



UNS
ESCUELA DE
POSGRADO

**VOLÚMENES DE DESEMBARQUE DE LA FLOTA
INDUSTRIAL ANCHOVETERA Y SU INFLUENCIA SOBRE
LA DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE SUSTENTA LA
PESCA ARTESANAL EN LA BAHÍA EL FERROL
(CHIMBOTE), PERÚ, ENTRE EL 2005 AL 2015.**

**Tesis para optar el grado de Maestro en
Ciencias en Gestión Ambiental**

Autor:

Bach. Mario Ricardo Huerto Rengifo

Asesor:

Dr. Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ

2019



CONSTANCIA DE ASESORAMIENTO DE LA TESIS DE MAESTRIA

Yo, **ALVARO EDMUNDO TRESIERRA AGUILAR**, mediante la presente certifico mi asesoramiento de la Tesis de Maestría titulada: "**VOLÚMENES DE DESEMBARQUE DE LA FLOTA INDUSTRIAL ANCHOVETERA Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE SUSTENTA LA PESCA ARTESANAL EN LA BAHÍA EL FERROL, CHIMBOTE, ENTRE EL 2005 AL 2015**", elaborado por el bachiller **MARIO RICARDO HUERTO RENGIFO** para obtener el Grado Académico de **MAESTRO EN CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL** en la escuela de Posgrado de la Universidad Nacional del Santa.

Nuevo Chimbote, junio del 2019

Dr. Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar
ASESOR



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

"VOLUMENES DE DESEMBARQUE DE LA FLOTA INDUSTRIAL ANCHOVETERA Y SU INFLUENCIA SOBRE LA DIVERSIDAD DE ESPECIES QUE SUSTENTA LA PESCA ARTESANAL EN LA BAHÍA EL FERROL, CHIMBOTE, ENTRE EL 2005 AL 2015"

TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS EN GESTIÓN AMBIENTAL

Revisado y Aprobado por el jurado Evaluador

Ms. Ángel Pablo Castro Alvarado
PRESIDENTE

Mg. Eleuterio Lucio Encomendero Yépez
SECRETARIO

Dr. Álvaro Edmundo Tresierra Aguilar
VOCAL

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a mi familia:

Mi esposa Liz, mis hijas Alondra y Jazmín, con quienes tengo un saldo deudor en cuanto al tiempo que me prestaron y por su colaboración en darme la tranquilidad necesaria para el logro de mis objetivos.

A mis padres Félix e Irene, quienes supieron encaminarme por la senda del estudio y superación apoyándome en todo momento durante mi formación profesional.

A mis hermanos Nancy, Félix y Marina por apoyarme moralmente y por su estímulo para seguir superándome cada día.

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por darme vida y haberme permitido hacer posible la realización de este trabajo, que es otro de mis objetivos en mi carrera profesional.

Al Dr. Álvaro Tresierra Aguilar, por su asesoramiento y su valioso aporte en la realización del presente trabajo.

Al Dr. Rómulo Loayza por su valioso aporte que permitió mejorar mi trabajo con sus acertadas observaciones.

Al Blgo. Angel Perea de la Matta, por su valiosa gestión en la autorización del uso de la metadada.

Agradezco a mi esposa e hijas por su apoyo incondicional y darme la tranquilidad necesaria para la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

CONFORMIDAD DEL ASESOR.....	iii
CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR.....	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE	vii
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE GRAFICOS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	4
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación.....	4
1.2 Antecedentes de la Investigación.....	6
1.3 Formulación del problema de investigación.....	13
1.4 Delimitación del estudio.....	13
1.5 Justificación e importancia de la investigación.....	13
1.6 Objetivos de la investigación.....	14
CAPÍTULO II.....	15
MARCO TEÓRICO.....	15
2.1.Fundamentos teóricos de la investigación.....	15
2.2. Marco conceptual.....	20
CAPÍTULO III.....	22
MARCO METODOLÓGICO.....	22
3.1 Hipótesis central de la investigación.....	22
3.2 Variables e indicadores de la investigación.....	22
3.2.1 Variables.....	22

3.2.2 Indicadores.....	22
3.3 Métodos de la investigación.....	23
3.4 Diseño o esquema de investigación.....	23
3.5 Población y muestra.....	23
3.6 Actividades del proceso investigativo.....	24
3.7 Técnicas e instrumentos de la investigación.....	25
3.8 Procedimientos para la recolección de datos.....	25
3.9 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	25
CAPÍTULO IV.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1 Resultados.....	27
4.2 Discusión.....	41
CAPÍTULO V.....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
5.1 Conclusiones.....	48
5.2 Recomendaciones.....	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXOS.....	56

LISTA DE CUADROS

	Pag
Cuadro 1. Prueba de T Student del índice de Shannon de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.	30
Cuadro 2. Prueba de T Student del Índice de Equidad de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.	31
Cuadro 3. Prueba de U de Mann-Whitney del índice de Dominancia de Simpson de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.	32
Cuadro 4. Prueba de Correlación Spearman entre los desembarques de anchoveta de la flota industrial y su relación con los índices de diversidad de Shannon de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.	36
Cuadro 5. Prueba de Correlación Spearman entre los desembarques de anchoveta de la flota industrial y su relación con los índices de Dominancia de Simpson de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.	38
Cuadro 6. Prueba de T Student de los valores del índice de Shannon entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.	39
Cuadro 7. Prueba de U de Mann-Whitney de los valores del índice de Dominancia de Simpson entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.	40

RESUMEN

Se evaluó la influencia de los volúmenes de desembarques de la flota industrial anchovetera sobre la diversidad de las especies que sustenta la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, desde el año 2005 al 2015, años en los cuales la industria de harina y aceite de pescado presentaron cambios de tecnologías con miras a reducir su impacto en la bahía. Los datos se obtuvieron de la base de datos del Sistema de Información Científico del Instituto del Mar del Perú (IMARSIS) del Laboratorio Costero de Chimbote y de los registros de desembarques de la flota industrial anchovetera en la Bahía El Ferrol, que se encuentran en folios y archivos digitales de la Dirección Regional de la Producción, Ancash. Se analizaron datos del número de taxones, índice de diversidad de Shannon (H'), Dominancia de Simpson (D) y la Equidad de Pielou (J') de las especies de la pesca artesanal capturada en la bahía. La hipótesis fue contrastada con el análisis de varianza de t student y en el caso de la dominancia la prueba de U de Mann-Whitney a un nivel de significancia del 5%; así como también la Correlación de Spearman. Los resultados de los índices de Shannon y Pielou presentaron tendencias similares en el tiempo, estadísticamente mostraron diferencias significativas ($p=0,011$) entre las medias de estos índices en temporadas de pesca ($H'=1,80$ y $J'=0,52$) y veda ($H'=1,92$ y $J'=0,56$) de anchoveta, y con una correlación inversa ($p=0,025$ y $\rho=-0,195$) con los desembarques de anchoveta en la Bahía El Ferrol. Caso contrario resultó el índice de Simpson, reportando valores mayores de Dominancia ($D=0,27$) en temporada de pesca que en veda ($D=0,22$), y con una correlación directa ($p=0,036$ y $\rho=0,182$) con los desembarques de anchoveta; destacando entre las especies dominantes el pejerrey, el machete y la lisa. Los resultados evidenciaron que las actividades industriales en la bahía influyeron negativamente en la riqueza específica e índices de equidad en el periodo de estudio; sin embargo, en los últimos 5 años se observa mejoras en la abundancia de las especies de la pesca artesanal y con mayor entropía.

Palabras clave: Biodiversidad, Pesca artesanal, desembarque, anchoveta, Bahía El Ferrol.

ABSTRACT

The influence of the volumes of landings of the industrial anchovy fleet was gauged on the diversity of species that support artisanal fishing in El Ferrol Bay, from 2005 to 2015, years in which the fishmeal and fish oil industry had changes in technologies in order to reduce the environmental impact on the bay. The data was obtained from the database of the Scientific Information System of the Instituto del Mar del Perú (IMARPE) from the Coastal Laboratory of Chimbote and from the daily landings records of the Anchovy industrial fishing fleet in El Ferrol Bay which are in folios and digital files from the Dirección Regional de la Producción (DIREPRO), Ancash. We analyzed data of the number of taxa, Shannon diversity index (H'), Simpson's Dominance (D) and Pielou's Equity (J') of the artisanal fisheries species captured in the bay.

The hypothesis was compared with the analysis of variance of t student and in case of dominance the Mann-Whitney U test with 5% significance level, as well as the Spearman Correlation.

The results of the Shannon and Pielou indexes showed similar trends over time, statistically they showed significant differences ($p = 0.011$) between the average of these indexes in fishing seasons ($H' = 1.80$ and $J' = 0.52$) and Anchovy closure ($H' = 1.92$ and $J' = 0.56$), and with an inverse correlation ($p = 0.025$ and $\rho = -0.195$) with anchovy landings in El Ferrol Bay. Otherwise the Simpson index reported higher Dominance values ($D = 0.27$) in fishing season than in closure season ($D = 0.22$), and with a direct correlation ($p = 0.036$ and $\rho = 0.182$) with the anchoveta landings; standing out the pejerrey, the machete and the lisa as dominant species.

The results showed that the industrial activities in the bay negatively influenced the specific wealth and equity indexes in the study period; However, in the last 5 years there has been an improvement in the abundance of artisanal fisheries species with high entropy.

Keywords: Biodiversity, artisanal fishing, landings, anchovy, El Ferrol Bay.

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las regiones de los océanos del mundo están sufriendo pérdida de hábitat. Pero las zonas costeras, debido a la cercanía de la actividad humana, padecen este mal de forma más acentuada.

El litoral marino de la Región Ancash presenta bahías, ensenadas, Islas e islotes, cuyas características ambientales, sustrato y batimetría brindan condiciones favorables para la vida de organismos marinos.

La Bahía El Ferrol, ubicada en Chimbote se caracteriza por concentrar gran número de establecimientos pesqueros industriales y se observa una importante actividad pesquera artesanal, que es fuente de trabajo directo e indirecto y de alimentación de la población y contribuye a la reducción de la pobreza. Sin embargo, como muchas ciudades costeras del Perú, presenta serios y complejos problemas ambientales.

Antes de los años 50, la Bahía El Ferrol presentaba una excelente cualidad paisajística, sus aguas libres de contaminantes poseían una rica diversidad y abundancia biológica. Posteriormente con la industrialización de la anchoveta con descargas de efluentes directamente a la bahía comenzaron los problemas ambientales con la alteración del hábitat e impactando negativamente en los recursos marinos.

El problema principal radicaba en el inadecuado aprovechamiento de la materia prima de la industria pesquera. Los efluentes provenientes de las descargas de pescado (agua de bombeo) y de la producción propiamente (agua de cola y sanguaza), llevan alto contenido de materia orgánica nitrogenada, aceites y grasas, los cuales al llegar al medio marino causan el agotamiento del oxígeno en su proceso de descomposición, como ha sucedido en la Bahía de Chancay donde se generó "un ambiente anóxico, carente de vida en el ecosistema marino" (Cabrera, 2002, p.7); produciéndose la alteración de las aguas, mortandad de las especies y cambios en su diversidad biológica. Asimismo, la configuración semi cerrada de la bahía con gran número de muelles dificultan el desplazamiento de las corrientes marinas, influyendo en el deterioro

ambiental, con el daño del ecosistema y afectando la flora y fauna (Martínez, Orellana y Herless, 2011, p.1).

Este problema en la bahía se ha extendido y acentuando por mucho tiempo, tal es así que en los últimos 11 años, el estado peruano, en su afán de remediar el daño al medio marino y sus recursos, emite regulaciones importantes de carácter ambiental al sector pesquero, con ello paulatinamente la industria pesquera implementó tecnologías limpias y a fin de cumplir con los Límites Máximos Permisibles (LMP) de los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado (D.S. N° 010-2008-PRODUCE). La implementación del Plan Ambiental Complementario Pesquero (PACPE) para la Bahía El Ferrol (D.S. N° 020-2007-PRODUCE); así como, la puesta en marcha del colector submarino APROFERROL (R.D N° 118-2015-ANA-DGCRH de mayo del 2015), ha permitido la disposición final de los efluentes fuera de la Bahía El Ferrol.

El deterioro continuo del ecosistema marino conlleva a la pérdida de la diversidad, por ello el estudio de la diversidad es un tema de mucha importancia, dado que ello permite determinar si el ecosistema se mantiene normal o si está sufriendo alguna alteración. Al respecto Marrugan (1988) menciona que “las medidas de diversidad frecuentemente aparecen como indicadores del buen funcionamiento de los ecosistemas” (p.3). Asimismo, Margalef (1974) señala que “la diversidad y sus variaciones son, por tanto, un excelente indicador de polución” (p.375).

Existen varios índices para determinar la diversidad biológica, pero los más utilizados son los de Shannon y Simpson. Roldán (2003) señala que una comunidad sin estrés se caracteriza por tener una alta diversidad (riqueza) y un bajo número de individuos por especies; por el contrario, una comunidad bajo la presión de la contaminación, se caracteriza por poseer un bajo número de especies, pero muchos individuos por especies. Al respecto Moreno (2001) indica que la principal ventaja de los índices “es que resumen mucha información en un solo valor y permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo” (p.23).

En la actualidad, a pesar de muchos trabajos de investigación en la Bahía El Ferrol, los estudios enfocados a pérdida de diversidad marina de especies comerciales por alteración del medio marino son escasos o nulos, y solo existe de algunos grupos taxonómicos, destacando estudios donde analizaron comunidades bentónicas (Romero 1990; Orozco et al., 1996; IMARPE 2009; Tresierra et al., 2007).

El presente trabajo de investigación es de mucha importancia, porque aporta conocimiento sobre la influencia indirecta de los volúmenes de desembarques de la flota industrial anchovetera sobre la diversidad de las especies que sustenta la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, desde el año 2005 al 2015, periodo de años en el cual la industria de harina y aceite de pescado presentaron cambios de tecnologías con miras a reducir su impacto ambiental en la bahía. Todo ello con el propósito de estar informado y dar recomendaciones que sirva para recuperar la riqueza faunística en la bahía, haciendo que la pesca artesanal sea sostenible, y con recursos de calidad sanitaria.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento y fundamentación del problema de investigación

Los ecosistemas marinos en el mundo, principalmente los costeros siguen degradándose, como resultado, principalmente, de las actividades antropogénicas. Los recursos como peces, invertebrados y otras especies han disminuido en abundancia en muchas regiones del mundo, a tal modo que los ecosistemas han sido afectados en la capacidad de proveer alimento y servicios (FAO, 2010).

El litoral marino peruano posee una costa extensa con una amplia variedad de ambientes altamente productivos. Sin embargo, en el tiempo, varias zonas costeras debido a una serie de actividades humanas han sido impactados ambientalmente en forma negativa, lo cual se ha visto reflejado en el deterioro de ecosistemas marinos en diferentes partes del Perú (Sánchez, Blas y Chau, 2010, p.71); y por ende en la diversidad biológica. Al respecto la FAO (1996) señala que las industrias costeras degradan el entorno marino, deprimiendo la calidad y abundancia de la fauna marina perjudicando la pesca artesanal.

Si bien es cierto, la Bahía El Ferrol (Gráfico 1) se caracteriza por concentrar gran número de establecimientos pesqueros industriales y por tener una importante actividad pesquera artesanal, que generan fuentes de trabajo directo e indirecto contribuyendo en la alimentación de la población y en la reducción de la pobreza; se evidencia, que viene arrastrando en el tiempo serios y complejos problemas ambientales, que han generado la alteración del medio marino, debido a varias causas entre ellas los originados a partir de las descargas de anchoveta, que para su traslado del muelle a las pozas de almacenamiento requiere entre 2 a 4 veces su volúmenes en agua de bombeo, y debido a un inadecuado sistema de aprovechamiento de la materia prima de la industria pesquera, produce agua de bombeo con alta carga de materia orgánica, aceites y grasas, que son descargadas dentro de la bahía; además de las fuentes de contaminación asociada a la actividad pesquera, se incorporan las operaciones de carga y descarga de combustible, circulación de más de 1500 embarcaciones, fondeaderos y faenas de limpieza dentro de la bahía (MINAN, 2011). Sin

embargo, en el periodo de estudio del 2005 al 2015, pese a que se emitieron regulaciones importantes carácter ambiental en el sector pesquero (D.S. N° 010-2008-PRODUCE, D.S. N° 020-2007-PRODUCE) la situación ha mejorado, pero no en su totalidad.

