grandes repercusiones en el clima duran generalmente 14 meses, de febrero del primer año a marzo del siguiente. Siendo precedido por periodos fríos de 2 a 6 años.

La presencia consecutivos eventos El Niño desarrollados en 1965, 1969 y 1972-73, que causaron marcados estragos socio-económicos a nivel de los países ribereños de la costa oeste de Sudamérica, incentivaron la acción del organismo intergubernamental, Comisión Permanente del Pacífico Sur (CPPS), que en 1974 creó el Programa para el Estudio Regional del Fenómeno El Niño (ERFEN) en el Pacífico Sudeste con la participación de los países de Colombia, Ecuador, Perú y Chile, estableciendo, en 1976, comités nacionales en cada uno de los países miembros (CPPS, 2018). En 1977, en el Perú se constituyó el Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno “El Niño” (ENFEN), integrado por instituciones científicas y técnicas públicas a fin de recomendar, asesorar y coordinar las actividades, vinculadas a estudios y evaluación de los aspectos físicos - oceanografía y meteorología - , entregando la responsabilidad del monitoreo, en relación al impacto de la incidencia del evento El Niño en los recursos

hidrobiológicos que sustentan importantes pesquerías del país al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) (ENFEN, 2019).

Desde el siglo XX, publicaciones sobre cambios de abundancia, distribución y biología de los recursos pesqueros fueron desarrollados por Arcos y colaboradores (2004), Ñiquén y Bouchon (2004), Zuzunaga (1985); sobre depredadores superiores (aves y mamíferos) Goya (2000), Jhancke (1998), Tovar y colaboradores (1985). Y, sobre los aspectos socio-económicos Paredes (2010, 2012) y Talledo (2010) realizaron trabajos sobre la situación de la pesca de anchoveta bajo aspectos del comercio en donde involucran los periodos de inestabilidad ocurridos durante eventos El Niño. También Lumbreras y colaboradores (2008) realizaron un análisis sobre la intervención de El Niño en las actividades económicas prehispánicas en el Perú, así como en el Perú actual por Martínez y Morón en 1997.

Actualmente, es el Viceministerio de Pesca y Acuicultura del Ministerio de la Producción (PRODUCE) el ente encargado de gestionar, supervisar y evaluar la política y los planes nacionales de desarrollo de todos los recursos de origen hidrobiológico contenidos en las aguas marinas jurisdiccionales mediante la investigación científica y tecnológica de los recursos así como las condiciones ecológicas de su hábitat para su conservación y explotación mediante el establecimiento del marco normativo para el desarrollo de las actividades extractivas, productivas y de transformación.

2. Justificación y objetivos del trabajo

2.1. Justificación del trabajo

El evento El Niño es un factor que incrementa la incertidumbre en el mar peruano, por lo que se han desarrollado diversos estudios sobre su impacto en la distribución y biología de la anchoveta, el desarrollo e implicancias que causa en las diferentes actividades extractivas que se llevan a cabo en el mar y costa del Perú, sin embargo, existen pocos estudios sobre el tiempo y nivel de recuperación del recurso luego del impacto de estos eventos y de la pesquería que depende de este.

El paradigma del ecosistema peruano, es entender la sensibilidad de los recursos hidrobiológicos frente a la alta variabilidad del ambiente y la capacidad de respuesta que tienen estos recursos. El objetivo principal de la presente tesis es identificar los impactos en la biología y distribución del recurso anchoveta y obtener una primera aproximación sobre el periodo de recuperación de la condición biológica de la anchoveta y de su pesquería después de un evento El Niño, además analizar las decisiones de manejo que se ejercieron durante estos periodos en la gestión pesquera.

2.2. Formulación de objetivos

a. Objetivo general:

Analizar la eficacia de las medidas de gestión adoptadas para la protección de la pesquería pelágica durante eventos El Niño.

b. Objetivos específicos:

- Identificar los cambios en la abundancia, distribución, biología y pesquería de la anchoveta en el mar peruano debido a eventos El Niño.
- Identificar las medidas de manejo aplicadas ante eventos El Niño en la costa de Perú.
- Evaluar el tiempo de recuperación de la biomasa de la anchoveta después de la presencia de eventos El Niño.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Área de estudio

El área de estudio correspondió al mar adyacente a la costa peruana, latitudinalmente desde los extremos norte ($03^{\circ}23'S$) y sur ($18^{\circ}21'S$) del dominio marítimo, y en sentido longitudinal hasta las 150 millas náuticas (mn) en promedio (Figura 1). En la zona superficial de esta área se distribuyen las especies pelágicas, con capacidad de llegar hasta alrededor de los 150 metros (m) de profundidad en el caso de alguna de las especies.

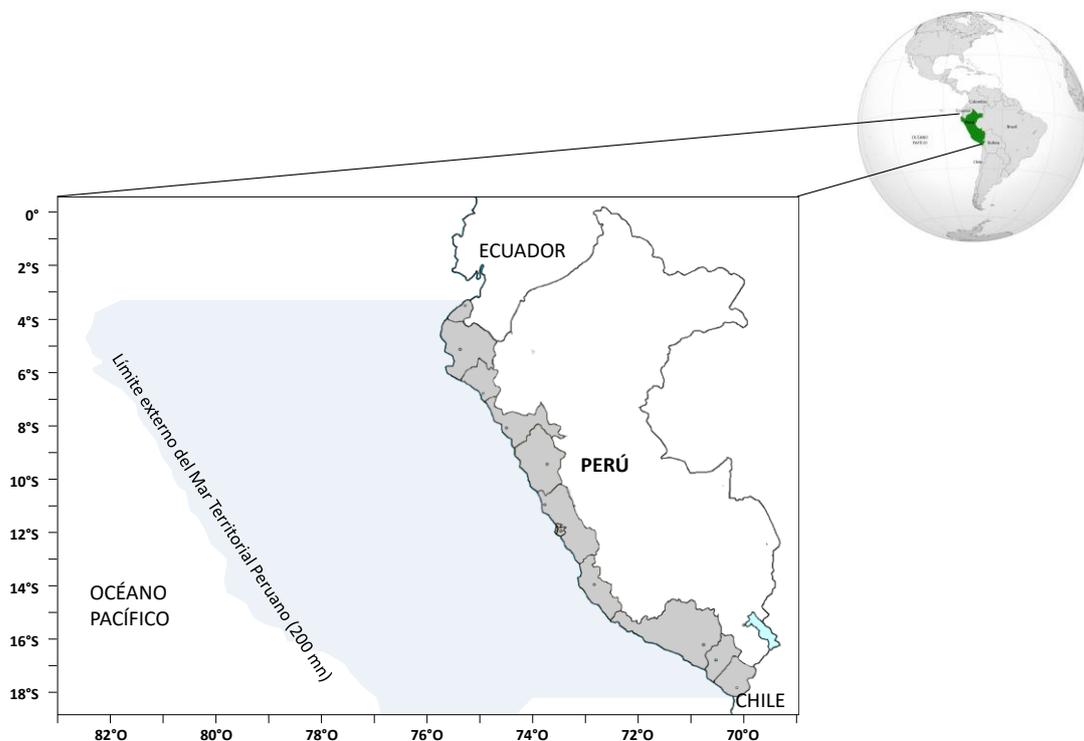


Figura 1. Distribución del área de estudio, correspondiente al Mar Territorial de Perú.
Modificado de Pazmino *et al*, 2008 y RREE 2015.

En el caso particular de la anchoveta, se tiene dos (2) stocks pesqueros: a) Stock Norte Centro del Perú ($3^{\circ}30'S - 16^{\circ}00'S$) y b) Stock Sur Perú – Norte Chile ($16^{\circ}00'S - 24^{\circ}00'S$) (Ñiquen *et al.*, 2000), los cuales se encuentran interrumpidos geográficamente por la presencia de la Dorsal o Cordillera oceánica de Nazca, situada entre los 14° y $15^{\circ}S$ (Wipf *et al.*, 2005). A partir de esta información, Vásquez y Tsukayama (1964) presentaron registros de volúmenes de descarga de anchoveta a lo largo del litoral peruano correspondiente al primer semestre del 1963, según regiones y puertos (Tabla 1). Esta división se mantiene hasta la actualidad, aunque con un mayor número de puertos de desembarque en las regiones norte y sur.

Tabla 1. Principales puertos de descarga industrial a lo largo de la costa de Perú.

Fuente: IMARPE

Región	Puerto	Posición geográfica	
		Longitud oeste (°O)	Latitud sur (°S)
Norte	Paíta*	81°06'23"	05°04'41"
	Parachique*	81°03'39"	05°47'24"
	Chicama / Malabrigo*	79°27'33"	07°42'13"
	Chimbote	78°36'53"	09°04'36"
	Samanco	78°30'10"	09°14'16"
	Casma	77°23'30"	08°27'00"
Centro	Huarmey	78°10'18"	10°05'21"
	Supe	75°45'32"	10°47'15"
	Végueta*	77°40'30"	11°00'00"
	Huacho	77°37'13"	11°06'38"
	Chancay	77°16'25"	11°34'30"
	Callao	77°09'11"	12°03'27"
	Pucusana**	76°47'00"	12°25'00"
	Tambo de Mora	76°11'23"	13°27'18"
	Pisco	76°13'27"	13°41'38"
Sur	Atico	73°41'57"	16°13'26"
	La Planchada*	73°13'17"	16°24' 11"
	Mollendo	72°00'15"	17°02'14"
	Ilo	71°20'52"	17°38'29"

* Puerto nuevo

** Puerto actualmente usado para la pesca artesanal

2. Fuente de información

La información utilizada en la presente investigación provino de diferentes fuentes de referencia:

2.1. Eventos anómalos en el mar de Perú

La relación histórica sobre los eventos El Niño proviene de la serie mensual del Índice Costero El Niño (ICEN), desarrollado por la Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera del IGP (Ramírez and Briones 2017, Takahashi *et al.* 2014). La serie mensual del ICEN, desde 1960 a la actualidad se encuentra disponible en <http://www.met.igp.gob.pe/datos/icen.txt>

El ICEN, consiste en la media corrida de tres meses de las anomalías mensuales de la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 1+2 (90°W-80°W, 0°-10°S) (Figura 2). Estas anomalías fueron calculadas utilizando la climatología mensual establecida para el periodo base 1981-2010. La fuente de datos para este índice son las TSM absolutas del producto Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST), versión v3b de la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) para la región Niño 1+2 (IGP, 2018).

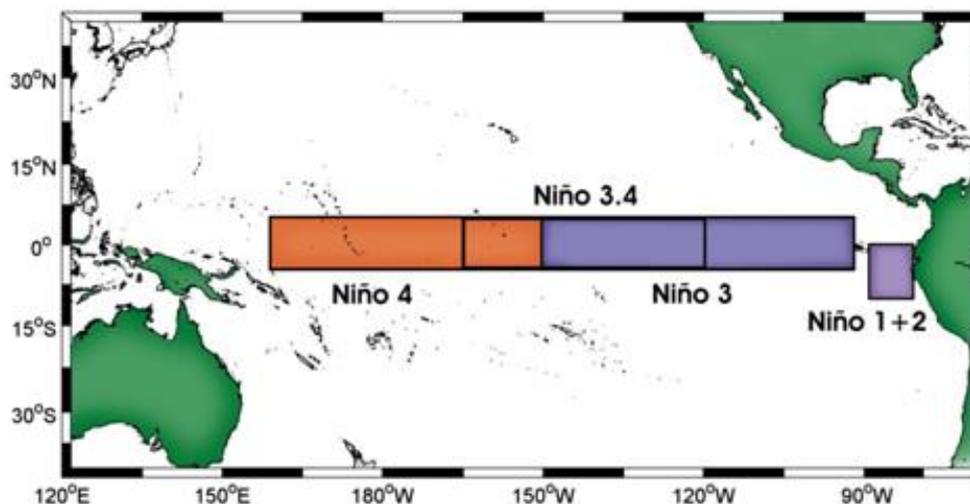


Figura 2. Regiones El Niño establecidas a lo largo del Océano Pacífico Ecuatorial. El ICEN integra valores de anomalías térmica en la Región Niño 1 + 2.

El Grupo Científico Técnico del ENFEN, en base al ICEN realizó la definición operacional de eventos El Niño (cálidos) y La Niña (fríos) (ENFEN 2012a) y categorizó sus magnitudes para la costa de Perú en base a rangos de anomalías térmica (ENFEN 2012b) como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Categorías y magnitudes según valores del ICEN

Categoría y magnitud	ICEN
Fría Fuerte	Menor que -1.4
Fría Moderada	Mayor o igual que -1.4 y menor que -1.2
Fría Débil	Mayor o igual que -1.2 y menor que -1.0
Neutras	Mayor o igual que -1.0 y menor o igual que 0.4
Cálida Débil	Mayor que 0.4 y menor o igual que 1.0
Cálida Moderada	Mayor que 1.0 y menor o igual que 1.7
Cálida Fuerte	Mayor que 1.7 y menor o igual que 3.0
Cálida Extraordinaria	Mayor que 3.0

En el presente trabajo, toma en cuenta los eventos El Niño identificados desde 1950 a la actualidad y para determinar el origen, ecuatorial o central, de cada uno de los eventos El Niño se utilizó los índices del Pacífico Central (CP) y Pacífico del Este (EP) como un proxy. Los índices CP y EP, resumen la variabilidad asociada a los eventos El Niño representando el calentamiento superficial anómalo en el Pacífico este y centro, respectivamente (Takahashi *et al.*, 2011) (Tabla 3).

Tabla 3. Eventos El Niño registrados en el mar peruano entre 1950 y 2018.
Fuente IGP-ENFEN

Inicio		Fin		Duración (mes)	Categoría (magnitud)	Origen del evento
Año	Mes	Año	Mes			
1951	5	1951	10	6	Moderado	Ecuatorial
1953	3	1953	6	4	Débil	Ecuatorial
1957	3	1958	4	14	Moderado	Ecuatorial
1965	3	1965	10	8	Moderado	Ecuatorial
1969	4	1969	7	4	Moderado	Central
1972	3	1973	2	12	Moderado	Ecuatorial
1976	5	1976	10	6	Débil	Ecuatorial
1982	7	1983	11	17	Extraordinario	Ecuatorial
1986	12	1987	12	13	Moderado	Central
1991	10	1992	6	9	Moderado	Central
1993	3	1993	9	7	Débil	Ecuatorial
1994	11	1995	1	3	Débil	Central
1997	3	1998	9	19	Extraordinario	Ecuatorial
2002	3	2002	5	3	Débil	Central
2002	9	2003	1	5	Débil	Central
2003	11	2004	1	3	Débil	Central
2004	10	2004	12	3	Débil	Central
2006	8	2007	2	7	Moderado	Central
2008	7	2008	9	3	Débil	Ecuatorial
2009	5	2009	9	5	Débil	Central
2012	3	2012	7	5	Débil	Ecuatorial
2014	5	2014	10	6	Moderado	Ecuatorial
2015	4	2016	6	15	Fuerte	Central
2016	12	2017	4	5	Débil	Ecuatorial

2.2. Información biológica – pesquera de la anchoveta

Las variables biológicas y pesqueras de la anchoveta, fueron obtenidas de publicaciones y de información recopilada por la Dirección General de Investigación de Recursos Pelágicos (DGIRP) del IMARPE. Para la presente investigación se consideró la región norte – centro de Perú, debida a que: a) es el área de mayor abundancia de la anchoveta y b) es la zona más cercana al radio de acción de los eventos El Niño (Región 1+2). En el caso de los otros recursos pelágicos, tomando en cuenta su comportamiento, se consideró la información total Perú.

2.2.1. Información biológica

La serie de la biomasa de anchoveta (abundancia) se obtuvo de Díaz y colaboradores (en prensa) quienes utilizaron información de la biomasa acústica del recurso obtenidas en las campañas científicas realizadas por el IMARPE, denominadas Cruceros de Evaluación de Recursos Pelágicos (CERP), realizados

desde 1985 a 2019 (verano austral) y series de captura agrupadas a escala trimestral de octubre a setiembre de 2019, obtenidas mediante los modelos de Producción Excedente (MPE) y los Análisis Integrados (AI).

Los mapas (gráfico) de la distribución de la biomasa de anchoveta fueron obtenidas de la Dirección General de Investigaciones en Hidroacústica, Sensoramiento Remoto y Artes de Pesca (DGIHSA) del IMARPE, correspondiente a cruceros de evaluación (campañas científicas) realizadas durante eventos El Niño, condiciones neutras y eventos La Niña.

Para los cruceros desarrollados previos a 1985 se cuenta con la ubicación geográfica de los lances de pesca, obtenidos de la base de datos del Sistema Institucional del IMARPE (IMARSIS).

La distribución vertical de los cardúmenes de la anchoveta, se obtuvo de la información proveniente del Programa de Observadores a Bordo de la flota industrial de cerco “Bitácoras de Pesca” (PBP), a cargo del Área Funcional de Dinámica Poblacional y Evaluación de Recursos Pelágicos (AFDPERP) de la DGIRP del IMARPE.

El programa Bitácoras de Pesca, desde 1996 a la actualidad se encarga de proporcionar datos biológicos y pesqueros de barcos pesqueros (IMARPE 2019a), siendo una fuente complementaria de información *in situ*, de aproximadamente el 1% de los viajes de pesca de la flota de cerco de anchoveta peruana (Bouchon *et al.*, 2013, Joo *et al.*, 2016).

Para analizar posibles cambios en la biología de la anchoveta, se utilizaron dos índices: a) el Índice Gonadosomático (IGS) que brinda información sobre la condición reproductiva y b) el Factor de Condición (FC) sobre la condición somática del recurso. Para el periodo 1961 – 2009, los valores de IGS y FC fueron obtenidos de Buitrón y colaboradores (en prensa) y de Perea y colaboradores (en prensa), respectivamente. La información para el periodo 2010 – 2018, de ambos índices fue proporcionada por el Laboratorio de Biología Reproductiva (LBR) del IMARPE.

2.2.2. Información pesquera

La información científica sobre los desembarques mensuales de anchoveta para el periodo 1959 – 2015 fue obtenida de Bouchon y colaboradores (2018) y para el periodo 2016 – 2018 fue facilitado por el Área Funcional de Recursos Neríticos Pelágicos (AFIRNP) del IMARPE, teniendo en cuenta la falta de información en meses con cierres de pesca por veda reproductiva o término de cuota, éstas fueron agrupadas en forma trimestral.

2.3. Registro de otras especies

Los registros, en la base de datos IMARSIS, de la captura incidental de otras especies en la pesquería de anchoveta para el periodo 1996 – 2018, se obtuvo de la información de viajes pesqueros de embarcaciones de la flota de cerco destinada a la pesca de anchoveta colectada por los observadores a bordo del Programa de Bitácoras de Pesca (PBP) del IMARPE.

