

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE PESQUERÍA



**“CARACTERIZACIÓN DE LAS OPERACIONES DE PESCA EN LA
PESQUERÍA INDUSTRIAL DE ANCHOVETA (*Engraulis ringens*) A
PARTIR DE OBSERVACIONES A BORDO”**

Presentado por:

MARISSELA POZADA HERRERA

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
INGENIERO PESQUERO

Lima - Perú

2018

Para todos los que, como yo,
quieren hacer tesis.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Instituto del Mar del Perú (IMARPE) y al Instituto de Investigación para el Desarrollo de Francia (IRD) por su apoyo para la elaboración de esta tesis. Especialmente, al convenio de estas instituciones en el proyecto del JEAI-EMACEP, donde jóvenes estudiante como yo tuvimos y tenemos la oportunidad de desarrollar temas de investigación.

Agradecer al Programa de Bitácoras de Pesca desarrollado por el IMARPE, en donde se recolecta información valiosa para poder seguir descubriendo los secretos de la pesquería más importante del mar peruano y sin la cual esta tesis no hubiera sido posible.

Agracias a todas las personas que formaron parte de este viaje. A mis asesores, Rocío y Henry, por todos sus aportes y por su amistad. A Marilú y Erich por proporcionarme todas las facilidades para el manejo de la base de datos y por sus comentarios y aportes a lo largo del desarrollo de la tesis. A mis compañeros del IRD y de otros proyectos: Daniel, Maite, Paul, Rommy, Pablo, Paola, que se convirtieron en grandes amigos... sin ustedes este camino no hubiera sido tan placentero.

Y por último y no por eso menos importantes, muchas gracias a mi familia. A mis padres, por siempre apoyarme e impulsarme a continuar aunque a veces ni yo, lo creía. Ustedes son mi ejemplo de que con perseverancia, paciencia y buen humor todo es posible.

RESUMEN

Existen diversos factores que causan variabilidad dentro de una pesquería (e.g. factores bióticos y abióticos, medidas de manejo, características propias de cada embarcación, etc) a los cuales los pescadores se adaptan implementando diferentes estrategias. En este estudio se tuvo como objetivo caracterizar las operaciones de pesca de la pesquería industrial de anchoveta, mediante su clasificación en diferentes grupos los cuales representaron estrategias particulares de pesca. Con este fin, se analizaron más de 15000 operaciones de pesca registradas a partir de observaciones a bordo, durante los años 2005-2014, a través del Programa Bitácoras de Pesca (PBP). Las variables que se definieron para caracterizar las operaciones de pesca fueron: ubicación geográfica, distancia a la costa, distancia a la plataforma continental, duración, captura y eficiencia de la operación de pesca. Con la combinación de dos técnicas multivariadas (Análisis de Componentes Principales y Clustering), se lograron identificar cuatro grupos. Estos grupos se encontraron principalmente asociados a condiciones ambientales (i.e. El Niño/La Niña), segmentos de flota (i.e. industriales de madera y acero) y medidas de manejo entre las regiones distintas. La identificación de estos grupos y de su relación con los factores mencionados, permitiría reconocer cambios en las estrategias de pesca frente a cambios en las condiciones ambientales (i.e. eventos El Niño/La Niña), o en la composición de la flota (i.e. aumento en la proporción de embarcaciones de madera, o de embarcaciones en el sur) y esto a su vez brindaría mejores herramientas para un buen manejo de la pesquería.

Palabras clave: Comportamiento espacial de los pescadores, Programa Bitácoras de Pesca (PBP), manejo pesquero, Análisis de Componentes Principales (PCA), *Clustering* (HCA)

ABSTRACT

There are several factors that cause variability within a fishery (e.g. biological and environmental conditions, management rules, vessel characteristics, etc) leading fishermen to implement different strategies. The goal of this study was to characterize the fishing operations of the Peruvian anchovy industrial fishery by classifying them into different groups which represented particular fishing strategies. To this end, more than 15000 fishing operations documented by an on-board observer program (i.e. Logbook Program- Programa Bitácoras de Pesca o PBP) over 2005-2014 were analyzed. Each fishing operation was describe according to its geographic location, distance to the coast, distance to the shelf break, duration, catch and efficiency of the fishing operation. With the combination of two multivariate techniques (i.e. Principal Component Analysis and Clustering), four groups were identified. These were mainly associated with different environmental conditions, fleet segments and management measures. Identifying these groups and their relationship to the above factors will allow the recognition of changes in fishing strategies in the face of changes in environmental conditions (i.e. El Niño/La Niña events), or in the composition of the fleet (i.e. increase in the proportion of wooden vessels or vessels in the south) and this in turn will provide better tools for good management of the fishery.

Keywords: fishermen spatial behavior, Programa Bitácoras de Pesca (PBP), fishing management, Principal Component Analysis (PCA), Clustering (HCA).

ÍNDICE GENERAL

| | Página |
|--|---------------|
| AGRADECIMIENTOS | i |
| RESUMEN | ii |
| ABSTRACT | iii |
| ÍNDICE GENERAL | iv |
| ÍNDICE DE TABLAS | vi |
| ÍNDICE DE FIGURAS | vii |
| ÍNDICE DE ANEXOS | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA | 4 |
| 2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE | 4 |
| 2.2. PESQUERÍA DE ANCHOVETA | 9 |
| 2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA | 10 |
| 2.2.2. MEDIDAS DE MANEJO | 14 |
| 2.2.3. SISTEMA DE MONITOREO: PROGRAMA DE OBSERVADORES A BORDO | 21 |
| 2.3. SOBRE LA CARÁCTERIZACIÓN DE OPERACIONES DE PESCA | 22 |
| 2.3.1. TÉCNICAS MULTIVARIADAS | 24 |
| a) ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES | 25 |
| b) ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS O <i>CLUSTERING</i> | 27 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS | 31 |
| 3.1. BASE DE DATOS | 31 |
| 3.2. CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA EL ESTUDIO | 32 |
| 3.2.1. DE LAS VARIABLES DESCRIPTORAS | 32 |
| 3.2.2. DE LOS FACTORES EXTERNOS | 32 |
| 3.3. ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO | 34 |

| | |
|--|-----------|
| 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS | 35 |
| 3.4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO Y PROCESAMIENTO DE LA BASE DE DATOS | 35 |
| a) RECUPERACIÓN DE DATOS | 35 |
| b) SELECCIÓN DE DATOS | 36 |
| c) ELIMINACIÓN DE DATOS | 36 |
| 3.4.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO | 38 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 40 |
| 4.1. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DESCRIPTORAS DE LAS OPERACIONES DE PESCA | 40 |
| 4.2. PROCESAMIENTO DE LA BASE DE DATOS | 42 |
| 4.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO | 43 |
| 4.4. DISCUSIÓN | 52 |
| V. CONCLUSIONES | 61 |
| VI. RECOMENDACIONES | 62 |
| BIBLIOGRAFÍA | 64 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | Página |
|----------------|--|---------------|
| Tabla 1 | Información colectada a bordo en las Bitácoras de Pesca. | 32 |
| Tabla 2 | Categorías de las anomalías de temperatura de acuerdo con a) la ICEN y b) el presente estudio. | 33 |
| Tabla 3 | Capacidades de bodega correspondientes al tipo de flota de la pesquería de anchoveta. | 36 |
| Tabla 4 | Descripción de la recuperación, selección y eliminación de datos. | 43 |
| Tabla 5 | Selección de las variables activas: correlaciones de Pearson entre las variables. Correlaciones mayores a 0.7 en negrita. | 45 |
| Tabla 6 | Análisis de la varianza explicada por cada componente. | 45 |
| Tabla 7 | Tabla de correlaciones entre las variables y los componentes principales. Correlaciones mayores a 0.70 se encuentran en negrita y las variables suplementarias en cursiva. | 46 |
| Tabla 8 | Características de los clusters, expresado en porcentaje de las operaciones de pesca, de acuerdo a cada factor estudiado: tipo de flota, región de pesca, condiciones ambientales y sistema de cuotas. Se incorporan los porcentajes de las operaciones de pesca por año para cada cluster. | 50 |
| Tabla 9 | Características de los factores estudiados, expresado en porcentaje de las operaciones de pesca, de acuerdo a cada cluster. Por cada línea, el porcentaje más alto de las operaciones asociadas a un cluster se encuentra en negrita. Se incorporan los porcentajes de las operaciones de pesca por año para cada cluster. | 51 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | Página |
|-----------------|---|---------------|
| Figura 1 | Distribución de la anchoveta peruana (<i>Engraulis ringens</i>) según sus unidades poblacionales o stocks: stock norte-centro y sur. Fuente: Mori <i>et al.</i> (2011) | 5 |
| Figura 2 | Síntesis de los escenarios ecológicos cálidos y fríos producidos por las ondas Kelvin en las costas del Sistema de Corrientes de Humboldt. Fuente: Bertrand <i>et al.</i> (2008b) | 8 |
| Figura 3 | Desembarques anuales de anchoveta y las diferentes etapas que ha atravesado su pesquería. Fuente: Arias Schreiber (2012) | 9 |
| Figura 4 | Desembarques de anchoveta en el litoral peruano para el periodo 2005-2014. Fuente: PRODUCE (2014) | 10 |
| Figura 5 | Evaluación de las reglas aplicables a la pesquería de anchoveta de acuerdo al tipo de embarcación. Fuente: Heck (2015) | 12 |
| Figura 6 | Capturas realizadas por la flota industrial en la zona norte-centro durante a) la primera y b) segunda temporada de pesca del 2002-2012. Capturas realizadas por la flota industrial de acero en color rojo y por la flota industrial de madera en azul. Fuente: IMARPE | 13 |
| Figura 7 | Embarcaciones promedio por día correspondientes a la flota industrial en la zona norte-centro durante a) la primera y b) segunda temporada de pesca del 2002-2012. Embarcaciones correspondientes a la flota de acero en color rojo y la flota de madera en azul. Fuente: IMARPE | 14 |

| | | |
|------------------|--|----|
| Figura 8 | Duración de las temporadas de pesca (en días) en la zona norte-centro: a) primera y b) segunda temporada del 2002-2015. Fuente: IMARPE | 16 |
| Figura 9 | Zonas de pesca de anchoveta en el litoral peruano conforme con los DS aprobados para el periodo 2012-2014. Fuente: modificado de Heck (2015) | 20 |
| Figura 10 | Esquema correspondiente a un viaje de pesca. Fuente: Bouchon et al. (2013) | 23 |
| Figura 11 | Representación de los scores de los individuos en el espacio de los componentes principales. Fuente: Orange Juice Data (Husson et al. 2010) | 27 |
| Figura 12 | Dendograma representando la formación de grupos o clusters utilizando la técnica de cluster jerárquico aglomerativo. | 30 |
| Figura 13 | Gráfica de la varianza explicada a partir de un análisis cluster jerárquico. Para cada número de clusters (eje-x), el eje-y de la izquierda representa el porcentaje de la varianza explicada y el eje-y de la derecha representa el aumento en el porcentaje de varianza explicada en relación al número anterior de clusters. Fuente: Joo et al. (2015) | 30 |
| Figura 14 | Posiciones de las operaciones de pesca correspondientes al periodo de estudio (información PBP). | 34 |
| Figura 15 | Esquema de las fechas correspondientes a los viajes (salida y arribo) y operaciones de pesca (inicio y fin) y los errores encontrados en la base de datos. | 37 |
| Figura 16 | Diagrama para el cálculo de la distancia a la costa y plataforma continental a partir de las operaciones de pesca. | 41 |
| Figura 17 | Variabes proyectadas en el espacio de los componentes principales: a) proyecciones de los componentes 1 y 2 y b) de los componentes 1 y 3. Las variables activas se | |

encuentran en color negro mientras que las suplementarias en azul. 47

Figura 18 Resultados obtenidos del Análisis Cluster Jerárquico: a) dendrograma y el porcentaje de las operaciones de pesca correspondientes a cada cluster en paréntesis y b) gráfico de varianza explicada. 48

Figura 19 Boxplots correspondientes a las variables activas de las operaciones de pesca para cada cluster. Para cada número de cluster (eje-x) se realizan boxplots de las variables (eje-y): distancia a la costa en millas náuticas (mn), distancia a la plataforma en millas náuticas (mn), latitud en grados ($^{\circ}$ S), duración de la operación en horas (hrs), captura de la operación en toneladas (ton) y eficiencia de la operación en toneladas por metro cúbico (ton/m^3). En la parte superior de cada gráfico se presenta el nombre de la variable y en parentesis sus unidades. 49

Figura 20 Diagrama de Hovmöller correspondientes a las condiciones oceanográficas del mar peruano entre 2013-2015: a) TSM y sus anomalías, b) anomalías del viento (AVV) y el c) índice de afloramiento costero (IAC). **Fuente: AVHRR OISSTv2-NCDC-NOAA/ IMARPE-AFIOF / dqr** 60

ÍNDICE DE ANEXOS

| | | Página |
|----------------|--|---------------|
| Anexo 1 | Formato actual del Programa de Bitácoras de Pesca. | 71 |
| Anexo 2 | Análisis univariado para la detección de outliers de las variables descriptoras de las operaciones de pesca. | 74 |
| Anexo 3 | Variación de la profundidad media anual del 2005-2014. | 76 |

I. INTRODUCCIÓN

La pesquería de anchoveta es muy importante para el país y producto de la gran variabilidad del ecosistema en el que se encuentra, se mantiene constantemente monitoreada con la finalidad de proteger y mantener la sostenibilidad del recurso. Este monitoreo constante ha permitido un manejo adaptativo a corto plazo en donde se pueden tomar decisiones rápidas ante variaciones ambientales, biológicas y de esfuerzo pesquero. Asimismo, esta pesquería es manejada bajo un enfoque mono-específico, en donde se busca alcanzar el nivel más elevado de capturas de la especie objetivo a lo largo del tiempo sin dañarla. Sin embargo, dentro de este enfoque no se toma en consideración otros componentes del ecosistemas como el hábitat, los depredadores y las presas que esta especie consume (Pikitch *et al.*, 2004). De esta manera, los estudios de dinámica pesquera y de evaluación de stocks se concentran particularmente en el recurso ignorando, entre otros, el comportamiento de los pescadores lo cual es considerado como si se omitiera a un depredador en un sistema depredador-presa (Hilborn and Walters, 1992). Así, este enfoque genera medidas de manejo en las cuales no se considera la respuesta dinámica que presentan los pescadores (Hilborn and Walters, 1992; Pelletier and Ferraris, 2000).

Ante la crisis generada en algunos países por el colapso de los recursos pesqueros se vio la necesidad de desarrollar un manejo pesquero más efectivo e integrado (i.e. enfoque ecosistémico) el cual considera a todos los componentes del ecosistema y no solamente a la especie objetivo (Pikitch *et al.*, 2004). Dentro de este enfoque, entender el comportamiento

espacial de los pescadores y su esfuerzo pesquero, es esencial para diseñar medidas de manejo eficientes y acordes con la realidad (Salas and Gaertner, 2004).

Los pescadores no son un componente inactivo dentro de la dinámica de la pesquería, ellos responden a cambios y se adaptan a estos a través de diferentes estrategias de pesca (proceso de toma de decisiones de acuerdo a sus propias metas y restricciones realizadas antes de cada actividad; Pelletier and Ferraris, 2000; Salas and Gaertner, 2004; Joo *et al.*, 2015). Estas diferencias en sus estrategias pueden ser resultado de factores externos (e.g. factores bióticos y abióticos, medidas de manejo, incentivos económicos o condiciones del mercado) e internos (e.g. habilidad y personalidad del patrón y su tripulación así como de las características de la embarcación).

De estos factores, Bertrand *et al.* (2008b) demuestra cómo las condiciones ambientales a escala inter-anual generan distintos comportamientos en la flota para escenarios cálidos y fríos, mientras que Joo *et al.* (2014) a una escala estacional observa que variables como la temperatura superficial del mar, la clorofila y la profundidad de la oxiclina también generan comportamientos diferenciados en las estrategias que adoptan los pescadores. Por otro lado, Joo *et al.* (2015) menciona que factores como las medidas de manejo y las características de las embarcaciones generan diferencias en el comportamiento espacial de los pescadores, dentro de las cuales identifican cuatro estrategias de pesca. En general, estos trabajos analizan las estrategias obtenidas a nivel de viajes de pesca (conjunto de actividades que desarrolla la embarcación - búsqueda, trayecto y operación de pesca - desde que sale del puerto hasta que vuelve a ingresar ya sea al mismo u otro), y surge la interrogante acerca de si estos factores también afectan el comportamiento de los pescadores a otras escalas.

Para poder evaluar las estrategias que han adoptado los pescadores al momento de capturar el recurso bajo estos factores (i.e. condiciones ambientales, características de las embarcaciones y las medidas de manejo implementadas) es que en el presente estudio se plantea como objetivo general el caracterizar las operaciones de pesca de la pesquería industrial de anchoveta, a partir de los datos de observaciones a bordo, mediante su clasificación en diferentes grupos. Para ello se requiere (i) definir las variables que nos permitan caracterizar las operaciones de pesca de la flota industrial de cerco en base a los factores comentados anteriormente y (ii) clasificar y describir las características de las operaciones de pesca en base a los grupos identificados.

En este sentido, las estrategias obtenidas y su relación con los factores estudiados nos permitirán caracterizar el comportamiento espacial de los pescadores de tal manera que en un futuro nos servirán como un precedente para reconocer dicho comportamiento bajo factores similares. De la consideración anterior, las estrategias de pesca obtenidas darán una base cuantitativa para contribuir a nuevas aplicaciones en el manejo pesquero, ayudándonos a mejorar el sistema de monitoreo en base al reconocimiento de zonas de pesca particulares para intensificar el muestreo de estas áreas y proponiendo nuevas medidas de manejo de acuerdo al contexto de cada estrategia.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA ESPECIE

La anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) es una especie pelágica pequeña (puede alcanzar hasta los 20 cm de longitud total; Palomares *et al.*, 1987; Ñiquen *et al.*, 2000), de rápido crecimiento y vida corta. Se encuentra ampliamente distribuida a lo largo de toda la costa del Pacífico Sur Oriental con preferencia por aguas frías y altamente productivas. Presenta hábitos altamente gregarios formando enormes cardúmenes, lo que en periodos de alta disponibilidad, facilita sus capturas, convirtiéndola en una especie atractiva para la pesca.

En cuanto a su reproducción, la anchoveta es una especie desovadora parcial, encontrándose ejemplares en diferentes estados de madurez durante todo el año. Sin embargo, presenta dos picos reproductivos importantes: uno principal desarrollado en invierno (Agosto-Septiembre) y otro secundario desarrollado en el verano (Febrero- Marzo). Desova en todas las latitudes del mar peruano y las áreas más importantes se encuentran frente a Chicama ($7^{\circ}30'S$) hasta Chimbote ($9^{\circ}S$) y del Callao ($12^{\circ}S$) hasta Pisco ($14^{\circ}S$) (Bouchon *et al.*, 2010a).

En cuanto a la estructura poblacional de la anchoveta se manejan dos enfoques: el morfológico y genético. Tomando en consideración el primero, en el litoral peruano se diferencian dos unidades poblacionales o stocks (Figura 1): el stock norte-centro desde Zorritos ($4^{\circ}30'$) hasta los $16^{\circ}S$; y el stock sur que se comparte con el norte de Chile ($16^{\circ}01'$ - $24^{\circ}S$) (Jordán and Chirinos de Vildoso, 1965; Chirichigno and Vélez, 1998). En este sentido,

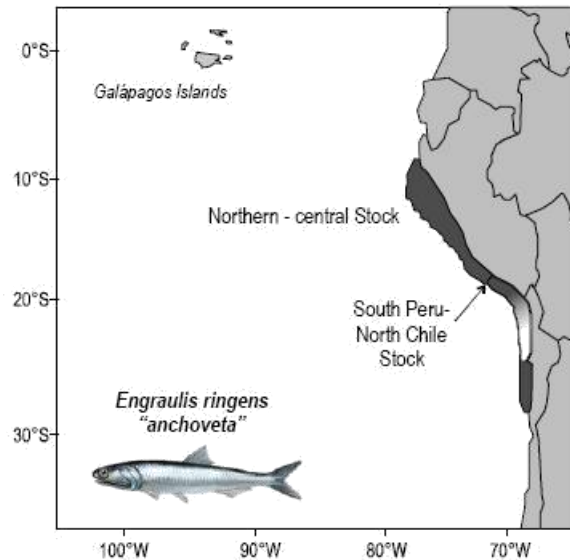


Figura 1: Distribución de la anchoveta peruana (*Engraulis ringens*) según sus unidades poblacionales o stocks: stock norte-centro y sur. **Fuente:** Mori *et al.* (2011)

la anchoveta del stock sur presenta menos branquiespinas gruesas (Tsukayama, 1966) e intestinos más cortos (Rojas, 1971) en comparación de sus congéneres del stock norte-centro. Adicionalmente, se presenta una barrera natural en la zona de San Juan (15°S) la cual divide los dos stocks, donde ocurren fuertes afloramientos que dificultan la concentración de grandes cardúmenes separando estas dos unidades poblacionales (Bouchon *et al.*, 2010a). Por otro lado, desde el punto de vista genético se ha realizado un primer estudio (Rojas Málaga, 2011) en el cual no se ha identificado diferencias significativas entre el stock norte-centro y sur. Sin embargo, la autora menciona que es necesario realizar más estudios que permitan confirmar lo encontrado.