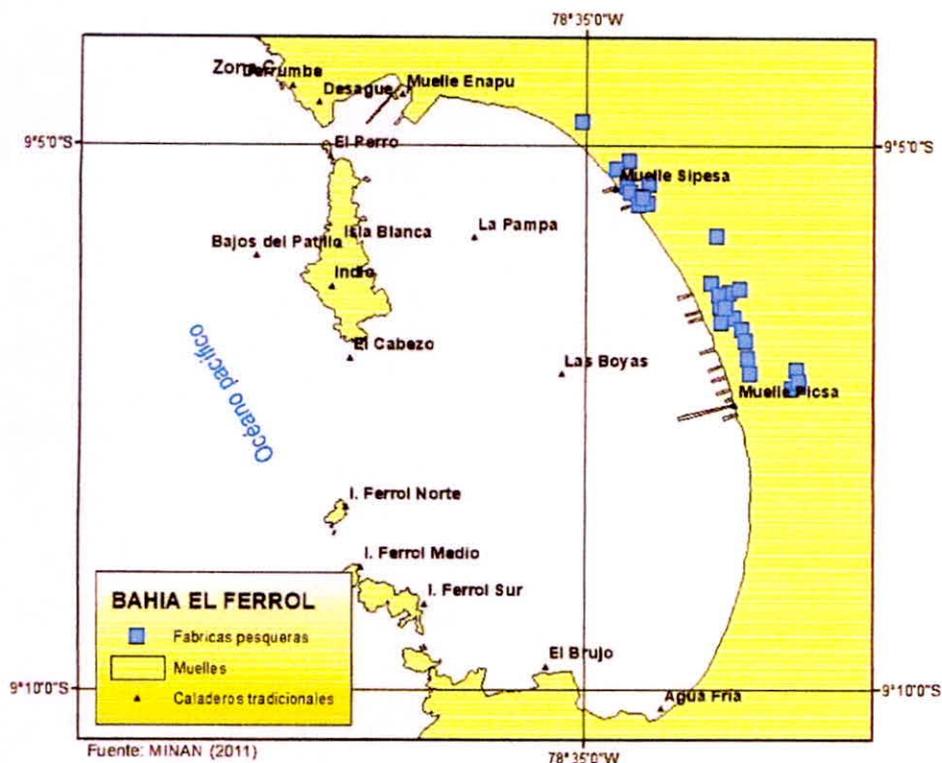
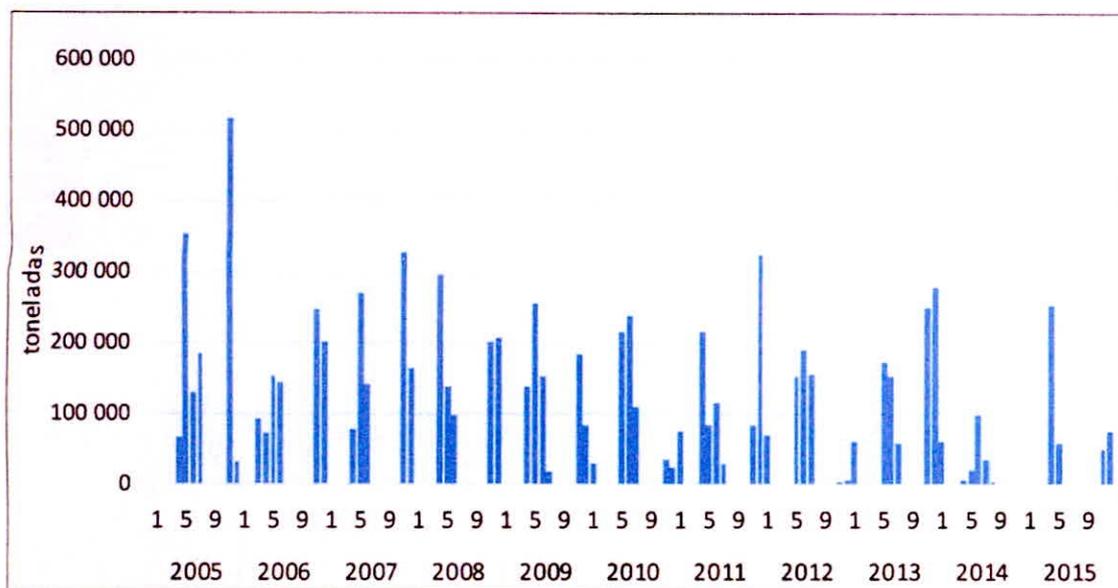


Gráfico 1. Ubicación geográfica de empresas pesqueras que descargan directamente a la Bahía El Ferrol o al río Lacramarca, 2004.

Es preciso señalar que el problema ambiental se origina a partir de los desembarques industriales de anchoveta (Gráfico 2), los cuales guardan relación proporcional con los volúmenes de agua de bombeo y con la generación de efluentes propios del proceso de elaboración de harina y aceite de pescado, que al llegar al medio marino causan deterioro del ecosistema de la bahía afectando negativamente la diversidad biológica. Al respecto el MINAN (2011) menciona que la relación de agua de bombeo y de pescado desembarcado durante el traslado de embarcación a planta se ha reducido en el tiempo de 3:1 en los 80 a 1:1 en la actualidad, por lo que el volumen de agua de bombeo debe estimarse en base a la materia prima descargada. En consecuencia, debido a que resulta oneroso obtener datos de efluentes de las empresas pesquera en el periodo de estudio, se vio conveniente afrontar el problema de forma indirecta, es decir con

datos de desembarques de anchoveta, dado que estos guardan correlación directa con efluentes propios de la actividad industrial anchovetera.



Fuente: IMARPE y DIREPRO

Gráfico 2. Desembarques de anchoveta (t) de la flota industrial en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Por tanto, frente a este problema ambiental en la Bahía El Ferrol, es necesario evaluar si los volúmenes de desembarques de la flota industrial anchovetera tienen algún efecto negativo sobre la diversidad de especies que sustenta la pesca artesanal. Con ello se espera aportar conocimientos que sustenten dar recomendaciones, que permitan la recuperación ambiental de la Bahía El Ferrol, y consiguientemente la riqueza biológica de la bahía, haciendo que la pesca artesanal sea sostenible, y con recursos de calidad sanitaria.

1.2. Antecedentes de la investigación

La Bahía El Ferrol, conocida también Bahía de Chimbote, hasta antes de los años 50 se denominada "La Perla del Pacífico" debido a su rica diversidad y abundancia biológica marina, y excelente cualidad paisajística. Es una entrada semi circular del Océano Pacífico hacia la costa en la parte norte central del Perú, ubicada en las coordenadas geográficas 09°07'20" S y 078°35'20" W de latitud

y longitud. En ella se ubica la ciudad de Chimbote, que es uno de los 9 distritos con que cuenta la provincia del Santa, ubicada en el Departamento de Ancash (Perú).

La bahía está protegida desde la parte oeste por cuatro islas: Isla Blanca, Isla Ferrol Norte, Isla Ferrol Centro e Isla Ferrol Sur, dándole una configuración semi cerrada, generando una circulación marina ciclónica en la zona central, con flujos intensos de entrada de agua entre el Cabezo de Isla Blanca y próximo a Isla Ferrol Sur (Bocana Grande) donde mayormente ingresa la corriente de agua, y sale por la parte norte de la Isla Blanca y el muelle de minerales (bocana chica). (Tresierra et al., 2007, p.25).

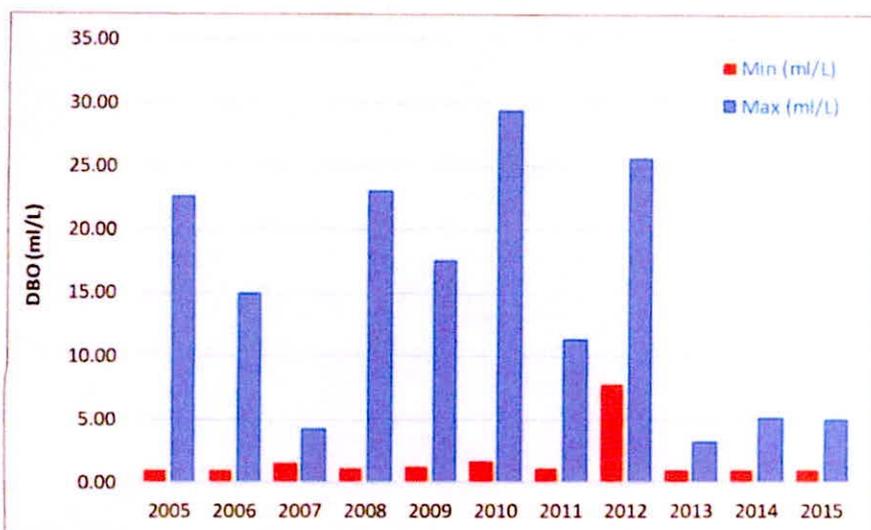
En la Bahía El Ferrol se ha desarrollado una importante y tradicional pesquería artesanal, teniendo su mejor auge antes de 1948, donde la pesca se caracterizaba por capturas de "robalo" *Centropomus nigrescens*, "corvina" *Cilus gilberti*, "pejerrey" *Odontesthes regia*, "cabinza" *Isacia conceptionis*, "cachema" *Cynoscion analis*, "misho" *Menticirrhus ophicephalus*, "lenguado" *Paralichthys adspersus* y "lisa" *Mugil cephalus*, que eran los más abundantes en la Bahía, siendo la anchoveta el alimento principal de las aves guaneras que anidaban en las islas Blanca y los Ferroles (Bazán, 2003, p.106). Quirós (1995) también señala que hasta 1948 aún no se fabricaba en Chimbote harina de pescado y que todavía la bahía no había perdido su belleza y la contaminación del mar no era ostensible.

A partir de la última mitad del siglo XX, con el "boom" de la industria anchovetera, Chimbote era considerada como el primer puerto pesquero del mundo y la bahía comenzó a sufrir el efecto de la contaminación ambiental como consecuencia del vertido de desechos industriales de las fábricas de harina y aceite de pescado. Al respecto Jacinto et al. (1994), indican que después de analizar los parámetros de calidad de agua: oxígeno disuelto, sulfuro, sólidos suspendidos, demanda bioquímica de oxígeno, nutrientes, se llegó a la conclusión de "que la bahía presenta signos serios de deterioro ambiental, con el desarrollo de procesos eutróficos que conllevan a una pérdida de condiciones ambientales apropiadas, en perjuicio de los recursos hidrobiológicos costeros" (p.21). El problema principal de la industria radica en el inadecuado uso de la materia prima. Los efluentes resultantes de las descargas de pescado (agua de

bombeo) y de la producción (agua de cola y sanguaza), contiene materia orgánica nitrogenada, aceites y grasas, lo que al llegar al medio marino origina agotamiento del oxígeno en su proceso de descomposición, provocando condiciones anóxicas con producción de gases tóxicos, donde la posibilidad de vida es nula. Todo esto está evidenciado en numerosos trabajos de impacto ambiental, como lo señala Tevés (1999) cuando se refiere a la contaminación de la bahía “que evitan que la vida marina prospere, como lo fue antes de que se iniciara principalmente la actividad de la industria pesquera” (p.5).

Las diferentes investigaciones evidencian que los vertimientos de la actividad pesquera industrial con sus aportes de materia orgánica, aceites y grasas trae un impacto negativo en las aguas costeras de la bahía, deteriorando su calidad y afectando a los recursos que en el habitan. Al respecto, estudios realizados en Chancay indican que, los valores de oxígeno disuelto del agua de mar se pueden usar como un indicador del estado de salud de una masa de agua; observado además que, durante la actividad industrial de anchoveta, los efluentes líquidos pesqueros y urbanos, provocan que el agua de mar se vuelva anóxica, con tenores de oxígeno en 0.00 ml/l y concentraciones de DBO que llegan a 120 mg/l, lo cual se considera un impacto de nivel crítico (Cabrera, 2002); sabiéndose que el valor de DBO no debe de sobrepasar los 10mg/l según la Ley General de Aguas para las clases IV, V y VI (Tresierra et al., 2007, p.41).

Además, otras investigaciones como la de Guillén et al. (1998), también mencionan que la Bahía El Ferrol está considerada como una de las más contaminadas de la costa peruana, debido principalmente a los residuos de la actividad industrial pesquera, observándose en la primavera de 1994 y en el verano de 1966, condiciones anóxicas, con un promedio de oxígeno disuelto de 0,20 y 0,18 ml/l, respectivamente, donde lo normal es de 2 a 4 ml/l (Gráfico 3). Asimismo, en 1996 la presencia de una importante descarga de materia orgánica a través de los efluentes provenientes de las descargas pesqueras determinadas por medio de la DBO, lo cual superó los límites de la Ley General del Agua (Jacinto et al., 1997).



Fuente: IMARPE, del anuario estadístico INEI, 2005 – 2009 y 2008 – 2015.

Gráfico 3. Valor mínimo y máximo de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) del agua de mar, Bahía El Ferrol, 2005 - 2015.

Martínez et al. (2011) indicaron que el IMARPE en el 2002 determinó que la Bahía El Ferrol posee 54 millones de metros cúbicos de sedimento, agravando la situación la configuración semi cerrada de la misma, con muelles abandonados, desvió del río Lacramarca, construcción del molón de ENAPU, que dificultaron el desplazamiento de las corrientes marinas, con fuerte erosión en la zona norte y arenamiento en el sur, y que sumados los efluentes industriales han generado la alteración ambiental con el deterioro del ecosistema, e impactando negativamente en la fauna marina.

Kuramoto (2005) menciona que, en el 2004 la bahía de Chimbote concentraba el 24% (32) del total (131) de fábricas harineras que habían en el Perú, donde la presión de pesca a nivel nacional lo ejercían 1 200 embarcaciones correspondientes a 200 000 toneladas (t) acumuladas de capacidad de bodega, utilizando el agua de mar para el transporte de pescado, con una relación de 2 a 3t de agua por 1t de pescado, y que hasta hace poco el agua de bombeo terminaba en el mar, contaminando la bahía.

Los contaminantes orgánicos de la industria anchovetera vertidos al mar en temporadas de pesca, se acumularon en la bahía, originando procesos anaeróbicos, generando ambientes sulfurados con olores fuertes, alterando la

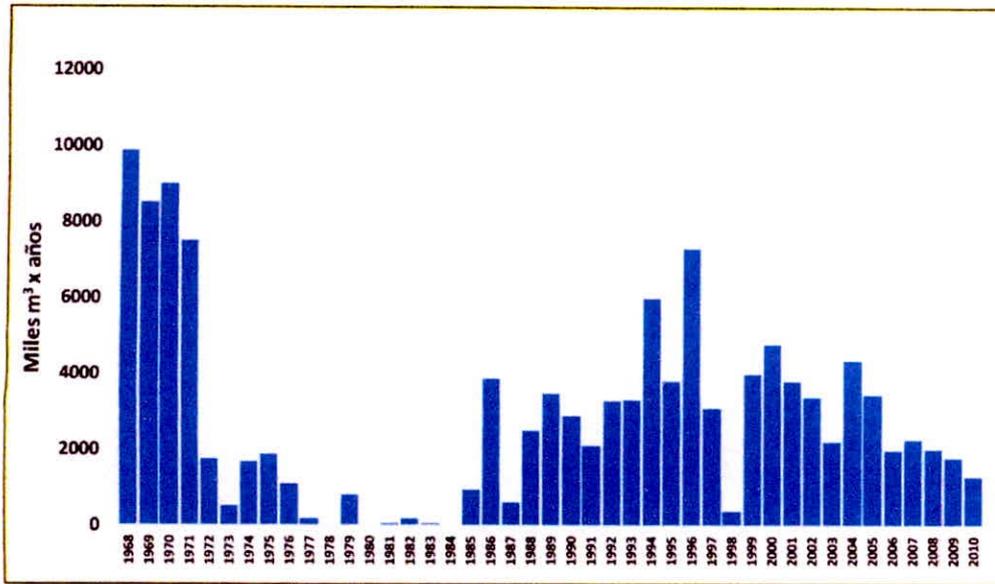
comunidad biológica y disminuyendo la diversidad biológica (población y número), y afectando directamente a las especies que sustenta la pesca artesanal como también en su calidad.

A pesar de los problemas ambientales que existen en la bahía, sus recursos que alberga sustentan una actividad pesquera artesanal que es de mucha importancia, dado que abastece de especies para consumo humano directo en los mercados, especialmente en estado fresco, contribuyendo con la alimentación y la generación de empleo. Al respecto, Tresierra et al. (2007), mencionan que existen alrededor de 96 especies marinas, entre peces, invertebrados y algas, que soportan la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol; destacando en el grupo de peces el “pejerrey” *Odontesthes regia regia*, “lisa” *Mugil cephalus*, “machete” *Ethmidium maculatum*, “lorna” *Sciaena deliciosa*, “cabinza” *Isacia conceptionis*, “mojarria” *Stellifer minor*, “coco” *Paralonchorus peruanus*, “misho” *Menticirrhus ophicephalus*, “cachema” *Cynoscion analis* y “pintadilla” *Cheilodactylus variegatus*; y entre los invertebrados, el “caracol” *Thaisella chocolata*, “concha de abanico” *Argopecten purpuratus* y “cangrejo jaiva” *Cancer porteri*; no obstante el mismo autor menciona que especies como el pejerrey, cabinza, lisa y lorna presentaron en las capturas alta incidencia de ejemplares por debajo de la talla mínima reglamentada entre los años 2001 al 2005. Referente a la flota pesquera estuvo conformada por un total de 350 embarcaciones entre formales e informales, constituidas por chalanas, botes y lanchas. Las artes de pesca utilizadas estuvieron representadas mayormente por redes cortinas, seguidas en menor proporción de bolichitos, pinta y la actividad de buceo; siendo las zonas de pesa más frecuentes dentro de la bahía “La Pampa”, “El Enseco”, “Muelle Enapu”, “Muelle Sipesa”, “Muelle Picsa”, “Las Boyas”, “El Dique” y “Bocana Grande”. Sin embargo, en dichos años dada las condiciones de la bahía con un ecosistema perturbado, por la evidente actividad industrial, y otros problemas ambientales, ha generado que los actores directos (pescadores) incrementen su esfuerzo pesquero, obligándolos a realizar sus faenas de pesca en zonas más alejadas y fuera de la bahía. Concordando con lo mencionado por Bejarano (2017), que refiere que producto de la contaminación ambiental en la Bahía El Ferrol, los bancos de peces se han

alejado, debida a que no existen condiciones en las cuales pueda desarrollarse un ecosistema sostenido.

El Estado, como ente regulador de las actividades pesqueras, que vela por la protección y preservación del medio ambiente, ha emitido el Decreto Supremo N° 010-2008-PRODUCE, estableciendo los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado. PRODUCE (2009) menciona que, en ese entonces los sistemas de recuperación instalados en los establecimientos industriales no eran suficientes por los altos volúmenes de agua de bombeo que se empleaba para transportar anchoveta de la embarcación a la planta en temporada de pesca, estimándose en promedio 2 toneladas de agua de bombeo por tonelada de pescado descargado con concentraciones de 1,5% de aceite y 4% de sólidos.

Por ello, la Dirección General de Asuntos Ambientales de Pesquería (DIGAAP) desarrolló importantes actividades para eliminar y mitigar los efluentes de la actividad pesquera mediante la exigencia de los Programas de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA) y de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y exigencia de la actualización de los mismos, planes de manejo ambiental (PMA), para adecuar las actividades a los límites máximos permisibles (LMP) de la actividad pesquera, en el marco de la política nacional ambiental del Ministerio del Ambiente (MINAM). Producto de esto, gradualmente se ha venido incorporando los efluentes en el proceso productivo, pasando por sistemas para recuperar componentes orgánicos, actualmente la sanguaza y el agua de cola, son incorporados al proceso productivo en las plantas industriales; asimismo se han ido paulatinamente instalando las llamadas bombas ecológicas, de desplazamiento positivo y bombas de presión/vacío que requieren una relación menor o igual a 1:1, así como tuberías de transporte de baja fricción y ruptura del pescado (García y Ayala, 2013). Al respecto, Alva (2009) concluye que la inversión en tecnologías de tratamiento de agua de bombeo, trae beneficios ambientales y una mayor rentabilidad económica.