2.4. Presión económica y social del sector pesquero

La información económica, corresponde a la recopilación de artículos respecto a los impactos económicos sufridos durante los diferentes eventos El Niño y su repercusión en la sociedad obtenidos de revistas y/o libros, así como tesis relacionadas a la economía y sociología relacionadas a la pesquería peruana. Se obtuvieron valores trimestrales de volúmenes de toneladas métricas (TM) de harina de pescado (anchoveta corresponde al 99%) y su precio en dólares por TM, obtenidas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) para el periodo 1980 – 2014 y del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) para el periodo 2015-2018.

2.5. Medidas de manejo aplicadas ante eventos El Niño

El Gobierno de Perú, a través del ente competente, es el encargado de proponer las políticas y normas de protección ambiental y de conservación de los recursos naturales, a través de la supervisión, monitoreo y control del aprovechamiento sostenible de los recursos naturales de acuerdo al marco normativo del Sector Pesquero para mantener el desarrollo de las actividades extractivas, productivas y de transformación, en coordinación con los organismos competentes en cada una de las actividades indicadas.

Las normas legales son elaboradas por la Dirección de Caza y Pesca del Ministerio de Agricultura (– 1969), el Ministerio de Pesquería (enero 1970 – julio 2002) y por el Ministerio de la Producción (julio 2002 hasta la actualidad), siendo las de mayor relevancia emitidas en el diario oficial del Perú, El Peruano.

2.6. Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño

Se utilizó información de oceanográfica (ICEN) para describir escenarios ambientales, la información sobre la biología y pesquería de la anchoveta corresponde al factor de condición y desembarque de la anchoveta, y la intervención del Estado a través del marco normativo.

3. Análisis de los datos

En general, para los análisis estadísticos y temporales se utilizó el software libre R Core Team 2013 versión 3.5.3 y los datos con referencia geográfica se graficaron en el Golden Software Surfer versión 15.

3.1. Identificación de los eventos El Niño

Para identificar asociaciones entre eventos El Niño y determinar cuales se utilizarán como referencia en el presente trabajo, se tomó en cuenta los eventos de mayor anomalía y duración. Se descartaron del análisis, los eventos cálidos observados en la década de los cincuenta, El Niño 1951 (moderado), 1957 (débil) y 1957-58 (moderado), debido a que las serie biológicas y pesquera se encontraron disponibles a partir del año 1961.

3.2. Cambios en la biología de la anchoveta

3.2.1. Cambios en la biomasa de la anchoveta

Se describe la serie de la biomasa de anchoveta en relación a los escenarios ambientales para el periodo 1960 – 2018. Y se identifica periodos donde la biomasa responde a la magnitud de intensidad y recurrencia de eventos El Niño.

3.2.2. Cambios en la distribución de la anchoveta

Se escogieron mapas de distribución de la biomasa de anchoveta obtenidos cruceros (campañas) de evaluación de recursos pelágicos, para describir el comportamiento de las agregaciones de anchoveta en relación a las concentraciones del recurso anchoveta y el desplazamiento de la magnitud de la biomasa según escenario ambiental.

También se elaboró una tabla con los estimados de la mediana latitudinal del total de lances y el promedio de la distancia a costa (en millas náuticas), de los lances desde 8°00'S hasta 14°59'S (debido al perfil del litoral de Perú), con captura y/o presencia de anchoveta registrados en campañas científicas seleccionadas por eventos cálidos El Niño, en la cual se incorporó los datos de mediana y distancia a costa promedio para eventos fríos La Niña y periodos de condiciones neutras para establecer posibles desplazamientos debido a cambios ambientales.

Para corroborar estadísticamente los cambios en la distribución de la anchoveta según escenario ambiental, se utilizó información de los lances con anchoveta por crucero de investigación (campaña) del área correspondiente a la región norte centro. En primer lugar, se graficaron, mediante un diagrama de cajas (boxplot) se visualizaron a) la posición geográfica de la latitud promedio ponderada a la abundancia de la anchoveta por crucero de investigación obtenida de la posición

geográfica de cada lance con captura del recurso ponderada a su abundancia (en peso) y de forma similar b) la distancia a costa (en millas náuticas) de los cardúmenes de anchoveta. Se observó una notable diferencia entre el número de cruceros según escenario ambiental, por lo que realizar cortes o replicas a fin de obtener el mismo número de muestras para realizar un análisis de varianza (ANOVA) no fue viables, por lo que se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, que en función similar al ANOVA comprueba si un grupo de datos proviene de la misma población. Finalmente, para identificar en cuál de los grupos (en nuestro caso: escenario ambiental) existen las diferencias se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

La variación vertical de los cardúmenes de anchoveta, identificada a partir de la profundidad media ponderada a la captura (en metros) durante el periodo 1996 – 2018 se describió en relación a los escenarios ambientales para el mismo periodo con énfasis en los eventos El Niño. El tratamiento estadístico fue similar al realizado para la latitud y distancia a costa.

3.2.3. Cambios en la condición reproductiva y somática

Se interpretó el índice gonadosomático (IGS), calculado siguiendo la metodología de Vazzoler (1982), y la determinación del factor de condición (FC) calculado siguiendo la metodología de Heincke (1908) en relación a los escenarios ambientales. Asimismo, como se postula que las condición reproductiva y somática de la anchoveta varía de acuerdo a la intensidad de los eventos anómalos (El Niño), para comprobar dicha hipótesis se planteó aplicar un gráfico de dispersión con datos biológicos basado en el análisis del IGS y FC. En el caso del IGS debido a su alta variabilidad, se aplicó a la serie la transformación del logaritmo normal (neperiano) para reducir su variabilidad y continuar con su procesamiento y se estableció el coeficiente de determinación que indica el grado de relación.

3.3. Cambios en la pesquería de la anchoveta

3.3.1. Cambios en el desembarque de la anchoveta

Se describió la serie de los desembarques de anchoveta en relación a los escenarios ambientales. Se realizó una regresión lineal entre los desembarques de anchoveta y la variable aditiva del ICEN y la biomasa, y se utilizó el coeficiente de determinación para establecer el grado de la relación.

3.3.2. Cambios en el registro de otras especies en la pesquería de anchoveta

Para analizar los cambios de la composición de la fauna acompañante en la pesquería dirigida a la anchoveta se utilizó la información de las especies registradas (capturadas y observadas) de lances de pesca realizados en viajes observados por el programa Bitácoras de Pesca, durante los primeros semestres

del periodo 1996 – 2019. Además, se escogieron viajes de pesca, con registro de capturas por especie, mayores a 10 toneladas, para observar la presencia y desplazamientos de las especies pelágicas según escenario ambiental.

3.4. Presión económica y social del sector pesquero ante los impactos de eventos El Niño de mayor magnitud

Se recopiló las principales evidencias de impacto económico y social debido a la presencia de eventos El Niño, seleccionando los relacionados al sector pesquero.

3.5. Medidas de manejo sobre la pesquería de anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud

Se seleccionaron las normas legales establecidas para el manejo de la pesca de anchoveta, tomadas ante los impactos de los principales eventos El Niño emitidas en el diario oficial El Peruano durante el periodo 1960 - 2018.

3.6. Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño

Se realizará un gráfico, para cada evento El Niño establecido en el punto 3.1, para observar los cambios en la distribución de las variables oceanográficas y la respuesta de las variables biológica y pesqueras de la anchoveta, y la intervención del Estado.

III. RESULTADOS

1. Identificación de los eventos El Niño.

De acuerdo a los eventos El Niño registrados entre 1960 y el 2018, se identificó que los eventos El Niño 1982-83 de magnitud extraordinaria, El Niño 1997-98 también extraordinario, El Niño 2015-2016 de magnitud fuerte y El Niño EN 1972-73 de magnitud moderada, según el ICEN, corresponden a los eventos de mayor duración, con 17, 19, 15 y 12 meses respectivamente (Figura 3). Debido al gran impacto que tuvieron estos eventos El Niño en la pesquería de anchoveta de Perú, fueron considerados como referencia para la presente investigación.

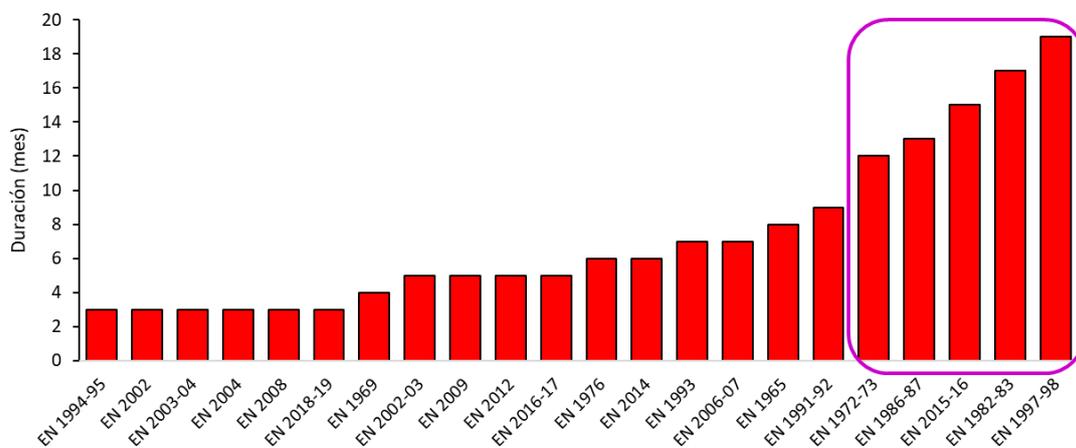


Figura 3. Eventos El Niño registrados por el ICEN en la Región Niño 1 + 2 entre 1960 – 2018 según su tiempo de duración. En el rectángulo redondeado se encuentran los eventos El Niño seleccionados para la investigación.

En la figura 4, se distingue, tres (3) periodos de tiempo según la magnitud de los eventos anómalos, El Niño (EN) y La Niña (LN):

- Periodo 1969 – 1979: Se caracteriza por la mayor recurrencia de condiciones LN. Los eventos cálidos se presentaron con una diferencia de dos (2) a tres (3) años.
- Periodo 1980 – 1999: Se caracterizó por un menor número de eventos fríos LN, y resalta la presencia de los dos eventos EN extraordinarios 1882-83 y 1997-98 al inicio y fin del periodo.
- Periodo 2000 – 2018: Es representado por la recurrencia de eventos anómalos cálidos, doce (12) en total, con magnitudes entre débiles a fuerte. Si bien el número de eventos LN es reducidos, se caracterizó por la presencia de magnitudes fuertes.

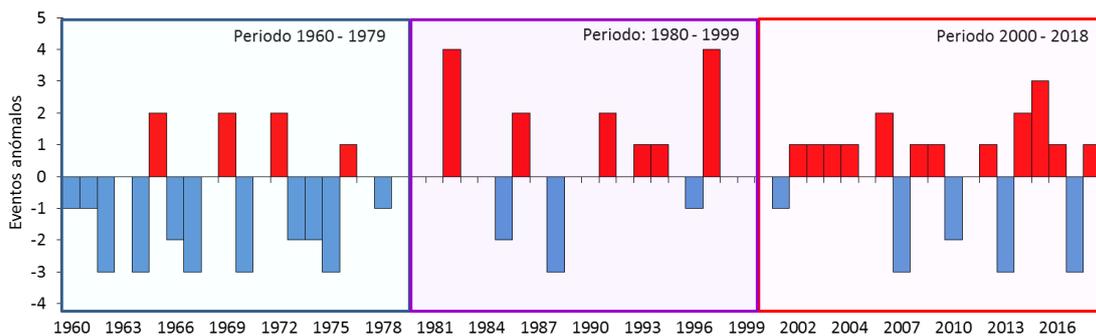


Figura 4. Periodos establecidos de acuerdo a magnitudes de eventos anómalos, El Niño (barra roja) y La Niña (barra azul).

2. Cambios en la biología y pesquería de la anchoveta.

2.1. Cambios en la biomasa de la anchoveta

La biomasa (abundancia expresada en peso) de la anchoveta es una de las variables más sensible a la presencia de eventos cálidos como El Niño. En la serie histórica de biomasa de anchoveta, se observa que los valores disminuyen ante la presencia de los eventos EN (figura 5).

Los eventos El Niño, categorizados en el segundo componente del ACP afectaron la biomasa de anchoveta. Al inicio de la década de los setenta, la ocurrencia del evento EN 1972 -73, de categoría moderado pero con 12 meses de duración, afectó a la biomasa del recurso con una disminución en 59% en el lapso de dos (02) años. En los siguientes años ante una pausada recuperación, alcanzó los 7.3 millones de toneladas en el primer semestre de 1976. Entre mayo y octubre de 1976, otro evento EN, de magnitud débil, mermó nuevamente su abundancia llegando a valores promedio de 2.4 millones de t de biomasa.

Otro evento importante, se dio a inicios de los años ochenta, cuando el recurso comenzaba a recuperarse lentamente, el evento EN 1982-83, de categoría extraordinaria y de 17 meses de duración. Este escenario ambiental, agravó la situación del recurso y su pesquería, observándose un decrecimiento de la biomasa de 67%, respecto al promedio histórico (7.28 millones de toneladas), llegando a menos de 1 millón de toneladas. A pesar de ello, su recuperación fue rápida y en el segundo semestre de 1984 se registró una biomasa de 9.6 millones de toneladas. Sin embargo, nuevamente un evento EN moderado en 1986-1987 volvió a afectar, disminuyendo el valor de biomasa semestral a 1.2 millones de toneladas.

Durante el primer quinquenio de la década de los noventa se presentaron tres (03) eventos El Niño, 1991-92 de magnitud moderada y dos eventos EN débiles 1993 y 1994-95, mantuvieron una variabilidad de la biomasa alrededor de 5.2 millones de toneladas. Sin embargo, el evento EN 1997-98, de categoría extraordinaria, y con 19 meses de duración impactó en los recursos pesqueros del mar peruano y dio lugar a un

nuevo decrecimiento de los niveles de biomasa de anchoveta en 43%, respecto al patrón histórico, con valores de 2.5 millones de toneladas. Con una progresiva recuperación, a fines de la década la biomasa de la anchoveta llegó a valores de 8.2 millones de toneladas durante el segundo semestre del año 1999, por el enfriamiento del ambiente debido a los efectos del evento La Niña.

En las últimas dos décadas se han producido frente a las costas de Perú, eventos EN de forma recurrente. Entre el 2000 y el 2010 se han presentado siete (06) eventos EN de magnitud débil y uno (1) moderado 2002, 2002-03, 2003, 2004, 2008, 2009 y 2006 respectivamente, registraron una alta variabilidad, aunque con biomasa promedio de 8.5 millones de toneladas. El evento EN 2015-16, con 15 meses de duración, trajo consigo una disminución de la biomasa del 19%, con biomasa de 1.8 millones de toneladas.

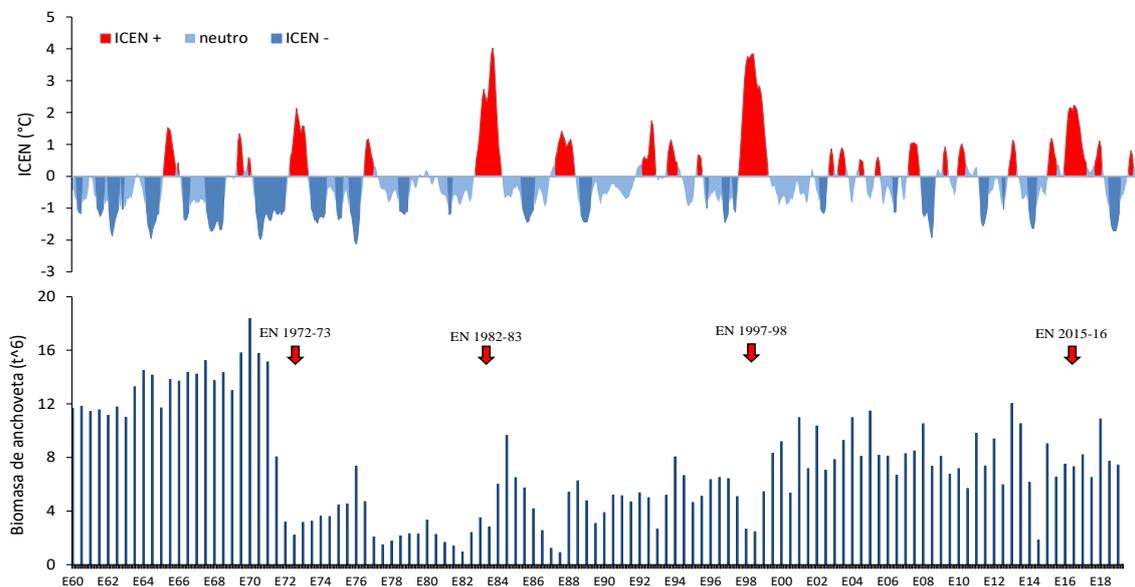


Figura 5. Serie mensual del ICEN y semestral de la biomasa de anchoveta durante el periodo enero 1960 – abril 2019. Las flechas rojas indican los eventos El Niño seleccionados. Fuente IGP (ICEN) y Díaz *et al.*, (en prensa).

Al analizar la biomasa anual de anchoveta según magnitud de eventos anómalos, se observó que la biomasa responde de manera diferente a cada uno de los periodos. Durante el primer periodo, con una biomasa media de 9.37 millones de toneladas, los valores de biomasa se encontraron bastante dispersos al valor promedio (variación: 3.97), durante el segundo periodo, con una biomasa promedio de 4.40 millones de toneladas, la dispersión de las biomazas respecto al valor medio fue de 1.25, y el último periodo, con una biomasa de 9.16 millones de toneladas, con una variación porcentual de 108% más respecto a la biomasa del segundo periodo y 4.71% menor al primer periodo, presentó los valores de biomasa muy cercanos al valor promedio, con una variación alrededor del 0%.

Lo que indica los recurrentes eventos EN durante la década del 2000 y 2010 no estarían afectando en demasía al recurso anchoveta a pesar de registrarse en mayor número y en forma recurrente, permitiendo a la anchoveta una pronta recuperación de su biomasa (Figura 6).