Su distribución se encuentra estrechamente asociada a la extensión de las aguas costeras frías (ACF) (Bertrand *et al.*, 2004; Swartzman *et al.*, 2008). Estas aguas se ubican a lo largo de toda la costa peruana y se extienden algunas decenas de millas náuticas (mn) dependiendo de las condiciones oceanográficas. Se caracterizan por temperaturas entre 15 a 19°C y salinidades entre 34.8 y 35.05 ups. Además, son aguas altamente productivas por efecto del

afloramiento costero; es decir, aguas afloradas desde la sub-superficie que traen consigo altas concentraciones de nutrientes (fosfatos, silicatos y nitratos) donde la acción fotosintetizadora en la superficie los transformará en productividad primaria (Morón Antonio, 2000; Bertrand *et al.*, 2004). Importantes lugares de afloramiento se han identificados a los 5°, 6°, 9°, 12° y 15°S (Zuta and Guillén, 1970; Rojas De Mendiola, 1981).

Latitudinalmente, la anchoveta presenta una distribución casi continua, sin embargo en base a sus principales puertos de desembarque se pueden distinguir algunos núcleos de alta densidad para los 5°, 9°, 11°, 13° y 18°S (Mathisen, 1989), los que se pueden interconectar o no entre sí, dependiendo de su biomasa. Longitudinalmente, presentan una distribución preferentemente costera. Las mayores concentraciones se encuentran dentro de las primeras 50 mn y ocasionalmente en áreas más alejadas de la costa llegando a sobrepasar las 100 mn (Jordán and Chirinos de Vildoso, 1965). Además, su distribución vertical se ve limitada por la profundidad de la oxiclina (Bertrand *et al.*, 2011) que separa las aguas oxigenadas superficiales de las aguas anóxicas sub-superficiales, encontrándose cardúmenes con mayor frecuencia por encima de los 30 metros de profundidad (Bertrand *et al.*, 2008a).

Por otro lado, cabe mencionar que ante cambios extremos de las condiciones ambientales la anchoveta podría ser más oceánica pero en general las condiciones ambientales son propicias para que sea costera. Estos cambios en su distribución y comportamiento suelen estar altamente influenciados por variaciones ambientales, desde escalas intra-estacionales a decadales (Chavez *et al.*, 2003; Bertrand *et al.*, 2008a). Entre estas variaciones, la variabilidad inter-anual producida por El Niño Oscilación Sur (ENOS) es uno de los principales factores que impactan la distribución y biomasa de los recursos (Chávez *et al.*, 2003).

Esta oscilación acoplada océano-atmósfera está particularmente asociada a variaciones a gran escala de los campos de presión y de los vientos en el Océano Pacífico. Durante una fase positiva de ENOS, asociada con eventos El Niño, los vientos alisios ecuatoriales se debilitan y la “piscina de agua caliente” del oeste del Pacífico, se propaga hacia el este a lo largo del Ecuador. Este proceso está asociado con la propagación de ondas Kelvin de hundimiento. Cuando estas ondas llegan hasta las costas sudamericanas, hablamos de un “Niño del Pacífico Ecuatorial” que produce una profundización de la termoclina, un debilitamiento del afloramiento costero, un fuerte aumento de la TSM y una disminución de la productividad. En caso contrario, durante una fase negativa de ENOS, la intensificación de los vientos alisios ecuatoriales y la propagación de ondas Kelvin de afloramiento producen una intensificación del afloramiento costero asociado con una elevación de la termoclina, produciendo TSM frías y una alta productividad (McPhaden *et al.*, 2006).

Tanto La Niña como El Niño - en especial El Niño - condicionan el comportamiento espacial de los organismos acuáticos al modificar el volumen de su hábitat (Bertrand *et al.*, 2004, 2011). De esta manera la anchoveta cambiará su comportamiento dependiendo del escenario en el que se encuentre, repercutiendo en los demás componentes que actúan sobre ella, como es el caso de sus depredadores (e.g. los pescadores) (Figura 2). Durante El Niño la extensión de las ACF se reduce, incrementándose la TSM en el área costera. Con estos cambios, el hábitat favorable para la anchoveta disminuye originando que el recurso se distribuya más cerca a la costa siguiendo a las ACF (Bertrand *et al.*, 2004; Swartzman *et al.*, 2008) y se profundiza en la columna de agua, alejándose de las aguas calientes y poco productivas de la superficie. A su vez, el recurso se encuentra altamente concentrado en este espacio (Gutiérrez *et al.*, 2007) con lo cual los pescadores realizan viajes más cortos, con menores operaciones y volúmenes de captura por viaje (Bertrand *et al.*, 2008b). Esto último puede resultar extraño al encontrarse el recurso tan concentrado pero se puede tener varias

explicaciones: (i) al operar cerca a la costa, los pescadores suelen descargar con más frecuencia incluso a pesar que su bodega se encuentra parcialmente llena, (ii) la anchoveta puede encontrarse menos accesible para la flota industrial al estar muy cerca de la costa, donde no cuentan con permiso de pesca y (iii) la anchoveta puede encontrarse demasiado profunda como para estar a disposición de la red de cerco. El caso contrario sucede durante La Niña, donde las condiciones parecen favorecer a la anchoveta al incrementarse la extensión de las ACF con lo cual el recurso tiene una mayor área para distribuirse. Además la anchoveta puede encontrarse a pocos metros de la superficie favoreciendo el incremento de las capturas al hacerse más accesible para los pescadores (Bertrand *et al.*, 2008b).

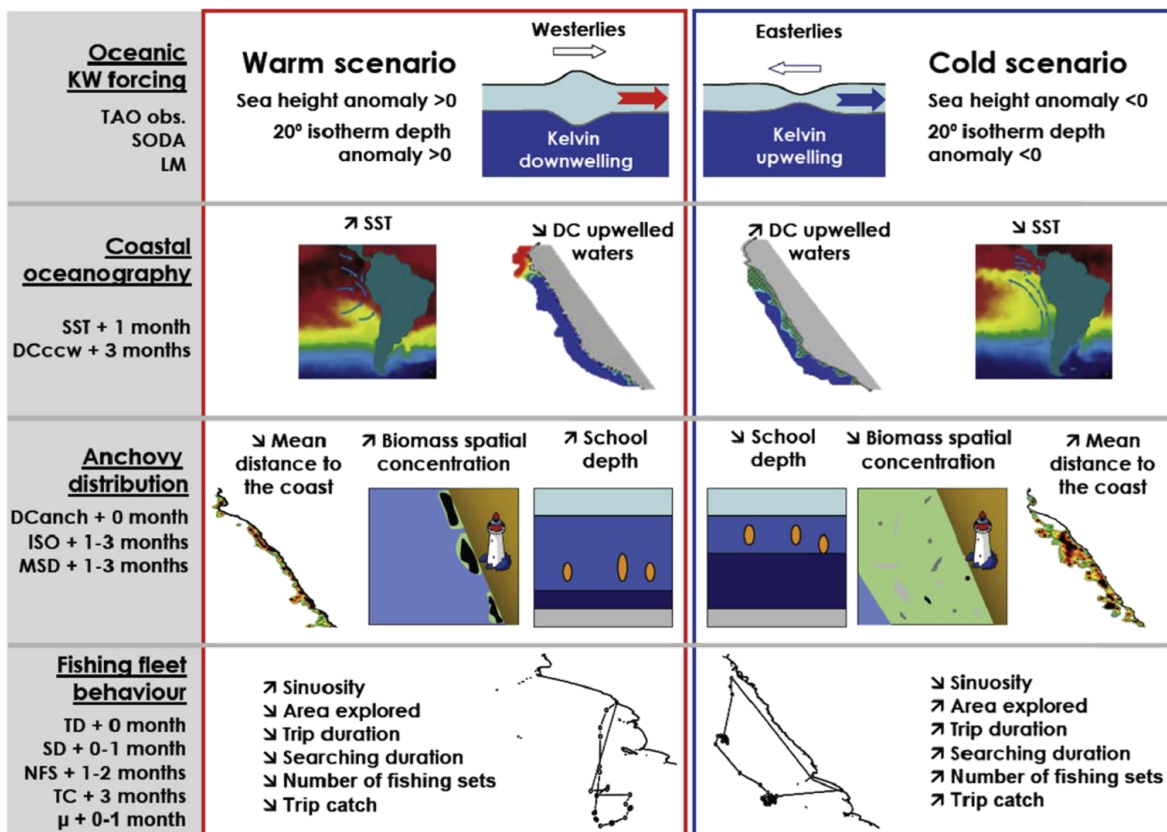


Figura 2: Síntesis de los escenarios ecológicos cálidos y fríos producidos por las ondas Kelvin en las costas del Sistema de Corrientes de Humboldt. **Fuente:** Bertrand *et al.* (2008b)

2.2. PESQUERÍA DE ANCHOVETA

La pesquería de anchoveta peruana es la pesquería monoespecífica más grande del mundo (FAO, 2014), representando aproximadamente el 10 por ciento de los desembarques pesqueros a nivel mundial. Actualmente con más del 95 por ciento de los desembarques nacionales se constituye como una de las pesquerías más importante del país.

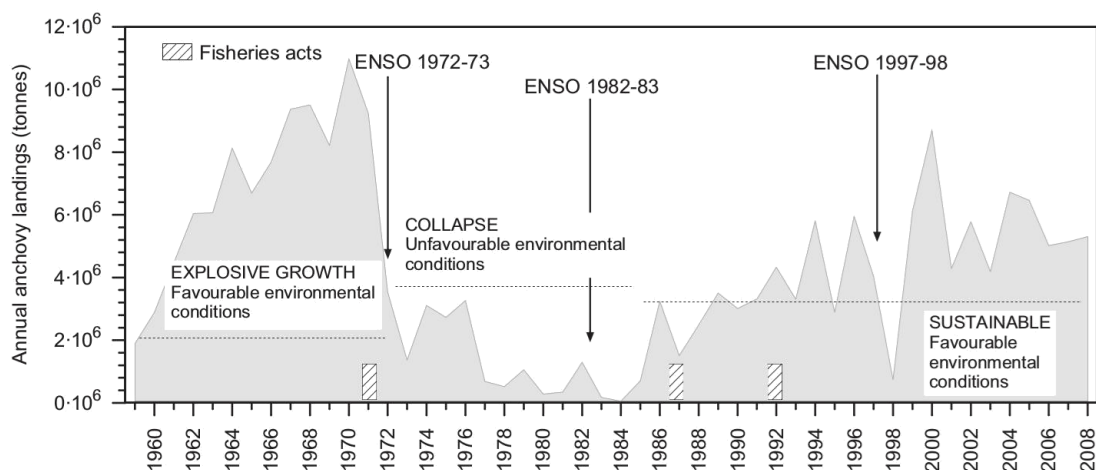


Figura 3: Desembarques anuales de anchoveta y las diferentes etapas que ha atravesado su pesquería. **Fuente:** Arias Schreiber (2012)

Los inicios de esta pesquería se remontan a la década de 1950 cuando se descubrió su uso para la producción de harina de pescado (Aranda, 2009). Esta pesquería continuó creciendo hasta alcanzar cerca de 12 millones de toneladas anuales en 1970 (Figura 3). Para ese entonces, el excesivo esfuerzo pesquero combinado con condiciones oceanográficas adversas originadas por la ocurrencia del evento El Niño 1972-1973, causaron el agotamiento del stock y colapso de la pesquería. Inmediatamente después se observó una etapa caracterizada por condiciones oceanográficas cálidas y bajos desembarques (1973-1984). Desde ese momento se observó la recuperación del stock y la pesquería (Figura 3). Durante la década de 1990, la pesquería se recuperó, alcanzando niveles semejantes a los observados en la década de 1960. Sin embargo, otro evento El Niño (1997-1998) generó otra

nueva crisis, aunque momentánea, registrándose en 1998 una captura de apenas 1.2 millones de toneladas. Luego de ello, el recurso y la pesquería se recuperaron satisfactoriamente (Arias Schreiber, 2012).

En los últimos diez años el desembarque anual de anchoveta ha alcanzado las 5.4 millones de toneladas en promedio (periodo 2005-2014; PRODUCE, 2014), siendo los principales puertos de desembarque: Chimbote, Chicama, Pisco, Callao y Chancay (Figura 4).

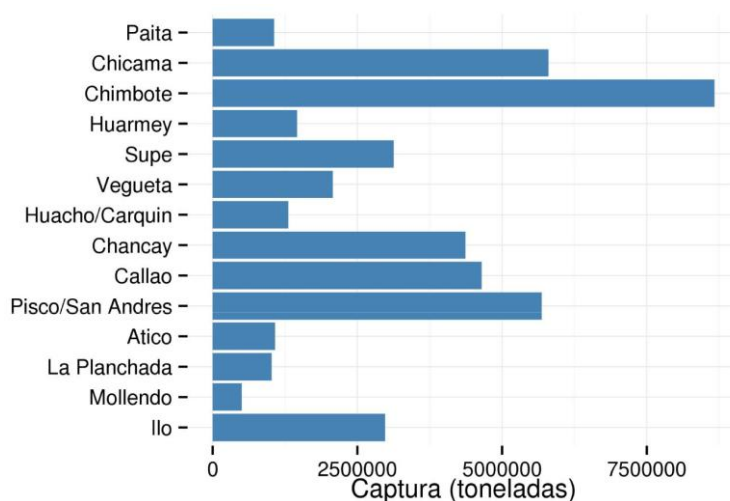


Figura 4: Desembarques de anchoveta en el litoral peruano para el periodo 2005-2014.

Fuente: PRODUCE (2014)

2.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LA FLOTA

La flota dedicada a la extracción de anchoveta en el mar peruano está constituida por embarcaciones conocidas tradicionalmente como “bolicheras”, que usan redes de cerco con una abertura de malla de 13 mm como arte de pesca para la extracción del recurso. Estas redes de cerco son consideradas como artes de pesca poco selectivas por lo que durante la operación de pesca es posible la captura de individuos juveniles (i.e. anchovetas menores a 12 cm de longitud total). Además, son sistemas de pesca activos (i.e. van en búsqueda de la especie objetivo) y su tamaño varía dependiendo de la distribución del recurso en la

plataforma continental (Salazar *et al.*, 2012). De esta manera, la flota de cerco está constituida por embarcaciones que se caracterizan por ser muy homogéneas en cuanto a su diseño, por lo cual los aspectos operativos como el modo de trabajo, aparejos, etc. también presentan cierta homogeneidad. Sin embargo, son muy heterogéneas en cuanto a su tamaño y consecuentemente en su poder de pesca.

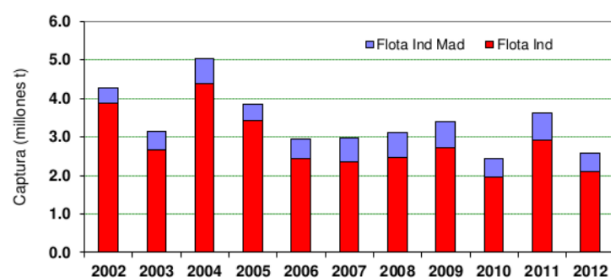
De forma detallada, existen diferentes características para las embarcaciones que cuentan con autorización para capturar anchoveta en base su capacidad de bodega y destino final. Según el destino final de la pesca existen dos tipos: pesca de consumo humano directo (CHD) y pesca de consumo humano indirecto (CHI). El primero se caracteriza por utilizar al recurso como fuente de alimento destinado para las personas, mientras que el segundo es aprovechado por los humanos de manera indirecta a través de la producción de harina y aceite de pescado utilizados en la producción animal (i.e. ganadería, acuicultura, etc.).

Bajo el mismo contexto, las embarcaciones también se pueden caracterizar como artesanales (su pesca se destina al CHD) e industriales (su pesca se destina al CHI) (Figura 5). Inicialmente, la flota artesanal contemplaba a las embarcaciones que poseían una capacidad de bodega menor o igual a los 32.6 m³. Posteriormente, a partir del año 2012, mediante la ejecución del Decreto Supremo 005-2012-PRODUCE, se realizó la división de la flota artesanal. Producto de esta segmentación se definieron dos flotas, las cuales se diferenciaron por su capacidad de bodega. Una “flota de menor escala” (con una capacidad de bodega entre los 10 y 32.6 m³) y la “flota artesanal” (con una capacidad de bodega menor o igual a las 10 m³).

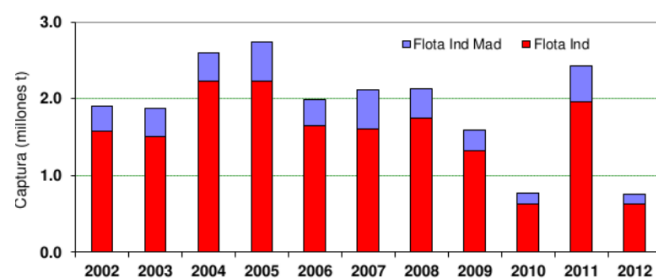


* TAC: Cuota global de captura

Figura 5: Evaluación de las reglas aplicables a la pesquería de anchoveta de acuerdo al tipo de embarcación. **Fuente:** Heck (2015)



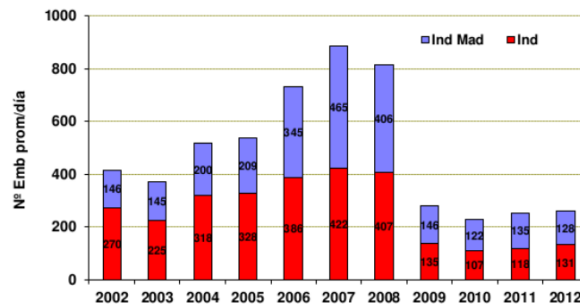
(a) Primera temporada de pesca



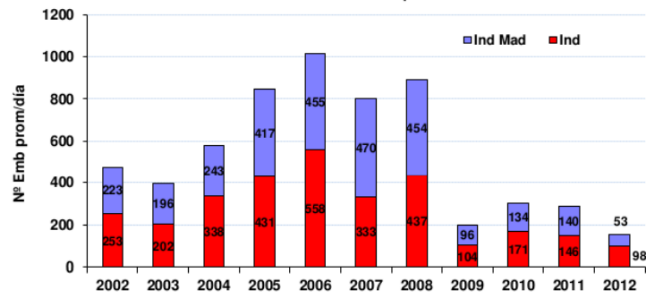
(b) Segunda temporada de pesca

Figura 6: Capturas realizadas por la flota industrial en la zona norte-centro durante a) la primera y b) segunda temporada de pesca del 2002-2012. Capturas realizadas por la flota industrial de acero en color rojo y por la flota industrial de madera en azul. **Fuente: IMARPE**

En cuanto a la flota industrial, inicialmente estuvo constituida por embarcaciones de acero. Sin embargo, a partir del año 1998, el gobierno permitió la incorporación de embarcaciones de madera a la pesquería industrial de anchoveta. Desde ahí la flota industrial ha estado compuesta por dos segmentos: una flota denominada “vikinga” o flota de madera y la flota de acero, para ambos casos denominadas así debido a los materiales utilizados para la elaboración de sus cascos. Las embarcaciones de la primera flota cuentan con una capacidad de bodega entre los 32.6 y 110 m³, mientras que la segunda flota cuenta con capacidades de bodega mayores o iguales a los 110 m³. Estas diferencias en cuanto a su capacidad de bodega les permiten a las industriales de acero capturar volúmenes mucho mayores en comparación a la industriales de madera (Figura 6). Asimismo, en la Figura 7 se observa una variación en el número de embarcaciones promedio por día que capturaron anchoveta con una tendencia



(a) Primera temporada de pesca



(b) Segunda temporada de pesca

Figura 7: Embarcaciones promedio por día correspondientes a la flota industrial en la zona norte-centro durante a) la primera y b) segunda temporada de pesca del 2002-2012. Embarcaciones correspondientes a la flota de acero en color rojo y la flota de madera en azul. **Fuente: IMARPE**

a encontrarse una mayor cantidad de embarcaciones de acero en comparación de las embarcaciones de madera.

2.2.2. MEDIDAS DE MANEJO

Como la mayoría de pesquerías pelágicas, la pesquería de anchoveta es altamente vulnerable a cambios en las condiciones oceanográficas y climáticas (Arias Schreiber, 2012). De esta manera los administradores deben de adaptar las medidas de manejo constantemente a esta variabilidad ambiental, la cual repercute en las dimensiones del hábitat de la anchoveta y del esfuerzo pesquero.

Producto del crecimiento explosivo y descontrolado de esta pesquería, desde su establecimiento a mediados de los 50 hasta su colapso en 1972, se produjo un sobredimensionamiento de la flota industrial. A causa de esto, el gobierno tomó medidas para controlar el esfuerzo pesquero mediante la reducción o limitación del número de embarcaciones, y es hacia 1992 mediante la Ley General de Pesca, que se logra detener la producción de nuevas licencias. Solo se autorizaron nuevas licencias para reemplazar unidades que se encontraban inoperativas, cuidando de esta manera que la capacidad de bodega permanezca constante (Arias Schreiber, 2012).