Fuente: SNP, citado en MINAN (2011).

Gráfico 4. Estimación de volumen anual de efluentes pesqueros (agua de bombeo) vertidos a la Bahía El Ferrol, 1968 - 2010.

Posteriormente en mayo del 2015, mediante Resolución Directoral N° 118–2015–ANA–DGCRH se autoriza el vertimiento de aguas residuales industriales pesqueros tratadas a 10 kilómetros al oeste de la Bahía El Ferrol mediante un emisor submarino, es decir destinando los efluentes residuales fuera de la bahía. En un primer momento, de las 39 fábricas pesqueras (conservas y harineras) presentes en la bahía, solo 8 estaban conectadas al emisor submarino y 7 en proceso. Para abril del 2016, ya había 23 fábricas pesqueras conectadas y 5 en proceso de adecuación, estimándose que el 96% de el volumen de efluente que arrojan las fábricas pesqueras ubicadas en la zona costera de Chimbote son tratadas a través del emisario submarino de la Asociación de Productores de Harina, Aceite y Conservas de Pescado de Bahía El Ferrol (APROFERROL).

Todo lo indicado con anterioridad, evidencia que la Bahía El Ferrol, ha experimentado serios problemas de deterioro de su ecosistema marino en el tiempo, impactando negativamente en la biodiversidad que en ella habita. Resaltando que el esfuerzo en tecnologías en los últimos años se debió en parte a que el Banco Mundial, la FAO (www.fao.org), organizaciones ambientales y mercados europeos ejercieron presión al Perú para que utilicen sus recursos pesqueros de manera sostenible, con productos de calidad y con estándares

ambientales. Por lo que, los industriales harineros se vieron en la necesidad de mejorar paulatinamente sus procesos en plantas (Centurion, Ganoza y Torres, 2007). Por ello los industriales pesqueros en Chimbote han implementado paulatinamente estrategias de Producción más Limpias (PML) a través de inversión en empleo de tecnologías limpias para reducir su impacto ambiental y contribuir en la recuperación y cuidado de la bahía.

1.3. Formulación del problema de investigación

¿Cuál es la influencia de los volúmenes de desembarque de la flota industrial anchovetera sobre la diversidad de especies que sustentan la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol (Chimbote), entre el 2005 al 2015?

1.4. Delimitación del estudio

La investigación evalúa la influencia de los volúmenes de desembarque de la flota industrial sobre la diversidad de especies que sustentan la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol (Chimbote), entre el 2005 al 2015.

1.5. Justificación e importancia de la investigación

El presente trabajo se justifica porque va contribuir con nuevos conocimientos sobre la influencia de los volúmenes de desembarques de la flota industrial anchovetera sobre la diversidad de las especies que sustenta la pesca artesanal dentro de la Bahía El Ferrol, desde el año 2005 al 2015, periodo en el cual la industria de harina y aceite de pescado presentaron cambios de tecnologías con miras a reducir su impacto ambiental en la bahía. Todo ello permitirá conocer las fluctuaciones o tendencias de la diversidad en el tiempo, con el propósito de informar y dar recomendaciones que sirva a los involucrados competentes que tomen decisiones para recuperar la riqueza faunística de la bahía. Asimismo, va ser útil para estudios comparativos posteriores o estudios de evolución de la diversidad biológica de los recursos de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol.

Lo importante de este estudio, es buscar que se recupere la sostenibilidad de la actividad pesquera artesanal y con ello optimizar fuentes de trabajo directa e indirecta, contribuyendo con la alimentación y calidad de vida de la población chimbotana.

1.6. Objetivos de la Investigación.

Objetivo general

Determinar la influencia de los volúmenes de desembarques de la flota industrial anchovetera sobre la diversidad de especies que sustentan la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, Chimbote, entre el 2005 al 2015.

Objetivos específicos

- Cuantificar los volúmenes de desembarques (t) de la flota industrial anchovetera en la Bahía El Ferrol de Chimbote entre el 2005 al 2015.
- Identificar y cuantificar las especies capturadas por la flota artesanal, reportadas en la Bahía El Ferrol de Chimbote entre el 2005 al 2015.
- Estimar los valores del índice de diversidad de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, entre el 2005 al 2015.
- Analizar la variación de los valores del índice de diversidad a través del periodo de estudio.
- Estimar la relación de los valores del índice de diversidad con los volúmenes de desembarques de anchoveta durante el periodo de estudio.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos teóricos de la investigación

El mar frente a la costa peruana presenta una gran diversidad de peces, así como moluscos crustáceos y otros invertebrados, de los cuales un grupo es el sustento de la pesca artesanal, al respecto Figueroa (2005) indica que:

La biodiversidad biológica marina de Perú incluye el ecosistema de surgencias costeras peruano, las áreas marinas someras de la costa peruana y el ecosistema de manglar del norte de Perú. Hasta el momento se han registrado en la costa peruana 33 especies de mamíferos, 82 de aves, 2 de reptiles, 1.070 de peces, 480 de crustáceos, 1.024 de moluscos y 602 de algas (p.65).

La fisonomía de la línea costera entre 6-14°S (Punta Falsa y Pisco) es prácticamente paralela a la dirección de los vientos Alisios del SE, lo que influye en la orientación de la Corriente Costera Peruana, generando zonas de gran divergencia (afloramientos) con aguas frías y ricas en nutrientes, convirtiéndola en área productiva y de gran abundancia de especies marinas (Zuta y Guillen, 1970), al respecto Kuramoto (2005) menciona que:

Debido a la riqueza ictiológica del mar frente a las costas de Chimbote, este puerto se convirtió desde muy temprano en el centro de la industria pesquera nacional. En esta zona se realiza el mayor desembarque pesquero y se concentra la mayor parte de las plantas harineras y de las plantas elaboradoras de conservas del país (p.13).

La Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, de 1992, Artículo 1, párrafo 1(4), define de acuerdo al Grupo Mixto de Expertos sobre los Aspectos Científicos de la Protección del Medio Marino (GESAMP), a la contaminación marina como: "la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o de energía en el medio marino, incluidos los estuarios, que produzca o pueda producir efectos nocivos tales como daños a los recursos vivos y a la vida marina, peligros para la salud humana,

obstaculización de las actividades marítimas, incluidos la pesca y otros usos legítimos del mar, deterioro de la calidad del agua del mar para su utilización y menoscabo de los lugares de esparcimiento”. Mientras que en el Artículo 1 de la Convención de Londres sobre Vertimientos en el Mar, las partes contratantes se obligan a: “tomar todas las medidas viables para impedir la contaminación del mar por el vertimiento de residuos y otros materiales que pueden crear riesgos para la salud humana, dañar los recursos vivos y la vida marina, perjudicar los esparcimientos o interferir con otros usos legítimos del mar”. En otras palabras, la definición de GESAMP se ha utilizado en todos los instrumentos jurídicos acordados internacionalmente para la prevención de la contaminación marina y la lucha contra ella.

El deterioro continuo del ecosistema marino, conlleva la pérdida de la biodiversidad, y, dadas las dimensiones, está obligando al mismo hombre a buscar políticas estratégicas para la conservación y uso sustentable de la biodiversidad, tratando de este modo, asegurar las actividades económicas que de él dependen (Toledo, 1998). Partiendo del principio de “sustentabilidad” (definido como el mantenimiento de una serie de objetivos deseados a lo largo del tiempo), el desarrollo sustentable se puede definir como el desarrollo que satisface las necesidades de la presente generación sin someter la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo), o dicho de otro modo, como mejorar la calidad de la vida humana sin rebasar la capacidad de carga de los ecosistemas que lo sustentan (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre).

El estado peruano ante la necesidad de lograr la sostenibilidad de los recursos pesqueros, la salud de los ecosistemas, protección del medio ambiente y exigencias internacionales de uso sostenible de los recursos naturales, emite en los últimos 10 años regulaciones importantes al sector pesquero de carácter ambiental, permitiendo que paulatinamente implementen tecnologías limpias la industria pesquera para cumplir con los LMP de los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado (D.S. N° 010-2008-PRODUCE), además de proyectos importantes como la aprobación del colector submarino APROFERROL (R.D N° 118-2015-ANA-DGCRH de mayo del 2015),

esperando con ello reducir significativamente el impacto ambiental en la Bahía El Ferrol.

En el mundo, es reconocido que el estudio de la diversidad biológica es elemental dentro de los planes de conservación y desarrollo de un ecosistema. Al respecto Portuguez (2012) citado en Romero et al. (2013) indican que:

En pocas décadas, la diversidad biológica ha sido reconocida a nivel nacional e internacional como un elemento fundamental para el desarrollo de planes de conservación y el uso sustentable de los recursos naturales. Por lo tanto, su conocimiento, cuantificación y análisis es fundamental para entender el mundo natural y los cambios inducidos por la actividad humana (p.3).

Los ecólogos, biólogos que estudian las especies en su ambiente, están interesados en la diversidad de especies de los hábitats que estudian. Esto se debe a que la diversidad suele ser proporcional a la estabilidad del ecosistema: cuanto mayor es la diversidad, mayor es la estabilidad. Las comunidades más estables tienen un gran número de especies que se distribuyen de manera bastante uniforme en poblaciones de buen tamaño. La contaminación a menudo reduce la diversidad al favorecer a unas pocas especies dominantes. La diversidad es, por lo tanto, un factor importante en la gestión exitosa de la conservación de especies (Briceño, 2018, parr.13).

Jost y Gonzales (2012) señalan que en la actualidad existe una gran cantidad de índices para medir la diversidad de especies, todas ellas usan formas matemáticas más o menos sencillas de medir la complejidad de un conjunto de especies, y en su mayoría estas fórmulas combinan dos elementos de la estructura que son la riqueza (número de especies) y la equitabilidad (abundancia relativa de las especies).

Moreno (2001) menciona que:

Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (diversidad alfa) y también de la tasa de cambio

en la biodiversidad entre distintas comunidades (diversidad beta), para conocer su contribución al nivel regional (diversidad gamma) y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (p.21).

Al respecto, y según el objetivo del presente trabajo que es de demostrar la perturbación del medio marino en la Bahía El Ferrol a partir de los desembarques de la industria anchovetera, que generan una influencia negativa en la diversidad de los recursos que son sustento de la pesca artesanal; por lo que se optó trabajar con los índices de diversidad alfa.

En la diversidad alfa existen dos grupos, los basados en la riqueza específica (número de especies) y los basados en la estructura de la comunidad (abundancia relativa); los que a su vez los basados en la estructura pueden clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001). Entre los más populares y difundidos en las literaturas son: La diversidad de Shannon, uniformidad de Pielou y la dominancia de Simpson.

El índice de Shannon-Wiener, expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. El valor mínimo puede ser próximo a 0 y el valor máximo, en teoría no tiene límite. Su aumento puede ser tanto por la riqueza de especies y/o aumento de la equidad de la representación de la abundancia relativa de especies (Carmona, 2013). El índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes (riqueza) y su abundancia relativa de las especies (equitabilidad).

De acuerdo a Magurran (1988) citado en Moreno (2001) el índice de Equidad de Pielou, "mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes" (p.44).

Moreno (2001) refiriéndose al Índice de Simpson, menciona que "los índices basados en la dominancia son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Toman en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del

resto de las especies” (p.41). Su valor varía de 0 a 1, cuando el valor es 0 significa diversidad infinita, y cuando es 1 significa que no hay diversidad, existiendo predominio de especies dominantes.

Medir la diversidad biológica es de importancia, porque permite alertar y dar recomendaciones en favor de la conservación de especies o áreas amenazadas.

Magurran (1988) citado en Moreno (2001) indica que: Medir la abundancia relativa de cada especie permite identificar aquellas especies que por su escasa representatividad en la comunidad son más sensibles a las perturbaciones ambientales. Además, identificar un cambio en la diversidad, ya sea en el número de especies, en la distribución de la abundancia de las especies o en la dominancia, nos alerta acerca de procesos empobrecedores (p.23).

Asimismo, en los diferentes métodos para obtener los parámetros de biodiversidad en un hábitat, Magurran (1988) citado en Hernández et al. (2009) menciona que:

Es recomendable cuantificar el número de especies y su representatividad. La principal ventaja de los índices es que resumen mucha información en un solo valor y nos permiten hacer comparaciones rápidas y sujetas a comprobación estadística entre la diversidad de distintos hábitats o la diversidad de un mismo hábitat a través del tiempo. Los valores de índices como el de Shannon-Wiener para un conjunto de muestras se distribuyen normalmente, por lo que son susceptibles de analizarse con pruebas paramétricas robustas como los análisis de varianza (p.14).

Por ello en nuestro caso, conocer y evaluar el comportamiento de los valores del índice de diversidad de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol a través del tiempo y demostrar que los volúmenes de desembarque de la flota industrial anchovetera influye o no sobre ella, es fundamental para informar y dar recomendaciones que sirvan para recuperar la riqueza faunística en la bahía.

2.2. Marco conceptual

Contaminación marina es la introducción por el hombre, directa o indirectamente, de sustancias o energía en el medio marino (incluidos los estuarios) causando efectos perjudiciales tales como daños a los recursos vivos, peligros para la salud humana, obstáculos para las actividades marinas, incluida la pesca, el deterioro de la calidad del agua del mar, y la reducción de los atractivos naturales. GESAMP citado en FAO (1996).

Efluente es el fluido acuoso, puro o con sustancias en solución o suspensión como producto de la actividad pesquera o acuícola, que es considerado como residuo (<http://www.oefa.gob.pe/wp-content/uploads/2013/02/anexo2.pdf>).

Biodiversidad significa diversidad o variedad biológica (Moreno, 2001, p.6). Refleja la cantidad, la variedad y la variabilidad de los organismos vivos. Incluye la diversidad dentro de una especie (diversidad genética), entre especies distintas (diversidad de especies) y entre ecosistemas (diversidad de ecosistemas) (<https://www.ecologistasenaccion.org/?p=6296>).

Ecosistema es un sistema biológico constituido por una comunidad de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico donde se relacionan (biotopo). Es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat (<https://lascienciassocialescimeista.blogspot.com/2017/10/los-ecosistemas.html?cv=1>).

Especie es un grupo o población natural de individuos que pueden cruzarse entre sí, pero que están aislados reproductivamente de otros grupos afines" (Mayr, 1970, p.56). Se puede utilizar las especies como unidad básica de medida de la biodiversidad" (Moreno, 2001, p.6).

Entropía es el grado de incertidumbre en la identidad de la especie a la que pertenece un individuo seleccionado al azar de la comunidad; una comunidad donde todas las especies tienen la misma abundancia tendrá

alta entropía, lo que se ha traducido como una alta diversidad (Moreno et al., 2011, p.2).

Índices de diversidad indican la riqueza (el número de especies existentes en un sistema) y, en cierta medida, la uniformidad (varianzas de la abundancia local de especies)" (FAO, 2003, P.125).

Riqueza específica es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas" (Moreno, 2001, p.26).

Abundancia relativa se refiere a la abundancia de la especie *i* dividida entre la suma total de abundancias de las *S* especies que integran la comunidad (Moreno et al., 2011, p.3).

Uniformidad y equidad son conceptos sinónimos (Moreno, 2001), mientras que, Magurran (1983) **uniformidad y equitatividad**, ambos refieren en qué medida las especies son abundantes por igual. Una alta uniformidad, se produce cuando las especies son iguales en abundancia, y a su vez indica elevada diversidad.

Veda es el acto administrativo que establece la autoridad competente por el cual se prohíbe extraer, procesar, transportar y comercializar un recurso hidrobiológico en un área determinada (D.S. N°012-2001-PE). Y luego se añade "en forma total o parcial, con la finalidad de garantizar el desove, evitar la captura de ejemplares, en menores a la permitidas, preservar y proteger el desarrollo de la biomasa, entre otros criterios" (D.S. N°008-2012-PRODUCE)

Índices de diversidad (n° de taxa x mes)

Índices de diversidad (Nats x mes)

3.3. Métodos de la investigación

Se utilizó el método de la observación, porque no manipula ninguna variable y solo describiremos el fenómeno tal y conforme se observa en la naturaleza.

3.4. Diseño o esquema de la investigación

El diseño empleado fue Ex – Posfacto - retrospectivo, dado que se evaluó la diversidad de las especies que sustentan la pesca artesanal en Bahía El Ferrol y los desembarques de la flota industrial anchovetera en muelles y/o chatas ubicadas en la Bahía El Ferrol desde el 2005 al 2015.

3.5. Población y muestra

Población

Está constituida por los registros de captura y esfuerzo pesquero de la flota artesanal de Chimbote de los años 1996 al 2015, que se encuentran en la base de datos del Sistema de Información Científico del Instituto del Mar del Perú (IMARSIS) del Laboratorio Costero de Chimbote. Además de los registros diario de desembarques de la flota industrial anchovetera en la Bahía El Ferrol, que se encuentran en folios y archivos digitales de la Dirección Regional de la Producción.

Muestra

Lo constituyen los registros de capturas de la flota artesanal de Chimbote de los años 2005 al 2015, realizadas en la Bahía El Ferrol (latitudes $09^\circ 04' 37''$ S y $09^\circ 09' 53''$ S, y longitud desde la línea de costa hasta $078^\circ 41' 24''$ W), que se encuentran en base de datos del Laboratorio Costero de Chimbote (Gráfico 5). Y de los registros diarios de desembarques en la Bahía El Ferrol de la flota industrial anchovetera proporcionados por la Dirección Regional de la Producción de los años 2005 al 2015.