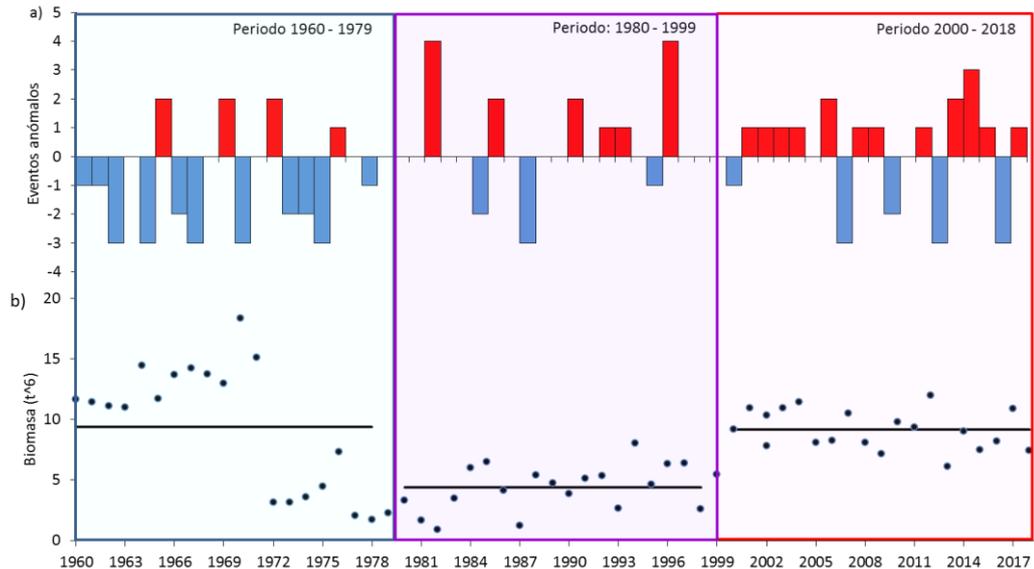


Figura 6. a) Eventos anómalos EN (barra roja) y LN (barra azul), y b) distribución temporal de la biomasa (millones de toneladas) de anchoveta. La línea negra (—) corresponde a la biomasa promedio según periodo.

2.2. Cambios en la distribución de la anchoveta

2.2.1. Distribución superficial

La distribución de la biomasa acústica, mostró cambios en la distribución geográfica (latitudinal y longitudinal) de los cardúmenes de anchoveta durante periodos de eventos El Niño (cálidos) y La Niña (fríos), en relación a su distribución espacial en condiciones neutras. Los cardúmenes de anchoveta durante condiciones neutras, se registraron a lo largo de la costa de Perú con concentraciones y altos valores de biomasa distribuidos a lo largo del litoral de manera homogénea. Sin embargo, durante eventos El Niño, los cardúmenes de anchoveta se concentran en la zona costera y la biomasa de la especie se reduce notoriamente, además ocurre un desplazamiento de éstos hacia el sur.

Durante los eventos EN extraordinarios 1982-83, 1997-98, la distribución de la anchoveta fue cercana a la costa, y el desplazamiento hacia el sur fue más notorio durante el calentamiento producido por EN 1982-83 (Figura. 7a). Las condiciones neutras, como las observadas en el crucero 1809-11 presentan una mayor concentración del recurso formando grandes agregaciones (cordones) a lo largo de la costa de Perú y principalmente dentro de las 50

millas náuticas (Figura. 7b). Mientras que durante los eventos La Niña (fríos), los cardúmenes presentan una mayor distribución longitudinal, altos valores de biomasa, pero en cardúmenes dispersos como lo observado en el crucero 1308-09, periodo donde se presentó el evento La Niña 2013 desarrollada entre abril y agosto (Figura 7c).

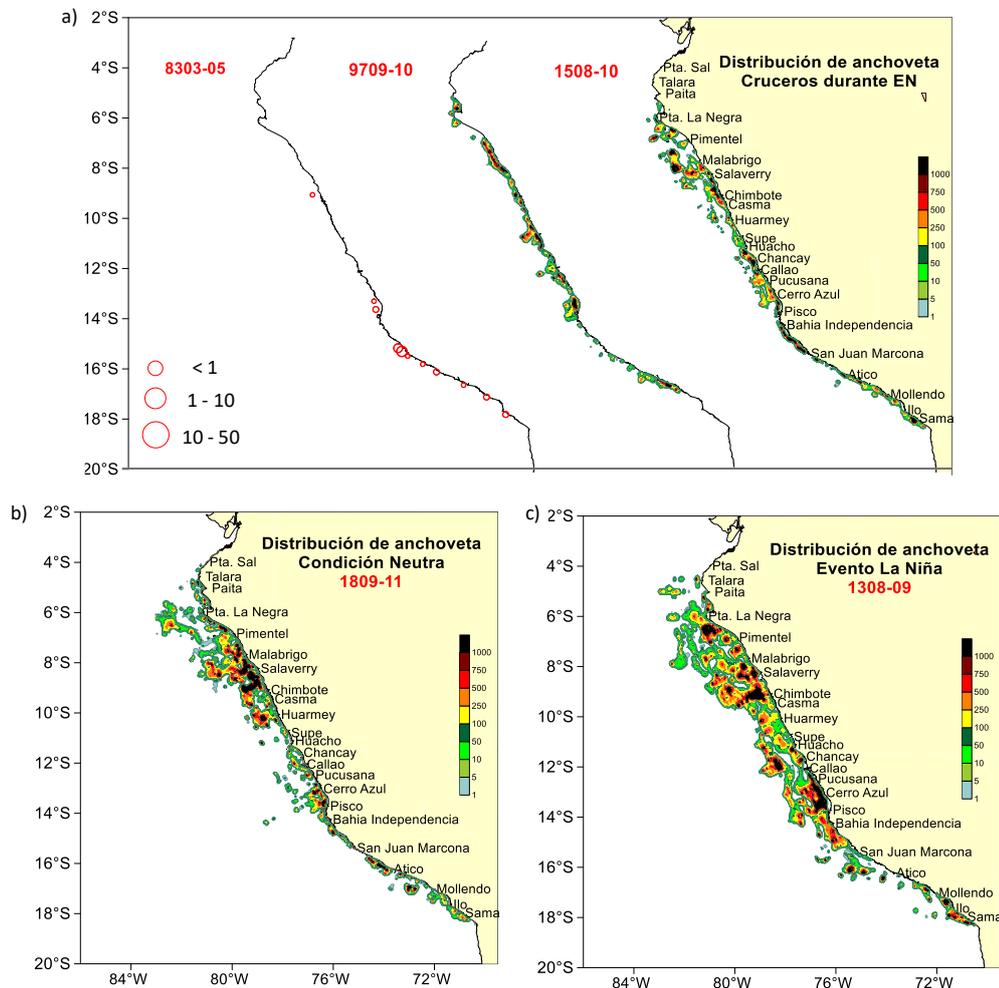


Figura 7. Distribución de la biomasa de anchoveta durante campañas científicas según eventos a) El Niño (EN), b) Condiciones Neutras (CN) y c) La Niña durante el periodo 1983 – 2018. Fuente: AFH/ DGIHSA/IMARPE.

La posición geográfica de los cardúmenes de anchoveta, medida mediante la mediana de la latitud, mostró que durante condiciones neutras y eventos fríos (LN) la latitud se mantuvo cercanas a los 10°30'S y una amplia distribución longitudinal, alcanzando las 50 millas náuticas en promedio.

Con el ingreso de aguas cálidas, eventos El Niño, la latitud media de la distribución de las agregaciones de la anchoveta se desplazaron hacia el sur, en busca de masas de aguas frías o de mezcla, alcanzando la mediana a los 12°00'S en promedio. Cabe resaltar que en los eventos extraordinarios como el de EN 1982-83, la distribución de la anchoveta alcanzó hasta los

15°28.2'S, que fue la máxima distribución alcanzada; seguida por el evento de 1997-98, que alcanzó en mayo del 1998 los 13°04.7'S. Durante estos eventos se observó un repliegue a la costa de las agregaciones del recurso ante condiciones cálidas, restringiéndose dentro de las primeras 20 mn de la costa de Perú durante el evento EN fuerte 2015-16, durante el evento EN extraordinario 1982-83 los cardúmenes del recurso se registraron dentro de las 10 millas náuticas y en el evento EN 1997-98, también de magnitud extraordinaria, la anchoveta se presentó dentro de las 5 mn de distancia a costa (Tabla 4).

Tabla 4. Posición geográfica de los cardúmenes de anchoveta según mediana de latitud (°S) y ubicación promedio de distancia a la costa (mn) por cruceros de investigación durante eventos El Niño y según escenarios ambientales. Fuente: AFH/ DGIHSA/IMARPE.

Identificación	Denominación	Crucero	Latitud (°S)	Dist.Costa (mn)
Evento	El Niño (EN)	8303-05	15°28.2'	9.0
		8610-12	15°57.7'	8.0
		8708-09	13°00.4'	10.8
		9201-02	12°07.6'	10.0
		9709-10	11°28.9'	4.4
		9805-06	13°04.7'	9.7
		0611-12	10°49.5'	16.0
		1408-10	11°36.6'	13.3
		1508-10	10°06.8'	19.2
Escenario ambiental	Cálidas (El Niño - EN)		12°07.6'	11.1
	Neutras (CN)		10°56.7'	20.7
	Frías (La Niña - LN)		10°32.9'	36.6

2.2.2. Distribución vertical

La distribución vertical de los cardúmenes de anchoveta, durante el periodo 1996 – 2018 presentó profundidad media de 24 m y una alta variabilidad. Las mayores profundizaciones de las agregaciones del recurso se observaron durante la presencia de los eventos anómalos cálidos como EN extraordinario 1997-98 y EN fuerte 2015-16 (Figura 8) con un promedio de 30.5 y 32.4 m respectivamente.

En octubre 2014, la información obtenida durante el crucero de evaluación 1408-10 (llevado a cabo entre agosto a octubre del mismo año), mostró una disminución de la biomasa acústica a solo 1.7 millones de toneladas y, presencia de un alto número de ejemplares juveniles. El evento EN 2014, de magnitud moderada, que tuvo inicio en mayo de 2014, hacia fines de la primera temporada de pesca de ese año, trajo consigo la profundización de los cardúmenes de anchoveta, principalmente de adultos. No se contó con

información sobre la profundidad de las agregaciones de anchoveta el segundo semestre del 2014, por el cierre de las actividades extractivas, dejando sin efecto la segunda temporada de pesca de ese año.

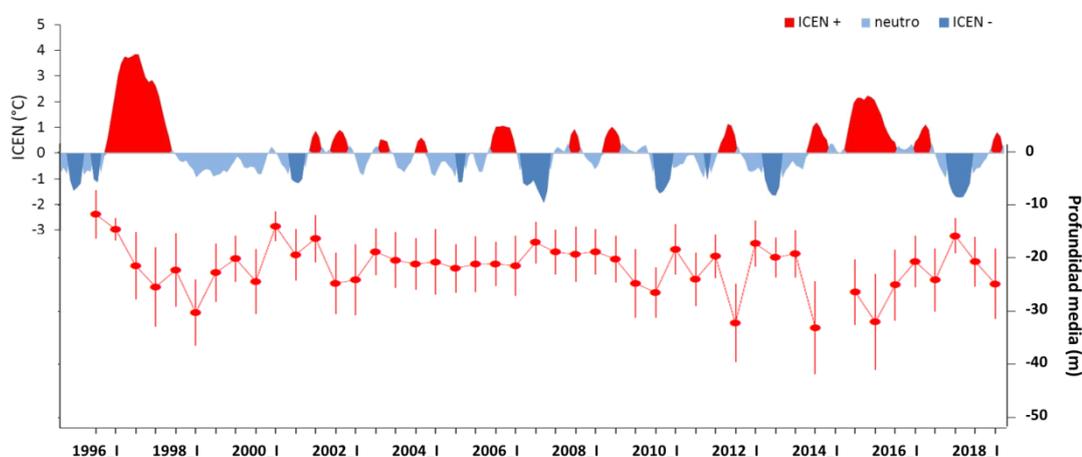


Figura 8. Distribución vertical semestral de la anchoveta durante el periodo 1996 – 2018 y su relación con la serie del ICEN. Fuente PBP/DGIRP/IMARPE

En el gráfico 9a se observó que las medianas de las latitudes promedio por cada escenario ambiental, presentan valores bastante similares. Sin embargo, ante condiciones cálidas como El Niño, el mayor número de latitudes promedio ponderados a la abundancia se presentaron al sur de los -10.20 grados mientras que, en condiciones neutras y La Niña el mayor número de latitudes se hallaron al norte de los -10.3 grados. Diferencias evidentes entre los escenarios ambientales y la distancia a la costa, así como con la profundidad de los cardúmenes fueron observadas en las figuras 9b y 9c.

La prueba de Kruskal-Wallis indicó que existen diferencias significativas entre los escenarios ambientales (grupo) y la distancia a la costa, así como con la profundidad de los cardúmenes de anchoveta. Sin embargo, con $p\text{-valor} > 0.05$ se indicó que no existe diferencia significativa entre las latitudes de los lances promedios ponderados (Tabla 5).

Con la información de la prueba anterior, utilizaremos la prueba de Wilcoxon entre los factores distancia a la costa y profundidad de los cardúmenes y cada escenario ambiental, identificando que (Tabla 6). La variable distancia a la costa presentó diferencias significativas en escenarios El Niño - condiciones neutras y El Niño y La Niña. En forma similar a los resultados de la distancia a la costa, el caso de la profundidad de los cardúmenes de anchoveta, la prueba indicó que existen diferencias significativas bajo escenarios de El Niño - condiciones neutras con un nivel de significancia del 95% y El Niño y La Niña con un nivel de significancia del 99%.

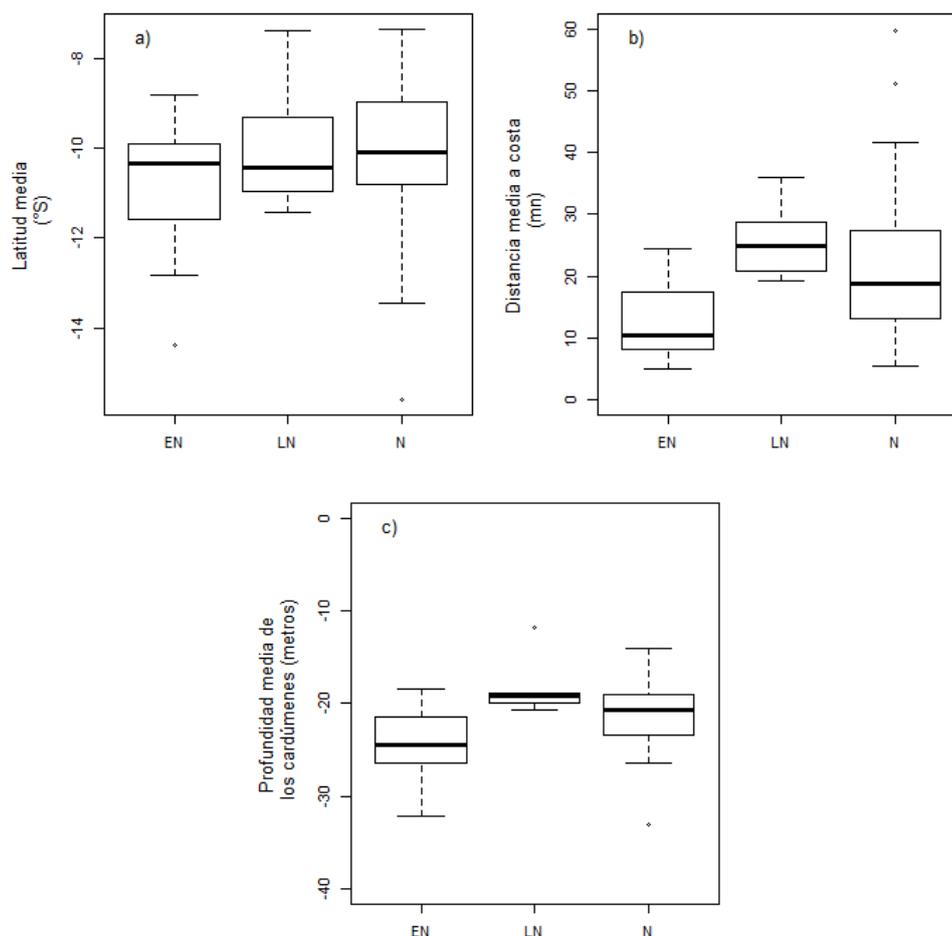


Figura 9. Diagramas de cajas (boxplot) de a) latitud media (°S), b) distancia a la costa (m) y c) profundidad media de los cardúmenes (m) en relación a los escenarios ambientales donde EN: El Niño, LN: La Niña y N: condiciones neutras. Fuente: Series de latitud y distancia a costa AFH/ DGIHSA/IMARPE y distribución vertical PBP/DGIRP/IMARPE

Tabla 5. Resultado de la Prueba de Kruskal-Wallis (todos los escenarios ambientales)

Factor	Chi-cuadrado	Gr. de Libertad	p-valor
Latitud	2.3566	2	0.3078
Distancia a costa	14.62	2	0.0006688
Profundidad	10.451	2	0.005378

Tabla 6. Resultado de la Prueba de Wilcoxon (por escenario ambiental)

Factor	Escenarios	W	p-valor
Distancia a costa	EN – CN	259.0	0.002321
	CN – LN	290.5	0.07455
	EN – LN	14.0	0.0004171
Profundidad	EN – CN	93.0	0.007484
	CN – LN	97.0	0.1357
	EN – LN	8.0	0.01032*

2.3. Cambios en la condición reproductiva y somática de la anchoveta

2.3.1. Índice gonadosomático (IGS)

La actividad reproductiva de la anchoveta presentó una alta variabilidad estacional y mensual, con valores de amplitud de 0.5 a 6.3 y media en 4.1. La primera disminución drástica del IGS se observó a en enero del verano austral de 1972, con un valor de 0.7 el cual coincidió con el inicio del evento EN 1972-73, sin embargo, presentó una rápida recuperación y logró realizar su desove principal en el mismo periodo anterior (junio), con valor de 5.23 similar intensidad (menor en 1.91%). El evento EN extraordinario desarrollado en periodo 1982-83, que inició en julio 1982 y tuvo duración de once (11) meses no presentó una merma importante sobre la actividad reproductiva presentando una tendencia creciente hasta abril de 1984 con 6.3 para disminuir a 0.52 en enero de 1986.

La tercera disminución importante en la actividad reproductiva de la anchoveta se presentó durante el evento EN 1997-98 de categoría extraordinario con 19 meses de duración (marzo 1997 a setiembre 1998). Durante los meses de junio a octubre 1997, periodo en el que se presenta el desove principal de la especie, los valores del IGS fueron, en promedio, 35% menores respecto al promedio histórico. El menor valor del IGS, de 1.01, registrado en enero 1998, es de 80.87% y 80.78% menor al año anterior y posterior respectivamente.