Con el pasar de los años, se evidenció que los instrumentos de regulación aplicados sobre la flota industrial daban lugar a una carrera desmedida entre sus participantes. En esta carrera, los armadores competían por obtener la máxima proporción posible de la cuota global autorizada para la temporada. Como resultado de ello, todo el esfuerzo pesquero (número de embarcaciones) se concentró en menos días de pesca (Figura 8) lo cual constituyó una amenaza al medio ambiente.

Esta concentración del esfuerzo pesquero en menos días de pesca provocó largos tiempos de espera en los puertos debido a que muchas embarcaciones coincidían en estos lugares a fin de descargar su pesca, congestionando y contaminando las bahías. Asimismo, impedía un adecuado tratamiento de los desechos del proceso de fabricación de harina y aceite de pescado puesto que las plantas debían trabajar al máximo de su capacidad durante un breve periodo de tiempo. Durante estas cortas temporadas de pesca las embarcaciones capturaban la mayor cantidad de anchoveta posible, en algunos casos sobrepasando la capacidad de bodega de sus embarcaciones. En estos casos, se encontraron algunas embarcaciones de la

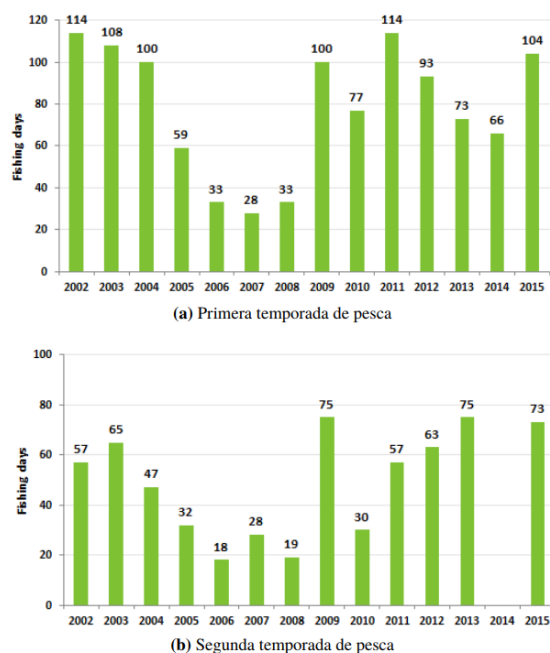


Figura 8: Duración de las temporadas de pesca (en días) en la zona norte-centro: a) primera y b) segunda temporada del 2002-2015. **Fuente:** IMARPE

misma flota cerca, los armadores regalaban su captura excedente a estas embarcaciones. Caso contrario, esta captura excedente era descartada al mar.

Producto de lo anteriormente mencionado, el gobierno toma la decisión de mejorar el marco regulatorio aplicable a la extracción de este recurso y se promulgó el D.L. 1084 donde se dispone la aplicación de Límites Máximos de Captura por Embarcación (LMCE). Con ello se buscaba mejorar la planificación en las operaciones de pesca al eliminar la incertidumbre de la carrera por el recurso además de ser un poderoso incentivo para la inversión en el mejoramiento de la producción de harina y aceite de pescado y en actividades relacionadas al CHD. Como resultado de la implementación de dicha ley en junio del 2008, se observó un incremento en los días de pesca (Figura 8). También se observó un aumento en la eficiencia para los viajes de pesca de anchoveta desarrollados a partir de ese año debido a la reducción de los descartes por exceso (M. Bouchon, comunicación personal). En este

contexto, se define eficiencia como la capacidad de las embarcaciones para llenar su bodega a partir de las capturas obtenidas. De esta manera una embarcación eficiente será aquella que llene su bodega con grandes capturas, mientras que una embarcación poco eficiente obtendrá capturas pequeñas las cuales no le permitan llenar su bodega.

En el D.L. 1084 se establece el cálculo del LMCE para cada embarcación a partir de la siguiente fórmula:

$$LMCE_i = Masa^{CHI} \times PMCE_i$$

En donde:

- LMCE_i: Límite Máximo de Captura por Embarcación autorizado para la embarcación i que cuenta con un PMCE asignado, expresado en toneladas métricas anuales.
- Masa^{CHI}: Límite Máximo Total de Captura Permisible en la temporada para Consumo Humano Indirecto, expresada en toneladas métricas anuales.
- PMCE_i: Porcentaje Máximo de Captura por Embarcación de la embarcación i, expresado como porcentaje con siete decimales.

La determinación del PMCE de una embarcación se realiza a partir de la división del índice de participación de la embarcación (IPE) y la sumatoria de índices de participación que corresponden a todas las embarcaciones con permiso vigente, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$PMCE_i = \frac{IPE_i}{\sum_i^n IPE}$$

De esta ley, el IPE_i difiere según el tipo de embarcación de acuerdo a lo siguiente:

- Embarcaciones sujetas al régimen de la Ley de Pesca (D.L. 25977), su índice de participación se obtiene a partir de los siguientes componentes:
 - 60% correspondiente al índice de participación de la embarcación en las capturas del recurso, i.e. al año de mayor participación porcentual en la captura total anual registrada por el Ministerio de Producción (PRODUCE) dentro del periodo comprendido entre el 2004-2012 en la zona norte-centro.
 - 40% correspondiente al índice de participación de la capacidad de bodega de la embarcación en las capturas del recurso, la cual resulta de dividir la capacidad autorizada en el permiso de pesca entre el total de la capacidad autorizada por el PRODUCE para la captura de anchoveta en esa temporada.
- En el caso de las embarcaciones de madera sujetas al régimen establecido por la Ley N°26920, el PMCE corresponde solamente al índice de participación de la embarcación en las capturas del recurso.

Este valor se mantiene vigente durante todo el periodo que dure la medida salvo que durante cuatro temporadas de pesca consecutivas el porcentaje no capturado del LMCE supere el 20% en cada periodo. De ser así, el índice de participación de dicha embarcación será reajustado y los porcentajes no capturados deducidos serán añadidos proporcionalmente a partir de la temporada siguiente al resto de los PCME vigentes que no se encuentren sujetos a dicha reducción.

Adicionalmente, dentro de esta pesquería se manejan dos esquemas de gestión distintos diferenciando dos zonas de pesca de acuerdo a los stocks en los que se encuentra dividido el recurso: norte-centro y sur. La captura total permisible (TAC, por sus siglas en inglés)

determinada para ambas zonas independientemente es establecida por el PRODUCE a partir de la información de la especie obtenida mediante cruceros acústicos realizados por el IMARPE. Una vez alcanzada la TAC el Ministerio ordena el cierre de la correspondiente temporada de pesca, prohibiendo la extracción y el procesamiento de anchoveta. La zona norte-centro es la más extensa al presentar una mayor amplitud de la plataforma continental y la pesca en ella permanece cerrada dos veces al año dependiendo de los picos de la época reproductiva y de reclutamiento los cuales se dan principalmente durante el verano y el invierno austral (Arias Schreiber, 2012). Por otro lado, la zona sur presenta una amplitud mucho menor de la plataforma continental, la cual en promedio llega a ser solamente de 5 mn (Salazar *et al.*, 2012) en donde se desarrolla la actividad biológica de la zona. Producto de esta estrechez de la plataforma es que la zona sur presenta un stock mucho más reducido, considerado solamente como la tercera parte de del stock en el norte-centro (M. Bouchón, comunicación personal).

Dentro de estas zonas de pesca se han establecido límites en donde cada flota tiene la libertad de pescar (Figura 9). Hasta el 2012 la flota industrial en la zona norte-centro tenía permiso de pescar a partir de las 5 mn, sin embargo con el establecimiento de la flota de menor escala (D.S. 005-2012-PRODUCE) se desplazó a las 10 mn. Este desplazamiento también fue impulsado a través del D.S. 011-2013-PRODUCE en el cual se menciona un informe de IMARPE en donde se reporta una mayor fracción desovante hasta las 10 mn, debiendo ser protegida. De igual manera para la zona sur, tras el establecimiento de la flota de menor escala, hubo un desplazamiento hacia las 5 mn. Actualmente, en el DS 006-2015-PRODUCE se derogó el DS 005-2012-PRODUCE y posteriormente se inhabilitó el DS 011-2013-PRODUCE, volviendo a los límites establecidos anteriormente.

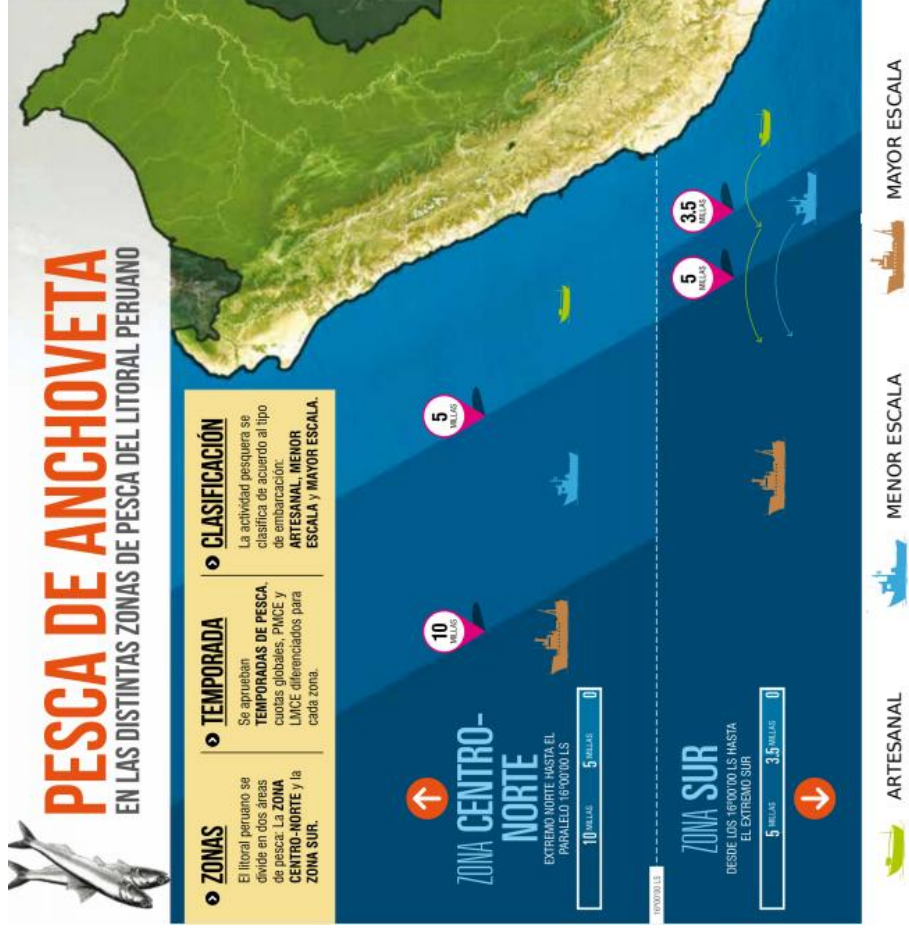


Figura 9: Zonas de pesca de anchoveta en el litoral peruano conforme con los DS aprobados para el periodo 2012-2014. Fuente: modificado de Heck (2015).

Regulaciones adicionales para manejar esta pesquería incluyen el cierre temporal de las áreas de pesca. Cuando se reporta una captura mayor al 10 por ciento de juveniles en el desembarque total de las embarcaciones (R.M. 209-2001-PE), en algún puerto de la costa, se cierran las operaciones por lo menos durante tres días. Además, las embarcaciones industriales están obligadas a contar con un Sistema de Seguimiento Satelital (SISESAT) el cual debe emitir señales de posicionamiento GPS permanentemente (D.L. 1084).

2.2.3. SISTEMA DE MONITOREO: PROGRAMA DE OBSERVADORES A BORDO

El IMARPE es la institución encargada de la evaluación de esta pesquería tan variable, realizando un intenso monitoreo del recurso y su ecosistema a través de diferentes fuentes de información. Utiliza información satelital para monitorear las condiciones ambientales (e.g. temperatura superficial del mar (TSM), clorofila-a, anomalías del nivel del mar, entre otras) e información proveniente de cruceros acústicos para conocer la distribución y biomasa de las poblaciones de peces. En cuanto a la actividad pesquera, esta es monitoreada a través del seguimiento de los desembarques en cada puerto, el Sistema de Seguimiento Satelital (SISESAT) y el reporte de observaciones a bordo.

Desde 1996, el IMARPE viene ejecutando el Programa Bitácoras de Pesca (PBP) con el fin de monitorear la pesca de la flota industrial de cerco pelágica mediante observaciones a bordo. Se concentra principalmente en la pesquería de anchoveta aunque también se observa otras especies como el jurel y la caballa.

Los inicios del PBP se remontan a la década del 70, relacionado a las recomendaciones de los paneles de expertos de anchoveta, para poder registrar las unidades de esfuerzo efectivas

para la evaluación del recurso (Bouchon *et al.*, 2013). Se registraba la información a través de las denominadas “Partes de Pesca” la cual era recolectada por el mismo patrón de la embarcación pero debido a problemas presupuestales tuvo que ser interrumpido; retomándose a partir de 1996 hasta la actualidad. Con el transcurrir del tiempo nuevos objetivos se fueron añadiendo y actualmente el programa recolecta información acerca de los movimientos de la flota, los descartes, la captura incidental, el comportamiento de los recursos y la interacción con los depredadores superiores y el ambiente.

Desde que el programa retomó sus actividades, en 1996, cambia el formato de registro. Ahora, la información es recolectada por personal especializado a través de “Bitácoras de Pesca” (Anexo 1). En estas bitácoras se recolecta toda la información correspondiente a un viaje de pesca, el cual es definido como un conjunto de actividades que desarrolla la embarcación desde que sale del puerto hasta que vuelve a ingresar, ya sea al mismo u otro (Figura 10).

2.3. SOBRE LA CARACTERIZACIÓN DE OPERACIONES DE PESCA

Los pescadores no son un componente inactivo dentro de la pesquería, tienen una participación activa puesto que responden a los cambios que se generan dentro de esta mediante la aplicación de distintas estrategias de pesca (Pelletier and Ferraris, 2000; Salas and Gaertner, 2004; Joo *et al.*, 2015). Estos cambios pueden ser resultado de diversos factores externos (e.g. factores bióticos y abióticos, medidas de manejo, incentivos económicos, condiciones del mercado) e internos (e.g. habilidad y personalidad del patrón y su tripulación así como de las características de la embarcación).

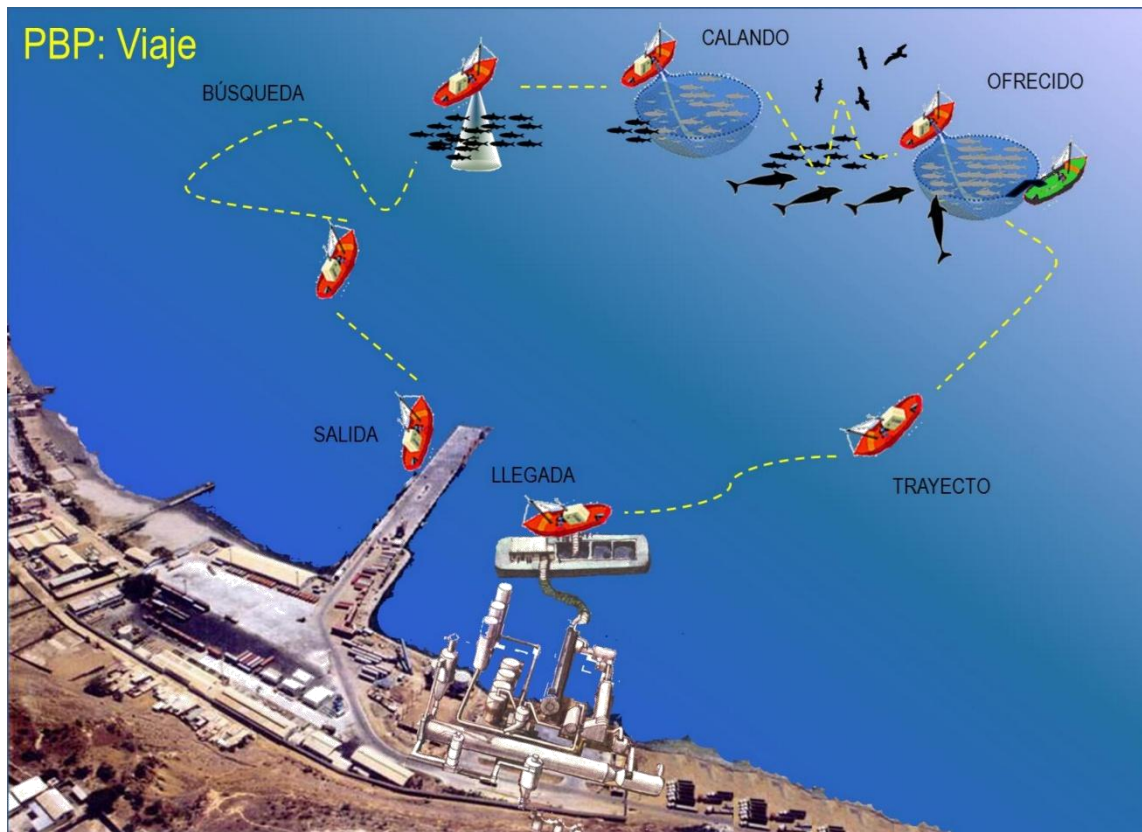


Figura 10: Esquema correspondiente a un viaje de pesca. **Fuente:** Bouchon *et al.* (2013)

Ante esto se vienen realizando estudios acerca de algunos de ellos. Por ejemplo, Bertrand *et al.* (2008b) y Joo *et al.* (2014) observan diferentes escenarios ambientales en donde se desarrolla la pesquería de anchoveta mediante el uso de diferentes fuentes de información: los factores ambientales, las condiciones del recurso y las actividades pesqueras. Para la caracterización de estas actividades pesqueras en los análisis se utiliza la información recolectada por el PBP así como datos satelitales de las embarcaciones. Otros estudios como el de Joo *et al.* (2015) realizan un trabajo más profundo acerca del comportamiento de los pescadores identificando las diferentes estrategias espaciales que adoptan mediante la caracterización de los viajes de pesca de la pesquería industrial de anchoveta en cuatro grupos: exploratorios, sureños, madereros y típicos. Sin embargo aún falta mucho por descubrir acerca del comportamiento que pueden adoptar los pescadores a diferentes escalas,

como es el caso de las operaciones de pesca y sus estrategias adoptadas al momento de la captura de la especie objetivo.

Estudios más puntuales acerca de las operaciones de pesca se han realizado en pesquerías multiespecíficas. Aquí encontramos trabajos como el de Párraga *et al.* (2012) en donde se describe a cada operación de pesca en función a la proporción de especies en la captura, el área y arte de pesca utilizadas e identifica grupos de operaciones de pesca (i.e. denominados tácticas o estrategias de pesca) mediante técnicas multivariadas. Otros autores como Pelletier and Ferraris (2000) también propusieron el uso de estas técnicas para la caracterización de operaciones de pesca utilizándolas en dos pesquerías de escalas diferentes (pequeña y gran escala) con lo cual se aprecia la versatilidad del método.

2.3.1. TÉCNICAS MULTIVARIADAS

Para la caracterización de las operaciones de pesca no hay una sola variable que condense en si misma todas las características de la operación debido a ello la base de datos con la que contamos presenta diversas variables. Con el fin de poder analizar todas estas variables simultáneamente para lograr así un mejor entendimiento acerca de esta pesquería y del comportamiento espacial de los pescadores es que utilizamos diferentes técnicas multivariadas, obteniendo información que los métodos univariantes y bivariantes no pueden. De esta manera, el uso de estas técnicas multivariadas nos proporcionan los siguientes beneficios: (i) analizar relaciones entre las variables, (ii) construir grupos o clusters de individuos y (iii) caracterizar estos grupos mediante ciertas variables explicativas.

a) ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES

Para analizar cómo se relacionan nuestras variables y con el fin de comprender mejor la estructura de los datos utilizamos el Análisis de Componentes Principales (PCA, por sus siglas en inglés; Husson *et al.*, 2010). Este análisis nos permite encontrar nuevas variables llamadas componentes principales con las cuales podemos simplificar la información contenida en las variables cuantitativas originales permitiendo una mejor visualización de los datos (Véliz Capuñay, 2016).

Resulta útil analizar las variables originales antes de realizar el PCA a fin de discriminar qué variables se usarán en el cálculo de los componentes principales. En este sentido, en el caso de que las variables originales se encuentren medidas en diferentes unidades es necesario estandarizarlas primero (i.e. variables originales con varianza igual a uno) a fin de darles la misma importancia a cada una de ellas (Husson *et al.*, 2010). También es útil determinar el grado de asociación entre todas las variables (i.e. correlaciones). De esta manera, de tener dos o más variables altamente correlacionadas (coeficiente de correlación de Pearson mayor a 0.7), solo una de ellas ingresa al PCA dado que todas estas variables están aportando información similar la cual generaría un mayor peso a esta condición, alterando los resultados del análisis. A las variables que ingresan al cálculo del PCA se les conocen como variables activas mientras que a las variables que no ingresan al cálculo pero igual pueden ser incorporadas en el análisis se les conoce como variables suplementarias. Estas variables suplementarias son consideradas en el PCA siempre y cuando nos ayuden con la interpretación de los componentes (Husson *et al.*, 2010). De esta manera se pueden usar tantas variables suplementarias como se desee sin importar que sean cuantitativas o cualitativas.