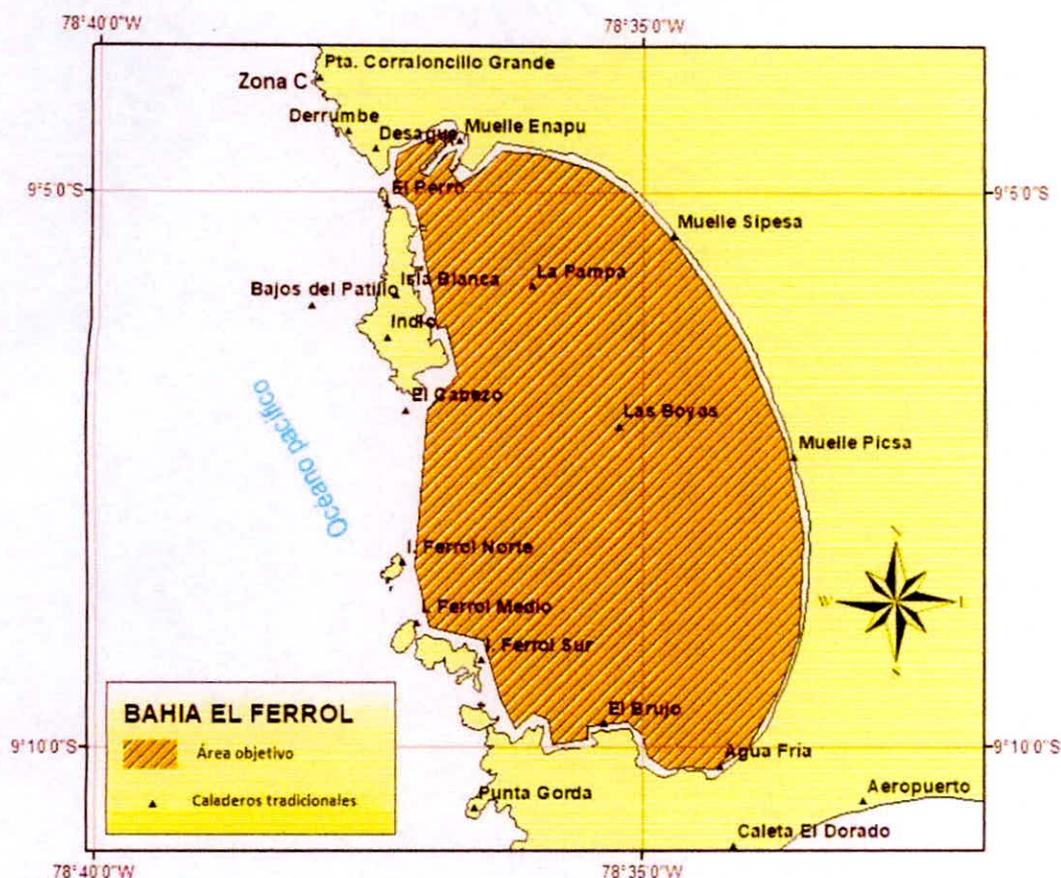


Gráfico 5. Área objetivo de estudio de capturas de especies de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 - 2015.

3.6. Actividades del proceso investigativo

Inicialmente se realizó la revisión de bibliografía relacionada con el objeto de la investigación, a fin de sustentar y clarificar la idea de investigación y también obtener información sobre estudios similares a nivel nacional e internacional, la cual sirvió para formular el problema e hipótesis y elaborar el proyecto de investigación.

Se obtuvo los datos de los desembarques de la flota industrial anchovetera y de las capturas de la pesca artesanal reportada dentro de la bahía a partir de la data sistematizada, y se procedió al proceso, consolidando la información en cuadros y se ingresó al software estadístico y ecológico.

Luego se llevó a cabo un análisis y comparación de datos a partir de las variables de interés.

3.7. Técnicas e instrumentos de la investigación

En el presente trabajo no se utilizó ninguna técnica e instrumento para la toma de datos, porque estos se obtuvieron de registros archivados en formato digital en la Sede del Laboratorio Costero del IMARPE Chimbote; por lo tanto, los datos se facilitaron a partir de estos medios. Es importante indicar que la institución emplea protocolo de recolección de datos basados en encuestas diarias y observaciones directas de acuerdo al formulario de captura y esfuerzo pesquero artesanal elaborado en 1996 (Estrella y Guevara, 1998, p.7).

Respecto a la información de desembarques de la flota industrial anchovetera, también se obtuvo a partir de registros digitales en Excel, cuyos datos provienen de las fichas de desembarque de capturas por embarcación reportadas por fábricas pesqueras ubicadas en la Bahía El Ferrol.

3.8. Procedimiento para la recolección de datos

Los registros de captura de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 al 2015, se accedieron previa autorización de la información, la información almacenada en Excel se extrajo mediante la opción de filtros de lugar de desembarque, rango de fecha y procedencia de pesca, se obtuvo la información requerida.

Los registros de desembarques diarios de la flota industrial anchovetera en el periodo 2005 al 2015, se accedieron de la base de datos almacenada en Excel; que, mediante la opción de filtros automáticos, seguido de rango de fecha, fabricas pesqueras, tipo de flota, se obtuvo la información requerida.

3.9. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos

La data de las capturas de la pesca artesanal y los volúmenes de desembarques de anchoveta de los establecimientos industriales dentro de la Bahía El Ferrol del periodo 2005 al 2015 se procesó en hoja de cálculo de Excel 2016, empleándose una computadora portátil Corel i7.

Para el cálculo de la diversidad de las especies de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, se trabajó con riqueza específica (número de especies) y la

abundancia proporcional (peso de especies), dado que no es necesario evaluar las especies en número de individuos. Como indica Margalef (1974, p.370), que pueden usarse los pesos, dado que existe una correlación positiva entre las diversidades calculadas en unas mismas muestras sobre números de individuo y sobre peso.

Para el cálculo del índice de biodiversidad se empleó el Software PAST 2.17, que trabaja en logaritmo con base e (Nats); permitiendo determinar la Riqueza específica, Índice de Diversidad Shannon – Wiener (H') (Entropía), Índice de dominancia de Simpson (D) y el Índice de Equidad de Pielou (J').

$H = -\sum_i \frac{n_i}{n} \ln \frac{n_i}{n}$	$D = \sum_i \left(\frac{n_i}{n} \right)^2$	$J = H/\ln(S)$
---	---	----------------

Dónde: n_i = Abundancia para la especie i , n = Total de todas las especies, $\ln n_i/n$ = Logaritmo natural del valor de importancia, $\ln(S)$ = Logaritmo natural de número de especies (riqueza).

Para las comparaciones estadísticas se trabajó los valores de diversidad con un retraso de medio mes, periodo en el cual los datos coincidieron con valores significativos, debido a que los efectos de las descargas industriales no eran inmediatos y mostraban los efectos a partir de los 15 días.

Los estimados de los índices de diversidad de las especies de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, fueron calculados mensualmente para conocer su fluctuación en el tiempo, en relación con los desembarques de la flota industrial anchovetera. Para ello se realizó el diagrama de dispersión para visualizar la tendencia entre las variables. La correlación de Spearman, dado que los datos no presentaron una distribución normal, para ello nos apoyamos del software IBM SPSS Statistics 23.

Además, con el propósito de conocer la variación de los valores de diversidad en periodos de veda respecto al no veda de anchoveta, y también antes y después del uso de tecnologías limpias, se aplicó la prueba de T Student apoyándonos del Software PAST 2.17.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1 Capturas acumuladas de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol

En el periodo 2005 al 2015 las capturas acumuladas de la pesca artesanal realizadas en la Bahía El Ferrol, presentaron fluctuaciones en el tiempo con una leve tendencia ascendente. En el año 2005 se presentó el volumen más bajo con 554 t (14,72%), y el más alto el año 2015 con 1 636 t (2,51%). Las capturas acumuladas mensuales presentaron valores fluctuantes de 21,6 t (mayo 2005) y 316,5 t (mayo 2015), con una media en 87 t y mostrando una curva de captura de comportamiento asimétrico positivo (2,082) (Gráfico 6).

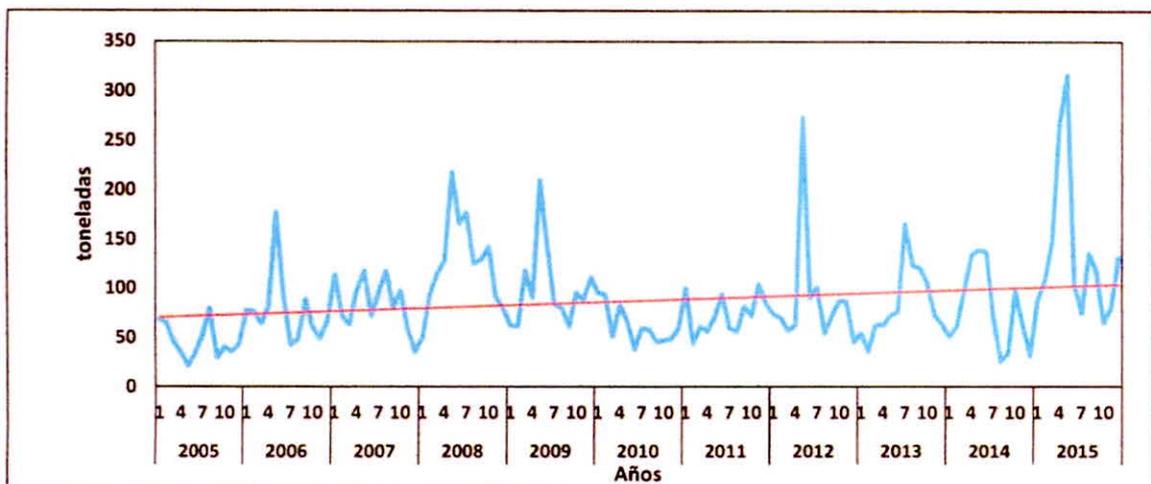


Gráfico 6. Capturas acumuladas mensuales por la flota artesanal en la Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

4.1.2 Desembarque de anchoveta de la flota industria en Bahía Ferrol

En el periodo 2005 a 2015 los desembarques de anchoveta producidas en los establecimientos industriales pesqueros ubicados dentro de la Bahía El Ferrol, presentaron fluctuaciones con una tendencia declinante. Es así que en año 2005 se presentó el volumen más alto con 1 279 997 t (14,72%), y el más bajo el año 2014 con 218 152 t (2,51%). Debido a que es una especie

reglamentada, presenta dos temporadas de pesca al año, la primera se inicia mayormente entre abril y julio, y la segunda entre noviembre a diciembre proyectándose en algunos casos hasta enero del año siguiente. En el año 2014, debido a condiciones ambientales anómalas solo se reportó desembarques en la primera temporada de pesca, que fue entre abril y agosto (Gráfico 7).

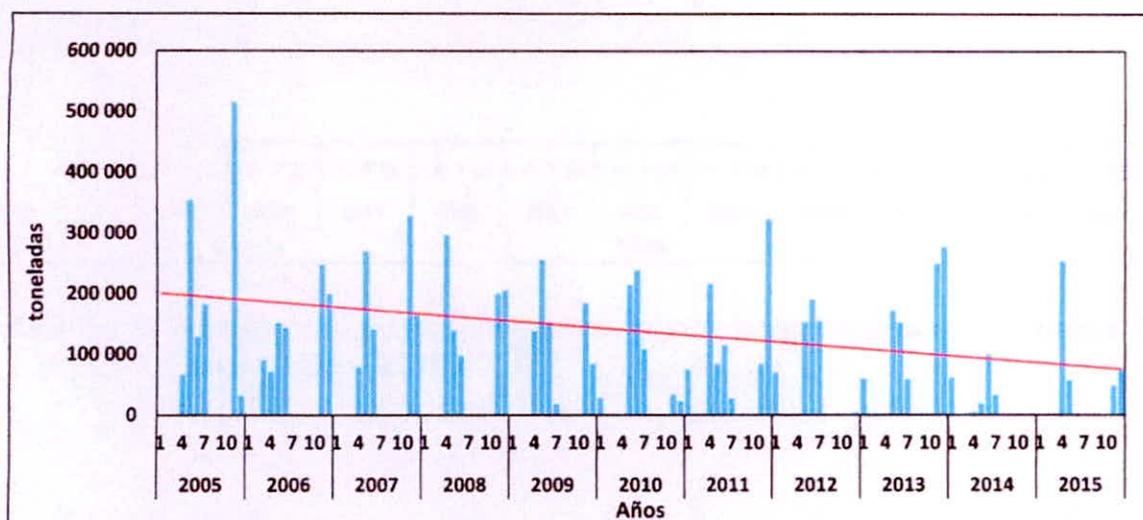
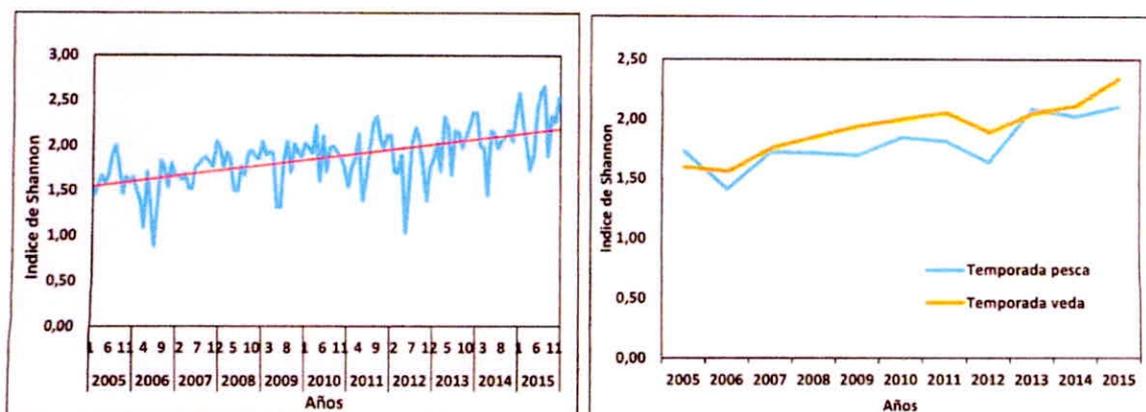


Gráfico 7. Desembarque de anchoveta (t) de la flota industrial en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

4.1.3 Riqueza específica de las especies de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol.

En el periodo 2005 a 2015 se registró un total 93 especies capturadas en la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, estando compuesta por 74 peces y 19 invertebrados. En el grupo de peces predominan los óseos seguidos de los cartilagosos con 68 y 6 especies respectivamente. En el grupo de invertebrados predominan los moluscos, seguido de los crustáceos y equinodermos con 12, 6 y 1 especies respectivamente.

El comportamiento mensual de la riqueza específica presentó fluctuaciones notorias (coef. var: 16,96%), pero con medias ascendentes durante el periodo evaluado, tal es así que en el 2006 se reportó en promedio la menor riqueza con 27 especies y en el 2015 la mayor con 40 especies (Gráfico 8).



Gráfica 9. Comportamiento histórico del índice de Shannon. a) años, b) temporadas, en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Cuadro 1. Prueba de t de student del índice de Shannon de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
								Inferior	Superior	
Índice de Shannon	Se han asumido varianzas iguales	1,981	,162	-2,570	130	,011	-,13686	,05325	-,24221	-,03152
	No se han asumido varianzas iguales			-2,551	122,135	,012	-,13686	,05365	-,24306	-,03066

4.1.4.2 Comparación del índice de Equidad en temporada de pesca y veda de anchoveta.

Las estimaciones mensuales del Índice de Equidad (J') en el periodo evaluado, presentaron valores fluctuantes con tendencias ascendentes durante los años (Gráfico 10a). Los valores promedios mensuales por años muestran índices superiores en temporada de veda ($J'=0,56$) que en temporada de pesca ($J'=0,52$) (Gráfico 10b).

Las estimaciones mensuales del índice de Equidad (J') en temporada de pesca y veda cumplieron los supuestos de normalidad de kolmogorov ($p=0,200$) y de igualdad de varianza de Levene ($L=0,073$), por lo que al realizar la prueba de t de studen, nos arrojó muy poca probabilidad de que los datos se asemejen,

es decir que existen diferencias significativas ($p=0,011$) entre las medias del índice de Equidad en temporada de pesca y temporada de veda (Cuadro 2).

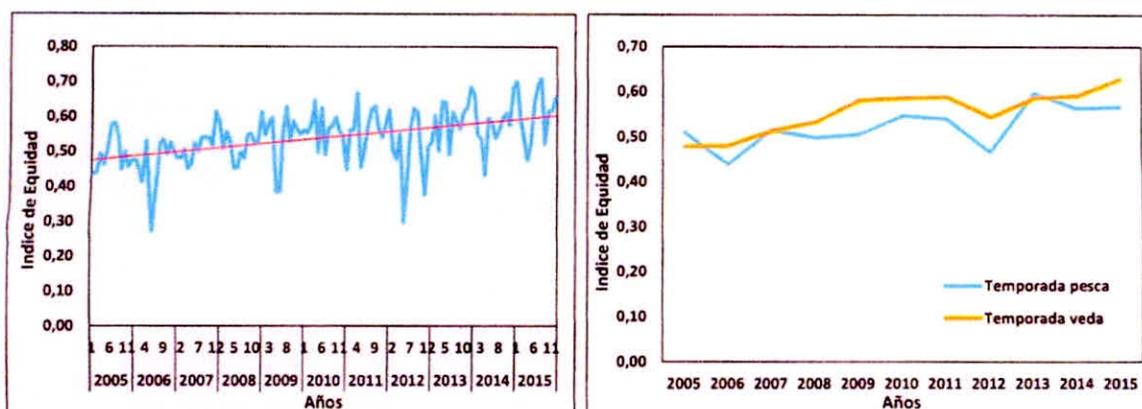


Gráfico 10. Comportamiento histórico del índice de Equidad. a) años, b) temporadas, en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Cuadro 2. Prueba de t de Student del índice de Equidad de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
Índice de Equidad	Se han asumido varianzas iguales	3,260	,073	-2,593	130	,011	-.03428	,01322	-.06043	-.00813
	No se han asumido varianzas iguales			-2,562	115,408	,012	-.03428	,01338	-.06078	-.00777

4.1.4.3 Comparación del índice de Dominancia en temporada de pesca y veda de anchoveta.

Las estimaciones mensuales del Índice de Dominancia de Simpson (D) en el periodo evaluado, presentaron valores fluctuantes con tendencias declinantes durante los años (Gráfico 11a). Los valores promedios mensuales

por años muestran índices superiores en temporada de pesca ($D=0,27$) que en temporada de veda ($D=0,22$) (Gráfico 11b).