Durante el evento EN 2015-16, desarrollado entre abril 2015 a junio 2016, el menor valor de IGS (3.27) se registró en mayo del 2015, presentó una rápida recuperación que, aunque con menores valores, se efectuó la principal actividad reproductiva (Figura 10).

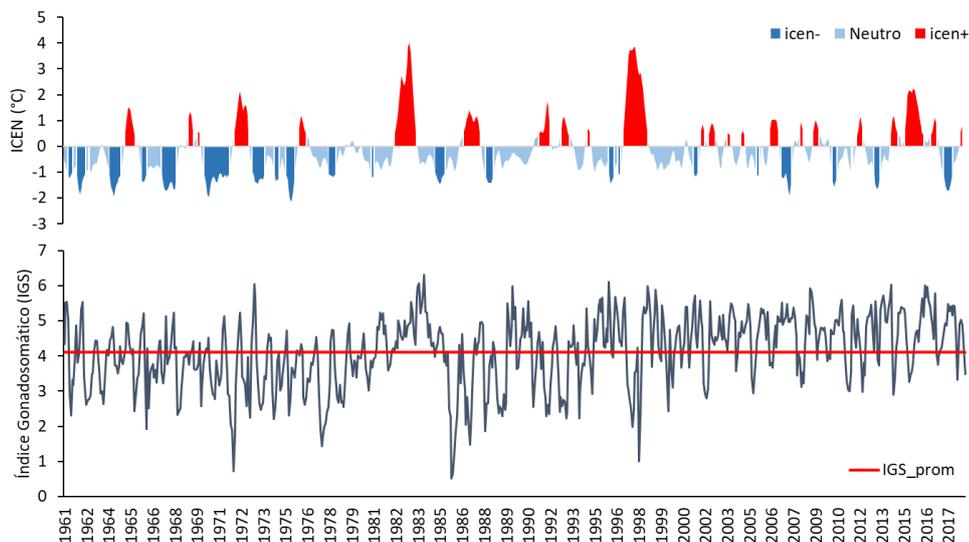


Figura 10. Serie mensual del ICEN y del IGS de anchoveta durante el periodo marzo 1961 – diciembre 2018. Fuente IGP (ICEN) y LBR/IMARPE (IGS).

El análisis de dispersión entre el IGS y el ICEN, presentó un coeficiente de determinación, R^2 de 0.0009931, indicando que no existe una relación directa entre ambas series. Cabe resaltar la presencia de actividad reproductiva a valores del ICEN en valores de anomalías térmicas correspondientes a eventos El Niño (Figura 11).

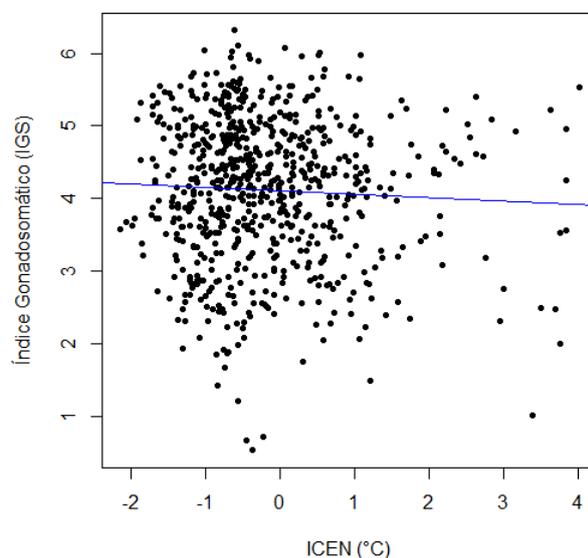


Figura 11. Análisis de dispersión entre el índice Gonadosomático y el ICEN.

2.3.2. Factor de Condición (FC)

El factor de condición, indicador de la condición somática del recurso anchoveta presentó un promedio mensual para el periodo marzo 1961 – diciembre 2018 de 0.68, y un rango de amplitud entre 0.47 y 0.88. Los valores más bajos y recurrentes del FC se registraron entre 1975 y 1999.

Con la presencia del evento EN 1972-73 de categoría moderada el FC de la anchoveta registró una ligera disminución, de 12% respecto al valor promedio de la serie ($FC = 0.68$), pero con una rápida recuperación, de solo dos meses, a valores por encima de su promedio. Sin embargo, una seguidilla de valores menores a su valor promedio, de alrededor -25%, se iniciaron con el evento EN 1976 de magnitud débil y terminaron en 1981.

Los eventos cálidos EN 1982-83 extraordinario, EN 1986-87 moderado, EN 1991-92 moderado y el EN 1997-98 extraordinario afectaron la condición somática del recurso, disminuyeron los valores del FC alrededor del 17% respecto a su promedio y presentaron un tiempo, alrededor de siete (7) meses, para su recuperación hacia el valor promedio de 0.68. Cabe destacar, que el mayor tiempo invertido en su recuperación, 10 meses, se registró durante el evento EN 2015-16 de categoría fuerte (Figura 12).

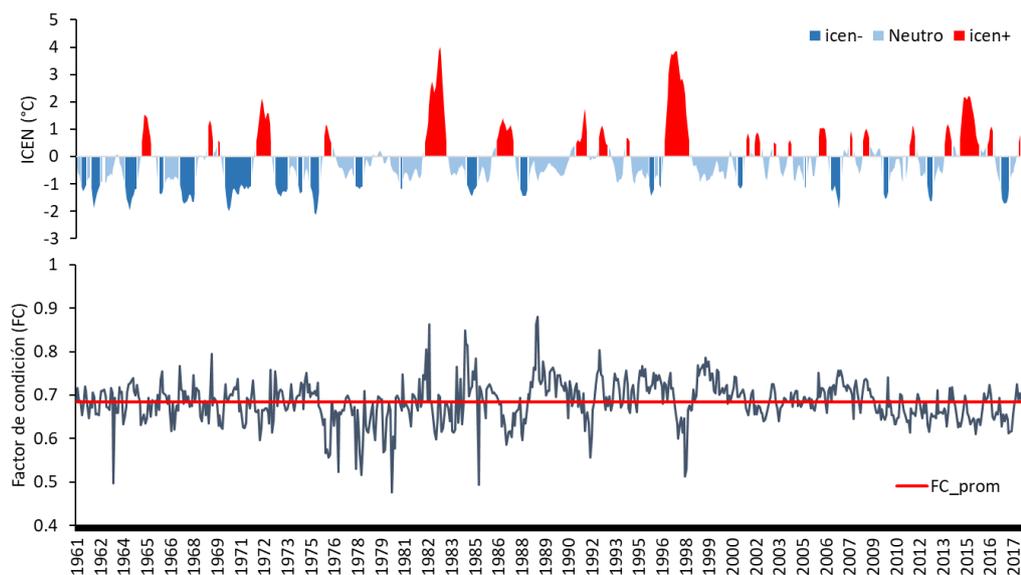


Figura 12. Serie mensual del ICEN y del FC de anchoveta durante el periodo marzo 1961 – diciembre 2018. Fuente IGP (ICEN) y LBR.

El análisis de dispersión entre el FC y el ICEN, presentó un coeficiente de determinación, R^2 de 0.08994, indicando que no existe una relación directa entre ambas series. Aunque, en la figura 13 es posible apreciar una tendencia negativa entre los valores del FC y del ICEN a diferencia del IGS.

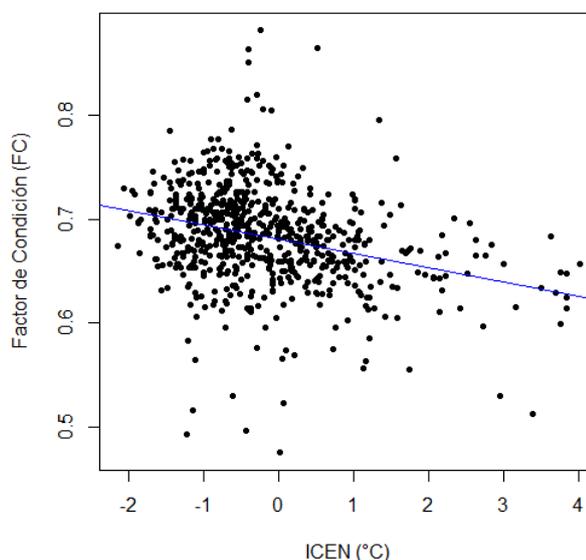


Figura 13. Análisis de dispersión entre el Factor de condición y el ICEN.

2.4. Cambio en el desembarque de la anchoveta

Los desembarques de la anchoveta disminuyen rápidamente ante los eventos EN de mayor intensidad, cabe resaltar que, a diferencia de la biomasa, los desembarques se encuentran regulados desde inicio de la pesquería mediante medidas de manejo por parte del Gobierno competente.

El descenso más drástico del desembarque de la anchoveta se observó con el evento EN 1972-73 en el cual se pasó de un desembarque de 5.18 millones de toneladas en el segundo semestre del 1971 a 0.38 millones de toneladas en el segundo semestre de 1972, es decir hubo una reducción de -385.3 de anchoveta desembarcada en el lapso de solo un (1) año.

Los desembarques semestrales más bajos fueron registrados en el 1983 con 11 y 9 109 toneladas durante el primer y segundo trimestre respectivamente. Durante el segundo trimestre del 1982 y primer semestre 2014 no hubo pesca debido a medidas de manejo para la protección del recurso indicadas por el Ministerio de Pesquería y PRODUCE respectivamente (Figura 14).

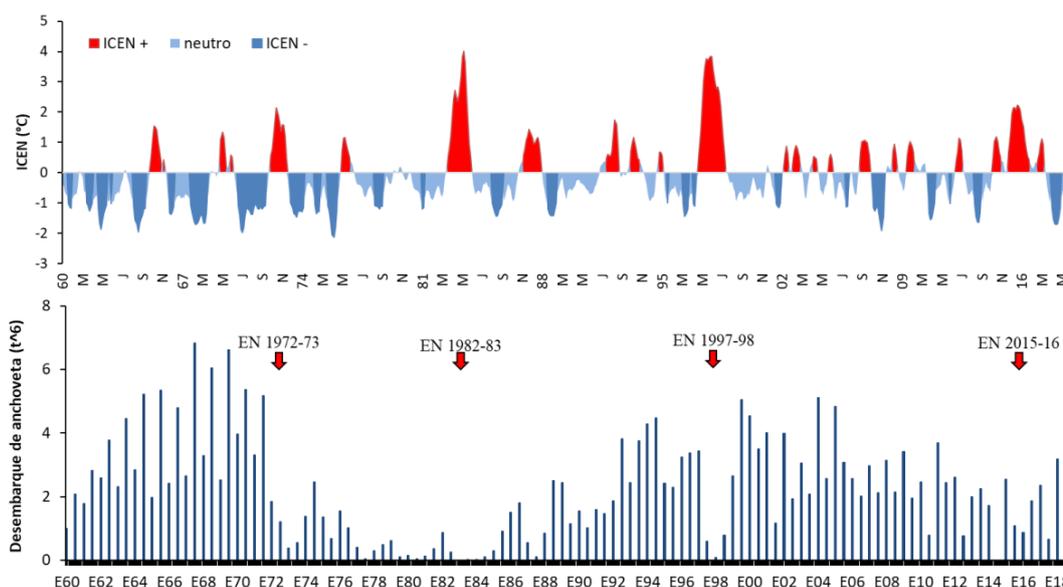


Figura 14. Serie mensual del ICEN y semestral de los desembarques de anchoveta durante el periodo 1960 –2018. Las flechas rojas indican los eventos El Niño seleccionados. Fuente IGP y Bouchon *et al.*, 2018.

Al correlacionar el ICEN con los desembarques de anchoveta se muestra una relación significativa entre desembarque y la integración aditiva de las variables biomasa e ICEN, con un valor de coeficiente de determinación (R^2) de 0.5053. Cabe resaltar que la línea de regresión solo utiliza las dos primeras series (Figura 15).

2.5. Cambios en el registro de otras especies en la pesquería de anchoveta

La presencia de especies anómalas en la pesquería de cerco de anchoveta, se analizó mediante la información del PBP enero 1996 a junio 2019. Los resultados indican que la anchoveta peruana *Engraulis ringens* es la especie que domina el sistema pelágico, con el 82% de los registros con presencia del recurso de un total de 70 113 lances.

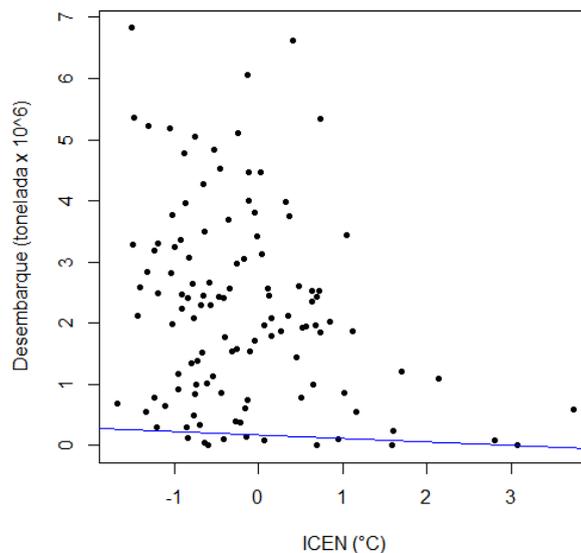


Figura 15. Relación entre el ICEN y el desembarque ($t \times 10^6$) de la anchoveta.

La anchoveta fue registrada durante todo el periodo, sin embargo, se presentaron años en los cuales disminuyó la dominancia del recurso, observando el ingreso de otras especies en la composición de las capturas. Se observaron, lances “puros”, con solo captura de anchoveta, que correspondieron al 71% del total, y oscilaron entre 381 a 3737, registros en 1998 y 2005 respectivamente.

Durante el evento EN 1997-98, se registró un cambio drástico, los lances “puros” con anchoveta disminuyeron al 14% mientras que, el porcentaje de lances con captura de una y más especies, diferente a anchoveta, fue de 65%. La especie dominante del sistema fue la *Sardinops sagax* “sardina”, seguida de *Scomber japonicus peruanus* “caballa / macarela” de la zona oceánica y las especies *Anchoa nasus* “samasa / anchoveta blanca” y *Cetengraulis mysticetus* “ayamarca / chuchueco” provenientes del Ecosistema Panameño (zona norteña).

En los últimos siete (7) años, se registró un cambio en la dominancia de los lances puros de anchoveta, periodo en el cual aumentó el número de lances de anchoveta y otras especies (21%) mientras que, los lances puros con anchoveta disminuyeron al 61%.

Con la presencia los eventos EN 2014 de magnitud moderada y el EN 2015-16 de magnitud fuerte se viene observando un cambio en la proporción de los lances, que evidenciaron mayor relevancia de lances con capturas de anchoveta y caballa y de lances puros con caballa, y desde el 2016, a los lances compuestos de anchoveta y caballa se les añadió el invertebrado *Pleurocondes monodon* “múnida / camaroncito rojo” (Figura 16).

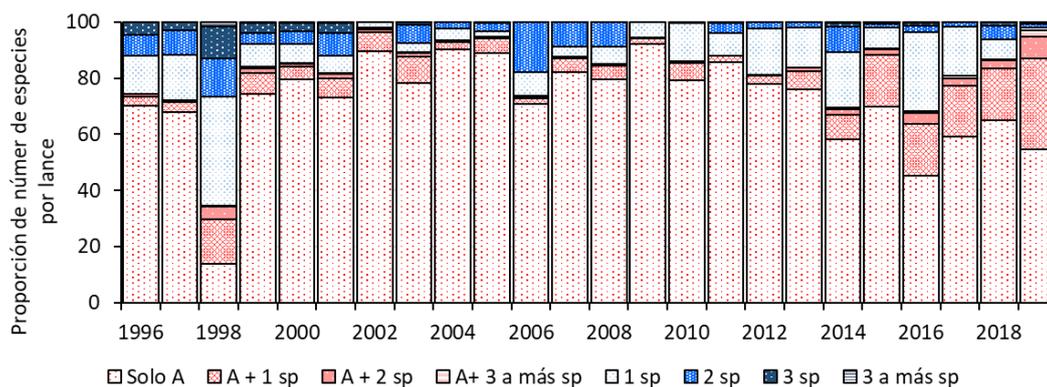


Figura 15. Porcentaje de lanzes de pesca con anchoveta y otras especies según año. Periodo Primer semestre del periodo 1996 - 2019. Fuente PBP

En la figura 16, se observa los cambios de los principales recursos pelágicos según escenario ambiental. La anchoveta se registró en todos los años seleccionados, sin embargo, durante años con eventos EN, su presencia disminuye en la región norte, su distribución es más costera en las regiones centro y sur, además en ésta última región, al aumentar la presencia del recurso es más accesible a la flota pesquera pelágica.

En condiciones cálidas se incrementa la biodiversidad debido al ingreso de especies propias de aguas cálidas, que provienen del norte y del Pacífico central. Durante el evento EN 1997-98 extraordinario, se observó una amplia distribución y clara dominancia del recurso sardina en la región norte y centro, registrando cardúmenes desde el extremo norte del mar peruano hasta Supe (11°S). Las especies norteñas samasa y ayamarca evidenciaron un claro desplazamiento hacia el sur de su distribución habitual; en el caso puntual de la ayamarca su captura, en observaciones del PBP, solo se registró durante los años 1997 y 1998. La presencia de especies transzonales y oceánicas como caballa, *Trachurus murphyi* “jurel”, *Sarda chiliensis chiliensis* “bonito”, *Katsuwonus pelamis* “barrilete”, *Coryphaena hippurus* “perico/dorado/mahi mahi”, *Auxis thazard* y *Auxis rochei* “melva/barrilete negro”, *Makaira indica* y *Makaira mazara* “merlín/marlín”, *Istiophorus platypterus* “pez vela” y *Xiphias gladius* “pez espada” han sido registradas, desde las 20 y 100 mn de costa, a lo largo de mar de Perú principalmente en eventos EN (Figura 17a).

En condiciones neutras y frías (evento LN), la composición de especies es similar, diferenciándose los eventos LN en presentar una amplia distribución longitudinal de los recursos. La especie principal es la anchoveta, seguida de los recursos transzonales jurel y caballa dentro de las 60 mn de costa y el invertebrado pelágico costero múnida principalmente dentro de las 20 mn (Figura 17b y c). El primer trimestre del año 2018, a pesar que fue categorizado como un evento LN fuerte, evidenció la presencia de los recursos asociados a masas de agua cálidas: bonito y barrilete, que fueron registradas en zonas focales, debido a la persistencia de

frentes marinos, cercanos a costa, que se mantuvieron pasado los eventos EN 2014 moderado, EN 2015-16 fuerte y EN 2016-17 débil (Figura 17c).