Las componentes son construidas como combinaciones lineales de las variables originales de tal manera que cada componente es independiente de los demás y se obtendrán tantas componentes como variables originales se tenga. En muchos casos, las primeras componentes principales captan la mayor cantidad de información contenida en los datos originales (i.e. varianza total explicada) con lo que se puede prescindir del resto de componentes y de esta manera analizar los datos en un espacio de menor dimensión, facilitando la interpretación de la información (Véliz Capuñay, 2016).

Existen varios criterios para la selección del número de componentes principales a retener, estando uno de ellos relacionado al porcentaje de varianza total explicada por las componentes. Véliz Capuñay (2016) menciona que en este criterio se sugiere considerar un número de componentes principales que retengan entre un 70-90 por ciento de la variación total. Otro criterio es el Criterio de Kaiser y se usa cuando las variables originales han sido estandarizadas. Este criterio consiste en retener las componentes principales cuyos autovalores asociados son mayores que uno debido a que cada componente principal debería de expresar una cantidad de información mayor a la que explica cada variable.

Una vez determinado el número de componentes a analizar, todas las observaciones pueden ser ubicadas dentro del espacio de estos componentes estableciendo un score o posición de la observación con respecto a cada componente. Por ejemplo, en la Figura 11 se observa el PCA correspondiente a la evaluación sensorial realizada a seis jugos de naranja y la posición de los jugos respecto a los dos primeros componentes.

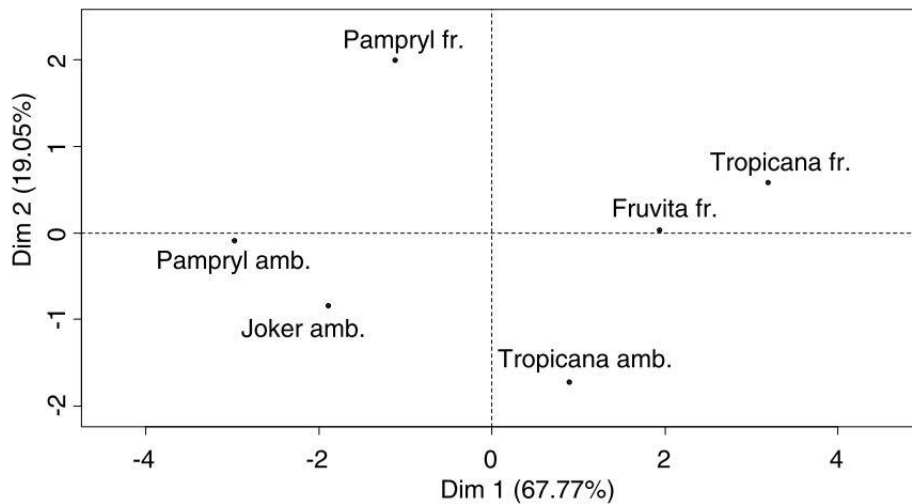


Figura 11: Representación de los scores de los individuos en el espacio de los componentes principales. **Fuente:** Orange Juice Data (Husson *et al.*, 2010)

b) ANÁLISIS DE CONGLOMERADOS O *CLUSTERING*

Para la formación de grupos de operaciones de pesca (i.e. estrategias de pesca) utilizamos el análisis de conglomerados o clustering (HCA, por sus siglas en inglés; Husson *et al.*, 2010). Este análisis busca agrupar un conjunto de individuos u objetos en grupos o clusters a partir de mediciones realizadas en ellos, de tal manera que todos los individuos dentro de un grupo sean similares entre sí (i.e. homogéneos) y entre los grupos no lo sean (i.e. heterogéneos) (Véliz Capuñay, 2016).

El agrupamiento de estos individuos se puede realizar mediante dos técnicas: jerárquicas y no jerárquicas (Véliz Capuñay, 2016). La diferencia entre ambas técnicas radica en que para las técnicas no jerárquicas el investigador ya tiene conocimiento a priori de qué y cuántos grupos existen. Por otro lado, en las técnicas jerárquicas la determinación del número de grupos se realiza posteriormente de la agrupación. En el presente estudio no se tiene conocimiento a priori de qué o cuántos grupos (i.e. estrategias de pesca) se formarán; por tal motivo se utilizan las técnicas jerárquicas.

Para poder utilizar esta técnica de agrupamiento se requiere una medida de proximidad (o de distancia) que cuantifique el grado de similaridad (o disimilaridad) entre cada par de individuos. En general, para aquellos casos en donde los individuos cuentan con medidas que corresponden a variables cuantitativas se utiliza la disimilaridad (i.e. distancia Euclidiana) como medida de distancia de tal forma que: cuanto mayor sea su valor, más diferentes serán los individuos y menor la probabilidad de que la técnica de agrupamiento los ponga en el mismo grupo; mientras que para valores menores ocurrirá de manera inversa.

A su vez, esta técnica jerárquica se subdivide en dos métodos: aglomerativos y divisivos. El método aglomerativo es el más utilizado debido a su bajo costo computacional y su precisión al momento de asignar a los individuos en cierto cluster en comparación con el método divisivo (Timm, 2002). Véliz Capuñay (2016) detalla que el proceso de este método de agrupamiento se resume en los siguientes pasos:

1. Cada individuo es considerado como un cluster.
2. Se calculan las distancias entre estos clusters iniciales.
3. Con los dos clusters más próximos se forma un nuevo grupo.
4. Con los nuevos elementos se procede como en los pasos 2 y 3 hasta obtener un solo grupo formado con todos los elementos.

Este método presenta la organización los grupos formados en un diagrama llamado dendrograma en el cual se pueden realizar cortes o particiones a distintos niveles, seleccionando así diferentes números de grupos o clusters. Por ejemplo, en la Figura 12 se realizan dos cortes: el primero en donde se seleccionan dos clusters y el segundo en donde se seleccionan tres. La selección del número de grupos (o clusters) dependerá de la capacidad para interpretarlos y emplearlos en la práctica (Véliz Capuñay, 2016). Otro criterio para esta

selección consiste en calcular el porcentaje total de la información de los datos que tanta información es explicada por cada cluster, a lo que se le conoce como inercia o varianza explicada. De esta manera, el 100 por ciento de la información de los datos estará explicada dentro y entre los n clusters que hayan sido calculados a través del análisis cluster jerárquico (i.e. varianza intra e inter clusters) y conforme se va seleccionando un mayor número de clusters, aumentará el aporte de la información explicada por los mismos. Sin embargo, llega un momento en donde este aumento ya no es significativo por lo tanto seleccionar un cluster adicional va a aumentar la información explicada en un porcentaje tan bajo que no amerita complicar la interpretación con este cluster adicional. Por ejemplo, en la Figura 13 a través del análisis de la varianza explicada los autores han seleccionado un total de cuatro clusters para agrupar los viajes de pesca de la pesquería industrial de anchoveta porque un quinto cluster solo estaría explicando un 3 por ciento de la varianza explicada lo cual no amerita el aumento de la complejidad al momento de la interpretación.

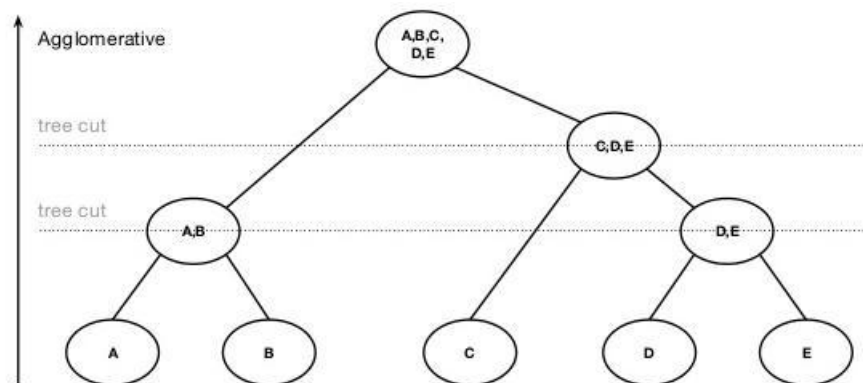


Figura 12: Dendrograma representando la formación de grupos o clusters utilizando la técnica de cluster jerárquico aglomerativo.

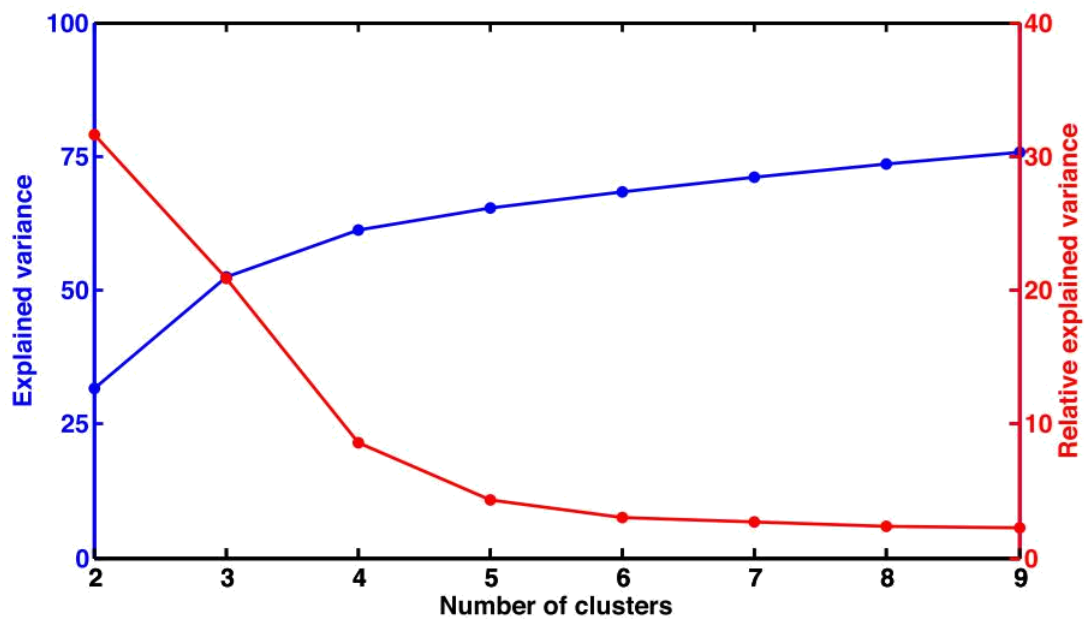


Figura 13: Gráfica de la varianza explicada a partir de un análisis cluster jerárquico. Para cada número de clusters (eje-x), el eje-y de la izquierda representa el porcentaje de la varianza explicada y el eje-y de la derecha representa el aumento en el porcentaje de varianza explicada en relación al número anterior de clusters. Fuente: Joo *et al.* (2015)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. BASE DE DATOS

Para la recolección de datos el PBP cuenta con personal capacitado (biólogos, ingenieros y tecnólogos pesqueros a quienes en adelante denominaremos observadores) estratégicamente distribuidos a lo largo del litoral peruano en los principales puertos de desembarque de recursos pelágicos.

En el puerto, los observadores se embarcan de acuerdo con las coordinaciones previas realizadas entre el PBP y las empresas encargadas del manejo de las embarcaciones correspondientes. Una vez embarcado, el observador se dedica a la colección de la información biológica-pesquera resultante de las actividades realizadas durante el viaje de pesca. Estos datos son registrados en las denominadas “Bitácoras de Pesca” (Anexo 1) las cuales posteriormente son digitalizadas y almacenadas en la sede central del IMARPE para su análisis.

Una Bitácora de Pesca es un formulario que consta básicamente de dos partes. En la primera se registra, mediante el uso de una simbología establecida, todas las actividades que realiza la embarcación desde el momento de zarpe hasta el arribo. En la segunda se describe en detalle cada operación de pesca. Adicionalmente se toma información correspondiente a la embarcación (e.g. dimensiones, material de construcción, equipamiento) y la tripulación (e.g. número y edad promedio de los tripulantes). A partir de esta información, las variables

obtenidas son catalogadas en tres grupos: características del barco, del viaje y del lance u operación de pesca (Tabla 1).

Tabla 1: Información colectada a bordo en las Bitácoras de Pesca.

| Del barco | Del viaje | Del lance |
|--------------------------------|---|---|
| Nombre | Fechas de zarpe y arribo | Fechas de inicio y fin |
| Matrícula | Puertos de zarpe y arribo | Posición de inicio y fin |
| Empresa | Planta de desembarque | Estado del mar |
| Capacidad de bodega | Tiempo de trayecto | Temperatura superficial del mar |
| Sistema de refrigeración | Tiempo de búsqueda | Detección del cardumen |
| Material y año de construcción | Elección de la zona de pesca | Características del cardumen |
| Dimensiones | Tripulación | Captura envasada |
| Características del motor | Número de lances | Captura ofrecida |
| Características de la red | Captura envasada | Captura descartada |
| Equipos | Captura ofrecida | Captura total |
| | Captura descartada | Composición por especies |
| | Captura recibida | Interacción con otras embarcaciones |
| | Captura total | Interacción con depredadores superiores |
| | Desembarque | |
| | Avistamiento de depredadores superiores | |

3.2. CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA EL ESTUDIO

3.2.1. DE LAS VARIABLES DESCRIPTORAS

De la base de datos proporcionada por el PBP se seleccionan todas las variables relacionadas con las operaciones de pesca. Posteriormente se analiza el porcentaje de cobertura de cada una de estas variables en la base de datos para el periodo de estudio. Variables que no se encuentren bien representadas (cobertura menor al 90%), no se incluyan en el análisis ya que implicaría sesgar el número de operaciones de pesca a utilizar.

3.2.2. DE LOS FACTORES EXTERNOS

Los factores considerados en este estudio, que podrían tener algún efecto sobre las características de las operaciones de pesca, son los siguientes:

1. **Tipo de embarcación:** Para la flota industrial de anchoveta se presentan dos tipos de embarcaciones, las industriales de madera y acero.
2. **Condiciones ambientales:** Para este estudio se considera la variabilidad inter-anual provocada por el ENOS calculada a partir del Índice Costero El Niño (ICEN), encontrándose dos escenarios: cálido y frío. El Comité Multisectorial encargado del Estudio Nacional del Fenómeno El Niño (ENFEN) calcula este índice a partir de las anomalías de la TSM en la región Niño 1+2 y presenta ocho categorías de acuerdo a los umbrales aplicados a estas anomalías definiendo condiciones cálidas y frías con diferentes magnitudes. Para este estudio se redujeron de las ocho a tres categorías: cálidas, frías y neutras o normales (Tabla 2).

Tabla 2: Categorías de las anomalías de temperatura de acuerdo con a) la ICEN y b) el presente estudio.

| Categoría ICEN | Categoría para el estudio | Umbrales de las anomalías |
|---|----------------------------------|--|
| Fría fuerte Fría moderada Fría débil | Frías | Menor que -1.4 Mayor o igual que -1.4 y menor que -1.2 Mayor o igual que -1.2 y menor que -1.0 |
| Neutras | Neutras | Mayor o igual que -1.0 y menor o igual que 0.4 |
| Cálida débil Cálida moderada Cálida fuerte Cálida extraordinaria | Cálidas | Mayor que 0.4 y menor o igual que 1.0 Mayor que 1.0 y menor o igual que 1.7 Mayor que 1.7 y menor o igual que 3.0 Mayor que 3.0 |

3. **Zona de pesca:** La pesquería de anchoveta en el Perú se caracteriza por dos zonas bien diferenciadas, la zona norte-centro y la zona sur. La zona norte-centro se desarrolla desde el extremo norte del litoral peruano hasta el paralelo 16°S; y la zona sur que se desarrolla desde los 16°S hasta el extremo sur del litoral.

4. **Sistema de cuotas:** A lo largo de la pesquería de anchoveta se han implementado dos sistemas de cuotas de captura, uno basado en una cuota global y el otro, a partir del 2009, el cual se basa en un sistema individual (i.e. por embarcación).

3.3. ZONA Y PERIODO DE ESTUDIO

Para este estudio se utilizaron los datos recolectados por el PBP durante el periodo 2005-2014 correspondientes a la pesquería industrial de anchoveta, abarcando toda la costa peruana (Figura 14).

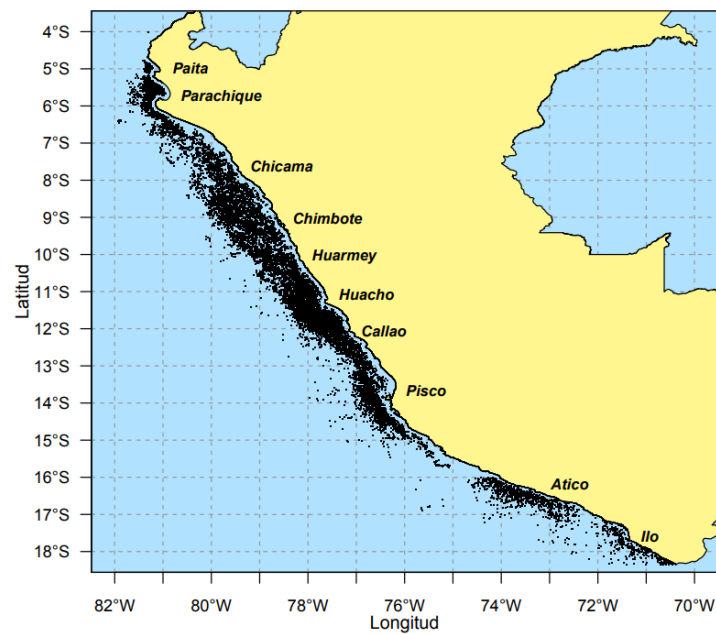


Figura 14: Posiciones de las operaciones de pesca correspondientes al periodo de estudio (información PBP).

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

3.4.1. ANÁLISIS EXPLORATORIO Y PROCESAMIENTO DE LA BASE DE DATOS

a) RECUPERACIÓN DE DATOS

El PBP recolecta información sobre las especies pelágicas más importantes (i.e. anchoveta, jurel y caballa) pero debido a que el presente estudio se enfoca solamente en la pesquería de anchoveta se procedió a analizar sólo estos viajes. Ante esto se observó que existían vacíos en la información por la falta de especificación del recurso capturado. Para la recuperación de estos viajes se consideró el porcentaje de anchoveta capturado dentro de la captura total. De ser este mayor al 50 por ciento de la captura total se le consideró como un viaje destinado a anchoveta.

Una vez obtenidos todos los viajes destinados a anchoveta se seleccionaron aquellos viajes realizados por la flota industrial. Para dicha selección se utilizó la capacidad de bodega registrada¹ otorgada por el Ministerio de la Producción (PRODUCE) la cual se mantiene constante durante el transcurso del año. De esta manera se pudo rescatar la información de algunas embarcaciones que no contaban con información sobre la capacidad de bodega registrada en un año en particular. Recuperadas las capacidades de bodega para todas embarcaciones posibles, se les asigna el tipo de flota a la cual pertenecen (i.e. industrial de madera o acero) según lo indica la Tabla 3.

¹Capacidad de bodega registrada: representa al máximo nivel de captura total al cual se puede llegar a llenar la bodega de una embarcación.

Tabla 3: Capacidades de bodega correspondientes al tipo de flota de la pesquería de anchoveta.

| Tipo de flota | Capacidad de bodega (m³) |
|----------------------|--|
| <u>Industrial</u> | |
| - Madera | 32.6 – 110 > |
| - Acero | 110 a más |

b) SELECCIÓN DE DATOS

Luego de estas correcciones se realizó el filtrado de la base de datos, considerando: (i) aquellas operaciones de pesca provenientes de viajes destinados a anchoveta, (ii) que pertenezcan a la flota industrial y (iii) presenten capturas mayores a cero.

c) ELIMINACIÓN DE DATOS

Con esta nueva base de datos se realizan más análisis a fin de descartar las operaciones de pesca que pudieran contener errores. De esta manera se logró identificar que para ciertas operaciones, y sus respectivos viajes de pesca, las fechas y horas no guardaban congruencia. La Figura 15 nos muestra en la parte superior cómo debe de ser la estructura cronológica dentro de un viaje de pesca, en donde las fechas de salida y arribo al puerto contienen las fechas de inicio y fin de la operación de pesca. Como se observa, se presentan errores en donde la fecha de salida se registra después de la de arribo a puerto o que ambas actividades ocurren al mismo tiempo. También existen errores dentro de las mismas operaciones de pesca donde la fecha de inicio de la operación se registra después del fin de la misma, que el inicio de la operación ocurra antes o después del viaje de pesca o que no se tenga la información acerca de la fecha de inicio o fin de la actividad. Ante tales incongruencias, se eliminaron dichos viajes de pesca ya que las duraciones de las operaciones, calculadas a partir de las fechas, no serían confiables. Asimismo, se eliminaron las operaciones cuya

duración fue menor a 0.75 horas debido a que este es el tiempo mínimo que suelen durar las operaciones (E. Díaz, comunicación personal).