En este caso las estimaciones mensuales del índice (D) en temporada de pesca y veda no cumplieron los supuestos de normalidad de Kolmogorov ($p=0,01$) y de igualdad de varianza de Levene ($L=0,02$), por lo que al realizar la prueba de U de Mann-Whitney, nos arrojó muy poca probabilidad de que los datos se asemejen, es decir que existen diferencias significativas ($p=0,014$) entre las medias del índice de Dominancia en temporada de pesca y temporada de veda (Cuadro 3).

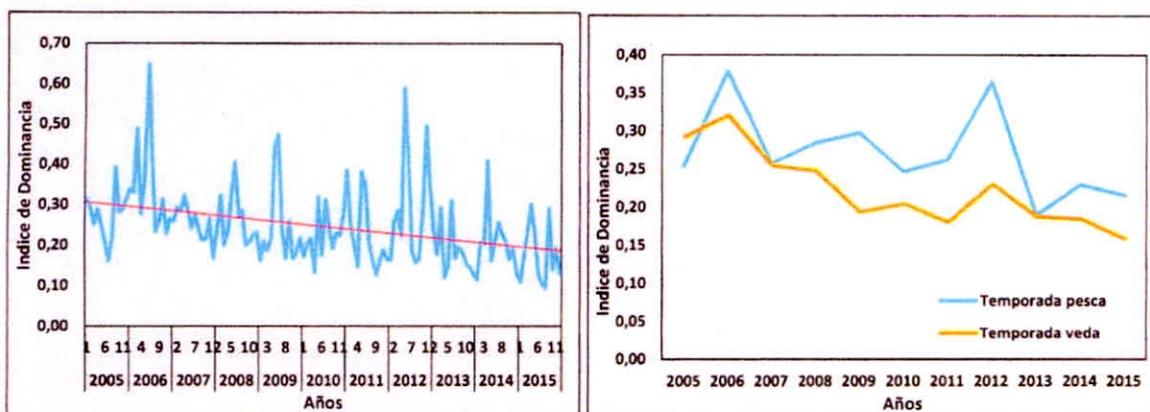


Gráfico 11. Comportamiento histórico del índice de Dominancia de Simpson. a) años, b) temporadas, en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Cuadro 3. Prueba de U de Mann-Whitney del índice de Dominancia de Simpson de las especies de la pesca artesanal durante temporadas de pesca y veda de anchoveta de la flota industrial en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.

Estadísticos de contraste ^a	
	Dominance de Simpson
U de Mann-Whitney	1636,500
W de Wilcoxon	4051,500
Z	-2,447
Sig. asintót. (bilateral)	,014

a. Variable de agrupación: TEMPORADA

4.1.5 Estructura especiológica con alto índice de Shannon y Dominancia

4.1.5.1 Estructura especiológica en meses con alto índice de Shannon

Los valores más altos de índice de Shannon (H'), se produjeron mayormente en los meses de veda de anchoveta, es decir en meses donde no se reportaron descargas de anchoveta de la flota industrial. Los meses con alto índice de Shannon se reportaron en agosto 2015 ($H'=2,655$), julio 2015 ($H'=2,599$), enero 2015 ($H'=2,589$), junio 2015 ($H'=2,420$), diciembre 2014 ($H'=2,364$), octubre 2015 ($H'=2,334$), setiembre 2011 ($H'=2,329$) y abril 2013 ($H'=2,325$), momentos en los que las especies presentaron una estructura con mayor uniformidad o equidad ($J'=0,666$ promedio), y una alta riqueza específica (40 especies en promedio), siendo las especies relevantes pejerrey, machete, anchoveta, mojarrilla, coco, lorna, bonito, caracol, lisa, cachema y ancoco entre los más importantes (Gráficos 12 y 13).

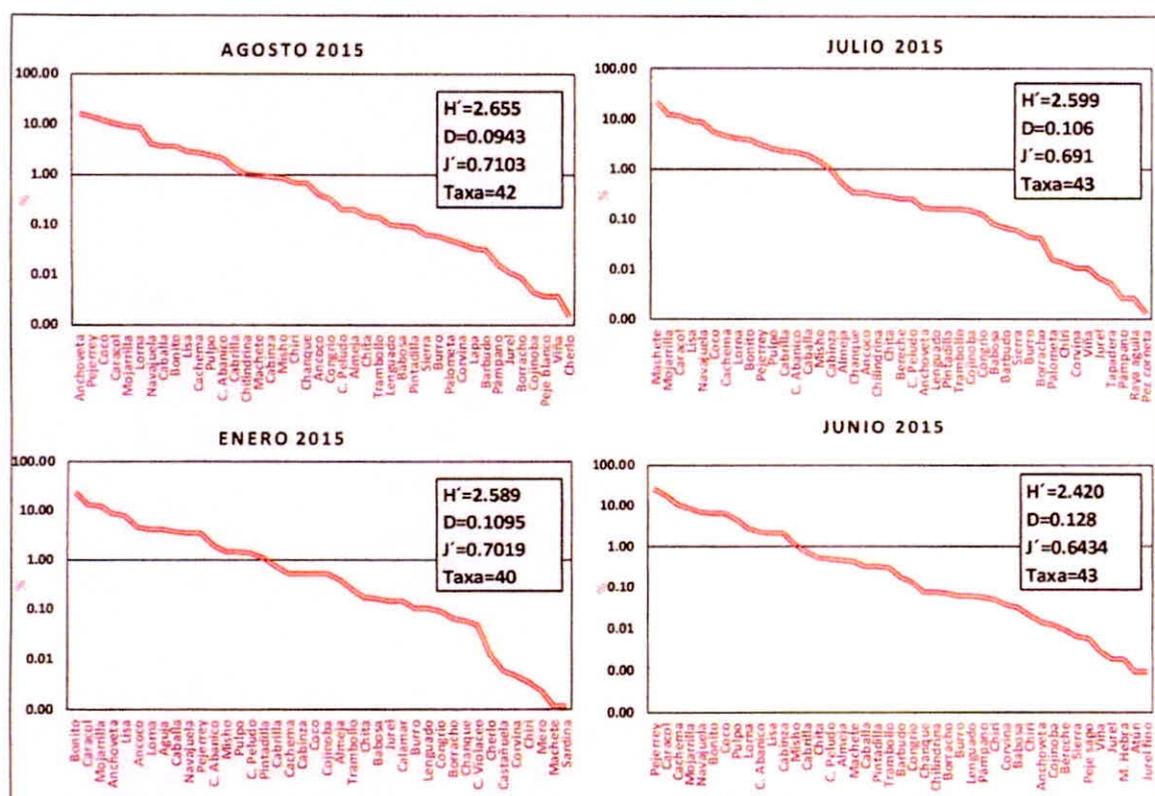


Gráfico 12. Estructura especiologica en meses con alto índice de Shannon. a) agosto 2015, b) julio 2015, c) enero 2015 y d) junio 2015, en Bahía El Ferrol.

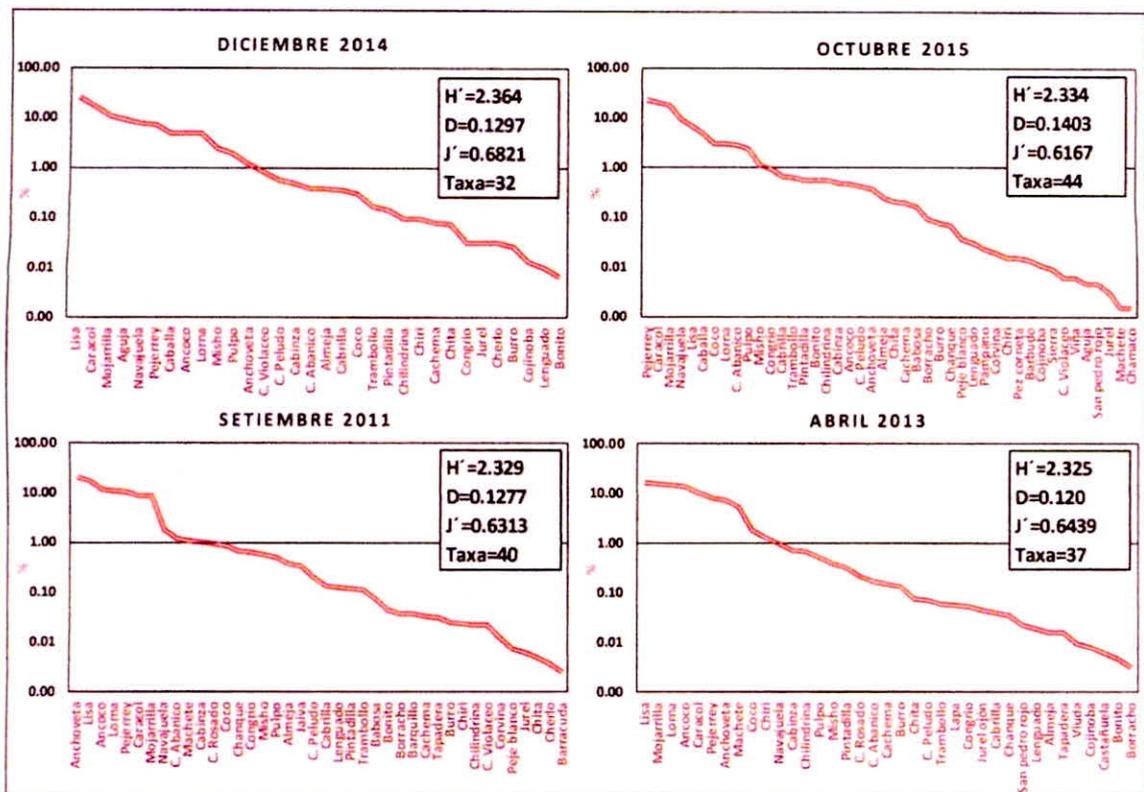


Gráfico 13. Estructura especiologica en meses con alto índice de Shannon. a) diciembre 2014, b) octubre 2015, c) setiembre 2011 y d) abril 2013, en Bahía El Ferrol.

4.1.5.2 Estructura especiológica en meses con alto índice de Dominancia

Los valores más altos de índice de Dominancia (D), se produjeron en su mayoría en los meses de altos desembarques de anchoveta de la flota industrial, como es el caso de junio 2006 (D=0,6476), mayo 2012 (D=0,5902), noviembre 2012 (D=0,4959), marzo 2006 (D=0,4885), junio 2009 (D=0,4760), mayo 2009 (D=0,4453), abril 2014 (D=0,4102) y junio 2012 (D=0,4090), meses en que la estructura especiológica presentó una menor entropía ($H' = 1,248$ promedio), y una baja riqueza específica (29 especies en promedio), donde las especies más abundantes y predominantes en las capturas dentro de la Bahía El Ferrol fueron el pejerrey, seguido machete y la lisa (Gráficos 14 y 15).

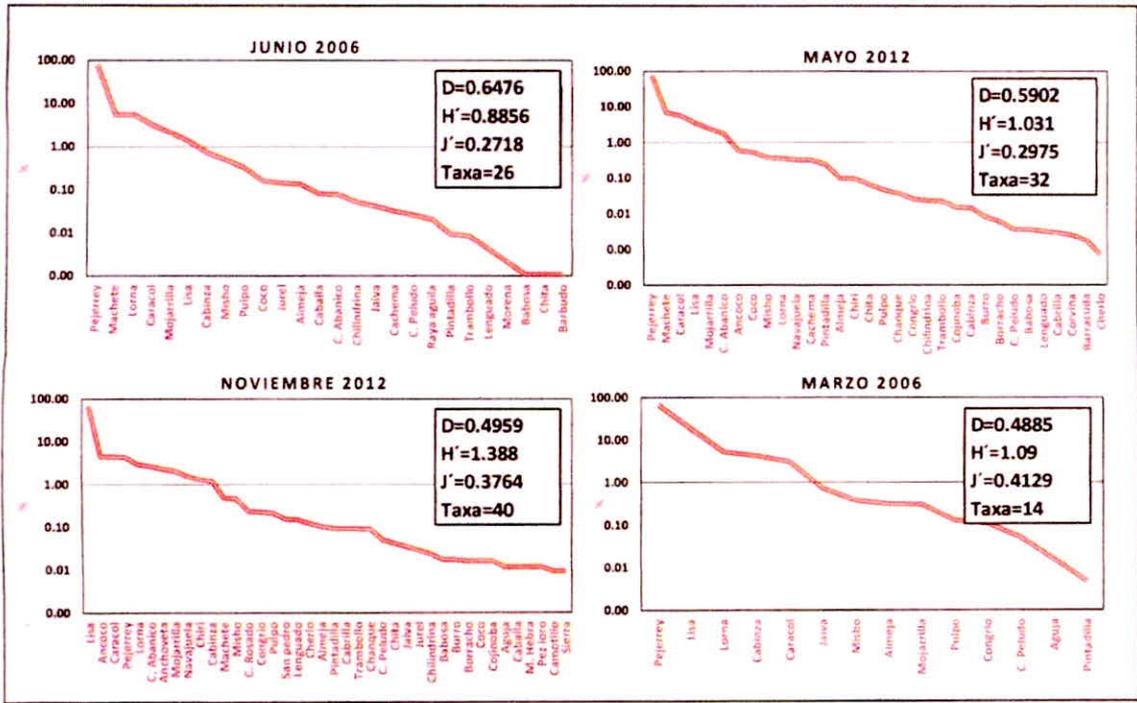


Gráfico 14. Estructura especiologica en meses con alto índice de Dominancia. a) junio 2006, b) mayo 2012, c) noviembre 2012 y d) marzo 2006, en Bahía El Ferrol.

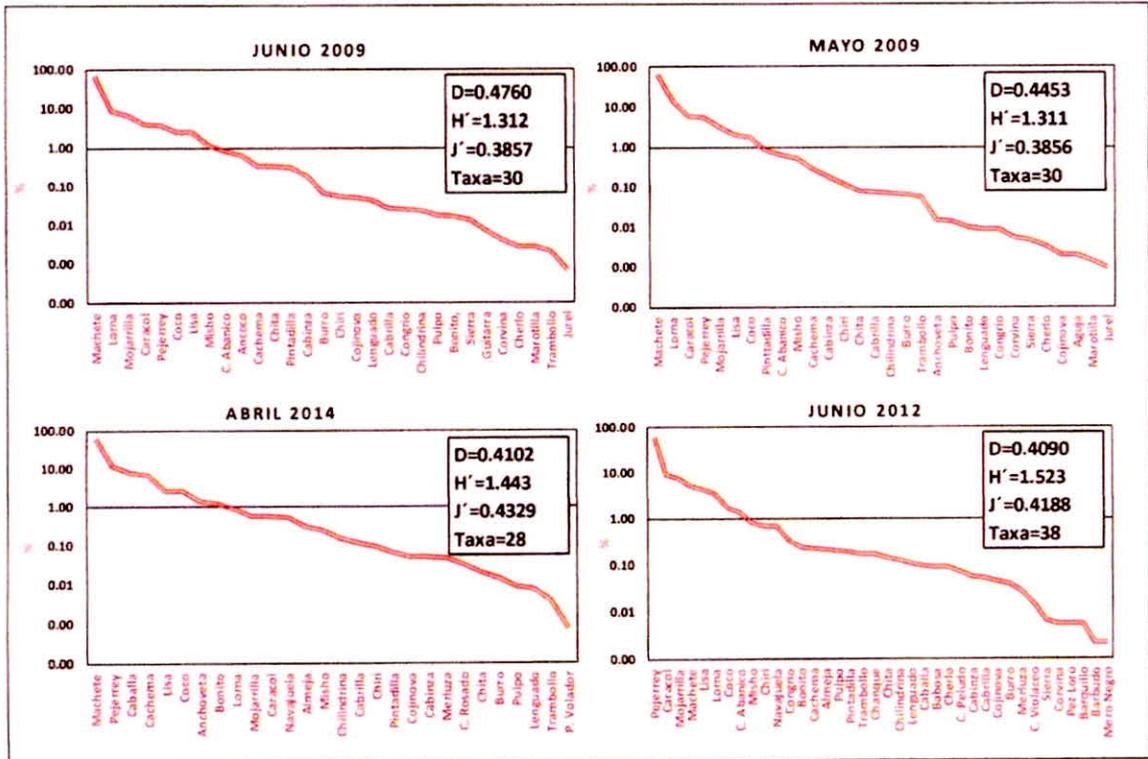


Gráfico 15. Estructura especiologica en meses con alto índice de Dominancia. a) junio 2009, b) mayo 2009, c) abril 2014 y d) junio 2012, en Bahía El Ferrol.

4.1.6 Desembarques mensuales de anchoveta y su relación con los índices de diversidad de especies de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol.

4.1.6.1 Correlación de Spearman (rho) entre desembarques e Índice de Shannon

Los desembarques mensuales de anchoveta de la flota industrial y su relación con los índices de diversidad de Shannon de las especies de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015 se determinó por medio la prueba de Correlación de Spearman, debido a que la variable desembarque de anchoveta no cumplió el supuesto de normalidad de kolmogorov ($p=0,00$). Los resultados de esta prueba (Spearman) se vieron soportadas estadísticamente que si existe una correlación inversa ($p=0,025$ y $\rho=-0,195$) entre los desembarques de anchoveta y los valores de índice de Shannon, es decir mientras mayores fueron los volúmenes de anchoveta desembarcadas en los establecimientos pesqueros dentro de la bahía, menores fueron los valores del Índice de diversidad (H') de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol (Cuadro 4 y Gráfico 16).