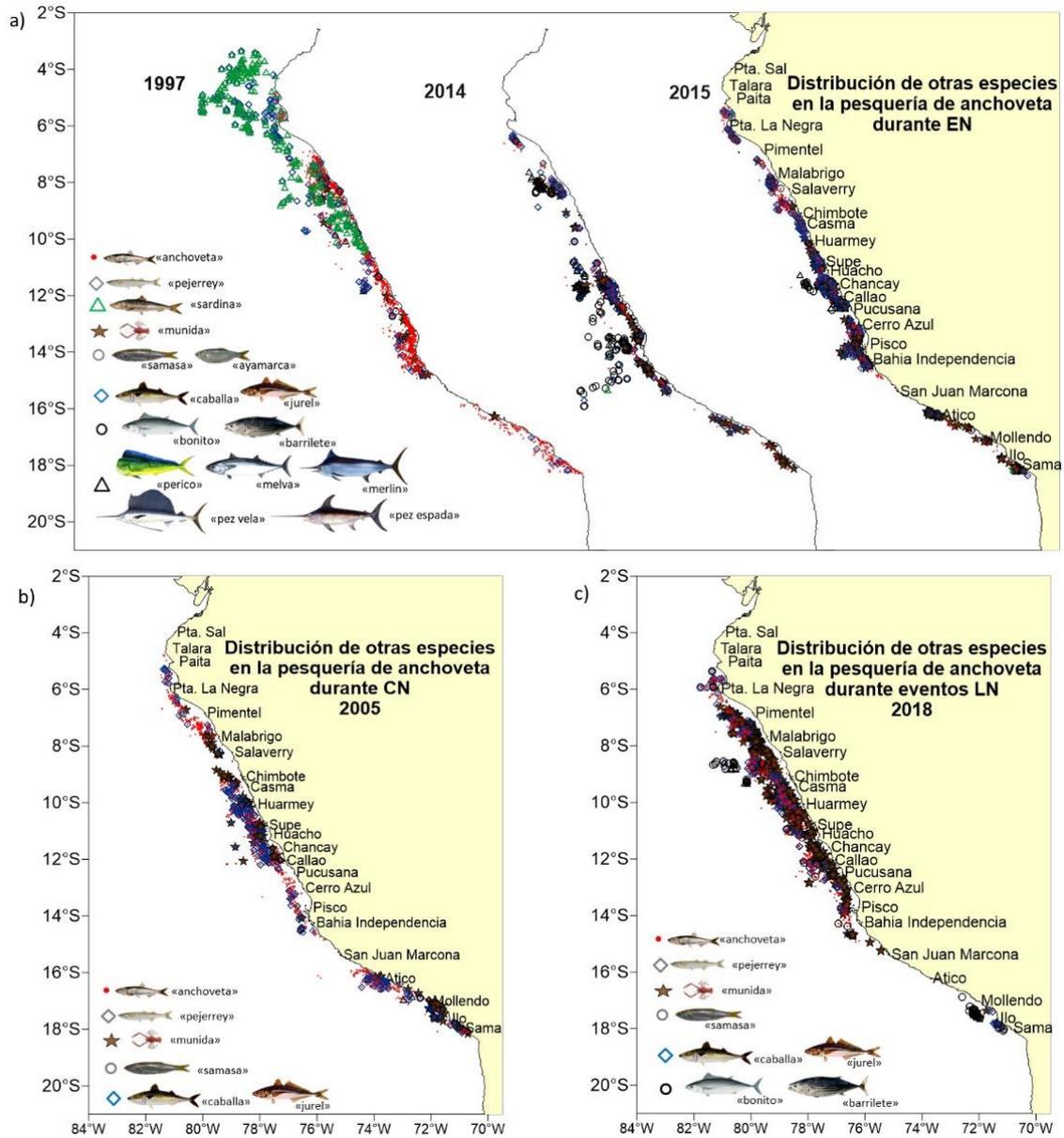


Figura 17. Distribución de otras especies en la pesquería de anchoveta según tipo de escenario ambiental, a) evento El Niño (EN), b) condiciones neutras (CN) y c) evento La Niña (LN) durante el primer semestre de los años seleccionados. Fuente: PBP/AFDPERP/DGIRP/IMARPE.

En la tabla 7, se presentan los principales recursos pelágicos observados en embarcaciones por el PBP clasificados según escenario ambiental.

Tabla 7. Principales especies en las capturas de la flota cerquera en la región norte – centro de la costa de Perú según escenario ambiental. (EN: evento El Niño, CN: condiciones neutras y LN: evento La Niña). Modificado de Bouchon et al., 2001).

FILO	FAMILIA	ESPECIE		Cond. ambiental		
		N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	EN	CN	LN
Arthropoda	Munididae	<i>Pleuroncodes monodon</i>	Munida, camaroncito rojo			
Chordata	Atherinidae	<i>Odontesthes regia</i>	Pejerrey			
	Sciaenidae	<i>Sciaena deliciosa</i>	Lorna, cholo, roncacho			
	Ariidae	<i>Galeichthys peruvianus</i>	Bagre, bagre con faja			
	Carangidae	<i>Trachurus murphyi</i>	Jurel, furel, jurel del Pacífico Sur			
	Clupeidae	<i>Sardinops sagax</i>	Sardina, sardina peruana			
	Scombridae	<i>Thunnus albacares</i>	Atún de alteta amarilla, albacora			
		<i>Katsuwonus pelamis</i>	Barrilete, listado, bonito rayado			
		<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	Bonito, chauchilla			
	Engraulidae	<i>Anchoa nasus</i>	Samasa, anchoveta blanca			
		<i>Cetengraulis mysticetus</i>	Ayamarca, anchoveta del Pacífico			
	Carangidae	<i>Decapterus macrosoma</i>	Jurel fino			
	Clupeidae	<i>Etrumeus teres</i>	Sardina redonda			
		<i>Ethmidium maculatum</i>	Machete, machuelo			
	Merlucciidae	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	Merluza peruana			
	Phosichthyidae	<i>Vinciguerrria lucetia</i>	Vinciguerrria, pez luminoso			
	Triglidae	<i>Prionotus stephanophrys</i>	Falso volador, vocador			
Engraulidae	<i>Engraulis ringens</i>	Anchoveta peruana				
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	Caballa, verle, estornino				

3. Presión económico – social de la industria de la anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud

La pesca de anchoveta para la fabricación de harina y aceite de pescado destinado al CHI, desde el inicio de la pesquería generó un gran interés económico y social a nivel nacional.

En el primer quinquenio de la década de los 60's, con el desarrollo de la pesquería de la anchoveta, se desarrollaron dos eventos cálidos que desequilibraron el sector pesquero. Un evento anómalo en 1963 que desestabilizó la actividad financiera, si bien este episodio no fue detectado por el ICEN, el Laboratorio de Paita (5°S) registró, entre mayo y setiembre de 1963, fluctuaciones de ATSM cálidas entre 1.07 y 4.85°C que coinciden con este problema financiero. En 1965 un evento EN moderado afectó a la población de anchoveta siendo también el punto de declive de la población de aves guaneras, que de un número de alrededor de 26 millones en 1964 disminuyeron, en forma drástica, a 40 mil individuos a fines de 1965.

Los eventos EN 1972-73 de magnitud moderada y el EN 1982-83 extraordinario fueron los que causaron los mayores estragos al sector pesquero, por 27 años (1972 – 1988), que fueron incrementando su impacto desde crisis pesquera con paralizaciones de operaciones a serios problemas socioeconómicos hasta llegar a un retraso en la economía del Perú. Con una progresiva recuperación de ocho (8) años (1989 – 1996), el sector pesquero fue nuevamente impactado por el evento EN 1997-98 extraordinario, que afectó directamente al sector pesquero.

En las dos últimas décadas se presentaron eventos EN recurrentes, de los cuales, los primeros eventos de magnitudes entre débiles a moderados registrados entre 2002 a 2012, que no causaron mayores estragos al sector pesquero, sin embargo, la biología de la anchoveta se vio afectada, así en el 2014, el Gobierno tomó previsiones dejando sin efecto la segunda temporada de pesca, sin embargo esta decisión, no causó estragos importantes en la economía en el sector pesquero que tenía perspectiva del crecimiento con la normalización del ambiente (PERUMIN, 2015).

Los eventos desarrollados en entre el 2015 y 2017, afectaron al recurso y a la pesquería principalmente en las regiones norte y centro, que también afectó a la manufactura e infraestructura debido las lluvias intensas, interrumpiendo los procesos de elaboración y mercado de los productos provenientes de la pesca, produciendo pérdidas de económicas que aún son observadas en la actualidad (2019), Lo cual se encuentra detallado en la tabla 8.

Tabla 8. Aspectos socio-económicos en la pesquería de anchoveta ante la presencia de eventos El Niño según periodos.



Los valores trimestrales de los volúmenes de harina de pescado para el periodo 1980-2018 presentaron una alta variabilidad, teniendo las mayores disminuciones debido a la presencia de eventos El Niño que afectaron la pesca del recurso anchoveta y por ende su

transformación en harina de pescado para su venta. Sin embargo, el precio de la harina de pescado en general presentó una tendencia al incremento, observando una etapa de valores ligeramente estables alrededor de los 400 dólares (\$) por tonelada métrica (TM), mientras que, desde el 2000 es evidente el aumento de su valor, registrando valores estables alrededor de los 1 460 \$ por TM. Cabe resaltar que se ejerce la ley de oferta y demanda del mercado, siendo evidente el aumento del precio de harina ante la caída de su producción (Figura 18)

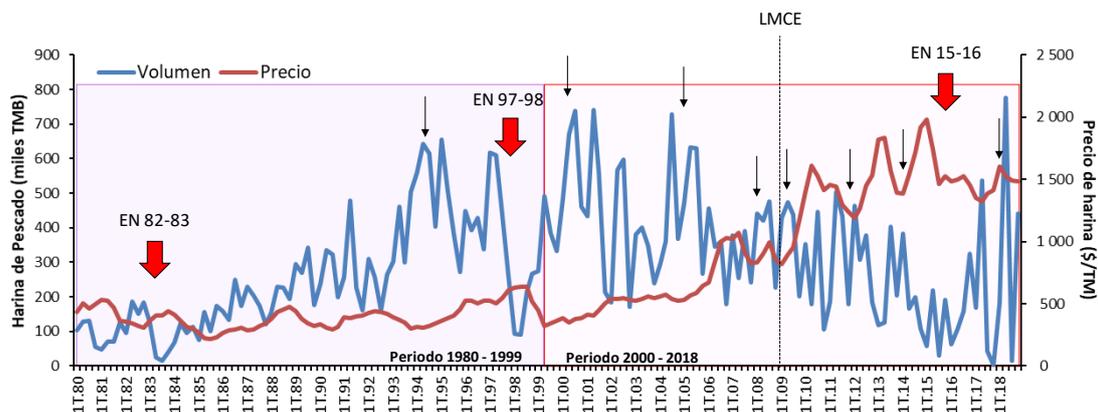


Figura 18. Serie trimestral de los volúmenes de harina de pescado (miles de toneladas métrica brutas (TMB) y precios de harina (dólares por tonelada métrica) para el periodo 1980 –2018. Las flechas rojas indican los eventos El Niño seleccionados y las líneas negras muestran los menores precios de la harina.

Fuente BCRP e INEI del Perú.

4. Medidas de manejo sobre la pesquería de anchoveta frente a los eventos El Niño de mayor magnitud

El Gobierno competente dispone de diferentes tipos de normativas en la toma medidas de manejo y gestión para la prevención y mitigación ante los impactos producidos por los eventos El Niño, que van de Comunicados que se orientan a regular la pesca día a día en puntos focales hasta la emisión de Resoluciones Ministeriales y/o Decretos Supremos, en los que las directivas basadas en informes técnico científicos, de relevancia nacional o regional para el manejo de las actividades extractivas. Destacando dentro de ellas la reducción del esfuerzo de pesca, establecimiento de cierres de pesca y de medidas de control y ordenamiento pesquero.

Las normas legales emitidas para la regulación y manejo del sector pesquero ante eventos El Niño son presentadas en la figura 19.

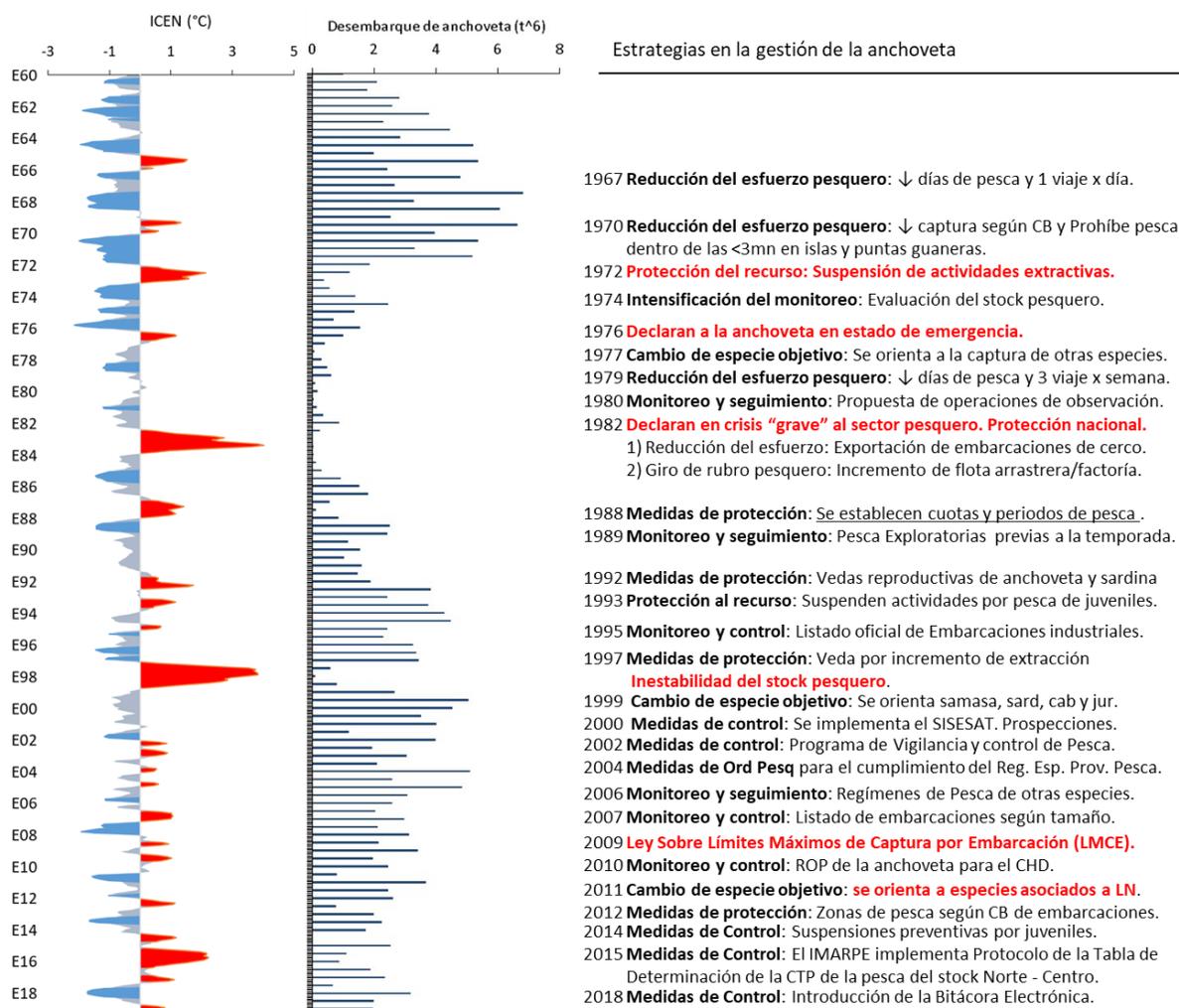


Figura 19. Normas legales, emitidas en el diario oficial El Peruano, para el monitoreo, protección y control de la pesquería de anchoveta según eventos EN

5. Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño

La recuperación de la biomasa de anchoveta ha sido tan variable como su disminución producto de los constantes cambios ambientales. Sin embargo, las medidas de gestión establecidas antes, durante y después de los eventos El Niño aportan a la recuperación del recurso y su pesquería.

Previo al evento El Niño 1972-73 de magnitud fue moderada, se registraron dos (2) eventos cálidos de la misma intensidad aunque de menor duración, tiempo en los cuales ya se proponía la reducción del esfuerzo pesquero. Con el incremento del ICEN, la biomasa de anchoveta, de 23.1 millones de toneladas, en 1971 recae raudamente, con variación de -76.9 en un (1) año respecto a su biomasa, mientras que el declive la pesquería fue más pausada con una variación de -63.9 en (en 1972) y -89.0% (en 1972) respecto a su desembarque de 8.4 millones de toneladas en 1971. Se observó que la condición somática de la anchoveta, pasado el evento EN 1972-73 se incrementó hasta llegar a un pico de 0.71 en 1975, decayendo un 11.7% al siguiente año con la presencia del nuevo evento EN 1976. A pesar de la disminución de la condición somática de la

anchoveta y el incremento del ICEN, la biomasa tuvo una tendencia a su recuperación, alcanzando una biomasa de 12.05 millones de toneladas en un lapso de cinco (5) años, sin embargo, no llegó a recuperarse a los valores máximos registrados en la década del sesenta (Figura 20a).

Durante el evento EN 1982-83, con una pesquería de anchoveta regulada a base de la reducción del esfuerzo pesquero, el establecimiento de cuotas de pesca y periodos de pesca, la dirección al cambio de especie objetivo debido al ingreso de especies transzonales y oceánica de demanda en el mercado para el consumo humano directo (CHD), una condición biológica en recuperación del recurso, el calentamiento extraordinario presentado no afectó la tendencia de recuperación del recurso, llegando a 15.6 millones de toneladas en 1984, variación de orden de 370% más a lo registrado en 1982. La recuperación de la biomasa se dio en menor tiempo, sin embargo, hacia el fin de la serie se sufrió una tendencia a la disminución (Figura 20b).

Durante el evento EN 1997-98 extraordinario, la biomasa de anchoveta de 11.48 millones de toneladas en 1997, disminuyó en 56% en tan solo 1 año, pero con la paulatina disminución del calentamiento se observó la mejora del estado corporal de la anchoveta, la captura mostró similar tendencia a la de la biomasa. Durante estos años, se observaron mayor número de normas legales referidas más al monitoreo y control a diferencia de los dos periodos anteriores. La biomasa de anchoveta presentó una rápida recuperación en solo un año (170.7%), y tendencia a seguir incrementando (Figura 20c).