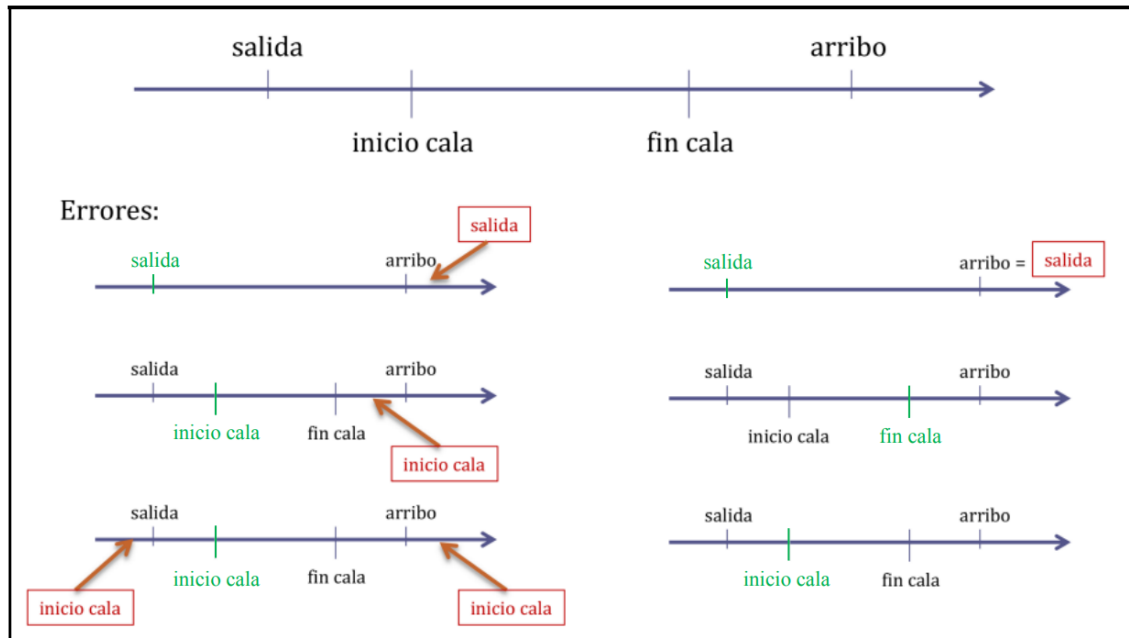


Figura 15: Esquema de las fechas correspondientes a los viajes (salida y arribo) y operaciones de pesca (inicio y fin) y los errores encontrados en la base de datos. En rojo se presenta la ubicación de los errores y en verde la ubicación correcta.

También se observaron ciertas incongruencias correspondientes a las ubicaciones geográficas de las operaciones de pesca como: operaciones que presentan datos incompletos en cuanto a su latitud y longitud, o desarrolladas en tierra o fuera de nuestro dominio marítimo (i.e. más allá de las 200 millas). En estos casos se eliminaron las operaciones de pesca que presentaron dichas incongruencias.

Por último, se analizaron las capturas realizadas en cada operación de pesca. La captura total realizada por una embarcación es la suma de la captura almacenada en la bodega (captura envasada) más la captura que por exceso de pesca se regala y/o ofrece a otra embarcación

(captura ofrecida) más la captura que intencionalmente se regresa al mar (descarte). En algunos casos se observaron que la captura ingresada en la bodega excedía la capacidad de la bodega registrada de la embarcación con lo cual se procedió a la eliminación de los viajes que contenían dichas operaciones.

Una vez definidas las variables descriptoras de las operaciones de pesca, se realizó el análisis univariado de dichas variables con el propósito de conocer su comportamiento a través de boxplots e histogramas. De estos, se observó la variación, concentración y presencia de puntos atípicos. Estos datos atípicos no son objetos valiosos dentro del estudio ya que presentan características inusuales las cuales solamente dificultarían la formación de los grupos; debido a ello se descartaron estas operaciones.

3.4.2. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Para determinar los grupos de operaciones de pesca a partir de las variables descriptoras a ser definidas se utilizaron diferentes técnicas multivariadas. Para establecer la relación entre todas las variables se utilizó un Análisis de Componentes Principales (PCA). Primero se examinaron las relaciones entre pares de variables a través de un análisis de correlación de Pearson con el fin de determinar las variables activas y suplementarias para el PCA. En caso de encontrarse correlaciones altas entre dos variables (> 0.7) se seleccionó solo una de ellas como variable activa debido a que si incluyéramos en nuestro análisis las dos variables estaríamos aportando información similar y dando un peso adicional a esa condición. Como segundo paso se realiza el PCA a partir de las variables activas y se visualizan los componentes identificados por la técnica. Finalmente, a partir del valor del autovalor medio se determina el número de componentes que serán utilizados en nuestro estudio.

Posteriormente, se generaron los grupos de operaciones de pesca mediante el análisis cluster jerárquico (HCA), a partir de los scores del análisis anterior. Es así como a partir del dendrograma y la varianza explicada se determina el número de grupos a analizar. Una vez obtenidos los grupos se realizaron boxplots para cada variable descriptora y se compararon los grupos de acuerdo a los factores externos: tipo de embarcación (industriales de madera o acero), condiciones ambientales (cálidas o frías), zonas de pesca (norte-centro o sur) y sistema de cuotas (sistema de cuotas global o individual) utilizado.

Todos los análisis estadísticos descritos anteriormente se realizaron en el *software R*¹ (R Core Team, 2015). Para el PCA se utilizó el paquete FactoMineR y Rclusterpp para el HCA.

¹ *Software R*: software estadístico de distribución gratuita, creado a partir del lenguaje S el cual consta de múltiples librerías o paquetes las cuales son instaladas y cargadas al programa dependiendo de las necesidades del investigador.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES DESCRIPTORAS DE LAS OPERACIONES DE PESCA

Para poder determinar qué variables nos permiten caracterizar mejor las operaciones de pesca fue necesario regresar a la hipótesis. Aquí esperábamos encontrar diferentes estrategias de pesca en función al tipo de embarcación, las condiciones ambientales, la zona de pesca y el sistema de cuotas utilizado. Asimismo, cada estrategia será diferenciada en base a las características espaciales y pesqueras de las operaciones. Ante esto, siete variables descriptoras de las operaciones de pesca fueron consideradas de acuerdo a su gran cobertura dentro de la base de datos: ubicación geográfica, distancia a la costa, distancia a la costa corregida, distancia a la plataforma continental, duración, captura y eficiencia de la operación de pesca.

A continuación una descripción más detallada de las siete variables a considerar en el estudio:

1. **Ubicación geográfica:** Se refiere a las coordenadas (longitud, latitud) donde se dio inicio a la operación de pesca. Estas coordenadas se encuentran en grados sexagesimales.
2. **Distancia a la costa:** Es la distancia mínima calculada entre la ubicación geográfica de la operación de pesca y la costa peruana (Figura 16). Medida en millas náuticas.
3. **Distancia a la plataforma continental:** Para calcular esta distancia se realiza la proyección de la distancia a la costa hasta la plataforma continental a fin de obtener

las coordenadas en donde se intersectan. Una vez obtenida esta intersección se calcula la distancia entre dicho punto y la operación de pesca. Adicionalmente se le atribuye un signo positivo en caso la operación de pesca se realice dentro de la plataforma, mientras que de encontrarse fuera de ella presentará un signo negativo (Figura 16). Esta distancia será medida en millas náuticas.

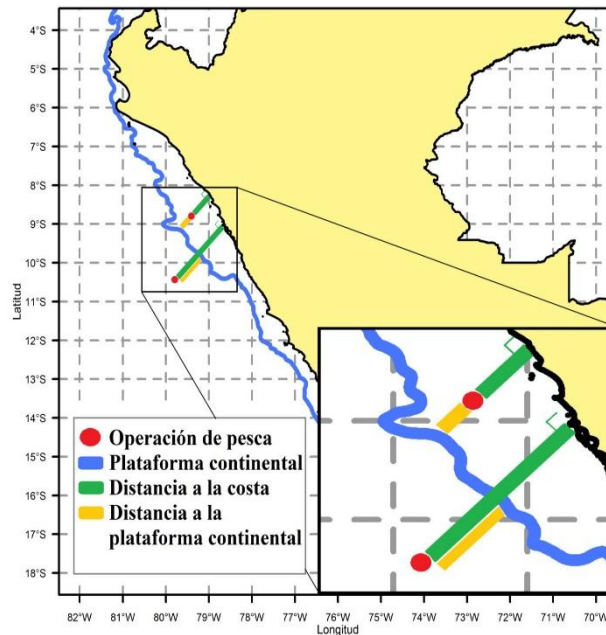


Figura 16: Diagrama para el cálculo de la distancia a la costa y plataforma continental a partir de las operaciones de pesca.

4. **Distancia a la costa corregida:** Se eliminan los efectos de la plataforma continental sobre la distancia a la costa para poder evaluar la influencia de las zonas de pesca sobre el comportamiento espacial de los pescadores. Para obtenerla se analizan los residuales correspondientes a un modelo lineal entre ambas variables.
5. **Duración de la operación de pesca:** Tiempo transcurrido (en horas) desde que inicia hasta que culmina la operación de pesca, entendido como el tiempo de pesca efectivo del lance u operación de pesca.

6. **Captura total de la operación de pesca:** Cantidad capturada de anchoveta (en toneladas) durante la operación de pesca.
7. **Eficiencia de la operación de pesca:** Representa a la captura relativa de la operación de pesca, calculada como la razón entre la captura total de la operación y la capacidad de bodega de la embarcación.

4.2. PROCESAMIENTO DE LA BASE DE DATOS

En la determinación del número de datos a considerar, la Tabla 4 presenta todo este proceso y el total de datos finales para el análisis. Durante la etapa de recuperación se identificaron inicialmente 32694 operaciones de pesca, dentro de las cuales se encontraron ciertos vacíos acerca de la especie objetivo y el tipo de embarcación. Para lograr recuperar la información correspondiente a la especie objetivo se consideró el porcentaje de la captura de anchoveta dentro de la captura total, recuperándose 18 viajes cuya especie objetivo fue anchoveta. Asimismo, en el cálculo para la recuperación del tipo de flota se tomó en cuenta las capacidades de bodega de cada embarcación, recuperándose las capacidades de bodega para las operaciones de pesca de 96 embarcaciones. Con esta metodología se logró incluir operaciones que anteriormente no habían sido consideradas para anchoveta las mismas que podían ser valiosas para este estudio. Para la selección de los datos se realizó un filtro de la base de datos para extraer la información que sería utilizada según las consideraciones del estudio. Luego de esta selección se identificaron ciertas incongruencias y se procedió a la eliminación de estas desviaciones. Por último, de las operaciones de pesca que permanecieron se observaron los boxplots e histogramas de algunas variables (distancia a la costa, duración y captura de la operación de pesca; Anexos II) con el fin de detectar datos atípicos (i.e. outliers) los cuales no son objetos de interés dentro del estudio al reflejar características inusuales la cuales solamente dificultarían la formación de los grupos.

Tabla 4: Descripción de la recuperación, selección y eliminación de datos.

| Descripción | Datos modificados | Total de operaciones |
|---|--|---|
| <u>Recuperación de datos</u> - Viajes cuya especie objetivo fue anchoveta - Tipo de flota | 18 viajes 96 embarcaciones | 32694 |
| <u>Selección de datos</u> considerando los requerimientos del estudio | | 19106 |
| <u>Eliminación de datos</u> - Fechas incongruentes - Duración menores a 0.75 horas - De acuerdo a su ubicación - Excesos en la captura envasada - Outliers | 67 operaciones 135 operaciones 1330 operaciones 1641 operaciones 866 operaciones | 19039 18904 17574 15933 15067 |
| Total de operaciones analizadas | | 15067 |

Finalmente, para todo el periodo de estudio (2005-2014) se contó con 15067 operaciones de pesca para analizar, correspondientes a 359 embarcaciones de la flota industrial de cerco.

4.3. ANÁLISIS MULTIVARIADO

Para el PCA se analizaron todas las variables descriptoras de las operaciones de pesca y se seleccionaron las variables a usar como variables activas. La distancia a la costa corregida (costa.corr) y la longitud se utilizaron como variables suplementarias al encontrarse altamente correlacionadas (correlaciones mayores a 0.7) con otras variables activas (distancia a la costa y la latitud respectivamente), como lo indica la Tabla 5. De esta manera, se utilizan la distancia a la costa (dist.costa), distancia a la plataforma continental (distSHELF), latitud, duración (duracion.cala), captura (captura.cala) y eficiencia de las operaciones de pesca como variables activas para los cálculos en el PCA. Asimismo, tanto las variables activas como suplementarias son proyectadas dentro del espacio de los

componentes principales (Figura 17) para ver las relaciones entre todas las variables y cada uno de ellos.

A partir de este análisis se encontraron seis componentes que explican el total de la varianza o variabilidad de los datos (Tabla 6). De estos, se seleccionaron solamente los tres primeros componentes dado que son los únicos que sobrepasan el valor del autovalor medio que es igual a uno. El primer componente, el cual describe el 35% de la varianza total, se encuentra asociado con la captura, eficiencia y duración de las operaciones de pesca (Figura 17 y Tabla 7). Valores altos de este componente se refieren a operaciones con mayores rendimientos en la captura de anchoveta generando eficiencias superiores. El segundo componente, con el 24% de la varianza total, está principalmente asociado con la distancia a la plataforma continental refiriéndose a la ubicación de las operaciones respecto a esta variable. Valores altos de este componente indican operaciones desarrolladas dentro de la plataforma mientras que valores bajos son de aquellas operaciones que han salido de ella. Y el tercer componente, que explica el 19% de la varianza total, se encuentra asociado con la longitud, latitud, distancia a la costa y la distancia a la costa corregida refiriéndose a la ubicación geográfica de las operaciones de pesca. Valores altos en este componente indican operaciones desarrolladas en el norte, alejadas de la costa. En total los tres componentes explicaron el 78% de la varianza total de los datos.

El HCA es realizado a partir de los scores de los tres componentes retenidos en el análisis anterior. En base al dendrograma calculado (Figura 18a) y la varianza explicada (i.e. el porcentaje de la varianza total explicada por la varianza intra e inter clusters; Figura 18b) se escoge una estructura con cuatro clusters; representando el 53% de la varianza total.

Tablas 5: Selección de las variables activas: correlaciones de Pearson entre las variables.

Correlaciones mayores a 0.7 en negrita.

| | duracion.cala | captura.cala | eficiencia | distSHELF | dist.costa | latitud | longitud | costa.corr |
|---------------|---------------|--------------|------------|-----------|-------------|---------|----------|------------|
| duracion.cala | 1.00 | | | | | | | |
| captura.cala | 0.44 | 1.00 | | | | | | |
| eficiencia | 0.42 | 0.69 | 1.00 | | | | | |
| distSHELF | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 1.00 | | | | |
| dist.costa | 0.03 | 0.17 | -0.03 | -0.35 | 1.00 | | | |
| latitud | -0.07 | 0.00 | 0.14 | 0.36 | 0.12 | 1.00 | | |
| longitud | 0.06 | -0.04 | -0.13 | -0.25 | -0.25 | -0.97 | 1.00 | |
| costa.corr | 0.05 | 0.19 | -0.03 | -0.21 | 0.98 | 0.17 | -0.29 | 1.00 |

Tablas 6: Análisis de la varianza explicada por cada componente.

| Componentes | Autovalores | Varianza (%) | Varianza acumulada (%) |
|-------------|-------------|--------------|------------------------|
| 1 | 2.07 | 34.50 | 34.50 |
| 2 | 1.45 | 24.11 | 58.60 |
| 3 | 1.12 | 18.70 | 77.30 |
| 4 | 0.66 | 10.97 | 88.28 |
| 5 | 0.49 | 8.15 | 96.43 |
| 6 | 0.21 | 3.57 | 100.00 |

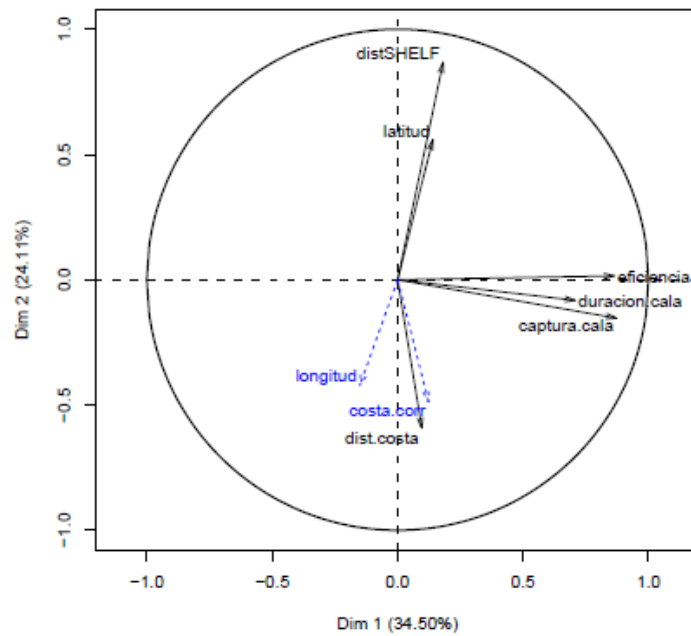
Tabla 7: Correlaciones entre las variables y los componentes principales.

Correlaciones mayores a 0.70 en negrita y las variables suplementarias en cursiva.

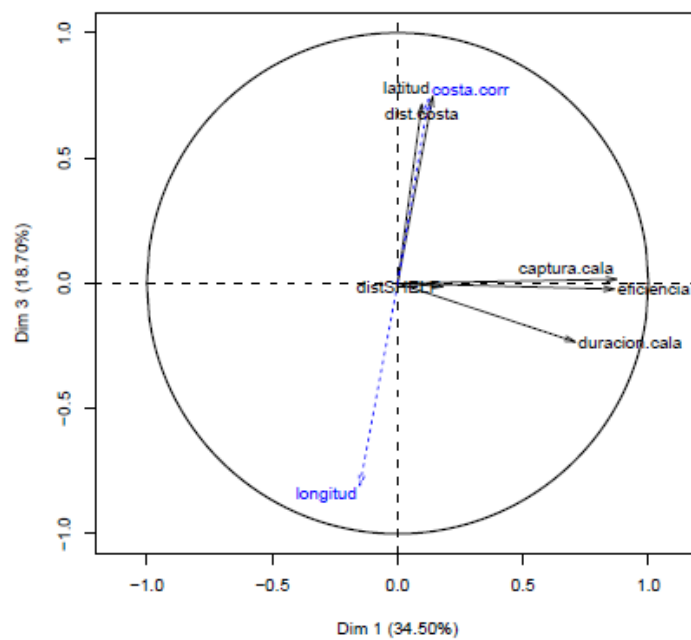
| Variables | CP1 (35%) | CP2 (24%) | CP3 (19%) |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| duracion.cala | 0.71 | -0.08 | -0.23 |
| captura.cala | 0.87 | -0.15 | 0.02 |
| eficiencia | 0.86 | 0.02 | -0.02 |
| distSHELF | 0.18 | 0.87 | -0.01 |
| dist.costa | 0.10 | -0.59 | 0.71 |
| latitud | 0.14 | 0.56 | 0.75 |
| <i>longitud</i> | -0.15 | -0.42 | -0.80 |
| <i>costa.corr</i> | 0.12 | -0.49 | 0.73 |

Después de obtener los clusters generamos boxplots de las variables descriptoras de las operaciones de pesca para cada cluster (Figura 19) observando las características de cada uno de ellos. En general, cada cluster contiene operaciones de pesca correspondientes a todos los años (Tabla 8). Sin embargo, en la Tabla 9 se observa que para ciertos clusters se encuentran más operaciones correspondientes a ciertos años; por ejemplo el cluster 2 presenta una gran cantidad de operaciones de pesca correspondientes a los años 2006-2010. Asimismo, el cluster 3 presenta las operaciones desarrolladas principalmente en los años 2011 y 2013 y el cluster 4 principalmente en los años 2005, 2012 y 2014.