Cuadro 4. Prueba de Correlación de Spearman entre los desembarques de anchoveta de la flota industrial y su relación con los índices de diversidad de Shannon de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.

			anchoveta (ton)	Shannon
Rho de Spearman	anchoveta (ton)	Coefficiente de correlación	1,000	-,195*
		Sig. (bilateral)		,025
		N	132	132
Shannon	Shannon	Coefficiente de correlación	-,195*	1,000
		Sig. (bilateral)	,025	
		N	132	132

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

Cuadro 5. Prueba de Correlación de Spearman entre los desembarques de anchoveta de la flota industrial y su relación con los índices de Dominancia de Simpson de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol en el periodo 2005 – 2015.

			anchoveta (ton)	Dominance
Rho de Spearman	anchoveta (ton)	Coeficiente de correlación	1,000	,182*
		Sig. (bilateral)		,036
		N	132	132
Dominance	Dominance	Coeficiente de correlación	,182*	1,000
		Sig. (bilateral)	,036	
		N	132	132

*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

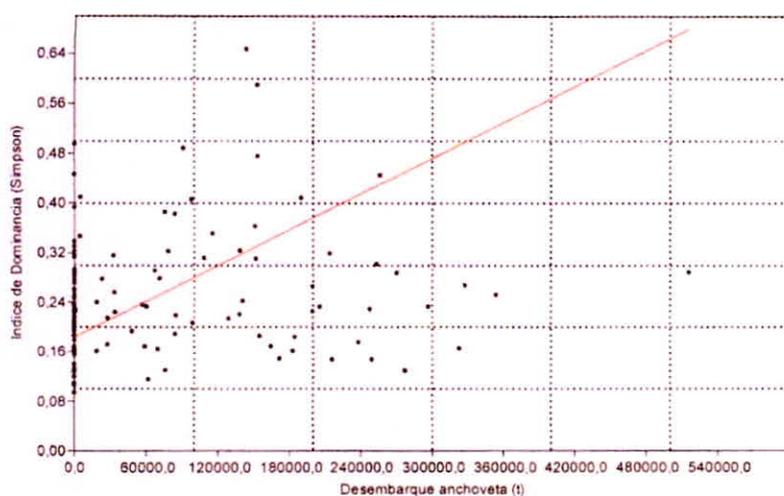


Gráfico 17. Relación de los valores del índice de Dominancia de Simpson con los volúmenes de desembarques de anchoveta durante el periodo 2005 – 2015, Bahía El Ferrol.

4.1.7 Comparación de los valores de índice de diversidad entre los periodos 2005-2010 y 2011-2015.

4.1.7.1 Comparación de los valores del índice de Shannon entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.

Los promedios mensuales del índice de Shannon en los periodos comparados mostraron valores superiores en el periodo 2011-2015 ($H' = 2,01$) que en el periodo 2005-2010 ($H' = 1,73$) (Gráfico 18).

Las estimaciones mensuales del índice de diversidad (H') en los periodos comparados cumplieron los supuestos de normalidad de Kolmogorov ($p = 0,200$) y de igualdad de varianzas de Levene ($L = 0,063$), por lo que al realizar la prueba de T Student, nos arrojó muy poca probabilidad que los periodos comparados se asemejen, es decir que existen diferencias significativas ($p = 0,000$) entre las medias del índice de Shannon en los periodos 2005-2010 y 2011-2015 (Cuadro 6).

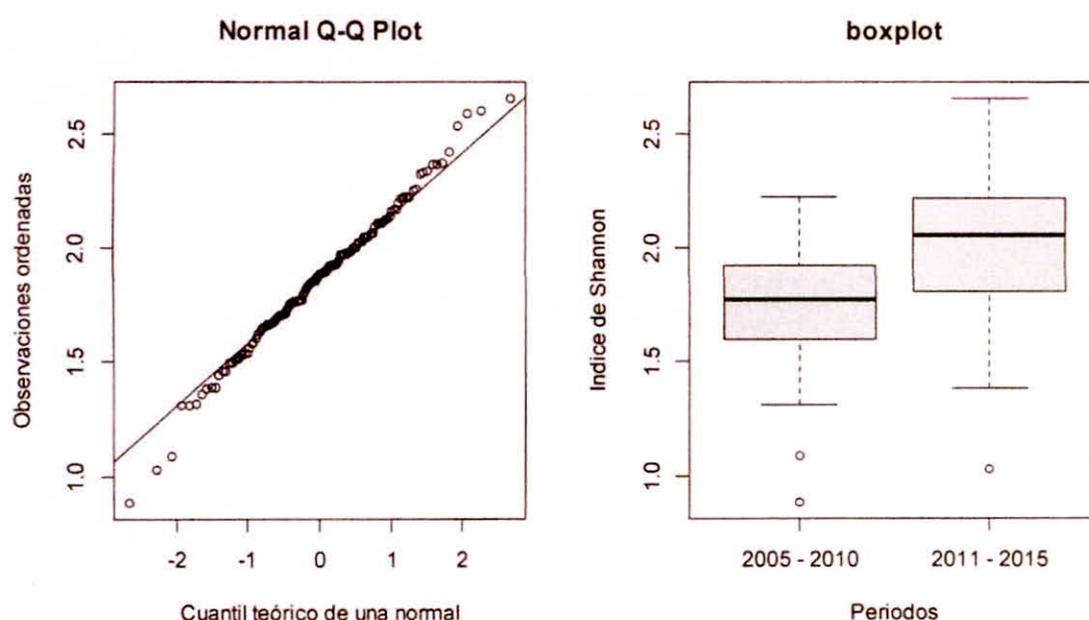


Gráfico 18. Comparación de los valores del índice de Shannon entre los periodos 2005-2010 y 2011-2015.

Cuadro 6. Prueba de t de student de los valores del índice de Shannon entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error tip. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Shannon	Se han asumido varianzas iguales	3,510	,063	-5,603	130	,000	-,27535	,04914	-,37257	-,17813
	No se han asumido varianzas iguales			-5,464	108,000	,000	-,27535	,05040	-,37524	-,17545

4.1.7.2 Comparación de los valores del índice de Dominancia entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.

Los promedios mensuales del índice de Dominancia de Simpson en los periodos comparados mostraron valores superiores en el periodo 2005-2010 ($D=0,26$) que en el periodo 2011-2015 ($D=0,22$) (Gráfico 19).

Las estimaciones mensuales del índice de Dominancia en los periodos comparados, no cumplieron los supuestos de normalidad de kolmogorov ($p=0,001$), por lo que al realizar la prueba de U de Mann-Whitney, nos arrojó muy poca probabilidad que los periodos comparados se asemejen, es decir que existen diferencias significativas ($p=0,000$) entre las medias del índice de Dominancia en los periodos 2005-2010 y 2011-2015 (Cuadro 7).

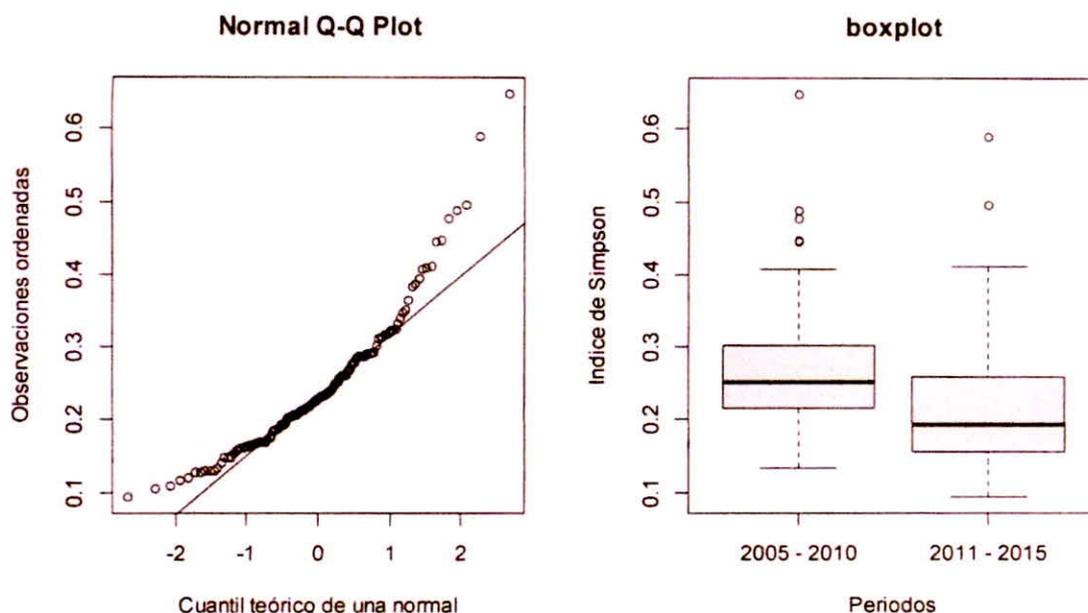


Gráfico 19. Comparación de los valores del índice de Dominancia de Simpson entre los periodos 2005-2010 y 2011-2015.

Cuadro 7. Prueba de U de Mann-Whitney de los valores del índice de Dominancia de Simpson entre los periodos 2005 – 2010 y 2011 – 2015.

Estadísticos de contraste ^a	
	Dominance
U de Mann-Whitney	1275,500
W de Wilcoxon	3105,500
Z	-4,042
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a. Variable de agrupación: RANGO AÑOS

4.2 DISCUSIÓN

Son escasos los trabajos de investigación sobre índices de diversidad biológica asociada a especies de ecosistema marino y mucho menos de especies icticas en bahías, ensenadas o mar abierto, lo que constituye un vacío de información. Lo cual concuerda con otros trabajos realizados en centro américa, donde Osorto et al. (2017) al comparar dos comunidades biológicas marinos costeras, encontró escasa información al respecto.

Los resultados encontrados, confirman la hipótesis central de la investigación que establece que existe evidencias que, durante las diferentes fases de producción a partir de la anchoveta desembarcada en Chimbote, influye negativamente en los valores del índice de diversidad de especies que son el sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol, mientras que en temporada de veda de anchoveta estos valores se incrementan. Concordando con el informe del MINAN (2011), que indica, que durante las épocas de veda de la pesca de anchoveta el agua marina mejoraba significativamente su calidad y su diversidad biológica, cambiando este proceso abruptamente a partir del levantamiento de la veda y producción de las fábricas pesqueras.

Los valores obtenidos de índice de diversidad en el periodo de estudio, mostró una clara diferencia entre las observaciones en temporada de pesca y veda de anchoveta. Si bien muchos investigadores han concluido que la Bahía El Ferrol presenta serios signos de deterioro debido a los efectos de la contaminación, sin embargo, son escasos los trabajos para conocer las perturbaciones del ambiente marino mediante los índices de diversidad, y los pocos trabajos de investigación existentes se basan en comunidades bentónicas (IMARPE 2009, Tresierra et al. 2007, Orozco et al. 1996 y Romero 1990). Al respecto Carbajal (1998) citado en Tresierra et al. (2007), indica que el efecto de la contaminación se puede estimar mediante los cambios de la estructura de la comunidad bentónica, que tipifican a comunidades perturbadas, así como también indica Hawkes (1980) citado en Cáceres (2016) que el bentos es un buen reflejo de la calidad del agua debido a su permanencia relativamente larga en el sustrato y a la diferente sensibilidad de sus especies; sin embargo en el presente trabajo se consideró especies bentónicas, demersales y costeras que son obtenidas de la pesca artesanal.

La serie de tiempo de las capturas acumuladas de la pesca artesanal producidas dentro de la bahía, y los desembarques industriales de anchoveta en los muelles, chatas y establecimientos industriales de harina y aceite de pescado en Chimbote presentaron comportamientos con tendencia opuestas, es decir una leve tendencia ascendente de las capturas artesanales mientras que las descargas industriales una leve tendencia declinante (Gráficos 6 y 7), lo que podría asumirse que los recursos pesqueros artesanales están mostrando en el tiempo una paulatina mejora en abundancia dentro de la bahía; mientras que, el declive de la anchoveta probablemente se deba a reglamentaciones de manejo pesquero (cuotas de pesca). Asimismo, es probable que las regulaciones de las entidades estatales al sector pesquero con la finalidad de lograr la sostenibilidad de los recursos pesqueros (D.S.N° 020-2007-PRODUCE) y la paulatina implementación de tecnologías limpias (D.S. N° 010-2008-PRODUCE) en la industria pesquera para cumplir con los LMP de los efluentes de la industria de harina y aceite de pescado, haya influido en esta mejora; concordando con lo reportado por IMARPE en donde los valores promedio máximos de DBO obtenidos en la bahía de los años del 2013 al 2015 disminuyeron alrededor del 76,22% respecto a los años 2005 al 2012 (Gráfico 3).

La riqueza de las especies encontradas en la bahía en el periodo 2005 – 2015 estuvo constituida por 93 especies entre peces e invertebrados, resultado que concuerda con los trabajos realizados por Tresierra et al. (2007) donde encontró un total de 96 especies en el periodo 2001 - 2005. La serie de tiempo mensual de la riqueza específica en dicho periodo (2005-2015) muestra variabilidad (coef. var: 16,96%) con leve tendencia ascendente (Gráfico 8), de lo que también podría asumirse que los recursos pesqueros artesanales están mostrando en el tiempo una paulatina mejora en la riqueza específica dentro de la bahía.

El comportamiento del índice de diversidad de Shannon (H') en el periodo de estudio presentó fluctuaciones notorias, con tendencia ascendente en el tiempo, es así que el valor más alto de diversidad se produjo en agosto 2015 ($H' = 2,655$) y el más bajo en junio 2006 ($H' = 0,8856$), correspondiente a meses de veda y pesca industrial respectivamente. Además, los resultados obtenidos de diversidad de las especies que son el sustento de la pesca artesanal en la

Bahía El Ferrol en temporadas de veda y pesca de anchoveta industrial, muestran claramente que existió diferencia estadísticamente significativa ($p=0,011$) al comparar ambos periodos. Evidenciándose que, las actividades industriales a partir de los desembarques de anchoveta generaron cierto caos en la estructura especiológica de los recursos de la pesca artesanal en la bahía, con una menor entropía en las temporadas de pesca de anchoveta; concordando con el informe del MINAN (2011), que indica, que existe diferencia en la diversidad biológica de los recursos de la pesca artesanal durante las épocas de veda y pesca de anchoveta.

Los valores promedios mensuales del índice de diversidad de Shannon en temporada de veda ($H'=1,92$) y temporada de pesca de anchoveta ($H'=1,80$) fueron relativamente bajos, en comparación a estudios realizado de diversidad icticas en el Golfo de Nicoya, Costa Rica, en tres áreas de manglar el Índice de diversidad de Shannon fluctuó entre 2,39 y 3,18 (en número) y 2,08 y 2,86 (biomasa), valores que indican que las poblaciones de peces no se ven afectadas negativamente por la contaminación ambiental en la costa del golfo (Rodrigo et al. 1994).

En los meses de agosto 2015 ($H'=2,655$), julio 2015 ($H'=2,599$), enero 2015 ($H'=2,589$), junio 2015 ($H'=2,420$), diciembre 2014 ($H'=2,364$), octubre 2015 ($H'=2,334$), setiembre 2011 ($H'=2,329$) y abril 2013 ($H'=2,325$), se reportaron los valores más altos de Shannon en el periodo de estudio, coincidiendo estos picos con épocas de no actividad de las empresas pesqueras, por veda de la pesca de anchoveta. Donde la estructura especiológica presentó una mayor equidad ($J'=0,666$ promedio), representadas por especies como pejerrey, machete, anchoveta, mojarrilla, coco, lorna, bonito, caracol, lisa, cachema y ancoco de un total de 40 especies en promedio. Al respecto no existen estudios similares en el Perú para poder comparar los resultados. Sin embargo, existen trabajos para conocer la estructura del macrobentos en áreas críticas (contaminadas) del litoral peruano entre ellos Chimbote, y conocer el grado o nivel de perturbación al ser comparadas con área equivalente no contaminadas como indico Romero (1990) citado en Sánchez et al. (1996), señalando que el subministro de nutriente y materia orgánica proveniente de los efluentes domésticos e industriales causan

daño al subsistema béntico y afecta indirectamente a los recursos hidrobiológicos de importancia comercial.

Similar comportamiento al índice de Shannon fue el índice de equidad de Pieluo (J'), en el que al comparar ambos periodos presentó diferencias significativas ($p=0,011$) entre los valores del índice en temporada de pesca y veda. Además, se observó una notoria tendencia ascendente de la equitatividad en el tiempo para ambos periodos con un valor mínimo en junio 2006 ($J'= 0,2718$) y máximo en agosto 2015 ($J'= 0,7103$); en la cual, el valor cercano a 1 indicaría situaciones de uniformidad y todas las especies tienden a ser igualmente abundantes. En tal sentido, Moreno (2001) nos recuerda que:

El objetivo de medir la diversidad biológica es, además de aportar conocimientos a la teoría ecológica, contar con parámetros que nos permitan tomar decisiones o emitir recomendaciones en favor de la conservación de taxa o áreas amenazadas, o monitorear el efecto de las perturbaciones en el ambiente (p.23).

El comportamiento del índice de Simpson (D) en el periodo de estudio presentó fluctuaciones notorias, con cierta tendencia declinante en el tiempo, es así que el valor más alto de dominancia se produjo en junio 2006 ($D= 0,6476$) y el más bajo en agosto 2015 ($D= 0,0943$), correspondiente a meses de actividad y no actividad industrial respectivamente. Los resultados obtenidos del índice de dominancia de Simpson (D) en temporadas de veda y pesca de anchoveta industrial, muestran claramente que existió diferencia estadísticamente significativa ($p=0,014$) al comparar las medias de ambos periodos. Es decir, que las actividades industriales a partir de los desembarques de anchoveta generaron alteración en la estructura especiológica de los recursos de la pesca artesanal en la bahía, resaltando la dominancia de unas cuantas especies tolerantes o resistentes a las condiciones alteradas del medio marino. Es decir, es inverso al índice de diversidad de Shannon, en el que los valores altos de diversidad reflejan ambientes estables sin perturbación. Como menciona Margalef (1983), que la diversidad es baja en las aguas contaminadas debido a la eliminación de las especies menos resistentes.

si generaron alteración del medio marino, debido a varias causas entre ellas el inadecuado aprovechamiento de la materia prima por la industria (agua de bombeo, con alta carga de materia orgánica, aceites y grasas), operaciones de carga y descarga de combustible, circulación de más de 1500 embarcaciones, fondeaderos y faenas de limpieza dentro de la bahía (MINAN, 2011). Por ello, al correlacionar los desembarques mensuales de anchoveta con los valores del índice de Shannon, nos arrojó la existencia de una correlación inversa ($p=0,025$ y $\rho=-0,195$), es decir mientras más volúmenes de anchoveta desembarcadas en los establecimientos pesqueros dentro de la bahía, menos fueron los valores de diversidad de Shannon (menor entropía) de las especies que son sustento de la pesca artesanal en la Bahía El Ferrol. Caso contrario al correlacionar los desembarques de anchoveta con el índice de dominancia de Simpson, nos arrojó la existencia de una correlación directa ($p=0,036$ y $\rho=0,182$) entre los desembarques de anchoveta y los valores de Dominancia.