En el 2009 se cambia la estructura de la pesquería, de una pesca de libre acceso (o abierta) a un sistema de cuotas de pesca individuales.

Desde el inicio de la década de los 2000 se han registrado una seguidilla de eventos El Niño, ante ello se implementaron nuevas estrategias para el control de los recursos en beneficio de mantener una pesca sostenible. Con la presencia de los eventos EN 2012, EN 2014, la biomasa de anchoveta se mantuvo por debajo de los 10 millones de toneladas, que se incrementó en 95% en tan solo un año y desde ese momento, se mantuvo en alrededor de los 15 millones de toneladas. De igual manera la serie del desembarque presento una mayor estabilidad. La biomasa presentó una recuperación en solo un año y una estabilización de sus valores (Figura 20d).

Otra manera de observar la recuperación del recurso, es la razón entre la biomasa de anchoveta estimada en un tiempo x y el desembarque de la siguiente temporada $x + 1$, en la gráfica 21, podemos observar que, ante condiciones neutras y frías, el resultado es bastante bajo, con valor promedio en 3.5 y valores de la razón menores a 10. Los mayores valores coinciden con eventos El Niño, debido a que los desembarques disminuyen drásticamente y la presencia de cierres de pesca, se observa que durante los eventos El Niño fuerte 1972-73, El Niño débil 1976, El Niño extraordinario 1997-98, El Niño moderado 2014 y El Niño fuerte 2015-16, luego del mayor calentamiento, el cociente disminuye rápidamente, sin embargo, temporadas de pesca previas y posteriores al evento El Niño extraordinario 1982-83 se presentó una alta variabilidad de la razón, con valores anómalos durante un periodo de nueve (9) años (Figura 21).

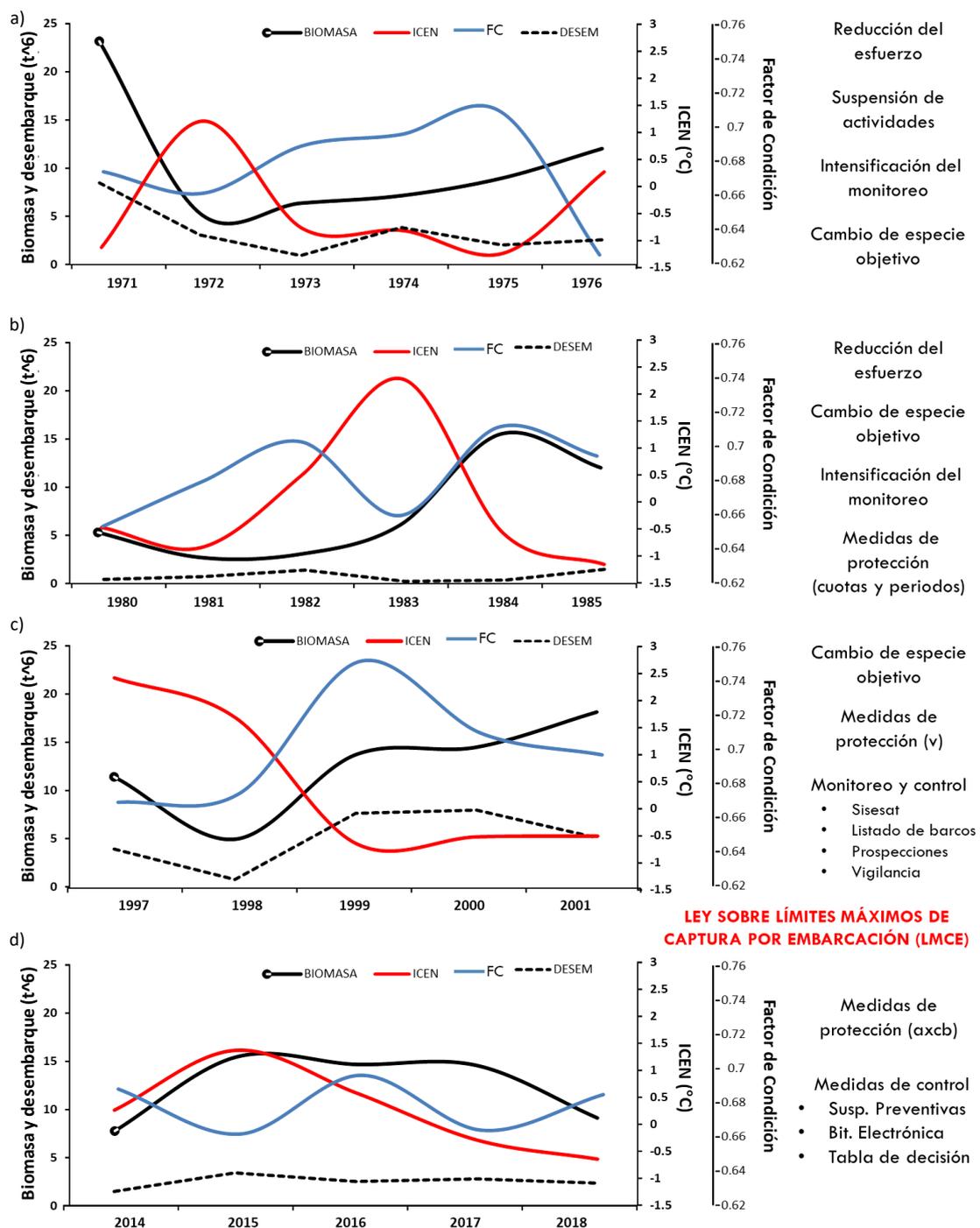


Figura 20. Recuperación de la biomasa de anchoveta frente a los eventos El Niño según evento EN seleccionado, a) 1972 – 72, b) 1982-83, c) 1997-98 y d) 2015-16. Las series corresponden a: ICEN (línea roja), biomasa (línea sólida negra), desembarque (línea de puntos negra) y Factor de Condición-FC (línea azul).

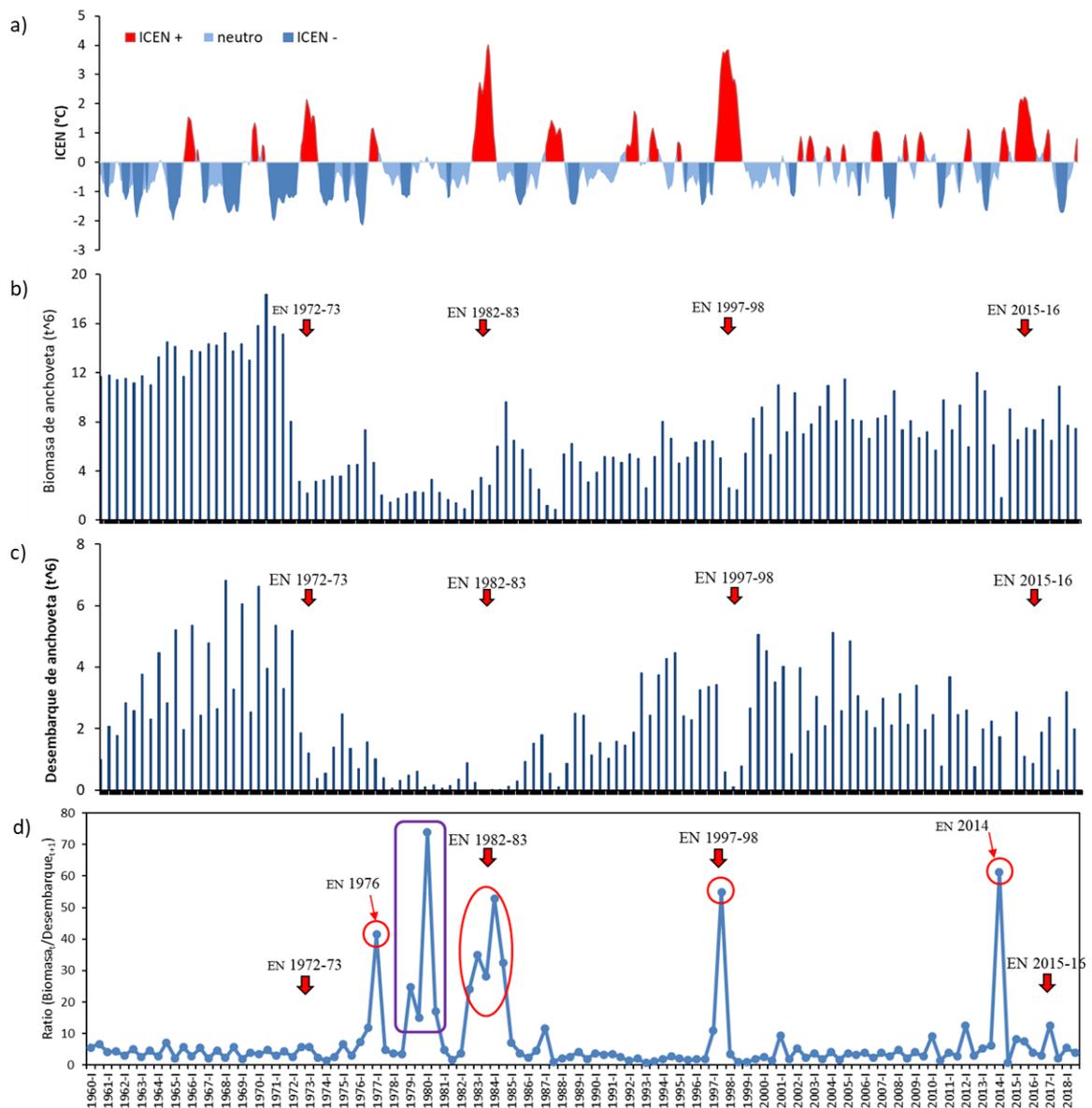


Figura 21. Series de tiempo de escenarios ambientales y su relación con variables de anchoveta. a) ICEN, b) biomasa, c) desembarque y d) ratio entre la biomasa y el desembarque del recurso. Las flechas rojas corresponden a los eventos El Niño seleccionado, las flechas rojas delgadas indican otros eventos El Niño de menor magnitud y el rectángulo redondeado corresponde a cierres de pesca autorizados por el ente rector

IV. DISCUSIÓN

La pesquería peruana es reconocida a nivel mundial por el registro de grandes volúmenes de pesca basada en una sola especie, “pesquería monoespecífica de la anchoveta”, la cual correspondió al 75% del desembarque total en el 2016 (FAO 2019). Los altos valores de la biomasa de la anchoveta en el mar de Perú se encuentran sostenida en la gran productividad que le ofrece el Ecosistema de la Corriente Peruana o de Humboldt, ecosistema que, también es conocido por sus grandes fluctuaciones desde un nivel interanual hasta la multidecadal, con implicancias en el clima, ecosistema y actividades extractivas (Alheit and Ñiquen 2004, Arntz and Fahrbach 1991, Chavez *et al.*, 2003, Chávez *et al.*, 2008, Swartzman *et al.*, 2008). Siendo el evento El Niño, de escala interanual, el de mayor impacto en la pesquería industrial de anchoveta y de otros recursos.

Las condiciones ambientales son el marco principal del estudio debido a que su cambio modula o modifica la abundancia y distribución de los recursos principalmente la anchoveta. Las aguas que discurren frente a la costa de Perú se caracterizan por ser frías debido a los afloramientos que generan una alta productividad y todo un sistema trófico, sin embargo esta dinámica se ve interrumpida por incursión de condiciones cálidas que alteran el sistema, los eventos El Niño. El ICEN es un indicador de los cambios oceanográficos con una escala de magnitudes que van desde condiciones frías fuertes a condiciones cálidas extraordinarias que caracterizan el ambiente marino del Perú.

Durante la elaboración del presente trabajo se registró una serie de cambios en el comportamiento biológico y pesquero del recurso anchoveta debido al efecto (negativo y positivo) originado por eventos El Niño, que han sido descritas anteriormente por muchos científicos desde el punto de vista de los trastornos que sufren los recursos, otros desde los impactos que los eventos anómalos causan en el sector pesquero, desde una visión económica y social como Bouchon y col 2001, Bouchon y col 2002, Bouchon y col 2015, Chávez *et al.*, 2002, Chávez *et al.*, 2003, Espino 1997, León 2001, Ñiquen y col 1999, Ñiquen y Bouchon 2002, Osorio 2017, Paredes 2010, Rocha 2007, Roncal 2017, Talledo 2010, Wolf y Tarazona 1998, Zuzunaga 1985).

El recurso anchoveta responde directamente a las condiciones ambientales de corto plazo (Bouchon *et al.*, 2002, Jordán 1976, Ñiquen y Bouchon 2004) y largo plazo (Gutiérrez y col, 2011). Ante esta postulación se puede indicar que la pesquería de la anchoveta ha pasado por todas las fases de desarrollo de una pesquería donde las condiciones ambientales anómalas han participado activamente.

La fase de inicio en la década de los cincuentas, las fases de desarrollo y plena explotación en el primer quinquenio de los sesenta, representado por condiciones frías a neutras, el Gobierno del Perú daba alerta sobre el sobredimensionamiento del esfuerzo pesquero (Boerema *et al.*, 1965, Csirke *et al.*, 1996, Csirke y Gummy 1996, Gulland, 1968, IMARPE

1965, IMARPE, 1968, IMARPE 1973, Tsukayama, 1969), seguida de la fase de sobreexplotación durante el segundo quinquenio de los sesentas y la temida fase de “colapso” en la década del setenta, debido a un desmedido esfuerzo pesquero aunado a un evento El Niño 1972-73 de magnitud moderada, con duración de un (1) año que llevó a la pesquería a una crisis financiera y mantuvo cifras anuales alrededor de 1 millón de toneladas, que trajo consigo un impacto en la sociedad pesqueras, donde se registró el desempleo, endeudamiento hasta la quiebra de empresas que tuvieron que vender sus maquinarias y/o fábricas o asociarse a empresas mayores. Situación adversa que se mantuvo durante la década de los ochenta, cuando El Niño 1982-83 de magnitud extraordinaria agravó la situación del recurso y su pesquería generada en la década anterior. La fase de recuperación se inició en la década de los noventa, evidenciándose a fines de los 90’s cuando a pesar de los daños económicos causados por el evento EN 1997 de magnitud extraordinaria, los tenores de pesca fueron recuperados en solo dos (2) años (Figura 19).

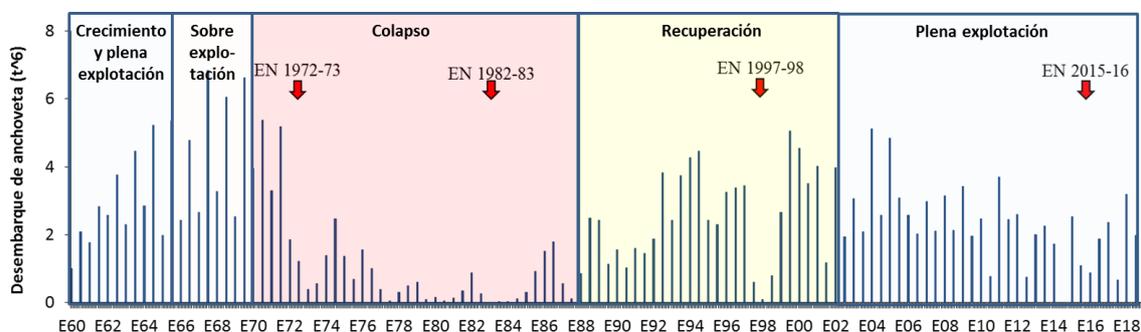


Figura 19. Desarrollo de la pesquería de anchoveta en el Perú y los eventos EN

Si la pregunta fuera ¿por qué el comportamiento de la anchoveta es distinto entre los dos eventos EN de categoría extraordinaria? La respuesta más coherente y que se visualiza en la gráfica es previo a ambos eventos los desembarques son diferentes, antes de EN 1982-83, se tenía un pobre desembarque, mientras que previo EN 1997, los desembarques oscilaban alrededor de 6 millones de toneladas en promedio. La siguiente pregunta sería ¿cómo se recuperó el stock de anchoveta, cuando en 1982 sus cifras cayeron a valores por debajo de 1 millón de toneladas? Aquí la respuesta recae en dos factores 1) la biología del recurso y 2) el accionar del Gobierno.

Sobre la biología del recurso. la anchoveta es una especie pelágica de estrategia del tipo r, presenta una duración de vida corta, son de tamaño pequeño, se alimenta de los primeros niveles tróficos (plancton), forma cardúmenes y presenta alta sensibilidad a la variabilidad ambiental (Bertrand 2005, Bertrand et al. 2008, Csirke 1989a, Jordán 1976, Ñiquen *et al.* 2000, Palomares et al. 1987, Saetersdal y Valdivia 1964).

En cuanto a su reproducción, la anchoveta es un desovador parcial con dos periodos de desove de gran intensidad (Jordán 1976, Miñano 1968, Santander y Flores 1983), identificando que el ambiente influye sobre el proceso de maduración y desove de la anchoveta, sin embargo el presentar una estrategia del tipo r, le confiere a la anchoveta, a la “*plasticidad*” de modificar su estrategia reproductiva con base en fluctuaciones en la intensidad de desove según las condiciones climáticas y distribuye su población a lo largo de un amplio rango de temperaturas (Buitrón y Perea 2010, Mori *et al.*, 2011, Perea *et al.*, 2011). Durante

el tiempo de estudio se observó claramente esta alta variabilidad, con periodos de disminución, correspondiente a su propia estacionalidad y las ocurridos por los eventos EN, con valores más bajos del IGS.

Estos impactos también fueron registrados en la condición somática del recurso, aunque principalmente en el periodo 1976 y 1999, los eventos cálidos como EN generan un “stress” en el recurso produciendo una pérdida de peso individual por una posible pobre oferta alimenticia o cambio de sus presas alimenticias debido al cambio de ambiente al que se encuentra sometida, además de gastos energéticos producto de su desplazamiento hacia el sur, incremento del metabolismo y la mayor competencia por la presencia de otros recursos en el ecosistema, merma su condición somática, disminuyendo su estado fisiológico ante la presencia de eventos cálidos fuertes (Bouchon 2018, Buitron y col, en prensa).

Finalmente, las fluctuaciones de las variables biológicas verifican lo mencionado por Saborido (2014), quien indicó que las especies con estrategia r, se les permite “rápidamente” sobrevivir en cuanto se dan condiciones favorables.