El primer cluster está compuesto por el 10% de las operaciones de pesca (Figura 18a), realizadas principalmente por embarcaciones de acero en la región norte-centro (Tabla 8) y concentradas en las latitudes entre los 8 a 12°S. Dentro de este cluster se encuentran las operaciones con las mayores duraciones, capturas y eficiencias en comparación con el resto de clusters (Figura 19). El segundo cluster está compuesto por el 27% de las operaciones de pesca, realizadas casi en su mayoría en la zona norte (6 a 9°S) y muy cercanas a la costa. Dentro de este cluster se encuentran el 68% del total de las embarcaciones de madera y el

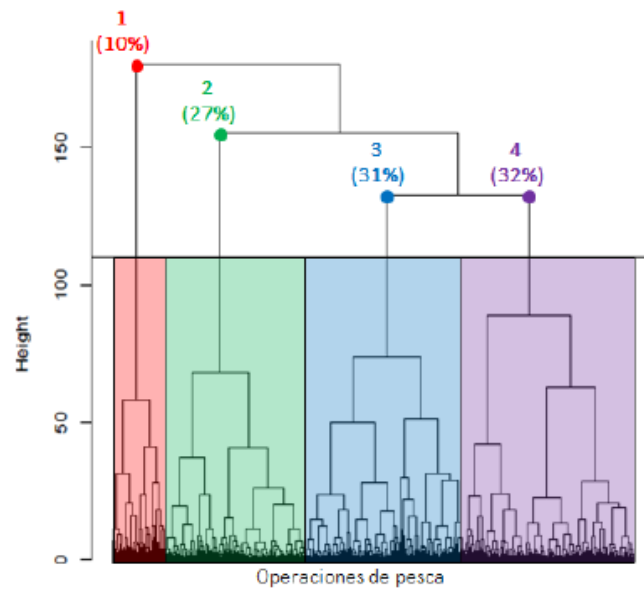


(a) Componentes 1 y 2

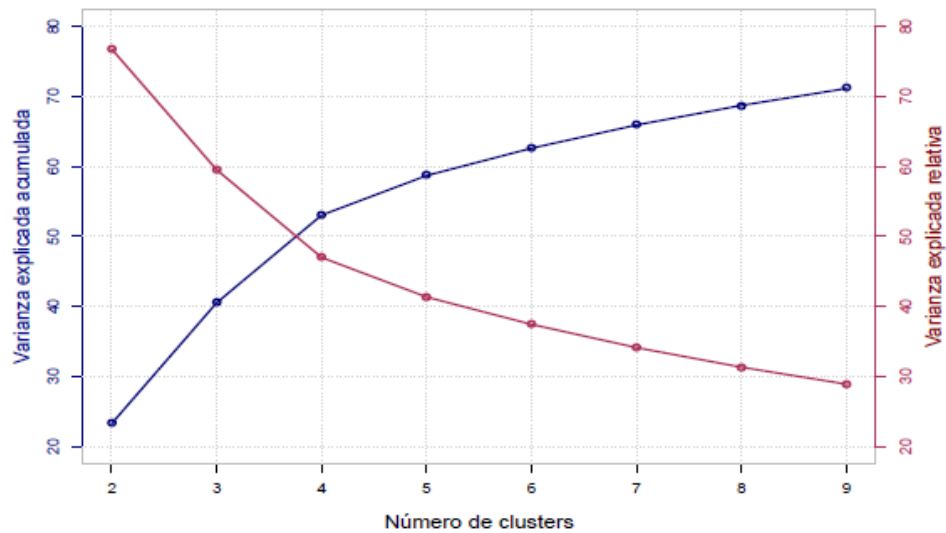


(b) Componentes 1 y 3

Figura 17: Variables proyectadas en el espacio de los componentes principales: a) proyecciones de los componentes 1 y 2 y b) de los componentes 1 y 3. Las variables activas se encuentran en color negro mientras que las suplementarias en azul.



(a) Dendrograma



(b) Gráfico de varianzas asociado a la selección del número de clusters

Figura 18: Resultados obtenidos del Análisis Cluster Jerárquico: a) dendrograma y el porcentaje de las operaciones de pesca correspondientes a cada cluster en paréntesis y b) gráfico de varianza explicada.

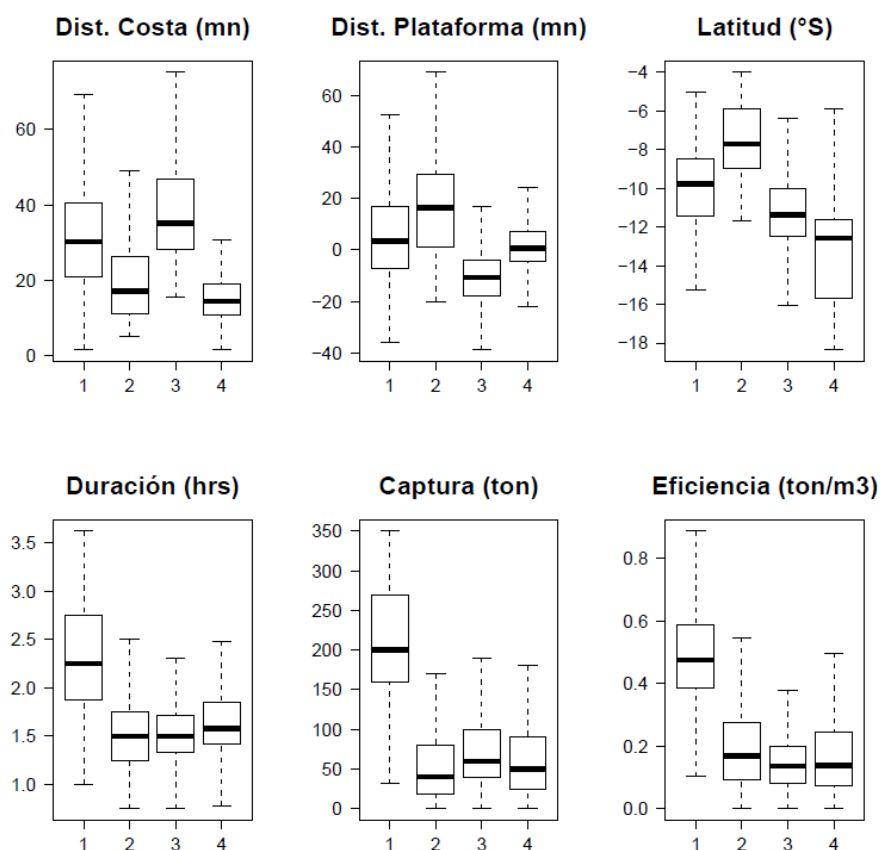


Figura 19: Boxplots correspondientes a las variables activas de las operaciones de pesca para cada cluster. Para cada número de cluster (eje-x) se realizan boxplots de las variables (eje-y): distancia a la costa en millas náuticas (mn), distancia a la plataforma en millas náuticas (mn), latitud en grados (°S), duración de la operación en horas (hrs), captura de la operación en toneladas (ton) y eficiencia de la operación en toneladas por metro cúbico (ton/m³). En la parte superior de cada gráfico se presenta el nombre de la variable y en paréntesis sus unidades.

32% del total de las operaciones realizadas bajo un sistema de cuotas globales (Tabla 9). El tercer cluster está compuesto por el 31% de las operaciones de pesca. Estas operaciones fueron realizadas lejos de la costa, fuera de la plataforma continental entre los 10 a 12°S. En este cluster se encuentran contenidos el 35% del total de los eventos fríos, el 34% del total de las embarcaciones de acero y el 37% del total de las operaciones realizadas bajo un

Tabla 8: Características de los clusters, expresado en porcentaje de las operaciones de pesca, de acuerdo a cada factor estudiado: tipo de flota, región de pesca, condiciones ambientales y sistema de cuotas. Se incorporan los porcentajes de las operaciones de pesca por año para cada cluster.

| | | Clusters | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|----------|----------|----------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Flota | Ind. Madera | 4.4 | 31.5 | 2.4 | 8.4 |
| | Ind. Acero | 95.6 | 68.5 | 97.6 | 91.6 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Región de pesca | Norte-centro | 98.7 | 100.0 | 97.7 | 75.0 |
| | Sur | 1.3 | 0.0 | 2.3 | 25.0 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Condiciones ambientales | Cond. neutras | 61.9 | 52.9 | 67.2 | 57.9 |
| | Cond. frías | 22.9 | 21.9 | 23.0 | 14.8 |
| | Cond. cálidas | 15.2 | 25.2 | 9.8 | 27.3 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Sistema de cuotas | Globales | 62.3 | 63.0 | 43.1 | 51.9 |
| | Individuales | 37.7 | 37.0 | 56.9 | 48.1 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| Años | 2005 | 19.7 | 19.5 | 17.3 | 21.3 |
| | 2006 | 15.6 | 13.2 | 10.7 | 9.8 |
| | 2007 | 13.3 | 13.4 | 11.0 | 8.5 |
| | 2008 | 13.6 | 16.9 | 4.1 | 12.4 |
| | 2009 | 6.5 | 9.8 | 7.1 | 5.0 |
| | 2010 | 0.9 | 2.8 | 1.7 | 1.9 |
| | 2011 | 6.9 | 5.6 | 8.7 | 4.4 |
| | 2012 | 2.8 | 5.0 | 3.5 | 5.5 |
| | 2013 | 17.6 | 9.2 | 33.5 | 12.1 |
| | 2014 | 3.1 | 4.7 | 2.3 | 19.2 |
| | Total | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |

sistema de cuotas individuales. El cuarto cluster está compuesto por el 32% de las operaciones de pesca. En este cluster encontramos a las operaciones correspondientes a la región sur (91% del total) las cuales se desarrollan muy cercanas costa. Asimismo, el 44% del total de los eventos cálidos se encuentran en este cluster así como el otro 34% del total de las embarcaciones de acero.

Tabla 9: Características de los factores estudiados, expresado en porcentaje de las operaciones de pesca, de acuerdo a cada cluster. Por cada línea, el porcentaje más alto de las operaciones asociadas a un cluster se encuentra en negrita. Se incorporan los porcentajes de las operaciones de pesca por año para cada cluster.

| | | Clusters | | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | Total |
| Flota | Ind. Madera | 3.6 | 68.4 | 6.0 | 22.0 | 100.0 |
| | Ind. Acero | 11.1 | 21.1 | 34.0 | 33.8 | 100.0 |
| Región de pesca | Norte-centro | 11.0 | 29.6 | 32.8 | 26.7 | 100.0 |
| | Sur | 1.5 | 0.0 | 7.7 | 90.8 | 100.0 |
| Condiciones ambientales | Cond. neutras | 10.5 | 23.8 | 34.3 | 31.3 | 100.0 |
| | Cond. frías | 11.6 | 29.4 | 35.1 | 23.9 | 100.0 |
| | Cond. cálidas | 7.7 | 33.6 | 14.8 | 43.9 | 100.0 |
| Sistema de cuotas | Globales | 11.9 | 31.9 | 24.7 | 31.6 | 100.0 |
| | Individuales | 8.2 | 21.3 | 37.2 | 33.3 | 100.0 |
| Años | 2005 | 10.3 | 27.0 | 27.2 | 35.5 | 100.0 |
| | 2006 | 13.7 | 30.7 | 28.3 | 27.3 | 100.0 |
| | 2007 | 12.2 | 32.7 | 30.2 | 24.9 | 100.0 |
| | 2008 | 12.4 | 40.7 | 11.2 | 35.8 | 100.0 |
| | 2009 | 9.3 | 37.2 | 30.7 | 22.7 | 100.0 |
| | 2010 | 4.7 | 37.5 | 26.6 | 31.2 | 100.0 |
| | 2011 | 11.2 | 23.9 | 42.4 | 22.6 | 100.0 |
| | 2012 | 6.4 | 30.1 | 23.7 | 39.8 | 100.0 |
| | 2013 | 9.7 | 13.4 | 55.6 | 21.2 | 100.0 |
| | 2014 | 3.7 | 14.8 | 8.4 | 73.2 | 100.0 |

De los clusters encontrados se observó que todos los factores estudiados (i.e. el tipo de embarcación, las condiciones ambientales, las regiones de pesca y el sistema de cuotas de captura implementados) aportaron de cierta manera a la generación de cada uno de ellos tal como se muestra en la Tabla 8. Sin embargo, cada cluster presenta estrategias particulares en donde ciertos factores resaltan más que otros dando indicios de diferenciación entre ellos. Por ejemplo, el primer cluster se caracteriza por embarcaciones de acero dirigidas principalmente a la zona de Chimbote, mientras que en el segundo se encuentran las embarcaciones de madera distribuidas principalmente en la zona norte. Por otra parte, los clusters 3 y 4 se caracterizan por operaciones realizadas bajo condiciones frías y cálidas

respectivamente. Además, en este último cluster se encuentran la mayoría de las operaciones desarrolladas en el sur.

4.4. DISCUSIÓN

En el presente estudio se analizaron 15067 operaciones de pesca con el objetivo de caracterizarlas de acuerdo a su clasificación en diferentes grupos los cuales corresponden a estrategias de pesca particulares. De esta manera, a partir del análisis de clasificación se identificaron cuatro grupos (o clusters) de estrategias de pesca.

El primer cluster fue el más pequeño de todos los clusters (Figura 18a), agrupando a las operaciones más particulares o diferenciadas de todo el conjunto de datos. En este cluster, etiquetado como “eficientes”, se agrupan las operaciones de pesca con mayores capturas y eficiencias. Estos altos valores de eficiencia se deben a que dichas operaciones son realizadas por embarcaciones de acero, las cuales cuentan con mayor tecnología para ir en búsqueda de cardúmenes más atractivos. También se observó que la distribución de estas operaciones se encuentra alrededor de Chimbote donde se realizan los mayores niveles de desembarque de anchoveta en el tiempo de estudio (INEI, 2015) coincidiendo con las grandes capturas encontradas en este cluster.

El segundo cluster, etiquetado como “madereros”, presenta más del 68 por ciento del total de las operaciones que fueron realizadas por embarcaciones de madera. Las operaciones que conforman este cluster son preferentemente costeras debido a que las embarcaciones de madera son más pequeñas, limitando su capacidad de bodega, el tamaño de sus redes y la tecnología que utilizan para la detección de cardúmenes. Por otro lado, se observa que estas operaciones se han desarrollado principalmente en el norte del Perú (6-9°S) coincidiendo con la distribución espacial de estas embarcaciones. Con el fin de optimizar sus costos de

operación, estas embarcaciones suelen desembarcar su pesca en plantas que se encuentran en esta zona (M. Bouchon, comunicación personal). Esta estrategia de pesca también fue adoptada por algunas embarcaciones de acero. Este cluster coincide con lo observado por Joo *et al.* (2015) en donde también denomina “madereros” a un grupo conformado por viajes de pesca desarrollados principalmente por embarcaciones de madera, los cuales realizan viajes costeros y casi en la misma distribución (7-9°S) a lo observado en el presente estudio. Asimismo, Joo *et al.* (2015) encuentra cierta cantidad de embarcaciones de acero en este grupo en donde demuestra que algunas de estas embarcaciones tratan de optimizar su esfuerzo haciendo viajes más costeros.

El tercer cluster, etiquetado como “condiciones frías”, agrupa a las operaciones de pesca que fueron desarrolladas principalmente en el año 2013 en donde se confirmó la presencia de “La Niña” en las costas del Perú (Comunicado Oficial ENFEN N°07-2013). Ante la presencia de este evento, el afloramiento costero y la extensión de las ACF favorecieron la distribución y biomasa de la anchoveta. De esta manera, la anchoveta puede reorganizarse en su nueva área disponible generando una disminución en la concentración espacial del recurso puesto que los cardúmenes no se encuentran tan cercanos los unos de los otros (Gutiérrez *et al.*, 2007). Ante esta variación de la distribución y concentración del recurso Bertrand *et al.* (2008b) observa que los pescadores tienden a realizar viajes más extensos (mayor área explorada) y duraderos lo cual también se aprecia en el presente estudio en donde las operaciones de pesca se realizan más alejadas de la costa y en algunos casos fuera de la plataforma continental. Asimismo Bertrand *et al.* (2008b) detalla que para estos eventos se presenta un mayor número de operaciones de pesca y viajes con mayores niveles de captura. De igual manera que en los viajes de pesca observados por Bertrand *et al.* (2008b) se esperaba que a nivel de operaciones de pesca las capturas sean mayores. Sin embargo en

este cluster no se observa que las operaciones de pesca realizadas por embarcaciones de acero hayan incrementado sus capturas para este tipo de condiciones. Este resultado se puede deber a la dificultad que presentan los pescadores de encontrar cardúmenes de gran volumen (más atractivos) debido a la lejanía de los mismos por lo cual prefieren ir llenando su bodega con cardúmenes de menor tamaño hasta que encuentren uno de gran volumen. Esta estrategia de pesca también fue adoptada por algunas embarcaciones de madera las cuales se aventuran fuera de su área de distribución normal (cluster 2) en búsqueda del recurso. Este tipo de desplazamiento es presentado para un número muy bajo de operaciones en comparación del cluster 2 debido a que sólo un número reducido de embarcaciones de madera explora nuevas áreas. Este cluster coincide con lo observado por Joo *et al.* (2015) durante el 2000-2009 en donde agrupa viajes más duraderos y alejados de la costa, denominados como “exploratorios”, los cuales exploran áreas más alejadas en búsqueda de cardúmenes más atractivos. Sin embargo, a diferencia de Joo *et al.* (2015) en este estudio se identifica este cluster principalmente durante condiciones ambientales frías, en donde estas condiciones motivan a los pescadores a aventurarse lejos de la costa en búsqueda de cardúmenes más atractivos.

El cuarto y último cluster, etiquetado como “sureños”, agrupa las operaciones de pesca que fueron desarrolladas principalmente en el año 2014 y en la zona sur. Durante este año la ENFEN confirmó la presencia de “El Niño” en las costas del Perú lo que generó una sola temporada de pesca (Abril - Agosto). El aumento de la TSM para los meses en donde se encuentran la mayoría de las operaciones de pesca de este año (Mayo a Junio) provocó que el recurso se dirija a zonas más favorables, desplazándose hacia el sur en donde las condiciones cálidas fueron menores (Figura 20a) y con mayores afloramientos (Figura 20c) producto de la intensificación de los vientos (Figura 20b). Ante la presencia de este evento

las ACF se replegaron a la costa provocando que la concentración espacial de la anchoveta aumente en esta zona (Bertrand *et al.*, 2008b) y que la nueva estrategia de pesca adoptada en este cluster sea seguir su distribución, acercándose a la costa. Asimismo, esta estrategia de pesca también se caracterizó por presentarse en otros años (2005-2013). En este periodo se observaron condiciones cálidas, frías y normales. Algunos meses presentaron condiciones cálidas. De igual manera que lo explicado para el 2014, en estos meses el recurso se podría estar acercando a la costa producto del aumento de la TSM lo cual genera el mismo comportamiento por parte de los pescadores. Sin embargo, la mayoría de las operaciones de pesca en este periodo de tiempo se desarrollaron bajo condiciones frías y normales. En este caso, dichas operaciones de pesca se asocian a este cluster debido a que se desarrollan en la zona sur la cual presenta medidas de manejo particulares. Producto de las diferencias en la forma de la plataforma continental (ancha en la zona norte-centro y estrecha en el sur) en la zona sur la anchoveta se encuentra más cercana a la costa, presentando una zona de reserva muy angosta (hasta las 5mn) en comparación a la zona norte-centro (hasta las 10mn). Esta diferencia le brinda a la flota industrial la posibilidad de optimizar su esfuerzo realizando sus operaciones más cercanas a la costa. Esta observación coincide con lo encontrado por Joo *et al.* (2015) para un cluster también denominado “sureños”.

A partir de estos dos últimos clusters se evidencia cómo los pescadores adecuan sus estrategias de pesca a los cambios en la distribución del recurso respondiendo a lo encontrado por Bertrand *et al.* (2004, 2011) en donde las variaciones en las condiciones ambientales a causa de El Niño y La Niña influyen en la extensión del hábitat tridimensional de la anchoveta. Asimismo, la distribución vertical también presentó cambios para estos grupos, encontrándose para el 2014 que la captura del recurso se realizó a mayores profundidades en comparación con el 2013 (Anexo 3). Estos cambios se produjeron debido a la

profundización de la termoclina, la cual modifica las condiciones dentro de la columna de agua. De esta manera, las aguas cálidas en la superficie obligan a la anchoveta a profundizarse en búsqueda de condiciones más favorables (Bertrand *et al.*, 2008b).

Del análisis de los clusters anteriormente mencionados se observa que los cambios en el comportamiento de los pescadores, a través de la adopción de diferentes estrategias de pesca, se encuentran motivados por distintos factores como: el tipo de embarcación, las condiciones ambientales, la zona de pesca y el sistema de cuotas utilizado. Si bien al inicio se pensó que esta combinación de factores sería más marcada, podemos apreciar que dentro de cada factor existen diferentes matices. Por ejemplo, se observa que existen ciertas embarcaciones de acero que adquieren estrategias de las embarcaciones de madera y viceversa. A pesar de esto, cada cluster resalta algún factor o grupos de factores particulares, permitiendo la diferenciación de cuatro estrategias de pesca según la eficiencia, el tipo de embarcación, las condiciones ambientales y la zona de pesca. En cuanto al sistema de cuotas utilizado, no se evidenció ninguna estrategia en particular con lo cual se puede inferir que este factor no genera diferencias a escala de operaciones de pesca.

A partir del 2009 PRODUCE cambió el sistema de cuotas global implementando el sistema de cuotas individuales con el fin de reducir la carrera por el recurso a través una mejor planificación de las operaciones de pesca, estableciendo cuotas de captura por embarcación. Analizando todo el periodo de estudio (2005-2014), se esperaba que a partir del 2009 se genere un cluster particular para estas operaciones, las cuales presentarían mayores eficiencias en comparación con las realizadas bajo el sistema de cuotas globales. Sin embargo, no se observó ninguna estrategia particular con este tipo de sistema y tampoco se observó diferencias en las eficiencias durante ambos sistemas. Si bien a escala de

operaciones de pesca no se presentan diferencias, Bouchon *et al.* (2010b) encontró que esta medida sí fue efectiva a escala de temporadas de pesca observándose, casi de inmediato, un alargamiento en el periodo de la temporada (i.e. más días de pesca) producto de la planificación de las operaciones por parte de la flota de acero y madera.