Orozco et al. 1996, menciona que la Bahía El Ferrol posee una configuración semi cerrada, con ingreso por el sur de aguas frías de afloramiento y flujos débiles por el norte, hace que las aguas de mezcla sean aglutinadas hacia el centro de la bahía. Y los trabajos realizados por Sánchez et al. 1994, Orozco et al. 1996, Jacinto et al. 1997, Enríquez et al. 1998, Guzmán et al. 2002, García et al. 2005, 2006 y 2012, demuestran que las condiciones de estrés ambiental no han mejorado considerablemente. Sin embargo, García et al. 2012 menciona que cuando la actividad pesquera es mínima o nula, se produce un restablecimiento parcial del equilibrio de las condiciones físicas, químicas y microbiológicas de la columna de agua, en el caso contrario cuando la actividad pesquera es máxima se produce inestabilidad en el medio marino, generando estrés ambiental, donde la capacidad de asimilación y resiliencia se sobrecarga y no permite equilibrar las variables ambientales. Todo esto concuerda con el comportamiento de los índices de Shannon, Pielou y Simpson encontrados en el presente trabajo.

Se sabe, que durante el periodo del 2005 al 2015 se emitieron regulaciones importantes al sector pesquero de carácter ambiental (D.S. N° 010-2008-PRODUCE y R.D N° 118-2015-ANA-DGCRH de mayo del 2015), lo que obligó la paulatina implementación de tecnologías limpias en la industria pesquera la

que se vio reflejada en la mejora del ecosistema en la Bahía El Ferrol, lo cual se pudo corroborar en los índices de diversidad. Es así, que al comparar el índice de Shannon del periodo 2005-2010 con el periodo 2011-2015 con la prueba de t de student, nos arrojó diferencias significativas ($p=0,000$), mostraron valores superiores en el periodo 2011-2015 ($H'=2,01$) que en el periodo 2005-2010 ($H'=1,73$). Caso contrario, el índice de Simpson al compararlo con dichos periodos con la prueba de U de Mann-Whitney, nos arrojó también diferencias significativas ($p=0,000$), mostraron valores superiores en el periodo 2005-2010 ($D=0,26$) que en el periodo 2011-2015 ($D=0,22$), de lo que podría asumirse que los recursos pesqueros artesanales están mostrando en el tiempo una paulatina mejora en abundancia y equidad dentro de la bahía, como consecuencia de implementación de tecnologías limpias de la industria pesquera en los últimos años, lo cual se vio reflejado en la disminución de la DBO del 2013 al 2015 (Gráfico 3), y paulatina disminución del volumen de agua de bombeo vertidos a la bahía desde el 2005 (Gráfico 4).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- ✓ Las actividades industriales de transformación de la anchoveta en la Bahía El Ferrol influyeron negativamente en la riqueza específica e índices de equidad en el periodo de estudio; sin embargo, en los últimos 5 años se observa mejoras en la abundancia de las especies de la pesca artesanal y con mayor entropía.
- ✓ Las especies con mayores valores de dominancia en la bahía durante las temporadas de pesca de anchoveta fueron el pejerrey, el machete y la lisa con abundancias que fluctuaron entre 61,90% y 79,99%.
- ✓ La tendencia ascendente de la riqueza específica, capturas y valores de equidad en el periodo 2005-2015, indicaría que los recursos pesqueros están mostrando en el tiempo una paulatina mejora en abundancia con mayor entropía dentro de la Bahía El Ferrol.

5.2. RECOMENDACIONES

Sería recomendable en el futuro continuar con trabajos similares en la Bahía El Ferrol, el cual sería útil para estudios comparativos posteriores o estudios de evolución del ecosistema.

Sería importante realizar trabajos similares en otros lugares donde exista influencia de la actividad industrial anchovetera, caso Isla Santa o bahía Coishco, con la finalidad de estar informado, y si es el caso alertar o dar recomendaciones que sirva para recuperar la riqueza faunística en áreas perturbadas, contribuyendo así con la sostenibilidad de los recursos pesqueros artesanales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alva, J. (2009). Calidad de recepción de materia prima y aumento de eficiencia en recuperación de aceite a partir del agua de bombeo en una planta pesquera. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. PUCP. 2009. Recuperado de: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/375>
- Bazán, F. (2003). Historia de Chimbote. Editorial San Marcos. Lima Perú 2003.
- Bejarano, P. (2017). El análisis del problema ambiental pesquero en el ámbito de la afectación de los derechos difusos de la población de Chimbote. Tesis para optar el grado de maestro en derecho civil empresarial. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo – Perú. Recuperado de: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3506/1/RE_MAESTRIA_DER_PATRICIA.BEJARANO_PROBLEMA.AMBIENTAL_DATOS.pdf
- Briceño, K. (2018). Índice de Simpson: Definición, Fórmula, Interpretación y Ejemplo. Artículo. Recuperado de: <https://www.lifeder.com/indice-simpson/#Interpretacion>
- Cabrera, F. (2002). Estudio de la contaminación de las aguas costeras en la Bahía de Chancay: Propuesta de recuperación. Tesis para optar el grado de Magister en Geografía. UNMS. 2002. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/ingenie/cabrera_c_c/t_completo.pdf
- Cáceres, S. (2016). Biodiversidad estacional del macrozoobentos mesolitoral de fondos blandos en la playa de Salaverry, La Libertad – Perú. Tesis para obtener El título de Biólogo Pesquero. En la Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de: <http://biblioimarpe.imarpe.gob.pe:8080/bitstream/handle/123456789/3056/CACERES%20LESCANO.pdf?sequence=1>
- Carmona, V. & Carmona, T. (2013). La diversidad de los análisis de diversidad [The Diversity of Diversity Analyses]" (2013). Biology Faculty Works. 28. Recuperado de: https://digitalcommons.lmu.edu/bio_fac/28/

- Centurión, I., Ganoza, E. & Torres, M. (2007). Propuesta de mejora en el control de efluentes de una planta pesquera. Maestría en operaciones logísticas. UPC. 2007. Recuperado de: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/273764/2/ICenturi%C3%B3n.pdf>
- Estrella, C. & Guevara, R. (1998). Informe estadístico anual de los recursos hidrobiológicos de la pesca artesanal por especies, artes, caletas y meses durante 1996. Inf. Inst. Mar del Perú. 131: 221p.
- Enríquez, E., Orozco, R., Castillo, S., Fernández, E., Sánchez, S., Morón, O. & Córdova, J. (1998). Estado del ecosistema marino de las bahías El Ferrol y Samanco afectado por vertidos orgánicos, Chimbote. Junio 1997. Inf. Prog. Inst. Mar Perú.
- FAO. (1996). Recursos marinos vivos y su desarrollo sostenible. Perspectivas institucionales y medioambientales. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 1996.
- FAO. (2003). La ordenación pesquera. El enfoque de ecosistemas en la pesca. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, 2003.
- FAO. (2010). Perfiles sobre la pesca y la acuicultura por países. Visión general del sector pesquero nacional Perú. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 24 p.
- Figueroa, E. (2005). Biodiversidad Marina: valoración, usos y perspectivas: hacia dónde va Chile?. Edición. Universitaria, Santiago, Chile. 2005.
- García, J. & Ayala, J. (2013). Diseño de un sistema automatizado para la mejora en la etapa de filtrado de sólidos de agua sanguaza en la corporación pesquera Copeinca S.A.C. Tesis para optar el título de Ingeniero Electrónico. UPAO. 2013. Recuperado de: <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/783>
- García, V., Tresierra, A., Sánchez, G., Orozco, R., Sánchez, S. & Crispín, M. (2005). Monitoreo del ambiente marino costero en las bahías de Coishco y El Ferrol, Chimbote. Febrero 2005. Informe Interno. Inst. Mar Perú.

- García, V., Tresierra A., Sánchez G., Orozco, R., Delgado, E. & Crispín, M. (2006). Monitoreo del ambiente marino costero en el litoral costero de la Región Áncash. Abril 2006. Informe Interno. Inst. Mar Perú.
- García, V., Huerto, M., Cervantes, C., León, J. & Córdova, N. (2013). Caracterización ambiental y potencial pesquero 2004 – 2011: Bahía de Samanco, Chimbote, Perú. Inf. Inst. Mar del Perú, Vol. 40 /No. 1-2/ Enero-junio 2013.
- García, V., Rubio, j., Sánchez, G., Sánchez, S., Orozco, R., Huerto, M. & Cervantes, C. (2012). Calidad del ambiente marino y costero en la Región Ancash, 2012. Inf. Inst. Mar del Perú, Vol. 42 / No. 4 / Octubre-Diciembre 2015.
- Guillén, O., Cárcamo, E., Arévalo, W. & Iglesias, S. (1998). Monitoreo e impacto ambiental de la contaminación de la Bahía Ferrol. Rev. Instituto de investigación de la facultad de geología, minas, metalurgia y ciencias geográficas. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/geologia/v01_n2/monit_imp.htm
- Guzmán, M., Jacinto, M., Ganoza F., Velazco, F. & Crispín, M. (2002). Prospección para la evaluación de las condiciones ambientales y sedimentológicas en la bahía El Ferrol, Chimbote. 22 al 25 Junio 2002. Informe interno. Inst. Mar Perú. 09-16.
- Hernández, R., Jardines, S. & Tola, H. (2009). La sostenibilidad y la biodiversidad en Cuba. Principales formas de medición. CD de monografías 2009. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos". Cuba. Recuperado de: <http://monografias.umcc.cu/monos/2009/AGRONOMIA/m09agr14.pdf?cv=1>
- IMARPE. (2009). Estudio de línea base en el ámbito marino del Área Sur de la Bahía El Ferrol. Informe final. Recuperado de: <http://www.produce.gob.pe/>
- Jacinto, M., Cabello, R., Guzmán, M., Morón, O., Villanueva, P. & Córdova, J. (1994). Evaluación de la contaminación marina en la Bahía Ferrol-Chimbote (14-18 Julio 1994). IMARPE. 56p

- Jacinto, M., Chávez, J., Morón, O., Sánchez, S. & Córdova, J. (1997). Evaluación de la calidad del ambiente marino en la Bahía Ferrol-Chimbote (17-19 abril 1996). IMARPE.
- Jost, L. & Gonzales, J. (2012). Midiendo la diversidad biológica: más allá del índice de Shannon. *Acta zoológica lilloana* 56 (1-2): 3–14, 2012. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/230634099_Midiendo_la_diversidad_biologica_mas_alla_del_indice_de_Shannon
- Kuramoto, J. (2005). El Clúster pesquero de Chimbote: Acción conjunta limitada y la tragedia de los recursos colectivos. Lima Perú 2005.
- Loayza, L. (1998). Génesis de la perturbación de la bahía "El Ferrol". Universidad Nacional del Santa. Chimbote, Perú. 104p.
- Magurran, A. (1988). Diversidad ecológica y su medición. Princeton University Press, New Jersey. 200pp.
- Magurran, A. (2004). Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Malden MA. 256pp.
- Margalef, R. (1974). Ecología. Edic. Omega, S.A. Barcelona, España.
- Mayr, E. (1970). Populations, species, y evolution, Belknap Press of Harvard University, Massachusetts.
- Martínez, C., Orellana Rivas, L. & Herless, V. (2011). Caracterización de desagüe industrial de la pasta de pota para la remoción de la carga orgánica utilizando un sistema combinado de UASB y lodos activos. Tesis para optar el título de Ingeniero Sanitario. Universidad Nacional de Ingeniería. 2011. Recuperado de: http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/1290/1/delacruz_ml.pdf
- MINAM. (2011). Plan de recuperación ambiental de la Bahía El Ferrol. Chimbote, Perú. 116p. Recuperado de: http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/07/rs_004-2012-minam_aprueban_plan_recuperacion_ambiental_bahia_el_ferrol2.pdf

- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. Centro de Investigaciones Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 83p.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativa para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Rev. Mexicana de Biodiversidad*. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-34532011000400019
- Orozco, R., Castillo, S., Morón, O. & Córdova, J. (1996). Evaluación de la contaminación y calidad microbiológica del agua de mar en las Bahías El Ferrol y Samanco. 12-15 febrero 1996. *Inf. Prog. Inst. Mar del Perú*. 25p
- Osorto, M., Martínez, E., Álvarez, F., Gimenez, F. & Merlo, V. (2017). Comparación de dos comunidades biológicas marinos costeras en Cedeño, Choluteca. *Revista Portal de la Ciencia*, No. 12. junio 2017. Recuperado de: <file:///C:/Users/lenovo/Downloads/5517-19073-1-SM.pdf>
- PRODUCE. (2009). Guía para la actualización del plan de manejo ambiental para que los titulares de los establecimiento industriales pesqueros alcancen el cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles (LMP) aprobado por decreto Supremo N° 010-2008 – PRODUCE. Recuperado de: http://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2009/abril/25/RM-181-2009-PRODUCE_Guia.pdf
- Quirós, C. (1995). El Hospital La Caleta de Chimbote 1945 – 1995. *Revista Peruana de Epidemiología*, 8(1), 57-60. Recuperado de: http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/epidemiologia/v08_n1/memorias01.htm
- Rodrigo, J., Pizarro, J. & Castro, V. (1994). Diversidad y abundancia íctica en tres áreas de manglar en el Golfo de Nicoya, Costa Rica. *Rev. BioL Trop.*, 42(3): 663-672, 1994. Recuperado de: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/23271/23584>
- Roldan, G. (1999). Los macroinvertebrados y su valor como indicador de la calidad del agua. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.* 23(88):375-387. 1999.

- Roldan, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia. Propuesta para el uso del método BMWP/Col. Ciencia y Tecnología. Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero, J., Huayna, L., Cárdenas, L., Bacilio, A. & Evangelista, V. (2013). Inventario y evaluación de la biodiversidad en la zona costera-intermareal para su conservación, en la zona de protección ecológica "Tauca" del distrito de Huacho. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Recuperado de: <http://190.116.38.24:8090/xmlui/handle/123456789/136>.
- Romero, L. (1990). Estructura del macrobentos en áreas críticas del mar peruano. Título Para Optar Grado Profesional de Biólogo. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 32p.
- Sánchez, G., Orozco, R. & Alvarado, D. (1996). Evaluación de los efectos de la contaminación en el macrobentos de la Bahía Carquín, Huacho. 1990-1991. Inf. Prog. Mar del Perú. No 48, diciembre 1996.
- Sánchez, G., Blas, N. & Chau, G. (2010). Informe de consultoría. Convenio IMARPE – CPPS, Callao. 2010. 174p. Recuperado de: http://cpps.dyndns.info/cpps-docs-web/planaccion/docs2010/oct/XVII_AG_GC/18.Contaminacion.marina.Informe.final.Peru.pdf
- Tevés, N. (1999). Plan de manejo de recursos costeros para la bahía El Ferrol. Chimbote Ancash. Consejo Nacional del Ambiente. 71p.
- Toledo, A. (1998). Economía de la biodiversidad. Serie de textos básicos para la formación ambiental (2). Programa de las Naciones Unidas para el Medio ambiente Oficina Regional Para América Latina y el Caribe. D.F. México, México. 273p.
- Tresierra, A., García, V., Huerto, M., Berrú, P., Reyes, D. & Cervantes, C. (2007). Bahía El Ferrol, Chimbote, Perú: una visión integral de sus recursos marinos vivos y su ambiente. 2001-2005. Inf. Inst. Mar del Perú. 34: 42p.
- Zuta, S. & Guillén, O. (1970). Oceanografía de las aguas costeras del Perú. Bol. Inst. Mar Perú. 2(5):157-324.