Sobre el accionar del Gobierno, la ordenación pesquera es un proceso amplio y complejo, no lineal ni determinístico, que incluye un conjunto de tareas, desde la recolección de información hasta la adopción de decisiones (FAO 2005, Mahon *et al.*, 2008) para realizar una gestión sostenible de los recursos en beneficio del sector pesquero. Los aspectos socioeconómicos en cualquier actividad extractiva presentan mucha relevancia, porque en muchos de los casos, esta actividad es el único sustento familiar.

En la pesquería de anchoveta, los altos precios de la harina de pescado, representa en el Perú un incentivo para el crecimiento del sector (Landa, 2014), el Gobierno competente, de acuerdo al marco normativo, emite regulaciones (normas legales) sobre la actividad a pesquera en el Perú, para la continuidad de las actividades extractivas, productivas y de transformación.

En la presente investigación, se ha observado en la pesquería de anchoveta la utilización de diferentes estrategias de manejo pesquero, entre las que destacan:

1. Reducción del esfuerzo pesquero

Importante durante la década de los sesenta y setentas, cuando debido al auge económico que presentó la anchoveta, aumentó el número de personas en los diferentes rubros del sector pesquero, entre ellos la construcción de barcos.

Las disposiciones estuvieron en el orden de disminuir el número de días de pesca, establecer horas de pesca por día hasta indicar las exportaciones de embarcaciones.

2. Medidas de protección

Abarcan las suspensiones de las actividades locales (por presencia de juveniles, descartes), vedas reproductivas o finalización de temporadas, establecimiento de zonas de pesca por tipo de barcos.

Entre las medidas de protección destaca la Ley Sobre Límites Máximos de Captura por Embarcación (LMCE), norma que implicó pasar de una cuota global

de pesca, que ejercía una mayor presión sobre el recurso y ocasionó una “carrera olímpica” con el fin de obtener en el menor tiempo posible la mayor proporción de la cuota de captura (todo para todos), hacia un sistema de cuotas individuales en la pesquería de anchoveta (D.L. 1084) donde cada embarcación, antes de la temporada de pesca, conoce cuanto puede pescar, en pro de una conducir a la actividad pesquera a un manejo biológicamente sustentable y económicamente eficiente.

3. Medidas de monitoreo y control

Ante la incertidumbre que genera los eventos El Niño y los cierres de pesca como medida de protección, se intensifican las prospecciones (EUREKA, Cruceros, MOPAS) para conocer el estado de los recursos y las condiciones ambientales. Desde hace cinco (5) años aproximadamente, se viene trabajando en conjunto, con las diferentes empresas pesqueras, en la prospección denominada “Pesca Exploratoria”.

Otras medidas constan del desarrollo tecnológico, en el 2000 se implementó el sistema Satelital (SISESAT) y recientemente, en el 2018, una bitácora electrónicas que han ampliado el rango de observación.

4. Cambio de especie objetivo

Ante la presencia de especies de importancia económica para el Consumo Humado Directo (CHD) que cubren áreas vacías por el desplazamiento de la anchoveta, el Gobierno dirige la actividad extractiva de estas especies.

En este sentido, la recuperación de una población pesquera, de gran importancia económico y social para el país, luego de un evento anómalo que ha repercutido en su abundancia y biología, en un ambiente altamente dinámico, requiere de un “manejo adaptativo” (Arias-Screiber *et al.*, 2011, Chávez & Messie, 2008, Espino y Yamashiro 1996) que logre sortear sobre estos cambios ambientales los niveles óptimos de la especie, en el Perú, a la anchoveta.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los eventos El Niño de categoría fuerte a extraordinarios (1982-83, 1997-98 y 2015-2016) o aquellos de larga duración como El Niño 1972-73, tienen mayor impacto sobre la anchoveta y su pesquería. Sin embargo, depende del estado o condición del recurso que el efecto sobre su biomasa no sea sobredimensionado.

Se observó que las variables biológicas, como la condición fisiológica y el índice gonadosomático de la anchoveta es favorecida por condiciones ambientales frías a neutras y que es impactado con condiciones cálidas afectando su intensidad, que producen cambios temporales (desfases) en su época de máxima intensidad a la espera de condiciones ambientales más favorables.

Se observó que, durante las últimas décadas, con las lecciones aprendidas con los eventos El Niño 1972-73 y El Niño 1982 – 83 y la puesta en marcha de las diferentes medidas de control y ordenación pesquera, ante la presencia de eventos El Niño, como los desarrollados en 1997-98 y 2015-16 el impacto de estos cambios anómalos permite una recuperación, a nivel biológico y pesquero, de menor tiempo, para el sector pesquero pueda mantener su producción sin mayor costo financiero.

La gestión pesquera se ha ido dinamizando con el tiempo, incorporando nuevos elementos tecnológicos que han mejorado el manejo de los recursos.

Para las medidas de control de cambio de especie objetivo, para salvaguardar la pesca de anchoveta, es necesario ahondar en el conocimiento de la biología del nuevo recurso, para no llevarla a una situación de inestabilidad

En ecosistemas de alta variabilidad ambiental, como el Ecosistema de la Corriente Peruana o Corriente de Humboldt, el manejo de la pesquería, como es el caso de la anchoveta en el Perú, es necesario para cualquier evaluación o modelo pesquero es necesario incluir esta variable ambiental en la toma de decisiones, complementando con monitoreo intensivo y medidas de gestión en periodos cortos para conciliar la sostenibilidad de los recursos vivos, con la actividad pesquera y logrando la sostenibilidad de la actividad pesquera en el tiempo.

Se recomienda continuar con los estudios sobre la relación recurso ambiente, de mucho ruido temporal y espacial, para mantener los niveles apropiado de una pesca tan apreciada como el de la anchoveta, mejorar el manejo adaptativo actual y propender a una gestión pesquera sostenible para el bienestar económico y social del sector pesquero.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Alamo A. y Bouchon M. (1987). Changes in the food and feeding of the Sardine (*Sardinops sagax sagax*) during the years 1980 – 1984 off the Peruvian coast. *Journal of Geophysical Research*, Vol 92, N°C3, pages 14411 – 14415.

Alheit J., Niquen M. (2004). Regime shifts in the Humboldt Current ecosystem. *Progress in Oceanography* 60, 201–222.

Arcos D., Cubillos L. y Nuñez. (2004). Efectos de El Niño 1997-1998 sobre las principales pesquerías pelágicas de la zona centro-sur de Chile. En: Avaria, J. Carrasco, J. Rutllant y E. Yáñez. (eds.). *El Niño-La Niña 1997-2000.us Efectos en Chile*. CONA, Chile, Valparaíso. pp. 153-177.

Arias Schreiber, M., and A. Halliday. 2013. Uncommon among the commons? Disentangling the sustainability of the Peruvian anchovy fishery. *Ecology and Society* 18(2): 12. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05319-180212>

Arias Schreiber M., Niquen M., Bouchon M. 2011. Coping Strategies to deal with Environmental Variability and Extreme Climatic Events in the Peruvian Anchovy Fishery. *Sustainability* 3: 823-846. Doi: 10.33902/ su3060823.

Arntz, W.E., Fahrbach, E., 1991. *El Niño: experimento climático de la naturaleza, causas físicas y efectos biológicos*. Fondo de Cultura Económica, México, 309p.

BCRP. (2018). Estadísticas nacionales. Banco Central de Reserva del Perú. Disponible en: <http://www.bcrp.gob.pe/estadisticas.html>

Bjerknes J. (1961a). Estudio de “El Niño” basado en el análisis de las temperaturas de la superficie del océano de 1935 – 57 - Introducción. En Comisión Interamericana del atún tropical Bol. Vol. V, N°3, La Jolla, 1961. Boletín CAG Vol XXXVII, N°9, 8 – 20.

Bjerknes J. (1961b). Estudio de “El Niño” basado en el análisis de las temperaturas de la superficie del océano de 1935 – 57 - Continuación. En Comisión Interamericana del atún tropical Bol. Vol. V, N°3, La Jolla, 1961. Boletín CAG Vol XXXVII, N°10, 9 – 24.

Bjerknes J. (1961c). Estudio de “El Niño” basado en el análisis de las temperaturas de la superficie del océano de 1935 – 57 - Continuación. En Comisión Interamericana del atún tropical Bol. Vol. V, N°3, La Jolla, 1961. Boletín CAG Vol XXXVII, N°11, 11 – 24.

Bjerknes J. (1961d). Estudio de “El Niño” basado en el análisis de las temperaturas de la superficie del océano de 1935 – 57 - Conclusión. En Comisión Interamericana del atún tropical Bol. Vol. V, N°3, La Jolla, 1961. Boletín CAG Vol XXXVII, N°12, 12 – 24.

- Boerema L. K., Saetersdal G, Tsukayama I, Valdivia J.E., Alegre B. (1965). Informe sobre los efectos de la pesca en el recurso peruano de anchoveta. FAO Fisheries Technical Paper N°55, 46p.
- Bouchon M. (2018). La pesquería de anchoveta en Perú. Universidad de Alicante. Tesis para optar el grado académico de Doctor en ciencias del Mar y Biología Aplicada. España. 131 p.
- Bouchon M., Ñiquen M., Franco M. y Ttito H. (2018). Estadísticas de la pesquería pelágica en la costa peruana (1959 – 2015). *Inf Inst Mar Perú* 45(4): 397 – 562.
- Bouchon M., Peña C., y Salcedo J. (2015). El evento El Niño 2014 y su impacto en la pesquería de anchoveta en el mar peruano. *Boletín Trimestral Oceanográfico*; Vol. 1, N° 1-4, p. 17-19.
- Bouchon M., Peña C., Limache J., Díaz E. (2013). On board fisheries Observer Program: "Logbook": towards the ecosystem-based approach in Peru. In: *Proceedings of the 7th International Fisheries Observer and Monitoring Conference*. Inst. Fomento Pesquero, Chile: 46-49.
- Bouchon M., Ayón P., Mori J., Peña C., Espinoza P., Hutchings L., Buitrón B., Perea A., Goicochea C., Messie M. (2010). Biología de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens* Jenyns). *Bol Inst Mar Perú* 25(1-2): 23-30.
- Bouchon M., Díaz E., Cahuín S. y Ochoa M. (2002). Effects of “El Niño” 1997-98 on the schooling behaviour of the Peruvian Anchovy (*Engraulis ringens*). *Investigaciones Marinas*, V 30, N°1, Supl. Simposio Valparaíso, versión On-line ISSN 0717-7178. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-71782002030100074>
- Bouchon M., Cahuín S. y Ñiquen M. (2001). Fluctuaciones de la ictiofauna pelágica en la región Norte – Centro del litoral peruano de 1994 a 1998. en *El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales*, J. Tarazona, W. Arntz, y E. Castillo De Maruenda, Eds. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología- CONCYTEC, 2001, pp. 73 - 79
- Buitrón M., Mori J., Perea A., Sánchez J. y Quispe C. (En prensa). Madurez sexual e índice gonadosomático de la anchoveta peruana, 1961-2009. *Bol Inst Mar Perú*. Vol. Extr.: xx-yy.
- Buitrón B, Perea A. 2000. Aspectos reproductivos de la anchoveta peruana durante el periodo 1992–2000. *Bol. Inst. Mar Perú* 19:45–54.
- Carranza L. (1891). "Contra-corriente marítima observada en Paita y Pacasmayo". En: *Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima* 1 (9): 344-346.
- Castillo R., Peraltilla S., Aliaga A., Flores M., Ballón M., Calderón J. y Gutiérrez J. (2009). Protocolo técnico para la evaluación acústica de Las áreas de distribución y abundancia de recursos pelágicos en el mar peruano. Versión 2009. *Inst. Mar Perú*. Vol 36(1-2): 7- 28.

Centro de Investigación Parlamentaria (2003). Data sobre el Fenómeno el Niño 2003: retos y perspectivas. Número 4 – Enero 2003, 24 p.

Chavez F., Messie M. (2008). A comparative analysis of eastern boundary upwelling ecosystems. Presented at International Symposium on Eastern boundary upwelling ecosystems: integrative and comparative approaches, Las Palmas, Canary Islands, Spain, 2 - 6 June 2008. Abstracts Book, 43p.

Chávez F., Bertrand A., Guevara-Carrasco R., Soler P. and Csirke J. (2008). The northern Humboldt Current System: brief history, present status and a view towards the future. (Editorial). *Progress in Oceanography*, 79, 95–105.

Chavez, F., Ryan, J., Lluch-Cota, S., Niquen, M. (2003). From anchovies to sardines and back: multidecadal change in the Pacific Ocean. *Science* 299, 217–221.

Chavez, F., Pennington, J., Castro, C., Ryan, J., Michisaki R., Schlining, B., Waltz, P. Buck, K., McFaden, A. and Collins C. (2002). Biological and chemical consequences of the 1997–1998 El Niño in central California waters 299, *Progress in Oceanography* 54 (2002) 205–232.

Chirinos de Vildoso A. (1984). El Niño: Eventos desde abril 1891 hasta 1958, con énfasis en la bibliografía peruana. *Rev. Com. Per. Pacífico Sur*, (15): 363 – 392.

Csirke J, Gumy A. (1996). Análisis Bioeconómico de la Pesquería Pelágica peruana dedicada a la producción de harina y aceite de pescado. *Bol. Inst. Mar Perú* 15 (2): 27-66.(

Csirke J., Guevara-Carrasco R., Cardenas G., Ñiquen M., Chipollini A. (1996). Situación de los recursos anchoveta (*Engraulis ringens*) y sardina (*Sardinops sagax*) a principios de 1994 y perspectivas para la pesca en el Perú, con particular referencia a las regiones norte y centro de la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú* 15 (1): 1-23.

CPPS. (2018). Comité Científico Regional ERFEN. Disponible en: <http://cpps-int.org/index.php/sobre-erfen>

De la Fuente S. 2011. Componente Principales ACP. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales UAM. 32 p.

Delgado N. (2016). De la ciencia y filosofía en el Perú pre-inca, a propósito de la experiencia de la Salud y enfermedad. UNMSM. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Epistemología. 317 p.

DeVries T. (1987). A review of Geological evidence for ancient El Niño activity in Peru. *Journal of Geophysical Research*. Vol. 92, N°C13 471-479.

DeVries T, Ortileb L, Díaz A. and Wells L. (1997). Determining the early history of El Niño. *Technical Comments. Science* Vol. 276: 965-966.

Dewitte B., Takahashi K. y Mosquera K. (2014a). Teorías simples de El Niño Oscilación Sur: Más allá del Oscilador Carga – Descarga. Artículo de Divulgación Científica. Boletín técnico: “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño”. Vol 1 N°8: 6p.

Dewitte B., Takahashi K., Gouvanova K., Montecinos A., Mosquera K., Illig., Montes I., Paulmier A., Garçon V., Purca S., Flores R., Bourrel L., Rau P., Labat D., Lavado W. y Espinoza JC. (2014b). Las diversas facetas de El Niño y sus efectos en la costa del Perú. En: El Perú frente al Cambio Climático. Resultados de investigaciones franco – peruanas. Coordinadores: Sonia González Molina (MINAM) y Jean-Joinville Vacher (IRD) y Editora científica: Anne Grégoire (IRD). Obra publicada en el marco de la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático - COP20. Cap 9:124 – 143.

Díaz E., Ramos E. y Marín P. (en prensa). Evaluación del Stock Norte-Centro de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*), periodo octubre de 1953 a setiembre de 2019. Bol Inst Mar Perú. Vol. Extr.: xx-yy.-

Eguigúren V. (1894). "Las lluvias en Piura". En: Boletín de la Sociedad Geográfica de Lima 4 (7,8,9): 241-258.

ENFEN. (2019). Estudio Nacional del Fenómeno El Niño – ENFEN. Disponible en: <http://enfen.gob.pe/la-comision-enfen/#5>

ENFEN. (2012a). Comité ENFEN acuerda índice operacional para definir “El Niño” y “La Niña” en la costa peruana. Nota de Prensa ENFEN. Disponible en: <http://enfen.gob.pe/>

ENFEN. (2012b). Definición operacional de los eventos El Niño y La Niña y sus magnitudes en la costa del Perú. Nota Técnica ENFEN. Disponible en: <http://enfen.gob.pe/>

Espino M. (1999). El Niño 1997-98: Su efecto sobre el ambiente y los recursos pesqueros en el Perú. (Tarazona & Castillo, eds.). Revista Peruana de Biología, Vol. Extraordinario: 97-109.

Espino, M. (1997). El Niño 1997-? y los recursos pesqueros: una propuesta de análisis. Informe Progresivo n° 66, p. 27 – 44.

Espino, M. y Yamashiro C. (1996). El Niño y la ordenación pesquera en el Perú. Informe Progresivo n° 40, p. 3 – 19.

FAO. (2019). Fisheries Topics: Research. El estado mundial de la pesca y la acuicultura (SOFIA). Topics Fact Sheets. Texto de Jean- Francois Pulvenis. In: Departamento de Pesca y Acuicultura de la FAO [en línea]. Roma. Actualizado 27 February 2019. [Citado 16 July 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/fishery/>

FAO. 2005. Guía del administrador pesquero. Medidas de ordenación y su aplicación. Editado por K.L. Cochrane. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Documento Técnico de Pesca 424. ISBN 92-5-304773-9. Disponible en:

<http://www.fao.org/docrep/008/y3427s/y3427s0f.htm#TopOfPage>

Fernández J. (2019). Cajas municipales aún arrastran el efecto de El Niño. Finanzas. Semana económica.com. Disponible en: <https://semanaeconomica.com/article/mercados-y-finanzas/microfinanzas/368277-cajas-municipales-aun-arrastran-el-efecto-de-el-nino/?ref=frt>

Goya E. (2000). Abundancia de aves guanera y su relación con la pesquería de anchoveta peruana de 1953 a 1999. Bol. Inst. Mar Perú, vol. 19, n°1-2, p 125-131.

Gulland J. A. (1968). Informe sobre la dinámica de la población de anchoveta peruana. Bol. Inst. Mar Perú 1 (6): 305-346.

Gutiérrez D, Bertrand A, Wosnitza-Mendo C, Dewitte B, Purca S, Peña C, Chaigneau A, Tam J, Graco M, Echevin V, Grados C, Fréon P y Guevara-Carrasco R. (2011) Sensibilidad del sistema de afloramiento costero del Perú al cambio climático e implicancias ecológicas. Revista Peruana Geo-Atmosférica RPGA (3), 1-24(2011)

Gutiérrez M., Ñiquen M., Peraltilla S. y Herrera N. (2000). Las Operaciones Eureka: Una aproximación a la abundancia de anchoveta durante el periodo 1966 - 1982. Bol. Inst. Mar Perú, vol. 19, n°1-2, p 83-102.