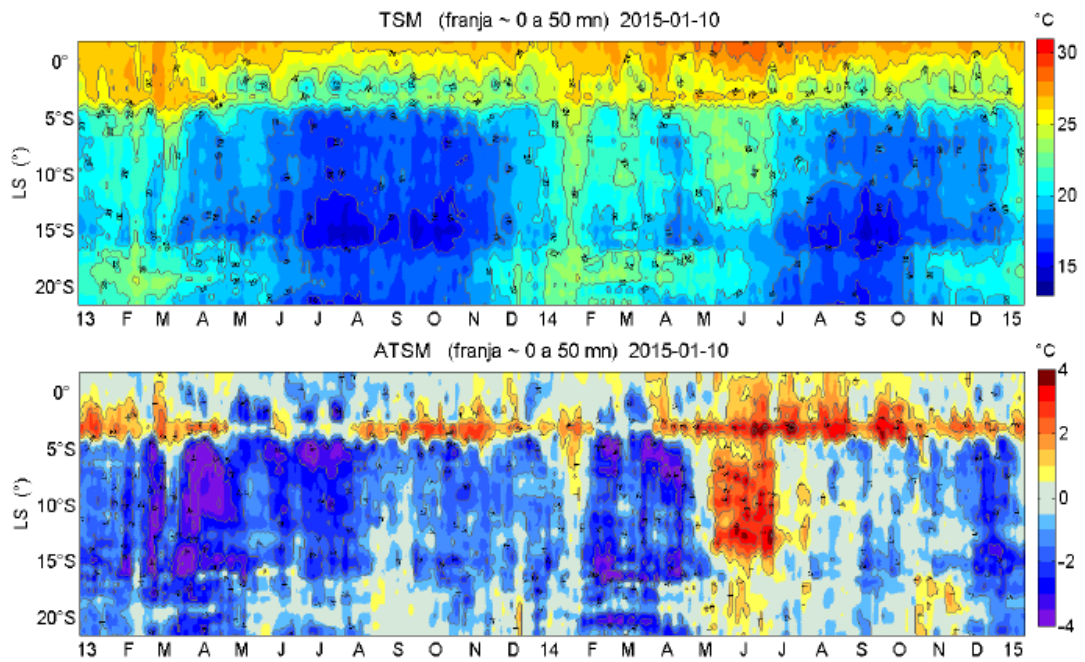
Este estudio nos permitió explorar la heterogeneidad de las operaciones de pesca para la pesquería monoespecífica más grande del mundo. Estudios anteriores que involucraban la clasificación de operaciones de pesca en diferentes estrategias (Pelletier and Ferraris, 2000; Párraga *et al.*, 2012) solo habían sido realizados para pesquerías multiespecíficas con el propósito de identificar distintos métiers¹. En este estudio se determinaron estrategias de pesca de embarcaciones que buscan la misma especie objetivo con el mismo arte de pesca. De esta manera se demostró que puede haber heterogeneidad en las estrategias de pesca dentro de un mismo métier. Este resultado también concuerda con lo observado para viajes de pesca por Joo *et al.* (2015) lo que demuestra la heterogeneidad de las estrategias de esta pesquería a diferentes escalas.

Por otro lado, con este estudio se pudo confirmar algunos conocimientos empíricos que se tienen acerca de cómo ciertos factores (i.e. condiciones ambientales, tipo de flota y medidas de manejo) influyen el comportamiento espacial de los pescadores a escala de operaciones de pesca a través de la adopción de diferentes estrategias de pesca. Por ejemplo, se tiene conocimiento empírico que, a diferencia de las condiciones frías, bajo condiciones cálidas

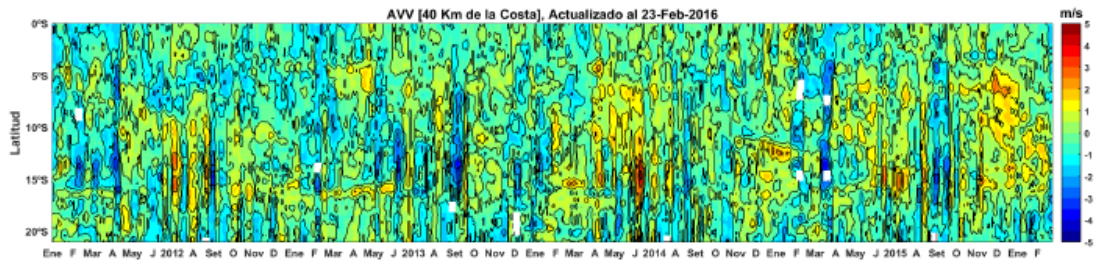
¹Métier: grupo de operaciones de pesca dirigidas a un conjunto de especies objetivo, usando equipos específicos, durante una determinada época del año y/o dentro de un área particular (Deporte *et al.*, 2012).

(i.e. El Niño) la pesquería de anchoveta realiza sus actividades más cercanas a la costa. Esto se ha podido evidenciar en el presente estudio puesto que se ha encontrado una estrategia asociada a cada una de estas condiciones. Además se han identificado ciertos rangos para estas distancias a la costa (Figura 19) dependiendo de las condiciones. Estos patrones en los comportamientos espaciales de los pescadores adoptados al momento de dichos eventos nos permitirán anticipar su comportamiento espacial bajo condiciones similares en el futuro. También se conocen algunas zonas particulares en donde existe una mayor concentración del recurso la cual se ve reflejada en la estrategia de pesca que se desarrolla principalmente en la zona de Chimbote (primer cluster) en donde se presentan las mayores capturas y eficiencias. La evidencia encontrada en base a una metodología estadística para la identificación de estrategias de pesca contribuirá al desarrollo de nuevas aplicaciones en el manejo pesquero, ayudando a mejorar la distribución espacial del sistema de monitoreo en base al reconocimiento de zonas de mayor actividad pesquera y proponiendo nuevas medidas de manejo de acuerdo al contexto de cada estrategia. Por ejemplo, para la ocurrencia de algún evento El Niño se evidencia el acercamiento a la costa de la flota industrial y con el fin de proteger el recurso se podría recomendar el cierre de la pesquería de anchoveta. Ante esto, se podrían realizar estudios acerca de la biomasa, distribución espacial, dinámica poblacional, etc. de las especies de aguas cálidas que van apareciendo junto con El Niño (i.e. especies oportunistas). Si estos estudios lo respaldan se podría recomendar la apertura de otras pesquerías alternativas. Con los ejemplos mencionados podemos observar como la dinámica de esta pesquería va más allá del estudio de la especie objetivo. De esta manera es necesario realizar más estudios en donde podamos desarrollar un manejo pesquero más integrado (i.e. enfoque ecosistémico) en el cual se consideren los diversos componentes del ecosistema que también interactúan con el recurso. Este estudio se ha enfocado principalmente en analizar el comportamiento espacial de los pescadores. Asimismo,

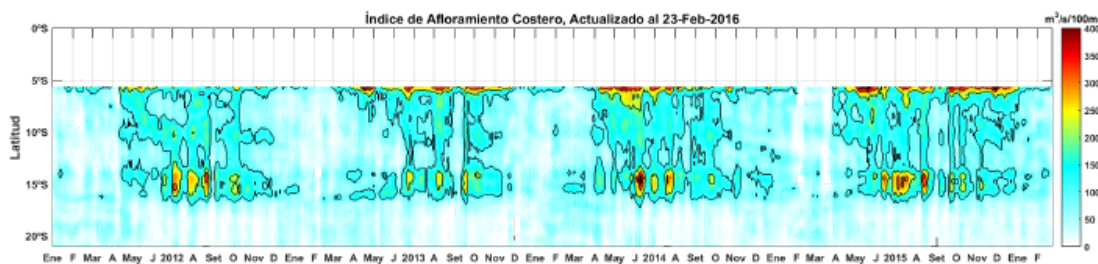
también se podrían realizar otros estudios en donde se observe el comportamiento espacial de otros depredadores superiores como aves y lobos marinos o la interacción de los pescadores con dichos depredadores a fin de conocer más acerca del comportamiento de los depredadores de este recurso. Ante esto, el PBP cuenta con una base de datos bastante extensa (desde 1996) en donde recolecta información acerca de la interacción de la flota de cerco con otros depredadores superiores (e.g. aves, lobos marinos, etc).



(a) TSM y sus anomalías



(b) Anomalías de la Velocidad del Viento (AVV)



(c) Índice de Afloramiento Costero (IAC)

Figura 20: Diagrama de Hovmöller correspondientes a las condiciones oceanográficas del mar peruano entre 2013-2015: a) TSM y sus anomalías, b) anomalías del viento (AVV) y el c) índice de afloramiento costero (IAC). **Fuente:** AVHRR OISSTv2-NCDC-NOAA / IMARPE-AFIOF / dqr.

V. CONCLUSIONES

Del presente estudio podemos concluir lo siguiente:

1. De acuerdo a los datos recolectados por el Programa de Bitácoras de Pesca (PBP) fue posible la caracterización de las operaciones de pesca. De estos, las variables longitud, latitud, distancia a la costa, distancia a la costa corregida, distancia a la plataforma continental, duración, captura y eficiencia son las que nos han permitido la caracterización de las operaciones de pesca de la flota industrial de anchoveta.
2. Mediante el análisis multivariado (PCA y HCA) se diferenciaron cuatro grupos de estrategias de pesca. Teniendo en cuenta los factores y variables analizadas, el primer cluster albergó a las operaciones más eficientes, el segundo principalmente a las industriales de madera, el tercero hace referencia a operaciones que se desarrollaron bajo condiciones inter-anales frías y el último a operaciones desarrolladas bajo condiciones inter-anales cálidas y en la zona sur.
3. La caracterización de las operaciones de pesca mediante la identificación de diferentes grupos o estrategias de pesca ha permitido identificar como ciertos factores - tales como el tipo de embarcación, las condiciones ambientales y las zonas de pesca - pueden influenciar en el comportamiento de los pescadores. Asimismo, se ha podido apreciar que la implementación del sistema de cuotas individuales no ha influenciado el comportamiento de los pescadores a escala de operaciones de pesca para los años en estudio.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda reforzar y continuar con los esfuerzos que viene realizando el IMARPE, a través del Programa de Bitácoras de Pesca (PBP), a fin de aumentar la cobertura de muestreo que se tiene de la flota peruana de cerco para poder seguir realizando más investigaciones acerca de las distintas actividades que se desarrollan en un viaje de pesca.
2. Extrapolar este trabajo a toda la flota industrial de anchoveta con el fin de cuantificar el número de barcos y de ocurrencias pertenecientes a cada estrategia de pesca para así conocer el comportamiento de toda la flota.
3. Alteraciones en las condiciones ambientales a causa de El Niño o La Niña ocasionan cambios en múltiples factores, no solo en la TSM. Por lo tanto se recomienda profundizar sobre el análisis de otras variables ambientales como la clorofila-a y la profundidad de la oxiclina al representar una medida de la productividad primaria y la distribución vertical del recurso respectivamente.
4. Se recomienda analizar las operaciones de pesca de otras especies pelágicas estudiadas por el PBP como el jurel y la caballa con el fin de identificar qué estrategias de pesca desarrollan los pescadores de estos recursos y poder contrastarlas con las estrategias encontradas para anchoveta. Producto de la distribución del jurel se esperan ver diferencias en las estrategias de pesca, siendo estas más alejadas de la

costa en comparación a las de la anchoveta. Sin embargo, también se esperan ver estrategias de pesca parecidas en donde al ser ambas especies pelágicas tienden a reaccionar de la misma manera ante la influencia de las condiciones ambientales (e.g. acercarse a la costa y profundizarse durante El Niño).

BIBLIOGRAFÍA

Aranda, M. (2009). Developments on fisheries management in Perú: The new individual vessel quota system for the anchoveta fishery. *Fisheries Research*, 96:308–312.

Arias Schreiber, M. (2012). The evolution of legal instruments and the sustainability of the Peruvian anchovy fishery. *Marine Policy*, 36(1):78–89.

Bertrand, A., Chaigneau, A., Peraltilla, S., Ledesma, J., Graco, M., Monetti, F., and Chavez, F. P. (2011). Oxygen: A Fundamental Property Regulating Pelagic Ecosystem Structure in the Coastal Southeastern Tropical Pacific. *PLoS ONE*, 6(12):e29558.

Bertrand, A., Gerlotto, F., Bertrand, S., Gutiérrez, M., Alza, L., Chipollini, A., Díaz, E., Espinoza, P., Ledesma, J., Quesquén, R., Peraltilla, S., and Chavez, F. (2008a). Schooling behaviour and environmental forcing in relation to anchoveta distribution: An analysis across multiple spatial scales. *Progress in Oceanography*, 79(2-4):264–277.

Bertrand, A., Segura, M., Gutiérrez, M., and Vásquez, L. (2004). From small-scale habitat loopholes to decadal cycles: A habitat-based hypothesis explaining fluctuation in pelagic fish populations off Peru. *Fish and Fisheries*, 5(4):296–316.

Bertrand, S., Dewitte, B., Tam, J., Díaz, E., and Bertrand, A. (2008b). Impacts of Kelvin wave forcing in the Peru Humboldt Current system: Scenarios of spatial reorganizations from physics to fishers. *Progress in Oceanography*, 79(2-4):278–289.

Bouchon, M., Ayón, P., Mori, J., Peña, C., Espinoza, P., Hutchings, L., Buitron, B., Perea, A., Goicochea, C., and Messié, M. (2010a). Biología de la anchoveta peruana, *Engraulis ringens* Jenyns. *Bol. Inst. Mar Perú*, XXV(1-2):23–30.

Bouchon, M., Díaz, E., Espinoza, D., and Limache, J. (2010b). Effects of the Individual Vessel Quota Allocations (IVQS) on the anchoveta fishery: Peruvian experience. Presented at International Conference: Environment and Resources of the South Pacific. Viña del Mar - Chile.

Bouchon, M., Peña, C., Díaz, E., and Limache, J. (2013). On Board Fisheries Observer Program “Logbook”: Towards the Ecosystem-Based Approach in Perú. Presented at the 7th International Fisheries Observer & Monitoring Conference. Viña del Mar - Chile.

Chavez, F. P., Ryan, J., Lluch-Cota, S. E., and Ñiquen, M. (2003). From Anchovies to Sardines and Back: Multidecadal Change in the Pacific Ocean. *Science*, 299(5604):217–221.

Chirichigno, N. and Vélez, J. (1998). Clave para identificar los peces marinos del Perú. *Pub. Esp. Inst. Mar Perú*, (2):496.

Deporte, N., Ulrich, C., Mahévas, S., Demanèche, S., and Bastardie, F. (2012). Regional métier definition: a comparative investigation of statistical methods using a workflow

applied to international otter trawl fisheries in the North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 69(2):331–342.

FAO (2014). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma.

Gutiérrez, M., Swartzman, G., Bertrand, A., and Bertrand, S. (2007). Anchovy (*Engraulis ringens*) and sardine (*Sardinops sagax*) spatial dynamics and aggregation patterns in the Humbolt Current Ecosystem, Perú, from 1983- 2003. *Fisheries Oceanography*, 16(2):155–168.

Heck, C. (2015). *Hacia un manejo ecosistémico de la pesquería peruana de anchoveta: Análisis del marco legal y administrativo para reformar el manejo de la pesquería peruana de anchoveta*. Lima.

Hilborn, R. and Walters, C. J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment: Choice, dynamics & uncertainty*. Springer Science+Business Media Dordrecht.

Husson, F., Lê, S., and Pagès, J. (2010). *Exploratory multivariate analysis by example using R*. R. CRC Press.

INEI (2015). *Compendio Estadístico Perú 2015*. Capítulo 13: Pesca. Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1253/cap13/ind13.htm

Joo, R., Bertrand, A., Bouchon, M., Chaigneau, A., Demarcq, H., Tam, J., Simier, M., Gutiérrez, D., Gutiérrez, M., Segura, M., Fablet, R., and Bertrand, S. (2014). Ecosystem scenarios shape fishermen spatial behavior. The case of the Peruvian anchovy fishery in the Northern Humboldt Current System. *Progress in Oceanography*, 128:60–73.

Joo, R., Salcedo, O., Gutierrez, M., Fablet, R., and Bertrand, S. (2015). Defining fishing spatial strategies from VMS data: Insights from the world's largest monospecific fishery. *Fisheries Research*, 164:223–230.

Jordán, R. and Chirinos de Vildoso, A. (1965). La Anchoveta (*Engraulis ringens* J.) Conocimiento actual sobre su biología, ecología y pesquería. *Inf. Inst. Mar Perú*, 6:52.

Mathisen, O. (1989). Adaptation of the Anchoveta (*Engraulis ringens*) to the Peruvian Upwelling System. En Pauly, D., Muck, P., Mendo, J., y Tsukayama, I. (eds.), *The Peruvian upwelling ecosystem: dynamics and interactions*. ICLARM Conference Proceedings 18.

McPhaden, M. J., Zebiak, S. E., and Glantz, M. H. (2006). ENSO as an Integrating Concept in Earth Science. *Science*, 314:1740–1745.

Mori, J., Buitrón, B., Perea, A., Peña, C., and Espinoza, C. (2011). Interannual variability of the reproductive strategy of the Peruvian anchovy off northern-central Perú. *Ciencias Marinas*, 37(4B):513–525.

Morón Antonio, O. (2000). Características del ambiente marino frente a la costa peruana. *Bol. Inst. Mar Perú*, 19(1-2):179–204.

Ñiquen, M., Espino, M., and M, B. (2000). Análisis de la población de anchoveta peruana durante el periodo 1961-1999. *Bol. Inst. Mar Perú*, 19(1-2):103–107.

Palomares, M. L., Muck, P., Mendo, J., Chuman, E., Gómez, O., and Pauly, D. (1987). Growth of the Peruvian anchoveta (*Engraulis ringens*), 1953 to 1982. En Pauly, D., Tsukayama, I. (eds.), *The Peruvian Anchoveta and its Upwelling Ecosystem: Three Decades of Change*. ICLARM Studies and Reviews 15.

Párraga, D., Wiff, R., Quiroz, J. C., Zilleruelo, M., Bernal, C., and Azocar, J. (2012). Caracterización de las tácticas de pesca en la pesquería multiespecífica de crustáceos demersales en Chile. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40(1):30–41.

Pelletier, D. and Ferraris, J. (2000). A multivariate approach for defining fishing tactics from commercial catch and effort data. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 57(1):51–65.

Pikitch, E. K., Santora, C., Babcock, E. A., Bakun, A., Bonfil, R., Conover, D. O., Dayton, P., Doukakis, P., Fluharty, D., Heneman, B., Houde, E. D., Link, J., Livingston, P. A., Mangel, M., McAllister, M. K., Pope, J., and Sainsbury, K. J. (2004). *Ecosystem-Based Fishery Management*. *Policy Forum*, 305:346–347.

PRODUCE (2014). *Anuario Estadístico Pesquero y Acuicola 2014*. Lima-Perú.

R Core Team (2015). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Rojas, B. (1971). Some observations on the feeding of the peruvian anchoveta *Engraulis ringens* J. in two regions of the peruvian coast. En J.D Costlow (ed.) *Fertility of the Sea*. Vol 2. Gordon and Breach Sci. Publ. New York- USA.

Rojas De Mendiola, B. (1981). Seasonal phytoplankton distribution along the peruvian coast. En F. A Richards (ed.) *Coastal Upwelling*. American Geophysical Union. Washington D.C.

Rojas Málaga, D. E. (2011). Evaluación de marcadores moleculares *Ilps* y *Strs* heterólogos en la anchoveta peruana *Engraulis ringens* para estudios poblacionales. Tesis de pre-grado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Salas, S. and Gaertner, D. (2004). The behavioural dynamics of fishers: Management implications. *Fish and Fisheries*, 5(2):153–167.

Salazar, C. M., Flores Huamán, M., Chacón, G., and Alarcón, J. (2012). Informe Técnico: Factores relacionados con la operatividad de la flota de cerco para anchoveta de consumo humano directo. *Inf. Int. Inst. Mar Perú*.

Swartzman, G., Bertrand, A., Gutiérrez, M., Bertrand, S., and Vasquez, L. (2008). The relationship of anchovy and sardine to water masses in the Peruvian Humboldt Current System from 1983 to 2005. *Progress in Oceanography*, 79(2-4):228–237.

Timm, N. H. (2002). *Applied Multivariate Analysis*. Springer- Verlag, New York- USA.


Tsukayama, I. (1966). El número de branquiespinas como caracter diferencial de subpoblaciones de anchoveta *Engraulis ringens* J. en las costas del Perú. Presentado en el 1er Seminario Latino Americano sobre el Océano Pacífico Oriental. Univ. Mayor de San Marcos, Lima - Perú.

Véliz Capuñay, C. (2016). Análisis Multivariante: métodos estadísticos multivariantes para la investigación. Cengage Learning, Buenos Aires- Argentina.