ANEXOS

Anexo 1. Número de especies reportadas en la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	28	23	31	29	28	37	31	30	34	35	40
2	34	22	29	32	32	35	23	29	29	38	41
3	29	14	28	32	28	28	27	34	30	40	40
4	31	25	30	32	25	31	24	31	37	28	38
5	27	28	26	28	30	25	21	32	32	38	38
6	27	26	29	27	30	29	25	38	30	38	43
7	31	29	36	35	28	32	28	35	34	39	43
8	26	33	31	32	26	33	37	34	38	39	42
9	26	26	32	33	25	32	40	29	33	34	37
10	27	23	29	34	31	25	39	38	31	35	44
11	32	31	30	37	31	29	38	40	35	35	39
12	32	28	28	33	30	25	38	30	32	32	48

Anexo 2. Índice de Shannon (H') de las especies reportadas en la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	1,4590	1,4970	1,6600	1,9740	2,0460	2,0260	1,5410	2,1100	1,8540	2,3660	2,5890
2	1,5620	1,3880	1,6210	1,7650	1,9010	1,9730	1,7640	1,7120	2,0320	2,0010	2,2250
3	1,6640	1,0900	1,6870	1,9270	1,9290	1,9210	1,8550	1,6930	1,7120	1,9720	2,0030
4	1,5890	1,7080	1,5310	1,8430	1,9220	2,2250	2,1250	1,8950	2,3250	1,4430	1,7320
5	1,6760	1,3170	1,5170	1,5100	1,3110	1,6030	1,3840	1,0310	2,2200	2,1680	1,8890
6	1,9010	0,8856	1,7700	1,4970	1,3120	2,1060	1,6320	1,5230	1,6760	2,1250	2,4200
7	2,0030	1,3570	1,7950	1,7720	1,8360	1,7060	1,9290	2,0260	2,1640	1,9730	2,5990
8	1,7730	1,8310	1,8550	1,6710	2,0470	1,9800	2,2510	2,1990	2,1390	2,0590	2,6550
9	1,4630	1,7430	1,8700	1,9120	1,7070	1,9890	2,3290	2,0680	1,9810	2,0980	1,8900
10	1,6530	1,5400	1,8200	1,9440	2,0140	1,9220	2,0690	1,7660	2,1080	2,1690	2,3340
11	1,5830	1,8070	1,7600	1,8840	1,9340	1,8810	1,9740	1,3880	2,2190	2,0510	2,2610
12	1,6460	1,6630	2,0460	1,8520	1,8720	1,7540	2,1160	1,7520	2,3710	2,3640	2,5340

Anexo 3. Índice de Pielou (J') de las especies reportadas en la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0,4377	0,4775	0,4833	0,5862	0,6142	0,5611	0,4488	0,6203	0,5259	0,6655	0,7019
2	0,4430	0,4490	0,4814	0,5093	0,5484	0,5549	0,5627	0,5084	0,6034	0,5502	0,5991
3	0,4943	0,4129	0,5064	0,5560	0,5790	0,5765	0,5630	0,4801	0,5033	0,5347	0,5429
4	0,4628	0,5307	0,4502	0,5319	0,5971	0,6479	0,6687	0,5518	0,6439	0,4329	0,4763
5	0,5084	0,3952	0,4656	0,4533	0,3856	0,4980	0,4547	0,2975	0,6405	0,5961	0,5194
6	0,5767	0,2718	0,5257	0,4541	0,3857	0,6255	0,5071	0,4188	0,4927	0,5842	0,6434
7	0,5832	0,4031	0,5010	0,4983	0,5510	0,4923	0,5788	0,5700	0,6137	0,5386	0,6910
8	0,5443	0,5237	0,5403	0,4823	0,6281	0,5663	0,6234	0,6237	0,5881	0,5619	0,7103
9	0,4490	0,5348	0,5395	0,5469	0,5304	0,5739	0,6313	0,6141	0,5666	0,5948	0,5235
10	0,5014	0,4912	0,5405	0,5512	0,5865	0,5971	0,5646	0,4855	0,6140	0,6101	0,6167
11	0,4566	0,5262	0,5175	0,5218	0,5631	0,5587	0,5427	0,3764	0,6240	0,5769	0,6171
12	0,4750	0,4990	0,6139	0,5297	0,5505	0,5448	0,5817	0,5150	0,6840	0,6821	0,6546

Anexo 4. Índice de Simpson (D) de las especies reportadas en la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0,3167	0,3390	0,2602	0,2360	0,1637	0,1721	0,3865	0,1644	0,2329	0,1155	0,1095
2	0,2911	0,3316	0,2931	0,3234	0,2113	0,2053	0,2491	0,2601	0,1786	0,2064	0,1691
3	0,2519	0,4885	0,2850	0,2019	0,1872	0,2175	0,2035	0,2865	0,2935	0,2043	0,2280
4	0,2913	0,2785	0,3233	0,2330	0,2209	0,1332	0,1476	0,2240	0,1200	0,4102	0,3028
5	0,2522	0,3636	0,2873	0,3247	0,4453	0,3198	0,3832	0,5902	0,1488	0,1612	0,2365
6	0,2138	0,6476	0,2424	0,4065	0,4760	0,1755	0,3516	0,4090	0,3116	0,2070	0,1280
7	0,1614	0,4468	0,2760	0,2712	0,2405	0,3127	0,2148	0,1861	0,1686	0,2563	0,1060
8	0,2175	0,2343	0,2387	0,2864	0,1693	0,2464	0,1602	0,1571	0,1959	0,2278	0,0943
9	0,3942	0,2580	0,2128	0,2012	0,2614	0,1931	0,1277	0,1672	0,1855	0,2101	0,2914
10	0,2827	0,3141	0,2167	0,2093	0,1686	0,2316	0,1633	0,2875	0,1549	0,1665	0,1403
11	0,2885	0,2292	0,2673	0,2257	0,1844	0,2244	0,1891	0,4959	0,1476	0,1934	0,1932
12	0,3166	0,2659	0,1690	0,2331	0,2193	0,2778	0,1655	0,3471	0,1295	0,1297	0,1302

Anexo 5. Capturas acumuladas (t) de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	69,146	77,502	113,778	49,426	62,752	95,055	100,126	74,247	55,036	51,35	86,866
2	66,109	76,797	71,794	94,07	61,392	93,726	44,401	70,118	35,897	61,161	107,524
3	46,127	64,705	63,544	114,794	117,873	51,333	60,874	57,903	63,185	96,765	148,387
4	35,339	81,356	97,598	128,44	90,587	82,993	56,876	62,971	63,297	134,397	267,789
5	21,625	177,31	117,981	217,79	209,959	66,651	71,493	273,593	72,388	139,3	316,509
6	34,31	94,381	72,222	166,463	142,813	38,148	94,449	90,509	76,252	137,627	104,727
7	51,779	42,575	96,006	176,7	83,741	59,767	60,084	100,533	165,817	71,108	74,757
8	79,841	48,496	117,561	125,278	80,354	58,082	56,188	54,619	122,766	25,991	135,494
9	29,392	88,969	80,655	129,29	61,777	45,955	81,495	71,918	120,992	33,371	117,232
10	40,631	60,488	97,481	141,933	95,106	47,393	72,172	87,054	105,621	97,394	65,854
11	35,885	49,316	58,64	91,47	88,236	48,352	104,052	86,943	73,383	63,958	79,949
12	43,325	67,416	35,566	79,774	111,093	59,035	84,087	45,609	63,821	31,517	130,955

Anexo 6. Desembarques industriales de anchoveta (t) en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	0	0	0	0	0	27557	75075	69463	60134	61598	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	90666	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	66711	70788	78225	296407	138112	0	215964	0	0	4882	253172
5	353596	151216	270004	138444	256072	214106	83727	152944	171530	18691	56689
6	128728	143435	140827	97496	153206	238014	115277	189730	151714	98693	0
7	182781	0	0	0	18660	108219	27556	154804	58648	33208	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1080	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	515623	247521	327403	199612	184457	33754	84064	140	249158	0	48057
12	32558	199591	164476	205706	84522	22904	322434	4372	277110	0	75870

Anexo 7a. Capturas acumuladas (t) de las especies de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

N°	N. CIENTIFICO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
1	<i>Doryteuthis gahi</i>	0,262	0,140	0,426	0,056	0,234	0,106	0,100	0,035	0,032	0,122	2,391
2	<i>Platyxanthus orbigny</i>	0,024	0	0	0,068	0	0,035	0,103	0,093	0,192	2,064	0,124
3	<i>Romaleon polyodon</i>	0,601	0,953	1,880	2,589	0,398	0,320	0,646	0,667	1,581	1,734	5,625
4	<i>Thaisella chocolata</i>	82,808	53,836	68,198	102,109	94,460	102,170	50,151	69,143	66,740	62,340	144,355
5	<i>Concholepas concholepas</i>	0,226	0,090	0,501	0,324	0,131	0,948	2,475	1,410	1,218	0,867	4,775
6	<i>Argopecten purpuratus</i>	5,799	0,753	4,753	8,807	3,279	12,165	44,133	45,198	26,497	3,301	29,875
7	<i>Cancer porteri</i>	6,315	3,919	3,616	1,432	0,614	0,208	0,750	0,180	0,050	0	0
8	<i>Fissurella sp.</i>	0,036	0	0	0,056	0	0	0,060	0,005	0,165	0,030	0,053
9	<i>Octopus mimus</i>	0,762	2,090	0,417	12,129	0,444	5,117	2,273	1,786	4,001	2,190	29,678
10	<i>Tagelus dombeii</i>	0	0	0	0	0	1,785	19,368	10,168	13,980	24,649	72,404
11	<i>Sinum cymba</i>	0,249	0,040	0,161	0,003	0	0	0,120	0,370	0,575	0,248	1,283
12	<i>Acanthopleura echinata</i>	0	0	0,030	0,050	0	0,055	0,103	0,105	0	0	0,055
13	<i>Bursa ventricosa</i>	0,558	0,057	0	0,015	0	0	4,295	4,659	8,170	2,118	0
14	<i>Strongylura exilis</i>	2,389	6,101	2,460	5,828	16,384	7,250	13,418	9,559	8,893	9,649	7,319
15	<i>Engraulis ringens</i>	16,068	7,570	1,615	4,858	9,665	3,587	23,450	3,498	29,608	27,783	32,728
16	<i>Bagre sp., Galeichthys sp.</i>	0,044	0	0	0,005	0,250	0	0	0	0,002	0,008	0
17	<i>Lobotes pacificus</i>	0	0	0,004	0,012	0	0	0	0	0,006	0	0,005
18	<i>Sarda chiliensis chiliensis</i>	0,016	0,274	0,033	3,623	0,170	0,550	0,143	0,429	0,018	71,697	41,466
19	<i>Scartichthys gigas</i>	0,029	0	0,022	0,010	0,192	0,999	0,354	0,119	0,130	0,335	0,504
20	<i>Sciaena fasciata</i>	0,080	0,030	0,159	0,473	0,478	0,190	0,187	0,415	0,525	0,365	0,952
21	<i>Scomber japonicus</i>	0,065	1,155	15,341	3,591	0,019	0,240	0,004	0,224	0,118	38,189	33,212
22	<i>Isacia conceptionis</i>	27,224	30,690	49,261	39,688	21,141	19,931	7,649	4,290	7,920	6,439	13,701
23	<i>Paralabrax humeralis</i>	1,022	0,321	0,866	1,276	0,783	0,795	0,981	0,663	0,678	0,938	8,295
24	<i>Cynoscion analis</i>	0,102	0,193	5,232	8,586	5,926	15,800	0,978	1,397	0,407	51,447	187,807
25	<i>Diplectrum conceptione</i>	0,030	0	0,020	0	0	0	0	0,010	0	0	0
26	<i>Paralonchurus peruanus</i>	1,114	1,610	3,490	31,421	17,988	36,123	6,168	6,987	4,614	24,799	53,723
27	<i>Seriola violacea</i>	0,104	0,091	0,348	0,083	0,190	0,260	0,017	0,197	0,869	0,960	0,965
28	<i>Genypterus maculatus</i>	2,754	1,917	0,590	1,082	0,204	0,403	2,150	2,352	0,768	0,924	5,385
29	<i>Cilus gilberti</i>	0,022	0,017	0,018	0,011	0,021	0,049	0,010	0,018	0	0,044	0,257
30	<i>Acanthistius pictus</i>	0,604	0,166	0,179	0,415	0,119	0,089	0,091	0,502	0,157	0,068	0,040
31	<i>Anisotremus scapularis</i>	0,195	0,311	0,270	0,752	1,448	0,522	0,545	1,010	0,685	1,004	2,681
32	<i>Rhinobatos planiceps</i>	0,007	0	0	0	0,010	0	0	0	0,007	0	0,019
33	<i>Trachurus murphyi</i>	0,071	10,225	0,659	2,017	0,353	0,022	0,305	0,034	0,002	0,753	0,471
34	<i>Paralichthys adspersus</i>	0,218	0,140	0,307	0,552	0,151	0,401	0,640	0,440	0,210	0,392	0,995
35	<i>Symphurus sechurae</i>	0	0	0	0	0	0	0,018	0	0,005	0	0
36	<i>Mugil cephalus</i>	166,461	196,013	210,913	176,434	171,362	157,536	229,271	236,131	159,442	105,442	53,040
37	<i>Sciaena deliciosa</i>	80,586	69,620	161,498	180,423	160,841	82,198	104,969	77,353	117,147	60,495	88,521
38	<i>Ethmidium maculatum</i>	8,384	82,977	73,895	146,943	300,889	55,488	22,958	63,391	103,058	92,506	258,877
39	<i>Mycteroperca xenarcha</i>	0	0	0,008	0	0	0	0	0,002	0	0	0,002
40	<i>Menticirrhus ophicephalus</i>	2,806	8,296	14,857	16,782	13,876	8,883	5,897	7,283	4,341	10,799	21,622
41	<i>Stellifer minor</i>	5,212	19,144	47,141	139,128	51,697	46,835	60,268	59,081	51,230	33,209	216,170
42	<i>Muraena sp., Gymnothorax</i>	0,039	0,006	0	0	0	0,120	0	0,020	0	0	0
43	<i>Trachinotus paitensis</i>	0,001	0,001	0	0,024	0	0,132	0	0	0	0,070	0,271
44	<i>Stromateus stellatus</i>	0,719	0,419	0,101	0,190	3,448	2,366	0,784	1,474	171,889	15,662	2,699
45	<i>Caulolatilus affinis</i>	0	0	0,005	0,001	0	0	0,061	0,019	0	0	0,029
46	<i>Odontesthes regia regia</i>	134,690	427,098	332,809	557,388	243,180	164,242	225,845	425,768	144,184	241,278	280,460

Anexo 7b. Capturas acumuladas (t) de las especies de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

N°	N. CIENTIFICO	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
47	<i>Cheilodactylus variegatus</i>	2,736	0,729	2,150	4,086	6,804	1,829	1,179	3,891	3,337	2,201	4,378
48	<i>Myliobatis peruvianus</i>	0,001	0,020	0,004	0	0	0,035	0	0	0,030	0,170	0,002
49	<i>Urotrygon sp.</i>	0	0	0	0	0,006	0,003	0,063	0,030	0,045	0,176	0,004
50	<i>Labrisomus philippii</i>	0,434	0,048	0,154	0,298	0,352	0,850	0,799	0,678	0,300	0,636	3,101
51	<i>Menticirrhus sp.</i>	0	0	0,001	0	0	0	0	0	0,002	0,002	0,098
52	<i>Psamobatis caudispina</i>	0,223	0,130	0	0	0	0	0	0	0	0	0
53	<i>Sphyraena ensis</i>	0	0	0	0,003	0	0	0,069	0,031	0	0,010	0,014
54	<i>Patallus mollis</i>	0,510	0	5,145	49,264	69,352	7,340	48,414	21,526	73,341	35,310	15,595
55	<i>Peprilus snyderi</i>	0	0,229	0,630	1,420	5,917	7,043	3,048	11,864	9,825	1,383	1,522
56	<i>Semele corrugata</i>	0,884	1,851	3,165	0,253	0,035	0,375	0,960	1,120	1,135	1,621	5,048
57	<i>Panulirus gracilis</i>	0	0	0	0	0	0	0,002	0	0	0,001	0
58	<i>Farfantepenaeus californie</i>	0	0	0	0	0	0,033	0	0	0	0	0,005
59	<i>Platyxanthus cokeri</i>	0	0	0	0	0	0	0,001	0	0	0	0
60	<i>Ophichthus remiger</i>	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,004
61	<i>Thunnus albacares</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001
62	<i>Polydactylus approximans</i>	0	0,004	0	0,145	0,024	0	0	0,004	0	0,358	1,778
63	<i>Larimus spp</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,355
64	<i>Selene peruviana</i>	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
65	<i>Opisthonema libertate</i>	0	0,008	0	0,065	0,964	0,432	0	0,012	0,055	0	0,183
66	<i>Calamus brachysomus</i>	0	0,003	0	0,004	0,007	0	0	0	0	0	0
67	<i>Merluccius gayi peruanus</i>	0	0,013	9,445	3,882	0	0	0	0,025	0	5,147	0
68	<i>Hemilutjanus macrophthal</i>	0	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
69	<i>Peprilus medius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,129
70	<i>Chloroscombrus orqueta</i>	0	0	0	0	0,012	0	0	0	0	0	0
71	<i>Lutjanus jordani L. guttatu.</i>	0	0	0,007	0	0	0	0	0	0	0	0
72	<i>Sicyaces sanguineus</i>	0,002	0	0,001	0	0	0	0	0	0	0	0,006
73	<i>Oplegnathus insignis</i>	0,011	0	0,005	0,004	0	0	0	0,075	0,002	0	0,004
74	<i>Sphyraena idiaestes, S. ensis</i>	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
75	<i>Anchoa nasus</i>	0	0	0	0	0,060	0	0	0,015	0	2,000	0
76	<i>Halichoeres dispilus</i>	0,001	0,001	0	0	0,010	0	0	0	0	0	0
77	<i>Pseudupeneus grandisquai</i>	0	0	0	0	0,009	0	0,001	0,185	0,034	0	0,005
78	<i>Sardinops sagax sagax</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001
79	<i>Scomberomorus sierra</i>	0	0,005	0,016	4,808	0,485	0,022	0	0,066	0	0,002	0,211
80	<i>Sphyrna zygaena</i>	0	0	0	0	0	0,016	0	0	0	0	0,104
81	<i>Mustelus mento</i>	0	0	0	0	0	0,030	0	0	0	0	0,006
82	<i>Fodiator acutus rostratus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001	0
83	<i>Decapterus macrosoma</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001
84	<i>Fistularia corneta</i>	0	0	0	0	0	0,070	0	0	0	0	0,582
85	<i>Hemirhamphus saltator</i>	0	0	0	0	0,480	0	0	0	0	0	0
86	<i>Selar crumenophthalmus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,010	0,081	0	0
87	<i>Trichiurus lepturus</i>	0	0	0	0	0	0	0,003	0	0	0	0
88	<i>Seriola lalandi</i>	0	0	0	0	0	0,004	0	0	0	0,003	0
89	<i>Auxis thazard</i>	0	0	0	0	0	0,483	0	0	0	0	0
90	<i>Eucinostomus sp. A.</i>	0	0	0	0	0,716	0,002	0	0	0	0	0
91	<i>Sebastes chamaco</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,002
92	<i>Chromis crusma</i>	0,006	0,005	0,020	0	0,105	0,003	0,020	0	0,154	0	0,070
93	<i>Aplysia juliana</i>	0	0	0	1,962	0	0	0	0	0	0	0

Anexo 8. Histograma, boxplot de capturas acumuladas mensuales de la pesca artesanal en Bahía El Ferrol, 2005 – 2015.