IGP. (2018). Artículos de divulgación científica sobre el Fenómeno El Niño. Subdirección de Ciencias de la Atmósfera e Hidrósfera. Instituto Geofísico Peruano. Disponible en: <http://www.met.igp.gob.pe/elnino/divulgacion.html>

IMARPE. (2019a). Reporte de la Segunda temporada de pesca de 2018. Pesquería del Stock norte-centro de la Anchoveta. Área funcional de dinámica poblacional y Evaluación de recursos pelágicos (AFDPERP). Informe Interno.

IMARPE. (2019b). Índices climáticos para el diagnóstico del clima. Servicio de la información oceanográfica del Fenómeno El Niño. Disponible en:

http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index.php?id_seccion=I017801000000000000000000

IMARPE. (2016). La anchoveta y la ordenación de su pesquería, en el contexto de la dinámica del mar peruano. Disponible en:

<https://snp.org.pe/docs/IMARPE%20sustento%20eliminacio%C3%ACn-%20D.S%20011-2013-PRODUCE%20-%20Texto%20Errores%20Gestion%20Pesquera.pdf>

IMARPE. (1973). Tercera sesión del Panel de expertos de la evaluación del Stock de Anchoveta Peruana Julio 1972. Bol. Inst. Mar. Perú-Callao, vol. 2, n°9, p 521 – 599

IMARPE. (1968). La Pesquería de la anchoveta y recomendaciones para la temporada 1967-68. Inf. Inst. Mar Perú N° 20, 14p.

IMARPE. (1965). Efectos de la pesca en el stock de anchoveta. Inf. Inst. Mar Perú N° 7, 16 pp.

INDECI (2019). Fenómeno El Niño en el periodo 1982-83. Disponible en: https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/6.2_fenom.pdf

INDECI (2018). Presentan estudio sobre lecciones aprendidas por El Fenómeno el Niño Costero. NOTA DE PRENSA N°136 2018-INDECI-OGCE. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/presentan-estudio-sobre-lecciones-aprendidas-por-el-fenomeno-el-nino-costero/>

iPeru.org. (2016). Disponible en: <http://www.iperu.org/culturas-del-peru>

Jhancke J. (1998). Las poblaciones de aves guaneras y sus relaciones con la abundancia de anchoveta y la ocurrencia de eventos El Niño en el mar peruano. Bol. Inst. Mar Perú. vol.17, n° 1-2, p. 1-13.

Joo R., Grados D., Bouchon, M. y Díaz E. (2016). Tamaño óptimo de muestra del programa de observadores a bordo de la flota dirigida a la explotación de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*). Revista peruana de biología 23(2): 169 - 182 (2016).

Jordán R. (1976). Biología de la anchoveta. Biología de la anchoveta. Parte I: Resumen del conocimiento actual. FAO Technical Report 185, p 359-399.

Kauffmann, F. (1988). Historia General de los peruanos. 1/ El Perú Antiguo. Undécima edición. Promoción Editorial Inca. S.A. (PEISA). Lima 14-Perú 141 – 521 p

Lalli C. y Parsons T. (1997). Biological Oceanography: An Introduction. Second Edition. 337p.

Landa Y. 2014. La pesca de la anchoveta, el óptimo social y el desarrollo sostenible del sector. Tesis para optar el grado de Doctor en Economía. Universidad Nacional Autónoma de México, 196p.

León W. (2001). Impacto de El Niño 1997-97 en la actividad pesquera del departamento de Piura. En: El Niño en América Latina: Impactos biológicos y sociales. Tarazona, J., Arntz, W. y Castillo de Maruenda, E. (eds.). Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Lima (Perú), pp. 298-297.

L'Heureux M., Takahashi K., Watkins A., Barnston A., Becker E., Di Liberto T., Gamble F., Gottschalck J., Halpert M., Huang B., Mosquera-Vasquez K., Wittenberg A. T. (2017). Observing and predicting the 2015/16 El Niño. American Meteorological Society, BAMS: 1363-1382.

Lumbreras L., Kaulicke P., Santillana J. y Espinoza W. (2008). Economía Prehispánica. En Compendio de historia económica del Perú I. Carlos Contreras Ed. BCRP – EIP. 445p.

Macharé J. y Ortilieb L. (1993). Registros del Fenómeno El Niño en el Perú. Bull. Inst. fr. études andines 22(1):35-52.

- Mahon R., Mc Conney P., Roy (2008). Governing fisheries as complex adaptive systems. *Mar. Pol.* 32: 104-112.
- Mariátegui J., Chirinos de Vildoso. A. y Vélez J. (1985). Bibliografía sobre el fenómeno el niño desde 1891 a 1985. *Bol. Inst Mar Perú. Vol. Extraordinario.* 136 p.
- Martínez A. y Morón K. (2017). Comparación entre los impactos de los eventos El Niño costero 1925 y 2017. *Boletín técnico: Generación de información y monitoreo del Fenómeno El Niño. Vol.4 N° 4,* p 8-9.
- Martínez R., Zambrano E., Nieto J., Hernández J. y Costa F. (2017). Evolución, vulnerabilidad e impactos económicos y sociales de El Niño 2015-2016 en América Latina. *Investigaciones Geográficas,* (68), 65-78.
- Miñano J. 1968. Estudio de la fecundidad y ciclo sexual de la anchoveta (*Engraulis ringens* J.) en la zona de Chimbote. *Bol.Inst. Mar Perú* 1: 505–533.
- Mori J, Buitrón B, Perea A, Peña C, Espinoza C. 2011. Variabilidad interanual y estrategia reproductiva de la anchoveta peruana en la región norte-centro del litoral del Perú. *Ciencias Marinas,* 37(4B): 513-525.
- Morón O. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú,* vol. 19, n°1-2, p 179-204.
- Murphy R. (1926). Fenómenos oceánicos y climáticos en la costa occidental de Sud-América durante el año 1925. *Compañía Administradora de Guano. Vol. 2 N°3:*35 p.
- Ñiquen M. y Bouchon M. (2004). Impact of El Niño events on pelagic fisheries in Peruvian waters. *Deep-Sea Research II* 51 (2004) 563–574.
- Ñiquen M., Espino M. y Bouchon M. (2000). Análisis de la población de anchoveta peruana durante el período 1961-1999. *Bol. Inst. Mar Perú,* vol. 19, n°1-2, p 103-107.
- Ñiquen M., Bouchon M., Cahuin. y Valdez J. (1999). Efectos del fenómeno "El Niño 1997-98" sobre los principales recursos pelágicos en la costa peruana. En: *El Niño 1997-98 y su Impacto sobre los Ecosistemas Marino y Terrestre.* J. Tarazona y E. Castillo (Eds.). *Rev. peru. biol. Vol. Extraordinario:* 85-96.
- Ñiquen M., Echevarria A., Tafur R., Bouchon M., Dávalos R., Quiñones J., Cahuín S. y Valdez D. (1998). Situación de los principales recursos pelágicos en el mar peruano durante el periodo post-Niño 1997-98. *Inf. Inst. Mar Perú* n° 141, p. 13-29
- Ortilieb L. (2011). Chapter 7. The Documented Historical Record of El Niño Events in Peru: An Update of the Quinn Record (Sixteenth through Nineteenth Centuries). In: *El Niño and the Southern Oscillation. Multiscale Variability and Global and Regional Impacts.*

Osorio A.(2017). Pesca, ciencia y nacionalismo: el IMARPE como centro de excelencia científica (1964-1982). Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el Título de Magister en Historia. Lima - Perú. p:44.

Paredes C. (2012). Eficiencia y equidad en la pesca peruana: la reforma y los derechos de pesca. Estudio fue financiado por el Consorcio de Investigación Económica Social (CIES), el Ministerio de la Producción (Contrato No. No. 098-2011-PRODUCE-UE01) y por el Instituto del Perú de la Universidad de San Martín de Porres. 114 p.

Paredes C. (2010). Reformando el sector de la Anchoqueta Peruana. Progreso Reciente y Desafíos Futuros. Instituto del Perú de la Universidad de San Martín de Porres. 23 p

Perea A, Peña-Tercero C, Oliveros-Ramos R, Buitrón B, Mori J. (2011). 2011. Potential egg production, recruitment, and closed fishing season of the Peruvian anchovy (*Engraulis ringens*): Implications for fisheries management. Ciencias Marinas (2011), 37(4B): 585–601.

Pazmino N., Gómez H., Proaño M. y Santana E. (2008). Aspectos relevantes relacionados con la adhesión del Ecuador a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CONVEMAR). 116 p. ISBN: 978-9942-07-656-4.

Perea A., Buitrón B., Mori J., Roque C. y Sánchez J. (2015). Anomalías de los índices reproductivos de anchoqueta *Engraulis ringens* en relación al ambiente. Boletín Trimestral Oceanográfico;Vol. 1, N° 1-4, p. 25-26.

Perea A., Buitrón B., Mori J., Roque C. y Sánchez J. (en prensa). Dinámica del factor de condición y contenido de grasa y su relación con los índices reproductivos en la anchoqueta peruana, 1961-2009. Bol Inst Mar Perú. Vol. Extr.: xx-yy.-

PERUMIN (2015). NDP 149: "Sector pesquero espera crecer entre 35% y 70% este año". Disponible en:
<https://www.convencionminera.com/perumin32/index.php/prensa/315-nota-de-prensa-149>

PRODUCE. 2018. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2017. La Actividad productiva del sector en números. Ministerio de la Producción, Perú. 200 p.

PRODUCE. 2017. Anuario Estadístico Pesquero y Acuícola 2016. La Actividad productiva del sector en números. Ministerio de la Producción, Perú. p 37.

PUCP. (2009). Reporte Sectorial: Sector Pesca. Reporte Financiero Burkenroad Perú – El Pacifico. Peruano Suiza Compañía de seguros y Reaseguros.SA. Noviembre 18, 2009. 27 p.

Purca. S, Graco M., Gutiérrez D., Dewitte B., Tam J., Bertrand A., Chávez F., Flores R., Ledesma J., Vásquez L., Messié M., Goubanova K., Morón O., Nakazaki C., Peraltilla S.

y Sánchez S. (2010). Relación entre anchoveta y ambiente a diferentes escalas temporales. Bol Inst Mar Perú 25(1-2):13-21.

Quinn W., Neal V. and Antúnez de Mayolo. (1987). El Niño occurrences over the past four and a half centuries. Journal of Geophysical Research, Vol. 92, N°C13: 14,449-14,461.

Ramírez I. and Briones F. (2017). Understanding the El Niño Costero of 2017: The Definition Problem and Challenges of Climate Forecasting and Disaster Responses. Int J Disaster Risk Sci (2017) 8:489–492.

Revista Pesca (1984). “El Niño” y los desastres del norte pesquero . En: La década del 80. Edición Junio 1984. Revista de circulación mundial. Editada en 2005. 119 p.

Revista Pesca (1972a). La fuga de la anchoveta. En: La década del 70. Edición Julio 1972. Revista de circulación mundial. Editada en 2003.pp 99 – 100.

Revista Pesca (1972b). El deber del Estado en la crisis pesquera. En: La década del 70. Edición Octubre 1972. Revista de circulación mundial. Editada en 2003.104 p.

Revista Pesca (1972c). 1973: Año de la diversificación de la pesca. En: La década del 70. Edición Diciembre 1972. Revista de circulación mundial. Editada en 2003.107 p.

Rocha A. (2007). El Meganiño 1982-83, “La madre de todos los niños”. Conferencia dictada en el II Congreso Internacional “Obras de Saneamiento, Hidráulica, Hidrología y Medio Ambiente”. HIDRO 2007- ICG. Lima, Junio 2007, p: 24-34.

Roncal A. (2017). El impacto de El Niño en las empresas pesqueras. Ediciones Especiales: Alerta El Niño. Semana económica.com. Disponible en: <https://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/pesca/220640-pesca-siente-el-golpe-de-el-nino-costero/>

RREE. (2015). Delimitación marítima entre el Perú y Chile ante la Corte Internacional de Justicia. El Fallo de la Corte Internacional de Justicia / Ministerio de Relaciones Exteriores; traducción no oficial Marisol Agüero Colunga; presentación Ana María Solórzano Flores, Gonzalo Gutiérrez Reinol. – Lima: Fondo Editorial del Congreso del Perú: 226 pp

Santander H, Flores R. 1983. Los desoves y distribución larval de cuatro especies pelágicas y sus relaciones con las variaciones del ambiente marino frente al Perú. FAO Fish. Rep. 291: 835–868.

Semana económica.com (2014). No habrá segunda temporada de pesca de anchoveta, confirmó el Ministerio de la Producción. Disponible en: <http://semanaeconomica.com/article/sectores-y-empresas/pesca/150741-no-habra-segunda-temporada-de-pesca-de-anchoveta-confirmo-el-ministerio-de-la-produccion/>

- Schott G. (1933). La corriente del Perú y sus límites norteños en condiciones normales y anormales. Boletín de la Cía. Adm. de Guano. Vol 9 (3-4):87 – 107.
- SCOR. (2017). Scientific Committee on Oceanic Research Working Group Proposal.
- SCOR. (2016). Scientific Committee on Oceanic Research Working Group Proposal.
- Shady R. (2006). Caral – Supe. La civilización más Antigua de América. Proyecto Especial Arqueológico Caral - Supe. Instituto Nacional de Cultura. Perú. 42 p.
- Swartzman, G., Bertrand, A., Gutiérrez, M., Bertrand, S., Vasquez, L. (2008). The relationship of anchovy and sardine to water masses in the Peruvian Humboldt Current System from 1983–2005. Progress in Oceanography. 79 (2008) 228–237
- Takahashi K., Mosquera K. y Reupo J. (2014). El Índice Costero El Niño (ICEN): historia y actualización. Boletín Técnico IGP, 1, No. 2, Febrero 2014. Disponible en: http://www.met.igp.gob.pe/publicaciones/2014/ElNino_v2_27_03_2014_7.pdf
- Takahashi K. and Martinez A. (2017). The very strong coastal El Niño in 1925 in the far-eastern Pacific. Clim Dyn. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00382-017-3702-1>
- Takahashi K. y Mosquera K. (2015). El Niño 2014, el Comité ENFEN y los medios. Boletín Técnico “Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño”. Instituto Geofísico del Perú 2 (2): 9-10.
- Takahashi K., Montecinos A., Goubanova K. and Dewitte B. (2011). ENSO regimes: Reinterpreting the canonical and Modoki El Niño. Geophysical Research Letters, Vol 38, L10704, doi:10.1029/2011GL047364
- Talledo. (2010). Situación y perspectiva de la harina de pescado: Caso peruano de 1980-2007. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Economía con Mención en Comercio Exterior. Facultad de Ciencias Económicas. Unidad de Postgrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 123 p.
- Tovar H., Cabrera D. y Farfán M. (1985). Impacto del Fenómeno El Niño en la población de lobos marinos en Punta San Juan. W. Arntz, A. Landa, J. Tarazona (eds). Boletín Extra. El Niño y su Impacto. 195-200.
- Tsukayama I. (1969). Una nueva medida de la pesca por unidad de esfuerzo en la pesquería de anchoveta. Boletín Inst. Mar Perú 2 (4): 129–156.
- Valverde M y Trebejo I. (1992). Fenómeno “El Niño” en los últimos setenta años. En: Paleo ENSO Reords. Intern. Symp. (Lima, March 1992) Extenden Abstracts. L Ortilieb & J. Macharé (Eds.) OESTOM – CONCYTEC, Lima 1992 p. 319-321.
- Vásquez I. y Tsukayama I. (1964). La pesca de la anchoveta: estadística de pesca y esfuerzo durante los meses de enero – junio de 1963. Inf IREMAR; n° 24, 1964, 39p. Disponible en: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/123456789/483>

- Vazzoler A.E.(1982). Manual y métodos para estudios biológicos de populações de Peixes. Reprodução y Crescimento. CNP/PN2, 108 pp.
- Wells L. and Noller J. (1997). Determining the early history of El Niño. Technical Comments. Science Vol. 276: 966-967
- Werner F., Lough R.G.(eds) (2008). The Northern Humboldt Current System: Ocean Dynamics, Ecosystem Process, and Fisheries. Progress in oceanography. Volume 79, N°2-4.
- Wipf M., Zeilinger G., Seward D. and Schlunegger F. (2005). Geomorphic Effects in Western Peru due subduction of the Nazca Ridge. EUG General Assembly, 24-29, April 2005, Vienna, Austria.
- Wolf, A. y Tarazona, J. (1988). Una retrospectiva a El Niño 1982-83: ¿qué hemos aprendido? Boletín Extraordinario (COLACMAR) Recursos y Dinámica del Ecosistema de Afloramiento Peruano, p.353-364
- Zuta. y Guillén O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú-Callao Vol 2 N°5 157 – 324 pp
- Zuta. (1973). El Fenómeno El Niño 1972 – 1973. En Revista Asociación de Oficiales Generales, N° 35, pp: 29-44, primer semestre 1973, Lima-Perú. Boletín Trimestral Oceanográfico Vol 1 Números 1 – 4. 20 – 24 pp
- Zuzunaga J. (1985). Cambios del equilibrio poblacional entre la anchoveta (*Engraulis ringens*) y la sardina (*Sardinop sagax*) en el sistema de afloramiento frente a Perú. W. Arntz, A. Landa, J. Tarazona (eds). Boletín Extra. El Niño y su Impacto. 108 - 117.



El Máster Internacional en GESTIÓN PESQUERA SOSTENIBLE está organizado conjuntamente por la Universidad de Alicante (UA), el Centro Internacional de Altos Estudios Agronómicos Mediterráneos (CIHEAM) a través del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (IAMZ), el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) a través de la Secretaría General de Pesca (SGP).

El Máster se desarrolla a tiempo completo en dos años académicos. Tras completar el primer año (programa basado en clases lectivas, prácticas, trabajos tutorados, seminarios abiertos y visitas técnicas), durante la segunda parte los participantes dedican 10 meses a la iniciación a la investigación o a la actividad profesional realizando un trabajo de investigación original a través de la elaboración de la Tesis Master of Science. El presente manuscrito es el resultado de uno de estos trabajos y ha sido aprobado en lectura pública ante un jurado de calificación.

The International Master in SUSTAINABLE FISHERIES MANAGEMENT is jointly organized by the University of Alicante (UA), the International Centre for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (CIHEAM) through the Mediterranean Agronomic Institute of Zaragoza (IAMZ), and by the Spanish Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAPA) through the General Secretariat of Fisheries (SGP).

The Master is developed over two academic years. Upon completion of the first year (a programme based on lectures, practicals, supervised work, seminars and technical visits), during the second part the participants devote a period of 10 months to initiation to research or to professional activities conducting an original research work through the elaboration of the Master Thesis. The present manuscript is the result of one of these works and has been defended before an examination board.