Zuta, S. and Guillén, O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú, 2(5):157–324

ANEXOS

Anexo 1: Formato actual del Programa de Bitácoras de Pesca


IMARPE
BITÁCORA DE PESCA
AFDPERP

CÓD. VIAJE: _____

| CODIGO | NOMBRE | EX - NOMBRE | MATRICULA | EMPRESA |
|--------|--------|-------------|-----------|---------|
| | | | | |

1. DEL VIAJE TIPO DE VIAJE:

1.1. ZARPE Y ARRIBO 1) anchovetero (13mm) 2) carajuncab (38mm)

ZARPE: PUERTO _____ DIA _____ HORA _____ ARRIBO: PUERTO _____ DIA _____ HORA _____

PLANTA DESEMBARQUE: _____

1.2. ACTIVIDAD

| DIA | HORA | ACTIV. | CAPT. (t) | COMP. ESP. | DIA | HORA | ACTIV. | CAPT. (t) | COMP. ESP. |
|-----|------|--------|-----------|------------|-----|------|--------|-----------|------------|
| | | | | | | | | | |
| | 19: | | | | | 00: | | | |
| | 20: | | | | | 01: | | | |
| | 21: | | | | | 02: | | | |
| | 22: | | | | | 03: | | | |
| | 23: | | | | | 04: | | | |
| | 00: | | | | | 05: | | | |
| | 01: | | | | | 06: | | | |
| | 02: | | | | | 07: | | | |
| | 03: | | | | | 08: | | | |
| | 04: | | | | | 09: | | | |
| | 05: | | | | | 10: | | | |
| | 06: | | | | | 11: | | | |
| | 07: | | | | | 12: | | | |
| | 08: | | | | | 13: | | | |
| | 09: | | | | | 14: | | | |
| | 10: | | | | | 15: | | | |
| | 11: | | | | | 16: | | | |
| | 12: | | | | | 17: | | | |
| | 13: | | | | | 18: | | | |
| | 14: | | | | | 19: | | | |
| | 15: | | | | | 20: | | | |
| | 16: | | | | | 21: | | | |
| | 17: | | | | | 22: | | | |
| | 18: | | | | | 23: | | | |
| | 19: | | | | | 00: | | | |
| | 20: | | | | | 01: | | | |
| | 21: | | | | | 02: | | | |
| | 22: | | | | | 03: | | | |
| | 23: | | | | | 04: | | | |

1.3. CAPTURAS Y DESEMBARQUE

| GARETE Nº | MOTIVO | | | |
|-----------|--------|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | |

(4) CAPT. TOTAL (t) = ENVASADO + OFRECIDO + DESCARTE (1) (2) (3)

DESEMB. EST. (t) = ENVASADO + RECIBIDO (1) (5) VOUCHER (t) (1+5)

1.4. INTERACCIÓN CON OTRAS E.P.; PESCA RECIBIDA

| Nº | CÓD. | EMBARCACION | (t) |
|----------------------|------|-------------|-----|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| (5) = TOTAL RECIBIDO | | | |

ENTRADA A PUERTO

| MOTIVO |
|-----------------|
| 1. REPARACIONES |
| 2. PLANTA LLENA |
| 3. OTRO |

MOTIVO DE ZONA DE PESCA

| DECISION |
|-------------------------|
| 1. EMPRESA |
| 2. PATRON CIGARTAS SAT. |
| 3. PATRON EXP. PREVIA |
| 4. PATRON LANCHADA |

VIAJE SIN CALA

| MOTIVO |
|------------------|
| 1. NO RECURSO |
| 2. FALLA TECNICA |
| 3. MAL TIEMPO |
| 4. OTRO |

1.5. TRIPULACION

| PATRON | EXPERIENCIA | Nº TRIPUL. | EDAD MEDIA |
|---------------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|
| (primer nombre primer apellido) | Año que se inició como patron | | prom. edad de todos sus trip. |

1.6. AVISTAMIENTO DE DEPREDADORES SUPERIORES DURANTE LA TRAVESIA

| Nº | COD. | ESPECIE | FECHA | HORA | longo | largm | INS | NIM | CANT | COMP | D' | R' | Prep. |
|----|------|---------|-------|------|-------|-------|-----|-----|------|------|----|----|-------|
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

COMPORTAMIENTO: (1) Viajando, (2) Alimentándose, (3) Socializando, (4) Reposando, (5) Otro.
 *DISTANCIA (km): Espacio existente entre la embarcación y el grupo de ejemplares avistados.
 *RUMBO: (1) N, (2) S, (3) E, (4) O, (5) NE, (6) NO, (7) SE, (8) SO.
 *PRECISION: Seguridad en la identificación (1) Bueno, (2) Regular, (3) Malo

2. DEL BARCO

2.1. DE LA BODEGA

CAP. BODEGA EN REGISTRO (m³): _____
 CAP. BODEGA REAL (m³): _____
 CAP. BODEGA SUGERIDA (m³): _____

SIST. REFRIG.:

| |
|---------------|
| 1. NO TIENE |
| 2. CAJA HIELO |
| 3. RSW |
| 4. CSW |

2.2. ANTIGÜEDAD Y CONSTRUCCIÓN

AÑO CONSTRUCCIÓN: _____
 ESIORA (m): _____
 MANGA (m): _____
 PUNTAL (m): _____ (* 1m = 0.547 Bz)

MATERIAL CONSTR.

| |
|-----------------|
| 1. FIBRA VIDRIO |
| 2. MADERA |
| 3. ACERO |

2.3. EQUIPAMIENTO

MOTOR MARCA: _____ LARGO (Bz): _____ ALTO (Bz): _____
 MOTOR MODELO: _____
 POTENCIA (HP): _____ (* 1HP = 0.75 KW)
 VELOCIDAD MÁX. (NUDOS): _____

SISTEMA

| |
|-----------------|
| 1. CONVENCIONAL |
| 2. PETREL |
| 3. OTRO |

ECOSONDA 1. TIPO/MARCA/MODELO: _____
 ECOSONDA 2. TIPO/MARCA/MODELO: _____

2.5. TIPOLOGÍA DE EMBARCACIONES

SONAR 1. MARCA/MODELO: _____ TIPOLOGÍA 1

| |
|-----------------|
| 1. IND. MADERA |
| 2. INDUSTRIAL |
| 3. MENOR ESCALA |
| 4. ARTESANAL |

SONAR 2. MARCA/MODELO: _____

RADAR 1. MARCA/MODELO: _____

RADAR 2. MARCA/MODELO: _____ TIPOLOGÍA 2

| |
|----------------|
| 1. VIKINGA |
| 2. TRAD. ACERO |
| 3. RSW |

NAVEGADOR 1. MARCA/MODELO: _____

NAVEGADOR 2. MARCA/MODELO: _____

OTRO. MARCA/MODELO: _____ BALIZA SISSEAT

| |
|-----------------|
| 1. NO TIENE |
| 2. OPERATIVA |
| 3. NO OPERATIVA |

Hoja _____

CÓD. VIAJE: _____

3.10. INTERACCION CON DEPREDADORES SUPERIORES

N° CALA: _____

| COD. | ESPECIE | PRESENCIA | | | CANT | MOM ¹ | CAPTURA | | | | | PREC ² | |
|------|---------|-----------|-----|-------------------|------|------------------|---------------------|---|---|---|---|-------------------|---|
| | | CANT | MOM | COMP ³ | | | ESTADO ⁴ | 1 | 2 | 3 | 4 | | 5 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |

MOMENTO EN PRESENCIA: (1) Antes, (2) Durante, (3) Después
 COMPORTAMIENTO: (1) Buscando, (2) Alimentándose, (3) Socializando, (4) Reposando, (5) Otro
 MOMENTO EN CAPTURA: (1) Inicio, (2) Mitad, (3) Final
 ESTADO: (1) Liberado vivo, (2) Liberado muerto, (3) Cautiverio, (4) Muerto, (5) Otro: _____
 PRECISIÓN: Seguridad en la identificación (1) Bueno, (2) Regular, (3) Malo

3.11. IDENTIFICACION Y MEDICIONES DE DEPREDADORES SUPERIORES

| COD. | ESPECIE | CANT | TALLA cm | PESO kg | COLOR ¹ | | | | |
|------|---------|------|----------|---------|--------------------|---------|------|------|------|
| | | | | | DORSO | VIENTRE | ALAS | PICO | CAB. |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

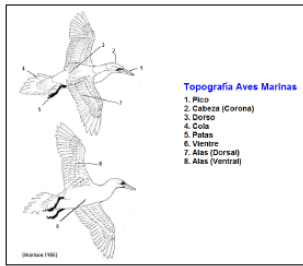
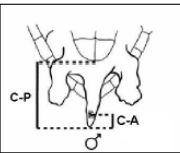
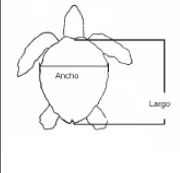
COLOR: (1) Blanco, (2) Negro, (3) Gris, (4) Amarillo, (5) Blanco-Negro, (6) Blanco-Gris, (7) Negro-Gris, (8) Azul, (9) Amarillo-Negro, (10) Rojo

3.12. TORTUGAS

| Tortuga: | LRC | ARC | LCC | ACC | C-A | C-P |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | | | | |

LRC: Largo recto del caparazón, ARC: Ancho recto del caparazón, LCC: Largo curva del caparazón, ACC: Ancho curvo del caparazón, C-A: Cola-ancho, C-P: Cola-plastrón

Medidas de Tortugas Marinas



Topografía Aves Marinas
 1. Pico
 2. Cabeza (Corona)
 3. Dorso
 4. Cola
 5. Patas
 6. Vientre
 7. Alas (Dorsal)
 8. Alas (Ventral)

INSTRUCCIONES DEL REGISTRO DE DATOS

1. FORMATO: La fecha debe ser registrada como dd/mm/aaaa y la hora de 0 a 23. En números enteros deben registrarse los grados de las posiciones (LongG y LatG). La captura, porcentajes en la composición por especies, temperatura (°C), los minutos en las posiciones (LongM y LatM), peso de la muestra tomada y peso de la muestra medida deben contener un decimal. Ejemplo:

| FECHA | HORA | longG | longM | latG | latM | TEMP. SUPERFICIAL (°C):16.1 |
|------------|-------|-------|-------|------|------|-----------------------------|
| 29/10/2007 | 08:07 | 77 | 56.4 | 12 | 03.3 | |

| ESPECIE | PESO (kg) | CAPT. (%) | % |
|---------|-----------|-----------|------|
| Jurel | 6.5 | 59.0 | 60.0 |
| Caballa | 4.5 | 41.0 | 40.0 |
| TOTAL | 11.0 | 100 | 100 |

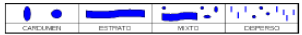
2. CÓDIGO DEL VIAJE: Colocar las iniciales de sus dos nombres y apellidos - la fecha del zarpe (dd/mm/aaaa) - hora de zarpe (0-23h). Ejemplo: Manuel Orlando Ochoa Madrid salió el día 24 de Octubre del 2007 a las 15:45, sería: MOOM - 24102007 - 15.

Casos especiales:
 a. Solo un nombre. La inicial del segundo nombre se reemplaza por un #. Si el señor Armando Quiroz Inofian salió el día 26 de octubre de 2007 a las 7:32, sería: A#QI-26102007-07.
 b. Nombre o Apellido que empiecen con la letra CH o LL: Solo se utiliza la primera letra. Si el Sr. Victor Raul Duran Llanoca zarpa el día 11 de noviembre del 2007 a 11:10, sería: VRDL-01112007-01.
 c. Nombre o Apellido Compuesto: Las preposiciones y segundas partes son anuladas. Por ejemplo: Los señores Pedro De La Cruz Ramirez Chunga y Justo Agapito Liza Santa Cruz salen el 26 de Octubre del 2007 al mediodía en diferentes embarcaciones, sus codificaciones serían PCR-29102007-12 y JALS-29102007-12 respectivamente.

3. CAPACIDAD DE BODEGA: Se presentan tres modalidades CB EN REGISTRO: siempre debe de consignarse (se encuentra en la licencia del barco), CB REAL: se refiere a la capacidad de bodega física real y CB SUGERIDA: es indicada por la empresa y/o capitania antes del zarpe.

4. ESTADO DEL MAR: Basada en Escala de Douglas de acuerdo a la altura del oleaje 1) Calmo: la mar está como un espejo (0 m), 2) Rizado: la mar presenta pequeñas crestas pero sin espuma (0 a 0.2m), 3) Marejadilla: presencia de ondas cuyos crestas empiecen a romper (0.2 a 0.5m), 4) Marejada: olas pequeñas, se forman 'borregos' (0.5 a 1.25m) y 5) Fuerte: formación de olas altas, cubierta de espuma blanca y ruido sordo.

5. TIPOLOGIA DEL CARDUMEN: Observaciones en el ecosonda según la forma. 1) Cardumen: Estructura aislada y bien definida espacialmente, 2) Estrato: Ecodrazos continuos, 3) Mixto: Discontinuidad en la agrupación, 4) Disperso: Ecodrazos pequeños, sin estructura espacial definida.



6. CONCEPTOS
 i. Envasado: Captura que durante la(s) cala(s) es almacenada en la bodega. No incluir pesca que puede haberse escapado por diversos motivos (rotura de red, mal cerrado, etc.), ni el descarte.
 ii. Ofrecido: Captura que por exceso de pesca se regala u ofrece a otra embarcación. Esto solo ocurre durante en la última cala.
 iii. Descarte: Captura que intencionalmente es liberada al mar pero muerta. Debe ser estimado.
 iv. Captura 0: Ejemplares encerrados por la red pero por ser juveniles u otra especie (no la especie objetivo) son liberados vivos. Si la causa de la captura 0 es falla técnica, especificar en la tabla correspondiente el tipo de falla.

| CAPTURA (I) = ENVASADO + OFRECIDO + DESCARTE | FALLA TÉCNICA |
|--|-------------------------|
| (I = 2 + 3) (1) (2) (3) | 1. ROMPIO RED |
| | 2. FALLA SIST. HIDRAUL. |
| | 4. OTRO |

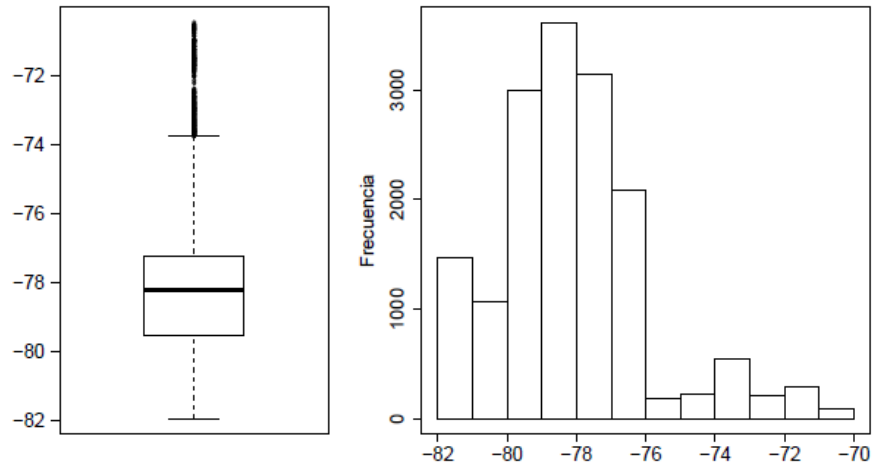
v. Recibido: Captura que es recibida por parte de otra embarcación. No está asociada a ninguna cala, sucede durante búsqueda y trayecto.
 vi. Desembarque estimado: Es la suma de lo envasado durante las calas más la pesca recibida.
 vii. Voucher: Peso oficial considerado por la planta de desembarque.

| DESEMB. EST. (I) = ENVASADO + RECIBIDO | VOUCHER (I) |
|--|-------------|
| (I = 5) (1) (5) | |
| | |

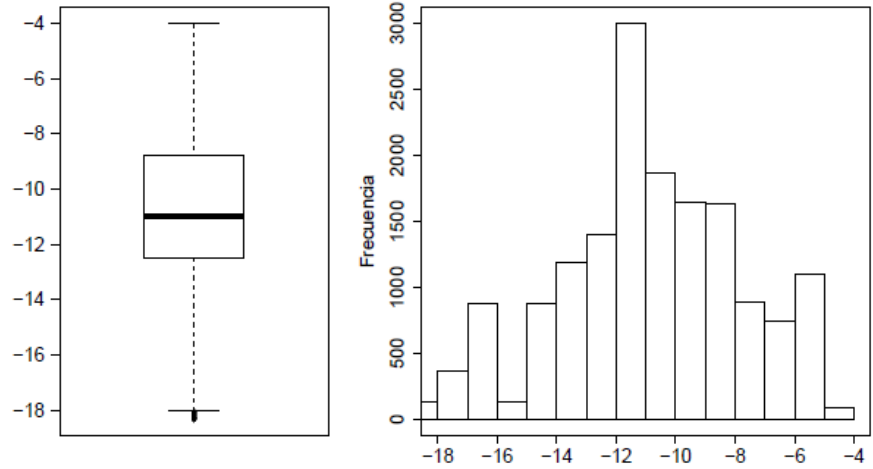
viii. Artesanal: Quien emplea embarcaciones de hasta 10 metros cúbicos de capacidad de bodega, siendo su trabajo manual.
 ix. Menor Escala: Quien emplea embarcaciones de más de 10 metros cúbicos y hasta 32.5 metros cúbicos de capacidad de bodega, con no más 15 metros de eslora. Preferentemente, se encuentran implementadas con modernos equipos y sistemas de pesca, cuya actividad extractiva no tiene la condición de actividad pesquera artesanal.

Anexo 2: Análisis univariado para la detección de outliers de las variables descriptoras de las operaciones de pesca.

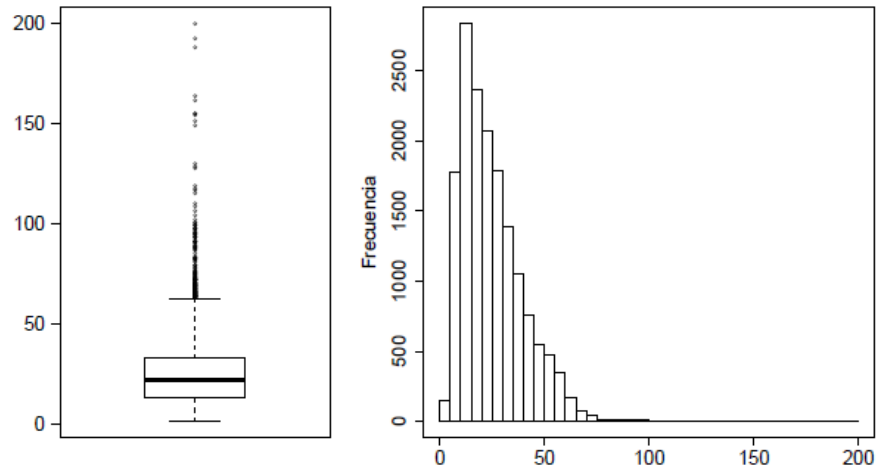
Longitud (°W)



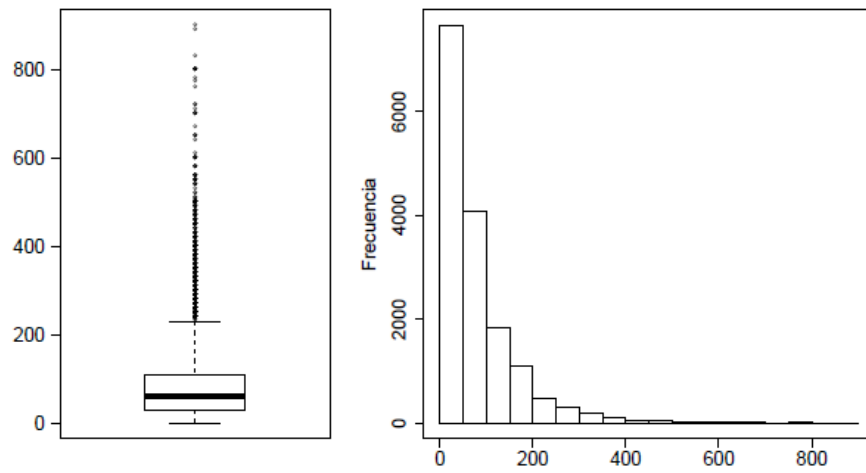
Latitud (°S)



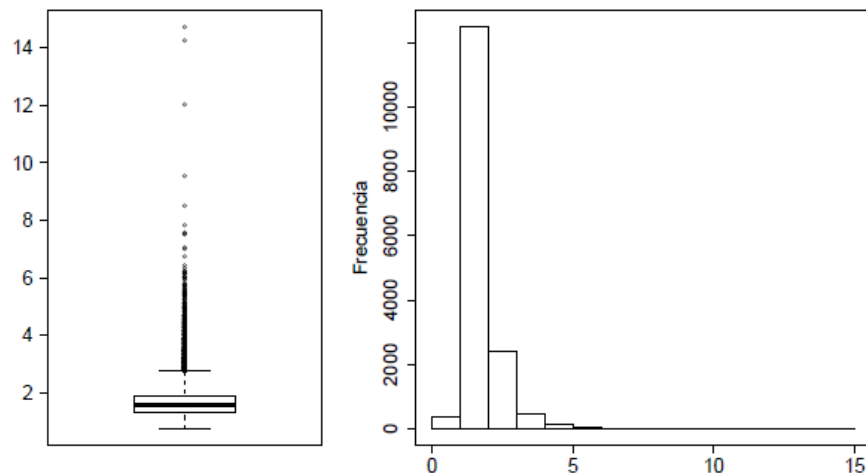
Distancia a la costa (mn)



Captura de la operación (ton)



Duración de la operación (hrs)



Anexo 3: Variación de la profundidad media anual del 2005-2014.

